

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»



С.И. Пивоварова
Т.И. Королева

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Методические указания
к курсовым и дипломным проектам
для студентов специальности 1-70 04 02
«Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»

Текстовое электронное издание

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

Об издании – 1, 2

1 – дополнительный титульный экран – сведения об издании

УДК 696/697(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-строительного факультета в качестве методических указаний (протокол № 7 от 30.11.2018 г.)

Кафедра теплогазоводоснабжения и вентиляции

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, доц., зав. каф. строительного производства

Л.М. ПАРФЕНОВА;

канд. техн. наук, доц. каф. технологии и оборудования переработки нефти и газа А.В. СПИРИДОНОВ

Подготовлены в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-70 04 02-2013 и учебным планом специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна».

© Пивоварова С.И., Королёва Т.И., 2021
© Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Энергосбережение топливно-энергетических и материальных ресурсов в системах теплогазоснабжения и вентиляции» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Технические требования:

1 оптический диск.

Системные требования:

PC с процессором не ниже Core 2 Duo;

2 Gb RAM; свободное место на HDD 2 Mb;

Windows XP/7/8/8.1/10

привод CD-ROM/DVD-ROM;

мышь

Редактор *Т. А. Дарьянова*

Подписано к использованию 04.06.2021.

Объем издания 932 Кб. Заказ 30.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛОССАРИЙ.....	5
Введение.....	13
1. ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	15
2. О СОДЕРЖАНИИ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» В КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ.....	18
3. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	19
3.1. Основные энергосберегающие мероприятия для систем теплоснабжения.....	19
3.2. Основные энергосберегающие мероприятия для систем отопления.....	23
3.3. Основные энергосберегающие мероприятия для систем вентиляции и кондиционирования воздуха	25
3.4. Основные энергосберегающие мероприятия для систем газоснабжения.....	26
3.5. Основные энергосберегающие мероприятия в других отраслях.....	27
Литература.....	32
Приложение А	35
Приложение Б	36
Приложение В	37

ГЛОССАРИЙ

[7; 11; 12]

Основные понятия и определения

АККУМУЛЯТОР ТЕПЛОТЫ – устройство для накопления и временного хранения энергии в форме явной или скрытой теплоты для сведения баланса ее производства и потребления в энергосистеме или на предприятии.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ТОПЛИВА – источники энергии топлива, заменяющие традиционные органические топлива и ядерное топливо; в их числе: производство синтетических углеводородов на базе угля, спиртовых топлив, водород, производство топлива из отходов.

БАЗОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ – значение, относительно которого определяют нормативные значения, соответствующие установленным классам зданий (на основании [11]).

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА (ВЭУ) – установка, преобразующая кинетическую энергию движения воздуха (ветра) в электрическую энергию.

ВНУТРЕННИЙ ВАЛОВЫЙ ПРОДУКТ (ВВП) – общая рыночная стоимость всех готовых (конечных) товаров и услуг, произведенных внутри страны отечественными и иностранными предприятиями в течение года.

ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЬ – теплообменное устройство для подогрева воздуха, подаваемого в топку, или технологического воздуха за счет утилизации тепла отработанных потоков пара, конденсата или уходящего газа; позволяет уменьшить расход топлива.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) – энергия солнца, ветра, тепла Земли, естественного движения водных потоков, древесного топлива, иных видов биомассы, биогаза, а также иные источники энергии, не относящиеся к невозобновляемым.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ – энергетические ресурсы, восстановление которых постоянно осуществляется в природе.

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ВЭР) – энергоносители, полученные после промышленного преобразования первичных энергоресурсов.

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ – по [16].

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ – электрическая энергия, используемая инженерными системами здания на отопление, охлаждение, вентиляцию и/или водоснабжение для обеспечения бесперебойного режима работы систем (на основании [11]).

ВТОРИЧНЫЕ (ПОБОЧНЫЕ) ЭНЕРГОРЕСУРСЫ (ВЭР) (ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ) В ЭНЕРГОХОЗЯЙСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЙ – энергоресурсы, образующиеся как попутные при осуществлении технологических процессов, которые могут быть повторно использованы для получения энергии. К ним относятся отработанные горючие органические вещества, городские и промышленные отходы, горячие отработанные теплоносители, отходы сельскохозяйственного производства.

ВЭР ГОРЮЧИЕ – горючие газы и отходы, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива в других установках и непригодные в дальнейшем в данной технологии: отходы деревообрабатывающих производств (щепа, опилки, обрезки, стружки), горючие элементы конструкций зданий и сооружений, демонтированных из-за невозможности дальнейшего использования по назначению, щелок целлюлозно-бумажного производства и другие твердые и жидкие топливные отходы.

ВЭР ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ – потенциальная энергия газов, воды, пара, покидающих установку с повышенным давлением, которая может быть еще использована перед выбросом в атмосферу, водоемы, емкости или другие приемники, а также избыточная кинетическая энергия веществ.

ВЭР ТЕПЛОВЫЕ – физическое тепло отходящих газов, основной и побочной продукции, тепло золы и шлаков, горячей воды и пара, отработавших в технологических установках, тепло рабочих тел систем охлаждения технологических установок.

ГАЗОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА (ГТУ) – двигательная установка, в лопаточном аппарате которой потенциальная энергия (смесь продуктов сгорания топлива с воздухом или нагретый дух при большом давлении и температуре) преобразуется в кинетическую энергию, а затем частично превращается в механическую работу. Применяется в качестве первичного двигателя электростанций, транспортного двигателя, в авиации, промышленности для утилизации отходящих газов высокотемпературных технологических установок (газовые утилизационные бескомпрессорные турбины – ГУБТ).

ГЕЛИОУСТАНОВКА – установка, преобразующая солнечную энергию в тепловую или электрическую для производственных или бытовых нужд.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭНЕРГОСНАБЖАЮЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ – государственное юридическое лицо, осуществляющее производство, передачу, распределение и сбыт электрической энергии.

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СЕТИ – совокупность находящихся в государственной собственности устройств, предназначенных для передачи и распределения электрической энергии потребителям.

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ – установление договоров поставок ТЭР из различных стран, различных компаний поставщиков, источников для повышения надежности и независимости.

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ – процесс частичного отказа от централизованного теплоснабжения из национальной энергосистемы и переход к автономным системам теплоснабжения от заводских мини-ТЭЦ, встроенных и пристроенных к зданиям местных блочных, блок-модульных, крышных котельных и т.п. Децентрализация способствует формированию рынка энергоносителей и конкуренции в области энергообеспечения.

ИЗБЫТКИ ЯВНОЙ ТЕПЛОТЫ – по [31].

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ (ИАСУЭ) – система, объединяющая автоматизированное управление технологическими процессами использования энергии и автоматизированное организационное управление энергосбережением.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ – процесс, включающий заготовку (добычу), транспортировку, хранение, подготовку к использованию, переработку или иную трансформацию возобновляемых источников энергии, а также производство из них электрической энергии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ – производство, преобразование, транспортировка, распределение и применение энергии для нужд человека.

КАЛОРИЙНОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТОВ (ТЕПЛОВЫХ ЭКВИВАЛЕНТОВ) \mathcal{E}_T – величина, равная отношению низшей теплоты сгорания (теплотворной способности) нормируемого вида топлива Q_H^P , кДж/кг (кДж/м³), к условному Q_H^Y :

$$\mathcal{E}_T = \frac{Q_H^P}{Q_H^Y} = \frac{Q_H^P}{29\,300}, \text{ кДж/м}.$$

КЛАСС ЗДАНИЯ ПО ОБЩЕМУ (НОРМАТИВНОМУ) ПОКАЗАТЕЛЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ – характеристика здания по уровню потребления поставляемой энергии нетто, определяемой интервалом значений годового суммарного потребления энергии на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, отнесенная к единице отапливаемой площади или отапливаемого объема здания; см. также общий показатель энергетической эффективности (индикативный показатель) (по [16; 31]).

КЛАСС ЗДАНИЯ ПО ОБЩЕМУ ПОКАЗАТЕЛЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ – характеристика здания по уровню потребления поставляемой энергии нетто, определяемой интервалом значений годового суммарного потребления энергии на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, отнесенная к единице отапливаемой площади или отапливаемого объема здания (на основании [11]).

КЛАСС ЗДАНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЮ – характеристика здания по уровню потребления поставляемой энергии нетто, определяемая интервалом значений удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период (на основании [11]).

КЛАСС ЗДАНИЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ЭНЕРГИИ НА ПОДОГРЕВ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ – характеристика здания по уровню потребления поставляемой энергии нетто, определяемой интервалом значений удельного расхода тепловой энергии для подогрева 1 м³ воды до расчетного значения температуры в системе горячего водоснабжения здания без учета потерь теплоты в циркуляционном контуре (на основании [11]).

КОТЛЫ-УТИЛИЗАТОРЫ – котлы, использующие физическую теплоту, иногда химическую энергию отходящих газов высокотемпературных теплотехнологических установок черной, цветной металлургии, химической промышленности, индустрии строительных материалов для производства пара. Конструктивно представляют собой теплообменник типа газ–вода с системой подготовки и подачи питательной воды, сбора перегретого пара, устройствами управления потоком уходящих газов и очистки внутренних поверхностей. По условиям теплообмена различают котлы конвективные, радиационно-конвективные, радиационные.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ (КПД) ЭНЕРГОУСТАНОВКИ (ЭНЕРГООБЪЕКТА) – отношение величины полезной энергии, получаемой на выходе, к величине подведенной энергии.

ЛОКАЛЬНЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (ЛОС) – автономные системы отопления многоквартирных жилых зданий, крупных общественных учреждений (больниц, учебных заведений и т.п.). Обычно выполняются как комбинированные: включают в себя устройства газового отопления, устройства по сжиганию твердого топлива, устройства, аккумулирующие солнечную энергию, эксплуатируемые не одновременно, а в определенные временные отрезки. ЛОС экономят до 30% энергоресурсов по сравнению с централизованными системами теплоснабжения. Привлекательны с экологической точки зрения.

МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА – малые и мини-ТЭЦ, источники на возобновляемых ресурсах: малые ГЭС, ВЭУ, биогенераторы, гелиоустановки, а также источники электрической и(или) тепловой энергии, использующие котельные, теплонасосные, паро- и газотурбинные, дизель- и газогенераторные установки единичной мощностью до 6 МВт.

МЕСТНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА (МВТ) – виды топлива, имеющие местное (локальное) значение по количеству и энергетической ценности.

«МИКРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ» ЗДАНИЕ – современное «суперизолированное» здание, позволяющее настолько уменьшить потери тепла за счет теплоизоляции всех конструкций, что поступления «пассивной» тепловой энергии от людей, бытовых электроприборов и лучистого потока через окна оказывается достаточно для создания комфортных условий жизни без дополнительной энергии от источников отопления. Такой энергетически «пассивный» дом представляет собой замкнутую систему, не нуждающуюся или минимально нуждающуюся в поступлениях тепла извне.

НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ – источники энергии, накопленные в природе в виде ископаемых ресурсов: угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев, а также иные источники энергии, которые в новых геологических условиях практически не образуются.

НЕТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА – энергетика, ориентированная на использование возобновляемых источников энергии.

ОБЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (ИНДИКАТИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ) – показатель энергетической эффективности, применяемый для количественной и качественной оценок поставляемой энергии нетто для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения здания (по [11; 16]).

ПОЛЬЗОВАТЕЛИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц или предпринимателей без образования юридического лица, а также другие лица, которые в соответствии с законодательством Республики Беларусь имеют право заключать хозяйственные договоры, и граждане, использующие ТЭР [10].

ПОСТАВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ НЕТТО – по [11].

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ – юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие производ-

ство электрической энергии с использованием установок по использованию возобновляемых источников энергии в целях энергетического обеспечения своей хозяйственной деятельности и(или) ее последующей реализации.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ УСТАНОВОК ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ – юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие производство установок по использованию возобновляемых источников энергии.

ПРОИЗВОДИТЕЛИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц, для которых любой из видов топливно-энергетических ресурсов, используемых в республике, является товарной продукцией [7; 11; 12].

ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – документ, содержащий комплекс организационных, технических, экономических и иных мероприятий, взаимоувязанных по ресурсам, исполнителям, срокам реализации и направленных на решение задач энергосбережения в республике, отрасли, регионе. Программы определяют приоритетные направления реализации государственной политики в области энергосбережения, а также пути максимального использования имеющихся резервов экономии топливно-энергетических ресурсов в республике, отрасли, регионе.

ПИ-ТЕПЛОПРОВОД – бесканальный теплогидропредизолированный теплопровод – подземная механическая конструкция, состоящая из стальной трубы, полиуретановой теплоизоляции и наружной полиэтиленовой трубы-оболочки, жестко связанных друг с другом и образующих с окружающим теплопровод грунтом единую систему. Имеет тепловые потери на уровне 2–3% на протяжении всего расчетного срока службы (20–30 лет).

РЕГЕНЕРАЦИЯ – использование тепловой энергии технологических отходов или материала (дымовые газы, шлаки, кусковой целевой продукт) в теплотехнической установке, где эти отходы или материал образуются, т.е. внутреннее теплоиспользование.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД – снабженный системой автоматического управления регулирования скорости или момента электропривод производственных механизмов на базе современной силовой электроники, микроэлектроники с применением в информационном канале микропроцессоров и микро-ЭВМ, позволяющий в реальном режиме времени осуществлять управление технологическими установками с целью оптимизации технологического процесса и снижения электропотребления. Плавное бесступенчатое регулирование скорости трехфазного асинхронного электродвигателя производится частотными преобразователями, что дает возможность отказаться от ряда регулирующих элементов, производить плавный пуск и останов двигателя.

РЕДУКЦИОННАЯ УСТАНОВКА – установка для редуцирования пара, газа, жидкости, одновременно выполняющая функции предохранительного или запорного клапана и др.; служит как для понижения давления пара (газа, жидкости), отбираемого из емкости с более высоким давлением, до давления, при котором ведется его расход, так и для поддержания рабочего давления на постоянном уровне.

РЕКУПЕРАТОР – теплообменный аппарат поверхностного типа для использования тепла отходящих газов, в котором передача тепла от горячего теплоносителя холодному осуществляется через разделяющие их стенки аппарата. Разновидности рекуператоров определяются схемой относительного движения теплоносителей, конструкцией теплообменных поверхностей, наличием или отсутствием изменения агрегатного состояния теплоносителей.

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ГАЗОВ – повторное возвращение газов в технологический процесс для различных целей: регулирование температуры, концентрации компонентов в смесях и т.п.

САНАЦИЯ – работы по реконструкции, модернизации, капитальному ремонту и термической реабилитации ранее выстроенных зданий жилого и нежилого фонда. Санация в части терморееабилитации означает повышение теплозащиты зданий путем теплоизоляции стен минеральной ватой и пенопластом, утепление крыш, полов, замену оконных блоков, остекление балконов, модернизацию систем вентиляции, реконструкцию и автоматизацию теплоузлов, установку индивидуальных регуляторов тепла в квартирах и комнатах, экономичных осветительных приборов, счетчиков тепла и воды.

СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА АККУМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГИИ – системы и устройства для временного накопления и хранения энергии, обычно в период минимума нагрузки энергосистемы, для последующей выдачи ее потребителю или в энергосистему.

СОЛНЕЧНЫЕ ДОМА – дома, имеющие солнечные модули (автономные преобразователи солнечной энергии в электроэнергию) мощностью 1–20 кВт на крышах, объединенные с энергосистемой.

СОЛНЕЧНЫЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ (ГЕЛИОСИСТЕМЫ) – системы технических устройств для преобразования солнечной энергии в тепловую энергию рабочего тела (вода, пар, воздух и др.); делятся на низко- (до 100 °С), средне- (до 150 °С) и высокотемпературные (выше 150 °С).

СРОК ОКУПАЕМОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЕКТА – время, за которое сумма затрат в разработку и реализацию проекта окупится за счет полученного экономического эффекта энергосбережения.

ТЕПЛОВОЙ НАСОС – термодинамическая машина, являющаяся обращенным тепловым двигателем, преобразующая низкопотенциальную (низкотемпературную) теплоту ВЭР или природных источников (водотоков, атмосферного воздуха) в теплоту потребительских параметров, позволяя при этом экономить 30–50% первичного топлива по сравнению с традиционным теплоснабжением от котельной или ТЭЦ.

ТУТ, или т у.т. – тонна условного топлива – размерность, которая принята для сравнения показателей топливопотребляющего оборудования и устройств, для сопоставительного измерения по качеству количества различных энергоресурсов, для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного учета, для проведения экономических расчетов и планирования, для сопоставления экономичности различных теплоэнергетических установок. В качестве единицы условного топлива применяется 1 кг топлива с теплотой сгорания $29,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, или 7 000 ккал/кг, что соответствует хорошему малозольному сухому углю.

УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО – принятая при расчетах единица учета органического топлива, то есть нефти и ее производных, природного и специально получаемого при перегонке сланцев и каменного угля, газа, торфа, которая используется для счисления полезного действия различных видов топлива в их суммарном учете.

$$Q_{н}^{усл.топл.} = 7\,000 \text{ ккал/кг} = 29,3 \text{ ГДж/т} = 293 \text{ кДж/кг} = 29\,300 \text{ кДж/м}^3.$$

Основной показатель топлива – удельная теплота сгорания. Для целей сравнения видов топлива введено понятие условного топлива.

УСТАНОВКА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ – технологическое оборудование или комплекс технологического оборудования по производству либо приему (получению), преобразованию, аккумулированию и(или) передаче электрической энергии, производимой из возобновляемых источников энергии.

«УМНЫЙ ДОМ» – система автоматизации жилого или коммерческого здания (сооружения), когда отдельные системы автоматизации или автоматические комплексы управляют системами освещения, системами микроклимата, инженерными системами, электроснабжением, системами защиты от аварийных ситуаций, электроприводами и механизмами, системой «мультирум», визуализация и устройства управления.

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ – получение полезной энергии из тепловой энергии уходящих, отработанных газов в установках внешнего теплоиспользования, что повышает энергоэффективность производства в целом.

УТИЛИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ – установки и системы для использования энергетического потенциала ВЭР: котлы-утилизаторы, теплообменники, печи, газотурбины, системы оборотного водоснабжения для снижения расхода технологической воды, тепловые насосы и т.д.

«ЭКОДОМ» – жилище, в котором практически не используются невозобновляемые источники энергии, обладает низким, почти нулевым энергопотреблением, не наносит вреда природе и здоровью человека; для канализации предусматривает локальные биологические системы утилизации хозяйственно-бытовых стоков замкнутого цикла или компостные туалеты.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – потенциал, определяемый максимально возможным снижением за счет энергосберегающих мероприятий на объекте экологического ущерба, наносимого выбросами вредных веществ (CO₂, NO_x, SO₂ и др.), излучениями и т.п. от этого объекта, а также занимаемой им территории.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ – технологии и оборудование, признанные научно-техническим мировым сообществом на данный период времени наиболее энергоэффективными.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРОЕКТ – проект, в котором разрабатываются передовые энергосберегающие решения (энергоэффективные системы, технологии, устройства).

ЭНЕРГИЯ, ПРОИЗВОДИМАЯ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ, – электрическая энергия, производимая на установках по использованию возобновляемых источников энергии.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ЗДАНИЕ – здание, соответствующее по показателю удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период классу А+, А или В, а по показателю удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения – классу А+, А, В или С (на основании [11]).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЯ – характеристика соответствия энергопотребления здания нормативным значениям, выраженная в классах по нормируемым показателям (на основании [11]).

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – технологии организации и осуществления эффективного использования энергии, т.е. методики и средства энергосбережения в областях организации, технологии (технические решения конструкций и производственных процессов) и поведения.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ – класс здания по общему показателю энергетической эффективности; на основании [11; 16]); см. также общий показатель энергетической эффективности.

Введение

В современных условиях развития промышленности и экономики страны особенно важной является энергосберегающая политика, которая отражает целый ряд новых мероприятий по ее реализации, записанных в основных нормативно-правовых документах Республики Беларусь [1–4], которые ежегодно дополняются [5–10]. Кроме того, разработана техническая нормативно-правовая основа для проектирования энергоэффективных зданий и сооружений. Мировой опыт энергосбережения позволил создать систему терминов и понятий, применяемых в энергосберегающих проектах и решениях [2; 10; 11; 16; 19].

В 2021–2025 гг. будет продолжаться реализация Государственной программы «Энергосбережение» [1]. Поставленная задача выполняется совместной работой Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, областными управлениями по надзору за рациональным использованием ТЭР, соответствующими министерствами и ведомствами, трудовыми коллективами [33].

Мероприятия по повышению энергоэффективности, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии способствуют улучшению экологической обстановки в нашей стране и на планете, позволяют выполнить требования важнейших международных соглашений в области противодействия изменению климата. Например, Парижское соглашение по климату, принятое 12 декабря 2015 г. согласно Рамочной конвенции об изменении климата (Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change) к протоколу 21-й конференции Рамочной конвенции об изменении климата [12–14], которое стало продолжением решения конференции Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20», принятого 22 июня 2012 г. [12; 13], где выступил с докладом Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко. Это соглашение было принято в развитие ранее действующей Рамочной конвенции об изменении климата «Декларации Рио» (1992) на Саммите Земли Организацией Объединенных Наций (далее – Рамочная конвенция) и рекомендаций Киотского протокола к Рамочной конвенции [12; 13]. Парижское соглашение по климату поддержали все 197 участников РКИК (193 страны-члена ООН, а также Палестина, Ниуэ, Острова Кука и ЕС). Парижское соглашение должно заменить Киотский протокол [15], ограничивающий выбросы парниковых газов промышленно развитых стран и стран с переходной экономикой на 5,2% по сравнению с 1990 г. Действие Киотского протокола закончилось в 2020 г.

Планируемые на 2016–2020 гг. меры в сфере энергосбережения поспособствовали соблюдению ограничений по выбросам парниковых газов, установленных документами [3–7], и стали основой при проведении в Республике Беларусь работы по сокращению удельного потребления углеводородного топлива. Именно выбросы CO₂ от сжигания ископаемых топливных ресурсов являются основным источником парниковых газов в Республике Беларусь: более 65% суммарных выбросов парниковых газов и около 95% выбросов CO₂. Минимальное сокращение выбросов парниковых газов при экономии 1 т у.т. составляет 1,646 т CO₂. Поэтому любые меры, направленные на повышение энергоэффективности при производстве и потреблении энергии и сокращение потерь энергоносителей, приводят к уменьшению расходования ископаемого топлива и прак-

тически пропорциональному сокращению выбросов вредных продуктов сгорания в атмосферу.

В ходе реализации государственной программы энергосбережения на 2016–2020 гг. удалось осуществить взаимоувязанную деятельность по энергосбережению и повышению энергоэффективности, увеличить использование собственных ТЭР, в т.ч. ВИЭ, на предприятиях и в организациях под контролем государственных органов, облисполкомов и Минского горисполкома, Департамента по энергоэффективности; достигнуто повышение конкурентоспособности экономики, энергетической безопасности и энергетической независимости республики в соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» [8].

В рамках реализации Государственной программы на 2016–2020 годы проводилась активная работа по пропаганде рационального использования ТЭР, в т.ч. путем: организации и проведения республиканских конкурсов в области энергосбережения, среди которых республиканский конкурс школьных проектов по экономии и бережливости «Энергомарафон», международный конкурс энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий и оборудования; издания ежемесячного специализированного научно-практического журнала «Энергоэффективность», учебно-методической литературы, плакатов и другой наглядной агитации по энергосбережению; проведения семинаров, конференций, круглых столов по наиболее интересующим темам и направлениям; представления на специализированных форумах и выставках результатов работы в области энергосбережения; создания социальной рекламы, научно-популярных и информационно-пропагандистских фильмов об энергосбережении.

Необходимо отметить, что активное применение в период с 2016 по 2020 гг. возобновляемых источников энергии в мире помогло Республике Беларусь участвовать в создании новых проектов. Например, с 2015 по 2017 гг. в нашей стране реализован проект «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике»; в апреле 2018 и в 2019 гг. в Минске под руководством Федерации профсоюзов Беларуси проведен международный форум «Профсоюзы и «зеленые» рабочие места», где был разработан проект по участию Республики Беларусь в этом приоритетном направлении. За это время воплощено в жизнь 23 инициативы по всей территории страны, что позволило создать 50 новых рабочих мест, 270 человек получили возможность дополнительного трудоустройства. На уровне предприятия на «зеленых» рабочих местах производят товары или услуги, полезные для окружающей среды: например, экоздания или «чистый» транспорт. Такая работа помогает снизить загрязнение воды или улучшать системы переработки. В ближайшее время в Беларуси можно ожидать осуществления и других масштабных «зеленых» проектов.

В январе 2021 г. состоялась 11 Сессия Международного агентства по возобновляемой энергии (IRENA) в Абу-Даби (ОАЭ) [14; 17], в которой директор Департамента по энергоэффективности М.П. Малашенко принял участие и позже выступил с докладом в on-line министерском круглом столе «Национальное энергетическое планирование и реализация мер для достижения энергетического перехода». В своем докладе он дал обзор «Оценка готовности Республики Беларусь к использованию возобновляемых источников энергии», в котором были проанализированы проекты использования ВИЭ

в теплоснабжении применительно к нашей стране, показал возможности декарбонизации и осуществления энергетического перехода.

Результаты работы в сфере энергосбережения за предыдущий период позволяют смягчить (но не устранить) трудности по обеспечению энергоносителями. В складывающейся экономической ситуации необходимо активизировать работу по реализации государственной политики по повышению энергетической эффективности социально-экономического комплекса, предусматривающую жесткую экономию ТЭР, снижение затрат на единицу производимой продукции, включая тепловую и электрическую энергию.

В дальнейшем организационно-экономическая политика энергосбережения в стране будет развиваться в законодательной и нормативно-технической базе на основе шестой по счету пятилетней Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 гг., принятой 24 февраля 2021 г. [1; 33], определяющей права, обязанности и ответственность отраслевых министерств, субъектов хозяйствования в вопросах энергоиспользования, технических и технологических требований к проектированию и эксплуатации энергоиспользующего оборудования. В развитие политики энергосбережения уже в 2020–2021 гг. в стране были введены в действие некоторые технические нормативные правовые акты (далее – ТНПА), которые дополнили программу энергосбережения до 2025 г. [11; 16; 31; 32; 41; 42; 46]

Инженер должен не только решать свои профессиональные технические задачи, но и стремиться к совершенствованию и созданию нового оборудования и технологий, позволяющих решить задачи экономии топливно-энергетических ресурсов (далее – ТЭР) и бережного отношения к окружающей среде.

Специалист должен владеть теоретическими и практическими знаниями по рациональному использованию теплоты в системах теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, знакомого с современным оборудованием и использовать их при проектировании современных и нетрадиционных систем теплогазоснабжения и вентиляции (ТГВ).

1. ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

В Республике Беларусь в области энергосбережения были поставлены задачи Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» [8–10] и Указом Президента Республики Беларусь от 17 сентября 2007 г. № 433 «О Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь» [9] по снижению энергоемкости ВВП Республики Беларусь и увеличению доли местных видов топлив (далее – МВТ) и топливно-энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива (далее – КПТ) республики с учетом соблюдения экологических требований, социальных стандартов и обеспечения индикаторов энергетической безопасности [1], что позволит замещать расход использования природного газа в год.

Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. [1] разработана с учетом цели социально-экономического развития страны по снижению зависимости экономики от углеводородов и повышению энергоэффективности и направлена на повышение результативности производственной сферы национальной экономики

и укрепление энергетической безопасности Республики Беларусь. Стратегическими задачами в сфере энергосбережения являются: снижение зависимости Республики Беларусь от импортируемых энергоресурсов за счет максимально возможного вовлечения в топливно-энергетический баланс страны собственных топливно-энергетических ресурсов, включая возобновляемые источники энергии (далее – ВИЭ); сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны и сближение энергоемкости валового внутреннего продукта (далее – ВВП) Республики Беларусь по паритету покупательной способности со среднемировым значением этого показателя.

Основными целями Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы являются:

- 1) сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны;
- 2) дальнейшее увеличение использования местных ТЭР,
- 3) дальнейшее увеличение использования ВИЭ;
- 4) дальнейшая выработка энергии при утилизации теплоты канализационных стоков.

Для их достижения необходимо решить следующие задачи: в рамках подпрограммы 1 «Повышение энергоэффективности» обеспечить экономию ТЭР; в рамках подпрограммы 2 [1] «Развитие использования местных ТЭР, в т.ч. ВИЭ» увеличить долю местных ТЭР, в числе прочего долю ВИЭ в валовом потреблении ТЭР.

Сводным целевым показателем Государственной программы записано снижение энергоемкости ВВП к 2026 г. не менее чем на 7% к уровню 2020 г. при темпах роста ВВП в 2021–2025 гг. 121,5%.

Подпрограммами предусматриваются следующие целевые показатели в целом по республике:

- объем экономии ТЭР – 2,5–3,0 млн т у.т.;
- обеспечение к 2026 г. отношения объема производства (добычи) первичной энергии (без учета атомной энергии) к валовому потреблению ТЭР (далее – доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР) не менее 16,1%;
- увеличение к 2026 г. отношения объема производства (добычи) первичной энергии из ВИЭ (далее – доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР) к валовому потреблению ТЭР 7–8%.

Указанные выше цели и задачи Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 годы направлены на достижение Республикой Беларусь целей устойчивого развития, содержащихся в резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций от 25 сентября 2015 г. № 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [17], в т.ч. Цели 7 «Обеспечение всеобщего доступа к 5 недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех» в части развития ВИЭ и снижения энергоемкости ВВП.

Сведениями о сводном целевом и целевых показателях Государственной программы согласно приложению 1 [1] предусматриваются сопоставимость сводного целевого и целевых показателей Государственной программы с индикаторами достижения целей устойчивого развития (таблица 1 [1]), а также значения таких показателей (таблица 2 [1]).

За предыдущий четырехлетний период реализации Государственной программы «Энергосбережение» на 2016–2020 годы [7], утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28 марта 2016 г. № 248 (далее – Государственная программа на 2016–2020 годы), проделана важная работа по повышению эффективности использования ТЭР и вовлечению в топливный баланс местных ТЭР, в т.ч. ВИЭ.

По данным Международного энергетического агентства, в 2018 г. энергоемкость ВВП Беларуси составила 0,15 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 г. и снижена более чем в 2 раза по отношению к уровню 2000 г.

Энергоемкость ВВП Республики Беларусь по отношению к уровню энергоемкости ВВП развитых стран со сходными климатическими условиями улучшилась по сравнению с Канадой (0,18 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 г.) и приблизилась к аналогичному показателю Финляндии (0,14 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США ВВП по паритету покупательной способности в ценах 2015 г.). Среди промышленно развитых соседних стран СНГ энергоемкость ВВП Беларуси ниже на 30% по отношению к аналогичному показателю Российской Федерации и на 40 процентов – Украины.

Объем экономии ТЭР за счет реализации мероприятий по энергосбережению в целом по республике составил 4,1 млн т у.т., что эквивалентно экономии потребления импортируемого топлива в объеме около 3,5 млрд м³.

Основной объем экономии ТЭР получен за счет внедрения в производство современных энергоэффективных и повышения эффективности действующих технологий, оборудования и материалов (27% от общей экономии).

Мероприятия по вовлечению в топливно-энергетический баланс страны таких возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как энергия воды, ветра, солнца, а также отходов собственного производства позволили сэкономить более 400 тыс. т у.т., или 10,5% от общей экономии ТЭР в стране. Доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР достигла 16,5% и увеличилась на 2,3% к уровню 2015 г. Доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР достигла 7,1% и увеличилась на 1,5% к уровню 2015 г.

Наряду с такими традиционными для нашей страны местными видами ТЭР, как древесное топливо, торф, значительного роста достигли нетрадиционные возобновляемые источники энергии – биогаз (5-кратное увеличение потребления к уровню 2010 г.), ветро-, гидро- и солнечная энергия (15-кратное увеличение выработки электрической энергии к уровню 2010 г.).

Благодаря планомерно проводимой работе по рациональному использованию ТЭР на предприятиях республики обеспечено снижение энергозатрат на единицу выпускаемой продукции.

Снизилась удельные расходы топлива к уровню 2015 г. на такую энергоемкую продукцию, как минеральные удобрения, стекло, картон, тракторы, ткани. При этом по отдельным видам продукции снижение энергоемкости составило более 20%: химические волокна и нити, автомотошины, смолы синтетические, пластмассы.

В целях повышения энергетической безопасности и энергетической независимости в Республике Беларусь в 2016–2019 гг. введены в эксплуатацию: 106 энергоисточников на местных ТЭР суммарной установленной электрической мощностью 2,69 МВт,

тепловой – 340,24 МВт, в т.ч. 2 мини-ТЭЦ на местных видах топлива суммарной установленной электрической мощностью 2,69 МВт, тепловой – 24,5 МВт; 17 фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью 141,8 МВт; 4 гидроэлектростанции суммарной установленной мощностью около 61,8 МВт; 36 ветроэнергетических установок суммарной установленной мощностью 56,9 МВт; 14 биогазовых комплексов суммарной установленной электрической мощностью 13,6 МВт.

Поставленная задача более широко использовать ВИЭ позволит существенно сократить выбросы углерода и масштабы загрязнения окружающей среды внутри и вне помещений, при этом одновременно содействуя экономическому росту всей страны [1; 3; 7].

Запланированные меры по более эффективному управлению лесами обеспечат целый ряд преимуществ — сокращение масштабов обезлесения вдвое к 2030 году позволит избежать ущерба от изменения климата в результате выброса парниковых газов, составляющего, по оценкам, 3,7 трлн долл. США, если даже не учитывать стоимость рабочих мест и дохода, биоразнообразия, чистой воды и медицинских препаратов, обеспечиваемых лесами [4; 17].

Поставленная задача рационального обустройства городов и создание в них более благоприятных условий для жизни человека [4; 17] также оздоровит экологическую обстановку в стране и расширит применение энергосберегающих технологий.

Для достижения поставленных целей и задач будет разработан комплекс мероприятий по энергосбережению во всех областях, министерствах и ведомствах [1] за счет:

- совершенствования организационно-экономической политики энергосбережения;
- повышения энергоэффективности на всех стадиях производства (преобразования), транспортировки и использования продуктов труда;
- увеличения в топливно-энергетическом балансе республики доли местных топливно-энергетических ресурсов, вторичных энергоресурсов, отходов производства, систем использования теплоты канализационных стоков, использования возобновляемых источников энергии.

2. О СОДЕРЖАНИИ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ» В КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

Мероприятия по энергосбережению должны быть отражены в каждом курсовом и дипломном проекте, касающихся систем тепло- и газоснабжения, вентиляции, кондиционирования воздуха, отопления, холодоснабжения и очистки вентвыбросов от загрязнений, как в графической части, так и в основных разделах расчетно-пояснительной записки.

Кроме того, в расчетно-пояснительной записке должен быть выделен самостоятельный раздел под названием «Энерго- и ресурсосбережение», в котором все мероприятия должны быть систематизированы, описаны и, если необходимо, приведены соответствующие расчеты. Объем раздела определяется из расчета 5–15 страниц текста расчетно-пояснительной записки с изложением материала в следующей последовательности:

- 1) исходные положения энергосберегающей политики Республики Беларусь с указанием (ссылкой) нормативно-правовых документов по энергосбережению;
- 2) существующие основные энергосберегающие мероприятия при строительстве и эксплуатации проектируемых систем (отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения, газоснабжения);
- 3) запроектированные в данном курсовом или дипломном проекте основные мероприятия по экономии топливно-энергетических и материальных ресурсов для проектируемого объекта.

3. ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Студентам специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» при выполнении курсового и дипломного проектов необходимо в соответствии с изложенными выше целями и задачами в области энергосбережения на 2021–2025 гг. предложить возможные и технически обоснованные мероприятия по энергосбережению.

3.1. Основные энергосберегающие мероприятия для систем теплоснабжения

В целом по республике экономия энергоресурсов достигается по следующим приоритетным направлениям:

- 1) внедрение новых энергосберегающих технологий;
- 2) применение ВЭР; ВИЭ; теплоты канализационных стоков через тепловые насосы и другие схемы для теплоснабжения;
- 3) применение теплоутилизаторов;
- 4) перевод котлов и другого топливоиспользующего оборудования на МВТ и увеличение использования тепловых ВЭР;
- 5) оптимизация теплоснабжения;
- 6) ввод в эксплуатацию электрогенерирующего оборудования;
- 7) передача тепловых нагрузок от ведомственных котельных на ТЭЦ;
- 8) повышение эффективности работы котлов и технологических печей;
- 9) увеличение термосопротивления ограждающих конструкций зданий, сооружений и жилищного фонда;
- 10) применение автоматических систем управления освещением и энергоэффективных осветительных устройств;
- 11) внедрение частотно-регулируемых электроприводов;
- 12) внедрение приборов группового, индивидуального учета и автоматического регулирования в системах, тепло- и водоснабжения.

При выполнении курсовых и дипломных проектов по теплоснабжению необходимо ориентироваться на следующие направления в области энергоресурсосбережения:

- 1) в электро- и теплоэнергетике: повышать энергетическую эффективность действующих энергетических мощностей Белорусской энергетической системы на основе

использования инновационных энергоэффективных технологий с внедрением с учетом технической и экономической целесообразности систем утилизации теплоты уходящих дымовых газов и вывод из эксплуатации неэффективных энергоисточников; реализовывать мероприятия по увеличению доли электрической энергии в конечном потреблении энергоресурсов с уменьшением потребления первичного импортируемого углеводородного топлива;

2) создать автоматизированные системы управления теплоснабжающих и теплопотребляющих комплексов, включая комплексы «источники – тепловые сети – потребители», с управлением тепловыми и гидравлическими режимами;

3) максимальное увеличить использование низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов, в т.ч. за счет внедрения с учетом экономической целесообразности абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов, компрессионных электрических для нужд отопления и горячего водоснабжения;

4) развивать электрические и тепловые сети с использованием научно обоснованной нормативной базы, применением современного оборудования, а также автоматизированных систем управления, позволяющих снизить потери электрической и тепловой энергии при ее транспортировке, эксплуатационные издержки и повысить надежность энергоснабжения потребителей;

5) использовать энергоэффективный метод проектирования и строительства зданий, широко применять при этом отечественные энерго- и ресурсосберегающие конструктивные элементы, материалы и энергосберегающие инженерные системы [42; 44; 46];

6) реализовывать проекты жилых, общественных и административных энергоэффективных зданий с одним вводом теплоносителя в отдельную квартиру (отдельный офис) для организации поквартирного учета тепла и регулирования теплоснабжения [21–24; 26; 28; 35; 37; 42; 46];

7) развивать и отрабатывать технологии использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и местных видов топлива (МВТ), а также многофункциональных энергетических объектов для энергоснабжения небольших жилищных и общественных комплексов (ветер, солнце, МВТ, тепловые насосные установки, геотермальное тепло, низкопотенциальные ВЭР и т.п.) [21; 37];

8) создавать технологии низкотемпературного комбинированного теплоснабжения с количественным и качественно-количественным регулированием тепловой нагрузки с децентрализацией тепловых мощностей;

9) применять установки позволяющие использовать теплоту канализационных стоков, в т.ч. через тепловые насосы и другие схемы для систем теплоснабжения;

10) применять системы теплоутилизации теплоты;

11) применять системы для использования ВЭР;

12) внедрять приборы группового, индивидуального учета и автоматического регулирования в системах тепло- и водоснабжения и учета тепловой энергии в квартирах, внедрение регуляторов расхода тепловой энергии [1; 2; 25];

13) внедрять адаптивные схемы и интеллектуальные системы регулирования для систем отопления и горячего водоснабжения [11; 16; 30; 42; 46];

14) развивать и отрабатывать технологии использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, а также multifunctional энергетических объектов для энергоснабжения небольших жилищных и общественных комплексов (ветер, солнце, МВТ, тепловые насосные установки, геотермальное тепло, низкопотенциальные ВЭР и т.п.) [21; 37];

15) создавать технологии низкотемпературного комбинированного теплоснабжения с количественным и качественно-количественным регулированием тепловой нагрузки с децентрализацией тепловых мощностей;

16) выполнять реконструкцию и модернизацию котельных в направлении глубокой утилизации теплоты дымовых газов и теплоты конденсации водяных паров дымовых газов;

17) увеличивать комбинированное производство электрической и тепловой энергии (соотношение между выработкой электроэнергии на конденсационных и теплофикационных источниках) [33];

18) создавать комплексные локальные энергоисточники на базе тригенерации – производство электрической энергии, теплоты, холода;

19) создавать оптимальные схемы и режимы работы компрессорных станций различного назначения с децентрализацией систем воздухообеспечения, включением в схемы теплонасосных установок в целях одновременного производства теплоты для нужд теплоснабжения за счет утилизации низкопотенциальных ВЭР от системы охлаждения и холода – для охлаждения компрессорных агрегатов [33];

20) реконструировать котельные с заменой неэффективных котлов на более экономичные (с высоким КПД);

21) переводить паровые котлы в водогрейный режим;

22) устанавливать малые котлы или котлы малой мощности, работающие на отходах или МВТ для горячего водоснабжения в межотопительный период [1; 2; 33];

23) заменять электродкотлы и электронагреватели, с учетом технологической и экономической целесообразности, на котлоагрегаты и водонагреватели, работающие преимущественно на МВТ;

24) повышать эффективность работы котлов и технологических печей и внедрять частотно-регулируемые электроприводы (ЧРЭП);

25) внедрять частотно-регулируемые приводы (ЧРП) насосов [25; 33];

26) передавать тепловые нагрузки от ведомственных котельных на ТЭЦ;

27) преобразовывать котельные в мини-ТЭЦ с учетом экономической целесообразности;

28) создавать мини-ТЭЦ и котельные, ориентированные на использование МВТ (древесное топливо, торф, горючие отходы, бурый уголь, сланцы);

29) проводить модернизацию тепловых сетей, децентрализацию крупных источников теплоснабжения с ликвидацией длинных теплотрасс, оптимизацию схем теплоснабжения (ликвидация длинных теплотрасс, передача нагрузок от ведомственных котельных на ТЭЦ, децентрализация теплоснабжения) [25];

30) внедрять индивидуальные тепловые пункты (ИТП) вместо центральных тепловых пунктов (ЦТП);

31) оптимизировать схемы энергоснабжения промышленных объектов с сочетанием первичных энергоносителей, максимального использования ВЭР всех уровней и передачи излишних тепловых ВЭР для теплоснабжения объектов коммунальной собственности и жилья;

32) осуществлять производство горячей воды потребителям в районных центрах, городских поселках и сельской местности, ежегодно в межотопительный период с преимущественным использованием местных видов топлива и установкой баков-аккумуляторов (кроме районов, пострадавших от Чернобыльской АЭС);

33) выполнять теплоснабжение многоквартирных и блокированных жилых домов, при оптимизации схем теплоснабжения в населенных пунктах имеющих централизованное водо- и газоснабжение жилищного фонда, за счет установки в них индивидуальных устройств регулирования и учёта для отопления и горячего водоснабжения;

34) создавать комплексы технологического оборудования и разрабатывать тепловые технологические решения по использованию тепловых насосов в системах теплоснабжения;

35) совершенствовать технологии промышленного производства теплопроводов с предварительно нанесенным антикоррозийным покрытием, теплогидроизоляцией и дистанционной диагностикой состояния, регулирующих и запорных устройств с автоматическим приводом;

36) проводить реконструкцию тепловых сетей с внедрением энергоэффективных трубопроводов;

37) правильно подбирать и не допускать повреждения тепловой изоляции при монтаже и эксплуатации трубопроводов систем теплоснабжения;

38) внедрять предварительно изолированные трубы (Пи-трубы) из полимерных материалов с повышенными сроками эксплуатации для строительства и реконструкции тепловых сетей;

39) снижать потери в тепловых сетях до 8% [1];

40) внедрять экономичные пластинчатые теплообменники;

41) повышать эффективность работы водоподготовительного оборудования;

42) внедрять новые безреагентные способы водоподготовки;

43) внедрять электрогенерирующее оборудование в котельных – ввод парогазовых, газотурбинных и газопоршневых технологий для производства электрической и тепловой энергии с КПД не менее 57%;

44) применять выработку электрической и тепловой энергии на базе газотурбинных и газопоршневых установок;

45) переводить существующие источники теплоснабжения на когенерационную основу с учетом экономической целесообразности, создавать высокоэффективные когенерационные энерготехнологические модули в различных отраслях промышленности и на отдельных предприятиях;

46) вводить генерирующие мощности на альтернативных газу топливных источниках;

47) расширять сферу использования низкопотенциальных источников теплоты и ВЭР [19; 20];

48) утилизировать высоко- и среднетемпературные тепловые ВЭР с использованием их в схемах теплоснабжения (уходящие дымовые газы технологических печей

различного назначения – стекловаренных печей, обжига извести, риформинга, огневого обезвреживания вредных стоков) [19; 20];

49) исключить (минимизировать) использование пара на технологические нужды, ликвидировать длинные паропроводы;

50) выполнять строительство крупных энергоисточников на МВТ;

51) разрабатывать и внедрять эффективные технологии сжигания бытовых отходов и других горючих отходов производства.

3.2. Основные энергосберегающие мероприятия для систем отопления

К основным энергосберегающим мероприятиям для систем отопления относят следующие:

1) привести в соответствие с постановлениями и ТНПА [1; 11; 16; 21; 22; 42; 46] показатели энергоэффективности инженерных систем в зданиях;

2) обеспечить для энергоэффективных жилых домов к 2025 г. расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию должен быть на основании показателей удельного расхода энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период в соответствии классам А+, А или В, а по показателю удельного расхода энергии на подогрев воды в системе горячего водоснабжения – классу А+, А, В или С (на основании СН 2.04.02-2020) [11; 16; 42; 46];

3) выполнять термореновацию (санацию, термомодернизацию) наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений при их реконструкции и капитальном ремонте для увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [24; 25; 30; 42; 46] по нормам ТНПА [11; 47];

4) повышать эффективность работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных энергоэффективных технологий с выводом из эксплуатации физически и морально устаревшего оборудования с обязательным внедрением с учетом технической и экономической целесообразности систем утилизации теплоты уходящих дымовых газов;

5) внедрять с учетом технической и экономической целесообразности локальных современных автоматизированных электрических источников тепловой энергии, в том числе тепловых насосов, для нужд отопления и горячего водоснабжения (приложение 5 [1]);

6) оптимизировать потребления тепловой энергии путем поэтапного проведения комплексной тепловой модернизации эксплуатируемого многоквартирного жилищного фонда с привлечением средств собственников жилья;

7) повышать осведомленность общественности и дальнейшее вовлечение населения в процесс энергосбережения и повышения эффективности использования ТЭР в жилом комплексе;

8) обеспечивать при строительстве и реконструкции жилых зданий внедрение энергоэффективных инженерных решений для систем отопления и горячего водоснабжения: устройств автоматического регулирования температуры в помещениях, интеллектуальных систем регулирования в квартире и усадебном доме, термостатических регуляторов,

устройств рекуперации тепла вентиляционных выбросов и стоков, использование солнечной энергии, теплонасосных установок для нагрева воды [21; 30; 45];

9) внедрять индивидуальные устройства автоматизированного регулирования и учета тепловой энергии в квартирах [25];

10) применять для жилых зданий энергоэффективную горизонтальную поквартирную разводку труб с подключением их к стоякам на лестничной клетке в двухтрубной системе с нижней разводкой магистрали [21; 26; 34];

11) использовать регуляторы температуры для автоматического регулирования температуры теплоносителя в системах отопления в зависимости от температуры наружного воздуха по заданному отопительному графику;

12) внедрять автоматизированный отпуск теплоты с программным управлением (в детских садах);

13) создавать проекты жилых, административных и общественных зданий с отоплением в полах на базе использования низкопотенциальной теплоты [21];

14) переводить системы отопления с качественного на количественное регулирование [33];

15) заменять в системах отопления нерегулируемые гидроэлеваторы на гидроэлеваторы регулирующие типа РГ либо на малозумные циркуляционные насосы [33];

16) устанавливать стеклопакеты с тройным остеклением или более современное энергоэффективное остекление [25];

17) внедрять инфракрасные излучатели для локального обогрева рабочих мест [25];

18) внедрять обогреваемые полы вместо ламп обогрева в зданиях сельхозпредприятий [25];

19) использовать в высотных зданиях двухтрубные системы отопления с верхней разводкой подающей магистрали и с попутным движением теплоносителя;

20) обеспечивать надежность и возможность регулировки отопительных систем при проектировании и при их эксплуатации;

21) обеспечивать гидравлическую устойчивость и управляемость отоплением, для этого во всех режимах повышать сопротивление узлов отопительных приборов и выполнять гидравлическую увязку циркуляционных колец, применять радиаторные терморегуляторы с повышенным сопротивлением и автоматические балансировочные клапаны на стояках или приборных ветвях системы;

22) использовать энергоэффективные индивидуальные поквартирные системы отопления с двухконтурными газовыми водогрейными котлами;

23) увеличивать использование низкопотенциальной теплоты на базе тепловых насосов [25; 26];

24) развивать и отрабатывать технологии использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, а также многофункциональных энергетических объектов для энергоснабжения небольших жилищных и общественных комплексов, усадебных жилых домов [29] (ветер, солнце, МВТ, тепловые насосные установки, геотермальное тепло, низкопотенциальные ВЭР и т.п., «солнечные дома», «экодома»; «микророзенергетическое» здание).

3.3. Основные энергосберегающие мероприятия для систем вентиляции и кондиционирования воздуха

К основным энергосберегающим мероприятиям для систем вентиляции и кондиционирования воздуха относят следующие:

- 1) для энергоэффективных жилых домов довести показатели энергоэффективности в соответствии с постановлением [1; 11; 16; 21; 22];
- 2) обеспечивать при строительстве и реконструкции жилых зданий применение энергоэффективных инженерных решений: внедрение устройств автоматического регулирования температуры в помещениях (термостатические регуляторы), устройств рекуперации тепла вентиляционных выбросов и канализационных стоков, использование солнечной энергии, теплонасосных установок для нагрева воды [11; 21; 22; 25; 26; 31; 42; 46];
- 3) реализовывать проекты жилых, общественных и административных энергоэффективных зданий с регулируемой вентиляцией, как приточной, так и вытяжной, с одним вводом теплоносителя в отдельную квартиру (отдельный офис) для организации поквартирного учета тепла и регулирования теплоснабжения, с утилизацией вентиляционных выбросов [21; 25];
- 4) устраивать тамбуры на входах в здания [21; 24; 31];
- 5) проектировать автоматическое включение воздушных завес при открытии проемов и дверей [21; 24; 31];
- 6) соблюдать герметичность воздуховодов, не допускать подсосов и утечек воздуха в них [21; 31];
- 7) применять изоляцию воздуховодов в неотапливаемых и малоотапливаемых помещениях [21; 31];
- 8) отключать вентиляционные установки в ночное и нерабочее время [21; 31];
- 9) применять регуляторы расхода теплоносителя в калориферах вентустановок [21; 31];
- 10) применять местные вентиляционные системы [21; 31];
- 11) применять малоэнергоемкие сети воздуховодов, используя плавные местные сопротивления, уменьшая скорость воздуха в воздуховодах, снижая длину трассы воздуховодов проектируя центральное сложно-паралельное соединение воздуховодов и вентилятора [21; 31];
- 12) обеспечивать регулирование распространения воздушных потоков, повышающих качество воздуха и снижающих расход электроэнергии на его перемещение [21; 31];
- 13) подбирать вентилятор с максимальным КПД и соответствием рабочих характеристик вентилятора с характеристикой сети [21; 31];
- 14) использовать фильтры для очистки воздуха со своевременной их регенерацией [21; 31];
- 15) использовать персональное частотное регулирование электродвигателей вентиляторов с применением частотно-регулируемых приводов [21; 31; 33];
- 16) своевременно проводить очистку калориферов от пыли и внутренней поверхности трубок от солевых отложений;
- 17) использовать рециркуляцию воздуха [21; 31];

- 18) использовать естественные системы вентиляции зданий;
- 19) использовать теплоту уходящего воздуха для предварительного нагрева приточного воздуха применяя теплоутилизаторы различных конструкций [21; 30];
- 20) внедрять системы кондиционирования микроклимата и автоматизации систем вентиляции предприятий, зданий и сооружений;
- 21) внедрять автономные холодильные установки с применением азонобезопасных хладагентов в системах кондиционирования воздуха (КВ) и холодоснабжения (ХС);
- 22) внедрять децентрализацию ХС с установкой локальных холодильных установок;
- 23) внедрять холодильники с утилизаторами теплоты.

3.4. Основные энергосберегающие мероприятия для систем газоснабжения

К основным энергосберегающим мероприятиям для систем газоснабжения относят следующие:

- 1) повышать коэффициент полезного действия газоиспользующих установок [21];
- 2) применять последовательное использование теплоты продуктов сгорания в установках, требующих низкопотенциальное тепло [33];
- 3) внедрять котлы, использующие высшую теплоту сгорания топлива;
- 4) внедрять газовые котлы малой мощности вместо незагруженных котлов большой мощности;
- 5) внедрять автоматизацию процесса горения в котлоагрегатах на микропроцессорах с выходом на компьютер;
- 6) заменять существующие газогорелочные устройства на энергосберегающие 2-позиционные на печах и котлоагрегатах;
- 7) внедрять экономичные газовые теплообменники, заменяющие паровые;
- 8) создавать общегородские холодильники на базе использования холода, образующегося при дросселировании природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов и при крупных энергоисточниках;
- 9) массово внедрять индивидуальные устройства автоматизированного регулирования и учета;
- 10) вовлекать население в процесс энергосбережения и повышения энергоэффективности использования топливно-энергетических ресурсов в жилом комплексе;
- 11) модернизировать производство в целях исключения прямого сжигания природного газа (сушильные установки, печи и т.д.);
- 12) использовать ВЭР избыточного давления в системах распределения природного газа [31]; схема использования приведена в приложении А;
- 13) повышать эффективность использования топлива как источника энергии, например, энерготехнологическое комбинирование при использовании природного газа; схема использования приведена в приложении Б;
- 14) повышать эффективность использования природного газа в качестве топлива, например, при комбинировании энергетических и технологических процессов при сжигании природного газа [17; 29]; схема использования приведена в приложении В;

15) применять инфракрасные излучатели для отопления и обогрева [31; 33] с целью: снижения потребления топлива из-за уменьшения комфортной температуры воздуха в зоне обогрева для производственных помещений; снижения потребления топлива из-за равномерного распределения теплоты в воздушном объеме помещения; устранения тепловых потерь по теплотрассе или паропроводу; снижения потребления электроэнергии;

16) выбор экономичных схем газоснабжения промышленных и коммунальных предприятий осуществлять в соответствии с рекомендациями ТНПА и учебной литературы.

3.5. Основные энергосберегающие мероприятия в других отраслях

К основным энергосберегающим мероприятиям в других отраслях относят следующие:

в жилищно-коммунальном хозяйстве

1) проводить энергетические обследования (аудиты), мониторинги потребления ТЭР в организациях республики;

2) проводить тепловую реабилитацию зданий;

3) внедрять приборы группового, индивидуального учета и автоматического регулирования в системах тепло- и водоснабжения;

4) повышать эффективность работы действующих энергетических мощностей на основе использования инновационных энергоэффективных технологий с выводом из эксплуатации физически и морально устаревшего оборудования с обязательным внедрением с учетом технической и экономической целесообразности систем утилизации теплоты уходящих дымовых газов;

5) повышать эффективность теплоснабжения путем оптимизации схем теплоснабжения населенных пунктов с ликвидацией неэффективных теплоисточников или децентрализацией теплоснабжения с ликвидацией длинных и незагруженных паро- и теплотрасс, возможного внедрения с учетом технической и экономической целесообразности локальных современных автоматизированных электрических источников тепловой энергии, в т.ч. тепловых насосов, для нужд отопления и горячего водоснабжения (приложение 5 [1]);

6) модернизировать системы освещения мест общего пользования жилых домов с внедрением энергоэффективных, осветительных устройств, в т.ч. светодиодных, и автоматических систем управления освещением;

7) вводить в эксплуатацию только энергоэффективное котельное оборудование, работающее на природном газе, с удельным расходом условного топлива на отпуск тепловой энергии не более 155 кг у.т./Гкал, на древесном топливе с механизированной топливоподачей с удельным расходом условного топлива на отпуск тепловой энергии не более 170 кг у.т./Гкал;

8) внедрять современные методы диагностики состояния сетей водоснабжения и водоотведения, автоматизированных систем управления технологическими процессами;

9) оптимизировать потребление тепловой энергии путем поэтапного проведения комплексной тепловой модернизации эксплуатируемого многоквартирного жилищного фонда с привлечением средств собственников жилья;

10) повышать осведомленность общественности и дальнейшее вовлечение населения в процесс энергосбережения и повышения эффективности использования ТЭР в жилом комплексе;

11) оснащать водозаборы современным энергоэффективным насосным оборудованием с автоматизированными системами управления;

12) увеличивать использование низкопотенциальной теплоты на базе тепловых насосов [25; 26];

13) применять автоматические системы управления освещением;

14) внедрять энергоэффективные осветительные устройства, секционное разделение освещения;

15) применять более широко светодиодную технику;

16) создавать биогазовые установки на очистных сооружениях;

17) вести строительство станций очистки сточных вод с внедрением новых технологий с получением биогаза;

18) создавать автоматизированные системы управления городским транспортом с учетом режимов загрузки и использования различных видов по вместимости;

19) внедрять когенерационные установки с использованием коммунальных отходов;

20) оптимизировать режимы водоснабжения городов и поселков в целях снижения потребления электроэнергии;

21) вовлекать население в процесс энергосбережения и повышения энергоэффективности использования топливно-энергетических ресурсов в жилом комплексе;

22) использовать местные виды ТЭР [1];

23) создавать предприятия по переработке твердых коммунальных отходов;

24) принимать меры по усилению ответственности родителей за умышленное уничтожение или повреждение их детьми чужого, в том числе государственного, имущества, а также по возмещению причиненного ущерба за счет средств таких родителей (Кодекс административных правонарушений Республики Беларусь) [2];

в строительстве:

1) стандартом для новых домов и квартир должна стать система «Умный дом», которую рекомендуется использовать во всем вводимом жилье;

2) увеличить объемы строительства с учетом энергоэффективных жилых домов; проектировать и строить дома (сооружения) с применением энергосберегающих технологий;

3) проектировать и внедрять устройства для утилизации тепла канализационных стоков и выбрасываемого вытяжного воздуха в жилых домах и административных зданиях;

4) использовать гелиосистемы теплоснабжения для жилых зданий [37];

5) осваивать производство строительных материалов с использованием новейших энергосберегающих технологий;

в промышленности:

1) разрабатывать и реализовывать оптимальные схемы энергоснабжения промышленных объектов с сочетанием первичных энергоносителей, максимального

использования вторичных энергоресурсов всех уровней с передачей излишков тепловых ВЭР для теплоснабжения объектов коммунальной собственности и жилья;

2) утилизировать тепловые ВЭР;

3) разрабатывать и реализовывать региональные, отраслевые программы энергосбережения на пятилетний период с периодическим их пересмотром для уточнения приоритетов на ближайшую перспективу;

4) осваивать производство дизельных двигателей для автомобильной, тракторной и внедорожной техники экологического класса Евро-5 и Евро-6;

5) организовывать серийное производства беспилотных авиационных комплексов;

6) довести уровень наукоемкости ВВП за счет всех источников финансирования выше 1%;

7) создать сеть национальных исследовательских лабораторий (центров) и инновационно-промышленных объединений, ориентированных на реализацию полного инновационного цикла;

8) обеспечивать в бюджетной политике переход к трехлетнему бюджетному планированию;

9) поддерживать долю инвестиций в основной капитал на уровне экономической безопасности – не менее 25% к ВВП;

10) довести рост экспорта товаров и услуг за пятилетку до 21–25%, а уровень продаж промышленной продукции за границу – не менее 65%;

11) продолжать реализовать программу «Оптоволокно в каждый дом»;

в сельском хозяйстве:

1) вести модернизацию животноводческих комплексов с переходом на новые энергоэффективные технологии;

2) реализовывать комплексный подход к энергоснабжению агрогородков за счет внедрения в крупных сельскохозяйственных организациях и перерабатывающих предприятиях электрогенерирующих установок на местных видах топлива, а также строительства когенерационных установок и других энергетических комплексов на биомассе и углеводородном топливе;

3) использовать солому в энергетических целях;

4) использовать гелиоводонагреватели;

5) модернизировать зерносушилки с укомплектованием их теплогенераторами на местных видах топлива;

6) строить локальные биогазовые комплексы в сельскохозяйственных организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы;

7) создавать инфраструктуру по сбору, переработке, утилизации МВТ на основе древесины, торфа, рапса, льнокостры;

8) увеличить долю продукции глубокой переработки древесины;

во всех отраслях:

1) директорскому корпусу, ученым, конструкторам, проектировщикам, технологам и другим специалистам разрабатывать и внедрять новую технику, высокоэкономичные малоотходные и безотходные технологические процессы, обеспечивающие экономию топливно-энергетических и материальных ресурсов (ТЭИМР);

- 2) проводить в трудовых коллективах разъяснительную работу, направленную на экономию всех видов ресурсов;
- 3) внедрять энергоэффективные системы освещения во всех отраслях народного хозяйства, жилищно-коммунальном секторе;
- 4) увеличить удельный вес высокотехнологичных видов деятельности в общем объеме промышленного производства;
- 5) вблизи Белорусской АЭС создать кластер электроемких инновационных производств.
- 6) организовывать производство топливных гранул из древесины (пеллет), соломы;
- 7) снижать потери воды в водопроводных сетях и непроизводительные расходы электроэнергии на перекачку воды, внедрять современные пластиковые (полимерные) трубопроводы;
- 8) внедрять энергоэффективное оборудование в производстве сжатого воздуха и холода, создавать взаимосвязанный комплекс технологических подсистем в объединенной системе централизованного теплоснабжения и централизованного холодоснабжения крупных потребителей тепла и холода;
- 9) развивать и отрабатывать технологии использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива, а также многофункциональных энергетических объектов для энергоснабжения небольших жилищных и общественных комплексов (ветер, солнце, МВТ, тепловые насосные установки, геотермальное тепло, низкопотенциальные ВЭР и т.п.);
- 10) создавать эффективные автоматизированные печи различных типов (нагревательных, закалочных, обжиговых, отопительных) с максимальной утилизацией тепловых ВЭР для их повторного использования;
- 11) создавать высокоэффективные сушильные агрегаты на базе использования в качестве сушильных агентов не только традиционных дымовых газов и нагретого воздуха, но и инфракрасные излучатели различных типов;
- 12) создавать высокоэффективные моечные агрегаты на базе использования воды, нагретой в контактных водонагревателях и ультразвуковых излучателях;
- 13) внедрять энергосберегающие процессы в области изготовления песчаных стержней;
- 14) осваивать энергоэффективные процессы и оборудование плавки и разливки металлов;
- 15) внедрять энергосберегающие технологии и оборудование формообразования;
- 16) создавать комплексные локальные энергоисточники на базе тригенерации – производства электрической энергии, теплоты, холода;
- 17) создавать оптимальные схемы и режимы работы компрессорных станций различного назначения с децентрализацией систем воздуховоснабжения, включением в схемы теплонасосных установок в целях одновременного производства теплоты для нужд теплоснабжения за счет утилизации низкопотенциальных ВЭР от системы охлаждения и холода – для охлаждения компрессорных агрегатов;
- 18) проводить техническое переоснащение и модернизацию литейных, термических, гальванических и других энергоемких производств с созданием эффективных

автоматизированных печей различных типов с КПД не менее 50% (нагревательных, закалочных, обжиговых, отопительных) с максимальной утилизацией тепловых ВЭР;

19) организовывать производство энергоэффективного оборудования для торговых, промышленных и других объектов;

20) снизить удельный расход топлива на производство тепловой энергии;

21) увеличивать использование местных видов ТЭР, использование ВИЭ;

22) проводить модернизацию производств в целях исключения прямого сжигания природного газа (сушильные установки, печи и т.д.);

23) вести строительство и восстановление мини-ГЭС;

24) считать перспективным направлением создание ветропарков;

25) совершенствовать тарифную политику в целях стимулирования экономии энергоресурсов, включая планомерную ликвидацию перекрестного субсидирования и внедрение системы дифференцированных тарифов на потребленную энергию для промышленных предприятий и населения;

26) ускорять темпы увеличения объемов производства в сфере услуг (энергоёмкость производства единицы ВВП в сфере услуг в два и более раз ниже, чем в сфере производства товаров);

27) разрабатывать новые и совершенствовать существующие экономические механизмы, стимулирующие повышение энергоэффективности использования ТЭР при выпуске продукции (товаров, работ и услуг) и определяющие меры ответственности за нерациональное потребление ТЭР как для хозяйствующих субъектов в целом, так и для конкретных должностных лиц;

28) расширять объем государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений;

29) пресекать своевременно и решительно факты бесхозяйственности, нарушения дисциплины, незаконного и необоснованного расходования материальных и денежных средств;

30) контролировать работу за соблюдением государственными органами, должностными лицами и иными работниками организаций режима экономии и бережливости, рационального использования топлива, энергии, сырья, материалов и оборудования;

31) активнее привлекать работников милиции к проведению профилактических мероприятий по предотвращению порчи имущества в жилых домах, на улицах и в других общественных местах (Кодекс административных правонарушений Республики Беларусь).

Литература

1. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 24.02.2021 г., № 103 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2021.
2. О возобновляемых источниках энергии : Закон Респ. Беларусь, утв. Президентом Респ. Беларусь от 27.12.2010, № 204-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2010. – № 12.
3. Об использовании возобновляемых источников энергии : Указ Президента Респ. Беларусь от 18.05.2015, № 209 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015.
4. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы : утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 15.12.2016, № 466 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2017.
5. О мерах по повышению эффективности социально-экономического комплекса Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 23.02.2016, № 78 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016.
6. Об установлении и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии (вместе с «Положением о порядке установления и распределения квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии», «Положением о Республиканской межведомственной комиссии по установлению и распределению квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии») : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 06.08.2015, № 662 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2015.
7. Государственная программа энергосбережения на 2016–2020 годы : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 28.03.2016, № 248 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 5/41892.
8. Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства : Директива Президента Респ. Беларусь от 14.06.2007 г., № 3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 146, 1/8668.
9. О Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 17.09.2007, № 433 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2008.
10. Об энергосбережении : Закон Респ. Беларусь от 15.07.1998 // Ведамасці Нац. сходу Рэсп. Беларусь. – 1998. – № 31–32. – С. 470.
11. Здания и сооружения. Энергетическая эффективность: СН 2.04.02-2020. – Введ. 12 нояб. 2020. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 21 с.
12. Саммит "Рио+20": будущее, которого хотят не все [Электронный ресурс] // РИА Новости от 23.05.2012 г. – Режим доступа: <https://ria.ru/20120623/679787921.html>. – Дата доступа: 12.10.2020.
13. Официальный сайт ООН: Конференция Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию «Рио+20» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/>.
14. Парижское соглашение по климату согласно Рамочной конвенции об изменении климата (Paris Agreement under the United Nations Framework Convention

on Climate Change) к протоколу 21-й конференции Рамочной конвенции об изменении климата (РКИК; 1992) в Париже, Организации Объединенных Наций об изменении климата».

15. План мероприятий по реализации положения Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата на 2005–2012 гг. : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 30.12.2005, № 1582 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2006.

16. Энергетические характеристики зданий. Оценка общего потребления энергии и энергетических характеристик зданий : СТБ EN 15603-2014. – Введ. 12 нояб. 2014. – Минск : Минстройархитектуры, 2014. – 21 с.

17. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года : Резолюция Генеральной Ассамблеи Организации Объединённых Наций от 25 сент. 2015 г., № 70/1. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/>.

18. О дополнительных мерах по рациональному и эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов до 2012 года : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 февр. 2010 г., №248 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2010.

19. Поспелова, Т.Г. Основы энергосбережения : пособие / Т.Г. Поспелова. – Минск : Технопринт, 2000. – 353 с.

20. Свицерская, О.В. Основы энергосбережения : пособие / О.В. Свицерская. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2006. – 228 с.

21. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / под. ред. проф. Б.М. Хрусталева. – 3-е изд. испр. и доп. – М. : АСВ, 2007. – 784 с.

22. О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов : Указ Президента Респ. Беларусь от 04.09.2019 г. № 327 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2020.

23. Ногин, Е.И. Отопление : учеб.-метод. комплекс / Е.И. Ногин, О.Н. Широкова. – Новополоцк : ПГУ, 2011. – 280 с.

24. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / под ред. Л.Д. Богуславского [и др.]. – М. : Стройиздат, 1990. – 624 с.

25. Протасевич, А.М. Использование вторичных энергетических ресурсов / А.М. Протасевич. – Минск : БПИ, 1991. – 110 с.

26. Янтовский, Е.И. Промышленные тепловые насосы / Е.И. Янтовский, Л.И. Левин. – М. : Энергоиздат, 1989. – 128 с.

27. Вторичные теплоэнергетические ресурсы и охрана окружающей среды / В.В. Харитонов [и др.]. – Минск : Выш. шк., 1988. – 172 с.

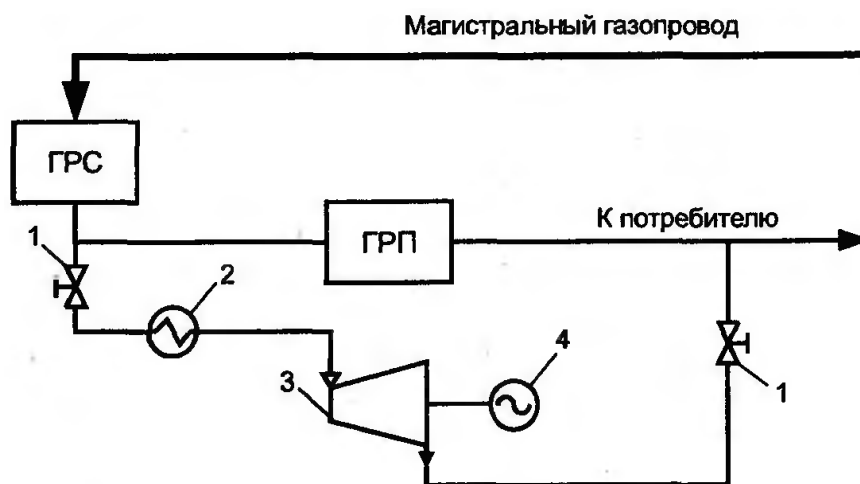
28. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / Б.Н. Голубков [и др.] ; под ред. Б.Н. Голубкова. – М. : Энергия, 1979. – 544 с.

29. Системы отопления и вентиляции загородных жилых домов. Правила проектирования : ТКП 45-4.02-74-2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 36 с.

30. Протасевич, А.М. Энергоэффективные здания и энергосберегающие технологии / А.М. Протасевич // Стандартизация. – 2011. – № 3. – С. 63–69.
31. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : СН 4.02.03-2019. – Введ. 16.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 68 с.
32. Строительная теплотехника : СП 2.04.01-2020. – Введ. 18.11.2020. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 72 с.
33. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск : Ком. по энергоэффективности при Совете Министров Респ. Беларусь, 2019. – 122 с.
34. Системы отопления из металлополимерных труб. Правила проектирования и монтажа : ТКП 45-4.02-73-2007(02250). – Введ. 08.11.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 28 с.
35. Тепловые сети бесканальной прокладки из стальных труб, предварительно термоизолированных пенополиуретаном в полиэтиленовой оболочке. Правила проектирования и монтажа : ТКП 45-4.02-89-2007. – Введ. 08.11.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 63 с.
36. Газоснабжение : СНБ 4.03.01-98. – Введ. 01.07.2001 ; с изм. 21.12.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 94 с.
37. Полонский, В.М. Энергосбережение : учеб. пособие / В.М. Полонский, М.С. Трутнева. – М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2005. – 160 с.
38. Распределительные газопроводы. Порядок гидравлического расчета : ТКП 45-4.03-68-2007. – Введ. 01.09.2007. – Минск : Минстройархитектуры, 2008. – 50 с.
39. Булах, В.В. Газоснабжение : учеб.-метод. комплекс / В.В. Булах. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 364 с.
40. Покотилов, В.В. Пособие по расчету систем отопления / В.В. Покотилов. – Минск : HERZ Armaturen, 2006. – 144 с.
41. Газораспределение и газопотребление : СН 4.03.01-2019. – Введ. 16.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 21 с.
42. Общественные здания : СН 3.02.02-2019. – Введ. 16.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 52 с.
43. Об использовании возобновляемых источников энергии : Указ Президента Респ. Беларусь от 18.05.2015, № 209 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2015.
44. Гелиосистемы теплоснабжения жилых зданий для эксплуатационных условий Республики Беларусь: рекомендации по проектированию / В.В. Покотилов, М.А. Рутковский. – Минск, 2017. – 60 с.
45. О мерах по повышению эффективности социально-экономического комплекса Республики Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 23.02.2016, № 78 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.
46. Жилые здания : СН 3.02.01-2019. – Введ. 16.12.2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2019. – 21 с.
47. Строительная теплотехника : СП 2.04.01-2020. – Введ. 18.11.2020. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 72 с.

**Использование ВЭР избыточного давления
в системах распределения природного газа**

В магистральных трубопроводах газ транспортируется под давлением 4,5–6,5 МПа. Затем на газораспределительных станциях (ГРС) давление снижается до 1,2 МПа. У конечных потребителей на газоредуцирующих пунктах (ГРП) давление уменьшается до более низких значений, соответствующих технологическим требованиям. В обоих случаях снижение давления происходит без совершения работы, т.е. имеют место непроизводительные потери энергии. Эту энергию можно использовать для производства электричества, установив газотурбинную расширительную станцию (ГТРС), а ГРП использовать как резервную систему. Схема ГТРС, которая может быть использована в системах газоснабжения ТЭЦ для предотвращения выпадения конденсата на лопатках турбины перед подачей в турбину подогревателя, дана на рисунке А.1.



1 – клапан; 2 – подогреватель; 3 – турбина; 4 – электрогенератор

Рисунок А.1. – Утилизация энергии избыточного давления
в системе распределения природного газа

Энерготехнологическое комбинирование при использовании природного газа

Комбинирование при использовании природного газа позволяет подвергать его глубокой переработке с получением ацетилена и этилена, теплоты и электрической энергии (рисунок Б.1).

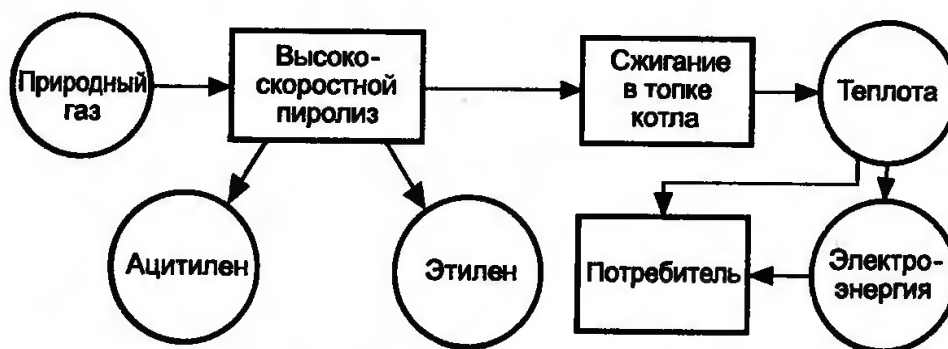
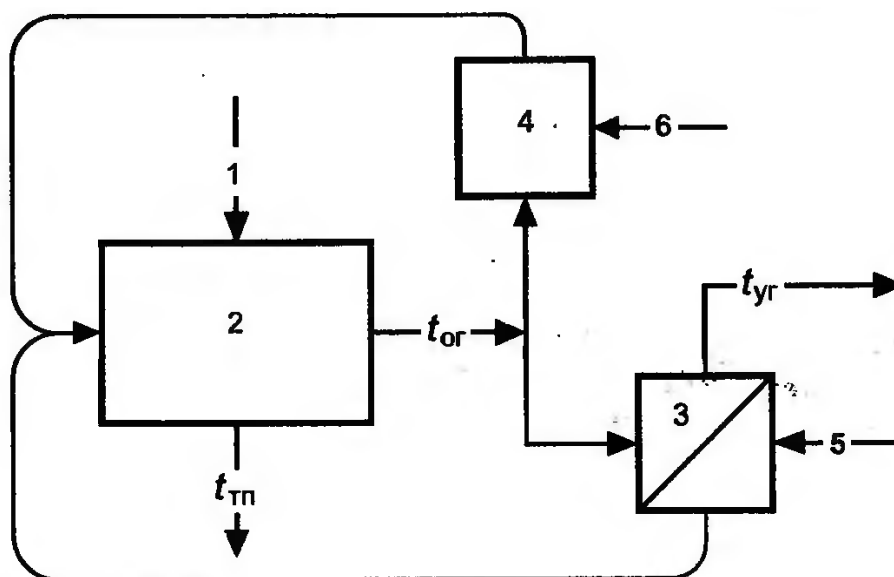


Рисунок Б.1. – Схема энерготехнологических процессов при использовании природного газа

**Комбинирование энергетических и технологических процессов
при сжигании природного газа**

Экономии энергии можно достичь путем термохимической регенерации теплоты отходящих газов промышленных печей при конверсии природного газа в среде своих продуктов сгорания (рисунок В.1).

В печи 2 после сжигания топлива часть теплоты передается технологическому продукту, который выходит с температурой t_{mn} . Другая часть теплоты удаляется с отходящими газами при температуре $t_{ог}$ и представляет собой энергетические отходы. Часть теплоты отходящих газов Q_1 расходуется в воздухоподогревателе 3 на предварительный подогрев атмосферного воздуха, подаваемого на горение. За счет этого достигается уменьшение потребления топлива. При этом температура уходящих газов t_{yg} , поступающих в атмосферу, понижается ($t_{yg} < t_{ог}$). Вторая часть отработанной теплоты Q_2 расходуется в реакторе 4 на эндотермическое разложение природного газа (метана). Затем Q_2 выделяется в топке при сжигании конвертированного газа, что также ведет к уменьшению потребления топлива. Общая экономия энергии составит $(Q_1 + Q_2)/29,33$ т у.т.



- 1 – технологическое сырье; 2 – топка промышленной печи;
3 – воздухонагреватель; 4 – реактор для конверсии топлива отходящими газами;
5 – холодный воздух; 6 – топливо (природный газ)

Рисунок В.1. – Химическая генерация теплоты при конверсии топлива в среде продуктов сгорания