

СЕКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

СТОИМОСТЬ ВОДЫ И ВЛИЯЮЩИЕ НА ЦЕНУ ФАКТОРЫ

Бойко Е.Г., Лазарь А.С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

ЦЕОЛИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ. ОСУШИТЕЛИ

Кацубо В.В., Скицунова И.А.
Научный руководитель - к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОБАЛАНСЕ БЕЛАРУСИ

Григорьев В.Г., Шалабодова К.Ю.
Научный руководитель – к.т.н. Муслина Д.Б.

НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ

Малащук А.М., Петрашкевич А.С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Болбас И.А., Иванова О.А.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ, ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Коваль Д.С., Калий В.А.
Научный руководитель – старший преподаватель Бобич А.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В САПР

Ипатюк Д. А., Борбуш А. Л.
Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

БИОТОПЛИВО

Бушков П.Е., Сычик А.В.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ТРЕБОВАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕРСИЙ AUTOCAD

Федотов Е.С., Петровский Н.М.
Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБРАСЫВАЕМОГО В АТМОСФЕРУ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ДОБЫЧЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Игнатик Е.С. Гончар Л.С. Сказецкий В.О.
Научный руководитель – старший преподаватель Прокопеня И.Н.

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЕКТОРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Мартыненко А.М., Мялик А.А.
Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ И КОМПРЕССИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Кацубо В.В., Скицунова И.А.
Научный руководитель - старший преподаватель Космачёва Э.М.

СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ В КАЧЕСТВЕ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА КОТЕЛЬНЫХ

Болбас И.А., Иванова О.А.
Научный руководитель – д.т.н., профессор Седнин В.А.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ МИНСКА

СЕВЕРИН В. Ф., ФИРСОВА В. В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ ЯРМОЛЬЧИК Ю.П.

ОСОБЕННОСТИ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ГАЗОТУРБИННЫХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

МАЛАЩУК А.М., МУЗЫКАНТОВА К.С.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ ЧЕРНЫШЕВИЧ В.И.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ, ПОСЕЛКОВ И НЕБОЛЬШИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

СЕВЕРИН В. Ф.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ ЧЕРНЫШЕВИЧ В.И.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ «ВОЗДУХ-ВОЗДУХ», «ВОЗДУХ-ВОДА»

МИХОЛАП К.А., СТЕЛЬМАХ А.А., ЧЕШКИН А.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

СЖИЖЕНИЕ ГАЗОВ

КУЛАКОВ В.М., МОСЕВИЧ С.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ ЯРМОЛЬЧИК Ю.П.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

КУЛАКОВ В.М., МОСЕВИЧ С.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – Д.Т.Н., ПРОФЕССОР РОМАНЮК В.Н.

NANOCAD. УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ДЕМЕШКЕВИЧ А.А., ЧЕЧУХА В.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

ANSYS

ЗАВАДСКИЙ В.С., ПАЛЬЧЕХ С.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА SKETCHBOOK DESIGNER

ЛАГОЙКО А.А., ЗЕЛЕНКЕВИЧ Ю.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ ГОРОДСКОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АБСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

ЯНЧУК В.В., СТРАЧИНСКИЙ С.И., ПЕСТРАК А.В.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н. МУСЛИНА Д.Б.

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА «ПОТОК»

МАЛЮЖАНЕЦ Ж.А., СТАНКЕВИЧ П.С.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, КОТОРЫЕ ИЗМЕНЯТ МИР

ЛЕШКЕВИЧ А.А., ПАСЮК А.А.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПРОКОПЕНЯ И.Н.

AUTOCAD 2016. ИЗМЕНЕНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ПРЕДЫДУЩИМИ ВЕРСИЯМИ

ЗЕЛЕНКЕВИЧ Ю.В., ЛАГОЙКО А.А.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ЧАСТНОГО СЕКТОРА

СТОМА Д.М., ГУБАР Е.Г., КОТ А.С.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ — СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕТРОВСКАЯ Т.А.

УДК 656.031.8

СТОИМОСТЬ ВОДЫ И ВЛИЯЮЩИЕ НА ЦЕНУ ФАКТОРЫ

Бойко Е.Г., Лазарь А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Тарифы на холодную воду в Беларуси одинаковы во всех регионах. Цены установлены на основании нескольких Решений Минского городского исполнительного комитета (№453, №681, №3085). Минский горисполком наделён данными полномочиями Указом Президента Республики Беларусь №72. В этом Указе также предусмотрено, что Мингорисполком устанавливает тарифы на жилищно-коммунальные услуги (в частности тарифы на воду), согласовывая их с Министерством экономики Республики Беларусь.

На стоимость куба воды в Беларуси влияют следующие факторы:

- наличие или отсутствие в помещении приборов индивидуального учёта используемой воды. Если счётчик установлен, то цена одного кубического метра воды ниже;
- Общее количество используемой воды. В Беларуси существует норматив по количеству воды, которую может использовать человек в течение месяца по льготному тарифу. Цена воды, превышающей норму, несколько выше.

Последние изменения в тарифах сделали ценовой разрыв на воду «до 140 литров в сутки на одного человека» и «свыше 140 литров в сутки на одного человека» незначительным. Практически отсутствует разница и между тарифами для квартир со счётчиками и без них. Если в 2015 году экономически обоснованный тариф был в три раза выше льготного, то сейчас разница между ними минимальна.

Таким образом, граждане, «вкладывающиеся» в норму потребления 140 литров в сутки на одного зарегистрированного человека, будут оплачивать холодную воду по цене 80 коп. за один метр кубический. Сверхнормативная вода, а также вода для жилых помещений, где не установлены приборы индивидуального учёта количества используемой воды, будет стоить 81 коп. за один кубометр.

Безусловно, перевод на новые тарифы вызвал активную критику как среди населения в общем, так и со стороны экономистов и экологов, в частности. Критика специалистов из области экономики и экологии очень аргументирована:

Если нет значительной разницы между тарифами на воду, потребляемую в пределах нормы, и воду, используемую сверх установленных норм, то у граждан заметно снижается материальная мотивация к экономии.

Если нет значительной разницы между тарифами на воду для тех, у кого установлены счётчики, и для тех, кто ещё не купил индивидуальные приборы учёта используемой воды, мотивация к приобретению счётчиков резко снижается.

Стоимость горячей воды также сильно увеличилась, так как цена горячей воды состоит из двух тарифов: на холодную воду и на подогрев воды.

Последнее изменение тарифов было встречено довольно активной критикой со стороны населения. Повышение тарифов было объяснено следующими факторами:

- Курс национальной валюты в сравнении с курсом американского доллара и евро стабильно снижается, что влечёт рост закупочных цен, импортных составляющих производства теплоэнергии;
- Государственное производственное объединение «Белэнерго» провело модернизацию производства, в результате чего было заявлено о повышении себестоимости производства и транспортировки тепловой энергии;
- На фоне инфляции возникает необходимость в индексации цен на услуги.

Проведение индексации цен на услуги при отсутствии индексации заработных плат на большинстве предприятий страны вызывает крайне негативную реакцию со стороны большинства населения.

Сейчас тарифы на подогрев воды для населения выглядят следующим образом:

- Льготный тариф – 16,9259 белорусских рублей за 1 Гкал;

- Тариф, обеспечивающий возмещение экономически обоснованных расходов – 91,18 белорусских рублей за 1 Гкал

Тариф на подогрев воды влияет на расчёт стоимости горячего водоснабжения для физических лиц в Республике Беларусь. Субсидируемый тариф используется для расчёта цены подогрева воды в пределах нормы потребления воды (140 литров на одного зарегистрированного в сутки). Жильцы домов, в которых установлены бойлеры, и которые не подключены к системе центрального водоснабжения, имеют льготу в 10% от общих тарифов на подогрев воды.

Причины повышения тарифов имеют как внешний, так и внутренний характер:

- Повышение тарифов на пользование водой является призывом к экономии природных ресурсов. Экологическая составляющая «водного вопроса» - одна из наиболее заметных и обсуждающихся в современном мире, и Беларусь – не исключение.

• Увеличение размеров платы за пользование водой и постепенный переход к экономически обоснованным тарифам свидетельствует о серьёзных трансформациях в экономической системе Республики Беларусь и незаинтересованности государственных чиновников в активном поддержании и развитии образа Беларуси как социально-ориентированного государства. В общем и целом, приход к экономически обоснованным тарифам – это один из неизбежных аспектов прихода к рыночной экономике.

УДК 697.9

ЦЕОЛИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ. ОСУШИТЕЛИ

Кацубо В.В., Скицунова И.А.

Научный руководитель- к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Цеолит – это натуральное минеральное вещество природного происхождения, добываемое естественным путем. На сегодняшний день цеолит широко используется, как основной элемент водоочистительных устройств.

Стоит отметить, что цеолитовый фильтр может применяться не только для очистки промышленных стоков и бытовых водопроводов, но и для фильтрации содержимого трубопроводов, перекачивающих нефть и другие органические вещества. Цеолитовый камень, также известен, как довольно мощный абсорбент, успешно поглощающий газы, выбросы, углеводород, окиси углерода, аммиак, ангидрид и радионуклиды.

В настоящее время для очистки стоячей воды и фильтрации проточных вод используются гранулированные или порошкообразные цеолитные порошки. Они эффективно устраняют не только органические загрязнения, но и успешно нейтрализуют запахи и привкусы, образующиеся в воде из-за попадания в нее различных бактерий, грибов, тяжелых металлов и радионуклидов, провоцирующих развитие онкологических заболеваний.

Согласно официальным результатам исследований, проведенных в лабораторных условиях, использование обычного фильтра с цеолитовым наполнителем позволяет снизить содержание в воде алюминия на 44%, фенола – на 70-83%, хлора – на 45-65%. В то же время не стоит забывать про то, что фильтр из цеолита также позволяет очистить воду от свинца на 90-94%, меди – на 70-78%, железа – до 85%.

Интересно, что после фильтрации вода обогащается такими макроэлементами, как кальций, магний и цинк, без которых невозможно нормальное функционирование иммунной системы.

Не менее полезным цеолит оказался и в медицине. Благодаря ему в организме стимулируется воспроизводство коллагеновых волокон, отвечающих за состояние кожи, волос и ногтевой пластины. Также минерал выводит токсины из организма, а при добавлении в крема и сыворотки очищает эпителий от шлаков.

Цеолит используется как кормовая добавка для животных и птиц, восполняющая потребность в минералах и улучшающая обмен веществ за счет своих адсорбционных качеств. В качестве кормовой добавки желательно использовать мягкие цеолиты (ломонтит), так как твердые разновидности (клиноптилолит) могут раздражать желудочно-кишечный тракт.

Цеолиты широко применяются, как замена фосфатов в стиральных порошках.

В настоящее время является сырьем для производства безалкогольных напитков, специализированных продуктов питания и биологически активных добавок к пище.

При этом применение цеолита в водоочистных сооружениях не меняет существенно технологическую схему последних. Подготовка и эксплуатация включает: засыпка цеолита в фильтр, замачивание, разрыхление (подача очищенной воды в фильтр снизу-вверх и удаление ее через лоток в резервуар грязной воды), регенерация (подача солевого раствора из нижней части солевого бака на слой цеолита), отмывка цеолита от поваренной соли (подача воды снизу-вверх до тех пор, пока не снизится концентрация аммония NH_4^+ до 0,9 мг/л). В качестве регенерирующего агента используют 0,1 н раствор поваренной соли. Технологическая схема предусматривает повторное использование солевого раствора после регенерации с последующей отдувкой аммиака воздухом.

Опыты показали более высокую обменную емкость по сравнению с сульфогуглем, большую прочность, отсутствие кислоты после регенерации и меньшую (в 5 раз) стоимость цеолита загрузки.

Фильтры-осушители

Фильтр-осушители

используют для удаления влаги из рабочих контуров холодильных установок. Осушитель устанавливается между конденсатором и капиллярной трубкой жидкостной линии.

Комплектующее фильтрует хладагент от частиц и пыли, предотвращая засорение трубок твердыми частицами и защищает компрессор



Рисунок 1. Элементы фильтра-осушителя

Фильтр-осушители применяются в:

- Холодильных/морозильных камерах
- Холодильных витринах
- Кондиционерах
- Бытовых холодильников

Комплектующее предотвращает образование льда и попадание загрязнений в холодильный контур, которые могут стать причиной коррозии металлических компонентов системы, разрушению хладагента и поломки компрессора.

Фильтр-осушители поставляются различного диаметра. Отверстия входа и выхода могут быть одно- и многоходовыми.

Медные фильтры-осушители применяются в холодильных установках с однонаправленным движением хладагента. Комплектующее очищает хладагент от твердых и жидких примесей.

Фильтр-осушитель состоит из медного патрона (длиной 90-170 мм, диаметром 16-30 мм) с входным и выходным отверстием.

Внутри трубки патрона между фильтрующими сетками засыпан сорбент. Объем загруженного сорбента (цеолита) варьируется в зависимости от емкости холодильного контура и типа хладагента.

Входная сетка крупная и предотвращает унос цеолита и попадание в конденсатор. Выходная сетка – с мелкой ячейкой, для очистки хладагента от твердых частиц. Направление установки отмечено стрелкой на корпусе.

Фильтр-осушитель не подлежит ремонту. При выходе из строя, комплектующее меняют полностью. Может потребоваться чистка капиллярных трубок или их замена.

Литература

1. Дебаркадер, Л. Цеолитовая вода. / Л. Дебаркадер // Всё самое интересное! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://interesko.info/ceolitovaya-voda>. – Дата доступа: 12.03.2018
2. Цеолиты: свойства и области применения. // Аналитический портал химической промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=3764&cat_id=5&page_id=1. – Дата доступа: 12.03.2018
3. Цеолитовый патрон. // Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ngpedia.ru/id244364p1.html>. – Дата доступа: 13.03.2018

УДК 620.9.001.12/18

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГОБАЛАНСЕ БЕЛАРУСИ

Григорьев В.Г., Шалабодова К.Ю.

Научный руководитель – к.т.н. Муслина Д.Б.

В статье рассмотрена проблема отсутствия разнообразия структуры энергетического баланса Республики Беларусь и мероприятия по решению этой проблемы за счёт использования возобновляемых источников энергии. Произведены предварительные оценки эффективности этих мероприятий.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, топливно-энергетические ресурсы.

Сочетание постоянно растущего спроса на топливно-энергетические ресурсы, постоянно увеличивающиеся цены на ископаемое топливо, высокая зависимость от внешних энергетических рынков и необходимость обеспечения энергетической безопасности в дополнение к внедрению АЭС привели к стремлению Беларуси развивать ВИЭ.

Топливо-энергетические ресурсы Беларуси не отличаются большим разнообразием и включают в себя нефть, горючие сланцы, природный газ и торф, а также возобновляемые источники энергии: биомасса, биогаз, гидро- и ветроэнергия и т.д. Однако Беларусь не может покрыть полностью энергопотребление за счёт собственных энергоресурсов, так как её минеральные и возобновляемые ресурсы довольно ограничены. Доля чистого импорта первичного топлива в топливном балансе страны составляет порядка 86% [1].

За счет импорта нефти и газа в Беларуси обеспечивается более 90 % топливно-энергетических ресурсов, в то время как собственные ресурсы (торф, биомасса и древесные отходы) покрывают только порядка 10 % потребления. При рассмотрении ситуации с потреблением топлива на нужды генерации электроэнергии, следует, что доля природного газа составляет уже до 97,8 %, а доля возобновляемых источников энергии крайне низкая [2]. В этой связи увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе Беларуси стало одним из приоритетных направлений экономики страны. В последнем обновлении энергетической и экологической политики Беларуси подчеркивается, что потребление ископаемого топлива должно быть уменьшено с вводом в эксплуатацию ядерной, ветровой, гидро- и биоэнергетики [3]. Кроме того, согласно Национальной программе развития местных и возобновляемых источников энергии, доля местных источников энергии в балансе первичной энергии должна составить не менее 32–34% к 2020 году, где биомасса, биогаз, энергия солнца и ветра и гидроэнергетика должны занимать ведущее положение. Таким образом, заложенные в стратегии направления развития были использованы при создании бедующих сценариев развития альтернативной и традиционной энергетики на основе имитационной модели, созданной для Белорусской энергосистемы. В основу анализа легла программа моделирования сценариев энергетического развития EnergoPLAN, которая использует данные существующего энергопотребления и структуры генерации тепловой и электрической энергии всеми имеющимися в стране крупными и средними энергоисточниками.

Анализ, проведенный в этой работе, показал, что использование потенциала возобновляемых источников энергии может снизить использование ископаемых видов топлива на 30% и, следовательно, снизить выбросы CO₂ в энергетическом секторе Беларуси и таким образом провести значительную диверсификацию структуры энергетического баланса производства электроэнергии в Беларуси. А именно доля природного газа в структуре генерации электроэнергии сократится до 33 % по сравнению с нынешним уровнем в 97,8 %, при этом АЭС будет покрывать порядка 52 % потребления, 15 % закроют ВИЭ.

Литература

1. International Energy Agency [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2015&country=Belarus&product=ElectricityandHeat>. – Date of access: 08.10.2017.

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika>. – Дата доступа: 08.10.2017.
3. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь, 9 авг. 2010г., №1180 // Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь [Электронный ресурс].

УДК 697.341

НАПОЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТЁПЛЫХ ПОЛОВ

Малашук А.М., Петрашкевич А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Чтобы теплые полы служили долго, нужно не только правильно их смонтировать, но и подобрать подходящее финишное напольное покрытие. В принципе, пол с подогревом совместим с любым из них, вот только обладать покрытие должно определенными характеристиками. Для полов с подогревом важны в первую очередь два параметра: коэффициент теплового линейного расширения (чем меньше, тем лучше) и устойчивость к перепадам температуры (лучше высокие значения).

Для того чтобы обогрев был эффективным, напольное покрытие должно хорошо проводить теплоту. По этому параметру впереди керамическая или каменная плитка (керамогранит). Они лучше всего подходят для укладки на теплый пол. Вот только из-за большой теплоемкости требуют более мощного подогрева. Это значит следующее: если у вас планируется плитка на теплый пол, выбирайте более мощные электрические обогреватели для пола или делайте шаг укладки труб для водяного пола чаще. Есть у этого и +: при отключении теплого пола плитка будет долго сохранять полученную теплоту.

Также подбирать характеристики плитки нужно исходя из назначения помещений. Сейчас мы озвучим перечень характеристик и их важность для тех или иных комнат:

Твердость зависит от используемой технологии, характеризуется шкалой Мооса и имеет 10 ступеней. Для всех помещений в доме и квартире достаточно 5-6 класса твердости.

Износостойкость характеризует то, насколько плитка стойка к появлению царапин и истиранию. Имеет 5 классов. Для пола в малопосещаемых помещениях и в тех, где не ходят в уличной обуви, достаточно II класса износостойкости. Для кухни, коридора, прихожей и т.п. более подходит III или IV класс.

Водопоглощение. Для «мокрых» помещений лучше брать с самым низким показателем — не выше 3% (ванная), для кухни достаточно будет 6%, для остальных помещений этот параметр не критичен.

Химическая устойчивость. Эта характеристика важна для кухни, ванной, для пола в гараже.

Есть еще один немаловажный фактор: пористость основы. Керамическая напольная плитка для теплого пола должна быть как можно более плотной. По этой причине, так называемая «теплая плитка» не подходит. Этот материал разработан для отделки фасадов и состоит из двух слоев: плотного наружного и рыхлого (с низкой теплопроводностью) внутреннего. Этот рыхлый слой препятствует распространению тепла, что для фасада — отличное качество, но для теплого пола — просто беда.

Виниловую или ПВХ плитку на теплые полы класть не рекомендуют. Эти материалы имеют довольно большой коэффициент линейного расширения, потому при нагреве могут вспучиваться, а при остывании между ними образуются щели.

Неплохо как покрытие для теплого пола использовать ламинат. Это довольно плотная структура, которая хорошо пропускает мощные потоки теплоты. Есть особенность: если у вас настелен ламинат на теплом полу, максимальная температура, которую вы можете выставить — это +27 °С.

При этом далеко не любой тип ламината подходит для укладки на подогреваемый теплый пол. То покрытие, которое выпускается для традиционного пола, имеет низкую теплопроводность и для наших целей не подходит. А нужны нам те коллекции, которые специально сделаны более тонкими и плотными для лучшей проводимости теплоты. Они имеют соответствующую маркировку: на упаковке или в сопроводительных документах имеется пиктограмма, которая и обозначает пригодность для укладки на теплый пол.

Обратить внимание нужно и на содержание формальдегида. Оно, конечно, нормируется и отслеживается, обозначается Е0-Е3. В нормальных условиях покрытие любого класса вплоть до Е3 безопасно, но для пола с подогревом подходит только Е1 или Е0.

Выбирать ламинат нужно еще и по прочности, и по стойкости к истиранию. Лучше брать класс 32 и 33 или выше — на нем не остаются следы от мебели, которые обязательно появляются на менее прочном покрытии.

Линолеум под теплый пол считается не самым лучшим вариантом. И это действительно так, но некоторые виды очень неплохо себя чувствуют на полу с подогревом: те, которые без основы совсем или на гладкой основе, то есть тонкие. Они имеют достаточно высокую теплопроводность в отличие от линолеумов на вспененном ПВХ или войлоке.

Тут есть вторая сторона: чем тоньше линолеум, тем ровнее и чище должна быть застилаемая поверхность. Даже песчинка под тонким покрытием будет видна, со временем на этом месте образуется микроскопический бугорок. А если бугорков несколько, получится шероховатая поверхность, которая не добавит радости. Так что, как всегда, лучшее решение находится посередине — лучше выбрать средней толщины линолеум на гладкой основе или без основы.

При использовании линолеума на полах с подогревом тоже действует температурное ограничение: нагревать их можно тоже не выше +27°C. Иначе покрытие размягчится, потеряет форму, изменит цвет.

Теплый пол и паркет или доска пола — не самое лучшее сочетание из-за плохой теплопроводности материалов. Но тут дело не в том, что древесина будет себя плохо чувствовать, а в том, что эффективность такого подогрева невелика, то есть, под основное отопление использовать древесину и изделия из нее нельзя.

Если вы все-таки решились на это, то выбирайте самую плотную древесину. Даже если это слой всего 3-4 мм покрытия, как в паркетной доске. Чем менее рыхлой будет древесина, тем лучше будет передавать тепло. Для укладки на теплый пол больше подходят: орех, ясень, дуб.

И хуже всего на теплом полу ведет себя ковровин, который является хорошим теплоизолятором, что в сочетании с теплым полом — плохая комбинация. Есть некоторые виды с очень коротким ворсом, которые будут приятно теплыми под ногами, но использовать такое отопление можно только для повышения комфорта, как и в случае с деревом.

Как видим, напольное покрытие для теплого пола может быть любым, но выбирать его нужно основываясь на целом ряде характеристик и параметров. Если подогрев пола у вас является основным отоплением, то везде, где только можно, укладывайте на теплый пол плитку, далее использовать можно соответствующие сорта ламината линолеума.

Литература

1. Лучшее покрытие для водяного теплого пола и правила его эксплуатации [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://ventilationpro.ru/sistema-teplyii-pol/vybiraem-luchshee-pokryitie.html> — Дата доступа: 10.03.2018
2. Покрытие на теплый пол, что лучше [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://pro-master.ru/replyiy-pol/pokryitie.html> — Дата доступа: 10.03.2018.

УДК 628.16

МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Болбас И.А., Иванова О.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Для обеззараживания питьевой воды используются химические (реагентные) и физические (безреагентные) методы. Выбирая метод обеззараживания, следует учитывать опасность для здоровья человека самих реагентов, а также веществ, образующихся в процессе обработки воды (например, свободных радикалов).

Озон (O_3) – газ бледно-фиолетового цвета, обладающий характерным запахом. Озон оказывает бактерицидное действие на патогенную микрофлору и способен разрушать многие присутствующие в воде источника водоснабжения химические вещества техногенного происхождения.

Озон на водопроводных станциях получают с помощью специальных установок.

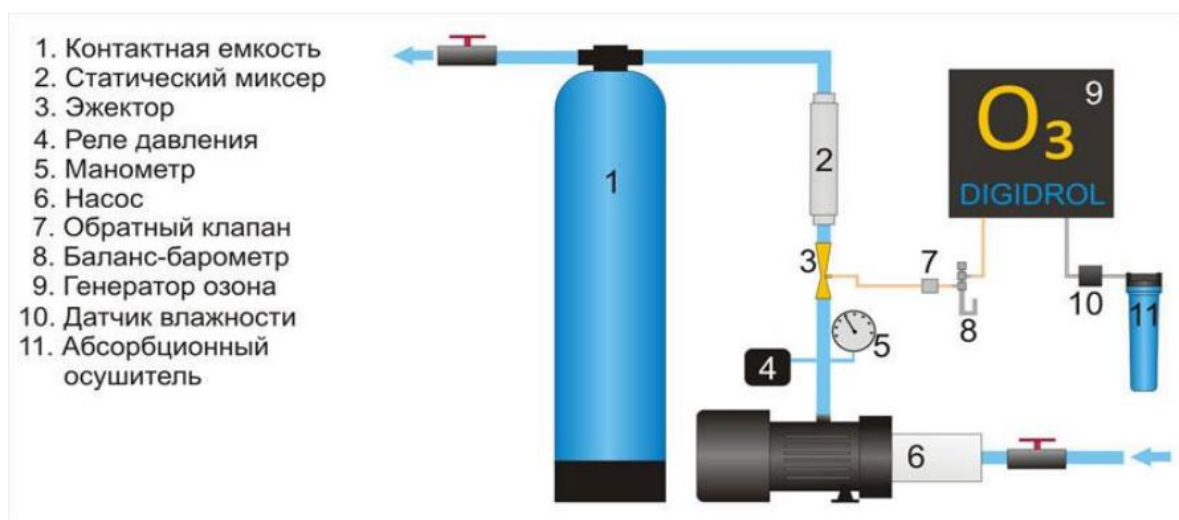


Рисунок 1. Устройство установки для озонирования питьевой воды

Обеззараживающее действие озона на вегетативные формы бактерий в 15-20 раз, а на споровые формы в 300-600 раз более выражено, чем действие хлора. Высокий вирулицидный эффект озона проявляется при реальных для практики водоподготовки концентрациях 0,5 – 0,8 мг/л и времени контакта 12 мин. Наряду с бактерицидным действием озона в процессе обработки воды происходят обесцвечивание и устранение привкусов и запахов, а также разрушение высокомолекулярных органических соединений.

Преимущества озона перед хлором при обеззараживании воды состоят в том, что при высокой степени обеззараживания он обеспечивает наилучшие органолептические показатели и отсутствие высокотоксичных и канцерогенных продуктов в очищенной воде. Ограничениями для распространения технологии озонирования являются высокая стоимость оборудования, большой расход электроэнергии. Существенным недостатком озонирования является токсичность озона. К тому же существует опасность взрыва озоновоздушной смеси.

Применение тяжелых металлов (медь, серебро и др.) для обеззараживания питьевой воды основано на использовании их «олигодинамического» свойства – способности оказывать бактерицидное действие в малых концентрациях.

Серебряная вода может храниться годами. Бактерицидное действие серебра связано с нарушением работы ферментных систем бактерий. В качестве бытовых ионаторов могут использоваться серебряные монеты, столовые приборы, украшения, а также в условиях путешествий, экспедиций и чрезвычайных ситуаций возможно использование автономных осеребрителей – ионаторов.

Олигодинамия как способ обеззараживания может быть уместна только в целях сохранения исходно чистой воды для длительного хранения (например, на космических кораблях или при розливе бутилированной питьевой воды). Для обеззараживания индивидуальных или небольших групповых запасов питьевой воды в полевых условиях используют препараты йода, которые, в отличие от препаратов хлора, действуют быстрее и не ухудшают органолептические свойства воды.

При кипячении происходит уничтожение большинства бактерий, вирусов, антибиотиков и других биологических объектов, которые часто содержатся в открытых водоисточниках и в системах центрального водоснабжения. Применение кипячения в промышленных масштабах не представляется возможным ввиду высокой стоимости метода.

Обеззараживание воды УФ-излучением основано на необратимых повреждениях молекул ДНК и РНК микроорганизмов, что приводит к гибели клетки. Процесс обеззараживания ультрафиолетовым излучением не приводит к изменениям органолептических свойств и состава воды, образованию токсичных побочных продуктов реакции. При УФ-обеззараживании не существует проблемы передозировки, но отсутствует эффект «последствия», так как вода не приобретает бактерицидных свойств, предохраняющих ее от повторного заражения.

Преимущества использования ультрафиолетовых лучей – широкий спектр антимикробного действия, отсутствие опасности передозировки, сохранение органолептических свойств воды, минимальное время контакта (секунды). Недостатками метода обеззараживания воды ультрафиолетовыми лучами являются зависимость бактерицидного эффекта от мутности и цветности обрабатываемой воды и отсутствие оперативного контроля эффективности. Этот метод не дает эффекта «последствия», что делает возможным вторичный рост бактерий в обработанной воде.

Ультразвуковое воздействие на микроорганизмы нечасто применяется в фильтрах обеззараживания питьевой воды, однако его высокая эффективность позволяет говорить о перспективности этого метода обеззараживания воды, несмотря на его дороговизну.

К преимуществам ультразвуковой обработки воды можно отнести широкий спектр антимикробного действия, отсутствие влияния на органолептические свойства воды, независимость бактерицидного эффекта от физико-химических свойств воды. Сдерживающими факторами остаются сложность конструирования установок большой производительности, достаточная техническая надежность в эксплуатации и высокая стоимость.

Еще одним перспективным способом обеззараживания питьевой воды является обработка ее импульсными электрическими разрядами (далее – ИЭР). Электрогидравлический эффект возникает в результате выделения большого количества энергии между электродами, помещенными в обрабатываемую воду. Результатом всех этих явлений является уничтожение в воде практически всех патогенных микроорганизмов. Основным преимуществом электроимпульсного способа обеззараживания питьевой воды является экологическая чистота, а также возможность использования в больших объемах жидкости. Однако этот способ имеет ряд недостатков, в частности относительно высокую энергоемкость (0,2-1 кВтч/м³) и, как следствие – дороговизну. Обеззараживание питьевой воды методом ИЭР используется в системах автономного жизнеобеспечения.

Литература

1. Комунальная гигиена: учеб. / под ред. В.Т. Мазаева. – М.: ГЭОТАР – Медиа,
2. Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения: учеб. / под. ред. В.Т. Мазаева, А.П. Ильницкого, Т.Г. Шлеппина. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. С. 320.
3. Санитарные нормы и правила 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

УДК 621.165

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЭЦ, ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Коваль Д.С., Калий В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Бобич А.А.

Для энергосистем с преобладающей долей комбинированной выработки тепловой и электрической энергии особую актуальность приобретает проблема повышения эффективности работы, существующих ТЭЦ. Значительная доля природного газа (ПГ) в стране используется для получения тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, оборудование которых устарело и требует модернизации. В такой ситуации необходимо искать пути повышения эффективности производства энергии при ограниченных инвестициях. В данной работе мы предложим свои пути решения проблем, связанных с потерями теплоты в окружающую среду. Одним из путей решения является применение теплонасосных установок (ТНУ). Существует два основных типа ТНУ: парокомпрессионные тепловые насосы (ПКТН), использующие в качестве привода дорогую электроэнергию и второй тип – абсорбционные тепловые насосы (АБТН), использующие тепловую энергию на привод.

В АБТН процессы переноса теплоты совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных ТН, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл. Для сравнения эффективности различных типов ТН необходим общий показатель. Таким показателем может быть удельный расход топлива на выработку теплоты или коэффициент его использования. Мерой энергетической эффективности тех и других принято считать энергетический КПД, получивший у нас название отопительного коэффициента (μ). Для парокомпрессионных тепловых насосов значение μ находится в диапазоне 2,5-6, для абсорбционных бромисто-литиевых тепловых насосов (АБТН) - равен 1,7. Величина отопительного коэффициента зависит, прежде всего, от температур холодного источника и горячего приемника тепла. Если эти температуры заданы, то предельно высокую величину отопительного коэффициента можно получить, определив его значение для соответствующего обратного цикла Карно по данной зависимости:

$$\mu = \frac{T}{T - T_0},$$

где T_0 – температура внешней среды

T – температура теплоносителя в отопительной системе.

Раньше, когда стоимость тепловой энергии и электрической примерно была одинаковой, более предпочтительным выглядел ПКТН. Прежде всего, следует отметить, что μ отражает эффективность ТН в неизменных условиях, в первую очередь, температур теплоприемника и теплоисточника.

При выборе типа теплового насоса кроме энергетической и экономической эффективности следует учитывать также особенности различных типов машин (воздействие на окружающую среду, срок службы, воздействие на окружающую среду, требуемая квалификация обслуживающего персонала и т. д.). Если смотреть в контексте воздействия на окружающую среду, то АБТН имеют явное преимущество перед ПКТН, т.к. не используют хладоны- фтор- хлор- содержащие углеводороды. АБТН имеют значительно больший срок службы, т. к. являются теплообменным оборудованием, высокую ремонтпригодность, малозумные в работе. Достоинства ПКТН с электроприводом заключаются в том, что их электроснабжение довольно простое. На некоторых объектах это может быть определяющим фактором в их пользу. Абсорбционное оборудование отличается надежностью, высокой

степенью автоматизации, бесшумностью, длительным сроком эксплуатации (до 30 лет), когда расчетный срок службы парокompрессионного оборудования – 20 лет.

Использование АБТН облегчает решение задачи использования низкопотенциальных тепловых ВЭР. Таким образом, на данном этапе развития использование АБТН более уместное. Поэтому в данной работе мы и рассмотрели более детально именно данный тепловой насос.

УДК 004.89

ТЕХНОЛОГИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В САПР

Ипатюк Д. А., Борбуш А. Л.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

САПР — это автоматизированные системы, которые призваны реализовывать ту или иную информационную технологию осуществления проектирования. На практике они представляют собой технические системы, позволяющие, таким образом, автоматизировать, обеспечить независимое от человека функционирование процессов, составляющих разработку проектов.

Технология дополненной реальности – современный способ решения задач инжиниринга и эксплуатации промышленных объектов. Сегодня технологии дополненной и виртуальной реальности активно развиваются и охватывают все большее количество областей применения.

Если в случае с виртуальной реальностью происходит полное погружение в созданный мир, то дополненная реальность (англ. augmented reality, AR — «расширенная реальность») – это технология, позволяющая дополнить окружающую нас действительность новой информацией. Этот эффект может быть полезен как для частного потребления, так и для использования на промышленном рынке.

На текущий момент в отрасли энергетического строительства активно используются и развиваются технологии информационного моделирования (BIM/ИМ), позволяющие эффективно управлять объектом на всех стадиях его жизненного цикла (ЖЦ): от проектирования до вывода из эксплуатации. Применение инновационных технологий дополненной реальности значительно расширяет возможности BIM-инструментария и обеспечивает принципиально новое качество решения производственных задач. При этом синергетический эффект достигается за счет интеграции не только с виртуальной 3D-моделью объекта, но и с полноценным «цифровым активом». Колоссальный разрыв в этих понятиях и определяет технологическую глубину и практическое значение достижения.

Монтаж/демонтаж крупногабаритного энергетического оборудования, расположенного в ограниченном производственном помещении, – это типовая и регулярная задача на производственных предприятиях, которую необходимо выполнять быстро и качественно. С появлением технологии дополненной реальности стало возможным грамотно спланировать процесс монтажа/демонтажа как с точки зрения сроков реализации, так и с точки зрения разработки технологии.

На объекте вышло из строя оборудование, и инженеру по сервисному обслуживанию и ремонту оборудования необходимо максимально оперативно определить и устранить причины неисправности для восстановления его работоспособности. Для снижения влияния человеческого фактора и обеспечения четкого следования регламенту ремонтов очки дополненной реальности могут служить в качестве своеобразной портативной базы знаний об объекте с подгружаемой информацией из специализированных эксплуатационных систем.

Подводя итог, можно сказать, что технология дополненной реальности в недалеком будущем займет свое почетное место в энергетике, т. к. очевидно дает ряд преимуществ в виде доступности, наглядности, интерактивности и актуальности информации в реальном времени. Это, возможно, приведет к появлению новых стандартов в планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации, однако оптимизация процессов жизненного цикла объекта строительства с применением технологий дополненной реальности может значительно сократить сроки строительства энергетического объекта, материальные издержки и уменьшить влияние человеческого фактора.

Литература

1. Виртуальная реальность./ История философии: Энциклопедия. — Мн.: Интерпрессервис; Книжный Дом. 2002. — 1376 с. — с. 184-187.

2. Иванов Д. В.. Виртуализация общества. — СПб.: "Петербургское Востоковедение", 2000. — 96 с.
3. Wellner, P., Mackay, W. & Gold, R. Eds. Special issue on computer augmented environments: back to the real world - portal.acm.org/citation.cfm?doid=159544.159555. Communications of the ACM, Volume 36

УДК 697.432

БИОТОПЛИВО

Бушков П.Е., Сычик А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Биотопливо относится к альтернативным источникам энергии. Впрочем, к подобным источникам относят любые, которые не являются производными от классических ископаемых углеводородов – природного газа и нефти. Фактически даже древесина, которую человечество использует столетиями для получения тепловой энергии, по этой классификации является альтернативным вариантом.

Альтернативные источники энергии отличаются экологичностью и возобновляемостью, а в некоторых случаях и бесконечностью, как, к примеру, солнечная энергия или энергия движения воздушных масс. Биотопливо относится к возобновляемым и экологически чистым источникам энергии. Оно представляет собой продукт биологического происхождения, твердый, жидкий или газообразный. Изготовление и применение биотоплива на базе собственного хозяйства позволяет получить автономию от покупных энергетических источников, а заодно и решить проблему утилизации разнообразных органических отходов, начиная от содержимого выгребной ямы и заканчивая сорняками, удаленными с грядок.

В использовании биологического топлива есть свои минусы и одним из них является высокая стоимость, которую требует производство биотоплива. При решении организовать получение энергии из биосырья, необходимо просчитать, сколько средств уйдет на строительство завода по производству топлива, сколько будет стоить оборудование, сколько можно будет иметь прибыли, и какова будет экономия потребителей при использовании биотоплива. Практика показывает, что завод, выпускающий биотопливо, довольно рентабелен, если налажен сбыт продукции потребителям.

Биотопливо первого поколения

Однако и между собой отдельные его виды различаются, скажем так, по значимости источников сырья для биотоплива. Связано это с используемыми ресурсами. Например, чтобы получить биотопливо из рапса, его надо сначала вырастить, а уж потом отправить семена на переработку. Для выращивания такой культуры занимается посевная площадь, и фактически речь идет о выборе приоритетов – а чего мы хотим иметь, продукты питания или биотопливо. Кроме того, получение биомассы, идущей на производство биотоплива, связано с использованием специализированных удобрений, что наносит определённый вред земле и окружающей природе. Такой вид сырья относится к первому поколению.

Второе поколение

Однако биотопливо можно получить из иных источников, таких как отходы других производств. Его делают, например, из опилок, а также остатков стеблей, шелухи, остающейся после обработки зерновых, и многого другого. Все это дает так называемое биотопливо второго поколения, для которого не требуется специально выращивать сырье, а сделать его можно из отходов других производств.

Третье поколение

Следующим этапом развития стало биотопливо третьего поколения. Его источником являются водоросли. Существуют определённые их сорта, содержащие значительное количество растительных жиров, из которых можно сделать тот же самый биодизель. Конечно, чтобы получить биотопливо из водорослей, их надо выращивать, но для этого совсем не требуется занимать посевные площади. Водоросли могут расти в прудах, биореакторах, на морском дне или в специально устроенных заливах, т.е. занимают те участки земной поверхности и морского дна, которые не задействованы в производстве продуктов питания. Так что, биотопливо третьего поколения, хотя и находится еще в стадии отработки технологии производства, надо признать наиболее перспективным.

Производство биогаза

Биогаз, как биотопливо, очень ценный продукт, который существенно удешевляет обычное топливо и делает его экологически более безопасным и чистым. Процесс производства биогаза – это создание условий, в которых без доступа воздуха идет разложение биологических отходов при помощи биобактерий.

Производство биотоплива — биогаза требует специального устройства. Первый этап – измельчение сырья. Определенное количество соломы, шелухи, опилок и пр. поступает в реактор, то есть резервуар, в котором оно нагревается. К этому резервуару идет специальный загрузчик, иногда используется насосная установка. Все оборудование серьезно утеплено для сохранения температуры внутри. Измельчение и периодическое перемешивание осуществляется вмонтированными миксерами. Изготавливается установка из железобетона, иногда используется сталь со специальным устойчивым покрытием.

Внутри реактора создается питательная для бактерий среда, то есть туда помещаются растительные отходы производства. А вырабатывают бактерии биогаз. Итак, для производства биологического газа требуется растительное сырье, тепло (до +38 градусов), и перемешивание миксером. Образующийся газ поступает в газгольдер, там он очищается и затем транспортируется к котлу потребителя или на электрогенератор. Доступ воздуха в реактор перекрыт, поэтому никакой опасности взрыва не существует.

Описание технологии с использованием птичьего помета или навоза несколько отличается, оно включает дополнительную фазу фильтрации.

Производство топливных гранул (пеллет)

Пеллеты, топливные гранулы, как и топливные брикеты, производятся из опилок, других древесных отходов, шелухи подсолнечника, соломы. Растительная масса помещается в биоустановки, то есть емкости, где происходит измельчение. Получается практически мука из отходов растительного производства. Эта масса поступает в сушилку, где выпаривается жидкость. Именно этот процесс подготавливает массу к качественной прессовке.

В прессе-грануляторе при сжатии растительной муки повышается температура массы. В растительных частицах содержится лигнин, по составу схожий со смолой. Он растапливается и склеивает высушенные частички растений, получаются гранулы того размера, который задан при настройке оборудования.

Для гранулирования используют специальные пресс-формы, так называемые кольцевые штампы. Они вращаются с помощью роторных вальцов, и при вращении растительная масса поступает в круглые отверстия пресс-формы, то есть в фильеры. Схема аппарата напоминает обычную мясорубку с ножом, который снаружи срезает цилиндрики гранул.

Это простое описание технологии, которое завершается охлаждением и упаковкой. Объем одной упаковки минимум 2 кг, но каждый завод, как правило, продает гранулы и в рассыпную, это удобно покупателям – промышленным предприятиям.

Литература

1. Быков А.В., Винаров А.Ю., Шестобитов В.В. Расчет процессов микробиологических производств. – К.: Техніка, 1985. – 245 с.
2. Васильев И. П. Экологически чистые направления получения и использования топлив растительного происхождения в двигателях внутреннего сгорания // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. - №1. – с. 19-25
3. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии – Санкт-Петербург, 2003, - 472 с.

УДК 004.457

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ТРЕБОВАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВЕРСИЙ AUTOCAD

Федотов Е.С., Петровский Н.М.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

Черчение карандашом на бумаге постепенно начало вытесняться из инженерной практики после появления в 1982 году на рынке компьютерных программ AutoCAD от компании Autodesk.

С каждым годом производитель софта может предложить нам все больше возможностей для автоматизированного проектирования, ведь вычислительные мощности компьютерной техники растут, и даже появились специальные версии AutoCAD для смартфонов под управлением Android, iOS и Windows Phone.

Мы рассмотрели, как изменялись системные требования программы за последние 15 лет.

В середине нулевых AutoCAD был достаточно требовательным к процессорам: для работы в версии 2004 года необходим процессор не менее мощный, чем Intel Pentium III, в 2007 потребовался уже Pentium IV, который может использоваться и по сей день.

Объём необходимой оперативной памяти ожидаемо постоянно увеличивался, так для работы AutoCAD 2004 необходимо было 256 мб ОЗУ, а Для 64-разрядной версии AutoCAD 2016 4 Гб, хотя рекомендуется все 8 Гб.

Все версии программы не особо требовательны к мощности видеоадаптера. Единственное требование к этому агрегату во всех рассматриваемых версиях - поддержка разрешения 1024 x 768 и полноцветного режима True Color. Однако, более мощная видеокарта сделает работу комфортнее.

Старые жесткие диски имели очень малый объём в сравнении с современными, поэтому и программам для установки требовалось не так много места. Версиям до 2006 года требовалось лишь 300 Мб для установки. Рубеж в 1 Гб для этого параметра был преодолен лишь в 2010 году. Современным версиям необходимо 6 Гб.

Более детально с этими требованиями можно ознакомиться на графиках и в таблицах.

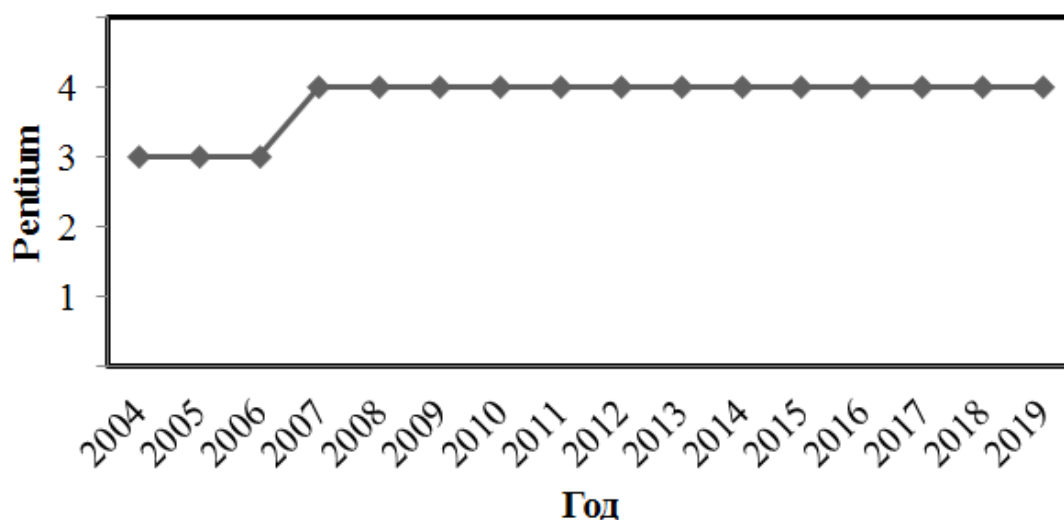


Рисунок 1. Зависимость требуемого ЦП от года версии программы

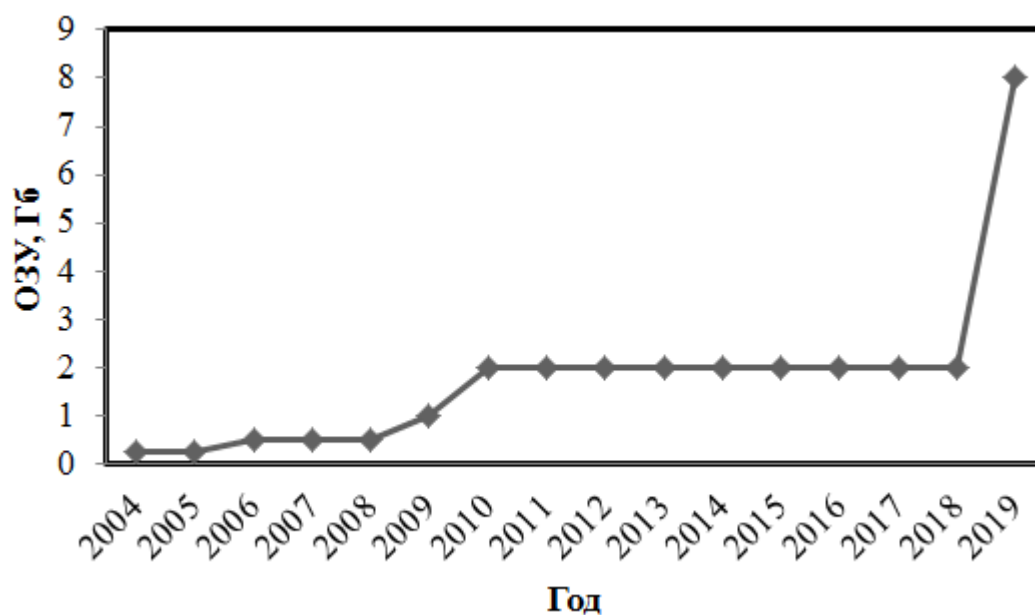


Рисунок 2. Зависимость требуемого количества ОЗУ от года версии программы

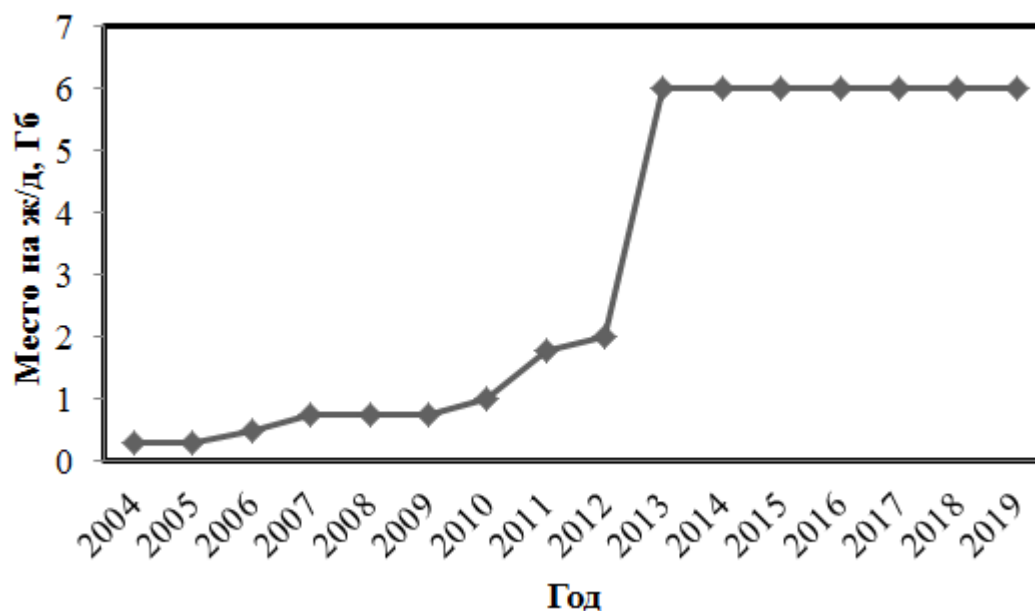


Рисунок 3. Зависимость требуемого места на жестком диске от года версии программы

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к видеокарте

Год	Видеокарта
1	2
2004	Видеоадаптер поддерживающий экранное разрешение 1024 x 768 и полноцветный режим True Color
2005	Видеоадаптер поддерживающий экранное разрешение 1024 x 768 и полноцветный режим True Color
2006	Видеоадаптер поддерживающий экранное разрешение 1024 x 768 и полноцветный режим True Color
2007	Видеоадаптер поддерживающий экранное разрешение 1024 x 768 и полноцветный режим True Color

2008	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2009	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2010	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2011	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2012	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2013	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2014	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2015	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение 1280 x 1024 и полноцветный режим True Color
2016	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение не менее 1600 x 1050, с поддержкой полноцветного режима True Color
2017	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение не менее 1920 x 1080, с поддержкой полноцветного режима True Color
2018	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение не менее 1920 x 1080, с поддержкой полноцветного режима True Color
2019	Видеоадаптер с памятью не менее 128 МБ, поддерживающий экранное разрешение не менее 1920 x 1080, с поддержкой полноцветного режима True Color

Однако, стоит помнить, что мы рассматривали лишь минимальные требования, при которых программа не предоставит требуемой производительности при автоматизированном проектировании.

Литература

1. Autodesk Knowledge Network [Электронный ресурс] / Требования к системе для AutoCAD. – 2018. – Режим доступа: [https:// knowledge.autodesk.com](https://knowledge.autodesk.com). – Дата доступа: 10.04.2018.

УДК 621.482

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБРАСЫВАЕМОГО В АТМОСФЕРУ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ДОБЫЧЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Игнатик Е.С. Гончар Л.С. Сказецкий В.О.

Научный руководитель – старший преподаватель Прокопеня И.Н.

Тема использования возобновляемых источников энергии (ветровой, приливной, солнечной, геотермальной и т.д.) весьма актуальна. Объясняется это тем, что ископаемые ресурсы очень ограничены и выбросы в атмосферу очень негативно влияют на окружающую среду.

Основная причина очень слабого распространения геотермальных электростанций заключается в большой стоимости обслуживания. Во-первых, необходимо учитывать геологическое строение местности, т.к. геотермическая ступень (глубина, соответствующая повышению температуры на 1°C) может быть равна 2-3 метра вместо стандартных 30-40. Из этого следует, что намного эффективнее построить такую электростанцию в активных геологических районах. Во-вторых, необходима шахта глубиной 3 километра просто для того, чтобы получить поток воды с температурой 100°C . В-третьих, этот поток необходимо очень быстро доставить на поверхность. Достигается это очень точными и дорогими манипуляциями с подземными водами. И наконец нам необходимо учитывать минеральные соли, которые будут содержаться в воде. Даже небольшая их концентрация уменьшит срок эксплуатации оборудования.

В энергетике уже давно экспериментируют с различными веществами в качестве рабочих тел. Создаются органические и бинарные циклы, основная роль которых – условия, недостижимые для воды. Одно из таких веществ, которое можно использовать в качестве рабочего тела для геотермальной турбины, является углекислый газ.

Основные преимущества использования углекислого газа в следующем. Возможность сбора углекислого газа с другого предприятия, где он уже не нужен. Небольшая кинематическая вязкость, обусловленная особенностями газа, что позволит надежнее переносить теплоту из недр на поверхность. Более широкие температурные границы, что позволит использовать CO_2 там, где вода достигает критической точки. Эти же границы позволят использовать более дешевые способы поднятия газа на поверхность. В особых регионах, как например вблизи вулканов и недавно-сформировавшихся гор, углекислый газ будет слабее реагировать с солями, что позволит уменьшить затраты на деминерализацию.

Таким образом, при помощи углекислого газа вполне возможно, как решить проблему с растущим мировым потреблением электроэнергии, так и частично решить проблему с выбросами углекислого газа в атмосферу. Вполне возможно, что в ближайшие 10 лет произойдет увеличение количества геотермальных электростанций. Даже одна такая установка может запитать регионы с сложной энергетической ситуацией.

Литература

1. The Conference World [Электронный ресурс]/The Conference World. – 2017. – Режим доступа: <http://theconferenceworld.org/>. – Дата доступа: 03.04.2018

УДК 621.472

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Мартыненко А.М., Мялик А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

В связи с развитием технологий и неустанным подорожанием электричества и природного газа, а также запуском Белорусской АЭС, как никогда возникает потребность для потребителей в выработке собственной энергии. Рассмотрим выработку тепловой энергии с использованием энергии солнца. Солнечные коллекторы существуют уже очень давно и самым простым примером является чёрная ёмкость с водой, оставленная на солнце. Однако эффективность такого коллектора очень мала. В настоящее время, коллекторы – это сложные устройства, включающие в себя различные элементы: абсорбер, поглощающий энергию электромагнитных солнечных лучей; теплоаккумулятор, накапливающий избыток тепловой энергии; насосная станция, обеспечивающая непрерывную циркуляцию теплоносителя по всей системе.

Рассмотрим две принципиально различные схемы солнечных коллекторов:

1. Плоский коллектор.



Рисунок 1. Плоский коллектор с разрезом.

В основе работы лежит незамерзающая жидкость на основе гликоля, циркулирующая в медном контуре, окруженном абсорбером, который под воздействием солнечных электромагнитных лучей нагревается до высокой температуры. Происходят теплообмены: абсорбер → медная трубка, медная трубка → жидкость. Далее жидкость попадает в теплоаккумулятор, где в теплообменнике передаёт теплоту воде, которая идёт на потребление. Корпус, теплоаккумулятор и насос покрыты теплоизоляцией.

Основные плюсы: надёжность и простота конструкции и возможность простой интеграции в фасад дома, длительный срок эксплуатации, при неплохом КПД ($\leq 88\%$).

2. Вакуумный солнечный коллектор.



Рисунок 2. Вакуумный солнечный коллектор с разрезами.

В основе работы лежит принцип «термоса», то есть мы используем вакуум, как лучшую теплоизоляцию. Вакуум находится между двумя трубками: вакуумной и тепловой. В тепловой трубке происходит непрерывное испарение жидкости, пар которой поглощает тепловую энергию из вакуумной трубки, сделанной из абсорбера, который поглощает энергию электромагнитных волн из солнечных лучей. Далее пар поднимается в верхнюю часть коллектора, где расположен конденсатор, в котором пар конденсируется и спускается обратно в нижнюю часть трубки, а теплота, полученная в процессе конденсации передаётся, либо воде, которая идёт на потребление, либо незамерзающей жидкости отопительного контура.

Основные плюсы: простой монтаж; долгий срок эксплуатации; простая замена вышедших из строя частей, так как не требует остановки работы коллектора; лучшая термоизоляция от окружающей среды; высокий КПД; эффективная работа при минусовых температурах (до -40°C).

Рассмотрев плюсы двух различных схем коллекторов, получаем, что в Республике Беларусь эффективным будет использование вакуумного солнечного коллектора, так как эта схема является эффективной, как при плюсовых, так и при минусовых температурах окружающей среды. Местоположений по Республике Беларусь не имеет особых отличий, немного эффективнее будет использование в южной части, но разница незначительна. Также для эффективного использования необходимо подбирать коллекторы по вашему теплоснабжению. Если теплоснабжение будет недостаточным – это приведёт к различным поломкам в коллекторе, так что выбирать нужно с умом, продумав своё теплоснабжение не только в зимний, но и в летний период. Также необходимо учесть тот факт, что на отопление зимой одних солнечных коллекторов не хватит и придётся использовать дополнительный подогрев (электронный или на природном топливе).

Литература

1. Солнечный коллектор [Электронный ресурс] / Солнечный коллектор (плоский и вакуумный). - Минск, 2018. - Режим доступа: <http://solarcollector.by/solnechnyj-kollektor>. - Дата доступа: 06.05.2018.
2. Ваш дом TUT.by [Электронный ресурс] / Альтернативные источники энергии в частном доме: солнечные коллекторы, плюсы и минусы. - Минск, 2018. - Режим доступа: <https://vashdom.tut.by/news/construction-and-repair/424548>. - Дата доступа: 06.05.2018.

УДК 621.574.013

АБСОРБЦИОННЫЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ И КОМПРЕССИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Кацубо В.В., Скицунова И.А.

Научный руководитель - старший преподаватель Космачёва Э.М.

При проектировании систем хладоснабжения тип холодильной установки выбирается на основе технико-экономических расчетов. Поскольку основной статьей эксплуатационных расходов для холодильных машин всех типов являются затраты на энергию, методика сравнения энергетической эффективности различных типов холодильных установок представляет интерес.

В компрессионных и абсорбционных холодильных машинах используются различные виды энергии: в компрессионных – электрическая, абсорбционные потребляют энергию в виде теплоты, причем в последнем случае могут использоваться так называемые вторичные тепловые ресурсы.

АХУ, принципиальная схема которой представлена на рисунке 1, работает следующим образом. К ректификационной колонне Ib из абсорбера IX насосом X через теплообменник VII подводится крепкий раствор давлением p_K , т.е. раствор повышенной концентрации в состоянии 15, представляющий собой смесь хладагента (аммиака) и абсорбента (воды) с концентрацией $\xi_{кр}$. Этот раствор проходит через ректификационную колонну. При этом из состояния 15 крепкий раствор нагревается до температуры кипения, соответствующей $\xi_{кр}$ (точка 8) и образуются пары, равновесное состояние которых характеризуется точкой 1. Обогащенные летучим (аммиаком) пары движутся по колонне вверх, а обедненная жидкость стекает вниз в генератор Ia (состояние 9). Изменение состояния раствора в ректификационной колонне и генераторе изображено на i, ξ - диаграмме линией 15-8-9, в том числе 15-8 – подогрев крепкого раствора до кипения при постоянной $\xi_{кр}$, а 8-9 – изменение состояния кипящего раствора за счет уменьшения его концентрации от $\xi_{кр}$ до $\xi_{сл}$.

Для обогащения паров летучим компонентом в колонну необходимо возвращать флегму, которая образуется при конденсации паров, выходящих из колонны, в дефлегматоре за счет отвода теплоты с охлаждающей водой. В результате после колонны и дефлегматора концентрация паров значительно повышается. Довести концентрацию до единицы, т.е. получить после дефлегматора идеально чистый пар аммиака теоретически невозможно, т.к. для этой цели пришлось бы сконденсировать в дефлегматоре весь пар (флегмовое число $R \rightarrow \infty$). Поэтому концентрацию пара доводят до значения, отличающегося от единицы на доли процента. Процесс обогащения паров в колонне изображен кривой 1-2 на i, ξ - диаграмме (рисунок 1).

Генератор, ректификационная колонна и дефлегматор обычно компонуются вместе таким образом, чтобы обеспечить естественное движение паров вверх, а флегмы и крепкого раствора – вниз.

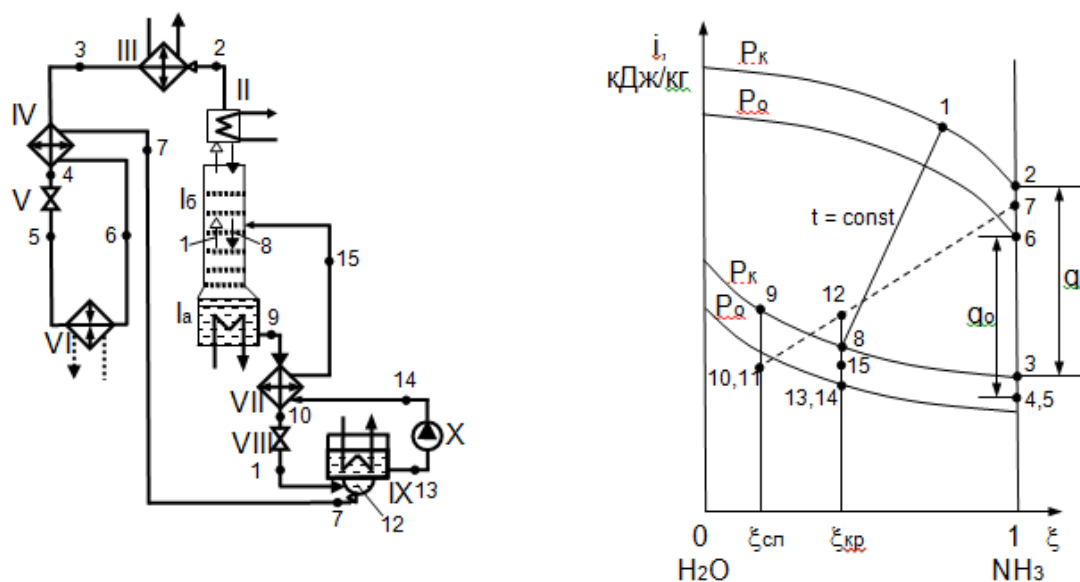
После дефлегматора пар аммиака поступает в конденсатор III – процесс 2-3, затем в охладитель, где дополнительно охлаждается парами хладагента из испарителя – процесс 3-4. Далее жидкий хладагент дросселируется в V ($i = \text{const}$, $\xi = 1 = \text{const}$, поэтому точки 4 и 5 совпадают). Но эти состояния относятся к разным давлениям: точка 4 к p_K , а точка 5 к p_0 . Т.е. в точке 4 - охлажденная жидкость (ниже пограничной кривой p_K), а в точке 5 - влажный насыщенный пар (т.к. выше пограничной кривой p_0).

После дроссельного вентиля хладагент поступает в испаритель VI, где в результате подвода теплоты извне он кипит и превращается в сухой насыщенный пар (процесс 5-6). Затем пары хладагента поступают в охладитель, где перегреваются, охлаждая жидкий

хладагент (процесс 6-7) и направляются в абсорбер IX. Там происходит смешение паров аммиака со слабым раствором (кубовым остатком), который перед этим охлаждается в VII (процесс 9-10 при $\xi_{\text{сл}} = \text{const}$) и дросселируется в VIII (процесс 10-11 при $i = \text{const}$ и $\xi_{\text{сл}} = \text{const}$, т.е. точки 10 и 11 совпадают). Итак, в абсорбере смешивается пар с состоянием в точке 7 и жидкость в точке 11. При адиабатном смешении состояние смеси на диаграмме определяется как точка пересечения прямой, соединяющей исходные состояния (на рисунке 1) с ординатой, соответствующей концентрации полученной смеси ($\xi_{\text{кр}}$). Т.е. на пересечении прямой 7-11 с ординатой $\xi_{\text{кр}}$ получена точка 12, которая при давлении p_0 оказалась выше

нижней пограничной кривой, следовательно, смесь в этом состоянии – влажный пар. Для превращения важного насыщенного пара в жидкий крепкий раствор из абсорбера отводится тепло, что изображается прямой 12-13. Далее крепкий раствор насосом X подается через теплообменник VII в ректификационную колонну. Т.к. в насосе $i \approx \text{const}$ и $\xi_{\text{кр}} = \text{const}$, то точки 13 и 14 совпадают. Процесс подогрева крепкого раствора в теплообменнике VII 14-15.

Применение теплообменника позволяет снизить удельный подвод теплоты в генераторе и удельный отвод теплоты из абсорбера. Следовательно, чем полнее осуществляется передача энергии в этом теплообменнике, тем экономически выгоднее. Однако температура крепкого раствора после теплообменника не должна превышать температуру его кипения при давлении в генераторе, т.е. энтальпия точки 15 не должна превышать энтальпию точки 8, т.е. $i_{15} \leq i_8$ или $t_{15} \leq t_8$.



Ia – генератор, Ib – ректификационная колонна, II – дефлегматор, III – конденсатор, IV – охладитель, V, VIII – дроссельный вентиль, VI – испаритель, VII – теплообменник, IX – абсорбер, X – насос

Рисунок 1. Принципиальная схема и процесс работы абсорбционной холодильной установки

Тепловой баланс установки:

$$q_{\text{подв}} = q_{\text{отв}},$$

$$q_{\text{подв}} = q_c + q_o,$$

$$q_{\text{отв}} = q_a + q_k + q_d.$$

Расход ХА (аммиака):

$$G = \frac{Q_o}{q_o}, \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Тепловая нагрузка:

генератора $Q_T = G \cdot q_T$, абсорбера $Q_A = G \cdot q_A$, конденсатора $Q_K = G \cdot q_K$,
 дефлегматора $Q_D = G \cdot q_D$, теплообменника $Q_{TO} = G \cdot q_{TO}$.

Холодильный коэффициент:

$$\varepsilon = \frac{q_0}{q_2}.$$

При сравнении КХУ и АХУ используется понятие условное топливо. Энергетическим показателем любой холодильной установки является холодильный коэффициент ε : отношение полезного эффекта (количество выработанного холода Q_0) к затраченной энергии. Для компрессионной холодильной установки (КХУ) $\varepsilon_K = \frac{Q_0}{N_K}$, где N_K - мощность привода компрессора.

Энергетическая целесообразность сравниваемых типов холодильных установок в значительной мере зависит от удельных расходов топлива на выработку теплоты b_T и электроэнергии b_{ε} . Причем b_{ε} является сравнительно стабильной величиной, а b_T может изменяться в достаточно широком диапазоне в зависимости от источника выработки теплоты (котельная, ТЭЦ). В случае если источником теплоты является ТЭЦ, то b_T определяется параметрами свежего пара и пара в отборе турбин.

Так, если для заданных условий работы в компрессионной установке получен холодильный коэффициент $\varepsilon_K = 4$, то равноэкономичная ей по расходу топлива абсорбционная установка должна иметь следующие холодильные коэффициенты: при теплоснабжении от котельной $\varepsilon_A = 1,7$, при теплоснабжении от ТЭЦ с начальными параметрами пара 13 МПа, 555 °С и использовании пара из отбора давлением 0,1 МПа $\varepsilon_A = 0,68$.

При использовании в качестве источника теплоты вторичных энергетических ресурсов промышленного предприятия абсорбционная холодильная установка становится энергетически целесообразной даже при весьма малых значениях холодильного коэффициента.

Литература

1. Холодильные и воздухоразделительные установки: учеб. - метод. комплекс/ Э.М. Космачёва.- Минск, 2018.-147с.

УДК 665.725

СИНТЕТИЧЕСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ В КАЧЕСТВЕ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВА КОТЕЛЬНЫХ

Болбас И.А., Иванова О.А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Седнин В.А.

Синтетический природный газ (SNG) — газ, полученный в результате смешения воздуха с каким-либо газом либо смесью газов, имеющий теплотворную способность, равную теплотворной способности метана. В процессе смешивания образуется гомогенная смесь, которая может быть непосредственно использована в горелках в качестве прямой замены природному газу.

Синтетический природный газ, или SNG, получается в смесительных установках низкого или высокого давления путем смешения сжиженной фазы газа (в основном, СУГ – сжиженный углеводородный газ) и воздуха. Под названием «сжиженные углеводородные газы» имеются в виду смеси низкомолекулярных углеводородов – пропана и бутана. Их основное отличие состоит в легком переходе из газообразной фазы в жидкую и наоборот. Смесительные установки для получения синтетического природного газа состоят из обязательного технологического оборудования: емкости для хранения и подачи СУГ в смесительную систему, насосное оборудование, компрессоры для подачи воздуха и газа, испарительная установка СУГ, смесительная установка, ресивер-сепаратор (где происходит само смешение) и другое оборудование для надежной и безопасной эксплуатации системы. Схематично синтетический газ получается при смешении паровой фазы СУГ и воздуха в диффузоре, далее смесь SNG для окончательного смешения поступает в емкость-ресивер. Для получения синтетического газа одинакового состава на протяжении всего процесса смешения, давление воздуха и газа должно быть постоянным и неизменным. Полученный синтетический природный газ SNG должен обладать теми же химическими характеристиками, что и замещенный им газ.

В некоторых случаях в результате технологических процессов выделяются газы с нестандартной (либо изменяющейся) теплотворной способностью; в таких случаях и проще, и дешевле поставить смесительную установку для производства SNG, чем разрабатывать специальные газогорелочные устройства для данных технических условий. Основное использование SNG в мировой практике — замена природному газу, дающая возможность быстрого перевода систем газоснабжения с одного источника топлива на другой. В случае одномоментного переключения с одного энергоносителя на другой, ни потребители, ни газоиспользующие устройства «не замечают» смены потребляемого топлива.

Во многих развитых странах (США, Канада и др.) использование СУГ в качестве источника резервного питания для работающих на природном газе котельных является стандартным решением. В котельных установках с использованием СУГ (рис. 2) емкости для хранения запаса топлива располагаются ниже уровня поверхности земли. В составе оборудования такой котельной основными элементами являются также технологическая обвязка емкостей, насосная группа, испарительная и смесительная системы, часто объединенные в один блок. Подача паровой фазы к горелкам котельной осуществляется посредством термо-изолированных трубопроводов.

С технической точки зрения, недостатком пропан-бутана как резервного топлива является его отличие от природного газа по физико-химическим свойствам, из-за чего оборудование, предназначенное для работы на природном газе, не может быть «напрямую» переведено на использование пропан-бутана. Однако данная проблема имеет эффективное технологическое решение. Оптимальные свойства, практически аналогичные свойствам природного газа, пропан приобретает в смеси с воздухом. Типовой состав такой смеси — около 57% пропана и около 43% воздуха.

Использование пропано-воздушной смесительной установки позволяет избежать простоев и затрат, связанных с переводом газового оборудования на другой вид топлива.

Производительность таких систем варьируется в широких пределах. Спектр их возможных применений ограничен только доступностью пропан-бутана, а также специфическим характером ряда производственных процессов, не допускающих использования газа с примесью азота.

СУГ дешевле мазута и дизтоплива, при этом значительно экологичнее их. Парк хранения СУГ зимой не нужно обогревать, что уменьшает эксплуатационные расходы.

Использование SNG в качестве резервного топлива экономически целесообразно при непрерывных технологических процессах, таких как сталелитейные производства, стекольные заводы, фабрики по производству керамики и т.п. Как правило, все подобные объекты являются нестандартными и нуждаются в изготовлении индивидуального проекта смесительной установки с учетом экономических, конструкторских и технологических особенностей объекта.

Преимущества использования синтетического природного газа SNG

Кроме ценовой выгоды при выработке и использовании синтетического природного газа, существует и ряд других преимуществ. Например, производство SNG может работать круглогодично. Тепловые потери от его использования в системе теплоснабжения предприятий – всего 1 % по сравнению с 15% при использовании СУГ. Для перевода технологического оборудования (трубопроводы, клапаны, задвижки и т.п.) не требуется полная его замена, так как химический состав практически идентичен.

Таким образом, синтетический природный газ SNG доказал свою экономическую, технологическую и теплоэнергетическую выгоду, что отражается во все большем его использовании в различных областях промышленности.

Литература

1. Смесительные установки для создания синтетического природного газа SNG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gazovik-lpg.ru/cat/smesitelnie_ustanovki/ – Дата доступа: 17.03.2018.
2. Самые важные факты о свойствах СУГ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gazsever.com/o-szhizhennom-gaze> – Дата доступа: 17.03.2018.

УДК 628.1

ВОДОСНАБЖЕНИЕ МИНСКА

Северин В. Ф., Фирсова В. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Среди искусственных водных объектов на территории Белоруссии особое место занимает Вилейско-Минская водная система (ВМВС), построенная в 1968—1976 гг. Это первый в республике крупный гидротехнический комплекс по переброске речного стока из бассейна Балтийского моря в центральную и далее в южную часть РБ, т. е. к бассейну Черного моря.

Как и многие древнейшие города, Минск возник на берегах реки. Пока город был небольшим, естественным источником его водоснабжения служила река Свислочь, а в удаленных от нее районах выкапывались неглубокие колодцы. Вода Свислочи постепенно загрязнялась, колодцы в застроенной части нередко оказывались вблизи мест бытовых стоков. Это вызывало различные эпидемические заболевания.

Значительный рост город получил во второй половине XIX в. В этот период в Минске возникли десятки фабрично-заводских предприятий. Выросло население города. Прежняя практика водоснабжения уже не могла удовлетворить. Это заставило городскую управу принять решение о создании водопровода. В 1871 г. было начато его строительство. Первые шахтные колодцы глубиной до 30 м сооружены в 1873 г. в долине Свислочи (недалеко от того места, где сейчас находится цирк). Первая водопроводная сеть имела небольшую протяженность и снабжала водой только центральную часть Минска. Однако основная часть населения города, жившая на окраинах, и после постройки водопровода продолжала пользоваться речной и колодезной водой.

Но еще больший вопрос о водоснабжении Минска стал активно подниматься в послевоенное десятилетие: город активно отстраивался и рос, а вместе с ним росли и увеличивались промышленные производства. Воды, которую могла дать городу Свислочь, было явно недостаточно.

В начале 1960-х гг. было принято решение начать проектные работы по выбору водного источника, из которого можно взять воду, и разработке трассы ее переброски. По ряду критериев выбор пал на вариант переброски стока из Вилии.

Вилейско-Минская водная система — комплекс сложных гидротехнических сооружений, включающий Вилейское водохранилище, канал для переброски воды, ряд искусственных водоемов на Свислочи и отрегулированное русло реки до устья ее левого притока — р. Волмы включительно.

ВМВС протянулась с северо-запада на юго-восток по прямой на 140 км. Длина главного водотока системы, включающего канал и отрегулированное русло Свислочи, составляет более 200 км.

Создание Вилейско-Минской водной системы позволило коренным образом улучшить водообеспеченность Минска. Подача воды к городу в значительных объемах дает возможность надежно снабжать ею промышленность столицы, включая мощные теплоэлектрические станции. Вилейско-Минская водная система тесно связана со строящимися и эксплуатируемыми техническими водоводами, расположенными в различных районах города и обслуживающими десятки промышленных предприятий. Она подключена к системе хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Обводнение Свислочи улучшило условия работы водозаборов подземных вод вблизи реки, облегчило очистку городских стоков.

В результате технико-экономических расчетов уже в период строительства выяснилось, что себестоимость подаваемой в Минск вилейской воды после ее предварительной подготовки (фильтрация, озонирование) ниже, чем артезианской с наиболее удаленных водозаборов. Поэтому в процессе строительства было решено подключить часть районов города к этому новому источнику воды, что и было сделано в

десятой пятилетке. Частичное покрытие коммунальных нужд города в питьевой воде за счет ВМВС позволило значительно повысить надежность водоснабжения населения Минска и подавать в водопроводную сеть свыше 200 тыс. м³ в сутки.

На сегодняшний день хозяйственное и питьевое водоснабжение Минска осуществляется из подземных и поверхностных водозаборов. Самый удаленный из водозаборов находится на расстоянии около 60 км от Минска.

В Советский, Первомайский, Центральный, Партизанский, Заводской и большую часть Октябрьского районов вода подается из подземных, артезианских источников. А водоснабжение Фрунзенского, Московского, Ленинского и частично Октябрьского районов осуществляется из поверхностного источника — канала Вилейско-Минской водной системы.

На данный момент планируется перевести всё водоснабжение Минска на артезианскую воду.

Литература

1. В. Н. Плужников, Р. А. Станкевич, М. И. Малижонок, Д. Ф. Жуков. Вилейско-Минская водная система. — Мн.: «Университетское», 1987. — (Природа рек, озер и водохранилищ Белоруссии).

УДК 697.432

ОСОБЕННОСТИ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ГАЗОТУРБИННЫХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ

Малащук А.М., Музыкантова К.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чернышев В.И.

В настоящее время строительство электростанций различной мощности, использующих газовые турбины, работающие на природном газе, приобрело массовый характер. Причина этого: возможность достичь высоких экономических показателей по выработке электрической и тепловой энергии и обеспечить высокую конкурентоспособность с другими источниками получения электрической и тепловой энергии.

Выхлопные газы газовых турбин имеют высокую температуру - 350-450 °С. Именно использование теплового потенциала выхлопных газов и обеспечивает высокие энергетические показатели по отпуску тепловой энергии от электростанций с газовыми турбинами. ГТЭЦ как источники тепловой энергии для систем теплоснабжения имеют целый ряд существенных особенностей, отличающих их от обычных котельных. Эти особенности имеются как в тепловом, так и гидравлическом режимах отпуска тепловой энергии.

Вначале кратко перечислим основные особенности теплового режима отпуска теплоты от ГТЭЦ:

1. Высокие температуры выхлопных газов газовых турбин, что в принципе позволяет нагревать воду для систем теплоснабжения до температуры 150 °С и выше.
2. Зависимость отпуска тепловой энергии от нагрузки электрогенераторов.
3. Сложности в регулировании отпуска тепловой энергии.
4. Необходимость принятия нестандартных мер по защите поверхностей нагрева котлов-утилизаторов от коррозии.
5. Некоторые сложности в обеспечении тепловой энергией потребителей на территории самой ГТЭЦ.
6. Нестандартные графики температур воды в тепловой сети.
7. Способ оценки тепловой эффективности работы.

Принципиальной и главной особенностью ГТЭЦ является возможность получения горячей воды для целей теплоснабжения с температурой, существенно превышающей стандартные температуры в подающих трубопроводах тепловых сетей [1]. Это позволяет при сравнении альтернативных схем теплоснабжения существенно снизить капитальные затраты на строительство сетей за счет уменьшения диаметров трубопроводов, сократить эксплуатационные затраты за счет сокращения расходов электроэнергии на перекачку воды. Препятствием для повышения температуры воды могут являться технические характеристики котла-утилизатора (КУ), которые не всегда допускают нагрев воды до температуры выше 115 °С.

Поскольку ГТЭЦ производят одновременно электрическую и тепловую энергию, то неизбежно влияние графиков отпуска одного энергоносителя на график отпуска другого. Обычно все ТЭЦ работают по электрическому графику, и газотурбинные ТЭЦ не являются исключением. В итоге отпуск теплоты на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения от ГТЭЦ становится зависимым от электрической нагрузки ГТЭЦ, которая зависит от температуры наружного воздуха и может иметь месячную и суточную неравномерность. В этом случае возникнут особенно негативные последствия, если ГТЭЦ работает вне энергосистемы. Для правильной оценки режимов работы ГТЭЦ в течение всего года крайне желательно перед началом проектирования ГТЭЦ иметь информацию об изменении расхода электрической энергии потребителями в зависимости от температуры наружного воздуха или при среднемесячных температурах воздуха в районе строительства.

Температура наружного воздуха влияет на расход и температуру выхлопных газов. Газовые турбины работают наиболее экономично при низких температурах наружного воздуха, что определяет более низкие температуры и расходы выхлопных газов именно

тогда, когда системе теплоснабжения нужно значительное количество тепловой энергии. Возникает несоответствие потребностей в тепловой энергии возможностям ее получения. Как правило, летом потенциал ГТЭЦ по отпуску тепловой энергии оказывается полностью не использованным. Наличие в составе оборудования ГТЭЦ пиковой котельной позволяет исправить положение, конечно, если есть соответствующая потребность в тепловой энергии.

В обычной котельной регулирование количества отпускаемой тепловой энергии производится чаще всего поворотом задвижки или вентиля, изменяющих расход газа в котел. Таким образом, достаточно легко плавно регулировать требуемую температуру воды на выходе из котла на нужном уровне при постоянном, как правило, расходе воды. На ГТЭЦ регулирование отпуска тепловой энергии практически возможно изменением расхода выхлопных газов, проходящих через поверхность нагрева каждого КУ, и количеством работающих КУ. Однако тепловая мощность каждого КУ постоянно меняется в зависимости от электрической нагрузки генераторов и температуры наружного воздуха. Плавное регулирование температуры воды в тепловой сети в этом случае крайне затруднено или вообще невозможно. Дискретное изменение тепловой мощности КУ чаще всего требует специальных графиков температур воды в подающем и обратном трубопроводах.

Изменять расход выхлопных газов через поверхности нагрева КУ можно одним способом - пропустить часть газов через параллельный (байпасный) газоход. Такой газоход, как правило, является составной частью КУ. Более того, для требуемого распределения потока выхлопных газов между двумя газоходами, в них устанавливается система шиберов. Учитывая размеры выхлопных газоходов газовых турбин, достигающих нескольких метров в длину и ширину, распределение потока выхлопных газов между двумя газоходами представляется достаточно сложной задачей. Ее решение затрудняется еще и высокой температурой газов, вследствие чего со временем возможно коробление шиберных механизмов. Следует учесть и то, что КУ, как правило, располагаются достаточно высоко над землей, что затрудняет и ручное управление шиберными механизмами, особенно зимой.

Расчет изменения тепловой мощности КУ при изменении расхода выхлопных газов, проходящих через поверхности нагрева возможен, но реализация результатов расчета в повороте шиберов представляется чрезвычайно сложной.

Способы защиты поверхностей нагрева котлов и КУ от коррозии не отличаются. Необходимо поддерживать температуру воды на входе в котел или КУ на уровне, позволяющем избежать конденсации водяных паров, содержащихся в выхлопных газах, на поверхностях нагрева. Для этого температура воды перед поверхностью нагрева должна быть выше температуры точки росы выхлопных газов. Температура точки росы определяется содержанием двуокиси углерода CO_2 в продуктах сгорания газа. Содержание CO_2 определяется коэффициентом избытка воздуха при сжигании газа в камере сгорания и последующим разбавлением продуктов сгорания газа воздухом перед лопатками турбины.

Для большинства газовых турбин коэффициент избытка воздуха будет не менее 3-4, а температура точки росы на уровне 30-32 °С. Значение температуры точки росы чрезвычайно важно для правильного формирования гидравлического режима работы ГТЭЦ. Предполагая возможность некоторых неточностей в определении температуры точки росы, температуру воды на входе в КУ надо поддерживать на уровне 50 °С. Эта рекомендация накладывает ограничения на формирование температурного графика отпуска тепловой энергии от ГТЭЦ. Конечно, можно держать температуру воды перед КУ выше 50 °С, но вследствие этого возникнут трудности с отпуском тепловой энергии в теплое время года. Вероятно, что при обеспечении только нагрузки горячего водоснабжения потребуется нагревать воду в КУ до температур свыше 100 °С.

Следует иметь в виду, что на территории ГТЭЦ имеются объекты, которые надо снабдить тепловой энергией на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение (собственные нужды ГТЭЦ). Возникает проблема правильного определения графиков температур в тепловой сети для сторонних потребителей и потребителей собственных нужд. Естественно, что температурный график для сторонних потребителей будет определяющим, а температурный график для потребителей собственных нужд вторичным. Если на

территории ГТЭЦ нет котельной, которая может догреть воду, нагретую в КУ, то для сторонних потребителей расчетная температура воды в тепловой сети однозначно будет выбрана максимально допустимой техническими характеристиками КУ. Но такая температура воды может быть получена при расчетной температуре наружного воздуха только в одном случае, когда через КУ проходит расчетный расход выхлопных газов и расчетный (паспортный) расход воды. Этим условием ограничивается максимально возможный отпуск тепловой энергии по принятому температурному графику: расчетная тепловая мощность одного КУ, помноженная на их количество. При этом расчетный расход воды в тепловой сети должен быть равным расчетному расходу воды через один КУ, также помноженному на их количество. Только при выполнении указанных условий температурные графики у сторонних потребителей и потребителей собственных нужд могут быть одинаковыми. Однако такой случай маловероятен. Наиболее вероятно, что через КУ расход воды превышает расчетный, соответственно температура воды после нагрева в КУ будет ниже расчетной, что и определит возможный температурный график для потребителей собственных нужд. Для сторонних потребителей потребуется догревать воду в котельной до стандартной по заданному температурному графику. Наличие котельной на территории ГТЭЦ или в непосредственной близости позволит иметь для всех потребителей одинаковые расчетные температурные графики.

Поскольку тепловая мощность КУ регулируется чрезвычайно сложно, можно построить графики температур воды в тепловой сети в предположении, что мощность не регулируется, т.е. в любой момент времени, независимо от температуры воздуха, в КУ получается столько тепловой энергии, сколько позволяет расход выхлопных газов и их температура. Такие графики будут несколько отличаться от стандартных графиков в системах теплоснабжения [1].

Поскольку КУ расположены высоко над землей, к каждому из них по воздуху, или внутри помещений идут два теплоизолированных трубопровода от магистральных трубопроводов, расположенных на уровне земли или под землей. В зимнее время не работающие КУ и идущие к ним трубопроводы, надо защитить от замерзания. Иногда выключение КУ связано с остановкой турбины, а иногда с отсутствием потребностей в тепловой энергии. Из КУ воду просто сливают, а в трубопроводах искусственно организуют движение воды, открыв предусмотренную для этого перемычку между ними. Это приводит к тому, что расходы воды через работающие КУ уменьшаются, а температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети окажется меньше температуры воды после каждого КУ. Этот факт должен быть обязательно учтен при расчете температурных графиков в тепловой сети. Вполне вероятно, что стандартные графики температур воды в сети окажутся непригодными.

Главным критерием экономичности работы системы теплоснабжения, в составе которой имеются ГТЭЦ и котельные, является коэффициент теплофикации [1]. Этот коэффициент характеризует долю ГТЭЦ в суммарном отпуске тепловой энергии данному конкретному объекту или, в другой редакции, долю тепловой энергии, которая получена без затрат топлива. Наиболее значимым является годовой коэффициент теплофикации, но его значения будут отличаться и в пределах месяца. Как правило, значения коэффициентов теплофикации в летние месяцы будут больше значений в зимние месяцы. Это связано с особенностью изменений расхода и температуры выхлопных газов от температуры наружного воздуха, о чем упомянуто выше. Для правильного определения коэффициента теплофикации необходимо знать закономерности изменения расхода и температуры выхлопных газов при любых температурах воздуха и мощности двигателя. Эти данные можно получить на заводе-изготовителе ГТУ. Следует иметь в виду, что изготовители газовых турбин и КУ, как правило, в паспортных данных приводят значения расходов и температур выхлопных газов при температуре воздуха 15 °С и номинальной электрической мощности. В других условиях и расходы, и температуры газов будут другими.

Литература

1. Е.Я. Соколов. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Издательство МЭИ, 2001, - 472 с.
2. В.П. Вершинский, Н.М. Коробов, З.П. Сорокина. Некоторые аспекты регулирования отпуска теплоты на теплоснабжение от газотурбинных ТЭЦ. - М.: «Промышленная энергетика». 2002, № 2, с. 29-31.
3. М.Б. Равич. «Эффективность использования топлива». - М.: Изд-во «Наука», 1977, 443 с.

УДК 620.92

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МАЛЫХ ГОРОДОВ, ПОСЕЛКОВ И НЕБОЛЬШИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

Северин В. Ф.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чернышевич В.И.

Реализация Государственной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов позволили повысить надежность и эффективность работы энергосистемы за счет модернизации и реконструкции существующих энергоисточников, ввода в эксплуатацию современных устройств и механизмов на ряде крупных ТЭЦ и ГРЭС, установки генерирующего оборудования в котельных больших городов, диверсификации топливного баланса энергосистемы и ряда других мероприятий. Что касается малых городов, городских поселков и населенных пунктов, то в их энергоснабжении особых изменений не произошло.

В последнее время актуальным стал вопрос о сбалансированности производства и потребления энергии, который легче всего достичь с помощью строительства мини-ТЭЦ и перевода котельных на когенерацию. В сравнении с традиционной схемой энергоснабжения это имеет существенные преимущества:

- Резко снижаются затраты энергии на ее транспорт;
- Появляется возможность комбинировать выработки электрической и тепловой энергии;
- В качестве топлива для источников энергии используются частично местные ТЭР;
- Имеется возможность использовать природный газ среднего и низкого давления;
- Небольшие источники энергии требуют меньшее количество газа, которое легче закупить;
- Отпадает нужда в строительстве газопроводов высокого давления.

Сбалансирование производства и потребления энергии особенно целесообразно в малых городах, городских поселках и других небольших населенных пунктах. При этом необходимо, чтобы основным видом топлива являлись МВТ, а резервным газ и нефтепродукты (мазут).

В качестве возобновляемых и местных источников энергии с учётом природных, географических и метеорологических условий республики являются: дрова; торф; гидроресурсы; ветроэнергетический потенциал; биогаз из отходов животноводства; солнечная энергия; биомасса; твёрдые бытовые отходы и др.

Остановимся на некоторых из них.

Основным возобновляемым местным видом топлива была и остается древесина и отходы ее на деревообрабатывающих предприятиях. Древесину и древесные отходы можно использовать для получения энергии не только путем прямого сжигания в топках котлов, но и для получения генераторного газа для последующего использования в небольших котлах и даже в небольших газовых турбинах.

В районах где расположены животноводческие фермы, птицефабрики рекомендуется использовать биогаз. Установки для производства биогаза из отходов животноводческих комплексов целесообразно использовать только с условием получения экологически чистого высококачественного органического удобрения. Только в этом случае они будут эффективны для внедрения за счёт пропорционального сокращения энергоёмкого производства минеральных удобрений. Применение биогазовых установок позволит также существенно улучшить экологическую обстановку вблизи крупных ферм и животноводческих комплексов, а также на посевных площадях, куда в настоящее время сбрасываются отходы производства.

Биомасса образуется за счет быстрорастущих растений и деревьев. В климатических условиях Беларуси с 1 га энергетических плантаций собирается масса растений в количестве

до 10 т вещества, что эквивалентно примерно 5 т у. т. При дополнительных агроприемах продуктивность гектара может быть повышена в 2 раза. Из этого количества биомассы можно получить 5-7 т жидких продуктов, эквивалентных нефти. Наиболее целесообразно использовать для получения сырья площади выработанных торфяных месторождений, на которых отсутствуют условия для произрастания сельскохозяйственных культур.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод. Для организации оптимального энергоснабжения малых городов, населённых пунктов приоритетное значение приобретает решение следующих первоочередных задач:

- Разработка схемы энергоснабжения всех райцентров, городов и других населённых пунктов;
- Строительство энергоисточников, у которых основным топливом является МВТ;
- Детальное изучение местных топливно-энергетических источников района, города, посёлка в числе которых водные ресурсы, энергия ветра, отходы древесины, биомасса, полученная с животноводческих ферм, из отходов сельскохозяйственной продукции, твердых бытовых отходов и т. д.
- Ускорение перевода существующих и промышленных котельных в мини-ТЭЦ с обязательной установкой котлоагрегатов, работающих на местном топливе.

Немаловажно, что в Республике Беларусь уже накоплен определённый опыт по строительству энергоисточников в малых городах, посёлках и других небольших населённых пунктах (мини-ТЭЦ на древесном топливе в Пружанах, мини-ТЭЦ на торфе в г. Речица), которые необходимо использовать при осуществлении новых проектов.

Литература

1. Братенков В.Н., Хаванов П.А., Вэскер Л.Я. Теплоснабжение малых населённых пунктов. — М.: Стройиздат, 1988.
2. Коваленко В.В., Ивашина А.В., Нагорный А.В., Кравцов А.В. Электроснабжение сельского хозяйства. — СтГАУ, АГРУС, 2004. —99с.
3. Левин М.С., Мурадян А.Б., Серых Н.Н. Качество электроэнергии в сетях сельских районов. —М.: Колос, 1975. —324с.

УДК 621.577

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ «ВОЗДУХ-ВОЗДУХ», «ВОЗДУХ-ВОДА»

Михолап К.А., Стельмах А.А., Чешкин А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

Тепловой насос или так называемое устройство для переноса и передачи тепловой энергии от источника с низкой температурой к теплоносителю с более высокой температурой. Тепловой насос работает по принципу холодильной машины. Однако если во втором устройстве основной целью является производство холода путём отбора теплоты из какого-то объёма испарителем, а конденсатор осуществляет передачу теплоты в окружающую среду, то в тепловом насосе принцип действия обратный. Конденсатор – это аппарат, который выделяет теплоту. Испаритель является теплообменным аппаратом.

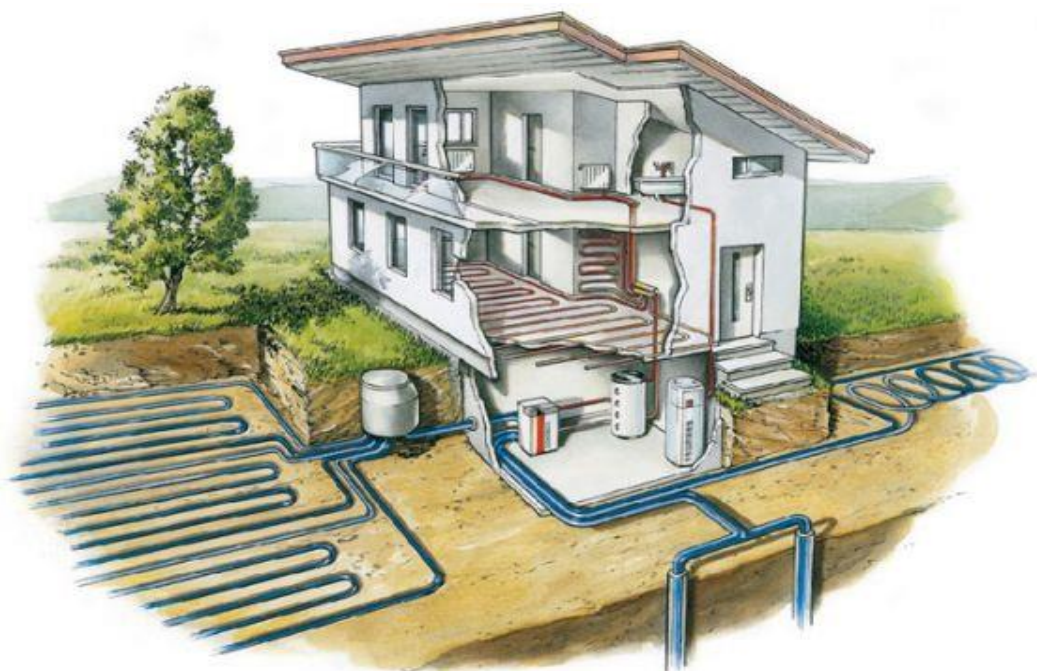
1. Тепловые насосы «Воздух-вода»:

Рисунок 1. Устройство и принцип работы теплового насоса «Воздух-вода»

Тепловые насосы «воздух-вода» превращают энергию из атмосферы в тепло для обогрева помещений. С помощью тепловых насосов можно отапливать здания обычным воздухом.

Современная установка «воздух-вода» — это качественное решение вопросов отопления. Она работает даже тогда, когда температура воздуха на улице около 0°C. Насосам «воздух-вода» не требуются просторные участки территории для заделки трубопроводов. Они могут применяться в городских домах и офисных помещениях.

Снаружи помещения устанавливается вентилятор. Система снабжена конденсатором, внутри которого залит хладагент.

Воздух с улицы нагревает хладагент. Когда температура повышается примерно до 5°C хладагент начинает испаряться, а также кипеть, тем самым переходя в газообразное состояние. Этот газ подается в компрессор. После происходит его сжатие, что сопровождается высвобождением большого количества тепла. Температура достигает до 70-75°C. Затем фреон поступает в конденсатор, отдавая свое тепло отопительному водяному контуру. Остыв, хладагент конденсируется и отправляется обратно в испаритель, после чего процесс повторится заново.

Эффективность теплового насоса определяет коэффициент преобразования - это отношение тепловой энергии, которую он вырабатывает, к затраченной электроэнергии. Коэффициент преобразования зависит как от конструкции самого насоса, так и от низкопотенциального источника теплоты и колеблется в пределах 2 - 7.

Преимущества: Применение тепловых насосов «воздух-вода» позволяет значительно сэкономить средства на отоплении.

Недостатки: КПД такого насоса гораздо выше летом, чем зимой. Можно включать при относительно слабых морозах, так как при **7 градусах Цельсия воздушный насос работать уже не будет**

2. Тепловые насосы «Воздух-воздух»:



Рисунок 2. Устройство и принцип работы теплового насоса «Воздух-воздух».

Преимущества: Быстрый монтаж. Этот тепловой насос устанавливается в любых зданиях, например, многоквартирный дом. Благодаря этому насосу можно обойтись без радиаторов и трубопроводов отопления. Позволяет быстро обогреть помещения.

Недостатки: При температуре воздуха около 0°C эффективность насоса заметно ниже.

Заключение: оба насоса широко используются как в некоторых предприятиях, так и в жилых домах для отопления и поддержания благоприятного состояния окружающей среды, необходимой потребителю.

Литература

1. <https://noviterbel.by/teplovye-nasosy-vozdux-voda-princip-raboty-preimushhestva/>
2. <http://santehnik.org.ua/stati/otoplenie/teplovoy-nasos>

УДК 602

СЖИЖЕНИЕ ГАЗОВ

Кулаков В.М., Мосевич С.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ярмольчик Ю.П.

Сжижение газов - переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Всякий газ может быть переведён в жидкое состояние, но необходимы определённые условия для этого. Сжиженный газ получают предварительным охлаждением его до температуры ниже критической (T_k) и последующей конденсацией в результате отвода теплоты парообразования (конденсации). Охлаждение газа ниже T_k необходимо для достижения области температур, при которых газ может сконденсироваться в жидкость (при $T > T_k$ жидкость существовать не может). Впервые аммиак был сжижен в 1792 г. голландским физиком М. ван Марумом. У каждого газа своя критическая температура.

Таблица 1 – Значения температур кипения, критических температур и работ сжижения

Газ	$T_{кип}$, К	T_k , К	$L_{мин}$, кВт•ч/кг	L_0 , кВт•ч/кг
Азот	77,4	126,2	0,220	1,2-1,5
Водород	20,4	33,0	3,31	15-40
Кислород	90,2	154,2	0,177	1,2-1,4
Воздух	78,8	132,5	0,205	1,25-1,5
Гелий	4,2	5,3	1,93	15-25
Аргон	87,3	150,7	0,134	0,8-0,95
Неон	27,1	44,5	0,37	3-4
Пропан	231,1	370,0	0,04	до 0,08
Этилен	169,4	282,6	0,119	до 0,3
Метан	111,7	191,1	0,307	0,75-1,2

Для достижения столь низких критических температур газов используют в основном следующие методы: испарение жидкостей; адиабатическое расширение газа с совершением внешней работы; использование эффекта Джоуля – Томсона. Применяются также различные охлаждающие смеси. Так, путем смешивания поваренной соли со снегом можно получить температуру ниже минус 20°C , а смешиванием хлороформа или эфира с твердой углекислотой - минус 77°C .

Метод испарения жидкостей. При испарении жидкость покидают наиболее быстрые молекулы, вследствие чего средняя кинетическая энергия оставшихся молекул уменьшается, и тело охлаждается. По принципу испарения жидкостей работают домашние холодильники. В качестве примера рассмотрим принцип работы парокомпрессионной холодильной машины. В этой холодильной машине для получения охлаждения используется испарение низкокипящих жидкостей. Основными элементами машин этого типа являются: испаритель, холодильный компрессор, конденсатор, теплообменник, терморегулирующий вентиль. В парокомпрессионной холодильной машине осуществляется замкнутый цикл циркуляции хладагента. В испарителе хладагент кипит (испаряется) при пониженном давлении и низкой температуре. Необходимая для кипения теплота отнимается от охлаждаемого тела, вследствие чего его температура понижается (вплоть до температуры кипения хладагента). Образовавшийся пар отсасывается компрессором, сжимается в нем до давления конденсации и подается в конденсатор, где охлаждается водой или воздухом. Вследствие отвода теплоты от пара он конденсируется. Полученный жидкий хладагент через терморегулирующий вентиль, в котором происходит снижение его температуры и давления, возвращается в испаритель для повторного испарения, замыкая, таким образом, цикл работы машины. Первая парокомпрессионная холодильная машина, работавшая на эфире, была построена Дж. Перкинсом (Англия, 1834 г.). В 1874 году К. Линде (Германия) построил аммиачную

парокомпрессионную холодильную машину, которая положила начало холодильному машиностроению.

Метод адиабатического расширения газа. Адиабатическим процессом называется процесс, происходящий без подвода и отвода теплоты. Данный метод основан на использовании расширительной машины – детандера. Термодинамически наиболее эффективным является метод сжижения газа с помощью детандера; этот метод в промышленных установках является основным. В поршневых детандерах сжатый газ движет поршень и охлаждается, в турбодетандерах - вращает турбину. В большинстве случаев после детандера газ дополнительно охлаждают дросселированием. Процесс расширения газа в детандере: $S = \text{const}$.

Эффект Джоуля – Томсона. Эффект Джоуля – Томсона состоит в изменении температуры газа в результате медленного протекания газа под действием постоянного перепада давления сквозь дроссель – локальное препятствие газовому потоку, например, пористую перегородку на пути потока. Газ совершает внешнюю работу – последующие слои газа проталкивают предыдущие, а над самим газом совершают работу силы внешнего давления, обеспечивающие стационарность потока.

Сжиженные газы находят широкое применение в технике. Азот идёт для получения аммиака и азотных солей, употребляемых в сельском хозяйстве для удобрения почвы. Аргон, неон и другие инертные газы используются для наполнения электрических ламп накаливания, а также газосветных ламп. Наибольшее применение имеет кислород. В смеси с ацетиленом или водородом он даёт пламя очень высокой температуры, применяемое для резки и сварки металлов. Вдувание кислорода (кислородное дутьё) ускоряет металлургические процессы. Доставляемый из аптек в подушках кислород действует как обезболивающее средство. Особенно важным является применение жидкого кислорода в качестве окислителя для двигателей космических ракет. Жидкий водород используется как топливо в космических ракетах. Жидкий аммиак нашёл широкое применение в холодильниках – огромных складах, где хранятся скоропортящиеся продукты. Охлаждение, возникающее при испарении сжиженных газов, используют в рефрижераторах при перевозке скоропортящихся продуктов. Газы, применяемые в промышленности, медицине, легче перевозить, когда они находятся в сжиженном состоянии, так как при этом в том же объёме заключается большее количество вещества. Подвергаемые сжижению газы должны очищаться от паров воды, масла и других примесей (например, воздух — от углекислоты, водород — от воздуха), которые при охлаждении могут затвердеть и закупорить теплообменную аппаратуру. Поэтому узел очистки газа от посторонних примесей — необходимая часть установок по сжижению газа.

Литература

1. Бондарев Б.В. Курс общей физики. В 3 кн. Кн. 3. Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества: учеб пособие / Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин. - 2-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2005. - 366 с.
2. Матвеев, А.Н. Курс общей физики: в 5 т. / А.Н. Матвеев. - М.: Высшая школа, 1976-1989. - Т. 2: Молекулярная физика.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики: учеб. пособие для втузов: в 3 т. / И.В. Савельев. - М.: Наука, 1989. - Т. 1: Механика. Молекулярная физика. - 432 с.
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: учеб. пособие для физ. спец. вузов: в 5 т. / Д.В. Сивухин. - М.: Наука, 1990. - Т. 2: Термодинамика и молекулярная физика. - 591 с.
5. Тюрин Ю.И. Ч.1. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика: учеб. пособие для технических университетов / Ю.И. Тюрин, И.П. Чернов, Ю.Ю. Крючков. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. - 502 с.

УДК 666.954

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Кулаков В.М., Мосевич С.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Романюк В.Н.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших задач, стоящих перед экономикой каждой страны. Постепенное истощение запасов органического топлива, рост цен на энергоносители, ухудшение экологической ситуации, усиление конкуренции на мировых рынках промышленной и сельскохозяйственной продукции и услуг делают проблему рационального использования энергии все более острой. Необходимо не просто повышение, а кардинальное увеличение эффективности использования энергоресурсов на всех стадиях: производства, передачи и потребления. Одним из таких мероприятий является использование побочных энергопотоков промышленных предприятий. Наибольший для нас интерес представляют низкотемпературные тепловые побочные потоки (до 50 °С), которые составляют значительную долю по объёму выбросов промышленных предприятий и районов. В данном докладе рассматриваются теплонасосные установки (ТНУ), которые являются одним из технических решений по эффективному использованию низкотемпературных побочных энергетических ресурсов (ПЭР) в качестве как регенерируемых, так и утилизируемых потоков, сопрягаемых как с котельными, так и с ТЭЦ.

Тепловым насосом является устройство непрерывного действия, получающее энергию в форме теплоты и в форме работы, которая затем передаётся окружению в форме теплоты, при этом температура теплоприёмника выше температуры окружающей среды. В тепловом насосе рабочее тело всегда совершает обратный термодинамический цикл, в котором к рабочему телу подводится меньшее количество теплоты и при меньшей температуре, а отводится большее количество теплоты и при более высокой температуре, разность этих теплот равна затраченной работе. Сам тепловой насос в зависимости от конечного продукта может работать и в качестве холодильной машины, то есть температура теплоотдатчика будет ниже температуры окружающей среды. Для характеристики обратного термодинамического цикла теплового насоса используется отопительный коэффициент μ , под которым понимается отношение теплоты, сообщённой в обратном термодинамическом цикле нагреваемой системе, к работе, затраченной в этом цикле. В свою очередь, характеристикой цикла холодильной машины является холодильный коэффициент ϵ , под которым понимается отношение теплоты, отведённой в обратном термодинамическом цикле от охлаждаемой системы, к работе, затраченной в этом цикле. Тепловые насосы в зависимости от вида потребляемой энергии подразделяются на следующие группы. Если потребляемой является механическая энергия для привода компрессора, то тепловой насос является механическим (компрессионным), если тепловая энергия – теплоиспользующим. В теплоиспользующих ТНУ в качестве рабочих тел применяются в основном бинарные растворы. Наиболее распространён водный раствор бромистого лития LiBr, который является высококипящим компонентом, абсорбирующим (поглощающим) водяные пары (низкокипящий компонент). Данный цикл реализован в абсорбционных тепловых насосах (АБТН). В компрессионных ТНУ в качестве хладагентов в основном используются фреоны, синтезированные на базе углеводородов. Данные хладагенты претерпевают фазовые переходы. Сам цикл реализуется в парокомпрессионном тепловом насосе (ПКТН).

Использование в энергетике тепловых насосов позволяет эффективно утилизировать первичные энергетические ресурсы (ПЭР). Данные технологии на сегодняшнем уровне обеспечивают уже не менее 40% снижения расхода топлива и финансов на получение сетевой и технологической горячей воды. Для потоков тепловой энергии возможна как внутреннее использование (регенерация), так и внешнее (утилизация). Регенерация (рекуперация) энергии во всех случаях является более эффективной, чем её утилизация, так

как она позволяет снизить потребление энергоресурса непосредственно в технологической установке. Внутреннее использование тепловых побочных ресурсов можно осуществить на предприятиях путём установки АБТН, где одновременно будет проходить и охлаждение оборотной воды, и нагрев сетевой воды системы теплоснабжения. В результате такого решения можно снизить расход топлива, а также уменьшить рассеивание испарительными градирнями в окружающую среду. Примером внешнего использования может служить установка АБТН на ТЭЦ для охлаждения оборотной воды, которая потом используется на предприятии. Данное решение позволяет напрямую экономить топлива, что крайне выгодно данному предприятию, при этом внутреннее теплоиспользование не исключает, а только дополняет его. Также одним из примеров использования тепловых насосов может служить применение ПКТН в сушильных установках. Отводимая от насоса теплота используется для предварительного подогрева воздуха, тем самым экономится теплота, подведённая от внешнего источника.

Таблица 1 – Основные характеристики ПКТН и АБТН

Характеристика	ПКТН	АБТН
Единичная мощность	От нескольких кВт до нескольких МВт	От сотен кВт до десятков МВт
Температурный уровень потоков, °С -утилизации -потребителю	от -32 до 45 до 140	от 20 до 45 До 85
Энергия для работы ТНУ	Электрическая	Тепловая
КПД (COP) в условиях РБ	2-4	1,4-2,2
Срок эксплуатации, лет	20	30
Основное оборудование	Компрессор и ТА	ТА

Основными показателями энергетической эффективности для тепловых насосов является отопительный коэффициент μ (COP), а также соотношение затрат на привод АБТН или ПКТН и выручки от полученной тепловой энергии. Соотношение затрат и выручки для АБТН напрямую зависит только от отопительного коэффициента, при этом чем больше COP, тем больше экономия средств на обеспечение в прежних объёмах тепловой энергией. Соотношение затрат и выручки для ПКТН зависит не только от отопительного коэффициента, но и от соотношения тарифов на электроэнергию и тепловую энергию. Экономия средств идёт при $COP > T_{\text{эз}}/T_{\text{тэ}}$.

Современные теплонасосные установки позволяют изменить ситуацию с утилизацией и регенерацией низкотемпературных тепловых потоков и принести значительную финансовую выгоду. Эффективность применения технологии трансформации теплоты определяется соотношением классического набора факторов: стоимости оборудования, затрат на его эксплуатацию, стоимости энергетических ресурсов, тарифов на электрическую и тепловую энергию, коэффициента использования установленной мощности. Основным же условием является наличие соответствующего побочного энергоресурса требуемого объёма и качества. АБТН и ПКТН не следует противопоставлять. У каждого типа своя область применения в зависимости от условий и поставленной задачи.

Литература

1. Романюк, В. Н. Основы эффективного энергоиспользования на производственных предприятиях дорожной отрасли: учеб. пособие / В. Н. Романюк, В. Н. Радкевич, Я. Н. Ковалёв; под ред. Я. Н. Ковалева. — Минск: УП «Технопринт», 2001. — 291 с.
2. Рудченко, А.В. Первый проект с применением абсорбционного теплового насоса большой мощности реализован в Беларуси / А. В. Рудченко, И. В. Кочемазов // Энергия и Менеджмент. — 2017. — № 1. — С. 18–21.

3. Седнин, В.А. К вопросу о повышении эффективности отопительных котельных и мини-ТЭЦ / В. А. Седнин, Д. М. Райко, В. М. Левин // Энергия и Менеджмент. — 2014. — 2015. — № 1(82). — С. 12–17.
4. Трубаев, П. А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. — 142 с.
5. Хрусталёв, Б. М. К вопросу развития энергообеспечения промышленных теплотехнологий и систем теплоснабжения в Беларуси. Взгляд в ближайшее будущее и обозримую перспективу / Б. М. Хрусталёв, В. Н. Романюк, В. А. Седнин и др. // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. — 2014. — № 6. — С. 31–47.

УДК 621.937:004.942

NANOCAD. УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Демешкевич А.А., Чечуха В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

NanoCAD - Российская универсальная САПР-платформа, содержащая все необходимые инструменты базового проектирования, выпуска чертежей и разработки приложений с помощью открытого API.

После проведенных исследований мы выяснили, что nanoCAD - это простое в использовании приложение для САПР, которое обеспечивает отличный пользовательский интерфейс, обеспечивая высокую производительность, полную функциональность, классический интерфейс и встроенную поддержку формата .dwg. nanoCAD был создан для предоставления проектной и проектной документации для всех отраслей промышленности. nanoCAD включает в себя полный набор базовых и расширенных инструментов для создания стандартных файлов DWG, совместимых с DWG. nanoCAD предоставляет инновационные, совместные и настраиваемые функции для повышения эффективности. nanoCAD включает в себя несколько API-интерфейсов, позволяя чему-либо от рутинной автоматизации задач до сложной разработки приложений САПР.

При работе NanoCAD реализует очень эффективный и простой в освоении пользовательский интерфейс CAD в классическом стиле. Он предлагает элементы набора команд и элементов интерфейса, которые будут знакомы и удобны для пользователей многих других совместимых приложений САПР. Любой человек с опытом AutoCAD будет чувствовать себя как дома, используя nanoCAD, с самого начала.

Для сохранения и редактирования рисунков в NanoCAD использовали стандартный формат файла DWG (*.dwg) изначально. Рисунки, созданные или отредактированные в nanoCAD, могут использоваться практически любой другой популярной системой САПР без преобразования или потери данных. Когда у нас не получалось открыть чертеж из другой системы из-за повреждения или мы хотели провести аудит открытого чертежа для ошибок или нам необходимо уменьшить размер файла, nanoCAD предоставляет команды Audit, Recover and Purge.

Работая с NanoCAD, мы выяснили, что он включает в себя обширный набор инструментов для создания и редактирования 2D / 3D объектов. Для создания большинства геометрических элементов доступно несколько способов рисования. Это продуманные команды редактирования объектов позволяют изменять чертежи с минимальными щелчками мыши. Многоцветные блоки и ссылки на внешние чертежи упрощают и ускоряют процесс рисования. Расширенные функции определения размеров позволяют создавать любые измерения несколькими способами.

В ходе нашего исследования мы установили, что NanoCAD имеет мощный редактор таблиц в стиле Excel с широким набором возможностей, включая возможность создания таблиц, содержащих ячейки со встроенными макросами и формулами.

Механизм сценариев nanoCAD позволяет средним пользователям автоматизировать повседневные задачи. Пользователи могут писать макросы, используя Visual Basic Script, Java Script или любой другой язык сценариев, поддерживаемый Microsoft Windows, а также встроенный LISP.

NanoCAD имеет несколько типов API для создания приложений САПР поверх своих основных функций. NRX - это C++ и .NET API, очень похожий на ARX AutoCAD. Это позволяет легко переносить приложения на основе AutoCAD на nanoCAD. Это объектно-ориентированный, компактный и надежный программный интерфейс.

NanoCAD также предлагает MultiCAD API™ для C++ и .NET, революционный инструмент разработки для создания бинарных совместимых приложений для разных платформ САПР. Приложения, разработанные с помощью MultiCAD API, смогут работать не только в nanoCAD, но и в других совместимых CAD-системах, включая AutoCAD.

Диалог настроек сюжета nanoCAD позволяет вам устанавливать несколько сюжетных областей и создавать многостраничные графики. Это может быть особенно полезно для печати больших рисунков на принтерах с меньшим выходным форматом. Команда Batch Plot создает и печатает наборы чертежей. Это удобно, когда вам нужно распечатать существующие проекты. Он также поддерживает вывод чертежей в одиночные или многостраничные файлы сюжетов.

В связи со всем вышеизложенным становится очевидно, что nanoCAD является мощной и универсальной САПР-платформой, которая может быть очень полезна для студентов и преподавателей теплоэнергетических специальностей, а также инженеров при проектировании, расчете и анализе котельных, тепловых электрических станций, холодильных машин, кондиционных установок и других термодинамических систем.

Литература

1. Полещук Н.Н. Путь к nanoCAD/ Полещук Н.Н. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2017. – 365 с.
2. nanoCAD [Электронный ресурс]/ nanoCAD.-Режим доступа: <https://nanocad.com/products/nanoCAD/>. – Дата доступа: 26.04.2018.
3. Магма-компьютер [Электронный ресурс]/ Магма-компьютер | nanoCAD ОПС: шкафы, боксы, АКБ. – 2014. – Режим доступа: <https://mcad.ru/node/1331>. – Дата доступа: 26.04.2018.

УДК 531/534+514.86+ 681.3

ANSYS

Завадский В.С., Пальчех С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в сфере автоматических инженерных расчётов (CAE, Computerized Engineering) и КЭ решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование — изготовление — испытания». Система работает на основе геометрического ядра Parasolid.

Программная система КЭ анализа ANSYS разрабатывается американской компанией ANSYS Inc.. Компания также выпустила другие системы КЭ моделирования, в том числе Design Space, AI Solutions (NASTRAN, ICEMCFD); предназначенные для использования в более специфических отраслях производства.

В качестве стратегического партнёра фирма сотрудничает со многими компаниями, помогая им провести необходимые изменения. Предлагаемые фирмой ANSYS Inc. средства численного моделирования и анализа совместимы с некоторыми другими пакетами, работают на различных ОС. Программная система ANSYS сопрягается с известными CAD-системами Unigraphics, CATIA, Pro/ENGINEER, Solid Edge, Solid Works, Autodesk Inventor и некоторыми другими.

Программная система ANSYS является довольно известной CAE системой, которая используется на таких известных предприятиях.

Первая реализация программы значительно отличалась от последних её версий и касалась только решения задач теплопередачи и прочности в линейной постановке. Как и большинство других программ того времени, она работала в пакетном режиме и лишь на супер-ЭВМ.

Для энергетических компаний, которые занимаются вопросами производства, потребления и сбережения энергии, создание новых технологий и инновационных решений крайне необходимо для развития бизнеса. Передовые научные и инженерные достижения во многих дисциплинах и отраслях стимулируют поиск новых источников энергии, более эффективных продуктов и процессов для устойчивого развития и соответствия более жестким требованиям экологической безопасности.

Решения компании ANSYS, Inc. используются для оптимизации конструктивных решений и инженерных концепций энергосберегающих и энергоэффективных технологий, а также для производства энергии. Инструменты инженерного моделирования помогают решать широкий спектр задач, например, задачи глубоководного бурения нефтяных и газовых скважин, задачи бурения скважин в суровых природных условиях, задачи использования обогащенного угля, задачи снижения уровня выбросов вредных веществ в окружающую среду, задачи возведения и модернизации атомных и угольных электростанций, задачи оценки и разработки технологий для возобновляемых источников энергии. Применимость программных продуктов ANSYS к отрасли энергетики является следствием того, что компания в течение многих лет уделяет особое внимание изучению этого отраслевого сегмента и непрерывно инвестирует в расширение возможностей программного обеспечения.

Глобальный спрос на электроэнергию непрерывно растет на всех этапах потребления, от генерирования, передачи электроэнергии до конечного потребления индивидуальными

лицами и организациями. В то же время, происходящий сегодня переворот в области энергетики и связанные с ним достижения требуют устойчивого развития. Высокая стоимость энергоресурсов и необходимость повышения экономической эффективности предприятий создают такие оптимальные условия для инновационных компаний, в которых удобно и выгодно заниматься исследованиями альтернативных источников энергии. Инструменты инженерного моделирования позволяют выполнить глубокую качественную оценку производительности, оптимизировать конструктивные решения, применяемые в возобновляемых источниках энергии.

Множество программных продуктов, предназначенных для инженерного моделирования в области энергетики, обладают низкой надежностью и практически нулевой отказоустойчивостью, что приводит к частому необоснованному выключению программного обеспечения и повышенным расходам на его эксплуатацию. Использование подобных программных продуктов часто приводит к тому, что моделирование происходит вслепую, с необходимостью закладывать в конструкцию больший запас прочности, чем необходимо. Моделирование при помощи технологии ANSYS позволяет получить подробные, глубокие знания об изделии и выполнить прогнозирование сил, нагрузок, тепловых и разрушающих с высокой точностью. Кроме того, данное программное обеспечение прошло сертификацию по стандарту ISO-9001 и соответствует стандартам качества NQA-1 для выполнения конструкционного анализа в атомной промышленности.

Внимание к изучению вредных выбросов от электростанций, нефтеперерабатывающих заводов, технологических участков, заводов по переработке топлива неуклонно растет во всем мире. Поскольку содержание в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект, повышается, а требования к экологической безопасности ужесточаются, мы можем наблюдать усиление политического контроля за выбросами углекислого газа в атмосферу. Инструменты компьютерного инженерного моделирования компании ANSYS позволяют изучать различные аспекты модернизации оборудования, новые конструктивные решения, повышающие безопасность, задачи ликвидации последствий возможного загрязнения окружающей среды и заблаговременно оценивать финансовые затраты для принятия решений. Оптимизация и получение максимальной эффективности от процесса горения часто позволяет добиться наивысших результатов в вопросе снижения выбросов от топочных камер. При этом для дальнейшего снижения выбросов обычно требуются газоочистители и системы улавливания газов, в которых смешивание и распределение потоков является критичным для производительности. Также необходимо убедиться в конструкционной целостности нефтедобывающего оборудования, чтобы избежать возможного разлива нефти и дорогостоящего простоя в суровых природных условиях.

В энергетике безопасность является ключевым аспектом, поэтому для ее обеспечения необходимо решить ряд задач, чтобы не допустить возможность парового взрыва на угольных электростанциях, избежать накопления и возгорания газа на буровой морской платформе, а также соблюсти все требования безопасности, предъявляемые к ядерным установкам. Конечно-элементный решатель компании ANSYS исторически развивался как средство для выполнения анализа безопасности и использовался в атомной промышленности еще в 1970х. Технологии ANSYS постоянно находят все более широкое и частое применение в этой области. Новейшие знания в области физики и возможности сверхсовременного компьютерного оборудования позволяют строить более детализированные и точные модели, позволяя повысить отдачу от компьютерного инженерного моделирования без ущерба для безопасности.

Литература

1. Ansys [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/601745>. Дата доступа: 06.05.2018.
2. Применение Ansys в энергетике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cae-expert.ru/industry/energetika>. Дата доступа: 06.05.2018.

УДК 004.89

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА SKETCHBOOK DESIGNER

Лагойко А.А., Зеленкевич Ю.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

SketchBook – это графическая программа, которая предназначена для выразительного рисунка и эскизов.

Приложение SketchBook вышло в сентябре 2009 года. Первоначально она была разработана Alias Systems Corporation, но в настоящее время принадлежит Autodesk. Производители надеялись получить примерно 100 000 загрузок в год, но за первых 50 дней они уже получили миллион загрузок [1].

Я исследовала программу SketchBook Designer. Она имеет инструменты для рисования, такие как карандаши, маркеры и кисти. Ее можно использовать в любое время и с любого носителя, например, с графических планшетов, планшетных компьютеров и, конечно же, смартфонов, используя их чувствительные к давлению функции программа создает эффекты, похожие на традиционные материалы.

При ее использовании я сделала вывод, что ей легко работать, так как она имеет удобный интерфейс. Также не имеет значения, что и для каких целей необходимо рисовать. Это может быть пейзаж, шарж, эскиз транспортного средства или технический рисунок. Там есть инструменты для реализации любых идей.

Открыв SketchBook Designer (Рис. 1), я сразу же нашла все необходимые инструменты, так как они находятся все наверху в виде иконок: карандаши, ручки, кисти, маркеры, пульверизаторы и т.д. Если потянуть ползунок в окне настроек, которое появится сразу после выбора инструмента, то можно с легкостью изменить толщину и тип линии. А если необходимо поменять цвет, то нужно просто нажать на понравившийся оттенок в Редакторе цвета (Color Editor), который всегда находится в рабочей области.



Рисунок 1. Инструменты в SketchBook.

Также SketchBook Designer имеет ряд преимуществ по сравнению с другими графическими программами, а именно в нем сочетаются два редактора: растровый и векторный.

В векторном режиме редактора можно управлять любой геометрией, поскольку она описана математически (Рис. 2). Любая кривая непрерывная, что позволяет создавать огромные изображения отличного качества при минимальном размере файлов.



Рисунок 2. Векторная кривая.

В растровом режиме SketchBook Designer позволяет передавать любые тона и оттенки изображения (Рис. 3), что недостижимо для векторной графики.



Рисунок 3. Растровый рисунок

Еще там есть система слоев. Слои организованы таким образом, что на каждом листе — свои изображения, настройки и степень прозрачности. Кроме того, там можно работать с масками слоя, которые позволяют делать геометрию неактивной, не скрывая ее, а значит можно изменять часть изображения, не затрагивая основного рисунка.

И конечно же там есть 3D сетка (Псевдотрехмерная сетка) (Рисунок 4), которую можно активировать, и которая поможет соблюсти пропорции изометрического вида.

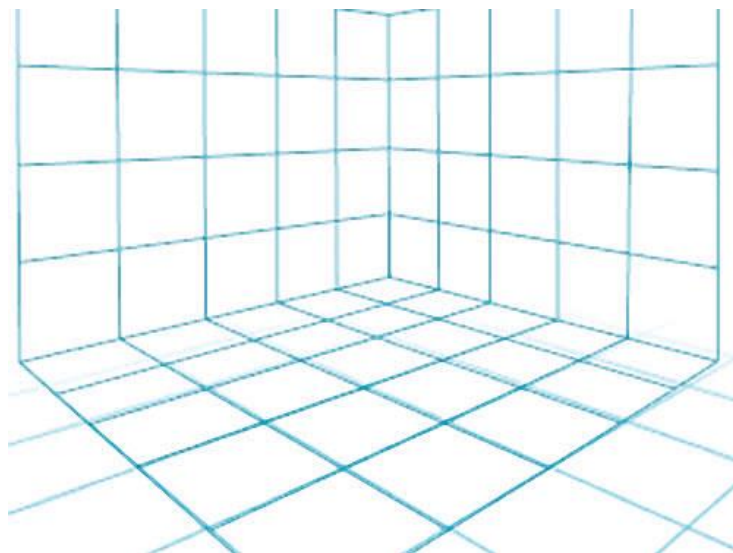


Рисунок 4. Псевдотрехмерная сетка

И нельзя забывать о том, что Autodesk активно осваивает новые технологии. Более миллиона скачиваний подтверждают тот факт, что линейка программ SketchBook пользуется популярностью и интересна не только профессиональным дизайнерам, но и обыкновенным людям.

Литература

1. Официальный сайт Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autodesk.com/products/sketchbook-designer>. – Дата доступа: 01.05.2018

УДК 330

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СХЕМ ГОРОДСКОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АБСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Янчук В.В., Страчинский С.И., Пестрак А.В.

Научный руководитель – к.т.н. Муслина Д.Б.

В статье рассчитана экономическая эффективность применения абсорбционного теплового насоса в тепловой схеме отопительной газовой котельной для расчетных нагрузок города Бобруйска по сравнению с традиционной схемой без теплового насоса.

В данной работе выполнен теоретический анализ эффективности использования теплоты конденсации водяных паров уходящих дымовых газов с помощью абсорбционного теплового насоса на примере районной газовой котельной города Бобруйска.

Потери теплоты с уходящими дымовыми газами – главный фактор, влияющий на показатель эффективности работы котла. Чем выше температура уходящих дымовых газов, тем ниже показатель эффективности. Уменьшение температуры газов от 200 до 60 °С обеспечивает утилизацию только физической теплоты газов и медленный рост тепловой эффективности. А при охлаждении дымовых газов ниже точки росы (около 55 °С), водяной пар начинает конденсироваться, что вызывает резкое увеличение показателя эффективности. То есть, охлаждение дымовых газов ниже точки росы – важное условие при утилизации теплоты.

Работа конденсационных котлов определяется системой, к которой они подключены, а именно, температурой обратной сетевой воды. Что касается системы отопления в городах, то температура обратной воды может достигать 55°С, что недостаточно для конденсации водяных паров дымовых газов. Значит, для полной регенерации теплоты в районных системах отопления с высокой температурой обратной сетевой воды, необходимо создать приемник теплоты с температурой, ниже температуры конденсации дымовых газов и обеспечить высокий коэффициент теплопередачи от потока дымовых газов к нагреваемой ими среде.

Система, которая отвечает поставленным задачам, включает в себя абсорбционный тепловой насос и контактный теплообменный аппарат[1], рисунок 1.

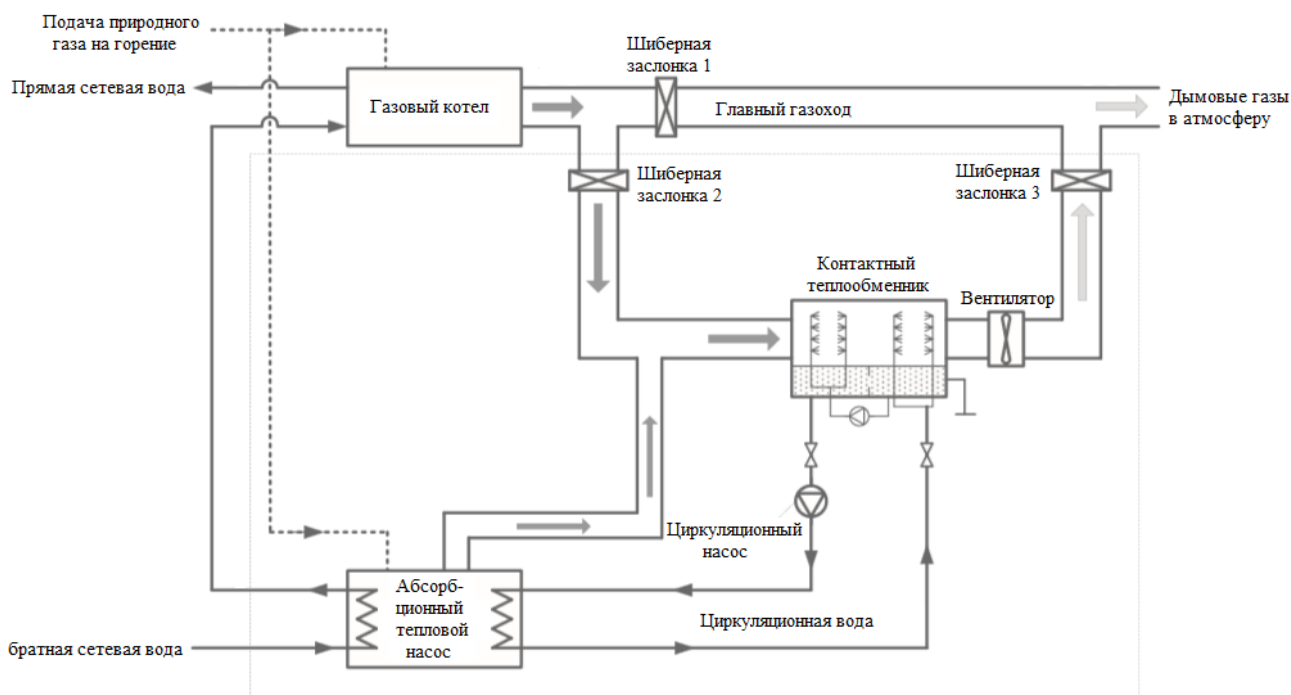


Рисунок 1. Структурная схема котельной с АБТН.

Первоначально на котельной был установлен только газовый котел и главный газоход, остальные элементы встраиваются в процессе модернизации. При работе системы шиберная заслонка 1 закрыта, а 2 и 3 – открыты, и дымовые газы вместо сброса в атмосферу идут в теплообменный аппарат. Высокопотенциальным источником теплоты в абсорбционном насосе являются продукты сгорания природного газа, которые, отработав, также направляются в теплообменный аппарат. Эти два потока смешиваются перед подачей в теплообменник. Низкопотенциальным источником теплоты в абсорбционном тепловом насосе является циркуляционная вода, которая поступает в контактный теплообменник из испарителя теплового насоса. Циркуляционная вода распыляется посредством группы форсунок и, нагреваясь, охлаждает дымовые газы. Затем циркуляционная вода идет в испаритель теплового насоса.

Обратная сетевая вода перед подачей в котел частично нагревается посредством теплового насоса. Это количество теплоты равняется сумме теплоты газа, сжигаемого в тепловом насосе, и теплоты, переданной циркуляционной воде в теплообменном аппарате. После предварительного нагрева сетевой воды в тепловом насосе, она поступает в газовый котел, где догревается до необходимой температуры.

Таким образом, подобная система имеет следующие особенности:

- абсорбционный тепловой насос позволяет создать контур циркуляционной воды, температура которой достаточно низкая для охлаждения дымовых газов ниже точки росы;
- в целях увеличения коэффициента теплопередачи используется контактный теплообменный аппарат;
- отработавшие в тепловом насосе дымовые газы также полезно используются;
- вода из системы теплоснабжения напрямую не контактирует с дымовыми газами, что позволяет избежать риска коррозии трубопроводов.

По климатологическим данным [2] рассчитана суммарная требуемая годовая тепловая нагрузка котельной [3]: 32767,9 МВт·ч.

Годовое потребление газа котельной до установки АБТН при данной тепловой нагрузке составляет 3521,33 тыс.м³, а годовые затраты средств на топливо на котельной составляют 601,71 тыс.у.е.[4]. Расчет производился для АБТН с отопительным коэффициентом $COP_{hp} = 1,72$ [5].

Максимальная оправданная мощность устанавливаемого АБТН равна 1,5 МВт. В этом случае количество теплоты, отводимое с дымовыми газами, составит 1613 кВт·ч (при КПД котла 92 %). В то время как в контактном теплообменнике будет регенерироваться 1308 кВт·ч. Потери теплоты с дымовыми газами составят около 300 кВт·ч при их охлаждении до 38 – 40 °С.

Годовая выработка АБТН мощностью 1,5 МВт составит 12600 МВт·ч. Котельная будет покрывать оставшуюся часть нагрузки – 20176,9 МВт·ч. Расход газа на котельную в этом случае будет составлять 2167,3 тыс.м³. Количество энергии, подводимой к АБТН с природным газом, в пересчете на расход газа будет составлять 787,23 тыс.м³.

Общие финансовые затраты на топливо после установки АБТН будут составлять 504,86 тыс.у.е. Экономический эффект по стоимости топлива за год равен 96,85 тыс.у.е., что в относительных единицах составляет 16 %. Капиталовложения на установку АБТН такой мощности составляют 202,8 тыс.у.е., с учетом строительно-монтажных работ и стоимости контактного теплообменника.

Простой срок окупаемости данной модернизации составит 2,09 лет.

Такая модернизация обеспечивает значительную экономию первичного топлива, способствует уменьшению себестоимости продукции предприятия. Кроме того, снижается количество вредных выбросов в окружающую среду.

Полученные результаты являются теоретической основой для внедрения энергосберегающих проектов на городских и районных котельных, ввиду их энергетической и экономической целесообразности.

1. Total heat recovery of gas boiler by absorption heat pump and direct-contact heat exchanger/Kan Zhu [et al.] // Applied Thermal Engineering. – 2014. – Vol.71. – P.213-218.
2. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. - М.: Стройиздат, 1983.
3. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. Проф. Б. М. Хрусталёва. – Мн.: Изд-во АСВ, 2008. – 784 ил.
4. Цены (тарифы) на энергоресурсы [Электронный ресурс] // Министерство энергетики Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.minenergo.gov.by/deyatelnost/ceni_tarifi/ – Дата доступа: 10.10.2017.
5. Романюк В.Н., Бобич А.А., Муслина Д.Б., Коломышкая Н.А., Мальков С. В., Бубырь Т.В. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для повышения её энергетической эффективности // Энергия и Менеджмент. — 2013. — № 1. — С. 14-19.

УДК 004.42

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА «ПОТОК»

Малюжанец Ж.А., Станкевич П.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

Программа ПОТОК предназначена для выполнения тепло-гидравлического расчета 1-2 трубных, коллекторных (плитусных, лучевых) систем тепло-холодоснабжения или центрального водяного отопления теплоносителем - вода или раствор, с постоянным или скользящим перепадом температур (в случае присоединения потребителей по однотрубной системе) в зданиях любого назначения с централизованным или отдельным теплоучетом. Тепло/холод передается в помещения местными нагревательными приборами, калориферами, фэнкойлами, с организованным и не организованным учетом тепла в системе. Сложные по конфигурации системы (однотрубные, бифилярные и двухтрубные стояки и пр.) можно разделять на отдельные расчетные блоки с последующим автоматическим объединением с целью гидравлической увязки и получения общей спецификации оборудования в формате MS Word и AutoCAD.

VSV - программа для аэродинамического расчета систем вентиляции, аспирации и пневмотранспорта. Системы вентиляции рассчитываются - приточные, вытяжные. Воздуховоды - круглые, прямоугольные. Системы аспирации и пневмотранспорта - вытяжные с круглыми воздуховодами. По конфигурации - разветвленные (или коллекторные {паукообразные}) с одним или двумя вентиляторами. Допускается проектировать расчетный участок из разных материалов, типов воздуховодов и т. п. Для этого предусмотрено описание участка системы несколькими под участками с использованием общего номера участка. Напор вентилятора определяется расчетом или задается. Увязка систем производится плоскими или конусными шайбами (диафрагмами) или расходами воздуха.

RTI - Программа для расчета потерь тепла и инфильтрации помещениями зданий. Программа предназначена для определения потерь тепла зданиями и сооружениями различного назначения с учетом потерь тепла на инфильтрацию. Программа имеет накопитель климатических данных места застройки, вспомогательную информацию о параметрах воздуха в зависимости от климатических данных, автоматическое определение площадей зон пола на грунте с учетом/без утепляющего слоя. Расчетом определяются основные потери тепла и потери тепла на инфильтрацию через ограждающие конструкции; потери тепла по помещениям; потери тепла помещениями здания с расчетными нагрузками для проектирования отопления; коэффициенты теплопередачи и толщины утепляющего слоя, температура на поверхности слоев конструкций и в углах помещений, температуры точки росы, потери тепла по укрупненным показателям (по формуле Ермолаева).

KALOR - программа для расчета калориферов и воздухонагревателей, подбор типовых приточных камер, секций орошения. Программа предназначена для подбора индивидуальных калориферных установок, обеспечивающих подогрев заданного количества воздуха на требуемый перепад температур для: секций подогрева приточных камер; воздушно-тепловых завес; пропарочных камер. Программа имеет накопитель климатических данных места застройки, вспомогательную информацию о параметрах воздуха в зависимости от климатических данных. Компоновка установки производится программно из набора предлагаемых компоновок, или конструируется пользователем.

BOLER - программа для тепловых расчетов бойлерных установок. Программа предназначена для выполнения тепловых расчетов бойлерных установок, состоящих из скоростных водо-водяных односекционных теплообменников, пароводяных, двухходовых и четырех ходовых ПП1 и ПП2. Основные функции - расчет бойлерных установок для параллельных схем, пароводяного теплообменника, пароводяной бойлерной установки, состоящей из соединенных последовательно пароводяного (охладителя конденсата) теплообменников, двухступенчатой, последовательной схемы, двухступенчатой смешанной схемы, двухступенчатой смешанной схемы с ограничением максимального расхода сетевой

воды на ввод, водонагревателей скоростных кожухотрубных с блоком опорных перегородок (по ГОСТ 27590-88 Е).

STOL - программа для расчёта воздухообмена предприятий общественного питания, расчёт, подбор и анализ работы кондиционера. Программа предназначена для определения параметров приточного воздуха, составления воздушного баланса в основном для горячего цеха предприятий общественного питания (столовых, кафе, ресторанов и т. п.) с учетом установленного модулированного и/или иного оборудования в горячем цехе, на линии раздачи.

VIBROS - Программа для расчёта выбросов котельной трубой.

Универсальность программы:

Производители запорно-регулирующей арматуры Европы вместе со своей продукцией, для успешного её продвижения, предлагают собственные программы расчёта систем и подбора арматуры. Программы адаптированы под наши нормы. Но позволяют использовать в проекте только изделия своей фирмы и только для узкого спектра назначения зданий и конструктивных особенностей систем. Как правило, это двухтрубные системы. Заказчики проектно-сметной документации при смене партнёра по поставкам оборудования зачастую ставят проектные организации перед выбором: иметь в своём арсенале индивидуальные и освоенные программные системы всех потенциальных поставщиков или освоить только одну на все возможные проектные ситуации. И этой программой является ПС «ПОТОК».

Литература

1. Поток – программа для расчета систем отопления, охлаждения теплоснабжения калориферов и оборудования [Электронный ресурс] / Программы для расчёта систем отопления, холодоснабжения, вентиляции. – Режим доступа: <http://www.potok.ru>. – Дата доступа: 30.04.2018.
2. Поток 2005 [Электронный ресурс] / Программы для расчёта систем отопления, холодоснабжения, вентиляции. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com>. – Дата доступа: 30.04.2018.

УДК 621.311.243

ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, КОТОРЫЕ ИЗМЕНЯТ МИР

Лешкевич А.А., Пасюк А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Прокопеня И.Н.

"Солнце может быть крупнейшим в мире источником электроэнергии к 2050 году". Любая инновация в секторе возобновляемых источников энергии является беспроигрышным вариантом. Компании генерируют доход, а потребители могут покупать более дешевый и экологически чистый источник энергии, поддерживая зеленое движение.



Рисунок 1- Рулонные солнечные панели.

Одно из интересных изобретений создала британская компания Renovagen. Она запустила проект "рулонные солнечные панели". Эти панели имеют форму длинного мата, который может быть с легкостью развернут в различных местах. Эта компания изначально разработала солнечную ферму, а затем решила выпустить "солнечный мат". Солнечный мат представляет собой блок 18KW, который может быть развернут с помощью прицепа, примерно за две минуты, и большую систему до 300kW, которая может быть развернута менее чем за час, что очень интересно. Идея была разработана в качестве технологической помощи по устранению последствий стихийных бедствий, а также для оказания гуманитарной помощи.

Еще одно из интересных изобретений - солнечные дороги (SolaRoads). Они состоят из сотен солнечных панелей, установленных вдоль дорог и велосипедных дорожек так, чтобы транспортные средства могли ездить по тем же дорогам, которые обеспечивают их энергией. Этот проект производит генерацию энергии с помощью солнечного света, которое падает на дорожные покрытия каждый день. Солнечные панели выполнены из сборных железобетонных плит, 2,5 x 3,5 м по размеру, покрытые полупрозрачным слоем из закаленного стекла, примерно один сантиметр толщиной. При чем верхний слой был специально разработан, чтобы отталкивать грязь и быть долговечным.

Следующее изобретение, которое мы отметили и которое может удивить и открыть много интересного и нового – солнечные воздушные шары. Благодаря сочетанию солнечных фотоэлектрических панелей, производства водорода и топливных элементов, солнечные шары разворачиваются над облаками, чтобы генерировать энергию 24 часа в сутки.

Солнечные воздушные шары могли бы преодолеть некоторые из ограничений стандартных наземных солнечных панелей, а также, что очень хорошо и действительно нужно, они будут гарантировать энергию днем и ночью. Эта система сочетает в себе производство солнечной электроэнергии в течение дня с производством водорода, который служит в качестве носителя для хранения энергии, для производства электроэнергии в топливном элементе. Исследователи утверждают, что воздушные шары могут производить в три раза больше электроэнергии чем наземные солнечные системы.



Рисунок 2 - Солнечные воздушные шары.

Следующее изобретение, которое полезно в своей эксплуатации – это умные стекла, которые могут вырабатывать энергию. Ученые Национальной лаборатории возобновляемой энергии Минэнерго США разработали термохромные оконные стекла. Новая технология позволяет стеклам преобразовывать солнечный свет в электричество — причем делается это с высокой степенью эффективности. Создатели стекол использовали в своей работе перовскиты и однослойные углеродные нанотрубки. Реагируя на тепло, стекла становятся прозрачными или тонированными – это зависит от степени освещения помещения. Затемненность достигается за счет молекул метиламина. Они высвобождаются при воздействии тепла и поглощаются, если происходит охлаждение. Цветовая гамма меняется в течение трех минут. В итоге затемненное окно может вырабатывать электроэнергию. Если стекло остается прозрачным, то оно в среднем проводит 68% лучей видимой части спектра. В затемненном состоянии этот показатель составляет 3%. Таким образом был найден компромисс между прозрачностью стекла и его способностью служить солнечным элементом. А прозрачным оно становится, когда солнце скрывается за горизонтом. Коэффициент полезного действия этой солнечной батареи составляет порядка 11,3%. Но как мы заметили проблема пока заключается в том, что исследователям не удалось сбалансировать работу такого стекла, сделав ее более эффективной. Однако работа над проектом продолжается. Если разработчики устранят ряд проблем, то эта технология может применяться как в зданиях, так и в автомобилях. Еще одно ее предназначение в том, что ее можно использовать для зарядки смартфонов, а также для обеспечения током мелкой электроники в транспортном средстве.

Очередным открытием стало оконное отопление. Что в некотором роде схоже с умными стеклами. Оно позволило превратить поверхность окон в эффективную батарею. На стекло наносят специальный состав, который активно поглощает лучи солнца. Свет аккумулируется и преобразовывается в электроэнергию. Нанесение состава не делает стекло непрозрачным, поскольку плёнка очень тонкая и совершенно бесцветная. Так же, разработка позволяет потреблять не только прямые лучи, но и рассеянный свет при пасмурной погоде. Такие фотоэлементы не портят внешний вид здания и не требуют добавочного места для монтажа.

Еще одно изобретение, в нашем исследовании, пожалуй, самое приятное для людей. Это использование солнечной энергетики в повседневной жизни, т.е. в бытовой технике. Презентовано несколько интересных новинок, из которых больше всего нам понравился

гриль GoSun. С его помощью легко можно тушить, варить, жарить и готовить на пару блюда на 8 персон с использованием чистой природной энергии. В таких приборах тепло аккумулируется внутри вакуумной трубки благодаря наличию алюминиевых листов-концентраторов, которые разогревают внутреннюю часть печки-гриль до 200°C за 2 минуты. Есть еще один интересный момент при приготовлении таким способом. Это то, что не вырабатывается вредный дым, который загрязняет атмосферу и способствует развитию парникового эффекта.

Данное открытие, пожалуй, самое весомое и нужное. Как известно, солнечный свет можно использовать не только для прямой и непосредственной генерации электроэнергии, запасаемой в аккумуляторах или подаваемой в электрическую сеть. Его можно преобразовывать в горючее топливо, хранимое сколько угодно и сжигаемое по мере необходимости. Для этого достаточно лишь подключить солнечную батарею к двум электродам, опущенным в воду, которая в процессе электролиза начнет разделяться на составляющие компоненты – водород и кислород. Водород можно улавливать и хранить в герметичных емкостях, используя, например, затем в экологически чистом транспорте. Но в данном способе есть одна неразрешенная до сих пор проблема – это материалы, из которых сделаны электроды. Из-за высокой химической активности процесса требуются редкие и дорогостоящие металлы.

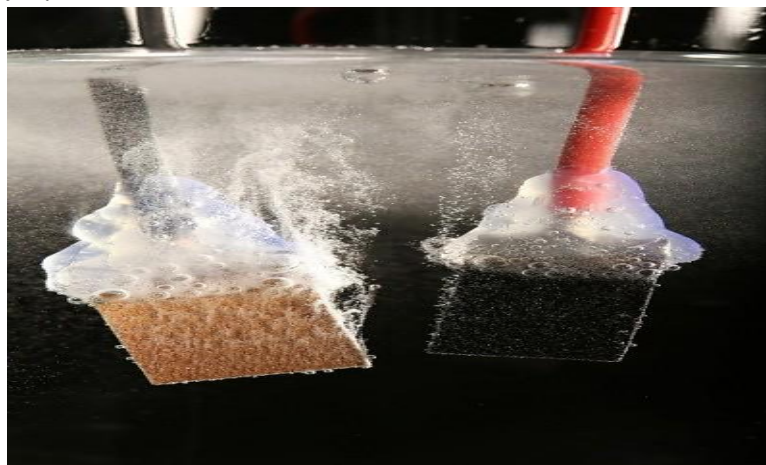


Рисунок 3 - Производство топлива

Литература

1. Солнечная энергетика [Электронный ресурс]/ солнечная энергетика. -Режим доступа: <http://www.tokmaksolar.com.ua/ru /857-tri-innovatsii-solnechnoj-energii-kotorye-mogli-by-izmenit-mir />. – Дата доступа: 25.04.2018.
2. Солнечная энергетика [Электронный ресурс]/ солнечная энергетика. -Режим доступа: <https://qwizz.ru /новые-технологии-солнечной-энергетики/>. – Дата доступа: 25.04.2018.

УДК 004.89

AUTOCAD 2016. ИЗМЕНЕНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ПРЕДЫДУЩИМИ ВЕРСИЯМИ

Зеленкевич Ю.В., Лагойко А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Петровская Т.А.

AutoCAD — двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения, разработанная компанией Autodesk.[1]

AutoCAD и специализированные приложения, основанные на нем, нашли широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других отраслях. Программа доступна на 18 языках.

В области двумерного проектирования AutoCAD по-прежнему позволяет использовать базовые графические примитивы для получения более сложных объектов. Кроме того, программа предоставляет очень широкие возможности для работы со слоями и аннотативными объектами (размер, текст, нотація). Начиная с версии 2010, AutoCAD поддерживает реализацию двумерного параметрического чертежа.

Версия AutoCAD 2016 включает в себя полный набор инструментов для комплексного 3D-моделирования (поддерживается твердое, поверхностное и многоугольное моделирование). AutoCAD позволяет получать высококачественную визуализацию моделей с использованием системы рендеринга mental ray. Также в программе реализовано управление 3D-печатью (результат моделирования можно отправить на 3D-принтер) и поддержка точечных облаков (позволяет работать с результатами 3D-сканирования).

При исследовании мы обнаружили ряд изменений:

- Интеллектуальные размеры. Размещение на свой слой
- Линейка для редактирования многострочного текста размеров
- Рамка вокруг текста мультивыноски и мультитекста
- Привязка к геометрическому центру
- Перемещение/копирование (повышение производительности)
- Предварительный просмотр команд (расширение списка)
- PDF-подложки (улучшено)
- Пометочные облака (улучшено)

В пользовательском интерфейсе произошли следующие изменения:

В AutoCAD 2016 появилась поддержка режима Drag-n-drop для вкладок листов. Это оценят проектировщики, использующие большое количество листов, т.к. новая функция позволяет удобно перемещать или копировать листы в строке состояния, автоматически проматывая меню вкладок.[1]

Строка состояния может автоматически регулировать ширину окна приложения, перемещая значки во вторую строку.

В 2016 версии AutoCAD произошло ускорение перемещения или копирования больших объемов данных при отображении чертежа в визуальном стиле 2D-каркас (Рисунок 1). [1]



Рисунок 1. Перемещение или копирование объектов.

В 2016 версии предварительный просмотр команд был расширен на команды: Переход, Стереть, Повернуть, Растянуть и Масштаб.

Улучшена производительность работы с PDF-подложками. Масштабирование и панорамирование PDF подложек стало быстрее. Возможен поиск по текстовым объектам подложки. При сохранении чертежа в PDF появилась возможность управлять качеством векторных и растровых данных, разбивать текст на графику, появились новые элементы управления для гиперссылок и закладок (Рисунок 2).



Рисунок 2. Работа с PDF-подложками.

Удобнее стало работать с пометочными облаками: появились дополнительные настройки для управления длиной дуги, редактирование формы облака возможно с помощью ручек, стало возможным преобразования объекты в облака и дополнять облако новыми сегментами.

В 3D моделировании произошли следующие изменения:

Команды Сечения расширены до получения сечения с облаков точек (Рисунок 3).



Рисунок 3. Сечение с облаком точек.

Облака точек теперь поддерживают прозрачность, которая устанавливается через палитру инструментов.

Литература

1. Официальный сайт AutoCad[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cad.ru/ru/software/detail.php?ID=32258>. – Дата доступа: 07.05.2018

УДК 621.577

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ЧАСТНОГО СЕКТОРА

Стома Д.М., Губар Е.Г., Кот А.С.

Научный руководитель — старший преподаватель Петровская Т.А.

Виды агрегатов наглядное представление о вариантах устройства тепловых насосов представляет их классификация по виду теплоносителя на внешнем и внутреннем контурах конструкции. Получать энергию устройство может из: грунта; воды; воздуха. Внутри дома полученная тепловая энергия может использоваться в системе отопления, а также для подогрева воды или для кондиционирования воздуха. Поэтому различают несколько видов тепловых насосов в зависимости от сочетания этих элементов и функций. Система «грунт-вода» Получение тепла из грунта считается одним из самых эффективных для этого типа альтернативного отопления, поскольку уже примерно в пяти метрах от поверхности температура грунта остаётся достаточно постоянной, мало подвержена изменениям погодных условий. В качестве теплоносителя на внешнем контуре используется специальная жидкость, которую принято называть рассолом. Это экологически безопасный состав. Наружный контур теплового насоса типа «грунт-вода» выполняют из пластиковых труб. Разместить их в грунте можно горизонтально или вертикально. В первом случае могут понадобиться работы на значительной площади, от 25 до 50 кв. м на каждый киловатт мощности насоса. Площади, отведённые под устройство горизонтального коллектора, нельзя использовать для сельскохозяйственных нужд. Здесь допустима только разбивка газона или высадка однолетних цветущих растений. Для сооружения вертикального коллектора понадобится ряд скважин глубиной 50-150 метров. Поскольку температура грунта на такой глубине выше и устойчивее, такой геотермальный тепловой насос считается более эффективным. Для передачи тепла в этом случае используются специальные глубинные зонды.

Насос «вода-вода». Не менее эффективным выбором может стать тепловой насос «вода-вода», поскольку на большой глубине температура воды остается достаточно высокой и постоянной. В качестве источника низкопотенциальной тепловой энергии могут использоваться: открытые водоёмы (озёра, реки); грунтовые воды (скважины, колодцы); сточные воды промышленных технологических циклов (обратное водоснабжение). Принципиальных отличий в конструкции теплонасосов «грунт-вода» или «вода-вода» не имеется. Наименьших затрат потребует сооружение теплонасоса, использующего энергию открытого водоёма: трубы с теплоносителем нужно снабдить грузом и погрузить в воду. При использовании потенциала грунтовых вод понадобится более сложная конструкция. Может потребоваться сооружение дополнительного колодца для сброса воды, которая проходит через теплообменник.

Универсальный вариант «воздух-вода» По эффективности этот тепловой насос уступает другим моделям, поскольку в холодное время года мощность его ощутимо снижается. Однако для его монтажа не требуется сложных работ по выемке грунта или по сооружению глубоких скважин. Нужно только выбрать и установить подходящее оборудование, например, прямо на крыше дома. Несомненным преимуществом этой конструкции является способность повторно использовать тепло, которое покидает обогреваемые теплонасосом помещения с отработанным воздухом или водой, а также в виде дыма, газа и т. п. Чтобы компенсировать недостаток мощности воздушного теплонасоса в зимний период, следует предусмотреть варианты альтернативного отопления. Наименее затратным вариантом может стать тепловой насос воздух-воздух, для сооружения которого не нужны сложные работы по созданию традиционной системы водяного отопления в помещениях.

Преимущества и недостатки системы. Установка теплового насоса дома и включение его в систему отопления или создание полноценной отопительной станции решит ряд насущных проблем и имеет следующие преимущества: это автономная система отопления,

единственным централизованным элементом которой является подключение к электросети; этот способ позволяет значительно сэкономить на дорогостоящих энергетических носителях, которые традиционно применяются для отопления и существенно снизить затраты на коммунальные услуги. Средний Коэффициент преобразования теплоты равен 3,5 – 4,5. Из 1 кВт электроэнергии насос вырабатывает от 3 до 7 кВт тепла. Это самые высокие показатели среди всех видов котлов, работающих на любом топливе; система безопасна для здоровья человека и для экологии. Она помогает сберечь невозобновляемые энергоресурсы планеты; пожарная безопасность и невоспламеняемость деталей. Этот котёл не перегревается, не взрывается, не горит, не выделяет угарный газ; один насос может вырабатывать как тепло, так и холод, обеспечивая нужный микроклимат в доме, а также нагревать воду для бытовых нужд; долговечность – по опыту европейских жителей срок службы оборудования составляет 20-50 лет; комфорт и бесшумная работа. Управление системой осуществляется с помощью автоматики; установка насоса не требует согласований, которые нужны при монтаже, например, газового оборудования. К недостаткам можно отнести относительно высокую стоимость установки и самого насоса, окупаемость такой системы напрямую зависит от интенсивности её эксплуатации; необходимость привлечения специалистов и применения специальной бурильной и иной техники для обустройства геотермального насоса с вертикальным контуром, глубина которого может достигать 200 м. Рентабельность и целесообразность использования тепловых насосов. Чтобы достигнуть существенной экономии на отопительном бюджете на долгие годы, необходимо затратить значительные средства на этапе проектирования и установки. Окупаемость такой отопительной системы отложена во времени, она зависит от условий эксплуатации. Очень выгодно включать насос в систему теплых полов или стен, где рабочая температура составляет примерно 40 градусов. Показателем экономии можно считать отсутствие перегрева отопительного контура и замерзания теплоносителя при отключении насоса, что позволяет повысить надежность системы и снизить риск аварии и частоту профилактических и ремонтных работ. Стоимость установки такой системы, зависит от нескольких факторов: площадь отапливаемых помещений дома; разновидность конструкции насоса; системы отопления и трубы, проложенные в доме; показатели потерь тепла. Для небольшого дома площадью 130 кв. м при установке насоса с грунтовым забором тепла, (цена представлена в российских рублях) стоимость оборудования составит 450 000 р, а монтаж потянет на 300 000 р. Насос «воздух-вода» будет стоить 300 00 р, установка составит 80 000 р, это самый недорогой вариант. Максимальные затраты потребуются при глубоком бурении с низкой точкой промерзания и при большой площади дома, например, 400 кв. м. Оборудование обойдется в 800 000 р, а установка – в 360 000 р. Затраты включают в себя все проектные и земляные, наземные работы и все элементы насоса и отопительной системы.

В европейских странах, в частности в Германии, широко распространено геотермальное отопление – это одна из эффективных систем энергосбережения и кондиционирования жилых и промышленных помещений. В Германии существуют строгие постановления относительно энергоэффективности зданий. Такие нормы предусматривают изготовление и ввод в эксплуатацию тепловых насосов. Благодаря введению строгих норм энергетической эффективности зданий только за 2006 год в стране продажи тепловых насосов превысили 250% сравнительно с предыдущим и рост продажи не убавляется. По установке этих отопительных систем Германия занимает 4 место в Европе.

Основными потребителями теплонасосов являются частные домовладения с одной или двумя семьями. Они покупают до 90% установок. Энергопотребление новых строений стремится к стабильному снижению, этому благоприятствовало госпостановление Energieeinsparverordnung EnEV и EPBD. Пользователей привлекает комбинация обогревающих и охлаждающих функций в одной системе, что приоритетно по сравнению с другими видами отопления и кондиционирования. После принятия программы продажи мощных грунтовых насосов поднялись на 13%. Германия одна из стран, где представлено самое большое количество различных брендов по производству тепловых насосов для воздушного и геотермального отопления дома. Их насчитывается более 5 десятков. Среди

самых известных имен марки: Bosch, Buderus, Waterkotte, Stiebel Eltron, MHG, August Brötje, Vaillant, Viessman, Glen Dimplex, Weishaupt, Alpha Innotec. Производители располагаются не только в Германии, но и в Австрии, Швейцарии, Китае. Кто, как не немцы могут быть примером отношения к качеству, эффективности и энергоэкономии. Для них важно применять экологически чистые технологии, которыми и являются тепловые насосы. Многие бренды расширили свою представленность и кроме тепловых насосов стали производить другие агрегаты, например, геотермальные коллекторы (IWS, Rehau), компрессоры (Sanyo). Требовательные немцы не всегда предпочитают использовать оборудование своих отечественных производителей, любят они и азиатов Daikin, Fujitsu, LG, Mitsubishi Electric, Panasonic, ROTEX. А любители индивидуального подхода заказывают особенные тепловые насосы брендов TRANE, Smartheat, BARTL, Voß, ITEC. Геотермальное отопление приобретает все большую популярность в основном благодаря климатическим условиям, которые дают хорошие предпосылки использования такой установки для получения тепла зимой и охлаждения дома летом. Глобальное потепление уже приносит свои плоды, сказываясь резкими сменами температурных режимов и требуя быстрого нагрева и охлаждения помещений. Большинство специалистов надеются справиться с резкими перепадами температуры, устанавливая мощное и надежное оборудование для получения геотермального тепла и отдачи его излишка в землю, без нагрева атмосферы. Летом 2011г. в Леонберге, недалеко от Штутгарта случился инцидент – в результате неправильного анализа геологических условий и бурения под геотермальные зонды были повреждены жилые дома, после этого значительно повышены требования к качеству обустройства геотермальных систем и на данный момент рынок геотермальных тепловых насосов активно растет.

В Германии стали вводить государственные программы по обеспечению учреждений, производств, просто жилых помещений тепловыми насосами. Благодаря хорошему экономическому развитию страны уже более 40 % таких помещений по всей стране удалось оснастить необходимой техникой. Если говорить о цифрах, то 450 00 устройств уже установлено.

Вместе с Германией по внедрению данных технологий в Европе лидирует Франция и Великобритания. Все эти страны считаются ориентирами и примерами удачного внедрения геотермального отопления и тепловых насосов во всей Европе.

Важно, что немецкое государство частично спонсирует геотермальные проекты и помогает тем, кто принимает решение перейти на тепловые насосы. Но также важно, что и простые немцы, установившие системы самостоятельно, остаются в восторге, благодаря чистой окружающей среде, качественному обогреву помещений, а также исправной работе насосов. Главная программа Marktanreizprogramm (МАР) поддерживает использование возобновляемой энергии и выдает гранты – субсидии на установку тепловых насосов. В частности, грунтовые теплонасосы получают дотации:

до 10кВт – 2,4 тыс евро;

10-20кВт - 2,4 тыс евро плюс 120евро/1кВт

20-100кВт - 2,4 тыс евро плюс 100евро/1кВт.

Согласно пунктам VDI 4650 сезонный коэффициент производительности SPF грунтовых насосов должен составлять не меньше 3,8, замеры проводит независимый тестинговый центр. В 2012г. было принято минимальное соответствие насосов соляной раствор-вода предписаниям Ecolabel (ЕНРА Quality Label V 1,4) с коэффициентом 4,3. EEWarmeG выдвигает требования к застройщикам, которые обязаны покрывать потребности тепла на 50% за счет неисчерпаемых источников энергии. Для ремонта установок отопления вторичного рынка жилья действуют аналогичные законодательные программы. Теплорегулирование в Германии соответствует Европейской строительной директиве и совершенствуется с 2001г. Отраслевая теплонасосная ассоциация Германии BWP продвигает применение возобновляемого тепла. В ее состав входят более 700 профессиональных архитекторов, буровых компаний, производителей теплонасосов и электричества, а также более 5 тыс. представителей сектора тепловых насосов. Ассоциация проводит форумы,

конференции, маркетинговые кампании, представляя 95% теплонасосной отрасли и продвигая использование современных технологий в данной сфере.

Литература

1. Термоэлектрические тепловые насосы/ М.А. Каганов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2013. – 174с.
2. Быков А.В. Холодильные машины и тепловые насосы. Повышение эффективности – 3-е издание, дополн./ А.В. Быков, И.М. Калнинь, А.С. Крузе – М.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.