

симости от состояния воздуха; автоматически открывать и закрывать окна для поступления в дом холодного или теплого воздуха; автоматически открывать и закрывать жалюзи для создания необходимого уровня освещения в помещении.

Активный поиск и исследования альтернативных видов топлива, новых систем получения и выработки энергии идет во многих странах. Стоимость энергоресурсов становится дороже с каждым годом. Вопрос строительства энергоэффективных и энергосберегающих сооружений и зданий получает большую значимость и внимание. Вышерассмотренные виды зданий позволяют совместить благоприятные условия для комфортной и экономичной жизни населения, а также оказывают огромную помощь в укреплении экономического положения государства, так как стандартные жилые дома, производственные сооружения и т. д., потребляют достаточно огромную часть бюджета и энергоресурсов страны, что в свою очередь несет неблагоприятные последствия в целом для государства.

Работа выполнена при научном руководстве кандидата технических наук, доцента кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция» БНТУ Ливанского Д. Г.

Литература

1. Протасевич, А. М. Энергоэффективные здания и технологии / А. М. Протасевич // Мастерская. Современное строительство. – 2013. – № 1. – С. 158–162.
2. Змачинский, А. Э. Основы энергосбережения в строительстве: курс лекций / А. Э. Змачинский, О. Г. Галузо; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Технология бетона и строительные материалы». – Минск: БНТУ, 2007. – 226 с.
3. Голубова, О. С. Экономические аспекты повышения энергоэффективности жилых зданий / О. С. Голубова, Н. А. Григорьева. – Минск: БНТУ, 2018. – 175 с.

УДК 62-69

Анализ зданий с нулевым энергопотреблением в Республике Беларусь

Космович Д. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Развитие инженерных наук происходит непрерывно. Каждый год проектировщики представляют новый тип зданий и сооружений. Каждый разработанный проект подвергается анализу на вредоносное воздействие

Наибольшие значения преобладают в осенне-зимний период. Средняя продолжительность светового дня в стране характеризуется небольшими значениями на фоне других стран Европы. Для г. Минска это составляет до 96. Преобладают пасмурные дни. Поэтому предпочтения стоит отдавать Минской области (возможно в пригороде Минска).

Перейдем к следующему этапу строительства – выбору утепляющих материалов для экономии на системе отопления. Воспользоваться можно уже успешно использующимися сегодня – минеральной ватой, полистиролом. Расчет толщины утепляющих слоев ведется на холодный период года, когда температура наружного воздуха будет наименьшей.

Утеплению подвергается плита перекрытия (с двух сторон) и крыша (утепляющий слой между стропил по расчету с учетом утеплителя под стропилами). Утепляющий слой располагаем так, чтобы избежать тепловых мостов. Этап утепления – наиболее сложный, поэтому тут возможны ошибки, которые приведут к некомфортным условиям для проживания.

Для того чтобы уменьшить потери теплоты через заполнения световых проемов применим энергосберегающие окна (тройное остекление, заполнение аргоном). При проектировании дома требуется обеспечить выход окон на южную сторону, чтобы в летний период теплопоступления были больше, затрачивая меньше ресурсов на систему отопления, повышенная нагрузка на которую может иметь последствия в виде температуры воздуха в помещении ниже расчетной.

Следующий этап – это выбор системы вентиляции и отопления. Процесс выбора заключается в предварительном расчете на требуемое количество удаляемого воздуха. Наиболее выгодный с точки зрения экономии на систему вентиляции в целом – это применить систему вентиляции с рекуперацией тепла – удаляемый воздух имеет температуру выше температуры приточного воздуха, поэтому, смешиваясь с приточным воздухом, требуется меньше энергии на его нагрев. Предварительно очищенный воздух снова поступает в помещении с определенными параметрами, рассчитанными на этапе проектирования системы вентиляции и отопления.

Система отопления – сложный физико-технический процесс получения теплоносителя и на реализацию потребуется наибольшие капиталовложения. Любой расчет системы отопления основан на расчете теплопотерь помещениями, которые требуется компенсировать отопительными приборами (подбором которых занимаются на стадии проектирования). Поэтому предварительная задача - вычислить теплопотери. Далее разберемся с процессом получения теплоносителя для системы отопления. В данном случае геологами и геодезистами подробно изучается местность. Наиболее сложный прибор в данном случае – тепловой насос (нужен для получения теплоты от природных источников) с системой работы «вода-вода» (в случае

для Беларуси применение других не будет рассмотрено в силу сложности получения). В зависимости от местности, которую предварительно выбрали, это может быть как водоем, так и подземный источник.

Для наглядности на рис. 2 представлена общая схема получения теплоносителя для системы отопления.

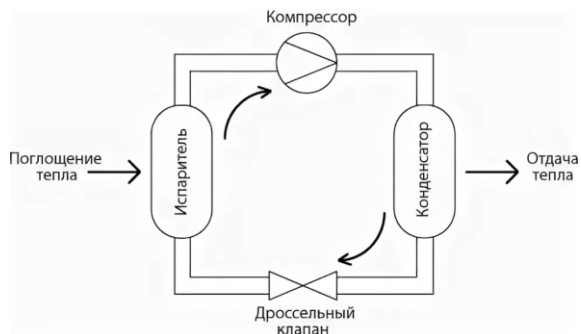


Рис. 2. Общая схема получения теплоносителя для системы отопления

Рассмотрим случай, например, для поверхностного источника: насос подает воду с определенными параметрами (температура среды не ниже 0°C и не выше 7°C) к испарителю (элемент теплового насоса), где хладагент закипает (при температуре выше 0°C), становясь газообразным. Попадая далее в компрессор, газообразное вещество увеличивает давление и, как следствие, свою температуру. Далее требуется это разогретое вещество использовать для передачи теплоты системе отопления. Для этого в конструкции теплового насоса имеется конденсатор. Остывшее вещество требуется вернуть в исходное состояние. Для этого предусмотрен в конструкции теплового насоса расширительный клапан. Давление понижается и затем цикл повторяется. Далее проектировщику получают данные по температуре отданной теплоты после конденсатора, на основании которой подбирается отопительный прибор, рассчитывается число секций, предварительно выбрав схему системы отопления. Далее производится гидравлический расчет системы отопления. Конечный этап – монтаж. На этом этапе система отопления готова к пуску. Основное требование к ней – надежность и равномерный обогрев помещений здания, а также стабильный поток теплоносителя с заданными параметрами. Рекомендуется использовать «теплый пол» для равномерного обогрева помещений за счет малого расстояния между трубами (от 10 см). Требование к теплому насосу по классу энергопотребления – A++ до A+++ (это означает, соответственно,

экономия в примерно 50 % электроэнергии и самый экономный). По заявлениям производителей этот прибор безопасен, однако, регулярные проверки и при необходимости замена – гарант работы системы отопления.

Следующим этапом является использование солнечной и ветровой энергии. Предварительно изучив карту ветров в Беларуси, приходим к выбору соответствующего оборудования. Для этого потребуются приобрести солнечные панели, размещенные на крыше здания, а также ветрогенераторы. Использование солнечной энергии должно хватать на все электроприборы помещений. Стоит отметить, что рекомендуется использовать бытовую технику низкого энергопотребления (A++ или A+++ по классу энергопотребления). Особое внимание уделяется выбору холодильника и морозильника – A++ или A+++ по классу энергопотребления. Также энергоресурс от солнечных панелей должен обеспечивать работу теплового насоса. Возможно использование накопителей.

Таким образом, системы отопления и вентиляции будут исправно работать исключительно на природных ресурсах. Разобравшись с особенностями работы системы отопления и вентиляции для зданий с нулевым потреблением энергии, стоит обратить внимание на окупаемость данного объекта. Самый дорогой объект – тепловой насос системы «вода-вода». Его стоимость зависит от мощности системы отопления и в среднем составляет свыше 4000 \$ в зависимости от конкретного производителя. Стоит помнить, что срок службы его различный и составляет больше 15 лет. Что касается солнечных панелей, то их цена так же зависит от мощности, класса защиты и срока службы. В зависимости от производителя цена может превышать 1000 \$. Цена оборудования для системы вентиляции и приборов системы отопления значительна и зависит от конкретного проекта и пожеланий заказчика. Анализ карты ветров и данных по количеству продолжительности светового дня говорит о том, что реализация проекта трудна и возможна лишь в отдельных частях Республики Беларусь. Наилучшим и самым благоприятным местом строительства является Минская область или пригород Минска.

Работа выполнена при научном руководстве кандидата технических наук, доцента кафедры «Теплогоснабжение и вентиляция» БНТУ Ливанского Д. Г.

Литература

1. Инженерная экология: учебное пособие / И. С. Бракович [и др.]; под общ. ред. Б.М. Хрусталева. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 223 с.