

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий
в Республике Беларусь»

Отчет

**Рекомендации по проектной разработке жилых зданий с возможными
наименьшими затратами на строительство, эксплуатацию и
обслуживание**
(проект)

Исполнитель,
Эксперт по вопросам энергетической
эффективности в зданиях

Л. Н. Данилевский.

Минск

ноябрь 2013

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
ЭКОНОМИКА ЗДАНИЯ	4
ОБОЛОЧКА ЗДАНИЯ.....	4
ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	4
ОКОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	5
ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ	5
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ.....	5
ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ	6
АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	7
ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ	8
ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ОБОЛОЧКИ	8
РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ	9
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЯ.....	9
СТРУКТУРА РЕКОМЕНДАЦИЙ	10

Введение

В последние годы в Республике Беларусь интенсивно развиваются конструктивно-технологические системы жилых зданий, обеспечивающие гибкость объемно-планировочных решений, снижение материалоемкости, уменьшение затрат энергии при их последующей эксплуатации путем повышения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций и использования воздухо непроницаемых окон с повышенным сопротивлением теплопередаче. Развивается системный подход к проектированию, когда каждый элемент здания рассматривается во взаимосвязи с остальными отрыве от остальных, что позволяет оптимизировать конструкцию здания в виде единой энергетической системы. Акцент делается не только на решение проблем, связанных с разработкой конструктивно - технологических и объемно-планировочных решений зданий, но и на развитие использования энергоэффективного оборудования. Недостаточно выдвигать требования только к повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий, тем более, что основные теплотери современных зданий приходится на систему вентиляции. Необходимо совершенствовать систему инженерного обеспечения зданий.

Основные положения

Экономика здания

Снижение затрат энергии на отопление и горячее теплоснабжение зданий может быть достигнуто комплексом мероприятий. Это утепление оболочки здания, утилизация тепла вентиляционных выбросов, сточных вод, оптимизация систем теплоснабжения. В то же время, задача снижения затрат энергии должна быть экономически оправданной. При этом следует различать задачи, решаемые при выполнении пилотных проектов, когда важно определить направление развития энергосберегающих технологий и при подготовке новых нормативных документов, определяющих развитие строительной отрасли на несколько лет. Во втором случае определяющим фактором при выборе энергосберегающих решений является их экономическая целесообразность.

В рекомендациях будет дана методика расчета экономической обоснованности мероприятий по повышению энергоэффективности и сокращению затрат первичной энергии на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и энергообеспечение.

Оболочка здания

При выполнении проекта энергоэффективного здания существенным является выбор требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. В дальнейшем содержании рекомендаций будет рассмотрен аспект выбора рациональной системы теплоизоляции многоэтажных энергоэффективных зданий.

Вентиляция

Необходимым элементом инженерных систем энергоэффективных зданий, обеспечивающим минимальный уровень тепловых потерь, является приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла уходящего из помещений воздуха. Сохранение вентиляционной системы естественного типа, без механического побуждения, привело в новых зданиях к негативным явлениям, связанным с ухудшением качества воздушной среды, нарушением температурного и влажностного режимов помещений. К этому можно добавить, что в зданиях, строящихся по существующим нормативам, на вентиляционные выбросы приходится до 50 % тепловых потерь здания.

В рекомендациях будет рассмотрен выбор рациональной системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты уходящего из помещений воздуха. Будут рассмотрены аспекты, связанные с минимизацией дополнительных затрат электрической энергии и вопросы обеспечения надежной эксплуатации при низкой температуре окружающего воздуха.

Подготовлены принципиальные схемы систем вентиляции с различной степенью централизации.

Оконные конструкции

Существенным для зданий с низким уровнем тепловых потерь является выбор оптимальных в теплотехническом отношении оконных конструкций. Окна в здании играют особую роль, являясь одновременно ограждающей конструкцией, источником информации об окружающем мире, мостиком для повышенных тепловых потерь и путем для поступления солнечной энергии в помещение. Множественные функции окна приводят ко многим, часто взаимно исключаящим требованиям.

Свойства энергоэффективных окон, оптимизация их конструкции и способы сопряжения оконных и стеновых конструкций будут также рассмотрены.

Горячее водоснабжение

В современных многоквартирных домах затраты энергии на горячее водоснабжение составляют значительную долю в общем энергообеспечении здания. При снижении общих энергопотерь на теплоснабжение до 25 кВт-ч/м² в год горячее водоснабжение зданий, составляющее в перерасчете на тепловую энергию около 100 кВт-ч/м² в год, будет потреблять значительную часть энергии в системе энергоснабжения.

Снижение затрат энергии на приготовление горячей воды может быть достигнуто утилизацией тепла сточных вод здания.

В рекомендациях будут рассмотрены схемы утилизации теплоты сточных вод различного типа, с рекуперативным теплообменником, тепловым насосом, и комбинированные и предложены методы расчета эффективности их применения.

Солнечная энергия

Актуальным является использование солнечной энергии в системах отопления и горячего водоснабжения зданий. Этот вопрос в настоящее время недостаточно проработан в практическом аспекте. Солнечная энергия практически не предусматривается в проектной документации.

К настоящему времени основными способами использования солнечной энергии являются преобразование ее в электрическую и тепловую.

Применение солнечных коллекторов в качестве основного источника для отопления в зимний период в Беларуси невозможно из-за небольшой продолжительности светового дня, но гелиосистема может обеспечить значительную экономию в части потребления классических видов топлива, существенно дополняя баланс энергопотребления.

Прямое преобразование энергии солнечного излучения в электроэнергию осуществляется в солнечных фотоэлектрических установках с помощью фотопреобразователей.

Солнечная фотоэлектрическая установка состоит из солнечных батарей в виде плоских прямоугольных поверхностей, работа которых состоит в преобразовании энергии солнечного излучения в электрическую энергию. Электрический ток в фотоэлектрическом генераторе возникает в результате процессов, происходящих в фотоэлементах при попадании на них солнечного излучения. Наиболее эффективны фотоэлектрические генераторы, основанные на возбуждении электродвижущей силы (ЭДС) на границе между проводником и светочувствительным полупроводником (например, кремний) или между разнородными проводниками.

Наибольшее распространение получили солнечные фотоэлектрические установки на основе кремния трех видов: монокристаллического, поликристаллического и аморфного.

Для фотопреобразователей из монокристаллического кремния в лабораторных условиях на опытных образцах достигнут КПД 24%. На малых опытных модулях - 18%. Для поликристаллического кремния эти рекордные значения равны 17 и 16%, для аморфного кремния на опытных модулях достигнуты КПД около 11%.

Все эти данные соответствуют так называемым однослойным фотоэлементам. Кроме того, используются двух- и трехслойные фотоэлементы, которые позволяют использовать большую часть солнечного спектра по длине волны солнечного излучения. Для двухслойного фотоэлемента на опытных образцах получен КПД 30%, а для трехслойного 35-40%.

В рекомендациях будут рассмотрены вопросы, связанные с применением гелиоколлекторов в жилых зданиях. Будут приведены принципиальные схемы и методы расчета параметров гелиосистем и схемы использования фотоэлектрических преобразователей в системах энергоснабжения

Геотермальная энергия

Одним из перспективных направлений в теплоснабжении зданий является использование тепловой энергии Земли. Существует два вида тепловой энергии поверхностных слоев земли – высокопотенциальная и низкопотенциальная. Высокопотенциальная тепловая энергия представляет собой гидротермальные ресурсы, подразумевающие нагретые воды в результате геологических процессов до достаточно высокой температуры. Однако использование данной энергии в теплоснабжении ограничено расположением объекта в определенном геологическом районе. Например, в России данные ресурсы преобладают в районе Кавказских минеральных вод

и на Камчатке. А в Европе горячие источники присутствуют в Венгрии, Исландии и Франции. Главным отличием низкопотенциальной тепловой энергии земли от высокопотенциальной является возможность ее повсеместного использования. Использование низкопотенциальной энергии осуществляется с помощью тепловых насосов. Под тепловым насосом подразумевается устройство для переноса тепловой энергии от источника с низкой температурой к потребителю с более высокой температурой. Принцип работы теплового насоса аналогичен принципу работы холодильной машины. Отличием является то, что холодильная машина производит холод путем отбора теплоты из объема испарителем, а конденсатор производит сброс теплоты в окружающую среду, тогда как в тепловой насос работает наоборот. То есть конденсатор служит для теплообмена, выделения теплоты для потребителя, а утилизация низкопотенциальной энергии осуществляется испарителем.

Низкопотенциальную тепловую энергию земли используют для теплоснабжения, горячего водоснабжения, холодоснабжения.

В рекомендациях будет рассмотрен вопрос применения тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых зданий.

Архитектурные решения

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 июля 2004 г. №300-З «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь» при осуществлении архитектурной, градостроительной и строительной деятельности должно обеспечиваться формирование полноценной и эстетически выразительной среды обитания, обеспечение функциональных и художественно-эстетических качеств населенных пунктов за счет органического сочетания архитектурных решений новых зданий и сооружений с существующей застройкой, памятниками архитектуры, градостроительства и природного ландшафта, использование национальных традиций и приемов застройки, ландшафтной архитектуры и иных архитектурных и художественных средств.

Архитектурное решение здания или сооружения всегда является результатом компромисса между противоречивыми требованиями, которые должен учесть архитектор. Это художественная выразительность объемно-пространственного решения, новизна облика здания и в то же время экономичность при строительстве и эксплуатации, долговечность, эффективность вложения инвестиций, ремонтпригодность.

У архитекторов имеется набор приемов, придающий индивидуальность зданиям. Это ориентация и форма здания, цвет, архитектурные детали в виде рельефа наружной поверхности или скульптура, комбинации использования стекла, стали и бетона на фасадах зданий. Важным требованием, которое должен учитывать архитектор, является учет влияния этих факторов на

энергоэффективность здания, т. к. к дополнительным затратам на строительство здания будут добавлены эксплуатационные затраты на стоимость дополнительной энергии, связанной с архитектурными решениями.

Не менее важным вопросом во взаимодействии наружной поверхности ограждающей конструкции здания с окружающей средой является поглощение солнечной энергии. Здесь оптические свойства поверхности должны обеспечить максимальное поглощение солнечной энергии зимой и уменьшение степени поглощения в летнее время. Следовательно, степень черноты поверхности здания должна быть максимальной в видимом диапазоне волн 0,4...0,7 мкм, соответствующем максимальной энергии солнечного излучения, и минимальна в диапазоне инфракрасного излучения (>10 мкм). При этом в диапазоне видимого излучения степень поглощения должна зависеть от угла склонения солнца над горизонтом, обеспечивая максимальное поглощение солнечного излучения зимой и минимальное – летом.

В рекомендациях будет рассмотрено использование архитектурных приемов с точки зрения изменения удельных энергетических характеристик здания.

Объемно-планировочные решения

Структура жилищного фонда в нашей стране существенно отличается от западноевропейского. Одно из основных отличий состоит в том, что большинство строящихся зданий являются многоэтажными. Наиболее благоприятны с точки зрения обеспечения низкого уровня тепловых потерь – многоэтажные здания с высокой компактностью. Однако в существующей практике проектирования зданий изменение формы здания приводит к тому, что компактность зданий уменьшается по сравнению с простейшим вариантом прямоугольного плана здания, что приводит к увеличению тепловых потерь в отопительном периоде.

В рекомендациях будут рассмотрены вопросы, связанные с влиянием объемно-планировочных решений на удельные теплоэнергетические характеристики зданий и предложены определенные ограничения на форму наружной оболочки зданий.

Герметичность оболочки

Воздухообмен является основным источником энергопотерь. Возможность экономии энергии, уходящей с воздухом определяется несколькими обстоятельствами. Первое – это степень возможной герметизации здания. Если здание полностью герметично, есть возможность полного контроля воздухообмена и здесь возможна наибольшая экономия тепла, как с использованием систем рекуперации, так и без них. При наличии системы управления воздухообменом возможно регулирование уровня

воздухообмена в помещении в зависимости от наличия или отсутствия людей. Если рассмотреть жилое помещение с работающими жителями, то около 60 часов в неделю они отсутствуют в помещении. В это время уровень воздухообмена можно снизить до 10% от номинального. Считая, что остальное время необходимо поддерживать нормативный уровень воздухообмена, легко подсчитать, что потери энергии с воздухообменом снизятся до 70% от исходного состояния, т.е. позволят сэкономить до 15% энергии, уходящей из здания.

В рекомендациях будут рассмотрены вопросы, связанные с повышением герметичности оболочки здания и предложены технические решения по ее обеспечению.

Расчетные методы и модели

Наличие новых энергоэффективных инженерных систем в зданиях существенно усложняет расчеты тепловых нагрузок системы отопления и горячего водоснабжения.

В рекомендациях будут приведены методы расчета расхода теплоты на отопление и вентиляцию комнаты многоквартирного жилого здания, оборудованного децентрализованными приточно-вытяжными установками с утилизацией тепла удаляемого воздуха и наличием других инженерных систем.

Эксплуатация здания

Важным элементом, обеспечивающим нормальное функционирование энергоэффективного здания является правильная эксплуатация.

В рекомендациях будут рассмотрены вопросы, связанные с организацией обслуживания инженерных систем энергоэффективных зданий и предложены варианты инструкции для жильцов энергоэффективных зданий и обслуживающего персонала.

Структура рекомендаций

1. Методика расчета экономической обоснованности энергоэффективных мероприятий.
2. Выбор рациональной системы теплоизоляции многоэтажных энергоэффективных зданий
3. Выбор рациональной системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией теплоты уходящего из помещений воздуха и аспекты, связанные с минимизацией дополнительных затрат электрической энергии и вопросы обеспечения надежной эксплуатации при низкой температуре окружающего воздуха.
4. Свойства энергоэффективных окон, оптимизация их конструкции и способы сопряжения оконных и стеновых конструкций
5. Схемы утилизации теплоты сточных вод различного типа, с рекуперативным теплообменником, тепловым насосом, и комбинированные
6. Применение гелиоколлекторов в жилых зданиях
7. Применения тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения жилых зданий.
8. Использование архитектурных приемов с точки зрения изменения удельных энергетических характеристик здания.
9. Повышение герметичности оболочки здания и технические решения по ее обеспечению.
10. Методы расчета расхода теплоты на отопление и вентиляцию комнаты жилого многоквартирного здания, оборудованного децентрализованными приточно-вытяжными установками с утилизацией тепла удаляемого воздуха и наличием других инженерных систем.
11. Организация обслуживания инженерных систем энергоэффективных зданий