

# Reformation of the Curricula on Built Environment in the Eastern Neighbouring Area

---

## Advanced construction technologies for energy efficient buildings

By:  
Saint-Petersburg State Polytechnical University, Russia

## Оглавление

Оглавление .....	2
1 Введение.....	4
2 Краткое описание модуля .....	4
3 Цели и ожидаемые результаты обучения модуля.....	5
3.1 Цели модуля .....	5
3.2 Результаты обучения .....	6
4 Данные по семестру и структура модулей .....	7
5 Метод обучения .....	9
6 Оценивание в модуле, процедура оценивания.....	9
7 Обратные связи .....	9
8 Подробнее о персонале и источники поддержки .....	10
9 Содержание дисциплины и учебные материалы.....	10
9.1 Основы проектирования и расчета тепловой изоляции здания и сооружения .....	10
9.1.1 Введение.....	10
9.1.2 Материалы для тепловой изоляции ограждающих конструкций.....	12
9.1.3 Основы теплопередачи и влажностного режима ограждающих конструкций .....	16
9.1.4 Пароизоляция и ветрозащита ограждающих конструкций.....	20
9.1.5 Конструктивные решения теплозащиты ограждающих конструкций .....	22
9.1.6 Фундаменты .....	23
9.2 Основы проектирования, устройства и эксплуатации кровельных и гидроизоляционных конструкций .....	25
9.2.1 Кровельные конструкции и материалы .....	25

9.2.2	Гидроизоляционные конструкции и материалы.....	26
9.2.3	Материалы для защиты строительных конструкций от химических, биологических и температурных воздействий.....	27
9.2.4	Материалы для отделки ограждающих конструкций .....	28
9.3	Нормативно-правовая база. Методология проведения энергетического обследования .....	29
9.4	Проектирование и расчет энергоэффективных зданий и сооружений ..	30
9.5	Энергетическое обследование и энергоаудит зданий, строений, сооружений .....	31
9.6	Разработка энергетического паспорта, отчета и рекомендаций по выбору энергосберегающих мероприятий .....	34
9.7	Результаты проекта.....	35
9.8	Практические занятия .....	36
9.9	Курсовая работа.....	37

## 1 Введение

Дисциплина Advanced construction technologies for energy efficient buildings призвана формировать:

- 1) знания по основным закономерностям физических и химических процессов, лежащих в основе службы ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также методов их проектирования, строительства и эксплуатации;
- 2) знания по вопросам формирования основных свойств строительных материалов для этих конструкций (прочности, эластичности, стойкости, долговечности, надежности) и выбору этих материалов в соответствии с технико-экономическими требованиями проекта, особенностями конструкции, климатических условий и организации строительных работ.

При изучении курса студенты приобретают навыки разработки и проектирования ограждающих конструкций с учетом их тепло-влажностного режима, требований экономичности и энергоэффективности, снижения материалоемкости, технологичности, охраны окружающей среды, промышленной эстетики, охраны труда.

Дисциплина изучается в первом семестре магистерской подготовки. Обеспечивающие дисциплины: материаловедение, математика, физика, химия, сопротивление материалов, геология, строительные конструкции, технология и организация строительства. Дисциплины, обеспечиваемые данной: обследование и испытание конструкций, усиление и реконструкция здания и сооружения, технология возведения здания и сооружений, эксплуатация зданий и сооружений и др.

## 2 Краткое описание модуля

Programme title: Advanced construction technologies for energy efficient buildings

Level: MSc

Module title: Advanced construction technologies for energy efficient buildings

Module credits: 3 ECTS

Semester(s) in which to be offered: Autumn

Indicative learning hours: 85 hours (51 hours of lectures; 34 hours of independent work)

Module tutors: 1 (dr.sci.` prof. Juri Barabanschikov)

## **3 Цели и ожидаемые результаты обучения модуля**

### **3.1 Цели модуля**

Целью и задачей изучения дисциплины является обеспечение профессиональной подготовки будущего специалиста нового поколения в области проектирования и строительства энергоэффективных гражданских зданий, повышения эффективности использования топливно-энергетических и природных ресурсов с учетом основных факторов, влияющих на энергопотребление и уменьшение теплопотерь в гражданских зданиях.

Задачи дисциплины:

- систематизировать основные проблемы и изучить материалы по принципам проектирования зданий с низким энергопотреблением и высокой энергоэффективностью;
- сформировать основополагающие знания у студента о возобновляемых (альтернативных) источниках энергии, энергоэффективности, энергосбережении в производстве строительных материалов и изделий, рациональном потреблении топливных и энергетических ресурсов;
- способствовать формированию у студентов понимания строительной концепции энергоэффективного дома через энергоэффективность, энергосбережение, качественное проектирование и конструирование теплоизоляционной и воздухонепроницаемой оболочки здания;
- развить компетенции для принятия решений на всех уровнях устойчивого развития государства через энергоэффективность за счет производства строительных теплоизоляционных материалов из местного техногенного сырья по энергосберегающим технологиям с эффективным использованием топливных и энергетических ресурсов;
- подготовить высококвалифицированного специалиста в области строительства и личность, способную решать инженерные задачи, связанные с эффективным использованием топливных и энергетических ресурсов при конструировании энергоэффективных зданий.

## 3.2 Результаты обучения

В результате изучения дисциплины у специалиста должны быть сформированы следующие компетенции:

### **Иметь представление:**

- о тенденциях развития архитектуры, объемно-планировочных, композиционных и конструктивных решений зданий и сооружений, перспективах градостроительства, планировки и застройки территорий;
- о направлениях совершенствования инженерного оборудования зданий и сооружений, обеспечивающего повышений их энергоэффективности;
- о направлениях совершенствования технологии производства строительных материалов и изделий, применении композитных материалов в строительстве;
- о тенденциях развития технологии возведения зданий и сооружений;
- об основных проблемах водоснабжения и канализации, теплогазоснабжения и вентиляции зданий, объектов и населенных мест;
- о проблемах защиты окружающей среды, экологии и безопасности жизнедеятельности;

### **Знать:**

- понятия, принципы, цели, задачи, функции, методы управления энергоэффективного проектирование и строительства гражданских зданий;
- особенности проектирования энергосберегающего здания в различных климатических зонах;
- современные энергосберегающие теплоизоляционные материалы обеспечивающие эффективность массивной теплоизоляции в ограждающих и несущих конструкциях и характеристики ее паропроницаемости;
- о технике, совершенных технологиях и оборудовании, энергобаланса в строительном комплексе, обеспечивающих комфорт и защиту (долговечность) строительных конструкций;
- основы информационного обеспечения энергоэффективного проектирования и строительства гражданских зданий.
- нормативно-правовые акты по проектированию энергоэффективных зданий;
- способы обеспечение энергоэффективности при проектировании и строительстве зданий и сооружений;

- пути повышения энергоэффективности при эксплуатации зданий и сооружений;
- методов оценка эффективности экономии энергоресурсов в результате внедрения мероприятий.

**Уметь:**

- выполнить анализ процессов в технологических, экологических, энергоэффективных, экономических аспектах при проектировании и строительстве гражданских зданий;
- обосновать технологические параметры применяемых теплоизоляционных материалов и материалов пароизоляции при конструировании теплоизоляционной оболочки и рассчитать расход материалов при строительстве зданий;
- выполнить анализ мер по экономии топливных и энергетических ресурсов, выявляя состояние и перспективы энергообеспечения с учетом ВИЭ, энергоэффективность и энергосбережение;
- разработать оценочные критерии энергоэффективности и энергосбережения в технологии строительства зданий и потреблении топливных и энергетических ресурсов;
- обобщать, анализировать, систематизировать информацию по зданиям с низким энергопотреблением и их инженерными системами;

**Получить навыки:**

- работы с основными нормативными и справочными документами по расчету, проектированию строительных конструкций, оснований зданий и сооружений, систем теплогасоснабжения, вентиляции, водоснабжения и канализации, организации строительного производства;
- использования современных методов испытания строительных материалов, конструкций, обследования и энергоаудита зданий и сооружений.

**Быть компетентным:**

- в вопросах современного строительства, архитектуры, инженерных систем, управления в строительстве, экономики, защиты окружающей среды.

## 4 Данные по семестру и структура модулей

Форма обучения – очная.

Вид занятий и формы контроля	Номер семестра
------------------------------	----------------

	5
Лекции, ч/нед.	1
Лабораторные занятия, ч/нед.	-
Практические занятия, ч/нед.	1
Курсовая работа. шт/сем.	1
Экзамены, шт/сем.	-
Зачеты, шт/сем.	1
Самостоятельные занятия, ч/нед	3

Общая трудоемкость дисциплины составляет 85 часов.

Модуль предназначен для преподается в течение осеннего семестра. Контактные лекции предусмотрены в объеме одной 90-минутной лекции один раз в две недели (всего 17 недель).

Разделы дисциплины и виды занятий

N~ п/п	Раздел программы	Время			
		Лекци и	Лаб. раб.	Практич. занятия	Самост. раб. (С)
1	Введение. Основы энергосбережения и энергоэффективности	1		-	2
2	Материалы для тепловой изоляции ограждающих конструкций	3		6	6
3	Основы теплопередачи и влажностного режима ограждающих конструкций	4		-	9
4	Пароизоляция и ветрозащита ограждающих конструкций	1		-	5
5	Конструктивные решения теплозащиты	2		-	5
6	Кровельные конструкции и материалы	2		4	12
7	Гидроизоляционные конструкции и	2		4	7
3	Материалы для защиты строительных конструкций от химических, биологических и температурных воздействий	1		-	4



9	Материалы для отделки ограждающих	1		3	1
	И Т О Г О	17		17	51

## 5 Метод обучения

Распределение учебной нагрузки с общей трудоемкостью дисциплины 85 часов представлено выше. Модуль поставляется в виде лекций, практических занятий и самостоятельных занятий через Портал дистанционных образовательных технологий на базе Moodle. В Moodle выкладываются все материалы лекций и практических занятий.

Модуль используется как элемент разработки раздела комплексного курсового проекта, выполняемого в данном семестре.

## 6 Оценивание в модуле, процедура оценивания

Оценкой результатов обучения будет письменный экзамен, состоящий из как из теории так и из расчетных заданий. Результаты оцениваются по шкале 2-3-4-5: Отлично - (91% -100%), хорошо - (81-90%), удовлетворительно - (61% -80%), неудовлетворительно (ниже 60%).

Grade	Обобщенное описание компетенции в теме
2	Недостаточное владение теорией и неспособности выполнять стандартные расчеты.
3	Удовлетворительное получение намеченных результатов обучения. Понимание теоретических принципов и способности выполнять стандартные расчеты с некоторыми ошибками и / или неточностями.
4	Хорошее освоение намеченных результатов. Понимание теоретических принципов предмета и способности выполнять стандартные расчеты с незначительными ошибками.
5	Комплексная теоретическое понимание предмета и правильного выполнения стандартных расчетов показали, без ошибок

## 7 Обратные связи

Обратная связь выдается студентам в зависимости от результатов их промежуточного оценивания. Эти оценки не предназначены для включения в итоговую оценку. Однако их формирование является частью подготовки к

экзамену по дисциплине, и промежуточное оценивание может служить основанием для допуска к экзамену. Обратная связь, выдаваемая студентам, указывает им на общий уровень подготовки, а также определяет области, на изучение которых следует сконцентрироваться.

Обратная связь от экзамена имеет форму общей оценки. Тем не менее, если студент просит, они могут просмотреть все его ответы вместе с правильными ответами.

## **8 Подробнее о персонале и источники поддержки**

Минимальные кадровые потребности это разработчик/куратор курса (от университета-разработчика) и местный куратор мудл-курса, реализующего модуль в каждом из университетов, где модуль внедряется. Никаких дополнительных сотрудников для внедрения модуля не предусмотрено. Источники поддержки помимо пределами персонала, упомянутого выше, являются учебно-методические материалы по дисциплине.

## **9 Содержание дисциплины и учебные материалы**

### **9.1 Основы проектирования и расчета тепловой изоляции здания и сооружения**

#### **9.1.1 Введение**

Энергоэффективность при строительстве и реконструкции термины критерии методы оценки.

Под энергоэффективностью в жилищном строительстве следует понимать комплекс мероприятий, направленных на снижение потребления зданиями энергии и поддержание требуемых параметров микроклимата при экономическом обосновании их внедрения.

Эффективные строительные материалы для ограждающих конструкций (обзор и классификация), требования, предъявляемые к ним.

Критерии энергоэффективности: эксплуатационные затраты энергии на отопление и вентиляцию и долговечность (эксплуатационный срок службы) строительных конструкций и входящих в их состав материалов.

Рекомендации по повышению энергоэффективности:

1. Основным способом дальнейшего повышения энергоэффективности зданий избрать сокращение затрат энергии на вентиляцию помещений (при соблюдении требований к показателям уровня комфорта и микроклимата в них). Более широко и интенсивно использовать в строительстве энергоэффективное инженерное оборудование: системы вентиляции воздуха, рекуперации тепловой энергии вентиляционных потоков воздуха, автоматизации систем отопления и кондиционирования воздуха, т.е. повышать энергоэффективность зданий инженерными методами.

2. Увеличить требования к сопротивлению теплопередаче окон. При этом данные требования необходимо сделать прогрессивными, - в зависимости от степени остекленности фасадов: чем выше степень остекленности фасадов, тем выше требования к сопротивлению теплопередаче окон.

3. Установить зависимость между сопротивлением теплопередаче и параметрами тепловой инерции ограждающих стеновых конструкций. Для стеновых конструкций с более низкой тепловой инерцией установить более высокие требования к уровню тепловой защиты.

4. Во всех проектах учитывать степень теплотехнической неоднородности ограждающих конструкций. Разработать технические решения, направленные на снижение теплотерь через оконные откосы, диски плит перекрытий (для самонесущих стен монолитно-каркасных зданий), места опирания плит перекрытий на стены (для несущих стен зданий).

5. В течение 3-5 лет с момента введения зданий в эксплуатацию установить контроль за соблюдением заложенных в проекте норм потребления зданиями энергии (удельных затрат энергии на отопление с метра квадратного общей площади).

6. Разработать методики комплексной оценки соответствия расчетных и фактических показателей потребляемой зданиями энергии на отопление, порядок проведения энергоаудита эксплуатируемых зданий.

7. Поэтапно, по мере внедрения энергосберегающих мероприятий в практику строительства и подтверждения их эффективности (например, 1 раз в 5 лет), снижать нормы потребляемой зданиями энергии.

8. Развивать отечественные технологии производства современных теплоизоляционных и конструктивно- теплоизоляционных строительных материалов, энергоэффективного инженерного оборудования, осветительных устройств. Разработать государственную программу модернизации устаревших предприятий, внедрения современных энергосберегающих производственных технологий.

### 9.1.2 Материалы для тепловой изоляции ограждающих конструкций

Основные свойства теплоизоляционных материалов. Теплопроводность, теплоемкость, прочность, долговечность, гигроскопичность и другие свойства, их связь со структурой и состоянием материала.

Методы испытаний теплоизоляционных материалов. Испытание строительных материалов подразумевает под собой порядок действий, которые прописаны в методике испытаний или в государственных стандартах. С помощью испытаний можно выявить критерии продукции или обнаружить дефекты, которые необходимо устранить перед производственным процессом. Для любой производственной компании данный этап является важнейшим для изготовления качественной продукции.

Нормативные документы и технические требования к теплоизоляционным материалам. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования. ГОСТ 17177-94. Методы испытаний. ГОСТ 18108-80.



Линолеум поливинилхлоридный на теплозвукоизолирующей подоснове.

Технические условия. ГОСТ 18956-73. Материалы рулонные кровельные. Методы испытаний на старение под воздействием искусственных климатических факторов. Влага в теплоизоляционных материалах, ее влияние на термическое сопротивление и другие свойства материала.

Теплоизоляционные материалы на основе полимеров.

Теплоизоляционные материалы, получаемые на основе органических полимеров, характеризуются значительной легкостью, малой теплопроводностью и достаточной механической прочностью. Особый интерес представляют «заливочные» пено- и поропласты на основе фенолоформальдегидных, пенополистирольных, пенополивинилхлоридных и полиуретановых полимеров. Образование теплоизолирующей прослойки пено- или поропласта непосредственно при изготовлении стеновых панелей значительно упрощает и удешевляет производство работ.

Классификация пенополимеров. Вспененный полиэтилен, (Пенополиэтилен ППЭ - expanded polythene ЕРЕ) относится к так называемому классу газонаполненных (пенополимеров или поропластов) термопластичных полимеров (термопластов).

Пенополимерами принято называть органические высокопористые материалы, получаемые из синтетических смол. Их часто называют пенопластами или поропластами, а также газонаполненными ячеистыми пластмассами. Пенополимеры представляют собой гетерогенные дисперсные системы, состоящие из твердых и газообразных фаз.

Газонаполненные пластмассы - это двухфазные системы, состоящие из полимерной матрицы и относительно равномерно диспергированной газовой фазой. Такая структура пластмасс обуславливает некоторую общность их свойств, а именно - чрезвычайно малую массу, высокие тепло- и звукоизоляционные характеристики.

Пенополимеры различают на основе термопластичных полимеров с линейной структурой - пенополиолефинов (полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, полипропилен и др.) и терморезистивных - на основе полимеров с пространственной структурой (фенолформальдегидные, мочевиноформальдегидные, ненасыщенные полиэфиры, эпоксидные, полиуретановые и др.). Для термопластичных пенополимеров опасны температуры, близкие к температуре текучести, когда значительно снижается прочность материала, и избыточное давление газа может разрушить материал.

В зависимости от физической структуры ячеек пенополимеры можно условно разделить на три группы: пенопласты, порополимеры и сотополимеры.

Пенопласты представляют материалы с ячеистой структурой, в которой газообразные наполнители изолированы друг от друга и окружающей среды тонкими слоями полимерного связующего. Замкнутоячеистая структура

обеспечивает хорошую плавучесть и высокие теплоизоляционные свойства. Прочность их невелика и зависит от плотности материала. Примером пенопласта служить вспененный полистирол. Объемная масса таких пенополимеров колеблется от 20 до 300 кг/м<sup>3</sup>.

Поропласты с открытой пористой структурой, вследствие чего присутствующие в них газообразные включения свободно сообщаются друг с другом и окружающей атмосферой. Их кажущая плотность изменяется от 5-90 до 90-800 кг/м<sup>3</sup>. Примером поропласта является пенополиэтилен.

Сотопласты изготовляют из тонких листовых материалов, которым придают вначале вид гофра или волокна, а затем соединяют в виде сот. Материалом служат различные ткани, которые пропитываются различными связующими. Для сотопластов характерны достаточно высокие теплоизоляционные, электроизоляционные свойства и радиопрозрачность. Здесь примером может служить материал с торговой маркой Tyvek компании DuPont.

Для производства вспененных полимерных изделий существует два основных метода создания газообразной среды: физический (прямой впрыск газа в расплав полимера) и/или химический (с помощью добавления при переработке агентов (добавок) разлагающихся с выделением газа), не считая случая производства полиуретановых пен, в которых газ выделяется в результате химической реакции компонентов при формовании.

У обоих методов есть достоинства и недостатки. Использование физических газообразователей экономически более выгодно, но требует специального оборудования и соблюдения очень строгих предупредительных мер взрывопожаро-безопасности.

Химические вспениватели можно применять на стандартном оборудовании, при этом не требуются специальные меры пожарной безопасности. В качестве вспенивающего агента может применяться множество соединений в зависимости от требуемых свойств готовой продукции и типа используемого материала. Вспененные изделия могут принимать любую физическую форму – плиты, пленки, листа, обруча, нити, прутка, профиля, слоеных плит и т.п.

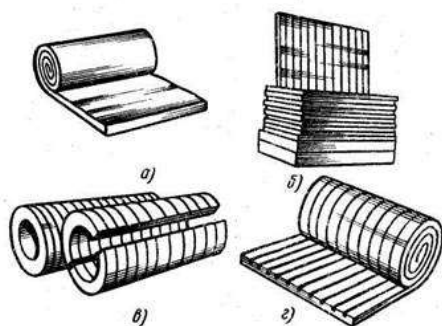
Удельный вес (плотность) вспененных изделий обычно находится в диапазоне от 5 до 800 кг/м<sup>3</sup> с размером вспененной ячейки от 0,05 мм до 15 мм. Содержание количества ячеек в структуре материалов можно изменять от 0 до 100 %, в зависимости от выбранных сырья и технологического процесса. Вспенивание

термопластов может осуществляться как при литье под давлением, так и при экструзии.

По виду создания при производстве межмолекулярной связи между ячейками, вспененные полимеры можно так же условно разделить на три группы со сшитой структурой молекул, несшитые и отдельно сформированные из каплеобразных структур наподобие гранул с использованием первых двух методов.

Полимеры для изготовления пенопластов, их химическое строение. Технология получения пенопластов. Пенопласты на основе полистирола, полиолефинов, полиуретана, поливинилхлорида, их получение, свойства и применение.

Теплоизоляционные материалы на основе минеральных волокон. Классификация волокнистых теплоизоляционных материалов.



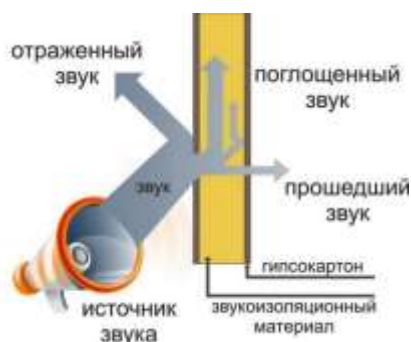
Р и с . 17.2. Теплоизоляционные изделия из минеральной ваты:  
а — минеральный войлок; б — полужесткие плиты; в — полуцилиндры; г — прошивной мат

Минераловатные и стекловатные теплоизоляционные материалы, технология их получения, свойства и применение. Основные производители и виды их продукции на рынке строительных материалов.

Звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы. Основные особенности и применение в строительстве.

Задача звукоизоляции – отразить звук и не позволить ему пройти сквозь стену помещения. Характерное строение звукоизолирующих материалов создает препятствие продвижению звука и отражает его. Звукоизолирующая способность строительной конструкции определяется, прежде всего, массой - чем массивнее и толще стена, тем сложнее звуковым колебаниям ее раскачать. Звукоизолирующая способность ограждающих конструкций, применяемых в строительстве, оценивается значением индекса звукоизоляции. Индекс

звукоизоляции измеряется в Дб, и оптимально он должен составлять от 52 до 60 Дб (для ограждающих конструкций). К звукоизолирующим относятся плотные материалы, такие как бетон, кирпич, гипсокартон и другие материалы, способные отражать звук.



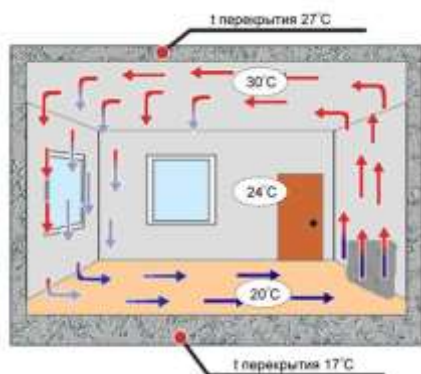
Задача звукопоглощения – поглотить шум, не дать ему отразиться от преграды обратно в комнату. Звукопоглощающие материалы имеют волокнистое, зернистое или ячеистое строение. Характеристика поглощения звука оценивается коэффициентом звукопоглощения. Коэффициент звукопоглощения меняется в пределах от 0 до 1. При нулевом значении коэффициента звукопоглощения звук полностью отражается,

при полном звукопоглощении коэффициент равен единице. К звукопоглощающим материалам относят те, которые имеют коэффициент звукопоглощения не менее 0,4.

### 9.1.3 Основы теплопередачи и влажностного режима ограждающих конструкций

Основы теплопередачи. Теплопередача является сложным физическим процессом, который условно подразделяется на три элементарных механизма переноса тепла, а именно: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Теплопроводность представляет собой процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении твердых, жидких и газообразных тел или их частей, имеющих различные температуры. Теплопроводность обусловлена колебательным движением микрочастиц тела.



Конвекция имеет место только в текучих средах и представляет собой перенос тепловой энергии при перемещении объемов жидкости или газа в пространстве.



Тепловое излучение — это процесс распространения тепловой энергии в виде электромагнитных волн. При тепловом излучении происходит двойное превращение энергии, т. е. тепловая энергия излучающего тела переходит в лучистую, а лучистая энергия, поглощенная телом, переходит в тепловую.

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Теплоусвоение внутренней поверхности ограждающей конструкции и теплоустойчивость помещения.

Диффузия и конденсация водяного пара в ограждающих конструкциях. Главной причиной многочисленных повреждений, связанных с увлажнением конструкций здания, является в основном конденсация водяного пара. Спектр повреждений при этом простирается от небольшого образования плесени в углах помещений из-за пониженного термического сопротивления до полного увлажнения наружных стен. Для предотвращения конденсации водяного пара в наружных ограждениях необходимо, чтобы малопроницаемые слои располагались к внутренней поверхности ограждения, а более паропроницаемые слои – у наружной его поверхности.

Давление насыщенного пара. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Влажность воздуха — это величина, характеризующая содержание водяных паров в атмосфере Земли — одна из наиболее существенных характеристик погоды и климата.

Влажность воздуха в земной атмосфере колеблется в широких пределах. Так, у земной поверхности содержание водяного пара в воздухе составляет в среднем от 0,2% по объёму в высоких широтах до 2,5% в тропиках. Упругость пара в полярных широтах зимой меньше 1мбар (иногда лишь сотые доли мбар) и летом ниже 5 мбар; в тропиках же она возрастает до 30 мбар, а иногда и больше. В субтропических пустынях упругость пара понижена до 5—10 мбар.

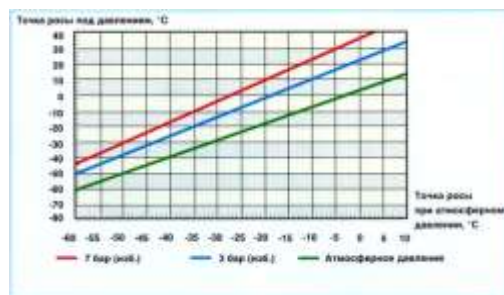
Абсолютная влажность воздуха ( $f$ ) — это количество водяного пара, фактически содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  воздуха. Определяется как отношение массы содержащегося в воздухе водяного пара к объёму влажного воздуха. Обычно используемая единица абсолютной влажности — грамм на метр кубический,  $\text{г/м}^3$ .

Относительная влажность воздуха ( $\varphi$ ) — это отношение его текущей абсолютной влажности к максимальной абсолютной влажности при данной температуре. Она также определяется как отношение парциального

давления водяного пара в газе к равновесному давлению насыщенного пара. Парциальное давление водяного пара.

Точка росы — это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём пар достиг состояния насыщения и начал конденсироваться в росу. В строительстве согласно СП 50.13330.2012 п. Б.24 точка росы — температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью.

Температура точки росы газа (точка росы) — это значение температуры газа, при которой водяной пар, содержащийся в газе, охлаждаемом изобарически, становится насыщенным над плоской поверхностью воды.



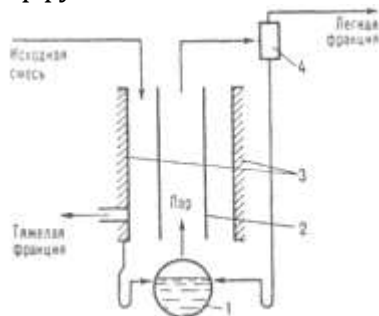
Точка росы определяется относительной влажностью воздуха. Чем выше относительная влажность, тем точка росы выше и ближе к фактической температуре воздуха. Чем ниже относительная влажность, тем точка росы ниже фактической температуры. Если

относительная влажность составляет 100%, то точка росы совпадает с фактической температурой.

Образование конденсата на поверхности конструкций. Диффузия водяного пара в воздухе и в порах материала. Конденсация водяного пара в толще ограждения. Влажность строительных материалов. Капиллярный и осмотический перенос влаги в строительных конструкциях. Электрокинетический эффект.

Электроосмотическое высушивание строительных конструкций. Диффузия и конденсация водяного пара под влиянием капиллярного и осмотического переноса влаги. Все виды диффузии подчиняются одним законам. Скорость диффузии пропорциональна площади поперечного сечения образца, а также разности концентраций, температур или зарядов (в случае относительно небольших величин этих параметров). Так, тепло будет в четыре раза быстрее распространяться через стержень диаметром в два сантиметра, чем через стержень диаметром в один сантиметр. Это тепло будет распространяться быстрее, если перепад температур на одном сантиметре будет 10 С вместо 5 С. Скорость диффузии пропорциональна также параметру, характеризующему конкретный материал. В случае тепловой диффузии этот параметр называется

теплопроводность, в случае потока электрических зарядов — электропроводность. Количество вещества, которое диффундирует в течение определённого времени, и расстояние, проходимое диффундирующим веществом, пропорциональны квадратному корню продолжительности диффузии.



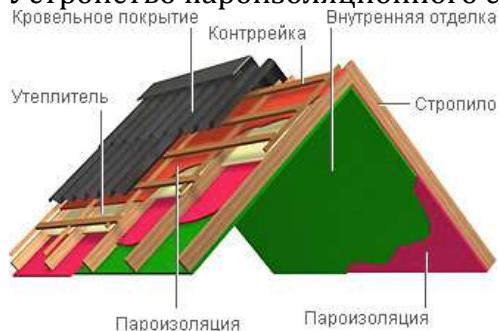
Диффузия представляет собой процесс на молекулярном уровне и определяется случайным характером движения отдельных молекул. Скорость диффузии в связи с этим пропорциональна средней скорости молекул. В случае газов средняя скорость малых молекул больше, а именно она обратно пропорциональна квадратному корню из массы молекулы и растёт с повышением температуры. Диффузионные

процессы в твёрдых телах при высоких температурах часто находят практическое применение. Например, в определённых типах электронно-лучевых трубок (ЭЛТ) применяется металлический торий, продиффундировавший через металлический вольфрам при 2000 С. Если в смеси газов масса одной молекулы в четыре раза больше другой, то такая молекула передвигается в два раза медленнее по сравнению с её движением в чистом газе. Соответственно, скорость диффузии её также ниже. Эта разница в скорости диффузии лёгких и тяжёлых молекул применяется, чтобы разделять субстанции с различными молекулярными весами. В качестве примера можно привести разделение изотопов. Если газ, содержащий два изотопа, пропускать через пористую мембрану, более лёгкие изотопы проникают через мембрану быстрее, чем тяжёлые. Для лучшего разделения процесс производится в несколько этапов. Этот процесс широко применялся для разделения изотопов урана (отделение  $^{235}\text{U}$  от основной массы  $^{238}\text{U}$ ). Поскольку такой способ разделения требует больших энергетических затрат, были развиты другие, более экономичные способы разделения. Например, широко развито применение термодиффузии в газовой среде. Газ, содержащий смесь изотопов, помещается в камеру, в которой поддерживается пространственный перепад (градиент) температур. При этом тяжёлые изотопы со временем концентрируются в холодной области.

### 9.1.4 Пароизоляция и ветрозащита ограждающих конструкций

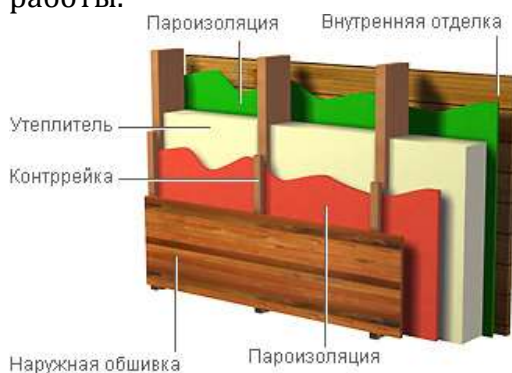
Сопротивление воздухопроницанию и паропроницанию ограждающих конструкций. Применение пароизоляции для предотвращения или уменьшения конденсации влаги.

Устройство пароизоляционного слоя.



Пароизоляционные материалы используются для защиты теплоизоляции стен и кровли от разрушительного влияния паров влаги, возникающих внутри помещения за счет процесса жизнедеятельности человека (влажная уборка, мокрые процессы при строительстве, приготовление пищи, водные процедуры и т.п.) либо в случае повышенного влажностного режима эксплуатации

(специальные производства, бассейны и т.п.). Цель пароизоляции (пароизоляционной мембраны) – защита утеплителя от влаги, создание паронепроницаемого барьера изнутри помещения. Без правильного устройства пароизоляции, пары влаги, за счет парциального давления, свободно проникает в толщу стены и, при отсутствии вентиляционного зазора или дышащей штукатурки с внешней стороны теплоизоляции как правило, накапливается в теплоизоляционном слое, значительно ухудшая его свойства и снижая срок работы.



Пароизоляционные материалы применяются в ограждающих конструкциях (кровля и стены). Пароизоляция укладывается с внутренней (теплой) стороны, непосредственно между отделочным и теплоизоляционным слоем. Стыки пароизоляционных пленок выполняются внахлест и герметизируются. Необходимо особо продумать варианты отведения влаги с поверхности

пароизоляционного слоя. Для этого продумывается специальные вентилируемые пространства в кровле, устройство приточно-вытяжной вентиляции во всем доме. Антиконденсационные пленки [от греч, anti - вместо,

против и лат, condense - уплотняю, сгущаю] - пленки, конструкция или химический состав которых препятствуют стеканию капель конденсата с поверхности пленки. Явление конденсации происходит при высокой влажности воздуха. Если температура поверхности пленки ниже температуры точки росы для данного значения влажности, то вследствие того, что большинство пленок плохо смачиваются водой, на поверхности пленки образуется конденсат водяных паров в виде отдельных капель.

Возникновение такого конденсационного слоя способно принести массу проблем во многих областях широкого применения полимерной пленки: пищевой, сельскохозяйственной, строительной и других. Так, образование конденсата на внутреннем слое упакованных с помощью пленки продуктов может стать причиной порчи продукции или снижения ее вкусовых качеств. В сельском хозяйстве конденсат, капающий с поверхности парниковой пленки на растения, приводит к развитию заболеваний растений. Не менее опасен конденсат, образующийся на внутренней поверхности различных строительных облицовочных материалов, таких, например, как стеновые и кровельные сэндвич-панели, профнастил, различного вида сайдинг, металлический кровельный материал и многих других, способный значительно сократить долговечность всего сооружения.

Ветрозащитные материалы. В современном строительстве широко применяются вентилируемые утепленные фасадные конструкции, в которых преимущественно используются теплоизоляционные материалы с низким коэффициентом горючести из минерального волокна или стекловолокна. Обязательной составной частью вентилируемых фасадных конструкций является воздушный зазор между облицовкой фасада и теплоизоляционным материалом. Внутри зазора вплотную к теплоизоляции необходимо установить ветрозащитный материал (ветрозащиту).

Материалы и изделия для пароизоляции и ветрозащиты ограждающих конструкций. Полупроницаемые мембраны. Основная задача ветрозащиты – не дать проникнуть потоку воздуха в верхние слои теплоизоляционного материала и предотвратить движение воздуха между волокнами теплоизоляции, т.е. сохранить её изолирующие свойства (как только поток воздуха получает возможность двигаться между волокнами утеплителя - изолирующая функция утрачивается).

Облицовку фасада и его несущие конструкции делают, как правило, из металла, на котором регулярно в результате изменения температуры в течение суток возникает конденсат. Кроме того, внешняя конструкция фасада предполагает зазоры для теплового расширения деталей облицовки, сквозь которые внутрь конструкции могут проникать дождь и снег. Теплоизоляционный материал необходимо защитить как от конденсата, так и от попадания на него осадков. Таким образом, ветрозащита должна одновременно выполнять и гидроизоляционную функцию, т.е. быть в достаточной степени водонепроницаемой. Для эффективной защиты от ветра ветрозащитный материал должен вплотную прилегать к теплоизоляционному материалу. Это значит, что ветрозащита должна также иметь высокую паропроницаемость, т.е. обладать супердиффузионными свойствами.

### 9.1.5 Конструктивные решения теплозащиты ограждающих конструкций

Стены. Конструктивные решения теплозащиты наружных и внутренних стен. Трехслойные стены с теплоизоляцией. Основные правила:



- наружную стену выполняют из более паропроницаемого, как правило, менее плотного материала, чем внутреннюю;
- всегда лучше предусмотреть воздушный зазор - 5-10 мм, между утеплителем и наружной стеной. Для этого наряду со стекло- или базальтовыми связями используют специальный пластиковый фиксатор, прижимающий плиту утеплителя к внутренней стене;
- для проветривания воздушной прослойки устраивают специальные продухи в нижней и верхней части стены. Площадь таких отверстий принимается из расчета 75 см<sup>2</sup> на каждые 20 м<sup>2</sup> поверхности стены. Для этого используют либо пустотный кирпич, положенный на ребро, либо в нижнем ряду кладки не все вертикальные швы заполняют цементным раствором.

- другим вариантом, позволяющем избавиться от скапливающегося в нижней части стены конденсата, является сооружение из полиэтиленовых трубок диаметром 10 мм специальных отводных каналов через каждые 1000 мм по всему периметру здания на нижней точке утеплителя;
- пароизоляцию располагают как можно ближе к внутренней поверхности стены, с "теплой" стороны утеплителя;
- наилучший результат достигается в случае использования фольгированного пароизоляционного материала

Каменные стены, утепленные теплоизоляцией с наружной стороны (штукатурная система и система с вентилируемой прослойкой). Конструкции перегородок и их теплоизоляция.

Крыши. Конструктивные решения теплозащиты кровли. Инверсионные кровли. Теплоизоляция плоской совмещенной кровли. Утепление чердачных перекрытий. Скатные кровли. Утепление мансард. Наиболее широкое применение в строительстве получили следующие конструктивные решения крыш:

- чердачные крыши;
- совмещенные бесчердачные крыши.

Долговечность и теплозащитные свойства крыш в значительной степени определяются влажностными состояниями материалов крыш. Постоянным источником увлажнения является влага, поступающая в парообразном состоянии из воздуха помещений в холодный период года. Прохождение водяных паров через толщу утеплителя приводит к увлажнению материала и потере требуемых теплозащитных качеств конструкции. При устройстве достаточной внутренней пароизоляции и наличие свободного выхода влаги из конструкции увлажнения не происходит.

### 9.1.6 Фундаменты

Конструктивные решения теплозащиты подвалов, фундаментов и подземных сооружений.

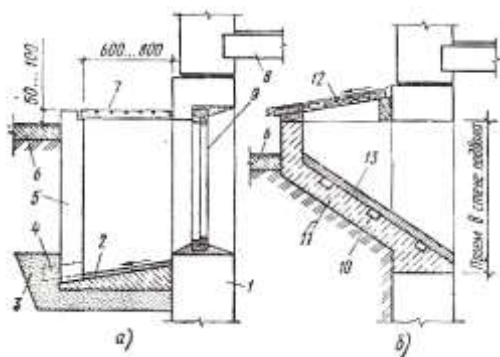
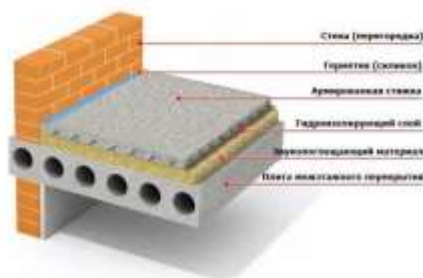


Рис. 41. Приямки у стен подвала:  
 а — световой; б — загрузочный; 1 — стена подвала; 2 — влагостойкий пол с уклоном; 3 — щебень, гравий; 4 — труба для выпуска воды; 5 — стенка приямка (кирпичная, бетонная); 6 — отмостка, тротуар; 7 — стальная защитная решетка; 8 — перекрытие; 9 — оконный блок; 10 — антисептированные лаги; 11 — бетон; 12 — водопроницаемая крышка приямка с уклоном; 13 — дощатый настил

Защита конструкций от воздействия промерзающих грунтов. Одним из путей повышения теплозащиты стен подвалов и перекрытий первого этажа дома является уменьшение влажности материала, приводящее к снижению его теплопроводности и, следовательно, к повышению теплозащитных качеств. При устройстве фундаментов домов следует предусматривать меры по защит оснований фундаментов от промерзания. На глубину промерзания влияют климат (температура, высота снежного покрова), вид грунта и внутренняя температура дома. На почву, находящуюся под зданием, оказывают

влияние холодный наружный воздух и теплота, проникающая из здания. Изоляция уменьшает воздействие низких температур на основание здания. Она может быть уложена с внешней стороны, с обеих его сторон или в составе конструкции цоколя — внутри фундаментной стены. Лучший результат достигается, если теплоизоляция находится с внешней стороны фундамента. Непромерзающими видами оснований являются скала, крупный песок, гравий. Ясно, что на промерзающих грунтах фундаменты следует закладывать ниже глубины промерзания почвы



Перекрытия. Конструктивные решения теплозащиты перекрытий. Перекрытия над подвалами и холодными подпольями. Способы крепления изоляционных материалов. Механические фиксаторы и другие устройства для крепления изоляционных материалов. Приклеивание. Клеи и мастики. При утеплении перекрытий над холодными подвалами и подпольями следует учитывать, что через них,

как и через все ограждающие конструкции, разделяющие зоны теплого и холодного воздуха, происходит диффузия водяных паров. Для защиты утеплителя от увлажнения его необходимо изолировать слоем пароизоляционного



материала, но в отличие от чердачных перекрытий, пароизоляция располагается над утеплителем (а не под ним), т.к. водяные пары диффундируют из теплых (верхних) помещений в более холодные (нижние).

Чтобы предотвратить увлажнения утеплителя перекрытий и избежать появления сырости, грибка и плесени, необходимо обеспечить вентиляцию подполья и подвалов. С этой целью устраиваются специальные отверстия и продухи, через которые водяные пары будут удаляться наружу с вентиляционным воздухом.

## **9.2 Основы проектирования, устройства и эксплуатации кровельных и гидроизоляционных конструкции**

### **9.2.1 Кровельные конструкции и материалы**

Общие сведения. Типы крыш и их основные элементы. Виды и конструкции кровель. Уклоны кровель. Несущие конструкции и основания под кровли. Устройство стяжек.

Кровли из рулонных материалов. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе битумов и дегтей. Основные и безосновные. Их состав, свойства и область применения. Недостатки материалов на основе битумов. Модифицирование битума. АПП-, ИПП-, СБС-, VP модификаторы. Свойства модифицированных битумов. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе модифицированных битумов. Основные представители, их состав, свойства и область применения. Способы крепления материалов. Приклеиваемые, наплавляемые, балластные кровли. Дышащие кровли. Инверсионные кровли. Эксплуатируемые кровли.

Полимерные мембраны (ПВХ-, ТПО-, ЭПДМ-мембраны). Их состав, свойства, совместимость с битумом. Многослойные мембраны Resitrix. Устройство кровли, способы крепления мембран.

Кровли из мягкой черепицы (шинглс). Мягкая черепица, ее получение, состав, форма, преимущества перед рулонными материалами. Устройство кровли и способы крепления мягкой черепицы.

Мастичные кровли. Мастики, их классификация по виду связующего. Материалы для изготовления мастик и области их применения. Мастичные кровли, их преимущества перед рулонными. Концепции прочной и эластичной гидроизоляции. Мастики на основе битумов и дегтей. Горячие и холодные (разбавленные и эмульгированные) мастики, их получение, состав и свойства. Битумно-полимерные и полимерные мастики, их классификация по способу отверждения. Основные представители, их состав, свойства и применение. Контроль толщины наносимых слоев покрытия.

Армирующие материалы для мастичных кровельных и гидроизоляционных покрытий.

Металлические кровли. Металлические кровельные материалы их виды. Защитные и декоративные покрытия кровельного металла. Виды полимерных покрытий, их сравнительная характеристика. Структура кровельного листа с многослойным покрытием. Устройство фальцевых кровель. Традиционная и рулонная технологии. Виды фальцев. Крепление картин к обрешетке.

Профилированные листы, их виды. Металлочерепица. Устройство кровли из этих материалов. Кровли из цветных металлов (меди, алюминия и их сплавов).

Черепичные кровли. Черепица глиняная и цементно-песчаная. Состав, получение, виды черепицы, ее основные физико-технические показатели.

Устройство черепичной кровли.

Шиферные и другие кровли. Виды шифера, его состав и свойства. Устройство кровли. Кровли из древесных материалов.

Доборные материалы для кровли. Паропроницаемые, противоконденсационные, ветрозащитные пленки. Водосточные системы.

### **9.2.2 Гидроизоляционные конструкции и материалы**

Основные типы гидроизоляционных покрытий. Окрасочная и мастичная гидроизоляция. Материалы для нанесения покрытий. Оклеечная гидроизоляция из рулонных материалов. Штукатурная гидроизоляция из растворов. Виды и составы водонепроницаемых растворов. Цементные, полимерцементные, стеклоцементные, асфальтовые и др. растворы.

Материалы и технологии проникающей гидроизоляции. Пропиточная и инъекционная гидроизоляция. Материалы проникающего действия, их классификация и номенклатура. Гидрофобизация. Кремнийорганические и другие гидрофобизирующие материалы.

Герметизация и уплотнение швов. Строительные мастичные герметики, их классификация. Материалы для их изготовления (силиконовые, тиоколовые, уретановые и др. эластомеры, их получение, хим. строение и свойства). Торговые марки, составы и области применения современных герметизирующих материалов. Бытовые герметики.

Профильные герметизирующие ленты, жгуты, полосы и т.п.

### 9.2.3 Материалы для защиты строительных конструкций от химических, биологических и температурных воздействий



Антикоррозионные, антисептические, огнезащитные и жаростойкие составы и покрытия.

Антикоррозионная защита — нанесение на поверхность защищаемых конструкций слоев защитных покрытий на основе органических и неорганических материалов, в частности, лакокрасочных материалов, металлов и сплавов. Незащищенная сталь, находясь в воздушной среде или почве, подвергается воздействию коррозии, что может привести к её разрушению. Потери металла от коррозии могут составлять до 10% годового производства стали. Различают два вида потерь: прямые и косвенные. Прямые потери – это безвозвратные потери металла, стоимость замены оборудования, металлоконструкций, расходы на антикоррозионную защиту. Косвенные – простои оборудования, снижение мощности, снижение качества продукции, расход металла на утолщение стенок. Во избежание коррозионного разрушения стальные конструкции часто защищают таким образом, чтобы они могли выдерживать коррозионные напряжения на протяжении срока службы, оговоренного техническими условиями. Существуют различные методы защиты от коррозии, которые зависят от особенностей материала, который необходимо защищать и особенностей его эксплуатации, а также и от агрессивности окружающей среды. Наиболее часто антикоррозионная защита заключается в нанесении на поверхность защищаемых конструкций слоев защитных покрытий на основе органических и неорганических материалов (барьерный метод защиты), в частности, лакокрасочных материалов (ЛКМ) или металлов.



Образец с огнезащитным покрытием «до» и «после» воздействия огня

Огнезащитные материалы необходимы, чтобы как можно больше увеличить время достижения критической температуры металлическими, деревянными, бетонными или иными строительными конструкциями при пожаре. Высолы. Предотвращение их появления и составы для борьбы с ними.

Жаростойкий бетон предназначен для конструкций, испытывающих в процессе эксплуатации длительное воздействие высоких температур. При нагреве бетона, изготовленного на портландцементе, происходят процессы дегидратации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и разложения гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, образовавшихся в процессе твердения цемента. В результате прочность бетона значительно уменьшается, а оксид кальция в последующем под воздействием влаги гидратируется и увеличивается в объеме. Это приводит к растрескиванию конструкций.

Для придания бетону на портландцементе необходимой стойкости к действию высоких температур в его состав вводят тонкодисперсные добавки, содержащие активный аморфный кремнезем, который способен связывать оксид кальция при температуре  $700\text{--}900^\circ\text{C}$  благодаря реакциям в твердом состоянии. В качестве добавок применяют пемзу, золу ТЭС, шамот, доменный гранулированный шлак. Заполнителями в жаростойких бетонах служат огнеупорные материалы: шамот, бой огнеупорного магнезитового кирпича, корунд, хромитовая руда. В качестве вяжущих используют жидкое стекло, глиноземистый и высокоглиноземистый цементы, периклазовый цемент, фосфатное связующее. Тип вяжущего вещества и заполнителей для жаростойкого бетона выбирают с учетом температуры эксплуатации конструкции.

#### 9.2.4 Материалы для отделки ограждающих конструкций

Материалы для штукатурных работ. Гипсокартонные листы и конструкции с их применением. Подвесные потолки и облицовочные материалы для потолков. Материалы для наружной и внутренней облицовки стен зданий.



Полы. Конструкция и технология устройства наливных полов. Наливными полами называют группу материалов, наносимых наливом и используемых для выравнивания и защиты основания. Для грубого выравнивания подходят бетонные и цементно-песочные стяжки. Их толщина может быть не менее 3-4 см. Однако такой толщины можно достичь только при условии армирования и использования специальных добавок. Без армирования толщина стяжки будет не менее 7 см. Устройство наливного пола производится в случае, если нельзя сделать стяжку толще 3 см.

### 9.3 Нормативно-правовая база. Методология проведения энергетического обследования

Энергетические аудиты. Энергетическое обследование (энергоаудит) – это сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Основные цели:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведения их стоимостной оценки.

Местные регламенты по проведению энергетических аудитов.

Основание для энергоаудита:

- Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении

изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. Федеральных законов от 08.05.2010 N 83-ФЗ, от 27.07.2010 N 191-ФЗ, от 27.07.2010 N 237-ФЗ),

- Порядок организации работ по выдаче разрешений на допуск в эксплуатацию энергоустановок (утв. приказом Ростехнадзора от 07 апреля 2008 г. № 212),
- Федеральный закон РФ от 01.12. 2007 г. N 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»,

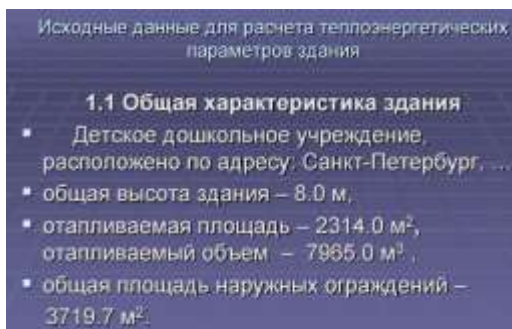
Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 N 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»

Результат энергетического обследования. Энергетический паспорт и его содержание. Поставка энергии. Законодательные требования для поставщиков:

- Договор теплоснабжения -В соответствии со статьей 15 Федерального закона Российской Федерации от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ "О теплоснабжении" потребитель тепловой энергии приобретает тепловую энергию (мощность) и (или) теплоноситель у теплоснабжающей организации по договору теплоснабжения;
- Договор поставки тепловой энергии (мощности) и (или) теплоносителя. В соответствии частью 3 статьи 15 Федерального закона Российской Федерации от 27 июля 2010 г. N 190-ФЗ "О теплоснабжении" единая теплоснабжающая организация и теплоснабжающие организации, владеющие на праве собственности или ином законном основании источниками тепловой энергии и (или) тепловыми сетями, обязаны заключить договоры поставки тепловой энергии (мощности) и (или) теплоносителя в отношении объемов тепловой нагрузки, распределенных в соответствии со схемой теплоснабжения

## **9.4 Проектирование и расчет энергоэффективных зданий и сооружений**

Расчет количества тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания малоэтажной застройки.



Пример составления раздела «Энергоэффективность» проекта зданий на примере ДОУ на 110 мест. Проектные решения здания: наружные стены многослойные, выполнены из камня пустотелого из пористой керамики ГОСТ 530-2007 толщиной 510 мм, утепленного минераловатными плитами ROCKWOOL Венти Баттс толщиной 80 мм, с

вентилируемым фасадом, кровля – совмещенная, утеплена минераловатными плитами ROCKWOOL Руф Баттс толщиной 220 мм, перекрытие над неотапливаемым подвалом утеплено минераловатными плитами ROCKWOOL Флор Баттс толщиной 150 мм., светопрозрачные конструкции здания – окна – выполнены из двухкамерных стеклопакетов в металлопластиковых переплетах, источником теплоснабжения являются городские сети, теплоноситель – вода с параметрами 90 – 70 °С. ИТП расположен в подвале здания, система отопления – двухтрубная вертикальная с нижним присоединением к магистральным трубопроводам. В качестве отопительных приборов приняты стальные панельные радиаторы типа РСВ-5-КОНРАД.

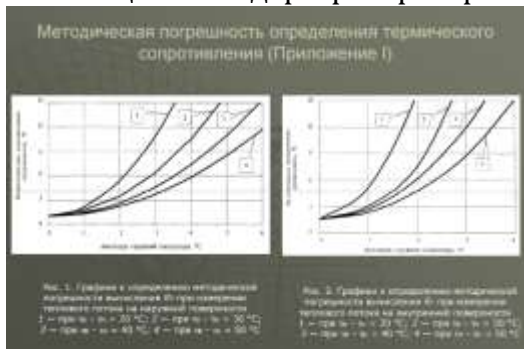
На всех отопительных приборах устанавливается запорная (кран шаровый на обратном трубопроводе) и регулирующая арматура (регулирующий клапан типа RTD-N с термостатическим элементом типа RTD, производства фирмы Danfoss. Вентиляция – естественная и приточно-вытяжная с механическим побуждением, предусмотренная для помещений постирочной, пищеблока и бассейна.

Список используемых нормативных документов: СНиП 23-01-99\* Строительная климатология, СНиП 23-02-2003, Тепловая защита зданий, СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.

## 9.5 Энергетическое обследование и энергоаудит зданий, строений, сооружений

Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции в натуральных условиях.

Настоящий стандарт распространяется на ограждающие конструкции жилых,



общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений с нормируемой температурой внутреннего воздуха помещений и устанавливает метод тепловизионного контроля качества теплозащиты одно- и многослойных конструкций (наружных стен, перекрытий, в том числе стыковых соединений) в натуральных и лабораторных условиях, определения мест и размеров

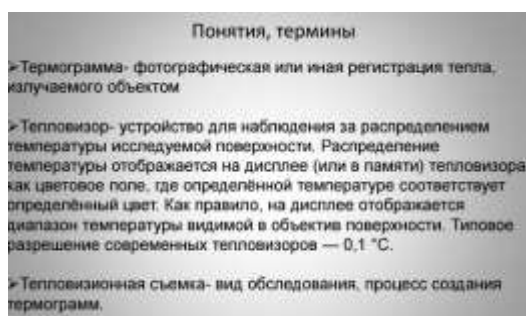
участков, подлежащих ремонту для восстановления требуемых теплозащитных качеств. Метод основан на дистанционном измерении тепловизором полей температур поверхностей ограждающих конструкций, между внутренними и наружными поверхностями которых создан перепад температур, и вычислении относительных сопротивлений теплопередаче участков конструкции, значения которых, наряду с температурой внутренней поверхности, принимают за показатели качества их теплозащитных свойств. Температурные поля поверхностей ограждающих конструкций получают на экране тепловизора в виде черно- белого или цветного изображения, градации яркости или цвета которого соответствуют различным температурам. Тепловизоры снабжены устройством для высвечивания на экране изотермических поверхностей и измерения выходного сигнала, значение которого функционально связано с измеряемой температурой поверхности. Тепловизионному контролю подвергают наружные и внутренние поверхности ограждающих конструкций. По обзорной термограмме наружной поверхности ограждающих конструкций выявляют участки с нарушенными теплозащитными свойствами, которые затем подвергают детальному термографированию с внутренней стороны ограждающих конструкций. Линейные размеры дефектных участков определяют, используя геометрические масштабы термограмм.

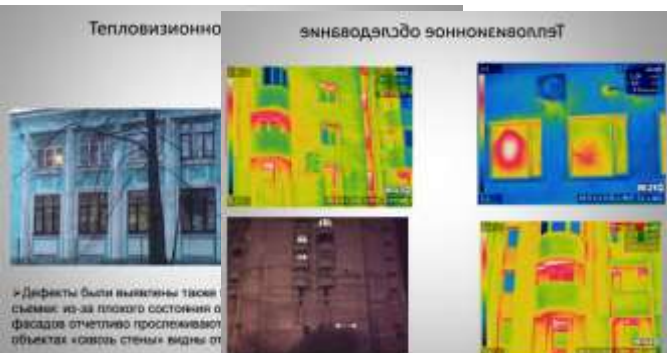
Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники.



Назначение и область применения: рекомендации распространяются на проверку теплозащитных качеств НОК в эксплуатируемых, строящихся и реконструируемых зданиях жилого, общественного и промышленного назначения. Рекомендации содержат основной регламент теплотехнических обследований (объем работ и последовательность операций) и методику комплексной проверки теплозащитных качеств НОК с определением сопротивления теплопередаче конструкций. Применение рекомендаций обеспечивает измерение сопротивления теплопередаче конструкций в диапазоне от 0,3. Применение рекомендаций обеспечивает измерение до  $6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  с относительной погрешностью, не превышающей 15 %. Проверку и контроль теплозащитных качеств осуществляют в натуральных условиях в осенний, зимний и весенний периоды при разности температуры внутреннего и наружного воздуха не менее чем 20 °C. Результаты обследования, выполненного в соответствии с Методическими рекомендациями, могут быть использованы в системе контроля качества производства строительных работ (п. 11.4 СНиП 23 (п. 11.4 СНиП 23-02-2003)

Тепловизионный контроль ограждающих конструкций. Нормативные документы –ГОСТ 26254-84. Метод определения сопротивления теплопередаче НОК в натуральных условиях –ГОСТ 26629-85. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций –МДС 23-1.2007. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники





## 9.6 Разработка энергетического паспорта, отчета и рекомендаций по выбору энергосберегающих мероприятий

Формы энергетического паспорта. Пример энергетического паспорта: I группа – общие сведения об объекте и его оснащённости, II группа – сведения о балансе потребляемых энергоресурсов, III группа – сведения об энергосберегающих мероприятиях, IV группа – энергопаспорт.



Пример отчета. Материалы первого промежуточного отчета проекта. Энергетическое обследование (энергоаудит) «Муниципального дошкольного образовательного учреждения» было проведено с целью оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, определения возможностей ее повышения и определения объема затрат на реализацию энергосберегающих мероприятий. Также энергоаудит позволил провести анализ состояния энергопотребления и определить потенциальные возможности экономии энергоресурсов.

## 9.7 Результаты проекта

Методы и модели оценки энергоэффективности зданий. Оценка общих энергетических характеристик здания включает несколько последовательных этапов, которые можно представить в виде пирамиды. Для всех уровней пирамиды необходимо использовать единые термины, определения и обозначения: «потребность в энергии», «инженерное оборудование здания», «использование вспомогательной энергии», «возместимые потери системы» (рекуперации), «первичная энергия» и «возобновляемая энергия».

Требуется реструктуризация стандартов, в результате которой должно произойти четкое разделение между едиными обязательными процедурами, зафиксированными в стандартах, и дополнительными процедурами, которые выбираются на государственном уровне. Также следует отделить информационные приложения для выделения Технического отчета (отчетов). Таким образом, на государственном/региональном уровне будет проще принять стандарты CEN «как есть» – при необходимости в переводе на государственный/региональный язык.

Авторам методик для государственных/региональных строительных правил будет легче следить за подготовкой стандартов CEN, обмениваться информацией и опытом с коллегами из других стран, а также превосходить стандарты CEN при составлении или пересмотре процедур на государственном/региональном уровне.

Затем государственные процедуры могут формально включать в себя соответствие стандартам CEN и краткие региональные приложения (с перечислением региональных вариантов выбора и исходных данных). Для удовлетворения потребности в краткой государственной методике (например, с информационным изложением) можно предусмотреть государственный заявочный документ, объединяющий содержание стандартов CEN с региональными вариантами выбора и исходными данными.

Первоочередной задачей является продвижение единой модульной структуры стандарта EN 15603 для применения во всех государствах-членах, а также для разработки иерархии и связей между модульными элементами. В связи с этим имеется большая потребность в разработке единой позиции по детализации процедур расчета – например, при определении интервала между подсчетами

(раз в месяц, раз в час) и сложности процедур расчета. Обычно подобный выбор зависит от типа объекта и от особых граничных значений.

Чтобы разработать единый комплект стандартов, который бы удовлетворял требованиям государств-членов и прочих заинтересованных сторон, необходимо прийти к единому мнению по отношению к типам объектов и расчетным условиям.

Процедура ввода в эксплуатацию модернизации зданий. Альтернативные бизнес модели. Инструкция по энергетическому аудиту. Энергетический аудит (энергоаудит) - сбор, обработка и анализ данных об использовании энергетических ресурсов в целях оценки возможности и потенциала энергосбережения и подготовки заключения.

Задачи энергоаудита:

- Выявить источники нерациональных энергетических затрат и неоправданных потерь энергии;
- Разработать на основе технико-экономического анализа рекомендации по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

По результатам энергоаудита составляется заключение по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Заключение энергоаудита выдается на фирменном бланке юридического лица, осуществлявшего энергоаудит.

В результате энергоаудита:

- Дается оценка эффективности использования ТЭР;
- Раскрываются причины выявленных нарушений и недостатков;
- Определяются резервы экономии ТЭР;
- Предлагаются технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в натуральном и стоимостном выражениях и оценкой стоимости их реализации.

## 9.8 Практические занятия

Темы практических занятий:

1. Определение теплофизических свойств материалов.
2. Испытания теплоизоляционных материалов на основе полимеров.
3. Испытания теплоизоляционных материалов на основе минеральных волокон.

4. Испытания полимеров, применяемых для производства кровельных и гидроизоляционных материалов Состояние высоко эластичности полимеров. Эластомеры и пластомеры.
5. Испытания битумных и битумо-полимерных рулонных кровельных материалов.
6. Испытания полимерных рулонных кровельных материалов.
7. Испытания строительных клеев и мастик.
8. Испытания строительных герметиков.

## 9.9 Курсовая работа

Курсовая работа представляет собой разработку проекта кровельной конструкции жилого здания. Разработка конструкции крыши здания с учетом климатических условия, типа здания, применяемых материалов, технологии производства работ. Расчет тепло-влажностного режима конструкции из условий комфортности, энергосбережения, отсутствия конденсации пара в ограждении. Техничко-экономическое сопоставление вариантов.

Используются две специализированные аудитории и лаборатория строительных конструкций и материалов. Применяются коллекции образцов строительных материалов, испытательное оборудование, приборы и установки.