



Исполнитель:

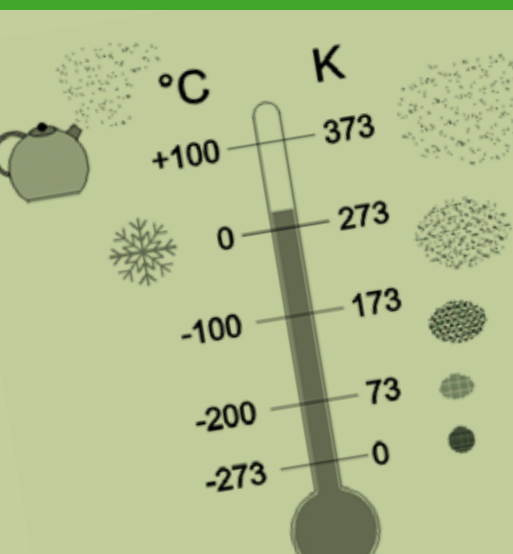
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Агентство профессионально-технического
образования при Министерстве молодежи,
труда и занятости КР

Теплоизоляция зданий

Учебное пособие для учащихся по
специальности «Штукатур-отделочник»
и другим строительным профессиям
в профессиональных лицеях Кыргызстана



Настоящее учебное пособие для учащихся профессиональных лицеев в Кыргызстане разработано в рамках Программы «Профессионально-техническое образование и содействие занятости» Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ).

Издатель:

Германское общество по международному сотрудничеству (GIZ)
«Профессионально-техническое образование и содействие занятости в Кыргызстане»
720040 г. Бишкек, ул. Токтогула 98/2, тел.: +996 (0)312 90 13 25

Автор: дипл. инж. Тилль Блуменредер

Перевод на русский язык: Иван Еременко
Рецензент русского перевода: дипл. инж. Ришат Кожонов

Вопросы на закрепление по темам 1.2 – 4.2 и список технических терминов (Приложение 6) были сформулированы участниками GIZ-семинара по повышению квалификации преподавателей и мастеров профессионально-технического образования, проведенного в г. Бишкек с 26.06. по 05.07.2012.

Рисунки и графики:

Автор: рис. 1.1 – 1.8, 1.11 – 1.24, 1.27– 1.29, 2.5 – 2.7, 2.14 – 2.16, 2.25, 2.29, 2.30, 2.34 – 2.36, 3.1, 3.3, 3.6 – 3.10, 3.20 – 3.28, 4.2 – 4.10

Предоставлено CEEBA – Центр энергоэффективного строительства Центральная Азия (www.ceeba.kg): рис. 1.10, 1.30, 2.31 – 2.33, 3.2, 3.11 – 3.19, 3.29, 4.1

Перепечатано с согласия фирмы «SAKRET», Системы внешней теплоизоляции зданий (www.sakret.de): рис. 1.9, 1.25, 1.26, 2.1, 2.3, 2.4, 2.8, 2.9 – 2.13, 2.17 – 2.24, 2.27, 2.28, 3.4

Перепечатано с согласия EAE – European Association for External thermal insulation composite systems (Европейская ассоциация систем внешней теплоизоляции зданий) (www.ea-etics.com): рис. 2.2, приложения 2

Примечание:

Тексты и рисунки настоящего учебного пособия составлены добросовестно и по лучшему разумению. Поскольку наличие ошибок и изменение соответствующих норм строительного законодательства не исключаются, оговаривается следующее: GIZ не дает гарантии правильности, полноценности и актуальности предоставленных в данном учебном пособии сведений и не несет ответственности за любой ущерб материального и морального характера, возникший в результате прямого или косвенного использования настоящих сведений.

Теплоизоляция зданий

Учебное пособие для учащихся по специальности «Штукатур-отделочник» и другим строительным профессиям в профессиональных лицеях Кыргызстана

Предисловие

Уважаемые читатели,
Уважаемые коллеги,

Настоящее пособие было разработано в рамках деятельности программы GIZ «Профтехобразование и содействие занятости». Агентство профтехобразования (АПТО) Министерства молодежи, труда и занятости КР приняло активное участие в разработке пособия в качестве основного партнера программы GIZ и является ответственным за его внедрение и дальнейшую реализацию. Пособие охватывает, в частности, такие темы, как основы теплоизоляции, теплоизоляция фасадов, бетонных полов, межэтажных и чердачных перекрытий.

Пособие основано на новой модульной концепции обучения/переобучения по энергоэффективной теплоизоляции и адаптировано под актуальные потребности строительного сектора в стране. Преподаватели профессиональных лицеев по строительным профессиям прошли курсы повышения квалификации по вышеуказанным модулям по теории и практике с международными тренерами.

В рамках этих модулей в области теплоизоляции будут постоянно готовиться специалисты для рынка труда Кыргызстана.

Разработка данного пособия отвечает требованиям Закона об энергетической эффективности зданий Кыргызской Республики, вступившего в силу 6.02.2012, и предназначено для обучения и повышения квалификации в быстро развивающемся и современном секторе экономики - энергоэффективного строительства, и является важным элементом для подготовки квалифицированных специалистов в Кыргызстане.

Я благодарю всех, кто внес вклад в создание настоящего пособия и желаю успехов тем, кто будет учиться и работать с данным пособием.

С уважением,
Чолпонкулов Т.А.

Директор Агентства профессионально-технического образования при Министерстве молодежи, труда и занятости КР

Содержание

Модуль 1

Основы тепловой защиты.....	5
1.1 Основные физические термины, помогающие понять тему.....	5
1.1.1 Теплота.....	5
1.1.2 Энергия.....	5
1.1.3 Температура.....	6
1.1.4 Тепловое расширение.....	7
1.1.5 Количество теплоты.....	8
1.1.6 Распространение тепла.....	8
1.2 Причины для теплоизоляции зданий.....	8
1.2.1 Удобство при теплоизоляции и польза для здоровья.....	9
1.2.2 Экономические аспекты теплоизоляции.....	10
1.2.3 Взаимосвязь между теплоизоляцией, экологией и изменением климата.....	11
1.3 Строительная физика ограждающих конструкций зданий.....	12
1.3.1 Функции ограждающих конструкций здания.....	12
1.3.2 Теплопроводность и влажность в строительных материалах.....	12
1.3.3 Варианты теплоизоляции.....	14
1.3.4 Тепловые мосты.....	14
1.4 Технические свойства строительных и теплоизоляционных материалов.....	16
1.5 Потери тепла при воздухообмене с окружающей средой.....	18
1.6 Затраты и выгода теплоизоляции.....	19

Модуль 2

Теплоизоляция стен со штукатурными системами.....	20
2.1 Основы конструкции и строительной физики композитных систем теплоизоляции фасадов (КСТФ).....	20
2.2 Граничные условия выбора технологии (КСТФ).....	21
2.3 Конструкция и технология выполнения внешней теплоизоляции типа КСТФ.....	22
2.3.1 Подготовительные работы.....	22
2.3.2 Цокольная зона.....	23
2.3.3 Приклеивание теплоизоляционных плит.....	24
2.3.4 Крепление теплоизоляционных плит тарельчатыми дюбелями.....	26
2.3.5 Присоединение КСТФ к окнам и дверям, теплоизоляция откосов.....	27
2.3.6 Приклеивание армирующей сетки.....	28
2.3.7 Нанесение наружного декоративного слоя.....	30
2.4. Неклеящиеся системы теплоизоляции под внешней декоративной штукатуркой.....	31
2.5 Меры противопожарной безопасности при теплоизоляции фасадов.....	34
2.6. Теплоизоляционная штукатурка.....	35

Модуль 3

Теплоизоляция строительных элементов соприкасающихся с грунтом и цементных стяжек.....	36
3.1 Строительная физика конструктивных элементов соприкасающихся с грунтом.....	36
3.2 Гидроизоляция.....	38
3.3. Теплоизоляция по периметру.....	39
3.4 Теплоизоляция бетонных полов соприкасаемых с грунтом.....	41
3.4.1 Конструктивные принципы полов на грунте.....	41
3.4.2 Установка теплоизолированных цементных полов на грунте.....	42
3.5 Звукоизолированные (и теплоизолированные) полы с цементной стяжкой межэтажных перекрытий.....	46
3.6 Технология бесшовных полов с подогревом.....	47

Модуль 4

Теплоизоляция чердачных перекрытий.....	51
4.1 Строительная физика чердачных перекрытий.....	51
4.2 Особые аспекты теплоизоляции чердачных балочных перекрытий.....	53
Приложения.....	55

Аннотация

Данное учебное пособие разработано в рамках программы Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) «Профтехобразование и содействие занятости» с целью внедрения тем теплоизоляции и энергоэффективности в учебные планы рабочих специальностей в системе начального профессионального образования.

Пособие предназначено для преподавателей и учащихся курсов по теплоизоляции и энергоэффективности строительных специальностей. Рассматриваемые в данном учебном материале, темы основаны на анализе, применяемых строительными организациями в Кыргызстане, видов теплоизоляции здания, а также имеющихся теплоизоляционных материалов. В пособии даны основы теплоизоляции, а также технологии теплоизоляции стен, полов и чердачных перекрытий.

Пособие разбито на учебные модули, которые могут преподаваться отдельно в рамках строительных специальностей, таких как штукатур-отделочник, столяр и т.д. В каждый модуль включены вопросы для повторения.

Значительное внимание уделяется практической стороне предлагаемых технологий, включая детальное описание теплоизоляционных материалов, необходимых инструментов и этапов работ, которые дополнены соответствующими схемами, картинками и фотографиями для более эффективного восприятия. В тексте пособия и в качестве приложения даны определения использованных технических терминов.

Практический курс повышения квалификации по теплоизоляции и энергоэффективности структурирован на основе на данного пособия.

Пособие разработано краткосрочным экспертом программы GIZ дипломированным инженером господином Тилль Блюмередером.

Данное учебное пособие утверждено и рекомендовано для апробации в пилотных учебных заведениях системы профтехобразования решением научно-методического совета Республиканского научно-методического центра Агентства профессионально-технического образования при Министерстве молодежи, труда и занятости Кыргызской Республики (Протокол № 4 от «24» октября 2012 г.).

Модуль 1

Основы тепловой защиты

1.1 Основные физические термины, помогающие понять тему

1.1.1 Теплота

- Дома строятся для защиты людей, животных и предметов от жары, холода, дождя и ветра. При этом тепло играет очень важную роль. Мы получаем тепло от солнца в качестве естественного источника, но также и с помощью технических средств.
- Тепло возникает:
 - а) при механическом трении (эксперимент: потирание руками) (рис. 1.1)
 - б) во многих химических реакциях, таких как процессы горения (окисления древесины, угля, нефти, бензина и природного газа) (рис. 1.2)
 - с) в электрических процессах, например при движении тока через проволоку высокого сопротивления (электрическая нагревательная плита, лампочка). (рис. 1.3)

С помощью тепла может совершаться также и **работа**. Мы говорим о совершении работы при действии силы на тело вдоль определенного пути. Механическая работа от применения тепла возникает, например, при испарении воды (водяной пар в кастрюле толкает крышку, поднимая ее). Компрессоры для холодильников – это установки, которые, наоборот, преобразуют механическую работу в тепло. Тепло можно превращать в работу и наоборот. (рис. 1.4)

- Паровые двигатели и двигатели внутреннего сгорания являются примерами тех установок, которые преобразуют тепло в механическую работу. При этом способность топлива производить тепло превращается в механическую работу.
- Выводы: тепло возникает вследствие механических процессов (например, трение), химических реакций (например, горение), а также при движении тока в электропроводке (например, через проволоку высокого сопротивления нагревательной плитки). Тепло является одной из форм энергии!

1.1.2 Энергия

Люди используют энергию в различных целях: для отопления домов и освещения помещений или движения транспорта и производства товаров. Любой вид работы связан с использованием энергии.

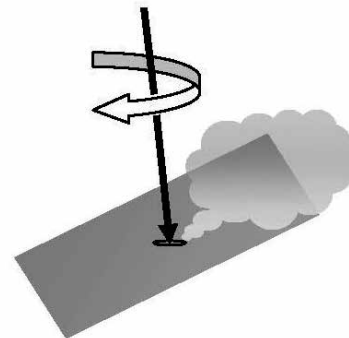


рис. 1.1

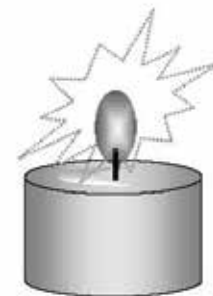


рис. 1.2

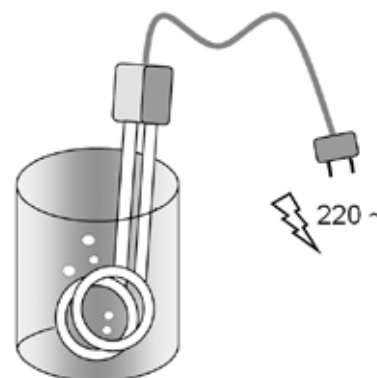


рис. 1.3

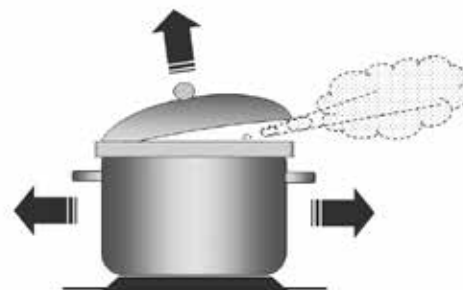


рис. 1.4

- Способность совершать работу называется энергией.
- Различные виды энергии, вероятно, очень хорошо знакомы из повседневной жизни: тепло огня, свет от солнца, движение ветра, молнии, ускорение автомобиля. При этом саму «энергию» невозможно увидеть, услышать, попробовать на вкус, уловить по запаху или осязать. Мы замечаем лишь действие энергии; энергия – это проявление действия.
- Энергия проявляет свое действие в различных формах, которые также могут взаимопревращаться. Энергию можно хранить и передавать. Тем не менее, энергия не является веществом. Энергия в виде тепла представляет собой хаотическое движение молекулярных частиц, в виде электрического тока – направленное движение заряженных частиц, в виде излучения – электромагнитные волны.
- Энергию невозможно ни уничтожить, ни создать, поскольку она всегда меняет лишь форму своего проявления. Поэтому невозможно изобрести «вечный двигатель», то есть установку, которая совершает работу без подачи энергии. Это является важным основным принципом, в физике его называют «законом сохранения энергии». (>Рис. 1.5)
- Полезность энергии, однако, снижается при ее превращении и передаче. Например, химическая энергия, содержащаяся в угле, преобразуется путем сжигания в теплоту для обогрева дома. Если тепло попадает в окружающую среду, то оно утрачивает свою полезность, т.е. «тратится».
- В качестве единицы измерения энергии в физике используется джоуль [Дж].

$$1\text{Дж} = 1\text{Н} \cdot 1\text{м} = 1\text{кг} \cdot 1\text{м}^2 / 1\text{с}^2$$

1.1.3 Температура

Тепло можно также описать в виде **кинетической энергии молекул** (энергии движения молекул) вещества. Это объясняет, почему тела расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Чем теплее материал, тем более интенсивно движутся молекулы в нем и тем больше энергия, сохраняемая в нем. (>Рис. 1.6)

Когда указывается температура, то описывается тепловое состояние вещества. При интенсивном движении молекул вещества, температура является высокой, а при медленном движении – низкой. При абсолютном отсутствии движения молекул, также отсутствует и тепло (абсолютный ноль по шкале Кельвина, что соответствует $-273\text{ }^\circ\text{C}$ общепринятой шкалы Цельсия). С точки зрения физики, существует только тепло, а не «холод». Общепринятыми единицами измерения температуры являются **Кельвин [K]** и **градус Цельсия [°C]**. В качестве нулевой точки отсчета по шкале Цельсия выбран уровень тепла, при котором вода замерзает, а уровень тепла, при которой вода начинает кипеть, равна 100 градусам.

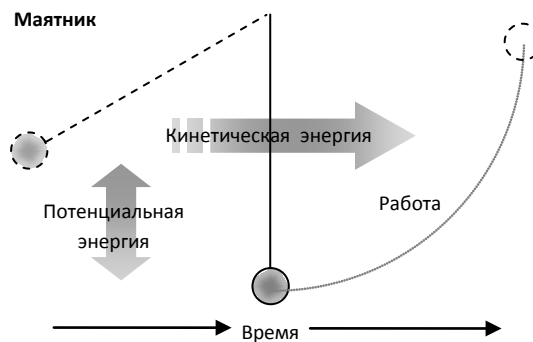


Рис. 1.5
Различные виды энергии могут переходить от одного вида в другой

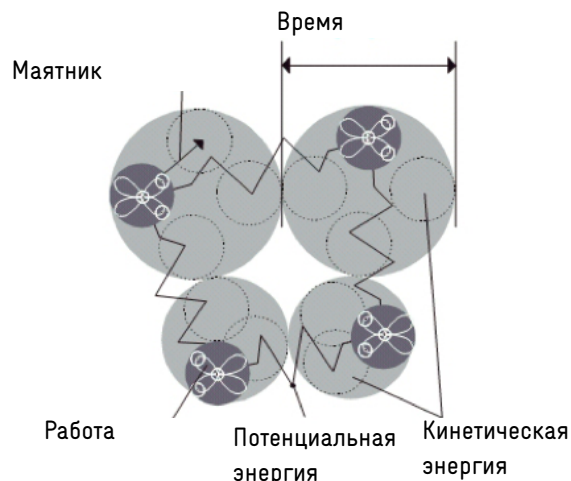


рис. 1.6

- Интервал деления шкалы Кельвина и Цельсия на градусы является одинаковым. В строительной технике принято указывать величину температуры в градусах Цельсия [°C], а разницу температур – в градусах Кельвина [K]. Данное различие помогает избежать ошибок при расчетах. (>Рис. 1.7)
- В жилых помещениях средняя температура, воспринимаемая человеком в качестве приемлемой, составляет +20 °C. Таким образом, +20 °C является стандартной температурой внутри жилых и офисных помещений.
- Для измерения температуры используется термометр. Большинство обычных термометров работает за счет эффекта теплового расширения жидкости (спирта, ртути), которые в зависимости от теплового состояния либо увеличивают, либо уменьшают свой объем в узкой стеклянной трубочке.
- Выводы: Температурой называется уровень тепла материала. Она часто указывается инженерами в градусах Цельсия [°C], но иногда в Кельвинах [K] и измеряется с помощью термометров.

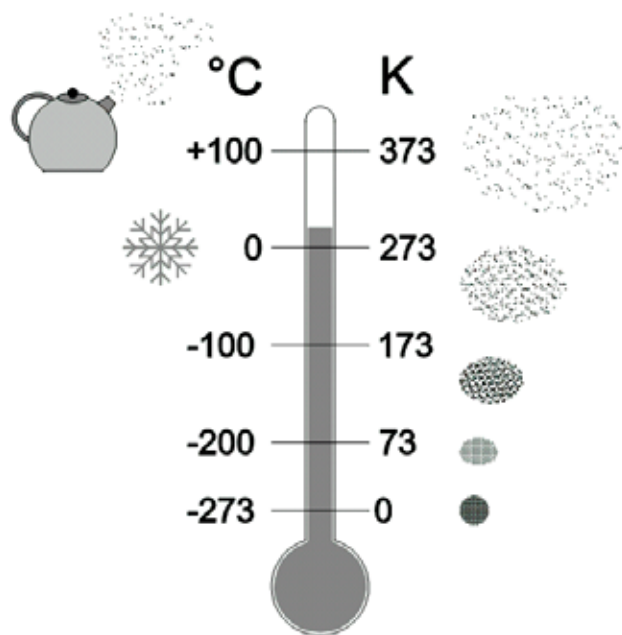


рис. 1.7

1.1.4 Тепловое расширение

- Под **тепловым расширением** понимается изменение размеров материала, которое вызвано изменением его температуры. Если нагревать материал, то его молекулы вибрируют сильнее и его геометрические формы увеличиваются. Длина, ширина и высота становятся больше. Наоборот материал сжимается, если он становится холоднее. На рисунке 1.7 справа от термометра показан пример теплового расширения газа. (>Рис. 1.7)
- Насколько произойдет расширение объекта при его температурном изменении, зависит, из какого материала он сделан. Пластик или алюминий расширяется намного больше, чем сталь или кирпич. Строительная сталь и бетон имеют почти одинаковые характеристики теплового расширения.
- В зданиях через происходящие различные тепловые расширения различных строительных элементов/материалов могут образовываться трещины или в худшем случае это приводит к разрушению строительных элементов.

1.1.5 Количество теплоты

- При соприкосновении веществ или тел, имеющих разные температуры, происходит передача теплоты от вещества с высокой температурой к веществу с низкой температурой. Передаваемый объем теплоты зависит от длительности передачи.

- Объем теплоты, передаваемый при соприкосновении тел с различными температурами, измеряется в физике в Джоулях [Дж]. В повседневной жизни и в строительстве для обозначения единиц измерения объема теплоты (= энергии!) используется киловатт-часы [кВт·ч], которые, например, указываются в электросчетчике, и ватт-секунды [Вт·с]. (➤Рис. 1.8)
- Единицы измерения могут взаимовыражаться следующим образом:

1Дж = 1Вт·с; 1кВт = 1000 Вт; 1 кВт·ч = 3600 кДж

1.1.6 Распространение тепла

- Передача тепла происходит вследствие разницы в температурах: оно распространяется от теплого к холодному телу. Тепло может передаваться тремя различными способами – **тепловым излучением** потоком (конвекцией), излучением, теплопроводностью.
- **Тепловой поток** („конвекция“) возможен только в среде газа (например, в воздухе) или жидкости (например, в воде). Более теплые частички материала имеют больший объем, поэтому они легче (обладают меньшей плотностью) и поднимаются вверх, в то время как более холодные частицы занимают освободившееся пространство внизу. Так возникают потоковые движения в жидких или газообразных веществах, и при этом частички переносят тепло. (Эксперимент: выдувайте воздух через отверстие в кулаке). (➤Рис. 1.9 – #2)
- **Теловым излучением** называется передача тепла без привязки к материи, например, инфракрасный, невидимый для человеческого глаза свет. Так лучи солнца пронзают вакуумное пространство и при попадании на землю отдают свою энергию в виде тепла. Все горячие тела излучают тепло.
- Способность принимать и отражать тепловое излучение зависит от состояния поверхности тела. Темные шероховатые поверхности поглощают больше теплового излучения, чем светлые гладкие поверхности, которые отражают часть лучей обратно в пространство (отражение). (Эксперимент: держите вытянутые ладони на расстоянии 1 см друг от друга). (➤Рис. 1.9 – #3))
- Физическое свойство тел излучать тепло также используется в термографии. С помощью тепловизора можно сделать специальные фотографии зданий. Все поверхности, излучающие большое количество тепла, будут представлены красным или оранжевым цветами, а холодные, хорошо утепленные поверхности – от зеленого до темно-синего цветов. С помощью данных фотографий можно выявить «слабые» места в ограждающих конструкциях здания, через которые происходит потеря тепла. Также хорошо очевидными на термографических фотографиях становятся любые дефекты, например теплоизоляционные работы низкого качества, которые не видны на поверхности стен под штукатуркой. (➤Рис. 1.10)



рис. 1.8

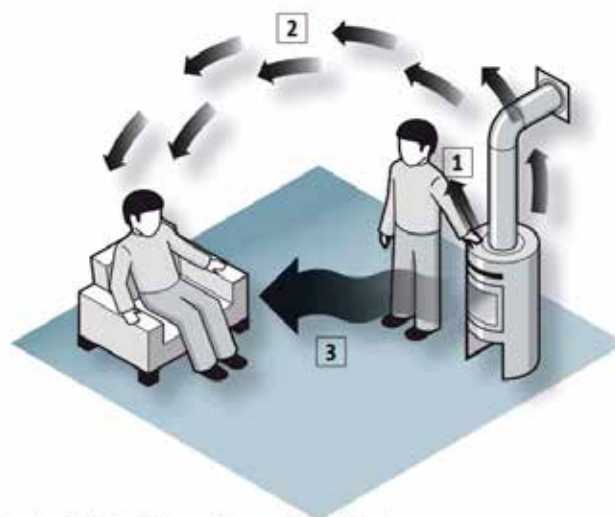


рис. 1.9

© SAKRET

- Теплопроводность – это передача колебательной энергии частиц твердых тел друг другу без изменения их места. (>рис. 1.9 – #1)
- Насколько высока теплопроводность, зависит от вида вещества. Материалы с высокой плотностью, например, железо и медь, проводят тепло лучше, чем материалы с низкой плотностью. Вещества, имеющие воздушные поры в своей массе, например газобетон и кирпич, имеют меньшую плотность и, следовательно, хуже проводят тепло. Но если эти камни намочить водой и при этом вода соберется в порах, имея большую, чем воздух плотность, то теплопроводность увеличится.
- Заключенные в порах твердых веществ газы (обычно воздух) не могут двигаться и передавать тепло, как твердые материалы, путем теплопроводности. Вследствие низкой плотности газов теплопроводность является очень низкой. Для теплоизоляционных материалов используется этот эффект, когда много воздуха или специальных газов заключены в состав других веществ. Такие ультра-легкие и обладающие низкой теплопроводностью материалы используются в строительстве в качестве теплоизоляционного материала. (Эксперимент: прикоснитесь ладонью к кружке горячего чая, сравнивая ее с кружкой обернутой салфеткой)

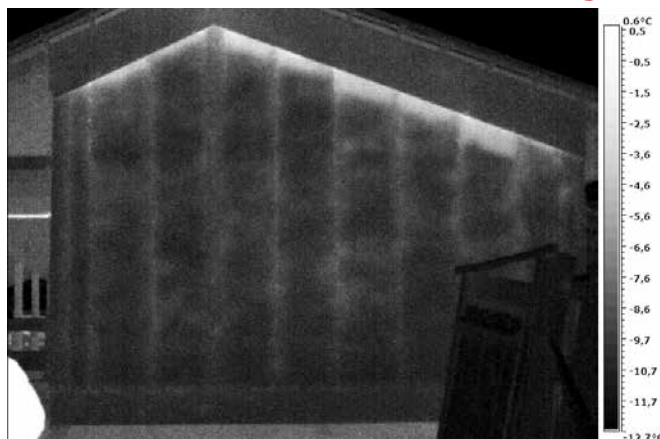


Рис. 1.10
Термографический снимок

1.2 Причины для теплоизоляции зданий

1.2.1 Удобство при теплоизоляции и польза для здоровья

- Комфорт в жилом помещении зависит в значительной степени от ощущаемой температуры в самом помещении. Ощущаемая температура в помещении образуется на основе нашего восприятия температуры воздуха в сочетании с его влажностью, а также на основе излучаемого тепла, которое наше тело улавливает с поверхности всех формирующих помещение элементов (стены, полы, перекрытия и т.д.). Особенно зимой температура в помещении должна быть равномерно теплой и без сильных перепадов.
- В мало теплоизолированных жилых помещениях средняя температура является очень неравномерной, вследствие чего при интенсивном отоплении в зимний период возникают сквозняки, образуется плесень в холодных сырых углах и появляются другие вредные для здоровья возбудители, которые вызывают различные заболевания, в первую очередь аллергию и заболевания дыхательных путей, например туберкулез. (>Рис. 1.11)
- В летний период теплоизоляция служит для защиты помещений от перегрева.
- С помощью определенных систем теплоизоляции в здании может быть значительно улучшена звукоизоляция.

Вопросы для закрепления:

- Перечислите реакции и процессы, при которых возникает тепло.
- Количество энергии измеряется в Дж или кВт·ч. Количество тепла также измеряется в данных единицах. Почему здесь нет противоречия?
- Каким образом взаимосвязаны тепло и механическая работа?
- Что понимается под понятием «объем тепла», и в каких единицах он измеряется?
- Принцип работы гравитационного водяного отопления (без насоса). Какие физические эффекты играют при этом роль?
- Перечислите а) сильные проводники тепла и б) слабые проводники тепла.
- Какие характеристики влияют на уровень теплопроводности тел?
- Что подразумевается под понятием «кинетическая энергия молекул» и как она может измеряться?

1.2.2 Экономические аспекты теплоизоляции

- Из всех мер по энергосбережению, которые выполняются в зданиях, теплоизоляция ограждающих конструкций здания является наиболее экономичной. Там, где меньше теряется тепла, меньше необходимости в его восполнении и, следовательно, в производстве. По этой причине «активные» инженерно-коммуникационные системы, например, интеллектуальные системы отопления, солнечные батареи и тепловые насосы, принесут пользу только в том случае, когда самые основные мероприятия по теплоизоляции здания успешно выполнены.
- «Около 75% энергии в домашнем хозяйстве потребляется на отопление. Более половины этого тепла неэффективно улетучивается во внешнюю среду вследствие отсутствия теплоизоляции зданий». На отопление хорошо теплоизолированного дома требуется от одной трети до половины количества тепловой энергии, которое потребляется не теплоизолированным домом в зимний период. Таким образом, обеспечивается экономия затрат на отопление, а в случае печного отопления – также и времени.
- В домах, которые плохо, неправильно или совсем не теплоизолированы, несущая конструкция постоянно подвергается резким перепадам температуры. Вследствие этого возникают трещины в конструкции, что снижает его прочность и долговечность. В совершенно плохо теплоизолированных местах часто скапливается влага, что ведет к коррозии стали, гниению деревянных элементов, а в сочетании с морозами – к разрушению камня и бетона. Плохо теплоизолированные здания менее долговечны по сравнению с хорошо утепленными.
- Поскольку качественно теплоизолированные здания обладают большим комфортом и более здоровым микроклиматом в помещениях, при сдаче в аренду или продаже такого здания/помещения можно получить более высокую оплату.
- Теплоизоляционные материалы имеют высокую стоимость, а их технически профессиональный монтаж занимает много времени. Поэтому расходы на строительство хорошо теплоизолированных зданий, намного выше, чем плохо теплоизолированных. При планировании теплоизоляционных работ следует исходить из наиболее целесообразного соотношения затрат и экономической выгоды – окупаемость расходов в течение ожидаемого срока использования здания.
- Кыргызстан является страной с очень ограниченными запасами нефти, природного газа и угля. Эти ископаемые энергоносители, которые постоянно исчерпывают себя и становятся дороже во всем мире, страна вынуждена импортировать из других государств. Даже электричество, добываемое на собственных гидроэлектростанциях, имеется в ограниченном объеме. Поскольку целый ряд новых зданий, построенных после развала Советского Союза, отапливается преимущественно на электричестве, все чаще происходят отключения электрической энергии, и возникает ее дефицит. Такая ситуация крайне негативно отражается на производительности промышленности и сельского хозяйства в Кыргызстане.

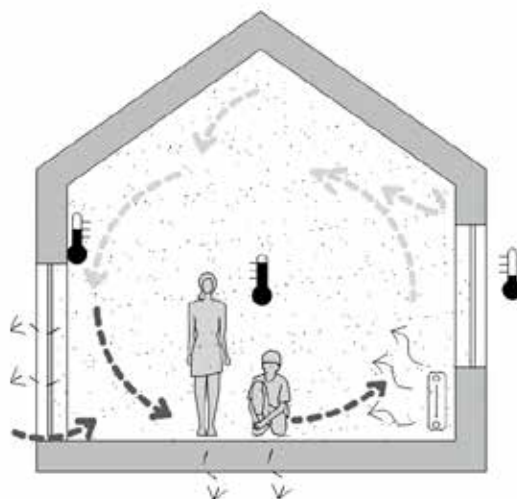


Рис. 1.11

- Люди, проживающие в плохо утепленных домах с вредным для здоровья микроклиматом помещения чаще страдают заболеваниями. В связи с этим снижается их работоспособность при обучении и работе.
- Уже в 1998 году был принят Закон Кыргызской Республики «Об энергосбережении». В 2009 году строительные нормы КР, такие как СНиП КР 23-01:2009 был обновлен. С февраля 2012 г. вступил в силу закона «Об энергетической эффективности зданий». Этим Правительство Кыргызской Республики дало ориентир относительно цели по сбережению отопительной энергии при строительстве новых и ремонте существующих зданий. Для строительной отрасли в Кыргызстане это означает новые области работы и повышенный спрос на квалифицированных специалистов, которые профессионально могут выполнять теплоизоляционные работы. Более высокие стандарты теплоизоляции зданий создают новые рабочие места.

1.2.3 Взаимосвязь между теплоизоляцией, экологией и изменением климата

- Атмосфера земли представляет собой смесь различных газов: - 78% азота, - 21% кислорода, 1% другие газы, в том числе так называемые «парниковые газы». Так называемые «парниковые газы», к которым относится также получаемый при сгорании органических веществ (древесины, нефти, угля, природного газа) углекислый газ (CO₂), влияют своим «парниковым эффектом» на климат Земли. (Рис. 1.12)
- Парниковый эффект выступает в качестве прозрачной теплоизоляции, через которую солнечные лучи беспрепятственно проникают в нашу атмосферу, но затем с трудом покидают ее. Не будь такого эффекта, средняя температура на Земле составляла бы -18 °С вместо благоприятных +15 °С, при которой мы живем. (рис. 1.13)
- Начиная с конца 18-го века, увеличилась концентрация парниковых газов в воздухе вследствие промышленной революции с постоянно растущим потреблением ископаемого топлива, вырубкой лесов и других техногенных загрязнений. Это основная причина роста средней температуры на Земле, примерно на 0,75 °С за последние 100 лет. .
- Глобальное потепление растет все быстрее и быстрее. Оно ведет к опустыниванию территорий в Центральной Азии и Кыргызстане, таянию ледников и потере плодородных, пригодных для сельского хозяйства и животноводства земель. Также резкие погодные перепады объясняются причиной глобального потепления.
- Путем улучшенной теплоизоляции зданий можно противостоять растущему потреблению ископаемого топлива.
- Более эффективно теплоизолированные здания лучше защищают от экстремальных внешних погодных условий.



Рис. 1.12
ТЭЦ, г. Каракол

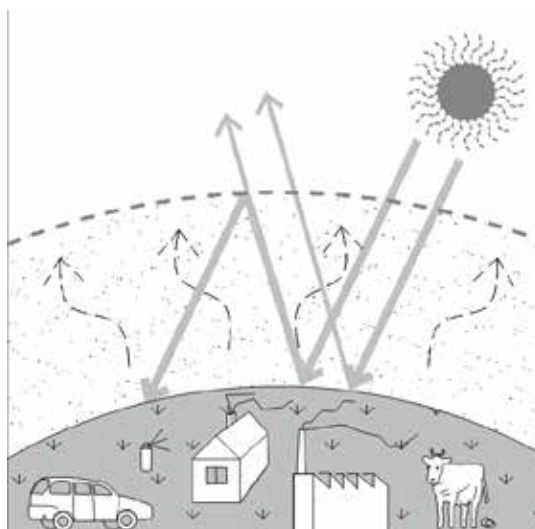


Рис. 1.13

Вопросы для закрепления:

- От чего зависят комфорт и здоровье человека в жилых помещениях?
- Каковы экономические аспекты теплоизоляции?
- Как взаимосвязаны теплоизоляция, экология и климат?

1.3 Строительная физика ограждающих конструкций зданий и взаимосвязи

1.3.1 Функции ограждающих конструкций здания

- Тепловая защита здания, в первую очередь, зависит от теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций. К ограждающим конструкциям здания, в частности, относятся: потолок подвала или полы на первом этаже, наружные стены, окна, двери и крыша или перекрытие верхнего этажа.
- Часто дома имеют неотапливаемые чердаки, подвалы, пристроенные гаражи или другие неотапливаемые помещения, в связи с чем основные для теплоизоляции ограждающие конструкции здания не всегда соответствуют видимым снаружи поверхностям здания. Поэтому в случае неотапливаемого чердака, **термическая граница, ограждающих конструкций здания**, проходит вдоль верхней части чердачного перекрытия. Перед планированием теплоизоляционных работ, в первую очередь, следует установить, вдоль какой строительной части будет проходить граница между отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями. (➤Рис. 1.14)

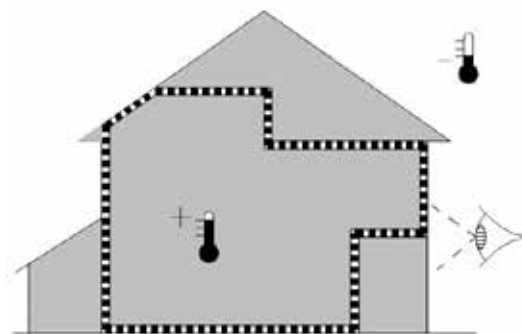


Рис. 1.14
— Видимая граница
- - - Термическая граница

1.3.2 Теплопроводность и влажность в строительных материалах

- Обычно люди чувствуют себя комфортно при комнатной температуре +20 °С. Однако в зимний период наружная температура гораздо ниже. В январе средняя температура воздуха по Чуйской области составляет только -5 °С, а в горных регионах, таких как Нарын, она опускается до -20°С. Поэтому внешние и внутренние поверхности стен и также другие части ограждающих конструкций зданий совершенно разные по своей температуре. Насколько велика разница в температуре, зависит от теплопроводности различных строительных материалов и конструкций.
- Теплопроводность определяется коэффициентом теплопроводности . (Лямбда). Ее физической единицей является Вт / (м · К). Теплопроводность строительного материала указывает, какая мощность теплового потока [Вт] проходит за секунду [с] через поверхность площадью 1 м² в слое строительного материала толщиной 1 м при разности температур между внутренней и внутренней стороной в 1 Кельвин [К]. Лямбда [.] определяется физическими величинами как 1 Ватт [Вт] / (1 метр [м] x 1 Кельвин [К]). (➤Рис. 1.15)

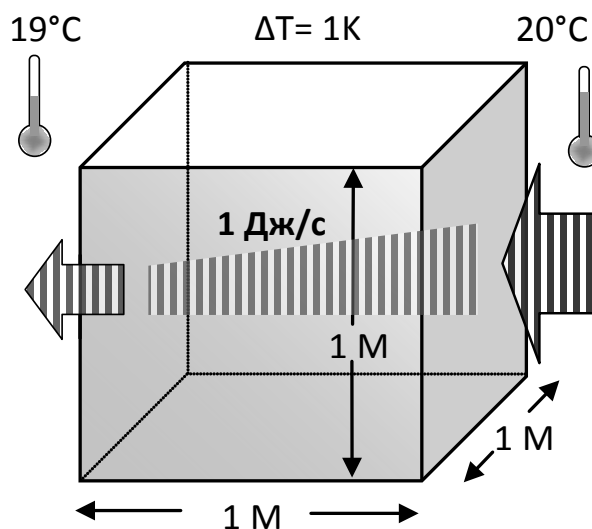


Рис. 1.15

- Коэффициент теплопроводности, например, кирпичной стены составляет $\lambda = 1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Под этим подразумевается, что стена с площадью в 1 м^2 и толщиной в 1 м при разности наружной и внутренней температуры в 1 Кельвин отапливает окружающую среду снаружи с мощностью теплового потока в 1 Вт . То есть каждую секунду энергия в размере 1 Дж ($1\text{Вт} \cdot 1\text{с}$) проходит через этот кусок стены. Эта величина энергии теряется изнутри и должна быть восполнена отоплением, в том случае если температура в помещении не должна меняться.

Например, если вся площадь наружной стены составляет 10 м^2 ($2,5 \text{ м} \times 4 \text{ м}$) и разница температуры внутри/снаружи составляет 40 Кельвинов ($= +20^\circ\text{C} - -20^\circ\text{C}$), и стена имеет толщину 40 см , то это дало бы поток тепла равное $10 \text{ м}^2 \times (1 / 0,5 \text{ м}) \times 40 \text{ К} = 800 \text{ Вт}$. Для того чтобы скомпенсировать эти потери достаточно постоянно держать включенными 8 лампочек мощностью в 100 Вт ($= 8 \times 0,1 \text{ кВт}$). В течение одного дня эти 8 лампочек или холодная наружная стена использовала бы $0,8 \text{ кВт} \times 24 \text{ часа} = 19,2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$ энергии. При стоимости электрической энергии $- 1 \text{ сом/кВт}\cdot\text{ч}$ для того чтобы восполнить потери тепла через эту стену в обычный холодный зимний день затраты составили бы $- 20 \text{ сом!}$ (>рис. 1.16)

- Воздух в комнате с температурой $+20^\circ\text{C}$ также как и наружный воздух являются влажным, то есть они содержат в себе воду. Влажный воздух представляет собой смесь воздуха и водяных паров. Массовая доля водяного пара в воздухе зависит от температуры воздуха. Если максимальная массовая доля водяного пара в воздухе превышена при определенной температуре, то избыток влаги образует маленькие капельки воды, которые в природе проявляются в виде облаков, дождя или снега, и откладываются в/на строительных элементах здания в виде конденсата. Отчетливо конденсат виден на холодных стеклах окна в виде капелек, стекающих вниз, или в виде ледяных узоров.

- Влажность воздуха в помещении влияет не только на самочувствие людей, но и также воздействует на состояние здания. Водяной пар теплого воздуха в помещении проникает через поры строительного материала, когда давление пара в помещении значительно выше, чем снаружи. Такое проникновение в твердые тела называется **диффузией**.

Диффузия пара высокой температуры происходит всегда в направлении более холодной среды (помещения или наружного воздуха). (>Рис. 1.17)

- Часто в случае с диффузией мы говорим о том, что стены из натурального строительного материала «дышат». Обмен воздуха через поры строительного материала, в действительности, является незначительным и не заменяет контролируемого обмена (т.е. проветривания помещения).

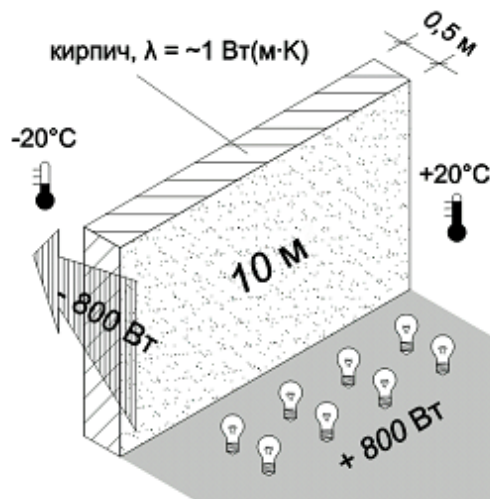


Рис. 1.16

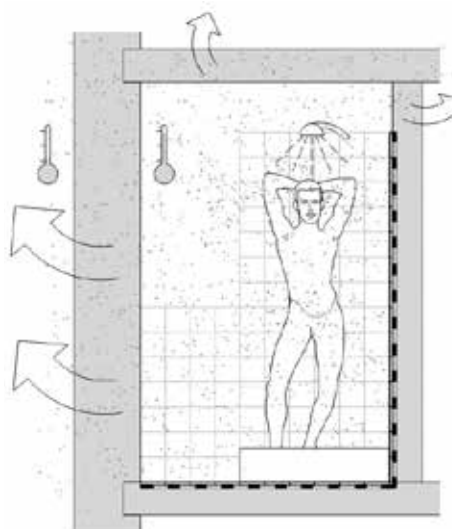


Рис. 1.17

Выводы:

- Отношение имеющейся влажности в воздухе к объему насыщения называется **относительной влажностью воздуха**.
- **Точкой конденсации** пара называется температура, при которой водяной пар начинает собираться в капельки воды.
- **Диффузия водяного пара** – это проникновение водяного пара в поры строительного материала вследствие перепада давления водяного пара и температуры.

1.3.3 Варианты теплоизоляции

- С точки зрения строительной физики, теплоизоляция всегда должна проводиться на внешней стороне ограждающих конструкций зданий. Точки конденсации и мороза в случае **внешней теплоизоляции** часто остаются за пределами несущей конструкции. Тем самым снижается риск возникновения строительного ущерба. Кроме того, потолки и стены в отапливаемой области лучше защищены от неблагоприятных погодных влияний и могут путем своей тяжелой массы дополнительно сохранять отопительное тепло, что способствует сбалансированному микроклимату в помещении. (»Рис. 1.18)
- В некоторых новых построенных зданиях, реже при санации зданий, теплоизоляционный материал размещается **центрально** (в середине) в ограждающей конструкции. При таком варианте теплоизоляционный материал очень хорошо защищен от механического повреждения и имеется больше возможностей для оформления фасадов. Однако, риск возникновения ущерба вследствие влажности намного выше, чем при внешней теплоизоляции, поэтому структуру слоев следует тщательно спланировать и выполнять без дефектов. (»Рис. 1.19)
- В некоторых случаях не представляется возможным устанавливать внешнюю теплоизоляцию, например, когда необходимо утеплить отдельную квартиру в многоквартирном доме, однако соседи не дают согласия на изменение фасада здания, либо установка высокого строительного каркаса будет слишком дорогостоящей. В данном случае в качестве альтернативы можно прибегнуть к **внутренней теплоизоляции**, поскольку такая теплоизоляция лучше, чем совсем никакой. При этом особое внимание необходимо уделить правильному техническому выполнению работ, так как вероятность возникновения ущерба вследствие влажности и мороза при таком виде теплоизоляции намного выше. (»Рис. 1.20)

1.3.4 Тепловые мосты

- **Тепловые мосты** представляют собой небольшие, точечные или линейные слабые участки ограждающих конструкций в термической границе здания, где особенно много тепла теряется наружу. Тепловые мосты увеличивают не только уровень теплотерь, выпуская тепло, но и повышают риск возникновения строительных повреждений. Трещины вследствие интенсивного температурного расширения строительных частей, коррозия и повреждения от мороза конструкций, а также плесень в углах и холодных местах внутренней поверхности в области тепловых мостов – все это наиболее распространенные последствия.
- Выделяют четыре вида тепловых мостов:

1) **Геометрические тепловые мосты** – это, например, все положительные внешние углы здания, где внутренний угол помещения располагается напротив большой внешней зоны стены, через которую охлаждается внутренний угол. (»Рис. 1.21)

2) **Физические тепловые мосты** имеются везде, где строительные элементы здания формируются из строительных материалов с различными теплоизоляционными свойствами. (»Рис. 1.22)

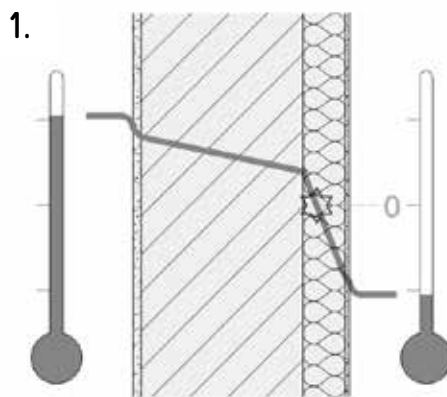


Рис. 1.18

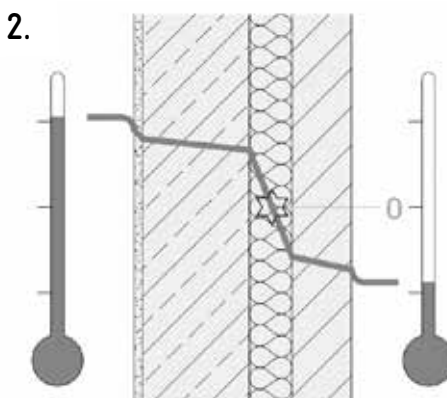


Рис. 1.19

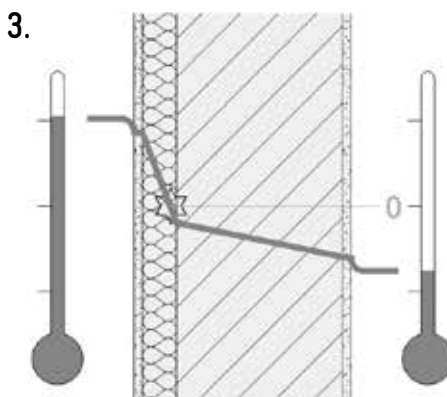


Рис. 1.20

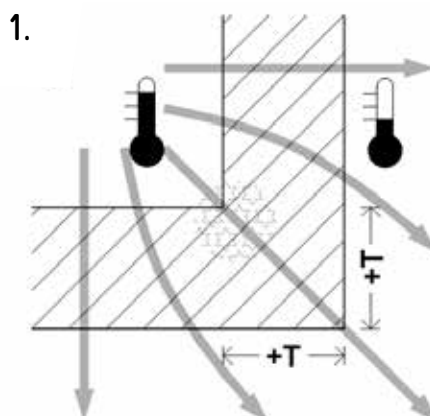


Рис. 1.21

3) **Конструктивные тепловые мосты** возникают в тех местах, где линейные или точечные строительные элементы со значительно худшей теплопроводностью, располагаются в наиболее теплоизолированных поверхностях или даже проникают в них. (Рис. 1.23)

4) **Конвективные тепловые мосты** возникают в местах трещин, неутепленных разрывах между строительными элементами или дырках в пароизоляционных пленках. В таких местах либо теплый влажный воздух помещения проходит через конструкцию, где он охлаждается и вода конденсируется в конструкции, либо холодный наружный воздух попадает под утеплительный слой и сводит эффект теплоизоляции на нет. (Рис. 1.24)

- При выполнении теплоизоляционных работ, специалист должен выявить опасные участки с тепловыми мостами и подобрать детальные способы решения по улучшению теплоизоляции в этих критических участках. Тепловые мосты являются критическими всегда в том случае, когда они представляют опасность возникновения строительных повреждений. Качество теплоизоляционных работ в значительной степени зависит от того, насколько эффективной является профилактика критических тепловых мостов. Внешняя теплоизоляция представляет собой один из видов теплоизоляции стен, при котором количество герметических и физических тепловых мостов лучше всего может быть снижено.

- Теплотери различным способом распределяются среди разных строительных элементов здания. Среднестатистический (немецкий) дом теряет до 20% тепла через крышу (или чердачное перекрытие), 30% через наружные стены, 20% через оконные области, 15% через подвал (или пол на земле) и 15% через воздушные потоки в неутепленных участках со швами и трещинами (особенно в области окон). (Рис.1.25)

- Эффективность теплоизоляционных работ значительно варьируется в зависимости от разнообразия условий направления стен здания относительно сторон света. Самой важной является, как правило, теплоизоляция на внешних стенах северной стороны, потому что на эту поверхность, в отличие от южной, в зимний период никогда не падают прямые солнечные лучи. Теплоизоляция самых верхних перекрытий является наиболее важной и эффективной, поскольку теплый воздух поднимается вверх под потолок и по ночам очень много теплоты излучается по направлению к холодному ночному небу.

- Что касается необходимой толщины теплоизоляции и выбора теплоизоляционного материала и технологии крепления (монтажа), то следует учитывать местный климат в месте расположения здания. Будучи горной страной, Кыргызстан имеет весьма разнообразные условия для расположения зданий. В соответствии с методикой определения потребности в энергии на

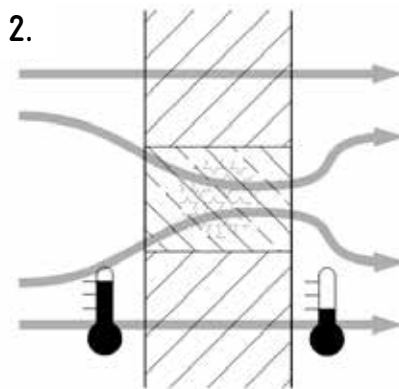


Рис. 1.22

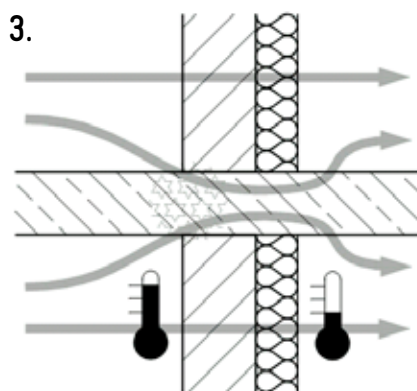


Рис. 1.23

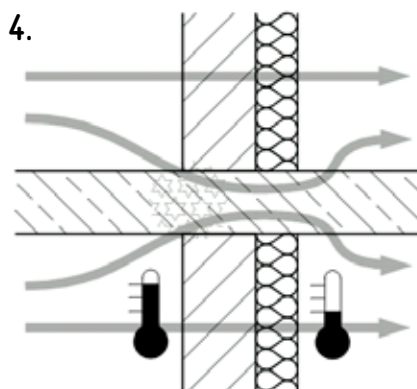


Рис. 1.24



Рис. 1.25

© SAKRET

отопление здания, территорию Кыргызстана можно разделить на шесть различных климатических групп. В высокогорных поселениях, как правило, необходим более толстый слой теплоизоляции, нежели в регионах, располагающихся в долинах. В высотных зданиях или в зданиях, которые подвержены высоким ветровым нагрузкам, фасадная теплоизоляция должна иметь большее количество анкеров, чем в зданиях, которые расположены в местах с меньшей ветровой нагрузкой. (>Рис.1.26)

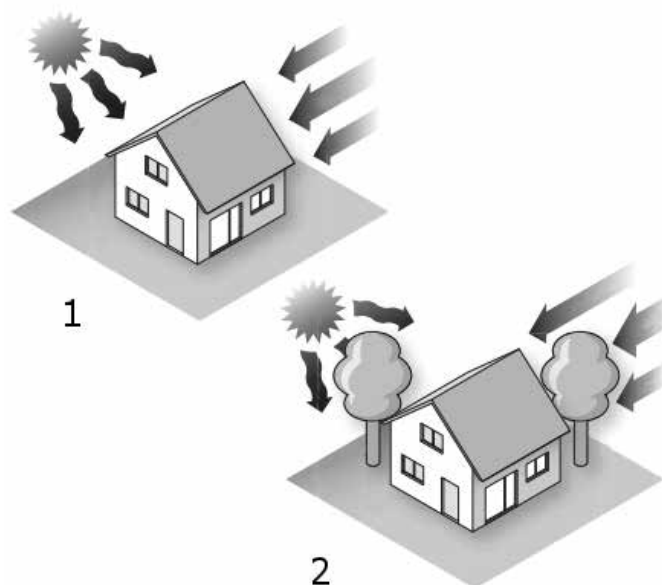


Рис. 1.26

© SAKRET

1.4 Технические свойства строительных и теплоизоляционных материалов

- Теплоизоляционные материалы с помощью своих особых свойств должны улучшать сопротивление теплопередачи отдельных строительных элементов и тем самым способствовать тепловой защите здания. Кроме **низкой теплопроводности** (λ), отличительными свойствами, которые определяют область применения различных теплоизоляционных материалов, являются: **теплоаккумулирующая способность, сопротивление диффузии пара, прочность на сжатие, атмосферо-/ влагоустойчивость, устойчивость к износу и огнестойкость**. Эти свойства зависят во многом от плотности материалов. (>Таблица 1)
- По определению, **теплоизоляционными материалами** являются такие строительные материалы, чей **коэффициент теплопроводности** λ (Лямбда) составляет **менее $0,1 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$** .
- Совсем легкий газобетон с плотностью менее $\sim 250 \text{ кг} / \text{м}^3$ является примером строительного материала для стен, который одновременно можно причислить к категории теплоизоляционных материалов. Однако вследствие своего низкого предела прочности на сжатие он редко используется для возведения конструкции несущих стен.
- Материалы, применяемые для внешней теплоизоляции зданий, обладают обычно очень низкой плотностью и низкой прочностью на сжатие, а также очень низкой теплопроводностью, которая составляет менее $\lambda = 0,04 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Наиболее распространенными в применении являются теплоизоляционные плиты из **экструдированного пенополистирола, пенопласта и минераловаты**. Эти материалы производятся промышленным способом, с высокой затратой энергии и соответственно стоят дорого. (>Рис.1.27)

Вопросы для закрепления:

- Что означает ограждающие конструкции здания? Перечислите их.
- Что такое термическая граница здания и где она проходит?
- Какими физическими величинами определяется теплопроводность?
- Какие существуют варианты установки теплоизоляции в ограждающих конструкциях здания?
- Какие виды тепловых мостов существуют и где они встречаются?

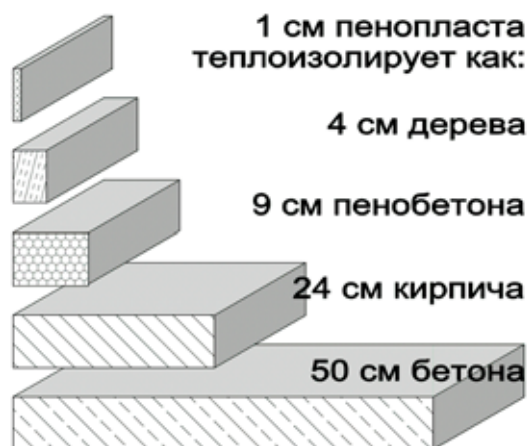


Рис. 1.27

Плотность [кг/дм³]	0..	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3..
Теплоизоляционные материалы	[График: Шaded area from 0 to 0,2]															
Дерево	[График: Шaded area from 0,4 to 0,8]															
Пенобетон	[График: Шaded area from 0,4 to 0,8]															
Кирпич	[График: Шaded area from 1,0 to 2,0]															
Бетон	[График: Шaded area from 2,0 to 2,8]															
Природный камень	[График: Шaded area from 2,0 to 3,0]															
Металлы	[График: Шaded area from 2,4 to 3,0]															
Прочность	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Теплоизоляционные свойства	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Аккумуляция тепла	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Тепловое расширение	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Паропроницаемость	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Капиллярный эффект	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Водопоглощение	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Звукопроницаемость	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Проникновение механического шума	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															
Блеск	[График: Шaded area from 0 to 3,0]															

мало много

Таблица 1

- Альтернативой синтетическим теплоизоляционным материалам являются натуральные материалы, такие как **камыш и солома**, которые при технически правильной обработке могут также эффективно прослужить в течение длительного времени, при этом без вреда для здоровья человека и состояния окружающей среды. Их использование является, как правило, более трудоемким процессом и требует более толстого слоя, так как их теплопроводность выше, чем у синтетических теплоизоляционных материалов. В силу своей большой массы и способности регулировать влагу, органический материал более эффективно балансирует климат в помещении, а также более эффективен при защите от жары летом.
- Важным критерием классификации различных теплоизоляционных материалов является разделение на органические и неорганические материалы. В тесной взаимосвязи с таким разделением находятся их огнестойкость и устойчивость к износу.
- Мягкие теплоизоляционные материалы, такие как плиты или маты из минераловолокна, применяются не только для теплоизоляции, но также очень эффективно обеспечивают звукоизоляцию здания.

Вопросы для закрепления:

- Какими свойствами должны обладать теплоизоляционные материалы?
- Какие виды теплоизоляционных материалов (природных) вы знаете?
- Почему природные теплоизоляционные материалы полноценно не применяются в качестве теплоизоляции (причины)?
- Какие выгоды принесло бы применение натурального теплоизоляционного материала?

1.5 Потери тепла при воздухообмене с окружающей средой

- В средне теплоизолированном доме с современными окнами, предназначенного для проживания одной семьи, потери тепла вследствие воздухопроницаемости составляют около 50% общих потерь. В многоэтажных жилых домах, через наружные ограждения по отношению к поверхности перекрытия, теряется меньше тепла, чем в малоэтажных, поскольку отношение объема здания к поверхности в больших зданиях **компактной постройки** является более выгодным, чем в небольших зданиях. (> Рис. 1.28)

Поэтому в больших, теплоизолированных многоэтажных домах потери тепла вследствие воздухообмена иногда достигают даже 75% от общих потерь! (> Рис. 1.29)

- Без очень дорогих, механических вентиляционных установок по рекуперации тепла, данные показатели значительно не улучшить, поскольку подача свежего воздуха, за счет регулярного проветривания, является необходимым по санитарно-гигиеническим соображениям. Вышеприведенные процентные показатели основаны на вычислениях в реальных, заселенных домах, которые показывают, что в хорошо утепленном здании с современными окнами общую массу воздуха в помещении следует обновлять раз в два часа, чтобы обеспечить здоровый микроклимат.
- В старых зданиях со старыми окнами, деревянными полами и конструкциями деревянных балочных перекрытий, нерегулируемая воздухопроницаемость через щели и швы может быть значительно больше и, например, может достигаться воздухообмен в полтора или два раза в час от общего количества воздуха в помещении. Следовательно, в таких зданиях происходят колоссальные потери тепла. Сколько именно тепла теряется, в каждом отдельном случае сложно сказать, однако тест «BlowerDoor» на воздухопроницаемость позволяет сделать точный расчет. Для проведения измерения по методу «BlowerDoor» с помощью огромного вентилятора в помещении закачивается или выкачивается воздух. Затем измеряется, сколько воздуха необходимо для поддержания постоянной разницы между внутренним и наружным давлением воздуха.
- Для эффективной теплоизоляции зданий недостаточно просто установить теплоизоляционный материал на наружных конструкциях здания. Важно также защитить здание от неконтролируемого воздухообмена через швы и щели.

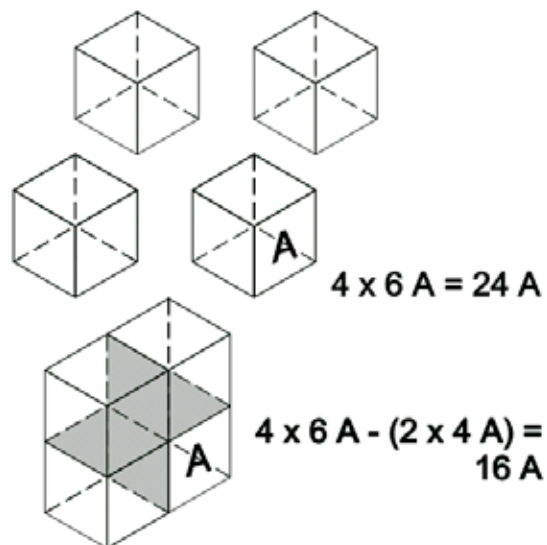


Рис. 1.28

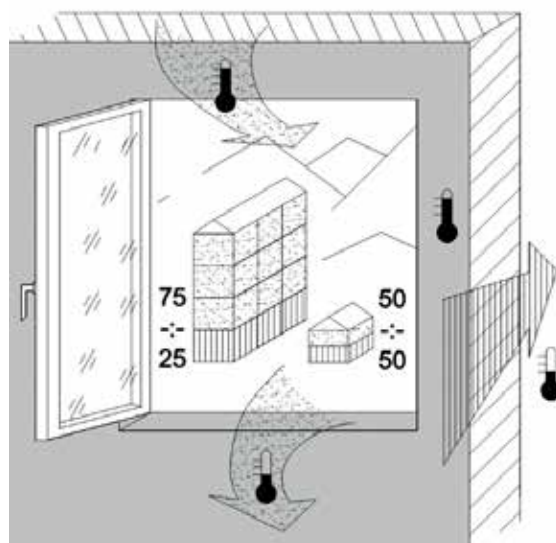


Рис. 1.29

Вопросы для закрепления:

- Что означает компактная конструкция?
- Что такое неконтролируемый воздухообмен?

1.6 Затраты и выгода теплоизоляции

- Как и любой строительный процесс, теплоизоляция зданий требует, как и финансовых, так и трудовых затрат. Финансовые затраты связанные с закупкой, доставкой, а также установкой теплоизоляционных материалов, очень сильно варьируются от вида используемых систем теплоизоляций, самих теплоизоляционных материалов, а также от сложности и трудоемкости подготовительных, теплоизоляционных и завершающих (отделочных) работ.
- Исходя из имеющегося практического опыта по теплоизоляции небольших одноэтажных домов в сельской местности, с использованием местных природных теплоизоляционных материалов (солома и камыш), а также некоторых органических и минеральных промышленных материалов (пенопласт, плиты из базальтового и стекловолкна) на примере дома в с. Боконбаево (климатическая зона 3, высота на уровне моря - 1600 м) можно представить следующие данные:
 - общая площадь дома (2 комнаты) – 38 м (>Рис. 1.30)
 - затраты на строительные и теплоизоляционные материалы составили – 51000 сом
 - трудовые затраты – 60 чел/день, в денежном эквиваленте – 18000 сом
 - экономия отопительной энергии после реализации теплоизоляционных мероприятий по сравнению до теплоизоляции составило – 15000 кВт·ч за один отопительный период (Ноябрь – Апрель).

Оценка экономии отопительной энергии было сделано расчетным путем, используя существующие методы расчета в Кыргызстане.

- Основываясь на вышеизложенных данных можно отметить, что **общие затраты** на теплоизоляцию всех ограждающих конструкций таких домов составляет около 2000 сом/м².
- Затраты (работа и материалы) на теплоизоляцию наружных стен составляют: 750 – 850 сом / м²; на теплоизоляцию чердачного перекрытия: 300 – 350 сом / м²; на теплоизоляцию пола на грунте: 650 – 1200 сом / м² включая установку цементной стяжки, но без отделочных материалов.
- Срок окупаемости денежных вложений на такую теплоизоляцию, при использовании электрического отопления (при стоимости электрической энергии 0,7 сом/кВт·ч), составляет – 6,5 года.



Рис. 1.30
Дом в с. Боконбаево

Вопросы на закрепление:

1. Какие конструкции здания теплоизолируются?
2. Какие положительные стороны теплоизоляции Вы знаете?

Модуль 2

Теплоизоляция внешних стен со штукатурными системами

2.1 Основы конструкции и строительной физики Композитных Систем Теплоизоляции Фасадов (КСТФ)

Композитные системы теплоизоляции фасадов (КСТФ, также известные под такими названиями, как «WDVS», «КСТФ», «ETICS» и др.) используются для теплоизоляции, защиты от экстремальных погодных условий и оформления зданий снаружи. Понятие КСТФ включает в себя как подверженные внешним потокам воздуха, видимые части ограждающих конструкций здания, так и части, которые не видны снаружи здания, располагающиеся в земле. В данном случае речь идет о композитной системе, потому что все материалы по своим свойствам точно согласованы друг с другом и функционируют в качестве единой склеенной между собой по слоям многослойной конструкции. Самые важные свойства материалов, которые должны подходить друг к другу являются: химическая совместимость, температурное расширение, эластичность, возможность склеиваться друг с другом и паропроницаемость.

К компонентам системы относятся:

1. полимерно-цементный клей
2. теплоизоляционный материал
3. тарельчатый дюбель (при необходимости)
4. базовый слой клея для армирующей сетки
5. армирующая щелочестойкая стеклосетка
6. покрывающий слой стеклосетки
7. окрашенный декоративный слой с грунтовкой
8. а также комплектующие системы, как профильокантовка, усилители углов, удлинительный профиль, цокольный профиль.

(>Рис.2.1)

В 1957 году в Германии была впервые выполнена теплоизоляционная система штукатурного типа КСТФ на основе пенополистирола. С тех пор технология постоянно совершенствуется. С конца 1970-х годов для внешней теплоизоляции зданий также используются теплоизоляционные плиты из минерального волокна. Новейшей разработкой стали теплоизоляционные пенопласты на базе фенольной смолы с очень низкой теплопроводностью.

Изначально существовала проблема так называемого «тарелкообразования» (деформация вследствие поднятия краев теплоизоляционных плит, при этом плиты принимали форму вогнутой чашки или тарелки). (>Рис. 2.2)

Причиной этого являлись неправильное нанесение клея и недостаточное время выдержки теплоизоляционных плит перед использованием. Повреждения тонкого верхнего слоя штукатурки возникали вследствие непригодной к использованию, арматурной сетки или статической электризации некоторых видов искусственной штукатурки, что вело к сильному скоплению пыли и загрязнению. После более чем 50-летнего опыта работы с технологией КСТФ, эти проблемы были надежно решены опытными, ведущими фирмами, предлагающими материалы для таких систем

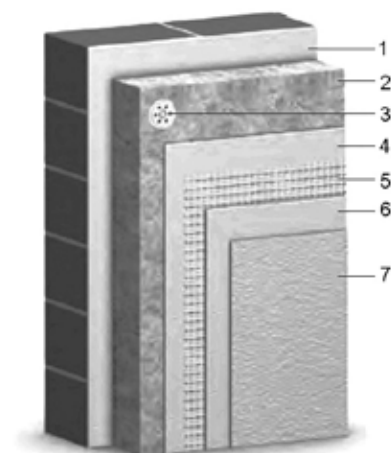


Рис. 2.1

© SAKRET

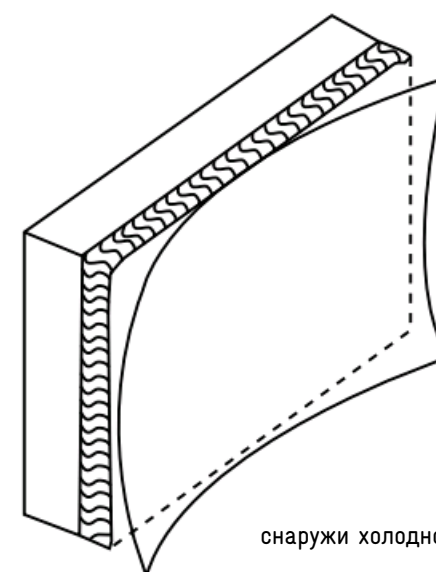
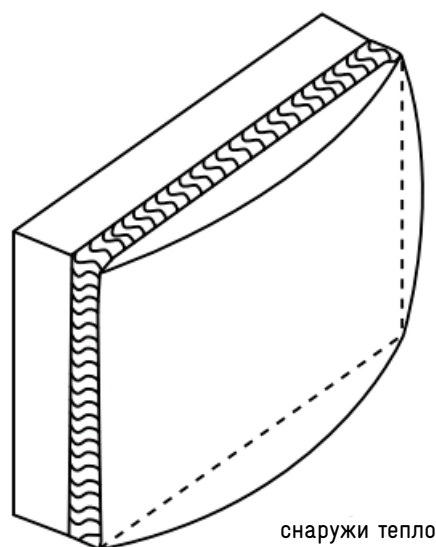


Рис. 2.2

© EA-ETICS

теплоизоляции. Для создания безопасной конструкции без каких-либо повреждений очень важно применять все компоненты системы утепления фасадов только одного производителя и не смешивать компоненты различных производителей, поскольку компоненты разных производителей взаимодействуют друг с другом различным образом.

- Чтобы общая система теплоизоляции фасадов здания на протяжении длительного периода соответствовала требованиям теплозащиты и устойчивости к резко меняющимся погодным условиям, необходимы тщательное планирование и выполнение работ в соответствии с технологией в местах стыковок и краев окон, дверей, фундамента, углов и крыши здания.
- В целях недопущения насыщения строительных элементов стены влагой, в частности теплоизоляционного слоя необходимо обеспечить паропроницаемость фасада. Компоненты системы от одного производителя сочетаются друг с другом таким образом, что паропроницаемость отдельных слоев штукатурки типа КСТФ увеличивается по направлению к улице.
- Минимальный уровень тепловой защиты наружных стен в соответствии с действующими нормами считается выполненным, если, например, дом с кирпичными стенами толщиной 38 см в г. Бишкек или г. Ош имеет систему внешней теплоизоляции с толщиной слоя -50 мм, который выполнен из материала с коэффициентом теплопередачи = $-0,04 \text{ [Вт/(м}\cdot\text{К)]}$ (например пенопласт или минераловата); в Нарыне теплоизоляционный слой аналогичного дома должен иметь толщину -70 мм, а в горах Тянь-Шаня - 120 мм.

Вопросы на закрепление:

- Что называется Композитной Системой Теплоизоляции Фасадов (КСТФ)?
- Из каких материалов состоит КСТФ?
- Какие проблемы могут возникнуть при использовании КСТФ?

2.2 Граничные условия выбора технологии КСТФ

- В принципе, технология внешней теплоизоляции зданий типа КСТФ может применяться как при постройке новых зданий, где необходимо обеспечить минимальный уровень тепловой защиты, предписываемый для данной местности, так и при теплоизоляционной санации уже построенных зданий, где минимальный уровень тепловой защиты зависит от размера здания и поверхности фасада.
- Теплоизоляция типа КСТФ должна устойчиво крепиться к поверхности стены. В зависимости от заданных граничных условий, таких как высота здания, ветровая нагрузка, строительный материал стены, несущая способность существующей поверхности, основание штукатурки и предлагаемый дизайн внешней поверхности, рекомендуется выбрать один из четырех видов крепления:

Вид	Описание	Основание	Пример
I	КСТФ с приклеенными теплоизоляционными плитами на основе пенополистирола	Пригодное для наклеивания, прочное основание, (для невысоких зданий)	Чистые бетонные стены (также панельные дома), плоские, неоштукатуренные стены, чистый кирпич или каменная кладка, каркасная конструкция с наружной обшивкой на основе влагонепроницаемого плиточного материала
II	КСТФ с теплоизоляционными плитами, закрепляющимися на несущем профиле	Непригодное для наклеивания, недостаточно прочное основание или теплоизоляционный материал, который является недостаточно прочным в качестве основания штукатурки	Глиняные дома /глиняная штукатурка, каркасный дом без наружной обшивки на основе влагонепроницаемого плиточного материала, прессованная солома в качестве утеплителя
III	КСТФ с теплоизоляционными плитами, монтирующимися с помощью полимерно-цементного клея и тарельчатых дюбелей	Пригодное для наклеивания, недостаточно прочное основание	Это подавляющее число оштукатуренных зданий, в первую очередь при санации уже построенных зданий
IV	КСТФ с приклеенными, либо с приклеенными и закрепленными при помощи тарельчатых дюбелей теплоизоляционными плитами из минеральной ваты	Такое же основание как в случае вида I или вида III	Здания с высокими требованиями противопожарной безопасности, например детские сады, школы, больницы, ВУЗы, высотные дома высотой до 100 м

2.3 Конструкция и технология выполнения внешней теплоизоляции типа КСТФ

2.3.1 Подготовительные работы

В зависимости от состояния здания, желаемого оформления и качества теплоизоляции необходимо:

выбрать подходящий теплоизоляционный материал с требуемым уровнем теплоизоляции

проверить поверхность фасада, которую предстоит теплоизолировать, на несущую способность, ровность и чистоту, и при необходимости ее подготовить. (»Рис. 2.3)

детально спланировать и подготовить все места соединений системы КСТФ со строительными элементами как окна, двери, балконы, соединения перил, а также противопожарными элементами

установить отливы до выполнения теплоизоляционных работ с необходимым для слоя теплоизоляции выступом (около 5 см от предполагаемых передних краев фасада). При монтаже отливов после теплоизоляционных работ невозможно обеспечить необходимую герметичность соединительных швов. (»Рис. 2.4)

перенести и заштукатурить электрическую проводку и другие линии бытовой проводки, которые не должны находиться на верхней части фасада. Необходимо герметизировать места прокладки кабеля в стене. Прокладка внутри системы внешней теплоизоляции не допускается, поскольку это приведет к тепловым мостам, а в случае органических теплоизоляционных материалов – к высокому риску пожарной опасности!

При возведении строительных лесов, необходимо следить за наличием достаточного свободного рабочего места между лесами и стеной после установки теплоизоляционного материала для возможности выполнения в последующем отделочных работ.

- Доставленный строительный материал необходимо проверить на соответствие качества и хранить в сухом, защищенном от холода, жары и грязи месте. Если материал приобретается у производителя, который не имеет сертификата соответствия, необходимо проверить плотность образца, сделав выборку (иногда более легкая теплоизоляционная плита получает другую этикетку и продается по высокой цене, как плита с высокой плотностью).



Рис. 2.3

© SAKRET



Рис. 2.4

© SAKRET

2.3.2 Цокольная зона

Теплоизоляционный слой системы КСТФ наносится, как правило, снизу вверх, т.е. начинается с цокольной зоны. (>Рис. 2.5)

- Цокольная зона должна быть защищена от повышенной влажности (капиллярного подъема воды) с помощью горизонтального и вертикального гидроизоляционных слоев. При отсутствии защиты от повышенной влажности, ее необходимо установить перед выполнением работ по технологии КСТФ. (>Рис. 2.6)
- Цокольную зону следует обшить теплоизоляцией по периметру, чтобы уменьшить тепловые мосты и защитить фундамент от повреждения морозом и образования трещин вследствие теплового расширения. В Кыргызстане часто не проводится теплоизоляция по периметру из-за дополнительных расходов. Если теплоизоляция по периметру фундамента не сделана, то рекомендуется начать систему КСТФ с такого нижнего уровня, насколько это возможно, чтобы закрыть снаружи зону соприкосновения пола со стеной. Технология КСТФ на основе неводостойкого теплоизоляционного материала, например пенополистирола или минераловаты, должна находиться на расстоянии не менее 30–40 см от верхнего края грунта, чтобы не подвергаться воздействию дождевых и талых вод. (>Рис. 2.7)
- Толщина слоя теплоизоляции по периметру определяется с таким расчетом, чтобы внешняя теплоизоляция фасада по технологии КСТФ примерно на 2 см выступала вперед. Такой выступ позволяет создать на нижнем крае теплоизоляции капельник, который будет защищать цокольную зону от дождевых вод.
- Многие производители компонентов системы теплоизоляции типа КСТФ предлагают цокольные профили на основе алюминия, которые прикрепляются к несущей стене с помощью дюбелей (примерно 3 дюбеля на 1 м полосы) в качестве нижней окантовки внешней теплоизоляции. Толщина цокольного профиля соответствует толщине слоя теплоизоляции. Использование цокольного профиля не является обязательным, оно имеет свои преимущества и недостатки.

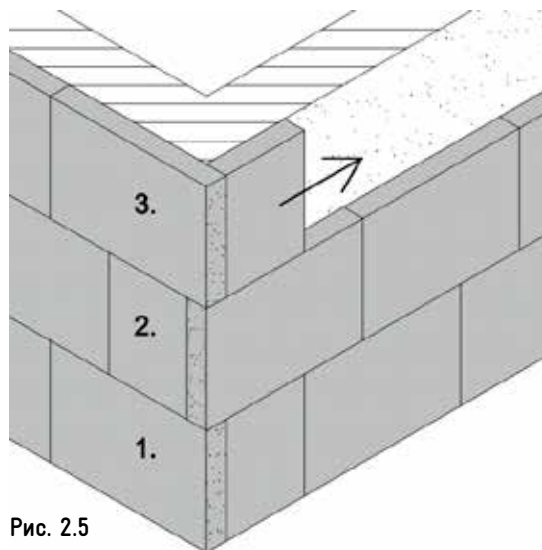


Рис. 2.5

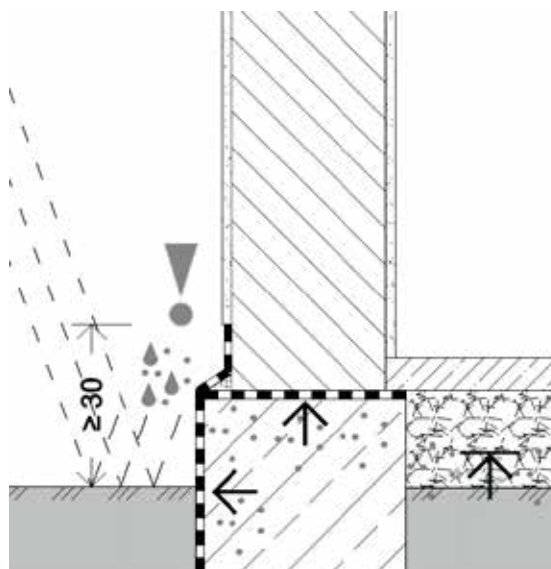


Рис. 2.6

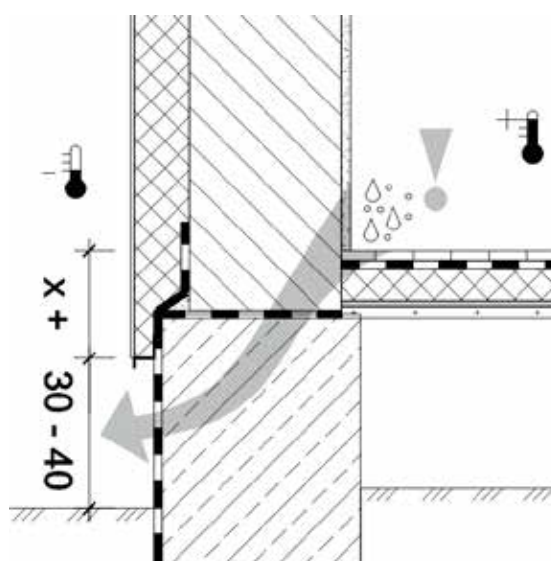


Рис. 2.7

Преимущества: механическая прочность (надежные) края, капельник для отвода дождевых вод, точное направление и надежная поддержка при установке первого ряда теплоизоляционных плит.

Недостатки: металлический цокольный профиль образует тепловой мост, высокие расходы профилей. (>Рис. 2.8)

- Если технология КСТФ выполняется без цокольного профиля, то для монтажа первого ряда теплоизоляционных плит необходимо создать временную опорную конструкцию, например из прямых реек, прикрепленных к стене. Она используется для выравнивания первого ряда теплоизоляционных плит на всех направлениях и предотвращает сползание плит до затвердевания клея. Перед приклеиванием армирующей сетки (дальнейший рабочий шаг), опорная конструкция удаляется, армирующая сетка сгибается и усиливается путем нанесения на нее шпаклевки по всему нижнему краю.
- Верхняя граница цокольной зоны должна быть отмечена точно по горизонтали, по всему периметру здания. Неточная работа при создании этого края может потребовать на всех последующих этапах, дополнительную затрату времени, необходимого на подгонку неплотно смыкающихся плит!

2.3.3 Приклеивание теплоизоляционных плит

Использование клеевого раствора, раствора для армирующей сетки, тонкослойной штукатурки и фасадных красок с органическими (акрил) или минеральными (растворимое стекло) вяжущими веществами допускается только при температуре выше 5 °С!

Все недавно выполненные теплоизоляционные поверхности необходимо защитить от проливного дождя, прямых солнечных лучей, сильного ветра и пыли.

Клей для теплоизоляционных плит (сухая масса) насыпается, в соответствии с инструкцией производителя на упаковке, в емкость для смешивания с заранее подготовленным, точно определенным количеством чистой холодной воды, а затем перемешивается при помощи электрического строительного миксера до однородной массы и исчезновения комочков (мешалку после использования необходимо незамедлительно вымыть водой!)

Строительный клей не следует смешивать с чужеродными веществами, такими как антифриз, цемент, песок или клей других производителей! Если приготовлено клея больше, чем может быть использовано до начала его застывания (время зависит от погоды / температуры), то клей невозможно снова разбавить за счет добавления воды.

Надлежащая организация выполнения работ позволяет избежать ненужного расхода дорогого строительного клея: всегда необходимо смешивать столько клея, сколько может быть использовано в течение его затвердевания!

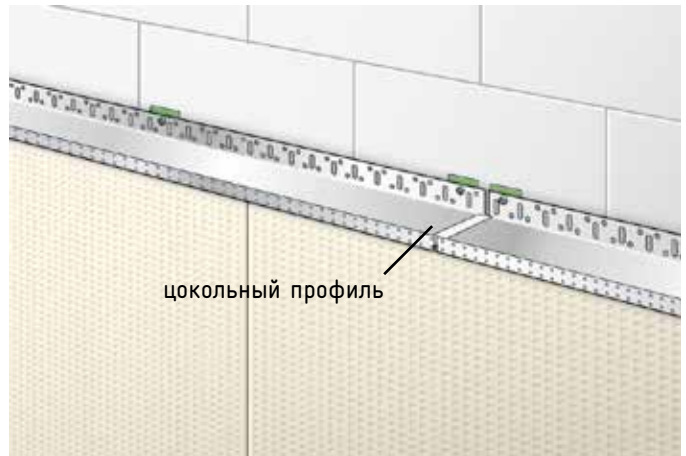


Рис. 2.8

© SAKRET

- Строительный клей обычно наносится лишь на одну сторону теплоизоляционной плиты, которая затем прижимается к поверхности стены. Для нанесения клея существуют два способа:

- а) для плоских, относительно гладких поверхностей: нанесение клея по всей поверхности с помощью зубчатого мастерка с квадратной формой зубьев с размерами в 10 или 12 мм. (»Рис. 2.9)
- б) для всех менее плоских поверхностей: сплошное нанесение полосы клея шириной 3 – 4 см вдоль краев плиты; дополнительно распределяются капли клея диаметром около 8 см равномерно по поверхности плитки (в случае механического нанесения клея соплом смесителя рисуется большая буква «М», а не отдельные капли) (»Рис. 2.10, 2.11)

Цель обеих техник заключается в том, чтобы после прижатия плиты к стене, около 40% поверхности плиты должно связаться со стеной с помощью клея. Края плит всегда следует плотно связывать с основанием, чтобы избежать тарелкообразной деформации плиты и не допустить образования конвективных тепловых мостов (проникновение наружного воздуха под поверхность теплоизоляции).

- Плиты всегда накладываются рядами максимально близко друг к другу и без швов. После завершения одного ряда, на поверхности стены выкладывается вышерасположенный ряд, со смещением стыков. (»Рис. 2.5)
- Не допускается попадание раствора клея в швы между плитами. Загрязнения краев плит, только что приготовленным строительным клеем, можно смыть чистой водой, застывший клей можно удалить лишь путем выдалбливания.
- Если вследствие неточных размеров теплоизоляционных плит или неосторожности возникнут трещины, либо крупные зазоры в швах между плитами, то их необходимо набить полосками того же самого теплоизоляционного материала по всей глубине или заполнить монтажной пеной (это дорого, см. другие свойства материала!)

Открытые швы между плитами ни в коем случае нельзя заполнять строительным клеем (тепловые мосты!)



Рис. 2.9

© SAKRET



Рис. 2.10

© SAKRET



Рис. 2.11

© SAKRET

2.3.4 Крепление теплоизоляционных плит тарельчатыми дюбелями

- Если теплоизоляционные плиты необходимо дополнительно закрепить дюбелями (в случае недостаточно прочного основания, или использования теплоизоляционной плиты из минераловаты или теплоизоляции по периметру), то приступать к просверливанию гнезд под дюбеля следует только после затвердевания клея (около 2-3 дней после наклеивания).
- Для скрепления теплоизоляционных плит дюбелями используются специальные стержневые дюбеля из пластмассы с грибовидной головкой. Для твердых теплоизоляционных плит из пенополистирола используются ударные дюбеля с пластиковыми сердечниками. Для более мягких плит из минеральной ваты следует использовать тарельчатые дюбеля с забивными металлическими сердечниками или шурупами. (Рис. 2.12)
- В случае стен из менее твердых строительных материалов, например глина, шлакоблок или пенобетон, лучше всего подходят ударные дюбеля, поскольку они при затягивании не прокручиваются, как дюбеля с шурупами и, следовательно, не выламывают и не расширяют гнезда.
- Количество дюбелей, используемых на 1 м. поверхности, зависит в первую очередь от ветровой нагрузки, которой подвергается здание. В случае обычного дома без особых условий, достаточно использовать 4 дюбеля на 1 м. поверхности. В углах зданий и по другим краям теплоизолированной поверхности, ветровая нагрузка усиливается, поэтому плотность установки дюбелей вдоль этих краев может быть увеличена до 6 - 8 шт. на 1 м.
- Длина дюбеля определяется в соответствии с толщиной теплоизоляционного материала и строительного материала стены. Нижеприведенная таблица позволяет определить правильную длину дюбеля. В каждом отдельном случае следует, однако, руководствоваться техническими указаниями производителя дюбелей и/или путем отрыва проверить на строительной площадке, достаточно ли крепко закреплены дюбеля. (Рис. 2.13)



Рис. 2.12

© SAKRET

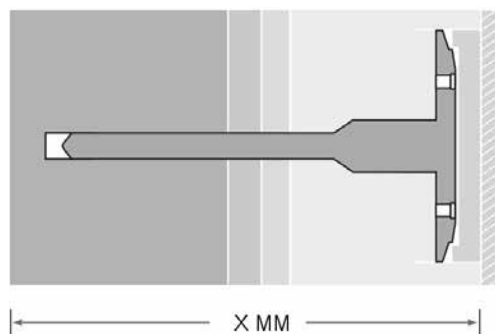


Рис. 2.13

© SAKRET

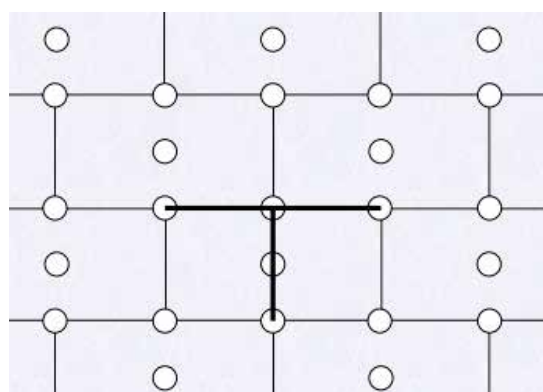


Рис. 2.14

Толщина теплоизоляционного слоя [мм]:	до 60	80	100	120	140	160	180	200
Длина дюбеля – кирпич/бетон [мм]	120	140	160	180	200	220	260	260
Длина дюбеля – стена из глины [мм]	160-180	180-200	200-220	240-260	260-280	280-300	300-320	320-340

- Гнезда для дюбелей сверлятся на 10 - 15 мм глубже, чем длина дюбеля (использовать крепление для определения глубины на дрели).
- Гнезда для дюбелей должны находиться на расстоянии не менее 100 мм от краев несущих стен и строительных швов, чтобы края стен не обломались.

- Дюбеля равномерно располагаются в „Т“- или „W“-образной форме (Рис. 2.14, 2.15). Схемы теплоизоляции, показанные на рисунках, относятся к теплоизоляционным плитам с размерами 100 – 120 см по ширине на 50 – 60 см по высоте.

Схемы теплоизоляции, показанные на рисунках, относятся к теплоизоляционным плитам с размерами 100 – 120 см по ширине на 50 – 60 см по высоте.

2.3.5 Присоединение КСТФ к окнам и дверям, теплоизоляция откосов

- Термически и конструкционно удобным считается, если передние края оконной и дверной рамы находятся на одном уровне с фасадом несущей стены. В уже построенных зданиях окна, однако, углублены в стене и имеют также наружные откосы. В данном случае, следует утеплить площадь проема с помощью теплоизоляционной плиты толщиной не менее 2 или 3 см, чтобы не допустить образования тепловых мостов, которые часто ведут к таким строительным повреждениям, как трещины и сырость на внутренних краях оконной рамы. Если пространства от откосов до краев открываемой части окна недостаточно, то перед теплоизоляцией можно удалить старую штукатурку в этих откосах (Подготовительные работы согласно п. 2.3.1).
- Если следует утеплить поверхность откосов, то сначала выполняется теплоизоляция поверхности фасада, причем в области проема стены устанавливается плита с выступом в несколько сантиметров. Только после затвердевания клея на поверхности фасада, теплоизоляционные полосы между теплоизоляционной плитой на фасаде и оконной рамой подгоняются по форме и приклеиваются. Затем выступ теплоизоляционной плиты на фасаде, вдоль теплоизолированной поверхности откосов, начисто срезается.
- Рамы окон и дверей следует обрамлять особым соединительным герметичным профилем, который наклеивается на теплоизоляционный слой. Соединительный герметичный профиль имеет интегрированный уплотнитель, который в течение длительного периода остается эластичным. Данный профиль предотвращает переход механических колебаний и движений от окон / дверей на систему КСТФ, где они могут вызывать повреждения. Кроме того, профиль обеспечивает герметичность соединений между рамами и стенами. Если такой вид специального профиля отсутствует, то в качестве альтернативы крепится удобный в применении угловой профиль, с просветом от 4 до 5 мм в ширину от рамы. После установки системы КСТФ, данный просвет заполняется силиконовым или акриловым герметизирующим составом, устойчивым к ультрафиолетовым лучам. (➤Рис. 2.16)
- Для всех видов краевого и углового профиля действует следующее правило: сначала всегда устанавливаются вертикальные соединительные рейки, а затем горизонтальные рейки подгоняются по размерам между ними.
- Все углы оконных и дверных проемов необходимо укрепить с помощью диагонально наклеенных полосок армирующей сетки, чтобы в будущем избежать образования трещин в углах вследствие термических напряжений. Такое дополнительное армирование выполняется перед армированием общей поверхности фасада. (➤Рис. 2.17)

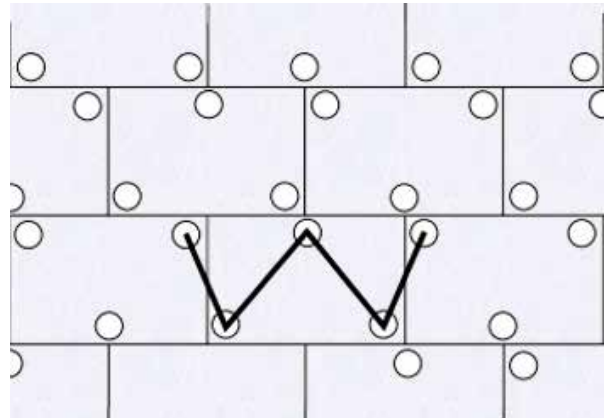


Рис. 2.15



Рис. 2.16

1. длительно-эластичный уплотнитель
2. теплоизоляция откосов
3. армирующий угловой профиль



Рис. 2.17

© SAKRET

2.3.6 Приклеивание армирующей сетки

- Во многих композитных системах теплоизоляции фасадов (КСТФ) и на стройках, где применяются продукты разных производителей, в качестве **армирующей шпаклевки** используется тот же самый продукт, что и для приклеивания теплоизоляционных плит. Раствор замешивается в соответствии с правилами, указанными в п. 2.3.3 настоящего учебного пособия. Поскольку раствор наносится тонкими слоями в 1–3 мм, то в него можно добавить больше воды, сделав раствор более пластичным, чем при наклеивании теплоизоляционных плит. Однако, максимально допустимое количество воды, указанное производителем на упаковке строительного клея, нельзя превышать.
- Сначала усиливаются все углы, в том числе и внутренние. Для этого используется **армирующий угловой профиль** со стеклосеткой, который состоит из пластикового уголка в 90° с приклеенными полосками армирующей сетки шириной в 100 мм по обеим сторонам. В качестве альтернативы можно использовать армирующую ленту шириной в 200 мм, которая симметрично наклеивается на угол, на расстоянии 100 мм с каждой стороны. Если угол образуется несколькими кусками углового профиля, то эти куски соединяются без нахлеста друг на друга. Армирующий профиль устанавливается на заранее нанесенную на угол с двух сторон, армирующую шпаклевку с шириной в ~100 мм и зашпаклевывается. (→Рис. 2.16, 2.18, 2.19, 2.20)
- Для выступающих элементов здания, таких как балконы и эркеры, где использование технологии внешней теплоизоляции переходит от вертикальной поверхности к горизонтальной, используются **угловые профили с капельником** (выступом для отвода влаги). Благодаря своему острому краю, они отводят, стекающую вниз по фасаду, дождевую воду, препятствуя возникновению неприятных следов стекающих капель на нижней поверхности.
- Если теплоизолированная поверхность в местах соединения плит содержит выступы более ~ 2 мм, то при использовании теплоизоляционных плит из полистирола, перед нанесением шпаклевки необходимо сточить данные выступы. При использовании теплоизоляционной плиты из минераловаты, выступы выравниваются с помощью армирующей массы.
- Если внешнюю теплоизоляцию зданий по технологии КСТФ необходимо усилить от механических повреждений в определенных местах, таких как пешеходная зона, то следует наложить дополнительную ленту армирующей сетки, прежде чем приступить к усилению и шпаклевке всей поверхности. При использовании дополнительной армирующей сетки, как и в случае армирования углов и проемов, ее части плотно состыковываются без наложения друг на друга.



Рис. 2.18

© SAKRET



Рис. 2.19

© SAKRET



Рис. 2.20

© SAKRET

- Если во время строительного процесса, делается длительный перерыв, во время которого, поверхность пенополистирольных теплоизоляционных плит подвергается воздействию ультрафиолетовых лучей и желтеет, то перед шпаклевкой армирующей сетки пожелтевшую поверхность следует ошкурить. Пожелтевшие участки не могут служить надежным основанием для клея.
- После подготовки всех угловых и прочих усилений, армирующая сетка приклеивается по всей поверхности фасада. Армирующая сетка препятствует образованию трещин на поверхности штукатурки и служит эластичным, но в то же время стабильным основанием для штукатурки. В большинстве систем теплоизоляции, сетка с шириной ячеек от 2 до 4 мм состоит из стекловолокон, покрытых пластмассой. Стекловолокна покрываются пластмассой, поскольку армирующая шпаклевка содержит цемент и является сильнощелочной. Без соответствующего покрытия, под воздействием щелочного раствора, стекловолокно со временем начнет разлагаться. Сетка из чистой пластмассы применяется реже, поскольку при перепадах влажности и температуры она сильнее расширяется либо сжимается. Армирующая сетка продается в виде рулонов с шириной около 1 м.
- Для приклеивания армирующей сетки, сначала на теплоизоляцию наносится слой клеевого раствора толщиной в 2–3 мм (соблюдать указания производителя!) с помощью прямого мастерка. На этот свежий слой раствора накладывается армирующая сетка сверху вниз без складок. Направление работы, при котором приклеивается сетка, может быть как горизонтальным, так и вертикальным. В основном армирующем слое, стыки отдельных лент соединяются внахлест по 10 см так, чтобы обеспечивалась бесперебойная передача сил в сетке. Теперь сетка, ровно разглаженная и вдавленная мастерком на треть верхнего слоя шпаклевки, методом «мокрый по мокрому», полностью покрывается слоем раствора толщиной примерно 1 мм (соблюдать указания производителя!). Верхняя поверхность готового армированного слоя должна быть ровно разглажена, каркас сетки не должен выступать наружу ни в каких местах. (>Рис. 2.21, 2.22, 2.23)



Рис. 2.21

© SAKRET

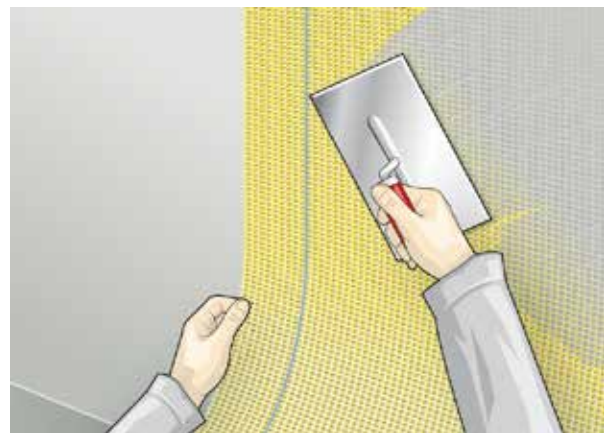


Рис. 2.22

© SAKRET

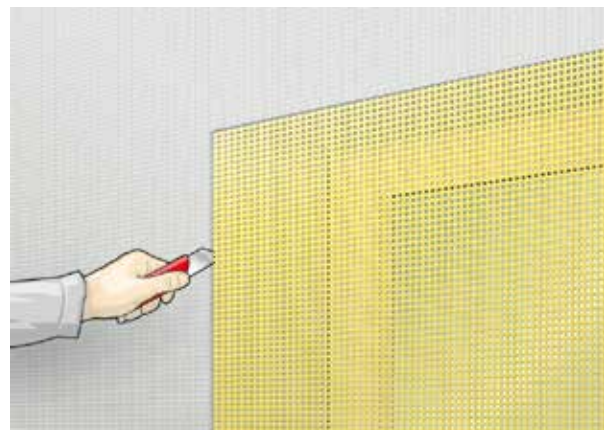


Рис. 2.23

© SAKRET

2.3.7 Нанесение наружного декоративного слоя

- Нанесение наружного декоративного слоя представляет собой создание механически прочной, атмосферостойкой и приятной на вид, декоративной поверхности. Таким образом, в зависимости от желаемого оформления и требования к качеству, могут использоваться как минеральные штукатурки (например известково-цементная), так и высоко паропроницаемые силикатные и тонкослойные штукатурки с органическими вяжущими веществами. (>Рис. 2.24)

Наружный слой должен быть открытым для диффузии пара, чтобы влага, которая образуется в теплоизоляционном слое, могла испаряться наружу.

- Минимальная толщина наносимого внешнего декоративного слоя составляет 1,5 мм. Если наружное декоративное покрытие наносится тонкими слоями, то его следует наносить в несколько слоев до достижения минимальной толщины 1,5 мм.
- Наружный декоративный слой наносится только после высыхания армирующего слоя. Для определения времени высыхания слоя принимается во внимание то, что 1 мм армирующего слоя сохнет 1 день. Перед нанесением любого наружного декоративного слоя, поверхность следует обработать грунтовкой (паропроницаемой, на силикатированной или акриловой основе). Грунтовка уменьшает впитывающую способность армирующего слоя и повышает прилипание наружного декоративного слоя.
- Существуют также декоративный профиль и декоративные элементы, которые изготавливаются из полистирола и покрываются слоем армирующей шпаклевочной массы. Они приклеиваются на армирующий слой. Создавая обдуманный дизайн, данные профили могут при умелом монтаже снижать геотермические и обусловленные качествами материала, тепловые мосты.
- Тонкий декоративный слой продается в жидкой форме и наносится на стены при помощи валика.
- Высококачественные средства для нанесения наружного слоя продаются в ведерках, уже готовые к применению, либо в качестве сухого раствора, который смешивается с водой на строительной площадке. Готовая масса наносится шпателем на стену, а затем разглаживается штукатурной теркой. Высококачественные декоративные покрытия содержат минеральные добавки с частицами определенного размера (1,5 – 5 мм), которые при растирании покрытия с помощью штукатурной терки, придают поверхности красивую текстуру. (→Рис. 2.25)
- Нанесение наружного декоративного слоя выполняется всегда сверху вниз, начиная с верхнего края фасада. Тем самым обеспечивается защита уже обработанной поверхности от стекающего вниз материала. В случае большой поверхности фасада процесс работы следует организовать таким образом, чтобы прилегающие области обрабатывались методом «мокрый по мокрому» без длительного перерыва в работе. Это позволит не допустить образования некрасивых линий стыка. Минеральная штукатурка связывается на основе химических реакций. Поэтому никогда не следует замешивать раствора больше, чем может использоваться в течение 60 – 90 минут (в зависимости от атмосферных условий). Свеженанесенное покрытие следует защитить от попадания прямых солнечных лучей, сильного ветра и дождя. (→Рис. 2.26)



Рис. 2.24

© SAKRET



Рис. 2.25



Рис. 2.26

© SAKRET



Рис. 2.27

© SAKRET

Существуют виды декоративного слоя, которые уже окрашены минеральными пигментами и которые могут окрашиваться (паропроницаемыми!) фасадными красками впоследствии. При этом необходимо помнить, что поверхность фасадов в зоне континентального климата, где располагается и Кыргызстан, может сильно нагреваться в летний период. Разогрев поверхности может приводить к образованию трещин от расширения или отслоению наружного декоративного слоя. При использовании темных, ориентированных на южную сторону красках, поверхность фасада может нагреваться до 85 °С и выше. При этом, превышаются допустимые нормы температуры, которой могут подвергаться теплоизоляционные плиты из пенополистирола в течение длительного времени. Таким образом, при внешней изоляции зданий по системе КСТФ предпочтение следует отдавать светлым тонам. Темные краски должны иметь коэффициент яркости минимум 30% (100% = белый, 0% = черный).

При теплоизоляции зданий по системе КСТФ, поверхность может также облицовываться морозостойкой керамической плиткой. В данном случае, после грунтовки армирующего слоя, с помощью зубчатого шпателя наносится дополнительный слой строительного клея и в соответствии с правилами укладки облицовочных плиток, на тонкий слой клея устанавливается плитка. Плитка должна укладываться с достаточно широкими зазорами, чтобы сбалансировать тепловое и механическое напряжения, позволить влаге в стенах испариться. Во всех внутренних углах и на переходах к горизонтальным поверхностям, зазоры заделываются не минеральным раствором, а длительно-эластичным герметиком, например силиконовым. Большую поверхность облицовочной плитки следует разделить при помощи, регулярно расположенных компенсационных зазоров, которые также можно заделать длительно-эластичным герметиком. Кыргызстан является страной с высоким риском землетрясений, поэтому строительные элементы подвергаются воздействию не только со стороны высоких температур, но и сильных механических вибраций. Систематическое расположение длительно-эластичных компенсационных зазоров помогает избежать образования трещин, т.е. строительных повреждений. (Рис. 2.26, 2.27, 2.28)



Рис. 2.28

© SAKRET

Вопросы на закрепление:

- От чего зависит качество теплоизоляции и желаемое оформление?
- Как устанавливается теплоизоляционный слой системы КСТФ?
- Как выполняется установка КСТФ без цокольного профиля?
- Почему строительный клей нельзя смешивать с чужеродными веществами?
- Как определяется длина тарельчатого дюбеля?

2.4. Неклеящиеся системы теплоизоляции под внешней декоративной штукатуркой

В качестве альтернативы клеющимся, либо клеющимся и закрепляющимся с помощью дюбелей, теплоизоляционным плитам, которые служат непосредственным основанием под штукатурку, может использоваться конструкционная возможность установки на фасаде опорного каркаса из дерева или металлического профиля, в пустое пространство которого зажимается или запрессовывается теплоизоляционный материал. При таком варианте, нагрузку от веса внешней декоративной штукатурки на себя берет опорный каркас, на который поверх теплоизолирующего слоя устанавливается основание под штукатурку (обычно металлическая сетка). (Рис. 2.29)

Системы, с устанавливаемым на фасаде несущим профилем, очень хорошо подходят для зданий с основанием не подходящим для приклеивания теплоизоляционных плит, например, оштукатуренные глиной дома и здания с очень неоднородными конструкциями стен, склонные к трещинообразованию, как например заполненные различными видами кладки каркасные конструкции из железа и железобетона.



Рис. 2.29

При строительстве в сельской местности, дополнительным преимуществом таких систем является то, что они могут применять доступные для местности, натуральные теплоизоляционные материалы, такие как солома и камыш, и при этом можно отказаться от использования дорогих, часто дефицитных для сельской местности, материалов, таких как строительный клей, специальные дюбели и армирующие сетки из стекловолокна.

- Основание стен в данном варианте следует также подготовить в соответствии с правилами, описанными в п. 2.3.1. В данной системе особенно важно разгладить все неровности и щели с помощью минерального штукатурного раствора (известково-цементного или глиняного), чтобы не допустить наличия отверстий или щелей под теплоизоляционным слоем, в котором вследствие циркуляции воздуха образуются конвективные тепловые мосты.
- Несущий профиль, на котором закрепляется основание под штукатурку, устанавливается всегда в вертикальном положении. Целесообразно при этом разделить стену на равные участки с межосевым расстоянием 60 – 80 см, но не более 100 см. Несущий профиль из дерева лучше всего закреплять на стене с помощью анкерных дюбелей, которые проходят сквозь профиль. Определение длины и способа установки дюбелей происходит в соответствии с нормативными показателями, указанные в п. 2.3.4 настоящего учебного пособия. Если стены выполнены из материала низкой твердости, например самана, то деревянный профиль можно надежно закрепить в стене при помощи петли из двойной проволоки, которая протернута через стену (в двух параллельно высверленных отверстиях) и закреплена с помощью скрутки с деревянным бруском, врезанным во внутреннюю сторону стены. (Рис. 2.30)

Легкий металлический оцинкованный профиль (например, «термопрофиль»), как правило, крепится к стене с помощью монтажных кронштейнов, которые позволяют точную их регулировку. Прокладка из дерева или пластика между монтажным кронштейном и несущим профилем дополнительно снижает тепловой мост.

Передний край несущего профиля всегда очень точно вымеряется в соответствии с передним краем запланированного слоя теплоизоляции так, чтобы после установки теплоизоляции образовалась единая плоскость без выступов.

- Проемы для окон и дверей в стене обрамляются несущим профилем. В первую очередь, при использовании металлического профиля необходимо предусмотреть теплоизоляцию из полистирола с толщиной слоя не менее 2-3 см в области проёмов, чтобы уменьшить образование тепловых мостов.
- Несущий профиль, будь он из дерева или металла, всегда образует обусловленные материалом тепловые мосты в теплоизоляционном слое. Тепловые мосты можно значительно снизить, если установить под профиль полоски теплоизоляционного материала толщиной 20 – 30 мм из пенополистирола с достаточной прочностью на сжатие (минимальная плотность не менее 20 кг/м³).
- Если толщина теплоизоляционного слоя превышает 100 мм, деревянный несущий профиль будет сложно установить. В данном случае можно создать опорный каркас из перекрестных профилей: нижний профиль устанавливается горизонтальными рядами на стене, а вертикальный профиль привинчивается к горизонтальному. (Рис. 2.31)

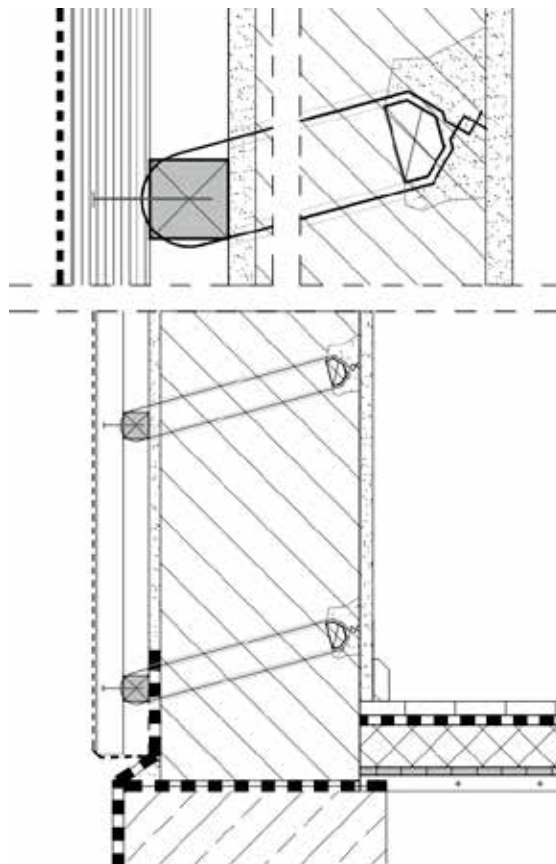


Рис. 2.30



Рис. 2.31

Главным образом, в сельской местности очень часто встречаются здания с выступающими на 5–15 см вперед цокольными стенами. Перед установкой несущего профиля следует обработать цоколь водонепроницаемым материалом («гидроизоляция») против влаги. Для этого сначала угол между стеной и цоколем закругляется раствором, а затем покрывается битумной гидроизоляционной лентой. Вертикальная часть гидроизоляционной ленты должна плотно прилегать к стене и располагаться под несущими профилями. (Рис. 2.32)

Теплоизоляционный слой после установки несущего профиля на одном уровне плотно запрессовывается в свободное пространство. При использовании теплоизоляционных плит, рекомендуется создать запланированную толщину теплоизоляции из двух слоев плит со смещением стыков. Тем самым можно снизить риск возникновения конвективных тепловых мостов. Все щели и трещины должны быть заполнены теплоизоляционным материалом.

Затем на несущий профиль фиксируется основание под штукатурку. В качестве основания под штукатурку лучше всего подходит специальная штукатурная оцинкованная сетка. В качестве альтернативы могут использоваться армирующая сетка МАК с шириной ячеек не более 5 см, а также сетка «Рабица» с размерами ячейки 3х3 см. В случае большего размера ячеек сетки за счет смещенной 2-х слойной их установки размер ячеек можно разделить на 4 части. Как и в случае армирующего слоя клеящейся внешней теплоизоляции зданий, швы армирующей ленты наносятся внахлест друг друга примерно на 10 см. Углы проемов в стене также укрепляются дополнительными диагональными полосками. В качестве основания под штукатурку лучше использовать защищенные от коррозии (обычно оцинкованные) металлы. Металлическая проволока без покрытия, даже при использовании чистой цементной штукатурки, недостаточно защищена от коррозии!

При использовании соломы в качестве теплоизоляционного материала, этапы выполнения работ другие. Начиная с нижнего края стены, прежде натягивается один ряд материала для основания под штукатурку, за которую затем плотно и равномерно запрессовывается солома. Путем предварительного определения объемной плотности тюков соломы и расчета насыпного объема, можно убедиться в достаточности слоя набивки (не менее -90 кг/м^2), чтобы обеспечить необходимый уровень теплоизоляции.

В целях недопущения колебания или выпучивания наружной декоративной штукатурки, в середине между несущими профилями, устанавливаются дюбеля на расстоянии 50 см друг от друга, которые прижимают основание под штукатурку к теплоизоляционному слою. (Рис. 2.33)

Затем в несколько слоев по технологии Рабица наносится минеральная штукатурка. После набрызгивания цементного раствора наносится минеральная основная штукатурка из известковоцементного или глиняного раствора. В целях уменьшения риска образования трещин основная штукатурка должна быть усилена волокнами. Для глиняной штукатурки подходит мелкая рубленая солома. В известково-цементную штукатурку можно добавлять синтетические волокно, если отсутствуют готовые смеси с волокнами. В конце наносится верхний слой штукатурки (по возможности «мокрый по мокрому»).

После полного затвердевания и высыхания штукатурки поверхность грунтуется. В данной системе краски для фасадов должны быть паропроницаемыми и не слишком темными. Отлично подходят традиционные краски для стен, содержащие в себе растворенную известь и айран.



Рис. 2.32



Рис. 2.33

Вопросы на закрепление:

- Какие существуют правила по подготовке основания стен?
- Как и чем фиксируется несущий профиль?
- Какими мероприятиями можно снизить тепловые мосты в несущих профилях?
- Что такое минеральная штука-турка?

2.5 Меры противопожарной безопасности при теплоизоляции фасадов

- Системы внешней теплоизоляции зданий с использованием стекловаты или минераловаты, обладают высокой противопожарной защитой, поскольку сама стекловата и минераловата являются невозгораемыми строительными материалами и эффективно защищают конструкцию от теплового воздействия.
- Композитные системы теплоизоляции фасадов (КСТФ) с использованием теплоизоляционных плит из полистирола толщиной до 100 мм согласно Европейским стандартам имеют категорию «трудно воспламеняемые» и обеспечивают достаточную противопожарную защиту.
- Если внешняя теплоизоляция выполняется из полистирольных плит с толщиной слоя более 100 мм, то она в соответствии с Европейскими нормами относится к «нормально воспламеняемым». Поэтому в особо пожароопасных местах здания, это обычно оконные и дверные проемы, следует провести соответствующие меры по пожарной безопасности, чтобы вся система соответствовала уровню «трудно воспламеняемые». С этой целью в перемычках окон выполняются **противопожарные рассечки** шириной в 200 мм из минераловаты вместо материала из полистирола. Края перемычек противопожарных рассечек всегда усиливаются с помощью углового профиля с армирующей сеткой, поскольку края теплоизоляционных плит из минераловаты без углового профиля будут недостаточно прочными к механическому воздействию. (Рис. 2.34)
- Для **многоэтажных домов** в качестве противопожарного элемента применяются сплошные противопожарные рассечки из минераловаты; существуют различные варианты их установки.

Согласно одному варианту, по крайней мере, на каждом втором этаже вокруг фасада монтируются непрерывно опоясывающие рассечки из минераловаты толщиной в 200 мм. Эти рассечки могут находиться на расстоянии не более 50 см от верхнего края оконной или дверной перемычки. Они не должны проходить вдоль краев перемычек. Это позволяет интегрировать чувствительные к механическому воздействию края теплоизоляционной плиты из минераловаты в поверхность механически более прочного теплоизоляционного материала из полистирола. (Рис.2.35)

Согласно другому варианту, который обеспечивает высокую противопожарную безопасность, но в производстве является очень затратным, на каждом этаже, на уровне оконных перемычек, устанавливается опоясывающая противопожарная рассечка толщиной не менее 150 мм. Расстояние между двумя опоясывающими противопожарными рассечками согласно данному варианту не должно превышать 4 м. При выполнении данного варианта оконные проемы по сторонам, а также под отливом дополнительно обшиваются полосками минераловаты шириной не менее 150 мм. Все выпирающие края теплоизоляционной плиты из минераловаты в оконных проемах необходимо усилить угловым профилем с армирующей сеткой. Вследствие большой толщины необходимых дюбельных креплений, данное решение связано с теплотехническими недостатками. (Рис.2.36)

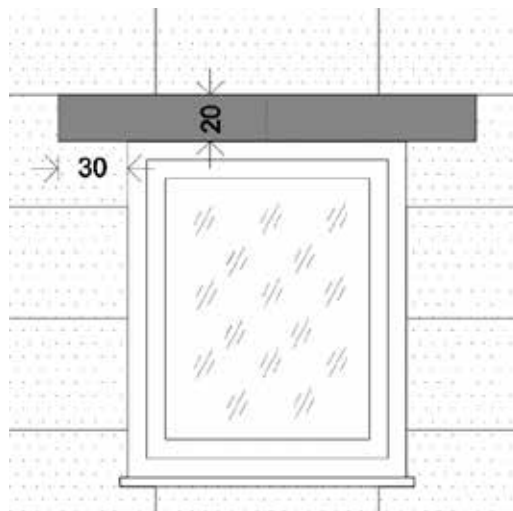


Рис. 2.34

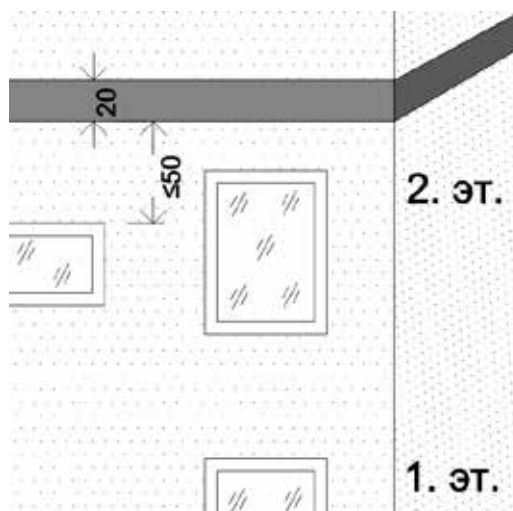


Рис. 2.35

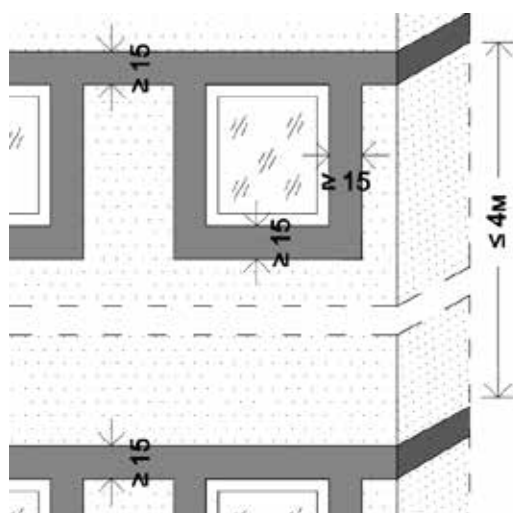


Рис. 2.36

2.6 Теплоизоляционная штукатурка

- Штукатурка с теплоизоляционными свойствами наносится на внешние стены, выполненные обычной кладкой из кирпича или камня, либо на стены из теплоизоляционного строительного материала, например, газо- или пенобетона, чтобы повысить их тепловую защиту. Они обычно поставляются на стройку в качестве сухих строительных смесей, которые состоят из минеральных вяжущих веществ, а также минеральных и/или органических легких добавок, например пено-полистирола или вспученного вермикулита. Их теплоизоляционный эффект составляет менее половины по сравнению с теплоизоляционными плитами из пенополистирола или минеральной ваты. Поэтому область их применения фактически ограничивается зданиями, стены которых выполнены из теплоизоляционных строительных материалов (газо-, пенобетон) в районах с относительно теплыми зимами, либо зданиями с площадью пола менее 100 м., для которых Закон КР «Об энергетической эффективности зданий» не действует.

- Выделяют различные виды теплоизоляционной штукатурки и легкой штукатурки в зависимости от теплопроводности, которая тесно связана с плотностью и прочностью на сжатие. Теплоизоляционная штукатурка обладает большим теплоизоляционным эффектом, причем около 75% ее объема составляет теплоизоляционный материал, как правило, пенополистирол. В силу высокой доли содержания теплоизоляционного материала такая штукатурка является особенно эластичной и, следовательно, особенно подходит для неоднородного возведения стен, например из железобетонных конструкций и армированных кирпичных стен.

Структура теплоизоляционной штукатурки всегда является многослойной. Толщина нижнего слоя теплоизоляционной штукатурки должна составлять не менее 20 мм, но не более 100 мм. Перед нанесением теплоизоляционной штукатурки, для увеличения поверхности сцепления, выполняется штукатурка набрызгом (соблюдать инструкцию производителя теплоизоляционной штукатурки). За один рабочий процесс может наноситься слой штукатурки не более 50 мм. Нанесение слоя штукатурки более 50 мм происходит в два рабочих этапа в течение одного дня, чтобы обеспечить надежное сцепление между слоями штукатурки. (»Рис. 2.37)

Водоотталкивающий верхний слой штукатурки толщиной около 8 мм, выполненный из обычного штукатурного раствора или декоративной готовой штукатурки, защищает мягкую теплоизоляционную штукатурку от механических повреждений и промокания. В зависимости от требований производителя продукта может потребоваться нанесение промежуточного слоя из выравнивающей штукатурки с армирующей сеткой между теплоизоляционным и верхним слоем штукатурки, чтобы не допустить образования трещин. Верхний слой штукатурки наносится не ранее одной недели после нанесения теплоизоляционной штукатурки.

Вид – Применение	Теплопроводность	Плотность
Теплоизоляционная штукатурка Т1 / Т2 – для неоднородных стен / санация проблемных стен	$\leq 0,1 / 0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	$\leq 600 \text{ кг/м}^3$
Легкая штукатурка Тип I / II – для обычной / высоко-изолированной кладки	$\geq 0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$	600 – 1000/ 1000 – 1300 кг/м^3

Вопросы на закрепление:

- Какой толщиной наносится первый слой теплоизоляционной штукатурки?
- Как выполняется штукатурка толщиной более 50 мм?

Модуль 3

Теплоизоляция строительных элементов, соприкасающихся с грунтом, и цементных стяжек

3.1 Строительная физика конструктивных элементов, соприкасающихся с грунтом

Основная причина повреждения зданий кроется в недостаточной их защите от влажности. При этом защита от влажности является не только вопросом непроницаемой кровли и недопущения конденсата в строительных конструкциях, как было описано в модуле 2. Влага может также проникать в конструктивные элементы здания из грунта, если не были произведены гидроизоляционные мероприятия. Распространенные повреждения зданий, вызванные отсутствием гидроизоляции, являются: известковое выцветание и повреждения от мороза (разрушение) на наружном слое штукатурки и стен в области цокольной зоны, гниение деревянных полов на первом этаже и плесень в области цокольной зоны внутренних стен.

Обычно проблема заключается не в герметичности здания от давления грунтовых вод, когда подвал находится ниже уровня грунтовых вод. Наоборот, речь идет о **защите от влажности** грунта, которая поднимается вверх, несмотря на общеизвестный факт, что вода течет вниз!

Физическая способность воды подниматься вверх по почве и пористому строительному материалу называется **капиллярность**. Капиллярный эффект – это поднятие воды вверх, его можно наблюдать во всех материалах, которые имеют узкие пустые пространства (капилляры = "тончайшие трубочки"). Капиллярность является результатом взаимодействия трех сил: во первых, **адгезия** – способность молекул воды удерживаться в верхнем слое других материалов и подниматься дальше вверх; во вторых, **сила сцепления** – сцепление молекул воды друг с другом, которое обеспечивает поднятие молекул воды вверх, не соприкасающиеся с краями капилляров, и, в третьих, **сила тяжести**, которая ограничивает высоту поднятия воды, притягивая воду тем сильнее вниз, чем больше и, следовательно, тяжелее висящий на стенках капилляров водяной столб. (Рис. 3.1)

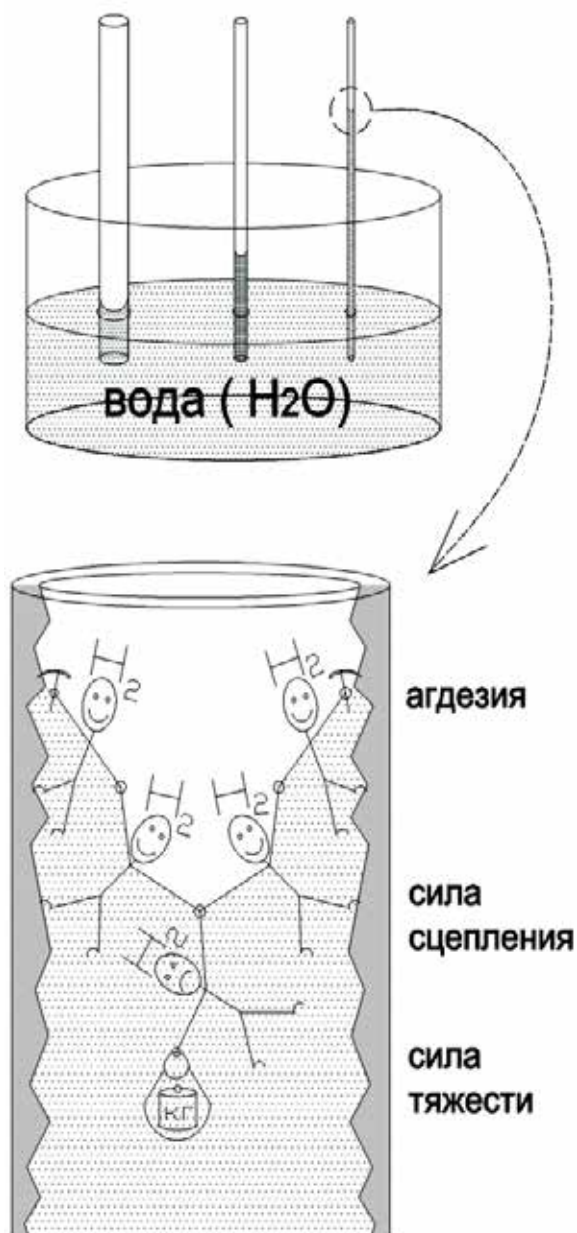


Рис. 3.1

Капиллярный эффект может проводить воду очень высоко вверх. Так, например, при посадке растений капиллярный эффект способствует тому, что растворенные в воде питательные вещества поднимаются до самых верхних листочков.

- Большинство строительных материалов, например, природный камень, глина, кирпич, бетон, раствор, дерево, а также целый ряд минеральных и природных органических теплоизоляционных материалов имеют капилляры. Влага, содержащаяся в грунте, который также имеет капилляры, впитывается этими строительными материалами и поднимается вверх. Впитанная вода изменяет качества строительного материала в негативную сторону. Например, при пропитывании влагой теплоизоляционный материал больше не может правильно функционировать и его теплоизоляционный эффект значительно снижается.
- Поэтому следует не допускать поднятия воды по капиллярам, выбирая строительный материал без капилляров, или принимая меры строительноконструктивного характера. Такие мероприятия, например, как установка гидроизоляционного слоя между фундаментом и расположенных на нем стен и/или создания дренажного слоя из крупного гравия (без песка) под полом на грунте.
- В слоях из крупного гравия или щебня пустое пространство между отдельными камнями настолько велико, что сила тяжести воды значительно превышает силу адгезии, в результате чего вода не поднимается вверх. Таким образом, большое пустое пространство гравийного слоя прерывает капилляры грунта, поэтому его называют капиллярпрерывающим слоем. (>Рис. 3.2)

Кроме капиллярности конструктивных элементов, соприкасающихся с грунтом, на подверженность этих строительных конструкций влаге сильно влияет само свойство грунта, на котором находится здание. Самое важное различие заключается между вязким грунтом и рыхлым грунтом. Особую сложность представляет собой вязкий грунт. Он содержит много глинистых минералов (глины), которые при насыщении водой образуют водонепроницаемый слой, через которую не может просачиваться дождевая вода. При этом вода накапливается в приповерхностной области и может проникать в строительные элементы здания. Поскольку вязкий грунт накапливает в себе много воды, он может сильно расширяться при морозе. По этой причине фундаментную стену следует располагать на такой глубине, которая даже при суровой зиме не сможет промерзнуть. В Кыргызстане в зависимости от климатической зоны строительства эта глубина должна составлять 0,7– 1,5 м, т.е. ниже глубины промерзания грунта.

Также рыхлый грунт поднимает влагу вверх. Такие виды грунта обычно состоят из плотной смеси песка и гравия, которые образуют большое количество пустого пространства, т.е. капилляров. Капилляры грунта передают влагу из почвы в строительные элементы здания.

Цокольная зона здания подвержена разбрызгивающейся воде и талым водам, даже если здание, как часто сегодня бывает, оборудовано водосточными желобами. Согласно общему правилу в строительстве, предполагаемая высота области разбрызгивающейся воды составляет не менее 30 см от верхнего края поверхности грунта. До этой высоты внешнюю облицовку зданий, например цокольная штукатурка или теплоизоляция по периметру, следует выполнять на водоотталкивающей основе. (>Рис. 3.3)



Рис. 3.2

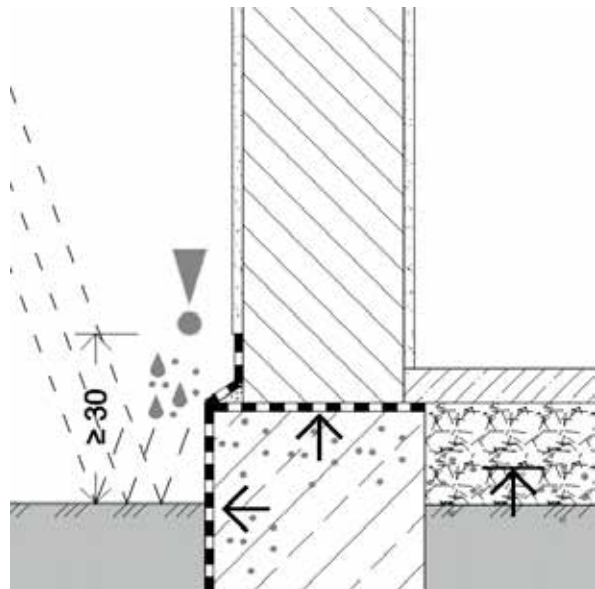


Рис. 3.3

Вопросы на закрепление:

1. Что такое «капиллярный эффект»?
2. Каким образом влага влияет на теплотехнические свойства материала?
3. Чем отличается вязкий грунт от рыхлого и его влияние на фундамент здания?

3.2 Гидроизоляция

- Поэтому следует не допускать поднятия воды по капиллярам, выбирая строительный материал без капилляров, используя химические добавки, водостойкий бетон, экструдированный полистирол, либо принимая меры конструктивно-строительного характера. К таким мерам может, например, относиться установка гидроизоляционного слоя из рубероида (рулонный гидроизоляционный материал) между фундаментом и возведенными на нем, стенами здания и / или создания капиллярпрерывающего слоя из крупного гравия (без песка) под стяжкой пола. Так можно предупредить пропитывание влагой внешних стен и их теплоизоляционного слоя. В неотопляемых и не предназначенных для проживания помещениях настил капиллярпрерывающего слоя служит достаточной защитой от влаги. (Рис. 3.4)
- Для вертикальной гидроизоляции цокольных и подвальных стен от грунтовой влаги и дождевых вод применяются краски и покрытия на основе битума. Битум (смола) – это черный, водостойкий, клейкий нефтепродукт. При обычной температуре битум пребывает в твердом состоянии. Он продается в черных, запечатанных в синтетической пленке блоках. Однако при температуре от $- +60^{\circ}\text{C}$ и выше он становится мягким и даже вязко-текущим. Поэтому его очень легко «вскипятить» на стройке и в качестве горячей, вязко-текущей массы наносить на нуждающиеся в гидроизоляции строительные элементы. Смешанный с различными растворителями, битум может также использоваться в качестве готового к применению и нанесению для обработки поверхностей. Кроме того, существует строительный клей, содержащий битум, с помощью которого можно клеить теплоизоляционные плиты в цокольной зоне.
- В частных домах, особенно в сельской местности, иногда встречается вредная для элементов строения практика пропитки цокольных стен отработанным машинным маслом для защиты от влаги. Отработанное моторное масло не является надежным строительным материалом, поскольку оно содержит яды, которые отравляют грунтовые воды и конструктивные элементы при его нанесении!
- В отапливаемых и предназначенных для проживания помещениях следует предъявлять более высокие требования к системе гидроизоляции. В данном случае устанавливаются дополнительные горизонтальные водо- и паронепроницаемые слои. Они состоят из полиэтиленовой пленки (PE, толщиной не менее $- 0,1$ мм), либо армированного рулонного кровельного материала, которые с помощью строительного фена или газового пламени могут плотно склеиваться в цельные водонепроницаемые поверхности. Самым дешевым материалом для горизонтальной гидроизоляции является рубероид; однако, срок его службы не такой длительный. Через несколько лет он может стать пористым, т.е. негерметичным.

Вопросы на закрепление:

1. Какие гидроизоляционные материалы Вы знаете?
2. Можно ли использовать отработанное моторное масло для гидроизоляции?
3. Для чего и где устраивается дренажный слой?
4. В каких помещениях устраивают дополнительно водо- и паронепроницаемые слои?

3.3 Теплоизоляция по периметру

Слово «периметр» значит ровно столько, сколько означает длина наружного контура геометрической фигуры. Теплоизоляция по периметру обозначает работы по теплоизоляции, выполняемые вдоль, соприкасаемых с грунтом, конструктивных элементов, которые образуют линию очертания здания. К данным конструктивным элементам могут причисляться: фундамент, цокольные и подвальные стены, а также области краев пола, располагаемые на грунте.

• Теплоизоляция по периметру выполняет три следующие задачи:

1. защита внутренней поверхности конструктивных элементов от конденсата и плесени,
2. уменьшение теплопотерь в грунт,
3. защита несущих конструкций от мороза и резкого перепада температур.

Теплоизоляция по периметру может выполняться на внешней стороне, соприкасаемых с грунтом конструктивных элементов, и/или на внутренних сторонах. Располагаемая снаружи, вертикальная теплоизоляция по периметру выполняет свою задачу значительно лучше, чем установленная внутри, защищая конструкцию от температурных расширений и мороза. Расположенная внутри, вертикальная теплоизоляция по периметру снижает теплопотери и защищает от образования конденсата и плесени на внутренней поверхности. Однако, несущая конструкция остается подверженной сильным напряжениям вследствие температурных колебаний, которые возникают от перепада ночных и дневных температур, а также из-за разницы температур между теплоизолированными внешними стенами и неутепленными цокольными стенами. Точка замерзания при таком варианте находится в самих элементах конструкции, что вызывает серьезные строительные повреждения, когда вода проникает в строительные элементы и превращается в лед. При кристаллизации вода увеличивается в объеме. Капилляры в строительном материале препятствуют увеличению объема, и возникает высокое давление, которое раскалывает бетон.

Теплоизоляционные материалы, используемые для утепления по периметру, должны быть водостойкими и прочными на сжатие. Если утепление по периметру выполняется снаружи, что является лучшим решением, то она располагается перед водонепроницаемым слоем (гидроизоляцией), которая защищает элементы конструкции от грунтовой влаги. В качестве теплоизоляционного материала используется экструдированный пенопласт. (Рис. 3.4)

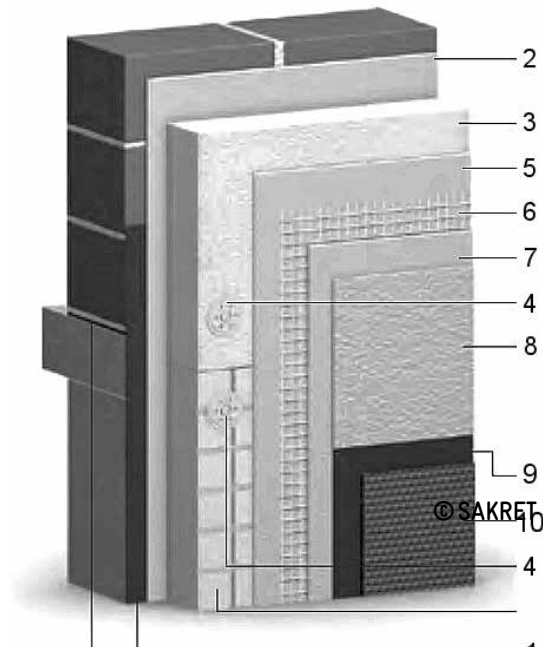


Рис.3.4

1. Гидроизоляция
2. Строительный клей
3. Теплоизоляционный материал
4. Тарельчатый дюбель
5. Армирующая шпаклевка
6. Армирующая сетка
7. Базовый слой
8. Декоративный слой
9. Битумный клей
10. Битумный рулонный материал

Модуль 3: Теплоизоляция строительных элементов соприкасающихся с грунтом и цементных стяжек

- Вертикальная, расположенная снаружи теплоизоляция по периметру наклеивается с помощью морозоустойчивого строительного клея на водонепроницаемую поверхность цоколя. Часть плиты, расположенная в грунте, никогда не прикрепляется дюбелями, поскольку дюбельные крепления пробивают и, следовательно, повреждают гидроизоляционный слой. Поверх теплоизоляции по периметру можно наклеить керамическую плитку, как описано в модуле 2.
- Для вертикальной теплоизоляции по периметру изнутри можно также применять доступный по цене пенополистирол, однако, он должен обладать достаточной прочностью на сжатие (плотность - 20 – 25 кг /м.). В целях лучшей защиты от конденсационной влажности, теплоизоляцию по периметру, выполняемую из пенополистирольных плит, можно обернуть полиэтиленовой пленкой. (→Рис.3.5)
- Горизонтальная теплоизоляция по периметру часто выполняется под стяжкой пола, где она хорошо защищена от механического повреждения. В качестве минимальной ширины для горизонтальной теплоизоляции по периметру, располагаемой под стяжкой пола, рекомендуется ширина в 0,5 м. Если пол располагается на уровне грунта (отсутствует полуподвальное или подвальное помещение) и не имеется, расположенной снаружи, вертикальной теплоизоляции по периметру, то разумная ширина должна быть 1 м. В качестве рабочего материала при горизонтальной теплоизоляции по периметру могут использоваться экструдированный и обычный пенополистирол толщиной не менее 30–50 мм. Вследствие воздействия сжимающей нагрузки, следует использовать пенополистирол плотностью не менее 25 кг/м².
- Эффективная общая ширина теплоизоляции по периметру складывается из высоты вертикальной и ширины горизонтальной теплоизоляции. Общая ширина должна составлять от 1 до 2 м. Абсолютным минимумом для защиты от строительных повреждений в благоприятных климатических зонах является ширина 0,5 м. (→Рис.3.6)



Рис. 3.5

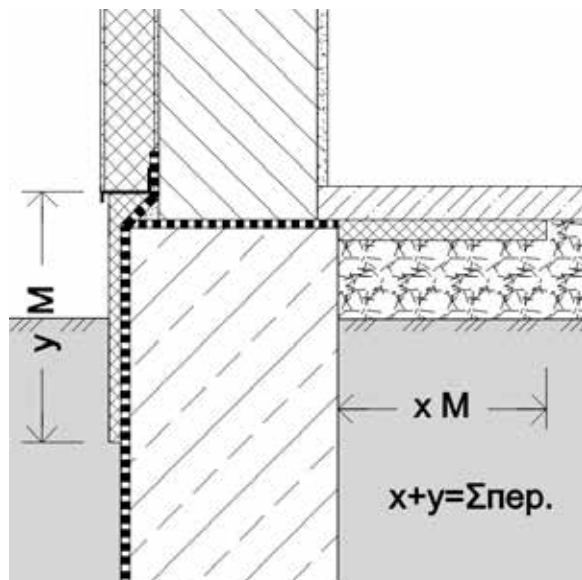


Рис. 3.6

3.4 Теплоизоляция бетонных полов, соприкасаемых с грунтом

3.4.1 Конструктивные принципы полов на грунте

Если полы на первом этаже приподняты над грунтом, как это часто бывает в старых зданиях с деревянными полами, то воздушное пространство под полом, которое связывается через отдушины с наружным воздухом, служит в качестве капилляропрерывающего слоя. Он защищает пол от грунтовой влаги. Тогда защита от капиллярной влаги требуется только в тех местах, где сходятся цокольная стена и пол. С точки зрения тепловой защиты здания, подвесные полы являются весьма неэффективной защитой,

Вопросы на закрепление:

- Какая разница между внутренней и наружной теплоизоляцией по периметру?
- Какой толщиной и плотности используется пенополистирол для горизонтальной теплоизоляции по периметру?
- Какая должна быть общая ширина теплоизоляции по периметру?

поскольку наружный воздух, который заходит под пол через необходимые отдушины, зимой намного холоднее, а летом намного теплее, чем температура грунта, которая почти не меняется в летнее и зимнее время. В связи с этим подвесные полы следует теплоизолировать так же тщательно, как и наружные стены. Еще одна важная проблема такого строительства заключается в воздухопроницаемости. Если не установлена ветрозащитная пленка, то через стыки таких полов происходит нежелательный воздухообмен, который может значительно увеличить потребность в обогреве помещения. Если в домах с приподнятыми полами необходимо утеплить цокольные стены по периметру, то такая теплоизоляция будет эффективной только при монтаже как внутри, так и снаружи. (»Рис.3.7, 3.8)

С точки зрения тепловой защиты здания, соприкасаемые с грунтом полы, являются более эффективными. Благодаря таким современным строительным материалам, как полиэтиленовые пленки и битумные рулонные материалы, их защита от грунтовой влаги на сегодняшний день больше не является технической проблемой. Соединения бетонной стяжки пола с внешними и внутренними стенами гидроизолируются путем поднятия горизонтального гидроизоляционного материала по сторонам, вплоть до верхнего края готового пола. (»Рис. 3.9)

В зданиях с ленточным фундаментом, которые широко распространены в Кыргызстане, перед монтажом гидроизоляционного и теплоизоляционного слоя по периметру следует установить прочную ровную поверхность, что включает в себя монтаж дренажного слоя. В зданиях с плиточным фундаментом из железобетона монтаж гидро- и теплоизолированного пола начинается с верхнего края плиты фундамента. (»Рис. 3.9)

Нижеприведенные этапы работы описывают порядок строительства теплоизолированного цементного пола, соприкасаемого с грунтом, в соответствии с технологией, которая является характерной для всех видов теплоизолированных бесшовных полов и называется «плавающая стяжка».

- Бесшовный пол – это конструктивный элемент, который устанавливается непосредственно на несущее основание, либо на разделительный или теплоизоляционный слой поверх несущего слоя. Его поверхность может использоваться непосредственно, либо покрываться другим дополнительным слоем (плиткой, ламинатом, линолеумом и т.д.). Бесшовный пол может изготавливаться различными вяжущими веществами. В Кыргызстане наиболее применяемой основой для такого пола является цемент. Поэтому ниже описывается порядок укладки пола на цементной основе.
- Устройство бесшовного пола на основе цемента предполагает мастерство и точность, поскольку качество верхнего слоя бесшовного пола существенно отражается на красоте и практичности всего пола. Основными критериями качества являются: ровность и гладкость верхнего слоя, отсутствие трещин и точность, с которой выдерживается ранее установленный уровень пола.

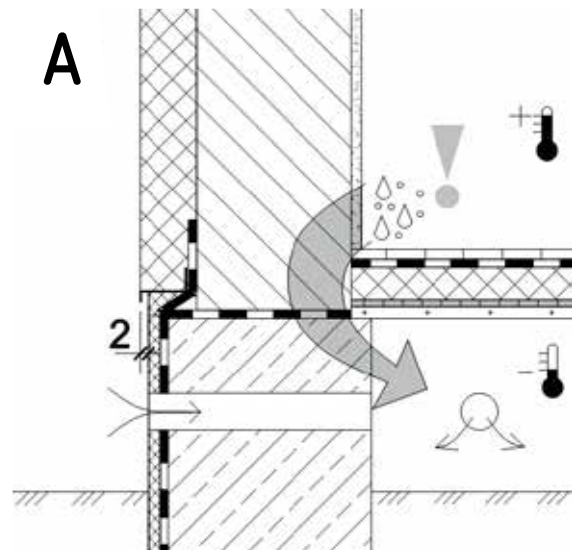


Рис. 3.7

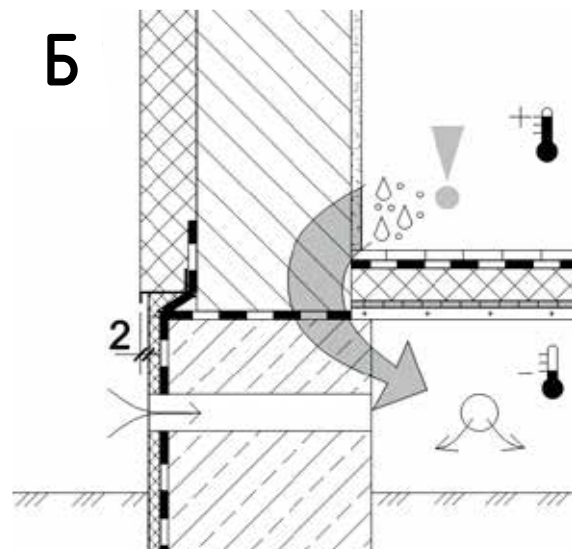


Рис. 3.8

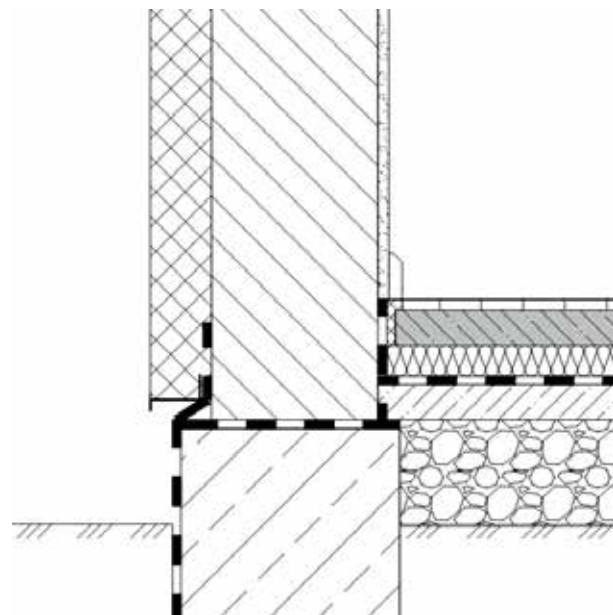


Рис. 3.9

3.4.2 Установка теплоизолированных цементных полов на грунте

Порядок работы по установке теплоизолированного пола соответствует порядку укладки слоев, которые следует точно определить перед началом работ. Во время строительных работ, правильная высота слоя проверяется в соответствии с горизонтальной метровой отметкой, которая заранее рисуется на стенах на высоте 100 см от верхнего края, запланированного готового пола, включая слой покрытия (плитка, линолеум и т.д.). (Рис. 3.10)

Рабочие шаги / порядок укладки слоев являются следующими:

1. Грунт, на котором строится пол, не должен содержать органических компонентов. Если почва содержит органические примеси (например, пахотная земля), то такой слой почвы следует заменить чисто минеральным, лучше всего гравием, а затем снова механически утрамбовать.
2. Слой грубого гравия толщиной в 15 см (фракция с 0-10 – -32 мм) образует капиллярпрерывающий слой. Верхний слой гравия разравнивается.
3. Разделяющий слой из негниющего материала (например, плетеное полотно из синтетического материала, как для транспортировочных мешков), нетканый материал или перфорированная пленка. Она не позволит раствору или пескогравийной смеси следующего слоя забить полое пространство в слое из гравия. Разделяющий слой должен быть водопроницаемым, чтобы просачивающаяся сверху вода могла уйти в грунт.
4. Вдоль внешних стен можно теперь выполнить горизонтальную теплоизоляцию по периметру. Если устанавливается внутренняя вертикальная теплоизоляция по периметру, то теплоизоляционные плиты устанавливаются вдоль цокольной стены. Верхний край должен находиться на высоте готового пола. При этом теплоизоляция по периметру служит одновременно компенсационным швом для бесшовного пола.
5. Как правило, затем следует бетонный слой толщиной в 10 см, который образует несущий слой чернового пола. В зданиях с низкими требованиями к эксплуатации (чисто жилые помещения, небольшие помещения, не рассчитанные для длительного использования) вместо бетонного слоя можно насыпать слой пескогравийной смеси толщиной в 5-8 см и слой мелкого песка толщиной в 2-5 см, тщательно утрамбовав и горизонтально разгладив на уровне требуемой высоты. (Рис. 3.11)
6. Вдоль стен чернового пола закрепляется полоска из полистирола высотой в 10 см и толщиной 10 мм (или иной эластичный, водостойкий звукоизоляционный материал, например звукоизоляция от ударного шума для ламинированного пола). Эта полоска образует эластичный компенсационный шов, который позволяет цементному бесшовному полу расширяться и сжиматься при изменении температур без образования трещин. При большой поверхности пола (более -30 м.) или неодинаковой по величине поверхности (например, угловой формы) пол разделяется с помощью компенсационных полосок, временно прикрепленных к брускам, на более мелкие, одинаковые по величине участки. Там где уже установлена внутренняя теплоизоляция по периметру, она

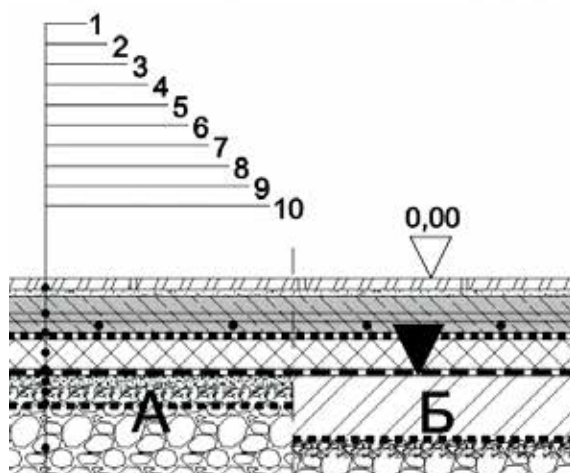
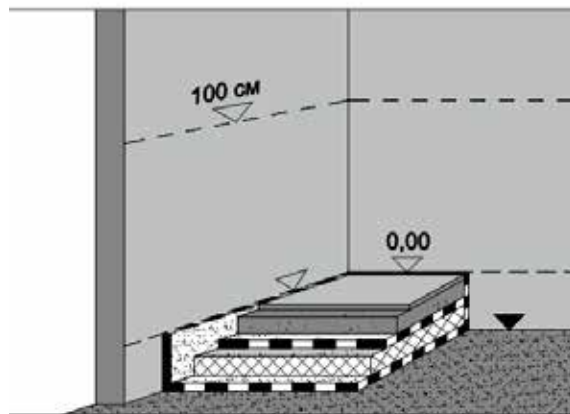
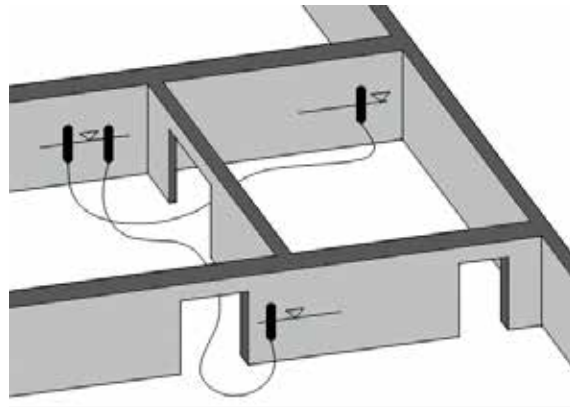


Рис.3.10

- 1) верхнее покрытие (плитка, ламинат, ...)
- 2) цементная стяжка
- 3) полиэтиленовая-разделяющая пленка (2 слоя)
- 4) теплоизоляционный материал
- 5) гидроизоляция (2 слоя)
- 6) А: выравнивающий слой песка – 2 см
- 7) отсев – 3 см или Б: (6. + 7.) черновой бетонный слой (грубый бетон)
- 8) водопускающая ткань из синтетического материала
- 9) грубый гравий (мин. 15 см)
- 10) грунт без органических материалов

выполняет функцию компенсационного шва.

7. На черновой пол (т.е. песчаный слой) кладется **горизонтальный гидроизоляционный слой**. При этом края битумного рулонного материала накладываются друг на друга внахлест по 5 см и припаиваются, если укладывается полиэтиленовая пленка, то полосы выкладываются внахлест на расстоянии не менее 10 см. Вдоль стен гидроизоляционный слой поднимается до верхнего края будущего готового покрытия пола, (>Рис. 3.12)

8. На гидроизоляционный слой кладется теплоизоляционный материал на всю поверхность пола. Подходящими материалами являются пенополистирол плотностью не менее 25 кг/м³ (еще больше для производственных помещений с более высокой полезной нагрузкой) и более дорогой, но прочный на сжатие, экструдированный пенополистирол, приемлемые для теплоизоляции бесшовного пола, плиты из минеральной ваты, а также плиты из камыша или легкого самана. Толщина теплоизоляционного слоя определяется в соответствии с теплопроводностью различных материалов. В качестве нормативного показателя для достаточного уровня тепловой защиты пола, соприкасающегося с грунтом, можно считать пенополисторол толщиной в 5 – 6 см. При монтаже теплоизоляции нужно следить за тем, чтобы не образовывались открытые швы. При использовании мягких теплоизоляционных плит, таких как плиты из минерального волокна или камыша, стыки отдельных рядов, следует располагать со смещением, чтобы избежать проседающих перекрестных швов. (>Рис. 3.13)

9. Двойной слой гидроизоляции из полиэтиленовой пленки служит промежуточным (разделительным) **слоем бесшовного пола**, чтобы обеспечить беспрепятственное расширение и сжатие бесшовного пола в поверхности. Поскольку бесшовный пол не связан со зданием ни по краям, ни по поверхности и остается эластично подвижным, то такая технология называется «плавающий пол». Если используются органические теплоизоляционные материалы, такие как камыш или саман, промежуточный слой должен быть паропроницаемым, чтобы влага, попадающая в теплоизоляционный слой, могла испариться. Вместо полиэтиленовой пленки можно использовать особые, паропроницаемые виды пленок или, как в разделительном слое над гравием, синтетическую сетку (тканые синтетические мешки). (>Рис. 3.14)

10. Поверх разделяющего слоя кладутся листы армирующей сетки (толщина проволоки зависит от размера ячеек, например, 0 3 мм / 50 x 50 мм или 0 5 мм / 100 x 100 мм). Они связывается друг с другом внахлест на расстоянии не менее 5 – 10 см соединительной проволокой до образования сплошной взаимосвязанной армирующей сетки. Армирующая сетка должна располагаться на треть ниже высоты бесшовного пола. Для этого армирующие листы кладутся либо на распорки из пластика или минерального материала (например, сломанные куски плитки) либо при раз выравнивании бетона листы аккуратно вытягиваются немного наверх. (>Рис. 3.15)



Рис. 3.11



Рис. 3.12



Рис. 3.13

11. Наконец, выполняется укладка цементного бесшовного слоя. Чтобы добиться нужной высоты и ровной поверхности, сначала необходимо поделить поверхность на полосы шириной до 2 м, которые разделяются между собой линиями из раствора шириной примерно в ладонь. Эти линии слегка уплотняются и максимально гладко и горизонтально выравниваются при помощи терки по своему верхнему слою вдоль натянутого разметочного шнура (допустимое отклонение от шнура <2 мм!). Затем заполняются области между линиями и гладко разглаживаются на уровне этих готовых линий. Для контроля высоты между линиями можно использовать правило (рейку) из металла или дерева. (➤Рис. 3.16, 3.17)

Бетон для бесшовного пола не следует сильно трамбовать! Насыпаются полосы высотой около 3–5 мм над запланированным уровнем и равномерно распределяются с помощью правила. С помощью легкой терки из пенополистирола или дерева, верхний слой затем растирается кругообразными или 8-образными движениями без сильного надавливания до необходимого уровня бесшовного пола, причем уплотняется и разглаживается только верхний слой бетона. Мелкие дырочки заполняются бетоном и выравниваются на уровне с общей поверхностью. Альтернативой способу работы при помощи направляющих линий может стать расположение на равном расстоянии друг от друга высотных точек.

12. Работы по укладке бесшовного пола необходимо организовывать таким образом, чтобы взаимосвязанные поверхности выполнялись методом «мокрый по мокрому», как правило, в течение одного дня. Также, это позволит избежать образования трещин. Кроме того, необходимо обеспечить температуру не менее 5°C как во время выполнения работы, так и в ночное время. (➤Рис. 3.18)

13. Свежий бетонный раствор для бесшовного пола, в идеале, должен содержать не больше воды, чем необходимо цементу в химическом процессе гидравлического твердения. При испарении избыточной воды объем бетона не уменьшается и, следовательно, исключается возможность образования усадочных трещин. Чтобы землистовлажная бетонная смесь не высохла раньше времени и не утратила своей твердости, не ломалась и не становилась песчаной на поверхности, ее следует защитить от сквозняков, чрезмерного тепла и холода. Защита, главным образом, обеспечивается путем накрытия готового цементного слоя полиэтиленовой пленкой, которую можно оставить в течение как минимум одной недели. На бетонный слой нельзя наступать в течение трех суток с момента укладки, а подвергать нагрузке можно только на седьмой день. (➤Рис. 3.19)



Рис. 3.14



Рис. 3.15

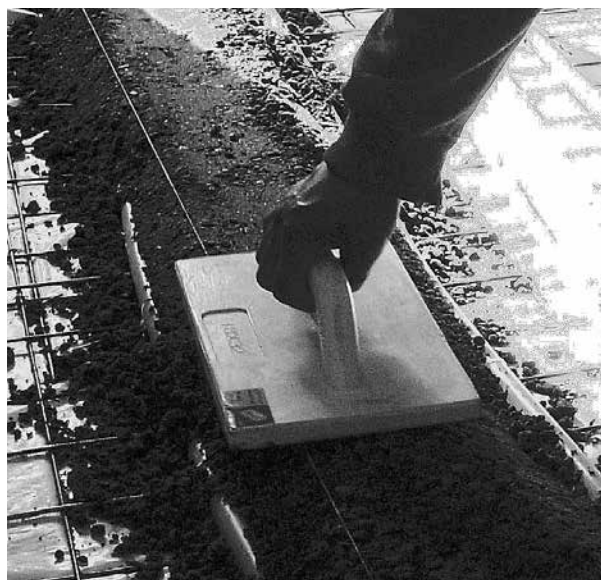


Рис. 3.16

Все работы по защите бетона в период его затвердевания называются «дополнительной обработкой». Свежий бетон всегда нуждается в последующей дополнительной обработке. Фактически, химический процесс гидравлического твердения при нормальной температуре окончательно заканчивается по истечении 28 дней!

- Раствор для бесшовного цементного пола изготовливается на основе цемента, соответствующих природных камней и заполнителей, а также воды (иногда добавляются химические добавки, такие как герметики, антифриз или пластификатор бетона). Природные камни и заполнители (песко-гравийная смесь) должны иметь максимальный размер частиц 0 - 10 мм при толщине бетонного пола до 50 мм. Если толщина пола составляет более - 50 мм, то наибольший размер частиц не должен превышать 0 - 16 мм. Чем меньше размер заполнителей (песко-гравийная смесь), тем большего содержания цемента требует раствор и тем выше риск образования трещин при затвердевании. При применении технологии «плавающий пол» содержание цемента (М400) не должно превышать 400 кг на 1 м³ уплотненного бесшовного пола. Это примерно соответствует пропорции объемов цемента и песко-гравийной смеси как 1:3. Слишком большое содержание цемента увеличивает риск образования трещин, поскольку его объем при затвердевании уменьшается. Так как в Кыргызстане отсутствует промышленно просеиваемая и оптимально смешиваемая из частиц различного размера, песко-гравийная смесь, конкретную пропорцию сложно указать. При сомнениях рекомендуется обратиться за консультацией к инженеру-строителю: прочность на сжатие затвердевшего бетона в конечном итоге должна составлять около 20 Н / мм в середине контрольного куба бетона с длиной сторон 15 см.
- Количество воды, добавляемое в раствор, зависит от количества цемента и влажности песчано-гравийной смеси. Раствор бетона замешивается в землистовлажном состоянии. «Землистовлажный» означает, что наполненное бетоном ведро, при переворачивании сохраняет раствор бетона в форме конуса, в виде слабо связанной консистенции, от которого отсыплются небольшие комочки, но который ни в коем случае не растекается по нижнему краю. Большое количество воды увеличивает риск образования трещин! Для обеспечения качества бетона очень важную роль играет однородность смешивания. Тщательное смешивание всех компонентов упрощает процесс укладки. Единожды установленная пропорция раствора строго соблюдается при каждом последующем замешивании.
- Бетонная стяжка, выполненная согласно вышеописанной технологии, не имеет высокой плотности, содержит много воздушных пор. Поэтому она не морозостойчива и не может быть использована при наружных работах!



Рис. 3.17



Рис. 3.18



Рис. 3.19

3.5 Звукоизолированные (и теплоизолированные) полы с цементной стяжкой межэтажных перекрытий

- Защиту межэтажного перекрытия от ударного шума (например, вибрации, которая передается по полу и стенам) можно значительно повысить за счет укладки бетонного бесшовного пола с соответствующим слоем изоляции от ударного шума. Такая изоляция имеет особое значение в зданиях, где передача звука от удара вызывает сильное раздражение. (»Рис. 3.20)
- Звукоизоляционный слой устанавливается в качестве эластичного слоя под «плавающей» стяжкой. Благодаря своей сжимаемости (возможности пружинить) она принимает на себя вибрацию и нагрузку жесткой бетонной стяжки. Уровень сжимаемости звукоизоляционного материала, как правило, составляет 3 мм под нагрузкой от веса бетонной стяжки и около 5 мм без воздействия нагрузки. На специально изготовленных для звуковой изоляции плитах производитель указывает, насколько сжимается материал под весом бетонной стяжки, чтобы позволить точно рассчитать необходимую высоту бетонного бесшовного пола.
- Соответственно, в качестве материалов, используемых для звукоизоляции, могут выступать: прочные на сжатие плиты из минеральной ваты, специальные, эластичные маты из вспененных материалов или волокнистые плиты из древесного волокна (редко используются в Кыргызстане). Кроме того, изоляционная плита из камыша достаточной толщины обладает определенной упругостью.
- Звукоизоляция может иметь один или два слоя. При этом допускается также смешанная звуко- и теплоизоляция из двух отдельных слоев (график). Чтобы ограничить сжимаемость звуко-изоляционного слоя, при укладке, прочная на сжатие (жесткая на изгиб) теплоизоляционная плита (например, экструдированный пенополистирол) комбинируется с нижерасположенным эластичным звукоизоляционным слоем. (»Рис.3.21)
- При монтаже звукоизоляции плита кладется вплотную друг к другу и располагается таким образом, чтобы не допустить образования перекрестных швов. При двухслойной кладке швы располагаются со смещением. Звукоизоляционный слой должен полностью покрывать основное покрытие. Если напольное покрытие, на которое устанавливается звукоизоляция, является неровным, то прежде его следует выровнять цементным раствором.
- Кладка бесшовного «плавающего» пола со звукоизоляцией происходит в соответствии с порядком действий, указанным в п. 3.3 настоящей настоящей учебного пособия, для этапов работы, начиная с чернового пола. При этом только толщина слоев может варьироваться. В жилых помещениях с толщиной звукоизоляционного слоя 30 мм обычно используется цементная стяжка толщиной 40 мм.

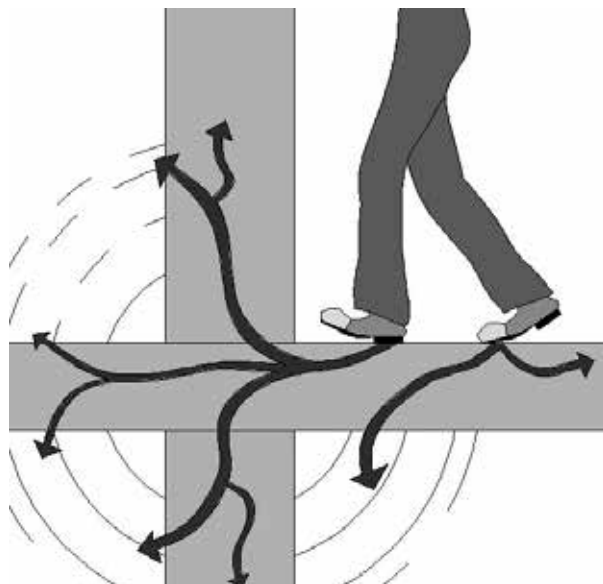


Рис. 3.20

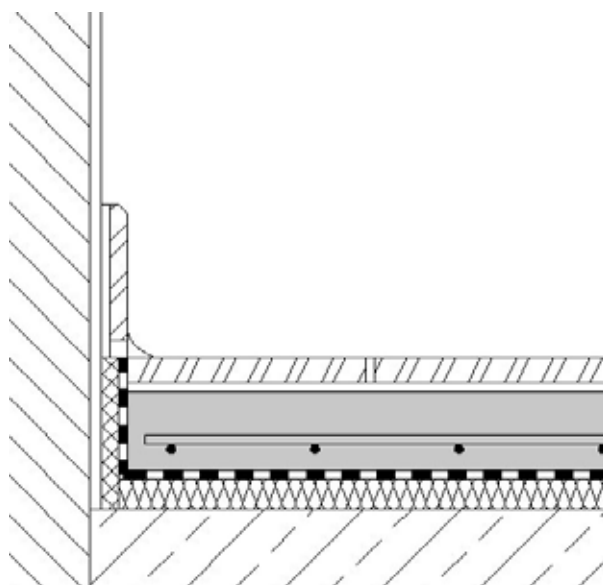


Рис. 3.21

- Большие и разные по размеру поверхности разделяются с помощью деформационных и ложных швов на более мелкие и одинаковые по величине участки. Ложными швами называются усадочные швы, которые часто применяются при кладке бесшовного пола из цемента. Такие швы снижают риск неконтролируемого трещинообразования в бетонном слое вследствие усадки при твердении бетона. Для создания такого шва вдоль правила с помощью мастерка делается надрез до середины слоя в свежем залитом бетоне. Мнимые швы используются в случае, когда поверхность пола имеет длину сторон более – 6 м, а также в местах сужения пространства и проходах.

Деформационные швы представляют собой компенсационные (температурные) швы, которые устанавливаются над имеющимися деформационными швами основания или для разделения поверхности бетонной стяжки, например для бесшовного пола с подогревом. Деформационные швы проходят через всю глубину плавающей стяжки и прерывают также армирующую сетку. Толщина деформационных швов, которые выполняются полосками из эластичного теплоизоляционного материала, должна составлять не менее 8 – 10 мм. Расстояние от края бетонной стяжки до следующего компенсационного шва не должно превышать – 8 метров. После достаточного затвердевания бесшовного пола материал шва чуть ниже верхнего края бетонной стяжки срезается и заполняется слоем водонепроницаемого долго-эластичного герметика (силикон, акрил). (Рис.3.22)

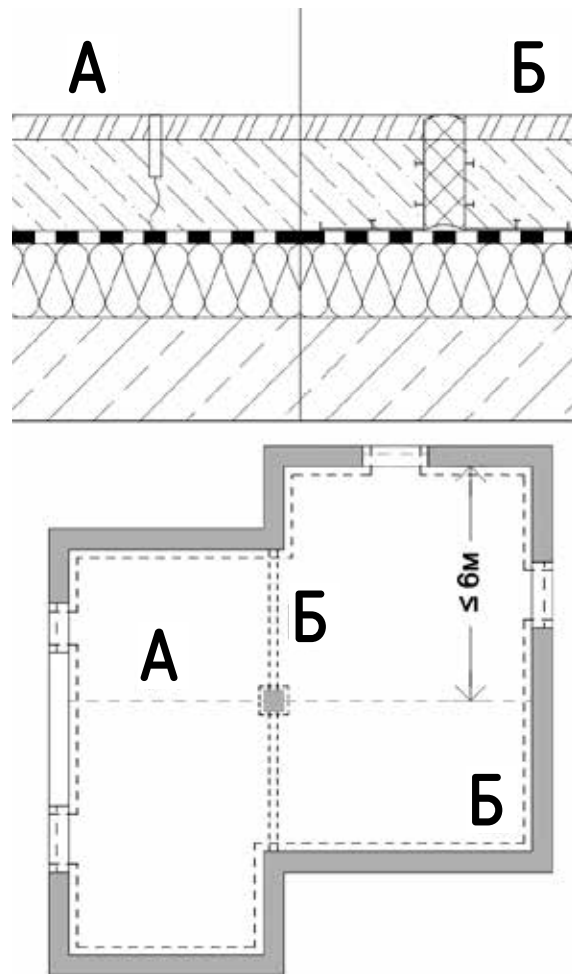


Рис. 3.22

3.6 Технология бесшовных полов с подогревом

- Отопление через пол с каналами для горячего воздуха (“система отопления в полу”) использовалось римлянами более 2000 лет назад. Однако, такое отопление требовало большого количества дров. В наше время современное отопление «теплые полы» все больше становится энергоэффективной и удобной в применении формой обогрева помещений. С развитием современных, хорошо теплоизолированных и плотно закрывающихся окон, а также благодаря улучшению системы теплоизоляции домов в целом, отпали причины, по которым конвекционные отопительные батареи (конвекторы) размещались под окном в течение длительного времени.
- При использовании окон низкого качества очень много энергии теряется через слабо теплоизолированные стекла и неплотные швы. Чтобы тепло в помещении распределялось равномерно, целесообразно размещать элементы отопления под окнами, т.е. в той области, где происходят самые большие потери тепла. Батареи отдают свое тепло преимущественно в помещение. Теплая масса воздуха поднимается перед окном вверх, распределяется под потолком в помещении и, охлаждаясь над поверхностью пола, стремится обратно к батареям (перенос тепла за счет конвекции).

Вопросы на закрепление:

- Какие материалы используются для звукоизоляции?
- Из скольких слоев может состоять звукоизоляция?
- Как укладывают звукоизоляционные плиты при однослойной и при двухслойной звукоизоляции?
- Что такое ложный шов?
- Что такое деформационный шов?
- Длина комнаты – 8 м. Какой шов необходимо сделать?
- Длина комнаты – 12 м. Какой шов необходимо сделать?

Модуль 3: Теплоизоляция строительных элементов соприкасающихся с грунтом и цементных стяжек

Распределение тепла в помещении происходит, однако, не всегда равномерно и возникают сквозняки. (>Рис.3.23)

При отоплении через пол поверхность нагрева намного больше, чем при конвекторах. Поэтому температура поверхности нагрева может быть значительно ниже, часто она составляет лишь 23 – 28 °С. При этом тепло распространяется в помещении в качестве излучения, не создавая сквозняков. Хорошо теплоизолированные потолки и стены отражают тепловое излучение таким образом, что оно равномерно распределяется во всем помещении. (>Рис.3.24)

Восприятие тепла организмом человека зависит как от температуры воздуха в помещении, так и от температуры окружающих помещение поверхностей (тепловое излучение). При отоплении с использованием конвекторов воздух в помещении должен иметь более высокую среднюю температуру, чем необходимо для температурного комфорта (21 – 23°С). При подогреваемых полах температура воздуха может быть ниже (19 – 20°С), потому что большая часть теплового излучения создает чувство температурного комфорта. Поскольку воздушные потери в хорошо теплоизолированном доме составляют примерно половину от общего количества теплотерь, отопление через пол помогает сэкономить затраты энергии, так как воздух, обмениваемый с внешним воздухом, является менее теплым. На каждый 1°С более низкой температуры воздуха в отапливаемом помещении экономится примерно 3% расходов на отопление.

- Нагревающаяся стяжка представляет собой «плавающий» бесшовный пол поверх теплоизоляционного слоя, в который устанавливаются нагревательные элементы для отопления помещения. В системе отопления через пол она одновременно служит и в качестве нагревающей поверхности для отопления помещений, и в качестве накопительного теплообменника для аккумуляции тепла. (>Рис.3.25)

- Нагревающая стяжка обеспечивается теплом либо за счет пластмассовых труб, изготовленных из химически модифицированного полиэтилена (РЕХ), в которых циркулирует горячая вода с температурой 30 – 40 °С, либо за счет кабеля, нагревающегося электрическим сопротивлением, который можно проложить в бетонном полу или на его нижней стороне. В случае большой площади помещения и при наличии отопительных систем на основе горячей воды, предпочтение следует

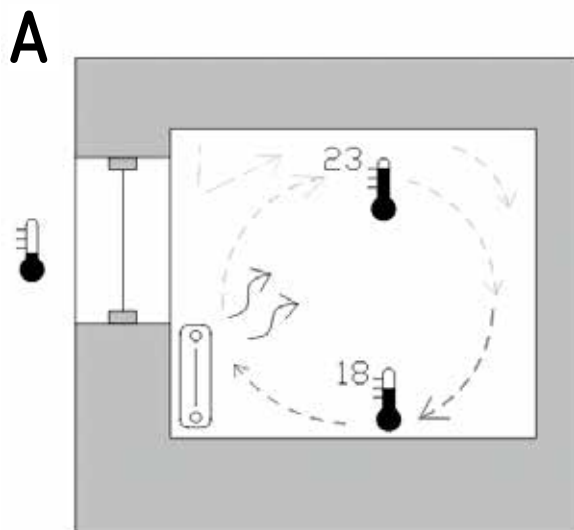


Рис. 3.23

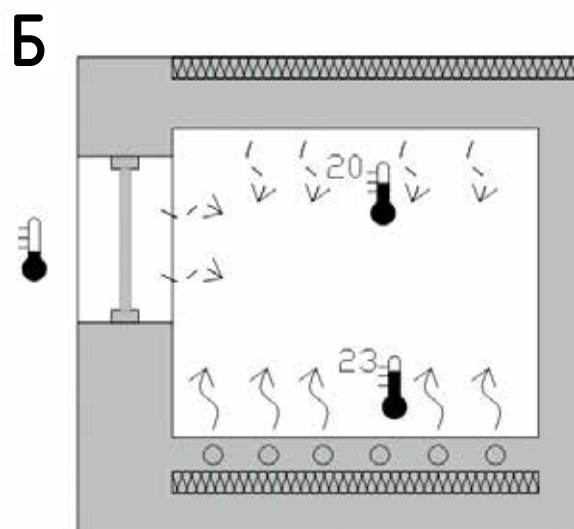


Рис. 3.24

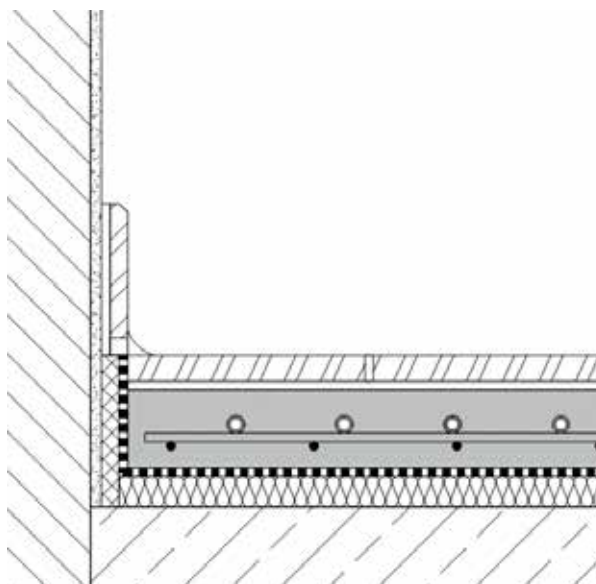


Рис. 3.25

отдавать отоплению горячей водой. Если площадь помещения маленькая, например отдельная ванная комната, в которой следует установить отопление в полу, то прямой электрический обогрев является наиболее целесообразным решением.

- Планирование и установка отопления «теплый пол» предполагает тесное сотрудничество между квалифицированным специалистом по установке отопительных систем и мастером по настилу, который встраивает нагревательные элементы в бесшовный пол. Место, откуда подаются соединительные линии, должно быть точно определено и обозначено на плане прокладки отопительной системы. Перед началом работ следует также согласовать последовательность рабочих шагов по времени. Для прокладки нагревающего элемента существует два основных способа – „зигзагом“, или „улиткой“, – которые при планировании меняются, в зависимости от необходимой теплопроизводительности и краевых условий, например оконных и дверных зон. (>Рис.3.26, 3.27, 3.28)
- Нагревающий элемент закрепляется на армирующую сетку при помощи креплений из пластмассы. Армирующая сетка не приподнимается при кладке бетонной стяжки. Для расчета толщины цементной стяжки необходимо знать, какой внешний диаметр имеет нагревающий элемент, который необходимо установить. Толщина слоя бетонной стяжки от верхнего края нагревающего змеевика должна составлять 45 мм. (>Рис.3.29)

Минимальная общая толщина бесшовного пола рассчитывается следующим образом:

2×0 проволоки армирующей сетки + 0 нагревающего элемента + $.45$ мм = толщина бесшовного пола [мм]

- Когда мастер по установке «теплых полов» приступит к установке нагревательных элементов, в соответствии с планом установки отопительной системы, составленного инженером, он должен обратить внимание на следующее:
 - Запланированная длина отдельных нагревательных контуров, которые в системе на основе горячей воды не должны превышать более ~70 м, определяет теплопроизводительность системы и должна выполняться в соответствии с планом. Пластмассовые трубы (из химически модифицированного полиэтилена, PEX) и нагревательный кабель имеют напечатанную измерительную шкалу, по которой можно определить

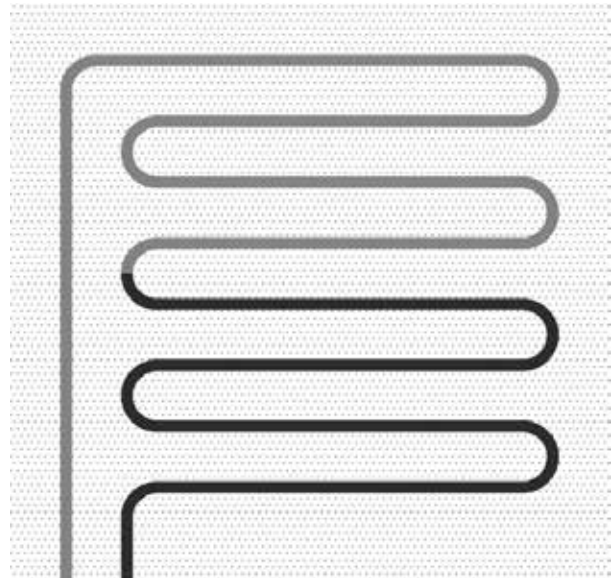


Рис. 3.26

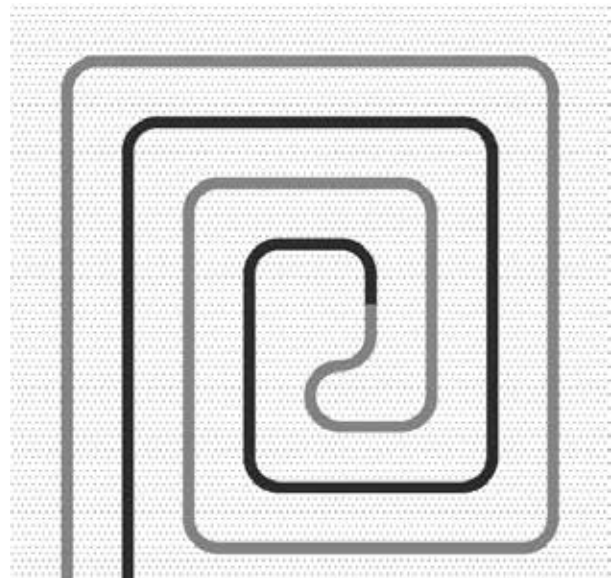


Рис. 3.27

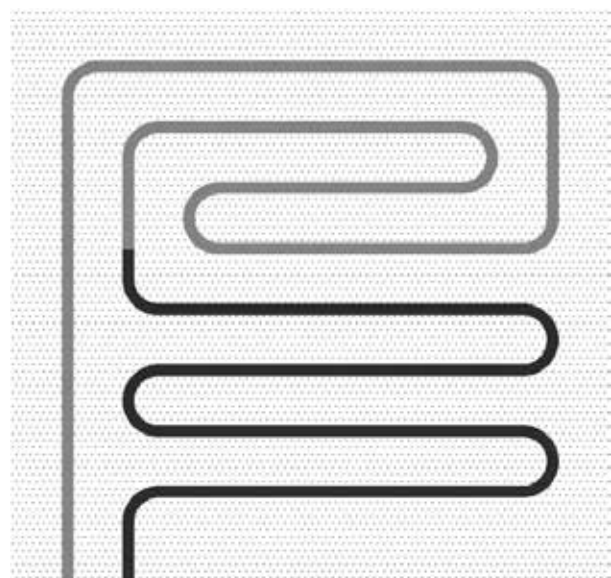


Рис. 3.28

Модуль 3: Теплоизоляция строительных элементов соприкасающихся с грунтом и цементных стяжек

длину проложенной линии (трубопровода). За счет разницы измерительных данных в начале и в конце проложенной нагревательной системы можно очень легко рассчитать длину линии.

Отдельные нагревательные контуры необходимо делать из цельного куска. Запрещается устанавливать соединения труб или кабеля в бесшовном полу. Все соединения и подключения нагревательных контуров или отдельных фрагментов должны располагаться вне пола, как правило, в подключаемом блоке, где их легко можно отремонтировать при возникновении дефектов.

Перед укладкой раствора бесшовного пола необходимо проверить проложенные линии отопления на предмет их герметичности. Для этого сантехник по установке отопительных систем должен заполнить трубы водой под избыточным давлением от 5 до - 10 бар. Если в трубах обнаруживается утечка, то их необходимо заменить на новые. Во время установки и затвердевания бетонной стяжки система труб остается под давлением! Чтобы не повредить во время установки плавающего пола систему отопления, следует стараться не наступать на нее.

Как и в случае другого вида цементного бесшовного пола, полное затвердевание бетона длится около 28 дней. Только по истечении этого срока бесшовный пол можно в первый раз нагреть. Этот момент также называется «готовностью к первоначальному нагреванию» бесшовного пола. Первоначальное нагревание, которое должно происходить медленно, подсушивает избыточную влагу, которая все еще может присутствовать в полу. Только после этого начального нагревания пола можно выполнять все последующие работы с его поверхностью, например укладка плитки. В момент после первоначального нагрева называется «готовностью к настилу» бесшовного пола.

- Материал для покрытия бесшовного пола с подогревом должен хорошо проводить тепло. Отлично подходят керамическая плитка, линолеум и ламинат. Паркет или ковровое покрытие не должны быть слишком толстыми, чтобы значительно не снижать теплопроизводительность пола.



Рис. 3.29

Вопросы на закрепление:

1. Почему батареи (радиаторы) отопления размещаются именно под окнами?
2. Как Вы понимаете аккумуляцию тепла?
3. Как рассчитывается общая толщина бесшовного пола?
4. Какие способы прокладки нагревающих элементов (трубы PEX) существуют в отапливаемых полах?
5. Можно ли соединять нагревающие элементы (трубы PEX), если нет, то почему?

Модуль 4

Теплоизоляция чердачных перекрытий

4.1 Строительная физика чердачных перекрытий

- Чердачное перекрытие является одним из элементов ограждающих конструкций здания, на котором мероприятия по теплоизоляции являются очень эффективными и часто легко выполнимыми. Через крышу / верхнее перекрытие теряется большое количество тепла. В среднем доме, где может проживать одна семья, теплопотери через крышу составляют около 20% всех потерь тепла через элементы конструкций здания (Подробнее см. Модуль 1.3).
- Для теплоизоляции чердачного перекрытия, неотапливаемой крыши можно использовать различные, недорогие теплоизоляционные материалы. Обычно они не подвергаются большим механическим нагрузкам и, если кровля крыши является непроницаемой, то теплоизоляционный материал находится в сухом, хорошо проветриваемом состоянии. Теплоизоляционные материалы не должны быть слишком прочными на сжатие и слишком влагустойчивыми. Хорошо подходят маты из минерало- и стекловаты (продаются в рулонах), вермикулитные сыпучие массы, пенополистирол плотностью 10 – 15 кг/м³, солома, легкая глина с соломой и теплоизоляционные плиты из камыша. (➤Рис. 4.1)
- В целях обеспечения минимальной тепловой защиты чердачных перекрытий, в соответствии с действующими стандартами, например, в г. Бишкек и г. Ош, необходимо использовать теплоизоляционный слой толщиной ~120 мм из минераловаты или пенополистирола с коэффициентом теплопроводности ~0.04 [Вт/(м·К)]; в г. Нарын требуется слой толщиной в 150 мм, а в горах Тянь-Шаня – 250 мм!
- Теплоизоляционный слой может располагаться как под нижней стороной чердачного перекрытия, так и снаружи сверху. Утепление снаружи является лучшим решением с точки зрения строительной физики, потому что оно уменьшает тепловые мосты, обеспечивает сбалансированный микроклимат и высота потолка в отапливаемых помещениях не уменьшается. (➤Рис. 4.2)
- При использовании воспламеняющихся материалов для теплоизоляции необходимо соблюдать меры противопожарной безопасности. Выполнение открытой внутренней теплоизоляции чердачного перекрытия потолочной плиткой из полистирола, которая часто предлагается на многих базарах для этой цели, не допускается по причине нарушения правил пожарной безопасности! При возгорании, плитка начинает плавиться и ядовитые газы распространяются по всему помещению, что может вызвать серьезное раздражение дыхательных путей с возможными ожогами. Располагающийся внутри слой теплоизоляции всегда следует облицовывать штукатуркой или обшивать гипсокартонном, чтобы не нарушать требования пожарной безопасности.



Рис. 4.1

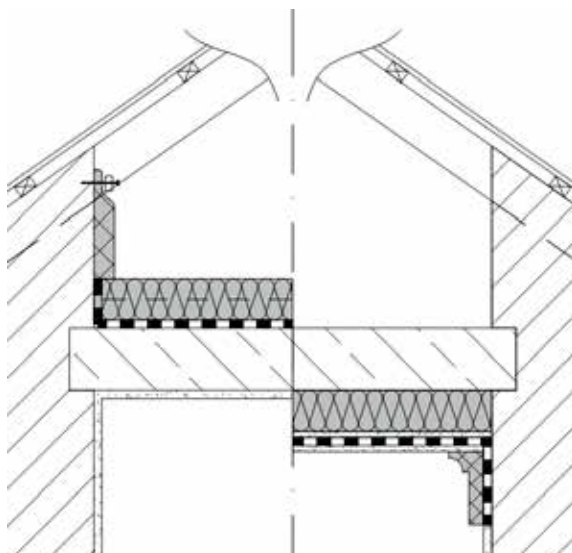


Рис. 4.2

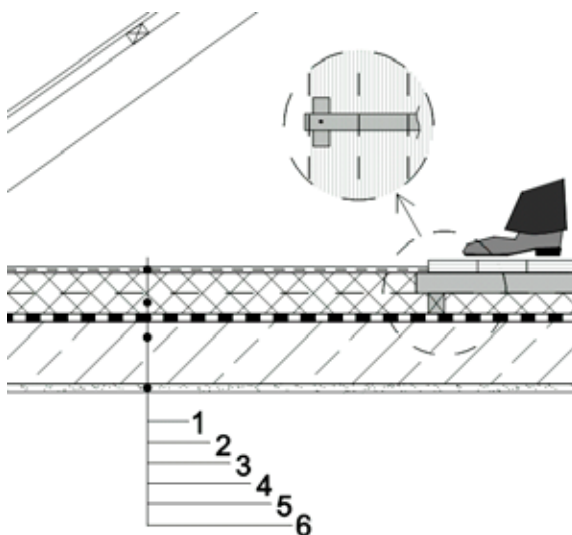


Рис. 4.3

Если теплоизоляция выполняется снаружи, меры противопожарной безопасности принимаются только при использовании органических теплоизоляционных материалов. Минерало- и стекловату, а также вермикулит можно открыто выкладывать. Однако, целесообразно защитить такой слой от ветра и грязи с помощью, накрываемой сверху, паропроницаемой пленки ("ветрозащитная пленка"). Ветрозащитная пленка помогает также снизить риск конвекционных тепловых мостов между стыками мат теплоизоляционного материала. Если теплоизоляционный слой из возгораемого материала следует накрыть защитной стяжкой, то необходимо убедиться в том, что перекрытие сможет вынести нагрузку от массы этой стяжки.

Если мягкий или свободно насыпной теплоизоляционный материал открыто выкладывается на перекрытии, то целесообразно соорудить дорожку из дерева для возможных кровельных работ. Доски дорожки укладываются на скрещенные между собой куски реек, чтобы не допустить образования конструктивных тепловых мостов. (>Рис. 4.3)

Чтобы не допустить конвекционных тепловых мостов, теплоизоляция на чердачных перекрытиях обычно выполняется из не менее двух слоев, со скрещенными и смещенными стыковыми швами. (>Рис. 4.4)

Чтобы не допустить конденсации влаги в теплоизоляционном слое перекрытия из теплого воздуха в помещении, под теплоизоляционный слой кладется пароизоляционная пленка в качестве паробарьера. Такой паробарьер имеет особое значение для природных, органических изоляционных материалов и матов из стекло- и минераловаты в обеспечении их длительной эксплуатации. Смотря со стороны позиции теплоизоляционного слоя, паробарьер располагается всегда со стороны отапливаемого помещения! Теплоизоляционные маты из стекло- и минераловаты, частично продаются с наклеенным на одну сторону паробарьером из бумаги с алюминиевой фольгой. Эти маты с алюминиевым слоем отлично подходят для установки внутри между балками деревянных перекрытий. Если теплоизоляция выполняется снаружи, то лучше использовать паробарьер из отдельной пароизоляционной пленки, потому что полосы этой пленки можно склеить друг с другом внахлест с достаточным расстоянием (~ 10 см). (>Рис. 4.5)

Во многих зданиях кирпичная кладка фасадов или внутренних стен (лифтовые шахты, лестничные клетки и т.д.) возвышаются над чердачным перекрытием. Поскольку в неотапливаемых, проветриваемых чердачных помещениях преобладают внешние температуры, такие участки образуют тепловые мосты, которые могут привести к конструктивным повреждениям, если эти участки не теплоизолированы изнутри. Необходимая защита от конструктивных повреждений, как правило, обеспечивается, если устанавливается слой вертикальной теплоизоляции с толщиной 5 см из пенополистерола или равноценная теплоизоляция на основе других теплоизоляционных материалов на высоте около 50 см (от верхней части теплоизоляции чердачного перекрытия). При использовании мягких теплоизоляционных мат из стекло- или минераловаты можно просто поднять полосы утеплителя по стене на 50 см вверх и закрепить их на верхнем крае стены с помощью реек. (>Рис. 4.6, 4.7)

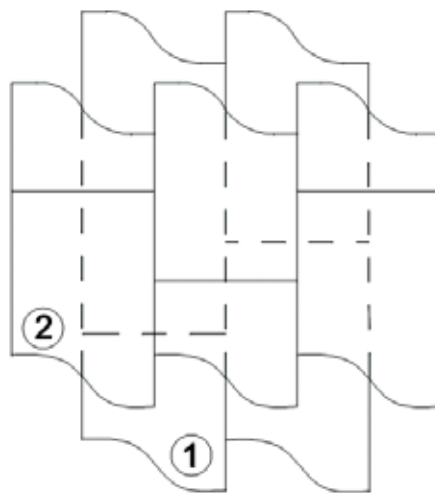


Рис. 4.4

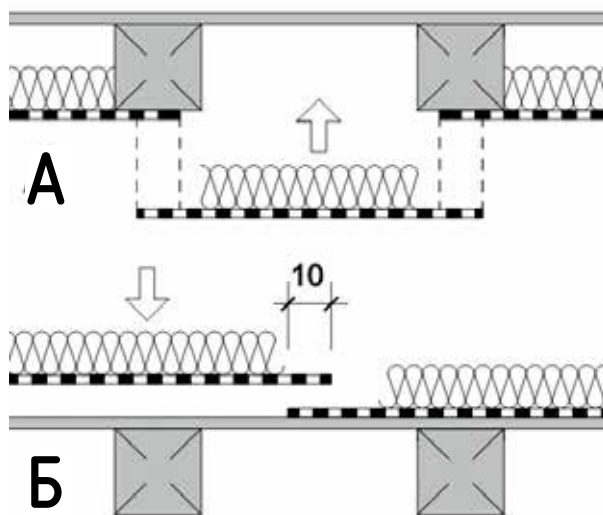


Рис. 4.5

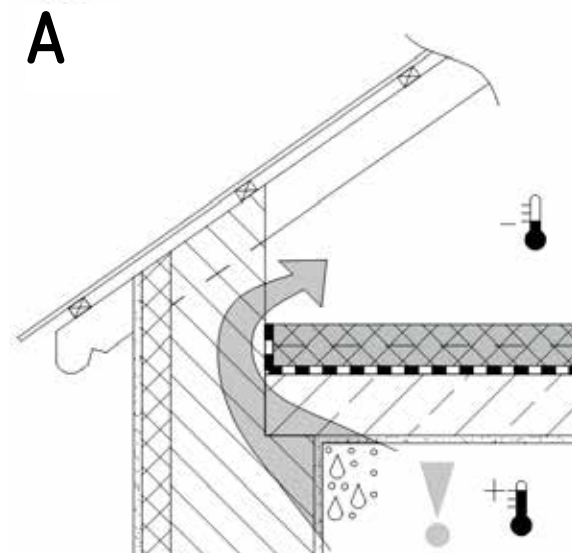


Рис. 4.6

4.2 Особые аспекты теплоизоляции чердачных балочных перекрытий

- При балочных перекрытиях, завершающая помещение поверхность, может выполняться из досок или деревянных плиточных материалов под, между и на балках. Очень часто она устанавливается на среднюю высоту между балками или в нижней области, потому что положение балок внутри потолочных конструкций означают высокое сопротивление огню. Кроме того, видимые снизу балки не всегда являются желаемыми с точки зрения дизайна. Если промежуточное пространство между балками заполняется полностью или частично теплоизоляционным материалом, то термическое сопротивление в промежуточных участках выше, чем в области балок, поскольку термическое сопротивление дерева примерно в 4 раза хуже, чем теплоизоляционных плиток из полистирола или минераловаты. Тем самым балки образуют физические тепловые мосты. Чтобы снизить количество последних, теплоизоляционные слои между балками комбинируются с дополнительными слоями внизу или сверху балок. (>Рис. 4.8, 4.9)
- Последующая теплоизоляция балочных перекрытий в существующих зданиях часто не позволяет установить паробарьер под балками перекрытия. В данном случае она располагается сразу под выполненной впоследствии теплоизоляцией. В связи с физическими тепловыми мостами, которые образуют балки, в данном варианте очень важно установить дополнительный теплоизоляционный слой над балками, чтобы не допустить образования конденсата в дереве балок. Из-за паробарьера данная влага не сможет испаряться и балки могут начать гнить.
- Балочные перекрытия, в отличие от железобетонных, нечасто справляются с тяжелым весом. Если деревянные потолки отстроенных зданий впоследствии потребуется теплоизолировать материалом, который покрывается защитным слоем из саманно-глиняной смеси или бетонной стяжки, то часто нет уверенности, что потолок сможет вынести этот дополнительный вес без провисаний. Хорошим выходом из такой ситуации является заполненное межбалочное пространство глиной или другими тяжелыми материалами. Можно вынуть и заменить этот наполнитель на теплоизоляционный материал в таком объеме, который будет соответствовать весу поверхности защитной стяжки. При этом теплоизолированный потолок будет иметь такой же вес поверхности, как нетеплоизолированный потолок раньше.

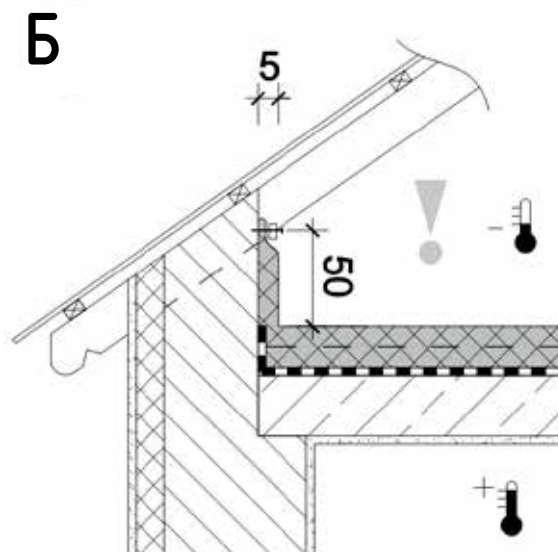


Рис. 4.7

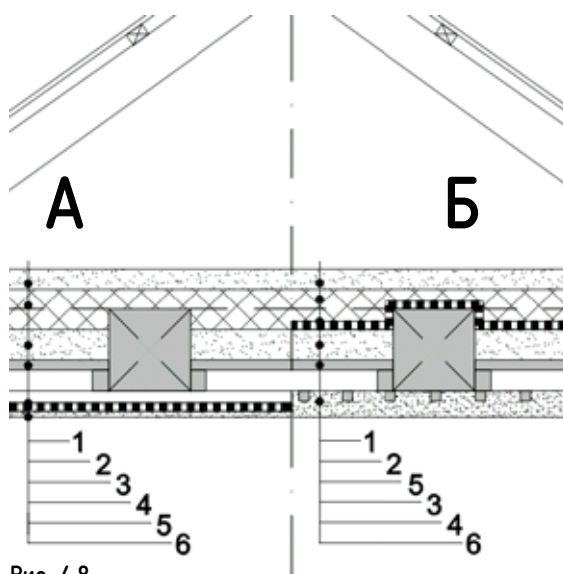


Рис. 4.8

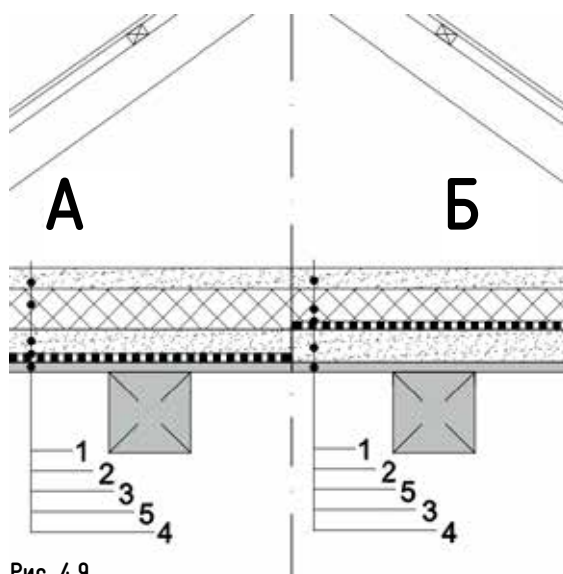


Рис. 4.9

- Как и в случае внешних стен, так и в случае деревянных потолков лучше устанавливать теплоизоляцию на внешней стороне, по направлению к крыше. Так балки и служащие в качестве звукоизоляции наполнители из глины, строительных отходов и прочего материала с тяжелой массой аккумулируют тепло в помещении и, следовательно, способствуют равномерному микроклимату. При этом также обеспечивается защита от сильного нагревания помещений в течение дня в летний период.
- Если между балками устанавливаются твердые теплоизоляционные материалы, например, плиты из полистирола, твердые плиты из минераловаты или камыша, то **крайние швы с балками** следует основательно загерметизировать, чтобы не возникли конвекционные тепловые мосты. Плиты из полистирола или минераловаты можно разрезать по диагонали и закрепить шпонками в промежуточном пространстве, сдвинув их друг с другом. При использовании плит из камыша, крайние швы можно заполнить мягкими теплоизоляционными материалами, например соломой или пропитанной овечьей шерстью / минераловатой. (>Рис. 4.10)
- В балочных перекрытиях (и в потолках и бетонных конструкциях) паробарьер выполняет также функцию **изоляции против инфильтрации**, т.е. нежелательного воздухообмена через щели, трещины и швы. Однако для этого необходимо основательно склеить перекрывающие друг друга пленки.

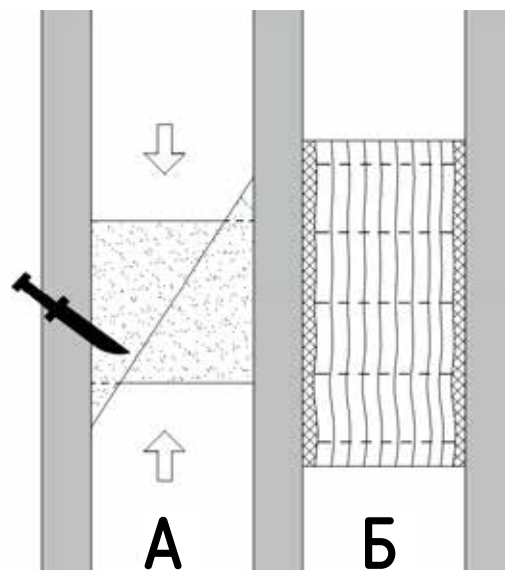


Рис. 4.10

Вопросы на закрепление:

- Требуется ли пароизоляция при теплоизоляции чердачных перекрытий?
- С какой стороны располагается пароизоляция при установке теплоизоляционных материалов?
- Где проходит тепловой мост в балочных перекрытиях и какой?
- Где устанавливается паробарьер в балочных перекрытиях?
- Какие функции выполняет паро-барьер в балочных перекрытиях?

Пояснение к рис.4.3, 4.8, 4.9:

1. защитная стяжка
2. теплоизоляционный материал
3. засыпка (для звукоизоляции – пожарозащиты)
4. рейка (деревянные доски/щиты)
5. паронепроницаемая (PE-/Alu-) пленка
6. гипсокартон или штукатурка (видимая поверхность)

Приложения

Приложение 1:

Технические сведения о наиболее распространенных теплоизоляционных материалах

Приложение 2:

Руководство для эксперимента, демонстрирующего теплоизоляционный эффект различных теплоизоляционных материалов

Приложение 3:

Детальные примеры чертежей элементов КСТФ (чертежи согласно Европейской Ассоциации систем внешней теплоизоляции зданий – ETICS)

Приложение 4:

Документация зданий в качестве примера для проектной работы

Приложение 5:

Руководство по проектной работе

Приложение 6:

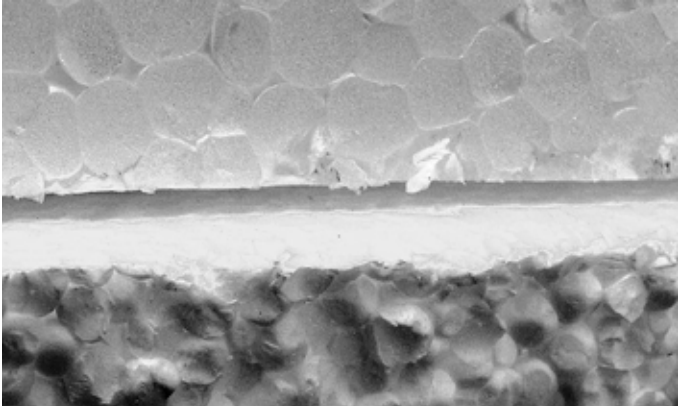
Технические термины

Приложение 7:


Пояснительная записка


Приложение 8:

Квалификационная база


<p>Органические, синтетические теплоизоляционные материалы Пенополистирол (EPS)</p>		
<p>Изготовление</p>	<p>Полистирол изготавливается из продукта нефтеперерабатывающей промышленности – стирола. Для получения пенополистирола (EPS) полистирол в гранулах, в котором раздувающий агент связан химически, вспенивают при температуре более 90°C. Под воздействием температуры раздувающий агент испаряется и раздувает основной термопластический материал в 20-50 раз по сравнению с полистироловыми частичками. Из этого материала при второй обработке горячим паром температурой 110 – 120°C изготавливаются блоки, плиты или формовочные части.</p> <p>Известные производители систем внешней теплоизоляции зданий добавляют в EPS огнезащитные средства в силу требований пожарной безопасности. После сборки плиты хранятся на складе до затвердевания в массе.</p> <p>Продукты EPS изготавливаются также в Кыргызстане на основе импортируемого полистирола в гранулах производства различных фирм.</p>	
<p>Свойства</p>	<p>Жесткий пенопласт EPS является теплоизоляционным материалом с преимущественно закрытыми ячейками с долей пор до 98% воздуха. Пенополистирол является белым, имеет ячеистую структуру, не поддается разложению, малоэластичен и влагоустойчив. Способность впитывать воду составляет < 5% (DIN 53 428). EPS не устойчив к ультрафиолетовым лучам; верхний слой желтеет и становится хрупким под солнечным воздействием.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]: Удельная теплоёмкость [с]: Сопротивление паропрооницанию [μ]: Класс пожароустойчивости: Температуростойкость: Плотность [ρ]: Прочность на сжатие: Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.)</p>	<p>0,035-0,040 Вт/(м·К) 1.500 Дж/(кг·К) 20-100 В 1, трудно воспламеняемый 70-85°C (долгосрочно при 5 кН/м²) 100°C (краткосрочно) 10-35 кг/м³ 0,070-0,260 Н/мм² (сила давления при 10%-м сжатии) 0,012-0,062 Н/мм² (Длит. сила давления при сжатии <2%) 200-760 кВт/м³</p>	<p>ПРИМЕНЕНИЕ</p> <p>Кровля: плоская крыша Стена: внешняя теплоизоляция [КСТФ] Потолок: тепло-/звукоизоляция Подвал: частично теплоизоляция по периметру</p> <p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</p> <p>Биологически нейтральный – разрешен к использованию в качестве упаковки для пищевых продуктов, частично может использоваться повторно.</p> <p>оричное использование связано с энергозатратами, при пожаре могут выделяться опасные вещества, исходные материалы ядовиты, ограниченное сырье.</p>

<h2>Экструдированный пенополистирол (XPS)</h2>		
<h3>Изготовление</h3>	<p>Экструдированный пенополистирол (XPS) изготавливается на экструзионной установке как непрерывный пенный полимерный материал. В экструдере полистирол плавится и после добавления CO₂ (диоксида углерода) в качестве вспенивающего агента, выдавливается через прямоугольное вытянутое сопло, за которым затем и получается пенопластовая полоса. Толщина варьируется между 20 и 200 мм. С помощью станков полоса распиливается на плиты и происходит обработка краев. На верхнем слое плит сохраняется пенная оболочка. Для применения «теплоизоляция под штукатуркой» пенная оболочка снимается и тогда плита имеет грубую поверхность либо ее поверхность подвергается вафельнообразному теснению. После сборки плиты хранятся на складе до затвердевания в массе.</p>	
<h3>Свойства</h3>	<p>Экструдированный пенополистирол является теплоизоляционным материалом с закрытыми ячейками и плохо впитывает влагу. XPS имеет светлый окрас (светло-голубой, розовый, желто-оранжевый), малоэластичен, не поддается разложению, износостойчив. XPS не устойчив к УФЛ</p>	
<p>Теплопроводность [λR]:</p> <p>Удельная теплоёмкость [с]:</p> <p>Сопротивление паропрооницанию [μ]:</p> <p>Класс пожароустойчивости:</p> <p>Температуростойкость:</p> <p>Плотность [ρ]:</p> <p>Прочность на сжатие:</p> <p>Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.)</p>	<p>0,035–0,045 Вт/(м·К)</p> <p>1.500 Дж/(кг·К)</p> <p>80–200</p> <p>В 1, трудно воспламеняемый</p> <p>75°C (долгосрочно при 5 кН/мм²)</p> <p>25–45 кг/м³</p> <p>0,15–0,70 Н/мм² (Напряжение сжатия при 10%-м обжатии согласно DIN EN 826)</p> <p>0,06–0,25 Н/мм² (Длит. напряжение сжатия при обжатии <2%)</p> <p>450–1.000 кВт/м³</p>	<h4>ПРИМЕНЕНИЕ</h4> <p>Кровля: плоская крыша</p> <p>Потолок: теплоизоляция основания при высокой нагрузке</p> <p>Стена: цокольная область</p> <p>Подвал: теплоизоляция по периметру</p> <p>теплоизоляция бассейнов</p> <p>теплоизоляция несущих конструкций</p> <h4>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</h4> <p>Возможно повторное использование, часто необходимо использование энергии</p> <p>– при пожаре могут выделяться опасные вещества, ограниченное сырье, поскольку основной материал получают из нефти, в некоторых странах используется вредное для озонового слоя атмосферы вещество хлорфторуглерод вместо CO₂ в качестве раздувающего агента, исходные материалы ядовиты.</p>


<h2>Полиуретановая пена для напыления</h2>		
<h2>Изготовление</h2>	<p>Полиуретановая пена возникает в результате химической реакции жидких основных материалов с добавлением вспенивающих газов (в основном бутан / пентан и CO₂). Самой известной является монтажная пена, которая предлагается в качестве одной или двухкомпонентной пены в баллончиках.</p> <p>Для получения пены путем техники напыления высоко активированная реакционная смесь под давлением воздуха, газа или жидкости наносится через сопло смесительной головки на поверхность, где она вспенивается и затвердевает в виде пены.</p> <p>При технике заливки реакционная смесь через шланговые трубки от смесительной головки заливается в предназначенные для теплоизоляции полости, где она вспенивается и затвердевает в виде пены. Однокомпонентная пена затвердевает под воздействием влаги, которую она впитывает из своего окружения. Процесс затвердевания можно ускорить, предварительно увлажнив места для нанесения пены.</p>	
<h2>Свойства</h2>	<p>Полиуретановая монтажная пена является твердым пенным материалом с закрытыми ячейками и обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. Она является устойчивой к плесени и разложению. При вспенивании смесь вступает в реакцию с влагой в воздухе и расширяется примерно в 2 раза. Двухкомпонентная монтажная пена обладает более высокой твердостью. Монтажные пены содержат 2 - 5% огнезащитных компонентов (часто ТСРР). Под воздействием солнечного света (УФЛ) верхний слой пены становится пористым.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]:</p> <p>Удельная теплоёмкость [с]:</p> <p>Сопротивление паропрооницанию [μ]:</p> <p>Класс пожароустойчивости:</p> <p>Плотность ρ:</p> <p>Прочность на сжатие:</p> <p>Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.):</p>	<p>0,030-0,040 Вт/(м·К)</p> <p>1.500 Дж/(кг·К)</p> <p>30-100</p> <p>В 2, нормально горящий / В 1 тяжело воспламеняемый</p> <p>(45) кг/м³</p> <p>- Н/мм²</p> <p>- (высокое)</p>	<h3>ПРИМЕНЕНИЕ</h3> <p>Запенивание полостей в помещении</p> <p>Теплоизоляция швов между конструктивными элементами,</p> <p>Плоская теплоизоляция конструктивных элементов и профилей</p> <h3>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</h3> <p>- частично выделяются изоцианаты (MDI), которые могут вызывать рак, при пожаре возникают ядовитые газы, огнезащитные средства являются проблематичными, вспенивающие газы загрязняют экологию</p>

<p>Камыш</p>		
<p>Изготовление</p>	<p>Камышовые стебли собираются в зимний период, после того как они стали коричневыми. Листья и макушки удаляются. Стебли подвергаются механическому прессованию и связываются оцинкованной железной проволокой в прочные, но гибкие плиты толщиной 2-10 см.</p>	
<p>Свойства</p>	<p>Камыш уже давно используется в качестве строительного материала. Раньше тонкая циновка из камыша применялась в качестве основания под штукатурку на потолках из деревянных балок. Предлагаемые сегодня продукты с более толстым слоем могут использоваться в качестве теплоизоляционных легких строительных плит, в первую очередь для теплоизоляции внешних стен. Камыш хорошо балансирует уровень влаги и температурные перепады, риск поселения вредителей, подверженности плесени и гниению ниже, чем у соломы. Верхний слой плит из камыша является хорошим основанием под штукатурку.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]: Удельная теплоёмкость [с]: Сопротивление паропрооницанию [μ]: Класс пожароустойчивости: Плотность ρ: Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.):</p>	<p>0,05 - 0,07 Вт/(м·К) 1.200 Дж/(кг·К) 2 В 2 нормально воспламеняемый -100 - 225 кг/м³ - (низкое)</p>	<p>ПРИМЕНЕНИЕ</p> <p>Кровля: межбалочная теплоизоляция Перекрытие: теплоизоляция между/поверх балок перекрытия Стена: центральная теплоизоляция, внешняя теплоизоляция стен</p> <p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</p> <p>Растущее, доступное в местности сырье, не требует пропитки, относительно низкие энергозатраты при изготовлении, может использоваться в качестве компоста, вторично применяться.</p>

Приложение 1: Технические сведения о наиболее распространенных теплоизоляционных материалах

<p>Солома</p>		
<p>Изготовление</p>	<p>Пшеничная, ржаная и рисовая солома, как отходный продукт в сельском хозяйстве, остается в большом количестве при обмолоте зерновых культур. Для использования в качестве теплоизоляции необходимо тщательно высушивать солому и основательно обмолотить зерна, содержащие питательными веществами, чтобы не привлекать вредителей и грызунов. В Кыргызстане, солома, как правило, используется в ее естественном состоянии. Путем опрыскивания табачным чаем и последующей сушки можно повысить устойчивость соломы к вредителям. При добавлении глины в качестве вяжущего вещества можно изготовить плиты из легкого самана.</p>	
<p>Свойства</p>	<p>Теплоизоляционные свойства соломы сильно зависят от того, насколько хорошо она уплотнена при монтаже и может быть только от «умеренно хорошо» до «хорошо» уплотненной. Солома хорошо балансирует уровень влаги, но при длительном размокании возникает риск образования плесени и гниения. Как и стекловата, солома, которая используется в качестве наполнителя в многослойных стеновых конструкциях, со временем может усыхать, образуя пустое пространство.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]: Удельная теплоёмкость [с]: Сопротивление паропрооницанию [μ]: Класс пожароустойчивости: Плотность ρ: Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.):</p>	<p>0,055 – 0,115 Вт/(м·К) – Дж/(кг·К) 1–2 В 2 нормально воспламеняемый 80 –120 – 150 кг/м³ – (низкое)</p>	<p>ПРИМЕНЕНИЕ</p> <p>Перекрытие: теплоизоляция между/поверх балок перекрытия</p> <p>Стена: центральная теплоизоляция, внешняя теплоизоляция стен</p> <p>Строительство из соломенных блоков, строительство из легких гляннано-соломенных конструкций</p> <p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</p> <p>Растущее, доступное в местности сырье, относительно низкие энергозатраты при изготовлении, может использоваться в качестве компоста, вторично применяться.</p>

<h2>Стекловолоконная вата</h2>		
<h3>Изготовление</h3>	<p>При изготовлении стеклянных волокон применяются хорошо известные в стекольной промышленности компоненты: кварцевый песок, сода и известняк. К данному сырью добавляется от 60 до 70% вторичного стекла. Сплав вытягивается в волокна. В теплоизоляционный материал добавляется до 7% синтетических смол в качестве вяжущего элемента, чтобы обеспечить стабильную консистенцию. Кроме того, могут добавляться масла, снижающие содержание пыли, и водоотталкивающие вещества.</p>	
<h3>Свойства</h3>	<p>Стекловолоконная вата легко обрабатывается и может использоваться для разных целей. Она не препятствует диффузии, не горит и устойчива к плесени, гниению и вредителям. Стекловата обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, однако низкой теплоемкостью, не впитывает влагу, влага значительно снижает теплоизолирующую способность. Поэтому при монтаже систем теплоизоляции на основе стекловаты следует в первую очередь обращать внимание на то, чтобы влага не могла скапливаться в изоляционном слое. В многослойных стеновых конструкциях, которые заполняются стекловатой, изоляционный слой может сжиматься со временем, в результате чего в верхней области стен образуется пространство с конвекционными тепловыми мостами.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]: 0,035-0,045 Вт/(м·К)</p> <p>Удельная теплоемкость [с]: 840 Дж/(кг·К)</p> <p>Сопротивление паропропусканию [μ]: 1-2</p> <p>Класс пожаростойчивости: А 1, А 2 невоспламеняемый</p> <p>Теплопроводность [λR]: 22-200 кг/м³</p> <p>Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.): 150-400 кВт/м³</p>	<p>ПРИМЕНЕНИЕ</p> <p>Кровля/перекрытие: межбалочная и надбалочная теплоизоляция</p> <p>Межэтажное перекрытие: изоляция от ударного шума</p> <p>Стена: система внешней теплоизоляции (КСТФ) или вентилируемая теплоизоляция</p> <p>Защита от пожара</p> <p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</p> <p>+ достаточное сырье, отходы безопасны для хранения,</p> <p>- энергоинтенсивное производство, ограниченное повторное использование,</p> <p>производимая по европейским стандартам стекловата не вызывает раковых заболеваний.</p>	

<p>Минеральная вата (Базальтовая вата или каменная вата)</p>		
<p>Изготовление</p>	<p>Технология изготовления каменной ваты напоминает процесс производства стекловаты. Каменные волокна преимущественно состоят из базальта, диабазы, полевого шпата, доломита, песка, известняка и вторичного стекла, либо базальта, диабазы и вторичного легального кирпича. Расплав при температуре более 1000°C вытягивается в волокна.</p> <p>При дальнейшей переработке в маты и плиты, как и в случае стекловаты, в волокна каменной ваты добавляются синтетическая смола, масла и водоотталкивающие материалы.</p> <p>В Кыргызстане имеются предприятия, которые производят базальтовую вату из местного сырья.</p>	
<p>Свойства</p>	<p>Каменная вата легко обрабатывается и может использоваться для разных целей. Она не препятствует диффузии, не горит и имеет высокую температуру плавления, чем стекловата (>1000°C). Волокна каменной ваты являются устойчивыми к плесени, гниению и вредителям. Базальтовая вата является по своему химическому составу стабильной и поэтому очень износостойчивой. Каменная вата обладает низкой теплоемкостью, не впитывает влагу, влага значительно снижает теплоизолирующую способность. Поэтому при монтаже систем теплоизоляции на основе каменной ваты следует в первую очередь обращать внимание на то, чтобы влага не могла скапливаться в теплоизоляционном слое.</p> <p>Вследствие раздражающего кожу воздействия волокон и пыли при разрезании и установке стеклянной или каменной ваты необходимо использовать перчатки и одежду с длинными рукавами, либо спецодежду.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]: Удельная теплоемкость [с]: Сопротивление паропроонианию [μ]: Класс пожароустойчивости: Плотность ρ: Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.):</p>	<p>0,035-0,045 Вт/(м·К) 840 Дж/(кг·К) 1-2 А 1, А 2 – невоспламеняемый 22-200 кг/м³ 150-400 кВт/м³</p>	<p>ПРИМЕНЕНИЕ</p> <p>Кровля/перекрытие: межбалочная и надбалочная теплоизоляция</p> <p>Межэтажное перекрытие: изоляция от ударного шума</p> <p>Стена: система внешней теплоизоляции (КСТФ) или вентилируемая теплоизоляция</p> <p>Защита от пожара</p> <p>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</p> <p>+ достаточное сырье, отходы безопасны для хранения,</p> <p>Базальтовое волокно, произведенное в Кыргызстане, легко транспортировать</p> <p>- энергоемкое производство, ограниченное повторное использование,</p> <p>возникает волокнистая пыль при обработке, которая может нанести вред здоровью.</p>

<h2>Вермикулит</h2>		
<h3>Изготовление</h3>	<p>Вермикулит является природным, образующимся в результате выветривания, минералом (слюдяной сланец). В Центральной Азии месторождения имеются в Узбекистане. Необработанный вермикулит термически расширяют без каких-либо добавок. Между слоями его листовидной структуры располагается химически связанная кристаллизационная вода. При коротком нахождении в специальных печах химически связанная вода вытесняется, причем вермикулит раздувается в 10 – 35 раз по сравнению со своим начальным размером. Раздутый вермикулит обычно продается в виде гранул, частично в виде плит. Кроме того, он применяется как добавка для штукатурки и красок.</p>	
<h3>Свойства</h3>	<p>Вермикулит не содержит волокон, не горит и обладает высокой огнестойкостью более 1.200 °С.</p> <p>Теплоизоляционный слой обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, а также выраженным свойством впитывать влагу и снова выделять ее. Не выделяет газов, запах имеет нейтральный и безопасен для здоровья.</p>	
<p>Теплопроводность [λR]:</p> <p>Удельная теплоёмкость [с]:</p> <p>Сопротивление паропрооницанию [μ]:</p> <p>Класс пожароустойчивости:</p> <p>Плотность ρ:</p> <p>Содержание невозобновляемых, ископаемых энергоносителей (нефть и т.п.):</p>	<p>0,060-0,070 Вт/(мК)</p> <p>850-1.050 J/(кгК)</p> <p>3-4</p> <p>А 1 не горит</p> <p>60-180 кг/м³</p> <p>- кВт/м³</p>	<h4>ПРИМЕНЕНИЕ</h4> <p>Потолок: засыпка</p> <p>Стена: центральная теплоизоляция</p> <p>Легкие добавки в раствор, штукатурку и т.д.</p> <p>Пожарозащита</p> <h4>ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ</h4> <p>+ вермикулит безопасен для хранения и может повторно использоваться</p> <p>- длительная транспортировка от мест производства.</p> <p>Некоторые продукты из вермикулита обрабатываются битумом или силиконом.</p>

Приложение 2: Руководство для эксперимента, демонстрирующего теплоизоляционный эффект различных теплоизоляционных материалов

Цель:

Наблюдение динамики изменения температуры воздуха при его нагреве в макетах «дома» с разной теплоизоляцией. Учет времени нагрева и начала остывания. Дальнейшее сравнение результатов экспериментов групп.

Условия для эксперимента:

- В строгом порядке выполнять порядок действий.
- Группа 1 проводит эксперимент без использования теплоизоляционных материалов, а группы 2 и 3 с ними.
- Начальные условия эксперимента у всех групп должны быть одинаковы, кроме различных вариантов теплоизоляции.
- Для эксперимента используется вскипяченная горячая вода, температура которой должна быть одинакова для всех групп.

Необходимые материалы для одной группы:

- 1. Картонная коробка, размерами -210 x -300 x -230 мм – 1 шт.
- Жестяная банка (330 мл) – 1 шт.
- Термометр со шкалой мин. +50 °С – 1 шт.
- Часы с указанием секунд – 1 шт.
- Нож обойный – 1 шт.
- Скотч двойной – 1 шт.
- Карандаш – 1 шт.
- Чистый лист бумаги – 1 шт.
- Теплоизоляционный материал (пенополистирол, экструдированный полистирол, толщ. 10-30 мм)

Порядок выполнения экспериментов:

Шаг 1. Подготовка материалов к эксперименту

- взять коробку, поставить ее на стол;
- измерить размеры коробки и спланировать, как она будет утепляться;
- определить точные размеры кусков утеплителя необходимых для утепления, и спланировать, как они будут вырезаться с куска теплоизоляционного материала;
- разрезать теплоизоляционный материал на необходимые куски и приклеить их на коробку двухсторонним скотчем (240 мм);
- в центре крышки коробки сделать отверстие для установки термометра;
- установить и закрепить термометр в крышке коробки на глубину 5 см в вертикальном положении;
- приготовить чистый лист бумаги для снятия показаний с термометра и с часов

Шаг 2. Подготовка воды для эксперимента

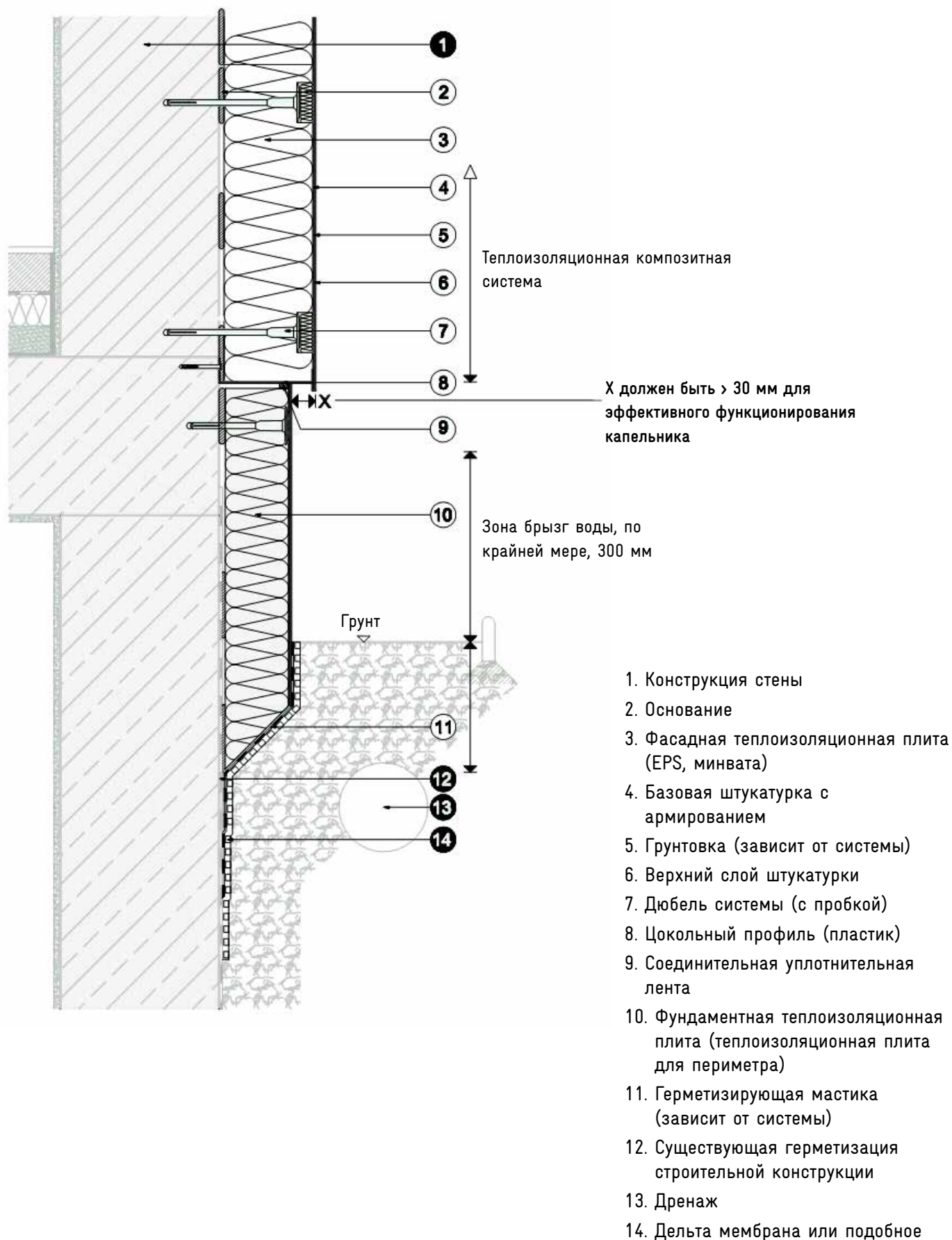
- вскипятить воду в чайнике и подождать 1 минуту, чтобы вода немного остыла;
- налить кипятком в жестяную банку;
- поставить банку с кипятком на дно коробки возле короткой стенки на расстоянии 2 см от него и на одинаковом расстоянии между длинными стенками.
- плотно закрыть крышку коробки с термометром.

Шаг 3. Проведение эксперимента и запись данных

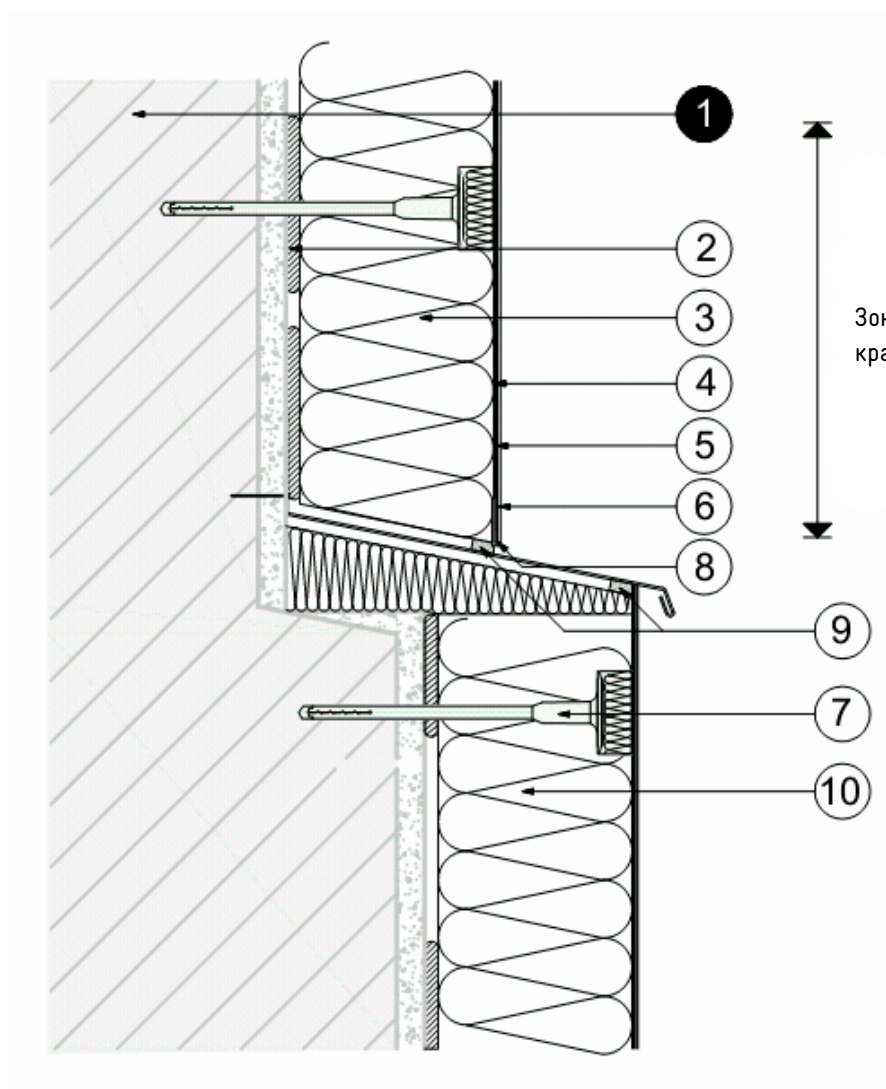
- перед началом эксперимента измерить и записать температуру воздуха в комнате как начальная температура;
- записывать показания термометра и часов во время измерения температуры на листе бумаги каждую минуту в течение 25-30 минут.

Шаг 4. Обработка данных эксперимента.

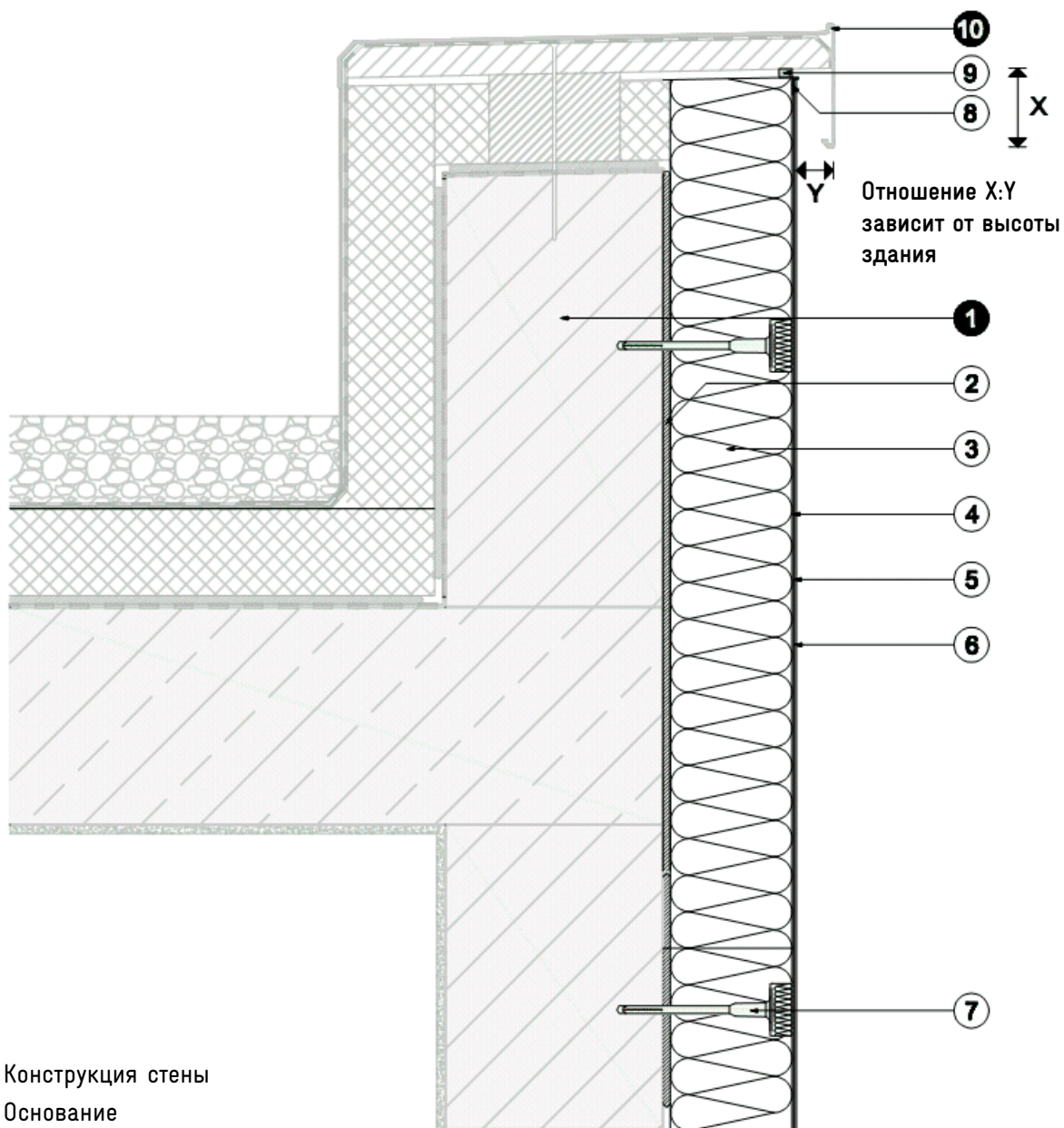
- на основе полученных данных построить график изменения температуры в коробке «Модель дома». По горизонтальной шкале отмечается время, а по вертикальной – температура. Отметить все измеренные точки на диаграмме и соединить их линией.
- отметить особые точки диаграммы, где направление кривой изменяется значительно. Отметить пик диаграммы и его время.
- сравнить и обсудить разные результаты различных групп.



Приложение 3: Детальные чертежи элементов КСТФ (чертежи согласно Европейской Ассоциации систем внешней теплоизоляции зданий – ETICS)



1. Конструкция стены
2. Основание
3. Фасадная теплоизоляционная плита (EPS, минвата)
4. Базовая штукатурка с армированием
5. Грунтовка (зависит от системы)
6. Верхний слой штукатурки
7. Дюбель системы (с пробкой)
8. Цокольный профиль (пластик)
9. Соединительная уплотнительная лента
10. Фундаментная теплоизоляционная плита (теплоизоляционная плита для периметра)



1. Конструкция стены
2. Основание
3. Фасадная теплоизоляционная плита (EPS, минвата)
4. Базовая штукатурка с армированием
5. Грунтовка (зависит от системы)
6. Верхний слой штукатурки
7. Дюбель системы (с пробкой)
8. Контурный профиль
9. Соединительная уплотнительная лента
10. Парапетный слив

Приложение 4: Документация примеров домов
 Пример 2. Маленький жилой дом, построенный из глины
 методом «сокмо»

Информация о доме:

Адрес: Кыргызская Республика, Иссык-Кульская область,
 Джети-Огузский р-н, с. Чон Кызыл-Суу

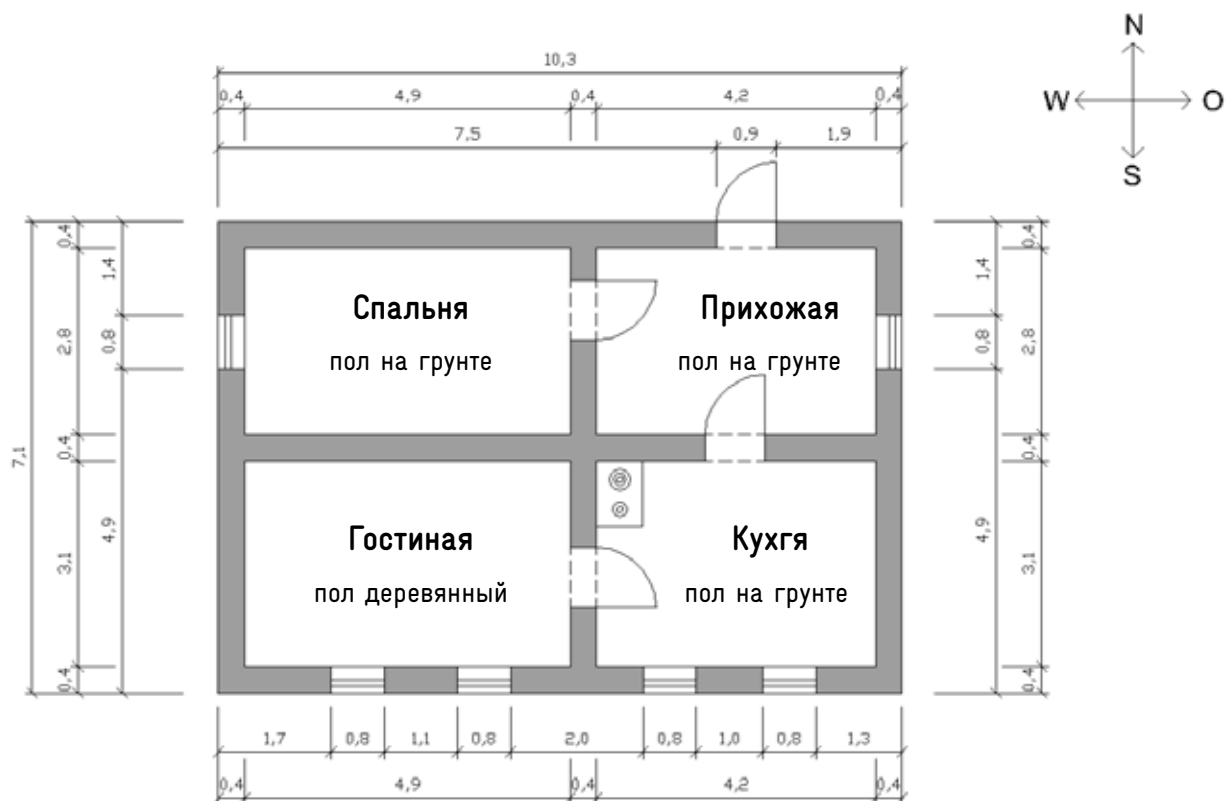
Год постройки: 1970 г.

Тип постройки: жилой дом из глиняного нежжённого
 кирпича

Вид перекрытия: деревянное балочное (шаг 80 см),
 покрытый снизу досками и залитый глиной

Кол-во комнат: жилые – 2, другие – 2

Число жильцов: взрослых – 1, детей – 3



Приложение 4: Документация примеров домов
Пример 1. Средний жилой дом, построенный из глиняных
кирпичей зданий – ETICS)

Информация о доме:

Адрес: Кыргызская Республика, Нарынская область,
Акталинский р-н, с. Актал

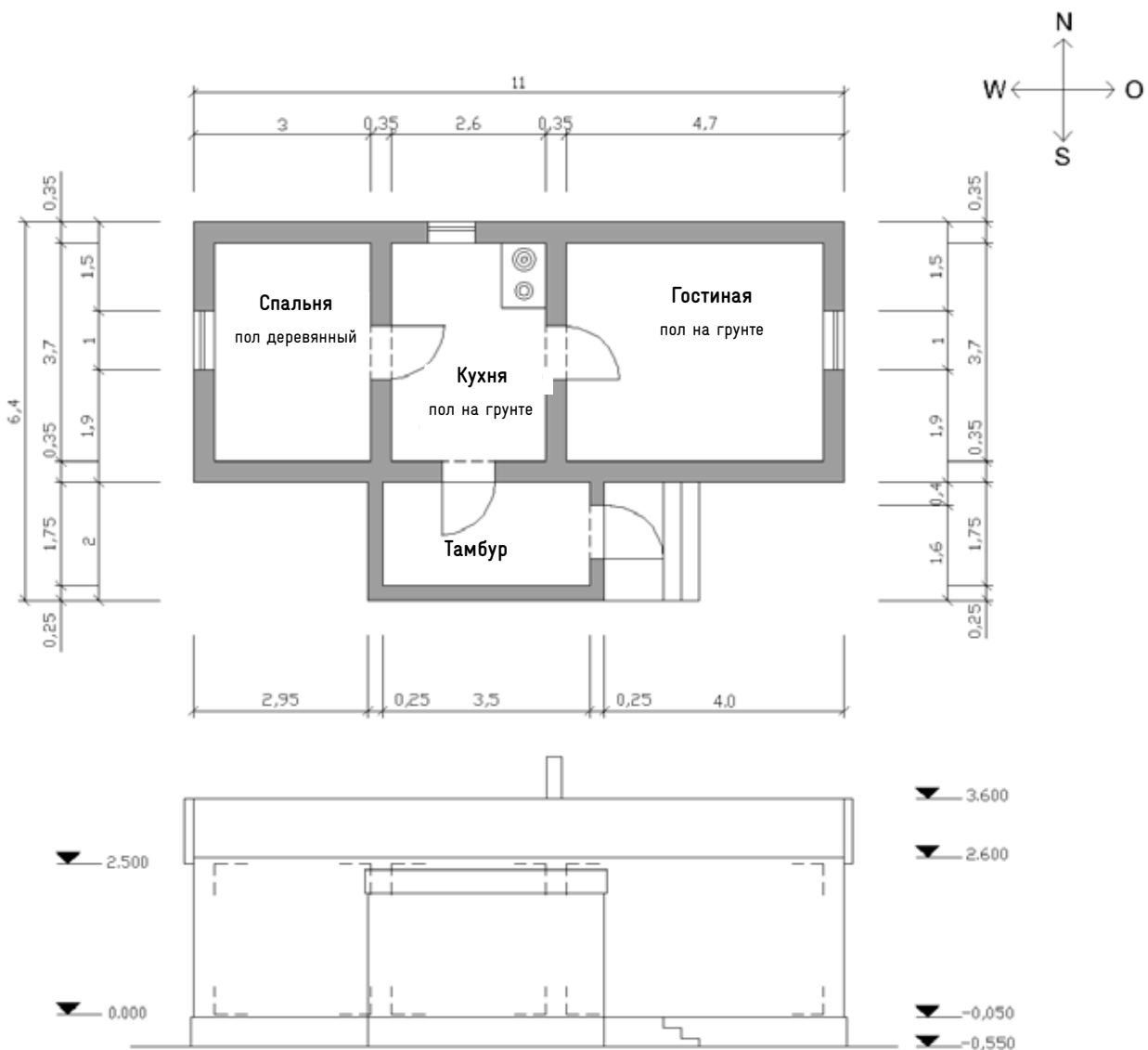
Год постройки: 1995 г.

Тип постройки: жилой дом, построенный из глины по
технологии «сокмо»

Вид перекрытия: деревянное балочное (шаг 80 см),
покрытое снизу досками и залитое глиной

Кол-во комнат: жилые – 2, другие –1, тамбур

Число жильцов: : взрослых – 2, детей – 2



По каждому модулю и курсу в целом можно подготовить задания, связанные с выполнением какого-либо проекта. Под проектом понимается новое, комплексное задание, при выполнении которого необходимо использовать полученные знания. При этом способ выполнения задания прямо не указывается, поскольку каждый учащийся самостоятельно должен выбрать свой путь.

Проекты являются:

комплексными – множество зависимостей, взаимодействий и факторов

кооперационными – сотрудничество с различными предметными областями

оригинальными – решения и способы решения являются открытыми

ограниченными – срок выполнения проекта ограничен

всесторонними – от идеи к реализации следует пройти все процессы принятия решений

связаны с риском – не все возможно предвидеть, обучение на ошибках

Лучше всего проекты выполнять в работе с партнером или в группах, при этом учащиеся могут обмениваться различными знаниями и вести обсуждение друг с другом. Такой подход способствует углубленному пониманию темы и совершенствованию профессиональных навыков. Уровень последних зависит не только от знаний по предмету, но в значительной степени от социальной компетенции.

Социальная компетенция:

Никто не строит дом в одиночку! Под социальной компетенцией понимается способность человека целенаправленно организовать свое социальное окружение (рабочая группа / команда, производство, школа, партия, спортивная секция и т.д.) для решения определенной задачи.

Во всех сообществах обширные личностные компетенции, необходимые для общения с другими людьми, являются первостепеннейшими для достижения цели. Данные компетенции разделяются на базовые ценности и социальные способности в узком смысле.

Важные базовые ценности:

надежность, уважение к другим людям, осознание ответственности, открытость, честность (сложно проверить), терпимость и пунктуальность.

Важные социальные способности:

Навыки общения и взаимодействия с другими людьми, навык сотрудничества и работы в команде, способность к критической оценке, преодолению конфликтов, принятию решений, действию.

Формирование социальных компетенций никогда не заканчивается, оно означает обучение в течение всей жизни. Неотъемлемыми условиями являются:

- уверенность в себе,
- оптимистическое отношение к жизни и
- готовность к изменениям.

Формирование социальных компетенций всегда связано с процессом получения социального опыта, который тесно взаимосвязан со следующими дидактическими элементами:

- „обучение путем выполнения“
- обучение в группах (автостереотип / гетеростереотип)

Для выполнения проектов рекомендуется следующий порядок действия:

1. Прояснение целей:

Если задание не ставит конкретной цели, то ее необходимо определить и при этом ответить на вопрос, что конкретно следует достичь (деловая цель), какие действия выполнить (цель средств) и в какой срок следует уложиться (цель времени).

2. Получение информации:

Учащиеся получают информацию из учебного пособия, сбора уже имеющихся у них знаний при работе в группах, задавая вопросы тренеру. В приложении Пособия можно также найти различную дополнительную информацию.

3. Планирование работы, размышление над способами решения:

Сначала порядок выполнения работы проигрывается мысленно. При этом рассматриваются различные способы решения.

Если задание заключается в решении определенной строительной задачи, полезными могут оказаться следующие вопросы:

- Какие требования предъявляются к конструкции?
- Какие строительные материалы имеются в определенной ситуации?
- Какими свойствами обладают стройматериалы?
- Какие стройматериалы следует использовать?
- Необходимы ли планы (чертежи) для выполнения конструкции?
- Сколько строительного материала потребуется?
- Какие инструменты, оборудование, вспомогательные средства (опалубка, лестница и т.д.) необходимы для выполнения работы?
- Сколько времени потребуется на выполнение работы?
- и т.д. ...

4. Выбор определенного способа решения:

Всего есть несколько способов решения задания. Проигранные на третьем этапе способы решения обсуждаются и сравниваются. Для выбора того или иного способа сначала необходимо разораться в критериях выбора.

Что имеет значение: красота, низкие расходы, быстрота выполнения работы, длительность использования, экология, комфорт и т.д.?

5. Выполнение работы:

После выбора способа решения необходимо выполнить это решение. Когда на теоретическом уроке решаются строительные задания, то это означает, что выполнение решения происходит путем

- детального планирования и представления конструкционного решения,
- выбора и расчета строительного материала, инструментов и т.д.
- разделения работы на рабочие этапы по времени.

Продукт работы – это общий обзор результатов.

6. Обеспечение качества:

После выполнения задания или части задания следует проверить, насколько успешно найденное решение соотносится с ранее поставленными целями. Какие сложности возникли в ходе выполнения работы? Какие непредвиденные последствия возникли? Является ли найденное решение и его реализация удовлетворительными? Важным в этих вопросах является то, что учащиеся самостоятельно смогли распознать и назвать свои сильные и слабые стороны. Учащиеся должны самостоятельно распознать отсутствующие или недостаточные компетенции и стремиться развить их.

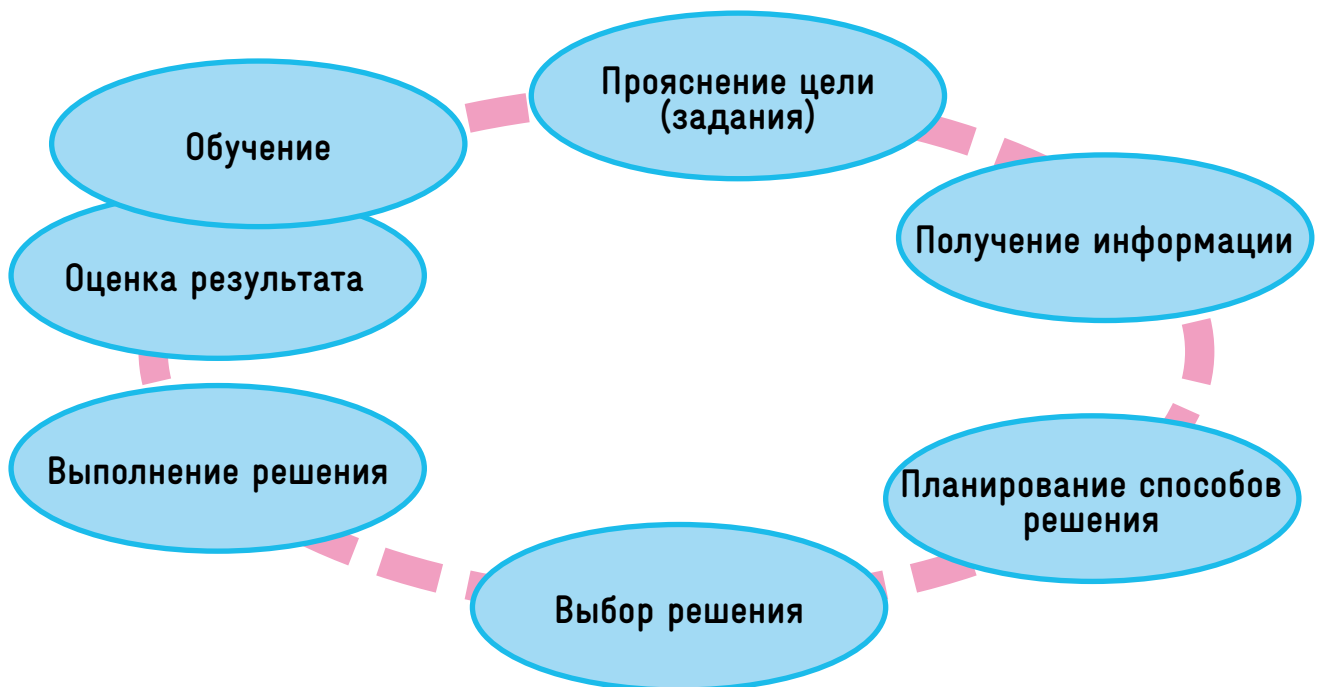


Диаграмма: Процесс выполнения проектной работы

Приложение 6: Технические термины

Термины	Определение
Битум	см. 3.2, абз. 2
Тест Blowerdoor	см. 1.5, абз. 3
Гидроизоляционный слой	слой из водоустойчивого материала, который препятствует проникновению влаги в конструкционные элементы / здание
Деформационный шов	шов или промежуточное пространство между двумя конструктивными элементами, которое позволяет избежать образования трещин, возникающих вследствие различного расширения при перепаде температур и попадании влаги, внутреннего напряжения. Деформационные швы могут заполняться застывающим эластичным материалом
Долговечность	свойство материала или конструктивного элемента претерпевать незначительные изменения в течение длительного времени
Капиллярный эффект	см. 3.1, абз.3
Капиллярпрерывающий слой	см. 3.1, абз.5
Кинетическая энергия	энергия движения (греч. kinesis означает движение) представляет собой энергию, которая возникает в объекте при движении.
Компенсационный шов	см. деформационный шов
Коэффициент теплопроводности	см. 1.3.2, абз. 1 и 2
Компактная постройка	см. 1.5, абз.
Конструкция	в строительстве является строением конструктивных элементов в сооружении или здании
Конвекция	см. 1.1.6, абз.2
Композитные системы	композиционный материал – это материал, который состоит из двух и более связанных веществ. Композиционный материал обладает совсем другими свойствами, чем материалы в отдельности.
Ложный шов	ложные швы разделяют конструктивный элемент не полностью, а только по засечкам, расположенным на поверхности. Благодаря ослаблению поперечного разреза материала в области ложных швов, трещины вследствие деформации формы конструктивного элемента целенаправленно возникают в ложном шве, позволяя избежать нежелательных трещин в других местах конструктивного элемента
Несущий профиль	вытянутый конструктивный элемент, который берет на себя массовую силу другого конструктивного элемента и длина которого значительно превышает площадь поперечного сечения (профиль) по толщине и высоте
Паробарьер	слой, часто с металлической или полимерная прослойкой, которая препятствует проникновению водяного пара. См. также 4.1, абз. 10
Парниковый эффект	см. 1.2.3, абз. 2
Плавающая стяжка	см. 3.4.1, абз. 4
Прозрачная теплоизоляция	теплоизоляционный материал дающий зданию возможность дополнительно использовать энергию солнечного света. Для такой технологии применяются пласти из синтетического гранулята и бумажные ячеистые структуры, которые содержат в себе встроенное стекло
Рекуперация	технический процесс регенерации энергии. В строительстве часто осуществляется с помощью теплообменников, которые используют теплотенергию от использованного воздуха в помещении или сточной воды для обогрева свежего воздуха или воды

Термины	Определение
Санация	строительно-техническое восстановление или модернизация сооружения или нескольких сооружений (до целых кварталов города) в целях устранения недостатков и/или повышения качества жилого состояния. Очень часто основной целью санации является проведение энергетической санации (теплоизоляция и улучшение системы отопления)
Термопрофиль	стальная балка толщиной до 2 миллиметров с перфорацией. Перфорация термопрофиля дает возможность использовать металлические балки для строительства внешнего контура здания. Термопрофиль является основной частью лёгких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК). Использование перфорированного профиля позволяет практически полностью исключить потери тепла помещения. За счет наличия перфорации металлического элемента значительно удлиняется тепловой поток
Термография	см. 1.1.6, абз. 4
Теплопроводность	см. 1.3.2, абз. 1 и 2
Термическая граница	см. 1.3.1, абз. 2
Тепловой поток	тепловая мощность возникает при прохождении тепла через материал, единицы измерения ватт
Тепловые мосты	линейная или точечная область в конструктивных элементах здания, через которую тепло быстрее проникает наружу, чем в других местах. См. также 1.3.4
Уровень сжимаемости	уровень допустимой эластичной деформации (теплоизоляционного) материала под воздействием определенной силы давления. См. также 3.5, абз. 2.
Экструдированный пенополистирол	синтетический теплоизоляционный материал, изготавливаемый на экструзионной установке как непрерывный пенистый пластический материал. См. также Приложение 1, Органические, синтетические теплоизоляционные материалы.

Приложение 7: Пояснительная записка

Кыргызстан является страной с очень ограниченными запасами нефти, природного газа и угля. Эти ископаемые энергоносители, которые постоянно исчерпывают себя и становятся дороже во всем мире, страна вынуждена импортировать из других государств. Даже электричество, добываемое на собственных гидроэлектростанциях, имеется в ограниченном объеме. Поскольку целый ряд новых зданий, построенных после развала Советского Союза, отапливается преимущественно на электричестве, все чаще происходят отключения электрической энергии, и возникает ее дефицит. Такая ситуация крайне негативно отражается на производительности промышленности и сельского хозяйства в Кыргызстане.

Около 75% энергии в домашнем хозяйстве потребляется на отопление. Более половины этого тепла неэффективно улетучивается во внешнюю среду вследствие отсутствия теплоизоляции зданий. На отопление хорошо теплоизолированного дома требуется от одной трети до половины количества тепловой энергии, которое потребляется не теплоизолированным домом в зимний период. Таким образом, обеспечивается экономия затрат на отопление, а в случае печного отопления – также и времени.

В 1998 году был принят Закон Кыргызской Республики «Об энергосбережении». В 2009 году строительные нормы Кыргызской Республики (КР), такие как СНиП КР 23-01:2009 были обновлены. С февраля 2012 г. вступил в силу Закон КР «Об энергетической эффективности зданий». Этим Правительство Кыргызской Республики дало ориентир относительно цели по сбережению отопительной энергии при строительстве новых и ремонте существующих зданий. Для строительной отрасли в Кыргызстане это означает новые области работы и повышенный спрос на квалифицированных специалистов, которые профессионально смогут выполнять теплоизоляционные работы.

Курс по теплоизоляции стен и полов

С учетом вышеназванных фактов Германское общество по международному сотрудничеству совместно с Комитетом по труду, занятости и миграции (ныне Министерство молодежи, труда и занятости) инициировало принятие мер в области энергоэффективности и энергосбережения.

Согласно концепции подкомпонента «Энергоэффективное строительство и ремонт» компонента «Содействие занятости безработной молодежи» Программы Германского общества по международному сотрудничеству «Профтехобразование и содействие занятости» разработаны курсы по теплоизоляции зданий в системе начального профессионального образования. Разработаны два вида курсов:

1. курс повышения квалификации по теплоизоляции для штукатуров. Продолжительность курса составляет 6 недель (240 часов).
2. краткосрочный курс обучения штукатуров с умением выполнять теплоизоляционные работы. Продолжительность курса составляет 10 недель (400 часов)

Технологические процессы в данной области требуют определенного времени, например, перед нанесением последующего слоя необходимо дождаться высыхания каждого слоя. Более того, во время экзаменов учащиеся должны продемонстрировать свои умения на относительно больших площадях, например 2х2 м для стен и полов, чтобы была возможность оценить их умения по составлению стыков и обработке швов. В связи с тем, что учебные заведения, как правило, не имеют больших площадей для одновременного проведения экзаменов с участием всех выпускников, в пилотной программе и пилотном учебном плане предусмотрено большее количество часов на экзамены. В течение пилотного периода будет проверяться, насколько данного времени достаточно для качественного проведения экзаменов.

Целевой группой первого курса являются специалисты-штукатуры, желающие овладеть навыками теплоизоляции. Целевая группа второго курса – это безработная молодежь, желающая обучиться как профессии штукатур, так и технологиям теплоизоляции.

Определение учебных модулей по данной специальности производилось на основе анализа строительной индустрии страны в области теплоизоляции и энергоэффективности. Наиболее часто применяемые в стране виды теплоизоляции и основы теплоизоляции стали основными темами курса.

Члены Рабочей Группы, в которую входят представители Агенства профтехобразования, профессиональных лицеев, строительных компаний и программы GIZ, также разработали квалификационные требования к выпускникам курсов по теплоизоляции.

Инструкции к учебным модулям:

Учебное пособие разработано таким образом, что на его основе можно построить весь процесс обучения. В него включены контрольные вопросы, дополнительные задания, глоссарий, схематическое представление процессов, визуальное представление материалов, инструментов и т.д.

Время изучения каждого модуля дается в академических часах и носит условный характер. Время будет уточняться в ходе апробации данного курса в профессиональных лицах.

Работа по внедрению тем энергоэффективности и энергосбережения должна завершиться передачей апробированных и адаптированных учебных модулей и материалов в АПТО.

**Приложение 8: Квалификационная база
(отделочно-строительные работы/ штукатур с умением выполнять
теплоизоляционные работы)**

Уровень	Разряд	Ключевые компетенции	Система подготов-ки
2	3	4	5
Базовый	Третий	<ul style="list-style-type: none"> • Соблюдение правил Т.Б производственной санитарии; • выполнение – простой и улучшенной штукатурки вручную прямолинейных поверхностей стен, потолков, гладких столбов, пилястр, ниш с откосами, балок постоянного сечения; • производить ремонт простой и улучшенной штукатурки; оштукатуривать откосы, заглушины и отливы; • вытягивать падуги с разделкой узлов; разделять швы между плитами сборных железобетонных перекрытий • отделывать лузги и усенки; перетирать штукатурку; наносить раствор механизированным способом; • торкретировать поверхности; • железнить штукатурку; приготавливать обычные, декоративные и специальные растворы; определять пригодность материалов и растворов, применяемых в штукатурных работах; • выполнять изоляцию наружных стен на основе специальных штукатурных растворов • производить теплоизоляцию бетонного пола • производить теплоизоляцию здания 	
	Второй	<ul style="list-style-type: none"> • выполнение простой и средней сложности работы при оштукатуривании поверхности простенков и потолков, перетирка штукатурки, приготовление обычных и сухих смесей, расчет материалов, подготовка и содержание инструментов в надлежащем состоянии; • выполнение подготовки поверхностей под теплоизоляцию здания, простейшие работы по теплоизоляции и подготовка материалов к работе, растворы сухие смеси. • соблюдение правил Т.Б производственной санитарии. 	Система начального- профессионального образования
	Первый	<ul style="list-style-type: none"> • выполнение работ по подготовке растворов, поддержке чистоты на строительной площадке, перенос лесов, строительных материалов • соблюдение правил Т.Б производственной санитарии. 	



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Программа "Профессионально-техническое
образование и содействие занятости"

Ул. Токтогула, 98/2
720040 Бишкек
Кыргызстан
Т +996 312 90 13 25
Ф +996 312 90 65 53
I www.giz.de

Агентство профессионально-технического
образования при Министерстве молодежи, труда и
занятости КР

Ул. Манаса, 22А
720010 Бишкек
Кыргызстан
Т +996 312 45 40 00
Ф +996 312 45 40 34
I www.kesip.in.kg