



# Техническое руководство по модернизации зданий

Техническое руководство по  
Термо-модернизации зданий  
09.07.2015г.



ЭТОТ ПРОЕКТ  
ФИНАНСИРУЕТСЯ  
ЕВРОПЕЙСКИМ СОЮЗОМ

## Содержание

1	Вступление .....	1
1.1	Общие положения.....	1
1.2	Как пользоваться этим руководством .....	2
1.3	Общая информация.....	2
1.4	Основные шаги развития и реализации проекта .....	3
2	Термо-модернизация зданий с плоской крышей .....	8
2.1	Общая информация.....	8
2.2	Рекомендуемые монтажные меры (конструкция теплой крыши).....	9
2.3	Требования к материалам .....	12
2.4	Важные детали строительства .....	17
3	Термо-изоляция зданий с холодной крышей .....	26
3.1	Типовые меры модернизации для крыш и верхних этажей .....	26
3.2	Требования к материалам .....	27
3.3	Рекомендуемые монтажные меры .....	29
4	Модернизация наружных стен .....	31
4.1	Типовые меры модернизации для наружных стен .....	31
4.2	Требования к материалам .....	31
4.3	Монтажные меры .....	34
4.4	Важные детали строительства .....	36
5	Модернизация внешних окон и дверей.....	40
5.1	Типовые меры модернизации для окон и дверей.....	40
5.2	Требования к материалам .....	40
5.3	Рекомендуемые монтажные меры .....	43
5.4	Важные детали строительства .....	54
6	Модернизация потолка подвала .....	59
6.1	Типовые меры модернизации для подвала .....	59
6.2	Требования к материалам .....	59



**ОГОВОРКА ОБ ОГРАНИЧЕНИИ ОТВЕТСТВЕННОСТИ:** Этот документ был подготовлен Командой Поддержки демонстрационных проектов, финансируемых Европейским Союзом. Он не представляет официальную позицию Европейской Комиссии (ЕК) или институций ЕС. ЕК не берет на себя какой-либо ответственности или обязательств относительно его содержания.

---

6.3	Рекомендуемые монтажные меры .....	60
7	Система отвода дождевой воды.....	61
7.1	Типовые меры по модернизации системы отвода дождевой воды .....	61
8	Вентиляция.....	63



# 1 Вступление

## 1.1 Общие положения

Потребление энергии на отопление помещений в общественных, коммерческих и жилых зданиях составляет более 30 процентов от общего потребления энергии в большинстве стран региона, поскольку существовавшие ранее методы строительства и отопления не уделяли надлежащего внимания энергоэффективности. В результате, крайне неэффективное использование энергии увеличивает удар растущих цен на энергоносители по населению и общественным учреждениям.

Большая часть жилого фонда, особенно в городской местности, состоит из панельных многоэтажных многоквартирных домов, которые обычно имеют низкое качество строительства, изоляции и технического обслуживания, что приводит к низкой энергоэффективности и низкому уровню комфорта проживания. В большинстве своем основанные на советских ГОСТах и СНиПах (Госстандарт и Строительные Нормы и Правила), современные строительные стандарты и практики для общественных/жилых зданий отстают от соответствующих западноевропейских и международных стандартов или фактически не применяются при ремонте старых зданий и строительстве новых.

Характерными чертами зданий, отобранных для проекта, являются:

- Плохо или не-термоизолированное здание (стены, крыша, подвал)
- Термо-неэффективные окна и двери
- Проникновение воды/воздуха снаружи из-за отсутствия герметичности

Основной целью проектов по термо-модернизации в рамках программы «Проект устойчивого городского развития» является развитие и внедрение комплексной высококачественной модернизации здания, которая существенно уменьшит ежегодные эксплуатационные расходы.

В частности, проект по модернизации должен выполнять такие задачи:

- Модернизированные здания должны отвечать строительным стандартам энергоэффективности, стремясь стать «теплоустойчивыми» (существенное снижение расчетного потребления энергии);
- Высококачественная модернизация зданий, обеспечивающая долгий срок эксплуатации здания (ожидаемый срок службы мер по модернизации составляет более 20 лет);
- Уровень температурного комфорта для людей, пользующихся зданием, должен повыситься;
- Проект должен принимать во внимание все соответствующие местные стандарты, но также и западноевропейские стандарты и практики, применимые к обеспечению устойчивости проекта по модернизации здания.

## 1.2 Как пользоваться этим руководством

Это руководство было составлено в рамках программы «Проект устойчивого городского развития» (SUDEP) для помощи общественным организациям в разработке и реализации термо-модернизации общественных и жилых зданий. Это руководство составлено для всех технических экспертов, которые вовлечены разработку и реализацию проектов по термо-модернизации, таких как: эксперты по энергоаудиту, архитекторы, эксперты по строительству, т.п.

Это руководство предоставляет общую информацию по техническим требованиям к типовым конструкционным элементам для получения высококачественного проекта по термо-модернизации. Поскольку каждый проект имеет свои специфические конструкционные детали и материалы, рекомендуемый подход должен адаптироваться под каждый проект в соответствии с его конкретными потребностями.

## 1.3 Общая информация

### Когда самое подходящее время для реализации мер по улучшению энергоэффективности?

Термо-модернизация зданий часто включает в себя комплекс мер по капитальному ремонту, таких как ремонт системы отведения дождевых вод, ремонт крыши, т.п. Поэтому наилучшим моментом для реализации ЭЭ мер является момент проведения запланированных мер по капитальному ремонту здания. Сочетание необходимых мер по капитальному ремонту с внедрением ЭЭ мер, как правило, является наиболее экономически эффективным подходом к модернизации.

### Какого рода меры нужно реализовывать?

Модернизация корпуса здания является затратной мерой; ожидаемый срок службы должен быть более 20 лет.

Основной целью термо-модернизации здания является:

- 1) Уменьшение проводимости тепла через элементы здания, и
- 2) Герметизация здания (отсутствие неконтролируемой вентиляции → влияет на вентиляцию здания).

Элементы здания **крыша – внешние стены – окна/двери – вентиляция** связаны друг с другом, поэтому следует рассмотреть возможность реализации мер по модернизации в комплексе. В большинстве проектов по модернизации крыши, внешние стены, окна/двери и вентиляционная система должны быть модернизированы → комплексный проект по модернизации.

Такой комплексный проект по модернизации требует значительных инвестиций. В случае если доступные источники финансирования не могут обеспечить поддержку такого комплексного проекта, настоятельно рекомендуется сосредоточиться на других мерах по энергосбережению - таких, которые не настолько затратные, но тоже дающие значительную экономию.

### Какие меры по энергосбережению можно реализовать в условиях ограниченного бюджета?

- Термоизоляция технического этажа/верхнего этажа
- Термоизоляция потолка подвала
- Модернизация внутренней системы отопления
- Термоизоляция труб в котельной/подвале
- Модернизация котельной
- Установка системы нагрева воды для бытовых нужд с помощью солнечной энергии (крыша должна быть в хорошем техническом состоянии)
- Модернизация системы освещения
- Внедрение «Системы управления энергией»
- Обучение сотрудников, технического персонала
- Оптимизация систем контроля
- Очистка подвалов и отказ от отопления площадей, которые не используются

### Оценка инвестиционных затрат

Реалистичная оценка инвестиционных затрат имеет ключевую важность. Качество проектов SUDEP обычно является более высоким, чем у типичного местного проекта по модернизации, поэтому информация по затратам уже выполненных проектов по модернизации может использоваться лишь в некоторой степени.

Точность оценки инвестиционных затрат ожидается в пределах +/- 30 % во время фазы прохождения энергоаудита и +/- 15% во время фазы создания детального проекта.

## 1.4 Основные шаги развития и реализации проекта

### 1.4.1 Участники проекта

Во время реализации комплексного проекта по модернизации, как правило, необходимо задействовать множество участников. Эффективная и планомерная реализация проекта очень сильно зависит от четкого распределения ролей и ответственности в проекте, а также от налаженной коммуникации между соответствующими участниками. Приведенная ниже таблица обозначает основных участников и их функции при развитии/реализации типового проекта по термо-модернизации.

Кто	Сокращение	Функция
Муниципалитет (Бенефициар)	МУН	Орган власти, который реализует проект и принимает окончательные решения.
Команда проекта	Кп	Команда экспертов, которые помогают муниципалитету в развитии и реализации проекта. Команда проекта нанимается муниципалитетом/организатором тендера.
Команда Поддержки	КП	Команда внешних экспертов, которые помогают муниципалитету и Команде проекта в развитии и

		реализации проекта. КП нанимается Европейской Комиссией.
Организатор тендера	ОТ	Орган власти, который отвечает за проведения тендеров и подписание контрактов на оказание услуг с их победителями. Этот орган работает на муниципалитет/бенефициара.
Компания Энерго-Аудитор	ЭА Ком	Опытная компания, которая проводит энергоаудит общественных/жилых зданий.
Компания-проектировщик	ПРО Ком	Опытная компания-проектировщик, которая обеспечивает создание технического проекта и документации для получения разрешений и утверждений власти для проекта по модернизации.
Строительная компания	СТРОЙ Ком	Опытная строительная компания, которая будет реализовывать проект по модернизации.
Куратор площадки	КурП	Опытный эксперт, который будет курировать выполнение работ по реализации проекта. Куратор площадки нанимается обычно муниципалитетом /Организатором тендера.
Прочие		По требованию

#### 1.4.2 Роли в проекте

Ниже приведен график, показывающий связи между перечисленными выше основными участниками проекта:

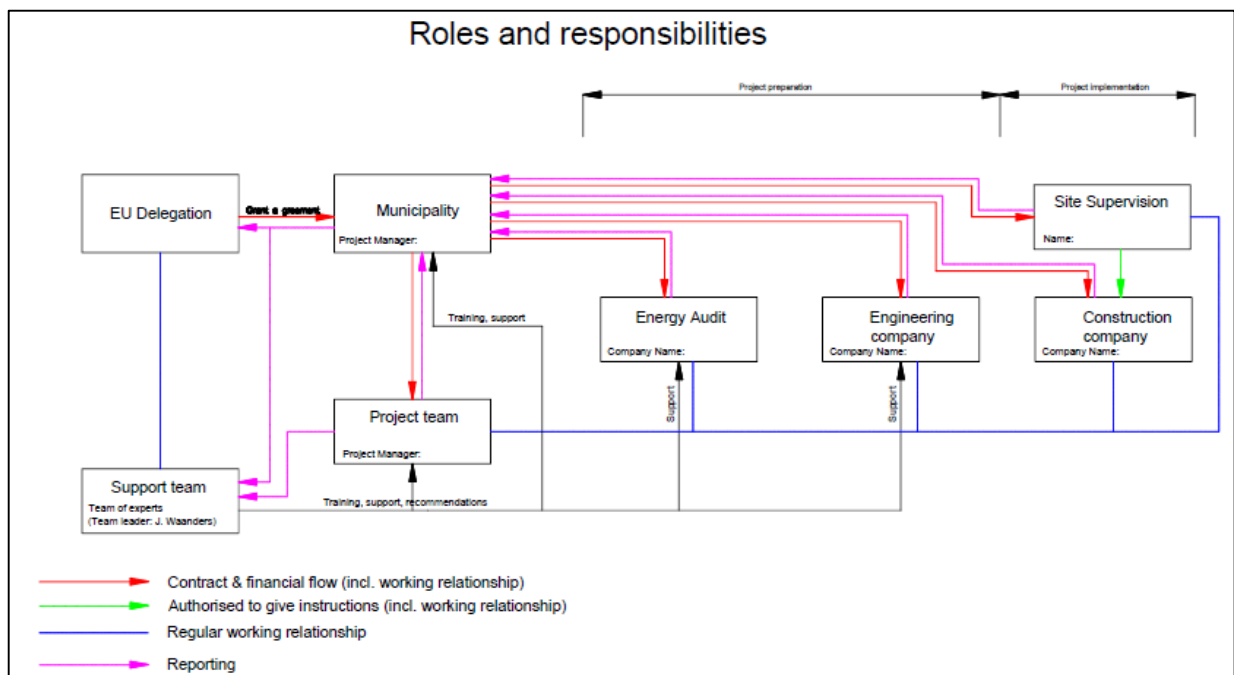


Рис. 1: Основные участники проекта

Roles and responsibilities – Роли и обязанности
Project preparation – Подготовка проекта
Project implementation – Реализация проекта
EU Delegation – Делегация ЕС
Grant Agreement – Грантовый контракт
Municipality – Муниципалитет
Project manager: – Руководитель проекта:
Site supervision – Надзор за площадкой
Name: – Имя:
Training, support – Обучение, поддержка
Energy Audit – Энергоаудит
Company name: – Название компании:
Engineering company – Компания-проектировщик
Construction company – Строительная компания
Support – Поддержка
Project team – Команда проекта
Training, support, recommendations – Обучение, поддержка, рекомендации
Support team – Команда Поддержки
Team of experts – Команда экспертов
Team leader: J. Waanders – Руководитель команды: Я. Ваандерс
Contract and financial flow (incl. working relationship) – Контракты и финансовые потоки (вкл. рабочие отношения)
Authorized to give instructions (incl. working relationship) – Уполномочены давать указания (вкл. рабочие отношения)
Regular working relationship – Обычные рабочие отношения
Reporting – Отчетность

### 1.4.3 Реализация проекта

Реализация комплексного проекта по модернизации обычно разделена на несколько фаз проекта. Как правило, такой проект имеет 8 фаз с несколькими родами деятельности. Таблица ниже – попытка очертить фазы/задачи проекта и возможную длительность выполнения этих задач. Длительность проекта по термо-модернизации колеблется в пределах от 1 до 3 лет, в зависимости от объемов проекта, а также от решительности и способностей по управлению проектом у муниципалитета. Пожалуйста, примите во внимание, что финансирование и утверждения проекта от внешних участников могут потребовать дополнительного времени.

Типовой комплексный проект по модернизации общественного здания (напр. здания школы) состоит из модернизации крыши, термоизоляции внешних стен, замены окон/дверей, термоизоляции потолка подвала, модернизации системы отвода дождевой воды, системы освещения, сооружения бетонной дорожки вокруг здания, обеспечения подходов к зданию, ремонта вентиляционной системы, т.п. и может длиться до 2,5 лет.



Activities			Year 1												Year 2												Year 3			
		Who	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Phase 0	Development of a project idea	MUN, PT																												
Phase 1	Energy Audit																													
Task 1.1	Tender/contracting of an Energy Audit company	PT, CA																												
Task 1.2	Elaboration of the Energy Audit	EA Com																												
Task 1.3	Decision on EE/RE measures	MUN, PT																												
Phase 2	Technical design																													
Task 2.1	Tender/contracting of an engineering company	PT, CA																												
Task 2.2	Elaboration of the draft final design	ENG Com																												
Task 2.3	Elaboration of the investment costs/financial analysis	ENG Com, PT																												
Task 2.4	Decision on EE/RE measures based on financial analysis	MUN, PT																												
Phase 3	Authority approvals, permits																													
Task 3.1	Elaboration of documents for the authority approvals	ENG Com																												
Task 3.2	Submission of documents and approval of the authorities	MUN, Authorities																												
Task 3.2	Elaboration of the final technical design	ENG Com																												
Phase 4	Tender of a construction company																													
Task 4.1	Elaboration of the tender documents	ENG Com																												
Task 4.2	Launch of the tender documents	CA																												
Phase 5	Contracting of a construction company	CA																												
Phase 6	Implementation																													
Task 6.1	Establish the implementation structure	PT																												
Task 6.2	Tender/contracting of a site supervisor	PT, CA																												
Task 6.3	Project management/coordination of the implementation	PT, SITE																												
Task 6.4	Implementation	CON Com																												
Phase 7	Final acceptance	MUN, PT, SITE, CON Com																												

Рис. 2: Типовые фазы проекта по модернизации

Activities – Деятельность
Phase 0(1-7) – Фаза 0 (1-7)
Year 1(2-3) – Год 1 (2-3)
Task 1.1 (1.2-6.4) – Задача 1.1 (1.2 - 6.4)
Development of a project idea – Разработка идеи проекта
Energy Audit – Энерго-аудит
Tender/contracting of an Energy Audit company – Проведение тендера/подписание контракта с энерго-аудиторской компанией
Elaboration of the Energy Audit – Проведение энерго-аудита
Decision on EE/RE measures – Решение по ЭЭ/ЭВ мерам
Technical design – Технический проект
Tender/contracting of an engineering company – Проведение тендера/подписание контракта с компанией-проектировщиком
Elaboration of the draft final design – Создание чернового окончательного проекта
Elaboration of the investment costs/financial analysis – Проведение расчетов инвестиционных затрат/финансового анализа
Decision on EE/RE measures based on financial analysis – Решение по ЭЭ/ЭВ мерам, на основании финансового анализа
Authority approvals, permits – Утверждения властей, разрешения
Elaboration of documents for the authority approvals – Подготовка документов для получения разрешений
Submission of documents and approval of the authorities – Подача документов и получение разрешений властей
Elaboration of the final technical design – Разработка окончательного технического проекта
Tender of a construction company – Проведение тендера по поиску строительной компании
Elaboration of the tender documents – Разработка тендерной документации
Launch of the tender documents – Запуск тендерной процедуры
Contracting of a construction company – Подписание контракта со строительной компанией
Implementation – Реализация
Establish the implementation structure – Разработка структуры реализации
Tender/contracting of a site supervisor – Проведение тендера/подписание контракта с куратором площадки
Project management/coordination of the implementation – Управление проектом/координация реализации
Implementation – Реализация

Final acceptance – Окончательная приёмка  
Who – Кто  
MUN - МУН  
PT - Кп  
CA - ОТ  
ENG Com - ПРО Ком  
EA Com - ЭА Ком  
Authorities – Власти  
SITE – КупП  
Con Com - СТРОЙ Ком

## 2 Термо-модернизация зданий с плоской крышей

### 2.1 Общая информация

Крыши, как правило, являются наиболее подверженной внешним воздействиям частью зданий. Большая часть энергии (тепловой) в здании утрачивается через крышу. Термо-проект касается прохождения тепла и водных паров через конструкцию крыши, а также их последующего влияния на эксплуатацию крыши и различных компонентов системы. Технический проект должен тщательно оценить количество изоляции, необходимой для контроля как теплопотерь, так и конденсата.

В случае плоской крыши, термоизоляция обычно представлена жесткой доской, уложенной над перекрытием по обрешетке, или волокнистым стёганным теплоизоляционным матом, идущим сразу над перекрытием, в зависимости от типа конструкции крыши.

Существуют три признанных варианта конструкции плоской крыши: теплая, холодная и инвертированная. Поскольку инвертированные крыши встречаются не очень часто, этот тип крыш далее обсуждаться не будет.

#### 2.1.1 Теплая крыша

Структура теплой крыши наиболее распространена среди плоских крыш, под которыми нет технического этажа. В структуре теплой крыши термоизоляционный слой находится над структурным слоем (плитой покрытия плоской кровли), что в результате дает температуру структурного настила по обрешетке и опорной конструкции близкую к температуре внутри здания. Необходимо проложить влагоизоляцию под термоизоляцией, чтобы избежать проникновения влаги в термоизоляционный материал из-за теплового давления изнутри здания. Водонепроницаемая мембрана должна быть проложена над термоизоляцией, для её полной герметизации.

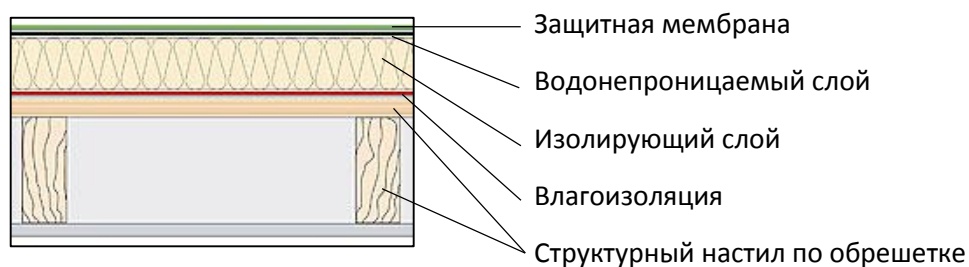


Рис. 3: Типовая теплая крыша в разрезе

#### 2.1.2 Холодная крыша

В конструкции холодной крыши, основной слой теплоизоляции находится под структурным настилом. Концепция такого типа конструкции обычно сочетается с конструкциями крыш, у которых подвесные потолки, которые поддерживают изоляцию. Для того, чтобы избежать образования внутреннего конденсата в конструкции, следует обеспечить хорошую вентиляцию между слоем термоизоляции и нижней частью настила по обрешетке.

Конструкция холодной крыши не рекомендуется для использования при постройке новых плоских крыш, в виду добавочных требований по вентиляции пустот в крыше и сложностей по

пресечению тепловых мостов внутри системы.

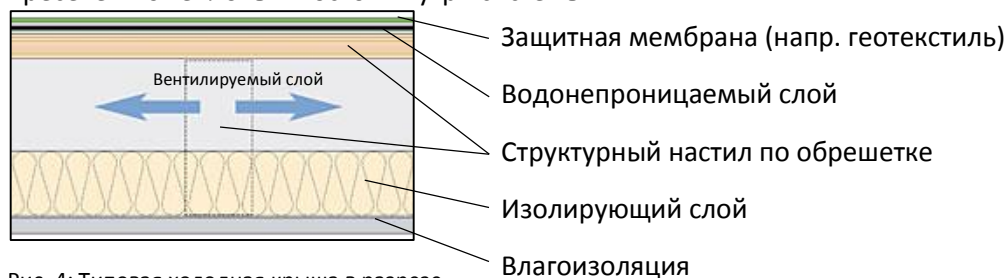


Рис. 4: Типовая холодная крыша в разрезе

## 2.2 Рекомендуемые монтажные меры (конструкция теплой крыши)

Не требующая вентиляции конструкция плоской теплой крыши с битумной водонепроницаемой мембраной является наиболее распространенной конструкцией плоской крыши в странах, где реализуются проекты. Наиболее распространенные перекрытия, о которых будет идти речь, это железобетонные панели или многопустотные железобетонные плиты ровные или под уклоном.

В большинстве случаев, термо-модернизация плоской крыши совпадает с давно требовавшимся ремонтом водонепроницаемого слоя. Протечки часто ремонтируются неэффективно. Качество водоизоляционного слоя, также как и конструкция соединительных деталей крепления к другим элементам здания, низкое. В общем, в большинстве случаев существующие конструкции плоских крыш не соответствуют современным стандартам.

Есть два варианта по улучшению водонепроницаемости существующей теплой крыши: 1) Удаление неисправной системы или 2) наложение новой системы поверх неисправной. В любом случае, первым шагом является проверить состояние настила и несущей конструкции, а также существующей гидроизоляции.

**В случае термо-модернизации, удаление существующей системы плоской крыши и установка новой является наиболее подходящим методом.**

Новейшие конструкции плоских крыш являются легковесными и помогают ослабить нагрузку на кровельную плиту, которая могла претерпеть структурные изменения в связи с долговременным проникновением влаги. Наложение поверх существующей крыши рекомендуется только тогда, когда существующая система крыши в целом исправна, сухая, не подпорчена влагой и подходит для наложения системы поверх (материалы системы для наложения должны быть совместимы с материалами уже имеющейся системы).

Отправным пунктом любой модернизации крыши является детальное изучение структуры существующей конструкции крыши.

### 2.2.1 Изучение структуры

Изучение структуры имеющейся плоской крыши должно, как минимум, содержать такие шаги:

- Оценка структуры крыши – теплая крыша, холодная крыша, инвертированная крыша  
В большинстве случаев установлена структура не требующей вентиляции теплой плоской крыши. Они обычно содержат следующие слои, сверху вниз:

- Битумный герметизирующий слой (рубероид, битумная мастика)
- Цементная стяжка (финальная поверхность, на которую наносится битумный герметизирующий слой)
- Керамзит (лёгкий пористый строительный материал, получаемый путём обжига глины или глинистого сланца) наполнение (связанные/не связанные) в качестве слоя термоизоляции и уклонообразующая стяжка
- Пергамин в качестве разделяющего слоя
- Плита перекрытия (ровная или под уклоном)
- Скаты и водоотвод с кровли: Во многих случаях уклона плоской крыши недостаточно. Изменения цвета поверхности крыши, обрастание водорослями и стоячая вода являются индикаторами недостаточного ската. Водоотвод с кровли ведет либо внутрь (дождеприёмник), либо наружу. Особенное внимание следует уделить соединению дождеприёмника с герметизирующим слоем.
- Внедрения в кровлю: установление необходимых внедрений в кровлю, таких как вентиляционные каналы, вентиляционные шахты, структурные внедрения для балюстрад или иных надстроек.
- Видимые дефекты герметизирующего слоя: вмятины, трещины, разошедшиеся швы.
- Видимые дефекты элементов: недостаточно многослойная кромка, стыки с внедрениями в кровлю, покрытие парапета кровли, т.п.
- Отвод дождевой воды: дождевая вода – водосток (да/нет); герметичность самотечной системы водоотвода (наружный водосток и горизонтальные трубы); материал наружного водостока и горизонтальных труб водостока.
- Осмотр кровельной плиты:
  - Снизу: очевидные изменения цвета, пятна влаги, отслоение краски и/или штукатурки на стенах, плесневый грибок, т.п. являются признаками протекания крыши.
  - Долговременная подверженность проникновению влаги в кровельную плиту, а также обнажение арматуры требует получения заключения от специалиста по строительным конструкциям
- Диагностика крыши по обнаружению влаги, которая проникает в конструкцию крыши. Существует несколько методов для обнаружения «залелей» воды, например: получение изображения термографическим способом и составление карты мест проникновения влаги без внедрения в крышу. Если есть подозрение, что слой термоизоляции заполнен влагой, герметизирующий слой крыши следует вскрыть в нескольких местах, чтобы выяснить фактическую структуру слоев крыши, количество влаги и получить достаточно информации для квалифицированного предложения по модернизации.
- Необходимость оборудования установленного на крыше – такого как антенны, вентиляционное оборудование, т.п.

### 2.2.2 Описание типовых мер по модернизации

Подходящие меры по модернизации должны быть отобраны исходя из результатов структурного исследования. Большинство проектов требуют комплексной модернизации, состоящей из таких мер:

- Удаление существующих слоев конструкции плоской крыши вплоть до кровельной плиты;
- Установка новой, передовой конструкции плоской крыши, состоящей из таких слоев (см. Рис. 5):
  - Грунтовка



- Влагоизоляция
- Термоизоляционные плиты – приклеенные или механически зафиксированные (пенополистирол, экструдированный пенополистирол, полиуретан/полиизоцианурат, минеральная вата, ...)
- Гидроизоляционная мембрана (битумная мембрана, синтетическая мембрана, наливные системы)
- Защитная мембрана (по необходимости, в случае наличия дополнительных слоев над гидроизоляцией)
- Гравийный слой (или «зеленая крыша») сверху, в качестве дополнительной УФ-защиты и защиты против механических повреждений (необязательно).
- Минимальный уклон крыши должен быть 2%.
- Дождевые воды - водостоки (желоба) должны быть частью системы конструкции плоской крыши и должны быть внедрены очень тщательно (см. Рис. 10).
- Системы самотечного водоотвода внутри здания должны быть обновлены. Существующие (зачастую чугунные) водосточные стояки должны быть заменены на теплоизолированные полипропиленовые трубы.
- Должны быть обеспечены меры безопасности для проведения будущих технических работ – такие как одиночные опорные точки или система со страховочным тросом.
- После установки новой конструкции крыши, следует проверить качество гидроизоляции (напр. затопив крышу, искать протечки с помощью картирования вектора напряжённости электрического поля, т.п.). Это должно быть частью процедуры окончательной приёмки.
- Соединения герметизирующей мембраны должны быть тщательно прикреплены к возвышающимся элементам, таким как парапет крыши (см. Рис. 6). Края кровли должны быть тщательно укрыты гидроизолирующим фартуком (см. Рис. 11, Рис. 12). Все металлические фартуки и водосточные желоба должны исполняться из листового цинка или оцинкованного металлического листа.
- По возможности, рекомендуется максимально избегать внедрений в конструкцию крыши. Внедрения в кровлю, которых нельзя избежать, такие как вытяжные шахты вентиляции, вентиляционные каналы, S-образные трубы для прокладки кабеля, т.п. должны быть интегрированы в новую конструкцию крыши с наименьшим возможным количеством тепловых мостов.
- Сборные бетонные панели, которые не закреплены и не нарушают целостность плоской крыши, (предпочтительно над центральной несущей частью, в соответствии с оценкой эксперта по строительным конструкциям) должны использоваться в качестве основания для необходимого технического оборудования (внешние агрегаты для вентиляционной системы, антенны, солнечные коллекторы, фотоэлектрические панели, т.п.).
- Соединение плоской крыши со свесом карниза, парапетом крыши и выступающими элементами здания должно быть тщательно проработано.
- Все строительные работы должны выполняться должным образом обученными и квалифицированными рабочими.
- Плоская крыша должны быть разделена на сектора с максимальной площадью в 200 м<sup>2</sup> (в соответствии с максимальной дневной рабочей нагрузкой). Надлежащие дневные/конструкционные швы должны производиться в конце каждого рабочего дня для обеспечения временной герметичности. Для последующего технического обслуживания и контроля, в каждый сектор крыши должен быть интегрирован ламповый колодец (инспекционный канал).

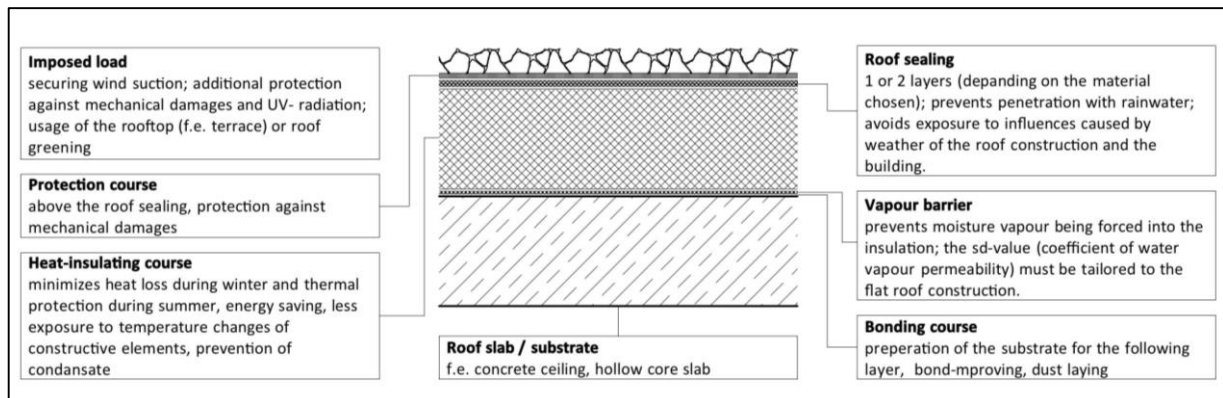


Рис. 5: Конструкция теплой крыши после термо-модернизации, в разрезе

<p><b>Imposed load</b> – Дополнительная нагрузка securing wind suction; additional protection against mechanical damages and UV-radiation; usage of the rooftop (f.e. terrace) or roof greening – защита от давления ветра на отрыв; дополнительная защита от механических повреждений и УФ-излучения; использование крыши (напр. терраса) или озеленение крыши</p> <p><b>Protection course</b> – Защитный слой above the roof sealing, protection against mechanical damages – над гидроизоляцией крыши, защита от механических повреждений</p> <p><b>Heat-insulating course</b> – Термоизоляционный слой minimizes heat loss during winter and thermal protection during summer, energy saving, less exposure to temperature changes of constructive elements, prevention of condensate – минимизирует потери тепла в зимний сезон и обеспечивает теплозащиту в летний, энергосберегающий, элементы здания менее подвержены влиянию перепадов температуры, предотвращает образование конденсата</p> <p><b>Roof slab/substrate</b> – Плита крыши/основание f.e. concrete ceiling, hollow core slab – напр. бетонный потолок, многпустотная железобетонная плита</p> <p><b>Roof sealing</b> – Гидроизоляция крыши 1 or 2 layers (depending on the material chosen); prevents penetration with rainwater; avoids exposure to influences caused by weather of the roof construction and the building – 1 или 2 слоя (зависит от выбранного материала); предотвращает проникновение дождевой воды; препятствует влиянию погодных условий на конструкцию крыши и здания</p> <p><b>Vapour barrier</b> – Влагоизоляция prevents moisture vapour being forced into the insulation, the sd-value (coefficient of water vapour permeability) must be tailored to the flat roof construction – предотвращает проникновение водного пара в термоизоляционный слой, sd-коэффициент (коэффициент водопаропроницаемости) должен быть подобран для конструкции плоской крыши</p> <p><b>Bonding course</b> – Связывающий мост preparation of the substrate for the following layer, bond-improving, dust-laying – подготовка подложки для следующего слоя, улучшает связывание, связывает пыль</p>	
--	--

## 2.3 Требования к материалам

Не требующие вентиляции конструкции плоской крыши понимаются как система, потому все компоненты должны быть хорошо подобраны. Конкретные слои системы зависят от следующих аспектов:

- Конструкции кровли (железобетонная кровельная плита, облегченная конструкция кровельной плиты, т.п.)
- Нагрузки, которые будет должна выдерживать крыша (требования по дополнительной нагрузке на крышу, напр. вентиляционная установка)
- Целевое назначение крыши (для хождения только во время технических работ, терраса на крыше, «зеленая крыша»)



- Выбранный гидроизоляционный материал (битумная мембрана, синтетическая мембрана, наливные системы)
- Местные нормы нагрузки по ветру и снегу

Не требующие вентиляции конструкции плоской крыши содержат следующие основные компоненты:

- Грунтовка
- Влагоизоляция
- Термоизоляционные плиты – приклеенные или механически зафиксированные (пенополистирол, экструдированный пенополистирол, полиуретан/ полиизоцианурат, минеральная вата, ...)
- Гидроизоляционная мембрана (битумная мембрана, синтетическая мембрана, наливные системы)
- Защитная мембрана (по необходимости, в случае наличия дополнительных слоев над гидроизоляцией, напр. гравийного слоя)

Использоваться должны только утверждённые и сертифицированные (Европейский сертификат соответствия) материалы.

### 2.3.1 Влагоизоляция

Влагоизоляция под теплоизоляцией предотвращает попадание в термоизоляцию влаги в виде испарения под термальным давлением изнутри здания.

В общем, влагоизоляция должна иметь в 6 раз большую герметичность, чем остальные слои, от внутренних к внешним. Самой важной характеристикой влагоизоляции является sd-показатель (коэффициент водопаропроницаемости). Чем выше sd-показатель, тем меньше водного пара проходит через элемент здания. Влагоизоляция (в отличие от влаго-замедлителя) имеет sd-показатель в минимум 1.5 м. Наиболее распространенными материалами для влагоизоляции являются:

- Синтетические мембраны (полиэтилен, полиэфирная монтажная пленка)
- Алюминиевая фольга, также в комбинации с другими материалами
- Битумная мастика

Влагоизоляция на основе битума, как правило, самоклеящаяся. Также на рынке представлены продукты, у которых верхняя поверхность имеет активируемый горелкой битумный связывающий компонент для приклеивания к термоизоляции. Часто влагоизоляция используется как временная гидроизоляция. Поскольку большинство распространенных битумных материалов имеют в себе алюминиевое армирование, важно, чтобы они не подвергались УФ-излучению долгое время, из-за возможных повреждений. Места стыковки влагоизоляции должны быть полностью заклеены или запаянными; соединения с выступающими частями здания должны выполняться с особым вниманием к обеспечению герметичности шва (см. Рис. 6).

### 2.3.2 Термоизоляция



Технический проект должен определить тип и количество термоизоляции, требующейся для постройки, принимая во внимание такие факторы:

- Требующиеся тепловые характеристики («общий коэффициент теплопроводности U») крыши (рекомендуемое максимальное значение U-коэффициента крыши: 0,2Вт/м<sup>2</sup>К)
- Предполагаемые нагрузки на кровельную плиту.
- Необходимая компрессионная прочность (способность изоляционного материала выдерживать нагрузки, налагаемые непосредственно на поверхность системы крыши).
- Уровень и тип движения, которое будет происходить на крыше, как во время, так и после строительных работ.
- Совместимость с другими кровельными компонентами.
- Необходимая огнеупорность.
- Необходимые акустические характеристики.
- Экологические характеристики.

Наиболее распространенными материалами для конструкции плоской теплой крыши являются:

- Пенополистирол, жесткий вспененный полистирол для термоизоляции
- Экструдированный пенополистирол, жесткий экструдированный пенополистирол для термоизоляции (в основном, используется для конструкции инвертированной крыши)
- Полиуретан/полиизоцианурат, жесткая уретановая пена с/без алюминиевой фольги с двух сторон
- Минеральная вата для термоизоляции, жесткая минеральная вата (стекловата) в плитах; невоспламеняемая
- Вакуумная изоляционная панель (эта изоляционная панель специально разработана для обеспечения высоких тепловых характеристик в местах, где есть ограничения по высоте)

Тип изоляции	Лямбда Вт/(м.К)	Огнеупорность (EN-13501-1)	Разрешенная нагрузка давлением	Изоляция под уклоном
Пенополистирол – W25	0,36	Класс E (горючий)	0,03 Н/мм <sup>2</sup>	да
Экструдированный пенополистирол (CO2)	0,38	Класс E (горючий)	0,3 Н/мм <sup>2</sup>	Не подходит для конструкции теплой крыши
Минеральная вата	0,04	Класс A1 (не горючий)	0,13 Н/мм <sup>2</sup>	да
Полиуретан/полиизоцианурат с алюминиевым наружным покрытием	0,022	Класс E (горючий)	0,12 Н/мм <sup>2</sup>	нет

Полиуретан/ полиизоцианурат (плоский или скошенный)	0,027 < 80 мм 0,026 80 мм - < 120 мм 0,025 ≥120 мм	Класс Е (горючий)	0,12 Н/мм <sup>2</sup>	да
Пеностекло	0,041	Класс А1 (не горючий)	0,6 Н/мм <sup>2</sup>	да

Таблица 1: Ключевые характеристики различных материалов для термоизоляции

Сравнение различных материалов для термоизоляции, с целью получить U-коэффициент в 0,18 Вт/м<sup>2</sup>.К

Тип изоляции	Толщина (мм)	Вес (кг/м <sup>2</sup> )
Пенополистирол – W25	200	5,0
Экструдированный пенополистирол	200	7,0
Минеральная вата	200	26,0
Полиуретан/ полиизоцианурат с алюминиевым наружным покрытием	120	3,6
Полиуретан/ полиизоцианурат (плоский или с скошенный)	140	4,2
Пеностекло	210	26,3

Таблица 2: Различные материалы для термоизоляции, нацеленные на достижение U-коэффициента в 0,18 Вт/м<sup>2</sup>.К<sup>1</sup>

Для термо-модернизации структуры плоской крыши рекомендуется использовать скатные (скошенные) материалы для уменьшения прилагаемой нагрузки и улучшения дренажного стока, вместо того, чтобы встраивать их в структуру. Для термоизоляционного материала в сочетании с битумной гидроизолирующей мембраной рекомендуется жесткая уретановая пена (полиуретан/полиизоцианурат). Она есть в виде скатных (скошенных) изоляционных материалов, имеет небольшой вес и, если действовать в соответствии с инструкциями производителя, может использоваться с горячими битумными материалами.

<sup>1</sup> <http://www.bauder.co.uk/technical-centre/flat-roof-design-guide/thermal-insulation>; принимался во внимание только курс по термоизоляции; пенополистирол дополнялся авторами

Элементы здания	Рекомендуемые максимальные U-коэффициенты <sup>2</sup> Вт/(м².К) компонентов здания	Термоизоляционные материалы, макс. λ
Плоские крыши	0,2	Пенополистирол/экструдированный пенополистирол/Полиуретан-полиизоцианурат/минеральная вата; $\lambda \leq 0,04$ Вт/(м.К)
Принимая во внимание типовые структуры пола, такие как железобетонные плиты, толщина термоизоляции (в среднем) должна быть минимум 18 см.		

Таблица 3: Рекомендуемые максимальные U-коэффициенты элементов здания, термоизоляционные материалы

### 2.3.3 Гидроизоляционная мембрана

Все гидроизоляционные материалы и прочие системные компоненты (подложка, верхнее покрытие) должны быть частью утверждённой гидроизоляционной системы и должны поставляться одним производителем.

В целом, несколько материалов доступны для использования в качестве гидроизоляционной мембраны.

- Битумная мембрана: армированные стекловолокном высокоэластичные битумные мембраны, наносимые в два слоя (подложка, верхнее покрытие); возможен тепло-активируемый и самоклеящийся способ нанесения.
- Синтетическая мембрана: наносится в один слой: ПВХ Поливинилхлоридная мембрана, МПО мягкая полиолефиновая мембрана; толщина 1,2 – 2,0 мм, возможен монтаж на механическом крепеже или на клею.
- Структурная гидроизоляция: термопластичный прорезиненный битумный асфальт; используется для строительства дорог и мостов.
- Холодные наливные системы: быстротвердевающий гидроизолирующий полимер, который наносится в два слоя «мокрым-по-мокрому», с прокладкой армирующего флиса между слоями; может использоваться на основных площадях крыши, а также в сложных местах соединения и швов (к порогу, водостоку, желобу, т.п.) в комбинации с битумной мембраной.

В существующих зданиях, наиболее распространенной гидроизоляционной мембраной в странах, где реализуются проекты, является битумная гидроизоляционная мембрана, поэтому

<sup>2</sup> U-коэффициенты в соответствии с ENEC 2009: немецким законом "Положение об энергосбережении при строительстве и эксплуатации зданий 2009" для модернизации зданий (Приложение 3, таблица 1)

рекомендуется использовать такую гидроизоляционную мембрану для термо-модернизации здания.

### Битумная мембрана<sup>3</sup>

- Подложка: для нанесения поверх термоизоляции из полиуретана/полиизоцианурата должна использоваться самоклеящаяся эластичная битумная мембрана с армированием стекловолокном; толщина 3 мм, минимальные технические характеристики:
  - Деформация разрыва: длина  $\geq 1.000$  Н/50 мм, диагональ  $\geq 1.000$  Н/50 мм
  - Эластичность на разломе армирования: длина  $\geq 2\%$  диагональ  $\geq 2\%$
  - Испытание на холодный загиб:  $-25^{\circ}\text{C}$
  - Температура размягчения:  $+100^{\circ}\text{C}$
- Верхнее покрытие: следует использовать наносимую при помощи горелки и рассчитанную на высокую нагрузку эластичную битумную мембрану с отличной гибкостью при низких температурах, а также очень хорошим сопротивлением старению и воздействию атмосферных условий. Для применения в условиях воздействия окружающей среды нужно использовать мембрану с минеральным покрытием, для «зеленых крыш» - устойчивую к воздействию корней мембрану, наносимую при помощи горелки. Толщина 5 мм, предпочтительные технические характеристики:
  - Деформация разрыва:  $\geq 1.000$  Н/50 мм
  - Эластичность на разломе армирования:  $\geq 45\%$
  - Испытание на холодный загиб:  $-36^{\circ}$
  - Температура размягчения:  $+120^{\circ}\text{C}$

По соображениям пожаробезопасности (см. местные стандарты и нормы) может быть необходим дополнительный гравийный слой поверх битумной мембраны. Для предотвращения механических повреждений гидроизоляционной мембраны и для обеспечения дополнительной защиты от УФ-излучения, мы рекомендуем применение защитной мембраны (материал из переработанной резиновой крошки) и гравийный слой в любом случае.

## 2.4 Важные детали строительства

### 2.4.1 Соединение конструкции плоской крыши с выступающими элементами здания (стены, парапет крыши, т.п.)

- Скат кровли  $\geq 5^{\circ}$  требует как минимум 15 см высоты соединения над поверхностью покрытия крыши. Скат кровли более  $5^{\circ}$  требует как минимум 10 см. В районах, где выпадает много снега, высота соединения должна быть увеличена.<sup>4</sup> В общем, рекомендуется выполнение высоты соединения в 30 см.
- Соединительная мембрана (к мембране крыши) должна быть механически зафиксирована в районе верхнего края для предотвращения соскальзывания мембраны, напр. при помощи прижимной планки (см. Рис. 6).

<sup>3</sup> EN 13970: 2007 02 01 Гибкий листовой материал для гидроизоляции – Битумные слои контроля водного пара - Определения и характеристики

<sup>4</sup> Минимальные требования в соответствии с немецким «Строительные правила для герметизации» (руководство по конструкциям плоских крыш)



- Проникновение влаги под мембрану крыши должно быть предотвращено применением герметичного соединения с использованием, например, профилей, которые защищены от дождя или гидроизолирующим покрытием стены (см. Рис. 6)
- Клиновый зажим (напр. из термоизолирующего материала) должен использоваться для соединения крыши с выступающими элементами здания при помощи двуслойной битумной мембраны крыши (см. Рис. 6).

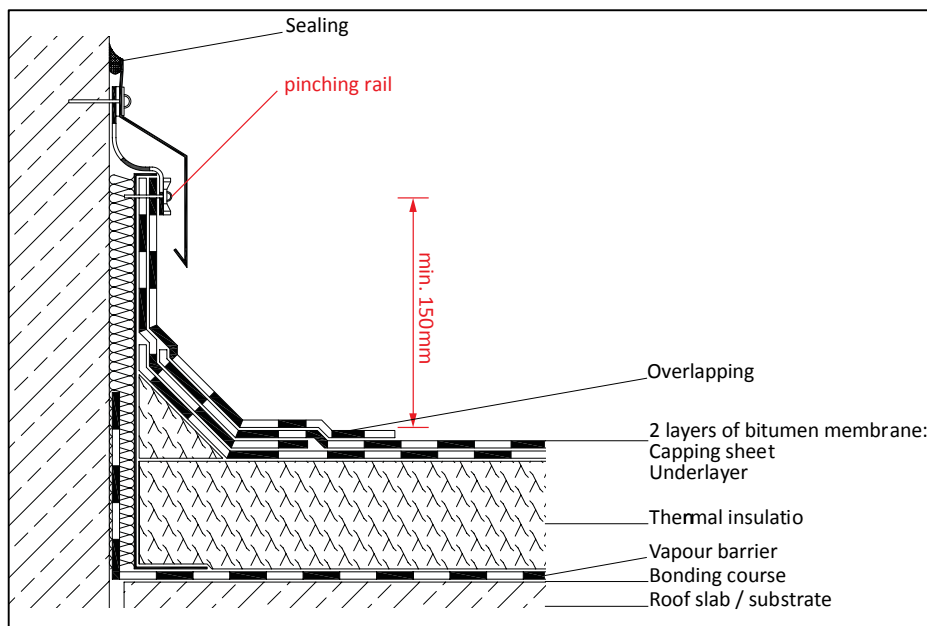


Рис. 6: Соединение конструкции плоской крыши и выступающих элементов здания<sup>5</sup>

Sealing – Гидроизоляция

Pinching rail – Прижимная планка

min. 150 mm – мин. 150 мм

Overlapping – Внахлест

2 layers of bitumen membrane: - 2 слоя битумной мембраны:

Capping sheet – Верхний слой

Underlayer – Подложка

Thermal insulation – Термоизоляция

Vapour barrier – Влагоизоляция

Bonding course – Связывающий мост

Roof slab/substrate – Плита крыши/основание

#### 2.4.2 Соединения с внедрениями в крышу

Дымоходы, вентиляционные шахты и трубы, бордюры для легких куполов, колонн, мачт, креплений, т.п. относят к внедрениям в крышу. В целом, внедрений в крышу следует избегать насколько это возможно, поскольку они являются слабыми местами гидроизоляционного слоя.

<sup>5</sup> Источник: взято из брошюры «Плоские кровельные системы», автор – Баудер [Bauder]

([http://www.bauder.at/fileadmin/bauder.at/daten/downloads/Flachdach/FD\\_Projekte/Details/Bauder\\_Detailkonstruktionen\\_Bitumen\\_Projekt\\_0513\\_AT.pdf](http://www.bauder.at/fileadmin/bauder.at/daten/downloads/Flachdach/FD_Projekte/Details/Bauder_Detailkonstruktionen_Bitumen_Projekt_0513_AT.pdf))

Несколько внедрений в крышу следует объединять в одно большое. Следующие важные моменты следует учитывать при ведении проектных работ:

- Внедрения в крышу должны рассматриваться как соединения. Их можно исполнять или при помощи клейкого фланца, преформированной уплотняющей прокладки, зажимного соединения, или при помощи наливной системы гидроизоляции.
- Расстояние между внедрениями в крышу и другими элементами здания, такими как соединения с выступающей стеной, деформационными швами или краем крыши должно быть минимум 300 мм (предпочтительно 500 мм). Это обеспечит создание высококачественного и прочного соединения. Внешняя граница фланца является определяющей.
- Соединительный фланец одного внедрения трубы должен быть поднят вверх от водоносного слоя.

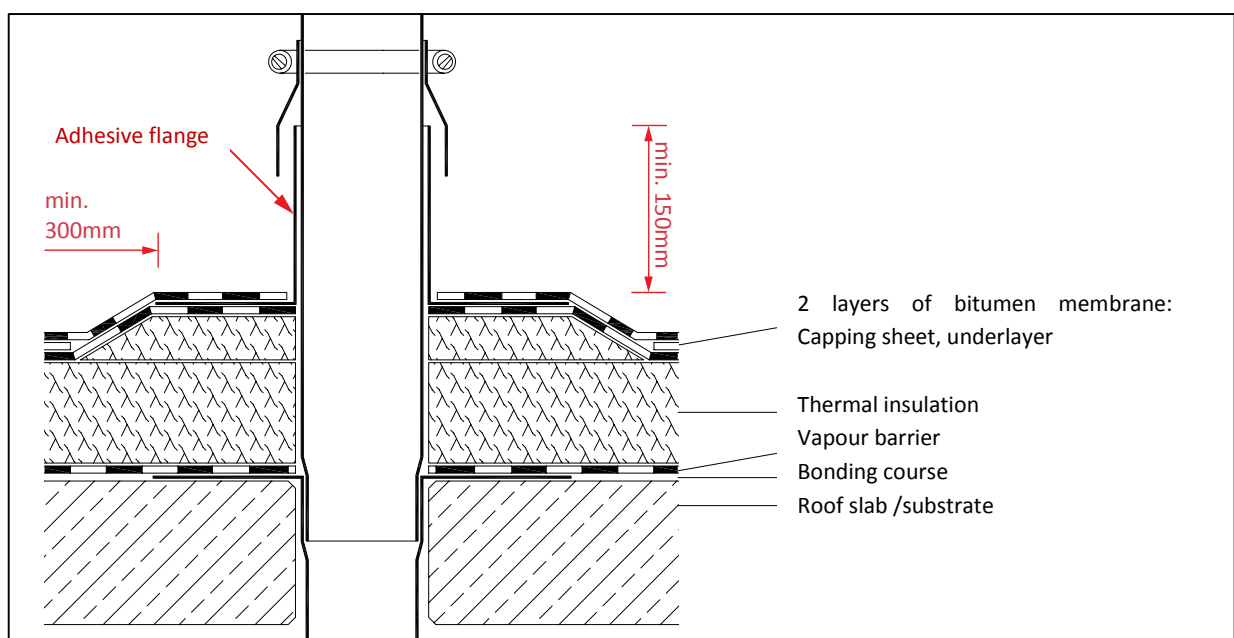


Рис. 7: Соединение с внедрением в крышу при помощи клейкого фланца

Adhesive flange – Клейкий фланец

min. 300 mm – мин. 300 мм

min. 150 mm – мин. 150 мм

2 layers of bitumen membrane: Capping sheet, underlayer – 2 слоя битумной мембраны: Верхний слой, подложка

Thermal insulation – Термоизоляция

Vapour barrier – Влагоизоляция

Bonding course – Связывающий мост

Roof slab | substrate – Плита крыши/основа

### 2.4.3 Соединение с дверью

- Высота соединения должна быть мин. 150 мм над поверхностью покрытия крыши (гравийного слоя, жёсткого пола). Это должно помешать воде проникнуть через порог в здание при суровых погодных условиях (сильный дождь, снегопад, т.п.)

- Сокращение высоты до 50 мм возможно, при условии, что установлена система водоудержания для террас/крыш (напр. дренажные каналы с решетчатой крышкой).
- Безбарьерные соединения являются специфическими конструкциями и требуют координации между архитектором и исполнителем, также как и дополнительных измерений.

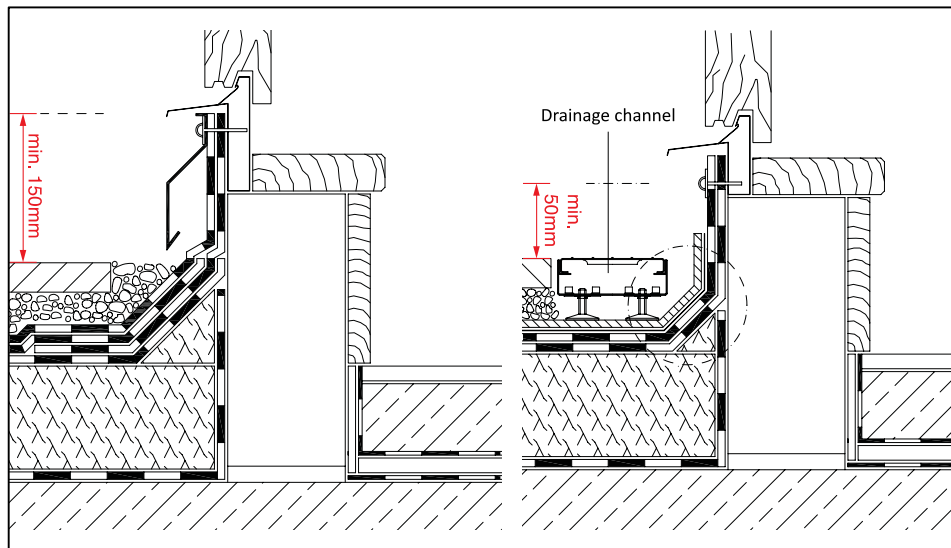


Рис. 8: Соединение с дверью, схематический чертёж

min. 150 mm – мин. 150 мм

min. 50 mm – мин. 50 мм

Drainage channel – Дренажный канал

#### 2.4.4 Деформационные швы

- Деформационные швы должны быть подняты над водоносным слоем и должны быть выполнены в виде возвышения на поверхности крыши (напр. с использованием клинышка, сделанного из термоизоляционного материала или стойки).
- Части крыши, которые разделены деформационными швами, должны дренироваться независимо.
- Влагоизоляция также должна включать в себя деформационные швы.

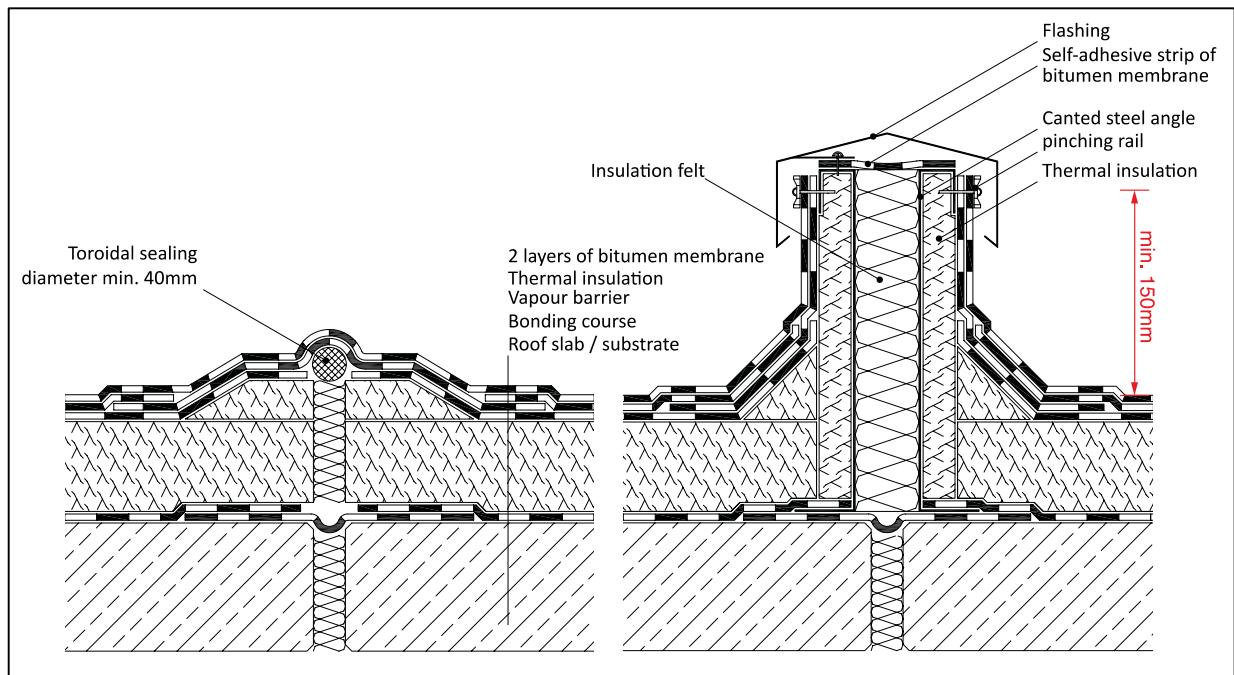


Рис. 9: Деформационные швы: исполнение с использованием клинышка и стойки (для больших деформаций)

Toroidal sealing – Тороидальная гидроизоляция  
diameter min. 40 mm – диаметр мин. 40 мм

2 layers of bitumen membrane: Capping sheet, underlayer – 2 слоя битумной мембраны: Верхний слой, подложка

Thermal insulation – Термоизоляция

Vapour barrier – Влагоизоляция

Bonding course – Связывающий мост

Roof slab /substrate – Плита крыши/основа

Insulation felt – Войлочная теплоизоляция

Flashing – Защитный кровельный фартук

Self-adhesive strip of bitumen membrane – Самоклеящаяся полоска битумной мембраны

Canted steel angle – Завальцованный стальной уголок

pinching rail – прижимная планка

Thermal insulation – Термоизоляция

min. 150 mm – мин. 150 мм

#### 2.4.5 Водоотвод с кровли

- Плоские крыши с водоотводом внутрь должны иметь как минимум два выходных отверстия или одно выходное и одно безопасное отверстие (напр. водосток). Выходные отверстия должны находиться в самых нижних точках крыши.
- Водосточные воронки должны быть зафиксированы в суб-структуре крыши. Для термоизолированных структур крыш с влагоизоляцией, водосточная воронка из двух частей должна использоваться для того, чтобы соединить влагоизоляцию и гидроизолирующую мембрану. Если под ними есть какие-либо отапливаемые помещения, следует использовать только термоизолированные водосточные воронки.
- Для технического обслуживания водосточные воронки должны быть легкодоступны: для террас над воронками должна быть установлена съемная решетка; независимо



движущееся покрытие террасы должно быть гарантированно по направлению к воронке для предотвращения повреждений. В случае озеленения крыши или покрытия гравийным слоем, воронку следует обойти.

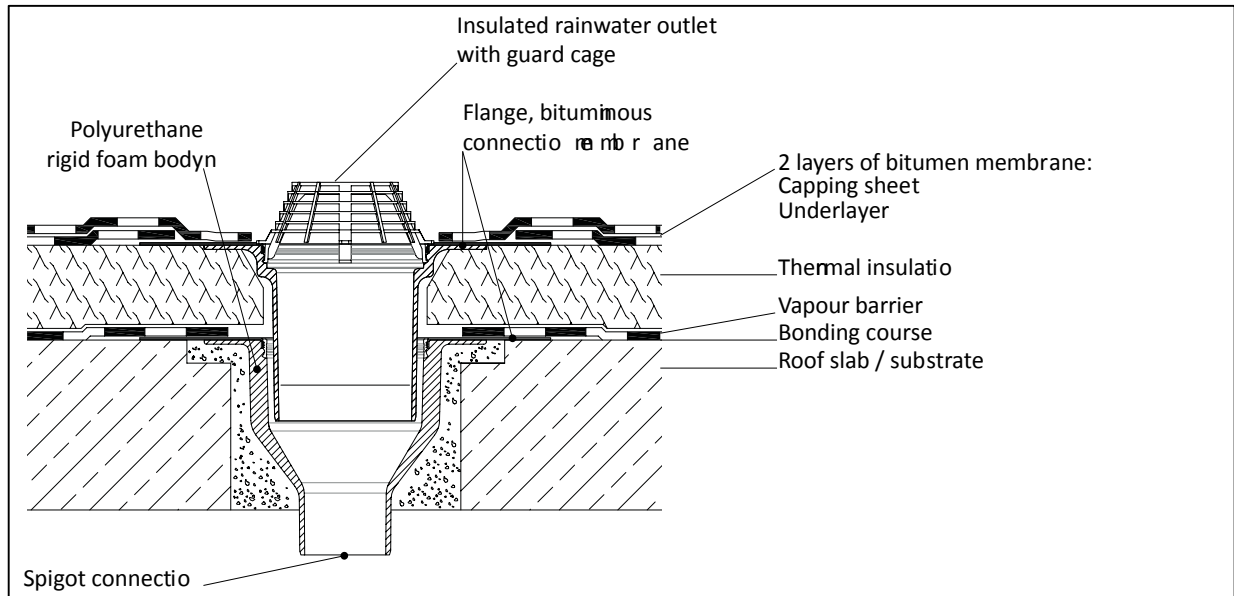


Рис. 10: Схематический чертёж воронки из двух частей для термоизолированной крыши с влагоизоляцией и обычной системой самотёчного дренажа

Polyurethane rigid foam body – Корпус из жёсткого пенополиуретана

Spigot connection – Раструбное соединение

Insulated rainwater outlet with guard cage – Термоизолированный отвод дождевой воды с предохранительной решёткой

Flange, bituminous connection membrane – Фланец, соединение битумной мембраны

2 layers of bitumen membrane: Capping sheet, underlayer – 2 слоя битумной мембраны: Верхний слой, подложка

Thermal insulation – Термоизоляция

Vapour barrier – Влагоизоляция

Bonding course – Связывающий мост

Roof slab / substrate – Плита крыши/основа

#### 2.4.6 Конструктивная схема свеса крыши

- В случае водоотвода наружу, с подвесными водосточными желобами, место соединения с мембраной крыши должно быть прикрыто гидроизолирующим фартуком.
- Деревянный краевой брус или теплоизолированные металлические профили могут использоваться для закрепления гидроизолирующего фартука. Они должны быть на 10 мм ниже, чем термоизолирующий слой.
- Кронштейн жёлоба должен быть установлен заподлицо с краевым брусом.

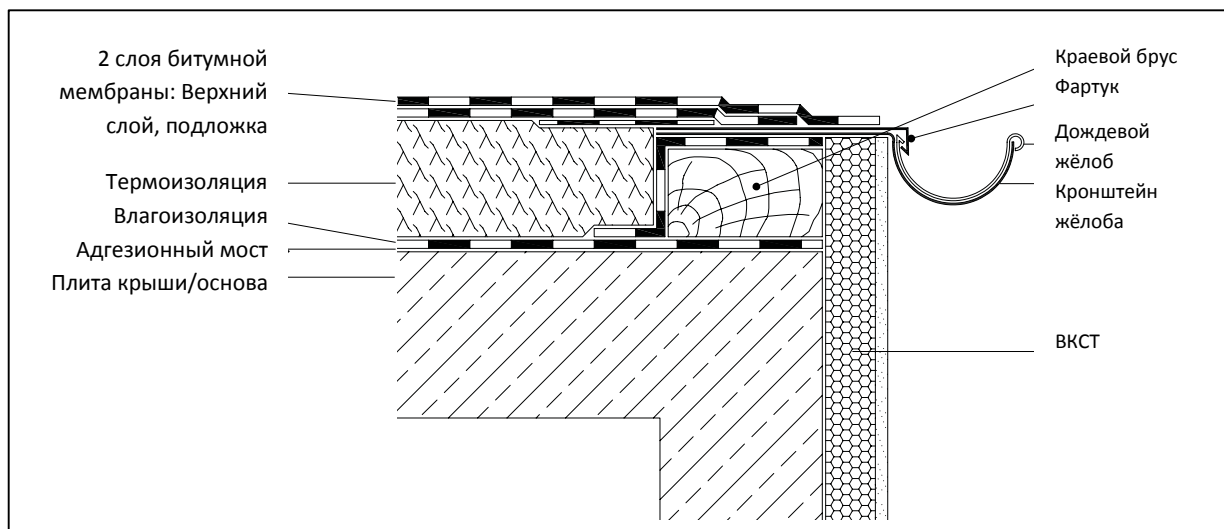


Рис. 11: Схематический чертёж конструкции свеса крыши с деревянным краевым брусом и подвесным водосточным желобом

#### 2.4.7 Край крыши

- По краям крыши необходимо установить краевой брус или парапет (кроме случаев водоотвода наружу с подвесным водосточным желобом).
- Следует выполнить либо краевой профиль (профиль из одной или многих частей), либо парапет с покрытием из листового железа.
- Мин. высота края крыши должна быть 10 см над поверхностью крыши (гравий, жёсткий пол, т.п.) при макс. скате крыши в 5°. Скат крыш в более чем 5° уменьшает высоту края крыши до минимума в 5 см.
- Внешний фланец краевого бруса или покрытие должны идти внахлест на верхний край штукатурки или поверхности фасада минимум на:
  - 5 см для зданий высотой до 8 м
  - 8 см для зданий высотой 8 – 20 м
  - 10 см для зданий высотой более 20 м
- Выступ краевого бруса или покрытия должен иметь капельник на расстоянии минимум 2 см от элементов здания, которые должны быть защищены.
- Конструкция края крыши должна выдерживать нагрузку ветра. Местные данные по ветровой нагрузке должны использоваться при детальном проектировании края крыши.
- Покрытие парапета крыши всегда должно осушаться в сторону крыши (мин. 5°)

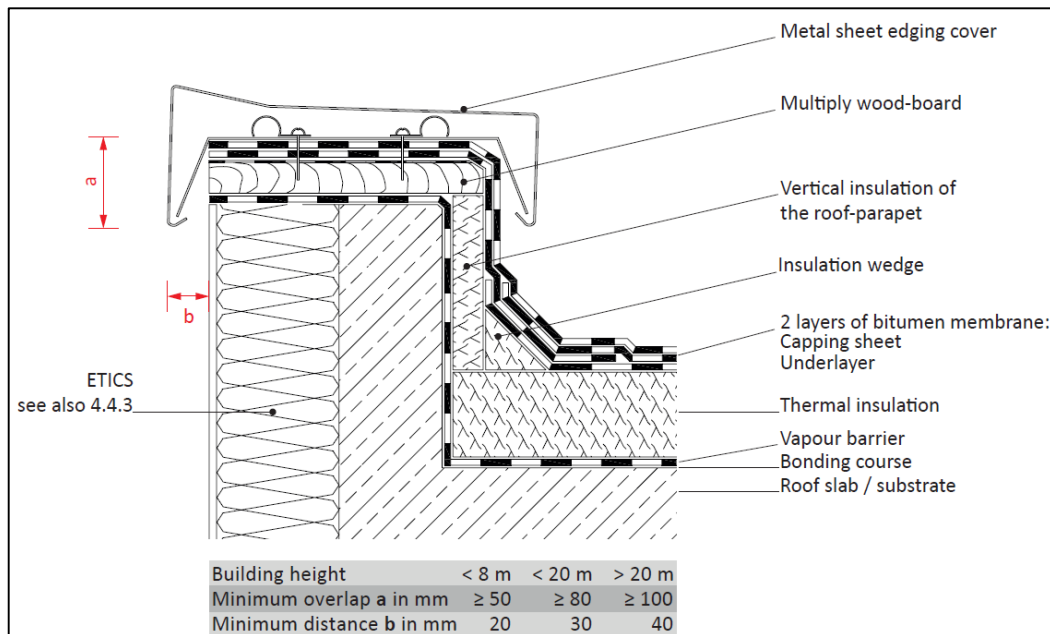


Рис. 12: Схематический чертёж парапета крыши с покрытием из листового металла, которое осушается в сторону крыши. Захлест (a) и (b) зависит от высоты здания

Metal sheet edging cover – Покрытие из листового металла  
 Multiply wood-board – Многослойная древесная плита  
 Vertical insulation of the roof-parapet – Вертикальная термоизоляция парапета крыши  
 Insulation wedge – Изоляционный клин  
 2 layers of bitumen membrane: Capping sheet, underlayer – 2 слоя битумной мембраны: Верхний слой, подложка  
 Thermal insulation – Термоизоляция  
 Vapour barrier – Влагоизоляция  
 Bonding course – Связывающий мост  
 Roof slab /substrate – Плита крыши/основа  
 ETICS – ВКСТ  
 see also 4.4.3 – см. также 4.4.3  
 Building height <8m <20m >20m – Высота здания <8м <20м >20м  
 Minimum overlap **a** in mm – Минимальный захлест **a** в мм  
 Minimum distance **b** in mm – Минимальное расстояние **b** в мм

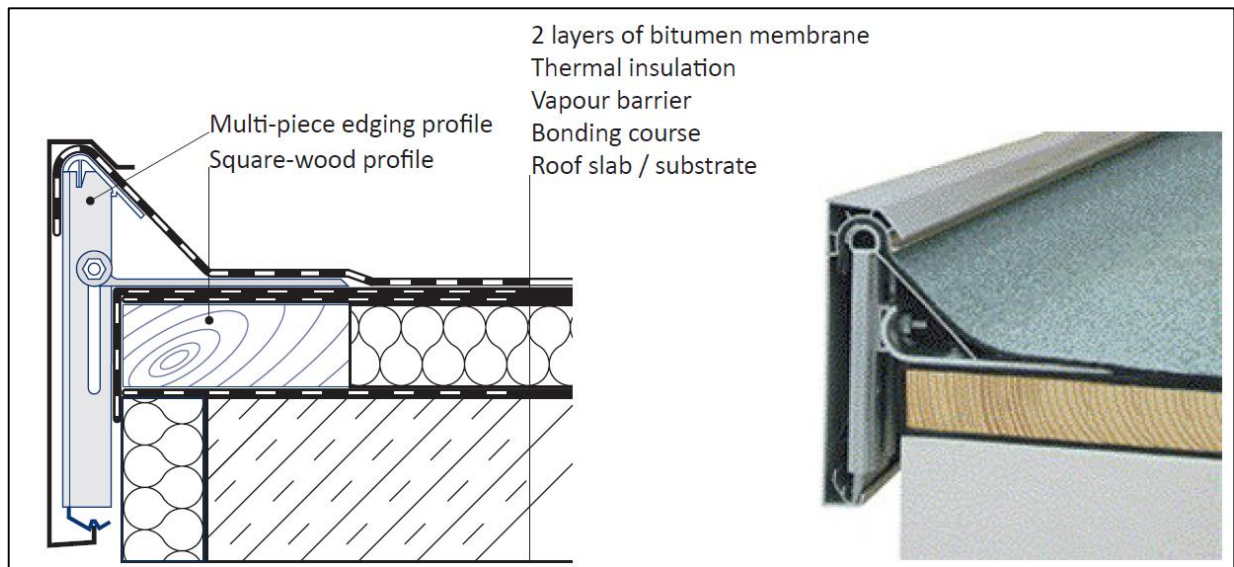


Рис. 13: Схематический чертёж краевого профиля из нескольких частей<sup>6</sup>

Multi-piece edging profile – Краевой профиль из нескольких частей  
Square-wood profile – Квадратный деревянный профиль

2 layers of bitumen membrane: Capping sheet, underlayer – 2 слоя битумной мембраны: Верхний слой, подложка  
Thermal insulation – Термоизоляция  
Vapour barrier – Влагоизоляция  
Bonding course – Связывающий мост  
Roof slab /substrate – Плита крыши/основа

<sup>6</sup> Источник: <http://polybit.de/downloads/broschueren/Classic.pdf>

## 3 Термо-изоляция зданий с холодной крышей

### 3.1 Типовые меры модернизации для крыш и верхних этажей

Применение термоизоляции по линии потолка панели перекрытия или неотапливаемого технического этажа обеспечивает экономичное решение для улучшения энергоэффективности здания. В случае если в качестве термоизоляции используется минеральная вата, улучшится не только термо-эффективность крыши здания, но и – как дополнительное преимущество – улучшится противопожарная защита и шумопоглощение. Установка поверхности, по которой можно ходить (напр. ОСП<sup>7</sup>, стяжка) поверх изоляции, обеспечит доступность для технических работ.

Для конструкции скатной кровли следует учитывать следующие важные аспекты:

- Конструкция крыши должна быть водонепроницаемой и в исправном техническом состоянии.
- Если используется металлическая облицовка, следует использовать либо суб-кровельную мембрану, либо анти-конденсатное покрытие со стороны, обращенной к чердаку, для того, чтобы предотвратить проникновение водного конденсата в изоляцию.
- Несущие конструкции крыши должны отвечать структурным потребностям – рекомендуется предварительно провести экспертизу конструкции.
- Чердак должен быть недоступен для птиц и прочих животных.
- Местные требования по пожарной безопасности.

Во многих секционных домах советской постройки технический этаж располагался над последним жилым этажом и под конструкцией (плоской) крыши. Технические этажи, как правило, являются неотапливаемыми помещениями. Если технический этаж используется для сервисного оборудования, следует установить прочную, не образующую пыль и выдерживающую нагрузки конструкцию пола над термоизоляцией (напр. затирка цементной стяжки с последующей герметизацией стяжки).

При термоизоляции технического этажа следует принимать во внимание такие важные аспекты:

- Удельная нагрузка плиты перекрытия: часто уже имеется слой термоизоляции насыпного типа с цементной стяжкой поверх (напр. “керамзит” – легковесный вспученный керамический наполнитель). Нанесение дополнительной термоизоляции с цементной стяжкой поверх увеличит удельную нагрузку. Необходимо предварительно провести экспертизу конструкции или разобрать имеющуюся конструкцию пола.
- Для избегания тепловых мостов на соединениях между стенами и потолком, стены следует термо-изолировать на высоту минимум 1 м на уровне пола.
- Должна быть предусмотрена возможность естественной вентиляции.
- Существующая крыша должна быть водонепроницаемой и в исправном техническом состоянии.
- Местные требования по пожарной безопасности.

---

<sup>7</sup> Ориентированно-стружечная плита

## 3.2 Требования к материалам

### 3.2.1 Термоизоляция крыши в случае нежилого этажа/чердака под скатной крышей

Наиболее распространенным по использованию материалом является минеральная вата<sup>8</sup>, на выбор есть каменная или стекловата, в плитах или в рулонах. Основные требования к термоизоляционному материалу:

- Открытый для диффузии
- Невозгораемый
- Влагостойкий
- Устойчивый к сжатию (обеспечивает пригодное для ходьбы и распределяющее вес покрытие)

Толщина распределяющего вес покрытия должна определяться в соответствии с такими требованиями:

- Эпизодический доступ (напр. ОСП<sup>9</sup>  $\geq 15$  мм, ДСП  $\geq 16$  мм; покрытие тогда наносится только в местах, по которым предполагается хождение при проведении ремонтно-профилактических работ)
- Использование в качестве места для хранения: (напр. ОСП  $\geq 18$  мм, ДСП  $\geq 19$  мм)<sup>10</sup>

На рынке также есть композитные элементы, которые объединяют в себе выдерживающую нагрузки термоизоляцию в виде минеральной ваты и прикрепленную гипсоволокнистую плиту (толщина 10 мм). Покрытие подходит для проведения ремонтно-профилактических работ и может быть усилено вторым слоем гипсоволокнистых плит для большей использования с большими нагрузками.<sup>11</sup>

Элементы здания	Рекомендуемые макс. значения U-коэффициента <sup>12</sup> Вт/(м <sup>2</sup> .К) компонента здания	Термоизоляционные материалы, макс. $\lambda$
Скатные крыши	0,2	Минеральная вата; $\lambda \leq 0,04$ Вт/(м.К)
С учетом типовых конструкций пола, таких как железобетонные плиты, толщина термоизоляции должна быть минимум 18 см.		

<sup>8</sup> См.: EN 13162:2015 03 15, термоизоляционные материалы для зданий – фабричного изготовления минеральная вата (ВТ) материалы - спецификации

<sup>9</sup> См.: EN 300:2006 09 01, ориентированно-стружечная плита (ОСП) - Определения, классификация и спецификации

<sup>10</sup> Указанная толщина материала зависит от плотности термоизоляционного материала. Образцовый материал: плиты минеральной ваты Роквул [Rockwool®], Тегарок Л [Tegarock®L]

<sup>11</sup> Образцовый продукт: Изовер Сен-Габен [Isover Saint-Gobain], ДиБиЭл-Си [DBL-C]

<sup>12</sup> U-коэффициенты в соответствии с ENEC 2009: немецким законом "Положение об энергосбережении при строительстве и эксплуатации зданий 2009" для модернизации зданий (Приложение 3, таблица 1)

Таблица 4: Рекомендуемая максимальная теплопроводность (U-коэффициент) элементов здания, термоизоляционных материалов

### 3.2.2 Термоизоляция полов технических этажей

Кроме термоизоляции минеральной ватой (как описано ранее), можно также использовать термоизоляцию пенополистироловыми плитами<sup>13</sup>, с покрытием цементной стяжкой с затиркой. Это позволяет давать большую весовую нагрузку. Важно, чтобы поверхность основы (плиты), на которую укладываются термоизоляционные плиты, была ровной (напр. произвести выравнивание песком) для того, чтобы гарантировать равномерное распределение нагрузки. Цементная стяжка будет являться защитой от огня для пенополистироловых плит. Основные требования к термоизоляционному материалу:

- Водоотталкивающий
- Устойчивый к сжатию (в соответствии с ожидаемыми нагрузками – цементная стяжка, оборудование, т.п.)

Элементы здания	Рекомендуемые макс. значения U-коэффициента <sup>14</sup> Вт/(м².К) компонента здания	Термоизоляционные материалы, макс. λ
Технические этажи	0,2	Минеральная вата/EPS; λ ≤ 0,04 W/(m.K)
С учетом типовых конструкций пола, таких как железобетонные плиты, толщина термоизоляции должна быть минимум 18 см.		

Таблица 5: Рекомендуемая максимальная теплопроводность (U-коэффициент) элементов здания, термоизоляционных материалов

<sup>13</sup> См.: EN 13163:2015 04 01, термоизоляционные материалы для зданий – фабричного изготовления пенополистирол (EPS) - спецификации

<sup>14</sup> U-коэффициенты в соответствии с ENEC 2009: немецким законом “Положение об энергосбережении при строительстве и эксплуатации зданий 2009” для модернизации зданий (Приложение 3, таблица 1)

### 3.3 Рекомендуемые монтажные меры

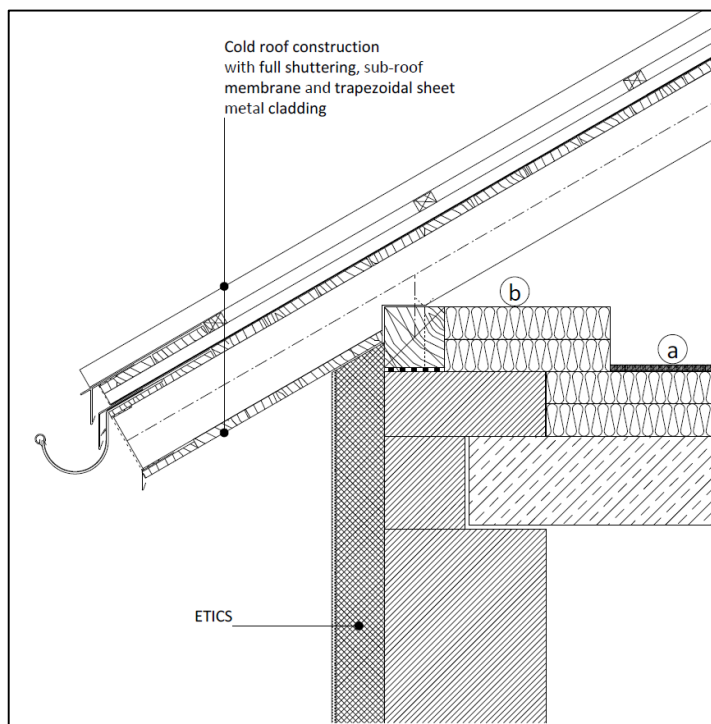


Рис. 14<sup>15</sup> Термоизоляция бетонной плиты крыши у скатной кровли

Cold roof construction with full shuttering, sub-roof membrane and trapezoidal sheet metal cladding – Конструкция холодной крыши с полным перекрытием, подкровельной мембраной и металлической облицовкой профлистом  
ETICS - ВКСТ

Деталь (a): Если самое верхнее перекрытие без промежуточных опор сделано из железобетона, то влагоизоляция и герметичная мембрана не требуются. Рекомендуется наносить термоизоляцию в два слоя (напр. 2 x 10 см минваты или пенополистироловых плит → общая термоизоляция 20 см). Во-первых, плиты легче укладывать и подгонять; во-вторых, швы между плитами можно сделать в шахматном порядке (вразбежку), чтобы свести к минимуму конвекцию в швах. Плиты флоринг-класса с клеевыми швами поверх изоляции обеспечат поверхность, по которой можно ходить.

Деталь (b): Верх кладки покрыт термоизоляционным материалом для минимизации эффекта геометрического термального моста в верхнем углу комнаты.

<sup>15</sup> Рис. 12 взят из: «Энергоэффективные обновления: принципы, детали, примеры», издательство «Дитейл» [Detail], Birkhäuser, 2007г.; стр. 31



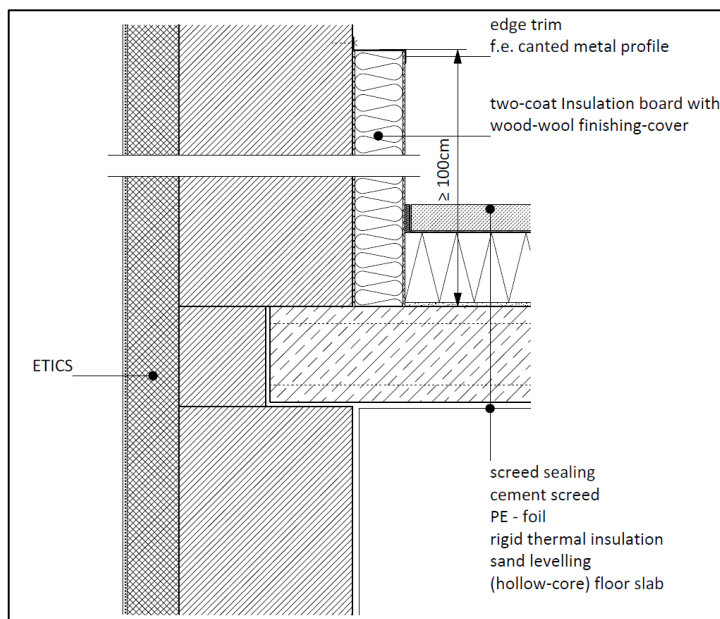


Рис. 15<sup>16</sup> Термоизоляция неотапливаемого технического этажа

edge trim – обработка края  
f.e. canted metal profile – напр. завальцованный металлический профиль

two-coat insulation board with wood-wool finishing-cover – термоизоляционная плита с двойным покрытием и отделочным покрытием из древесного волокна

100 cm – 100 см

ETICS - ВКСТ

screed sealing – гидроизоляция стяжки  
cement screed – цементная стяжка  
PE – foil – полиэфирная монтажная пленка  
rigid thermal insulation – жёсткая термоизоляция  
sand levelling – выравнивание песком  
(hollow-core) floor slab – (многопустотная) панель перекрытия

<sup>16</sup> Рис. 12 взят из: «Энергоэффективные обновления: принципы, детали, примеры», издательство «Дитейл» [Detail], Birkhäuser, 2007г.; стр. 31

## 4 Модернизация наружных стен

### 4.1 Типовые меры модернизации для наружных стен

Следующие меры обычно следует рассмотреть при реализации комплексной термо-модернизации наружных стен. Меры эти могут меняться в зависимости от фактических потребностей каждого отдельного проекта.

- Устранение всех видов оборудования, которое закреплено на внешних стенах, такого как металлические пожарные лестницы, кондиционеры, трубы, электрооборудование, т.п.
- Устранение всех элементов здания, которые выступают из фасада, таких как навесные козырьки над крыльцом и т.п., а также элементов, не имеющих конструкционной важности. Гладкость фасада обеспечивает простоту монтажа. Украшения могут быть воспроизведены с помощью специальных теплоизоляционных профилей.
- Подложка, на которую внешняя композитная система термоизоляции (ВКСТ) будет закрепляться, должна быть проверена и тщательно подготовлена.
- Применение ВКСТ на всех наружных стенах. Толщина материала термоизоляции зависит от: U-коэффициента, которого надо достичь и свойств материала для термоизоляции.
- Замена существующего тротуара вокруг здания, извлечение грунта припл. на 1 м ниже уровня земли вокруг корпуса здания для того, чтобы установить жесткую гидрофобную изоляцию.
- Изоляция цоколя примерно на 0,8 м ниже уровня земли с помощью экструдированных плит из полистирола (XPS) и дополнительного защитно-дренажного слоя. Если здание имеет отапливаемый подвал, гидрофобная изоляция и теплоизоляция должны применяться до фундамента.
- Засыпка и установка нового бетонного тротуара вокруг здания.
- Все конструкции типа навесных крыш над крыльцом, которые были устранены, должны быть заменены новыми конструкциями с наименьшим возможным количеством тепловых мостов. С особой осторожностью следует производить соединения с ВКСТ, в первую очередь, в местах, где возможны брызги воды.
- Переустановка труб, молниеотводов и оборудования (например, кондиционеры) на наружных стенах без тепловых мостов.

### 4.2 Требования к материалам

Все компоненты ВКСТ, которые закрепляются на наружных стенах, должны быть частью утвержденной и сертифицированной системы, в соответствии с ЕОТА (Европейская организация технической аттестации). Следует соблюдать соответствие следующим международным инструкциям и стандартам<sup>17</sup>:

- **ETAG 004** Инструкция по Европейскому техническому сертификату для внешних

<sup>17</sup> Перечисленные инструкции, в основном, касаются теплоизоляционных материалов типа ППС и минваты

- композиционных систем теплоизоляции со штукатуркой
- **ETAG 014** Инструкция по Европейскому техническому сертификату для пластиковых креплений для внешних композиционных систем теплоизоляции
- **EN 13162** Термоизоляционные материалы для зданий – фабричного изготовления минеральная вата (МВ) – спецификации
- **EN 13163** Термоизоляционные материалы для зданий – фабричного изготовления пенополистирол (ППС) – спецификации

Термоизоляция стандартных наружных стен состоит из следующих основных компонентов:

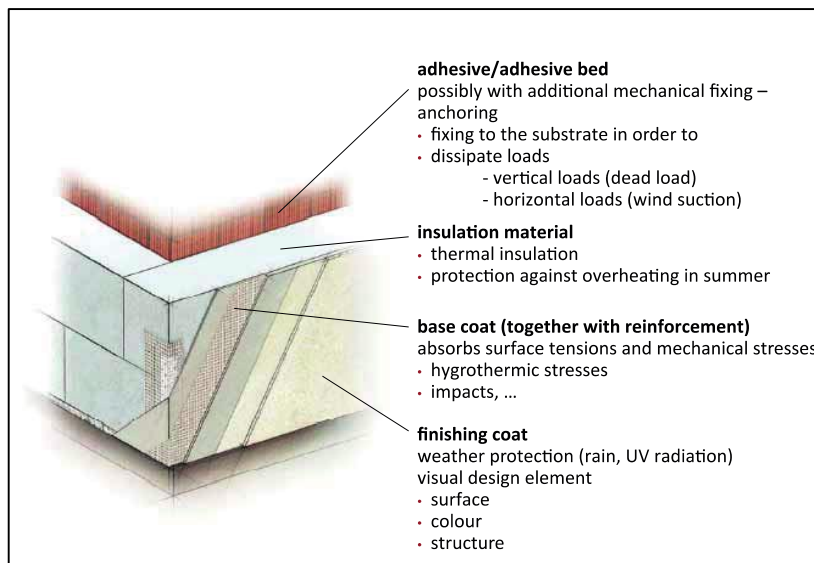


Рис. 16: Компоненты ВКСТ<sup>18</sup>

**adhesive/adhesive bed – клей/клеевой подслои**

possibly with additional mechanical fixing – возможно, с дополнительным механическим крепежом

anchoring – анкерное закрепление

fixing to the substrate in order to – прикрепление к основе для того, чтобы

dissipate loads – распределять нагрузку

vertical loads (dead load) – вертикальная нагрузка (собственный вес конструкции, включая постоянные нагрузки)

horizontal loads (wind suction) – горизонтальная нагрузка (давление ветра на отрыв)

**insulation material – изоляционный материал**

thermal insulation – термоизоляция

protection against overheating in summer – защита от перегрева летом

**base coat (together with reinforcement) – базовое покрытие**

absorbs surface tensions and mechanical stresses – поглощает поверхностное натяжение и механическое внешнее воздействие

hydrothermic stresses – гидротермическое внешнее воздействие

impacts – динамическая нагрузка

**finishing coat – отделочное покрытие**

weather protection (rain, UV radiation) – защита от погодных условий (дождь, УФ излучение)

visual design element – элемент визуального дизайна

<sup>18</sup> Иллюстрация взята из Европейского руководства по применению ВКСТ; опубликованного Европейской Ассоциацией по КСТ; 2011г.; стр. 14.

surface – поверхность  
colour – цвет  
structure – структура

В основном, ВКСТ состоит из компонентов, указанных ниже.

#### 4.2.1 Монтаж

С точки зрения технического проекта, ВКСТ разделяется на виды по способам монтажа:

- Клеевая система:
  - Только клеевая система.
  - Клеевая система с дополнительными механическими крепежами. Вес полностью удерживается клеевым слоем. Механический крепеж используется как временный, до того момента как высохнет клей.
- Система с механическим крепежом:
  - Система с механическим крепежом и дополнительным клеевым слоем. Вес полностью удерживается механическим крепежом. Клеевой слой используется для обеспечения прилегания установленной системы.
  - Система с только механическим крепежом.

Рекомендуется использовать системы с механическим крепежом (анкеры).

#### 4.2.2 Термоизоляционный материал

Наиболее распространенным термоизоляционным материалом в настоящее время является пенополистирол (ППС)<sup>19</sup> и минеральная вата (МВ)<sup>20</sup>.

Экструдированный пенополистирол (ЭППС)<sup>21</sup> используется в местах, подверженных брызгам воды (напр. район цоколя<sup>22</sup>).

Местные требования по пожарной безопасности, шумозащите, ветровой нагрузке, т.п. также следует учитывать.

Элементы здания	Рекомендуемые макс. значения U-коэффициента <sup>23</sup> Вт/(м².К) компонента здания	Термоизоляционные материалы, макс. λ
Наружные стены (термоизоляция фасада)	0,24	Пенополистирол или минеральная вата; λ < 0,04 Вт/(м.К)

<sup>19</sup> в соответствии с EN 13163

<sup>20</sup> в соответствии с EN 13162

<sup>21</sup> в соответствии с EN 13164

<sup>22</sup> Район цоколя это поверхность стены ок. 50 см над уровнем поверхности земли

<sup>23</sup> U-коэффициенты в соответствии с ENEC 2009: немецким законом "Положение об энергосбережении при строительстве и эксплуатации зданий 2009" для модернизации зданий (Приложение 3, таблица 1)

Термоизоляция по периметру основания (цоколь)	0,24	Экструдированный пенополистирол; $\lambda < 0,04$ Вт/(м.К)
С учетом типовых конструкций стен, таких как известняк или бетонные блоки, толщина термоизоляции должна быть минимум 12 см.		

Таблица 6: Теплопроводность (U-коэффициент) элементов здания, термоизоляционных материалов

#### 4.2.3 Система отделки фасада

Она состоит из армированного базового покрытия (= базовый слой с армированием, встроенным в него), системной грунтовки, отделочного слоя штукатурки и слоя лакокрасочных покрытий, совместимого с системой.

Покрытие из теплоизоляционных плит должно допускать диффузию влаги в наружный воздух. Минеральный состав штукатурки является предпочтительным. ВКСТ будет служить в качестве «новой кожи» для здания; она улучшит энергетический баланс здания, а также она используется для улучшения внешнего вида здания (техническое обслуживание здания).

### 4.3 Монтажные меры

**Европейское руководство по применению ВКСТ<sup>24</sup>** в новейшей версии является рекомендуемым стандартом для окончательного проекта и установки внешней композитной системы термоизоляции.

Следующим аспектам следует уделить особое внимание:

#### 4.3.1 Местные требования строительного законодательства

В дополнение к Европейским стандартам<sup>25</sup>, соответствующие местные законы, регулирующие строительные нормы, должны соблюдаться для соответствия основным требованиям, применимым к строительным работам в целом и конкретному типу работ (ВКСТ). Обычно они регулируют такие вопросы:

- Механическая прочность и стойкость
- Пожарная безопасность
- Гигиена, здоровье и окружающая среда
- Безопасность в использовании
- Шумозащита
- Экономия энергии и удержание тепла

#### 4.3.2 Структура системы (компоненты, материалы)

Утвержденная и сертифицированная ВКСТ может использоваться только как система. Это

<sup>24</sup> Опубликовано: ЕАВ Европейская Ассоциация по внешним композитным системам термоизоляции, 2011г.

Руководство доступно по адресу: <http://www.ea-etics.eu/>

<sup>25</sup> Директива 89/106/ЕС о строительной продукции, о тождественности законов, правил и административных документов государств-членов ЕС в области строительной продукции (ДСП)

обязывает всех участников строительных работ строго придерживаться системы. Отдельные компоненты системы описаны в соответствующих ЕТО (часть 4.2). Если это обязательство не выполняется, ВКСТ утрачивает своё разрешение на использование по закону о строительстве. Это также имеет значительное влияние на любые существующие претензии по гарантии.

#### 4.3.3 Основа – проверка и подготовка

В случае старых зданий и/или существующих отштукатуренных основ, проверка основы, на которой ВКСТ должна быть применена, а также подготовка основы, имеют первостепенное значение.<sup>26</sup> На этих основах, все виды ВКСТ должны быть склеены и, в дополнение к этому, механически зафиксированы.

#### 4.3.4 Предотвращение ошибок

Европейское руководство по применению ВКСТ рекомендует сверяться со списком<sup>27</sup> при подготовке стройплощадки и выполнении соответствующих стадий работ. Следует ответить на все вопросы по важным стадиям работ – от изучения существующей ситуации, до проекта и собственно применения. Каждый список следует проработать до того, как выполнять соответствующие стадии работ. Он также должен быть основой для мониторинга и надзора за стройплощадкой.

#### 4.3.5 Применение системы<sup>28</sup>

Структура применения системы состоит из следующих основных рабочих шагов:

- Замешивание и нанесение клеящего раствора
- Укладка термоизолирующих панелей
- Закрепление термоизолирующих панелей
- Нанесение базового слоя с армированием
- Нанесение отделочного слоя

Применение должно следовать Европейскому руководству по применению ВКСТ и инструкциям производителя.

#### 4.3.6 Детали проекта (чертежи)<sup>29</sup>

Детальные примеры, приведенные в Европейском руководстве по применению ВКСТ являются рекомендуемым стандартом для работ по применению.

<sup>26</sup> Адекватные методы тестирования основы и её пригодности для нанесения ВКСТ, а также подготовка основы, которая может быть необходима, описаны в разделе Основа – тестирование и подготовка, глава 7, стр. 19 - 25 Европейского руководства по применению ВКСТ.

<sup>27</sup> Глава 8 Европейского руководства по применению ВКСТ

<sup>28</sup> Глава 10 Европейского руководства по применению ВКСТ

<sup>29</sup> Глава 11; Приложение II, со стр. 61 и далее в Европейском руководстве по применению ВКСТ

## 4.4 Важные детали строительства

Следующие детальные примеры являются краткой выдержкой из деталей, показанных в Европейском руководстве по применению ВКСТ, и они иллюстрируют основные принципы проектирования. Дальнейшие детальные примеры можно найти в Приложении II Европейского руководства по применению ВКСТ.

### 4.4.1 Утопленная база без существующей по периметру термоизоляции<sup>30</sup>

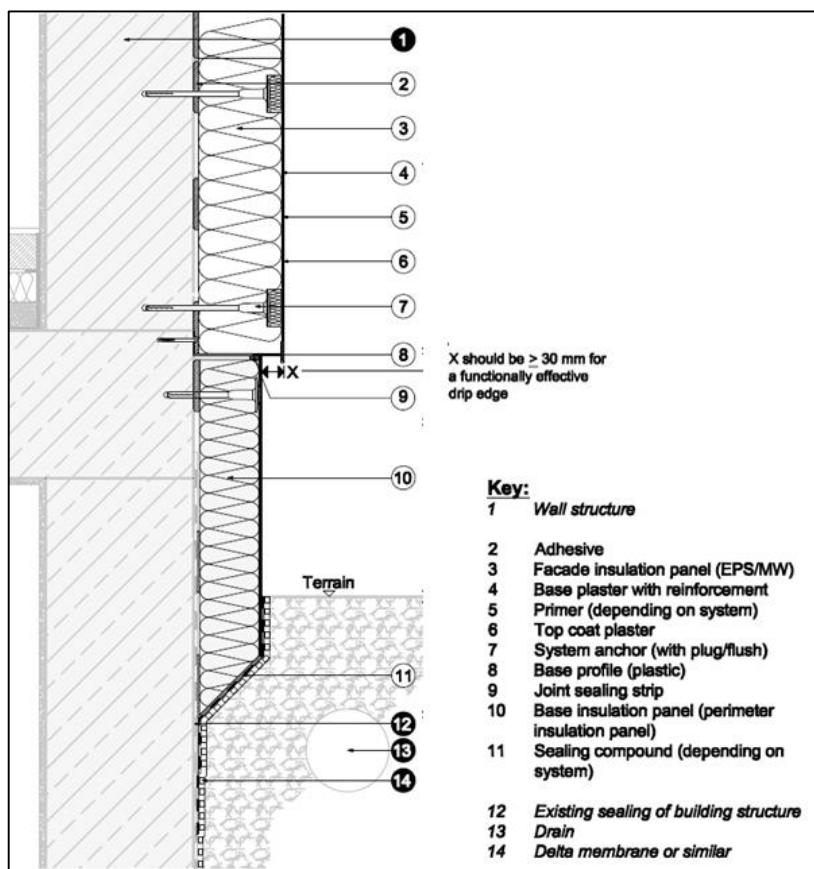


Рис. 17: Утопленная база без существующей по периметру термоизоляции

X should be  $\geq 30$  mm for a functionally effective drip edge – X должно быть  $\geq 30$  мм для функционально эффективного капельника

Key: - Обозначения:

- 1 – Структура стены
- 2 – Клеевой подслой
- 3 – Панель фасадной изоляции (пенополистирол, MW)
- 4 – Базовая штукатурка с армированием
- 5 – Грунтовка (зависит от системы)
- 6 – Верхний слой штукатурки
- 7 – Системный анкер (с пробкой/впотай)
- 8 – Базовый профиль (пластик)

<sup>30</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 63

- 9 – Лента гидроизоляции шва
- 10 – Панель базовой термоизоляции (панель термоизоляции по периметру)
- 11 – Гидроизолирующий компонент (зависит от системы)
- 12 – Существующая гидроизоляция структуры здания
- 13 – Дренаж
- 14 – Дельта мембрана или аналог



#### 4.4.2 Соединение с вентилируемой холодной крышей<sup>31</sup>

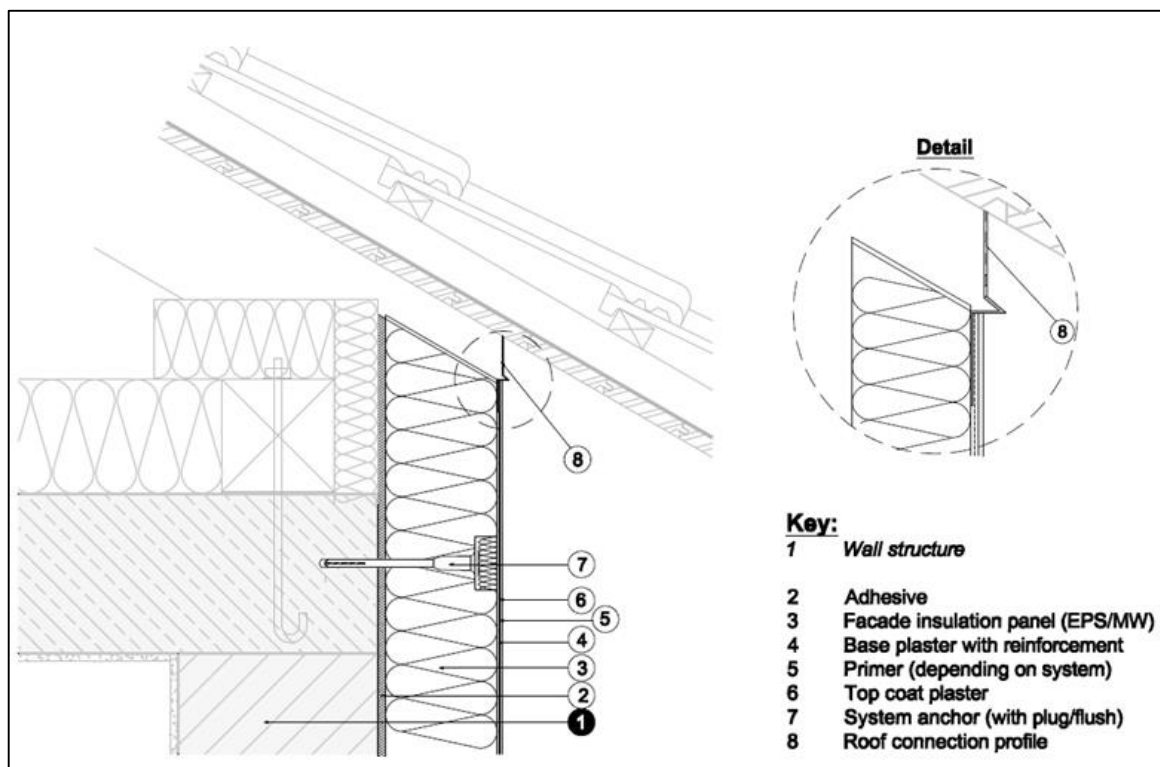


Рис. 18: Соединение с вентилируемой холодной крышей

Detail – Выносной элемент

Key: - Обозначения:

- 1 Структура стены
- 2 Клеевой подслои
- 3 Панель фасадной изоляции (пенополистирол, МВ)
- 4 Базовая штукатурка с армированием
- 5 Грунтовка (зависит от системы)
- 6 Верхний слой штукатурки
- 7 Системный анкер (с пробкой/заподлицо)
- 8 Профиль соединения с крышей

<sup>31</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 85

#### 4.4.3 Парапет крыши<sup>32</sup>

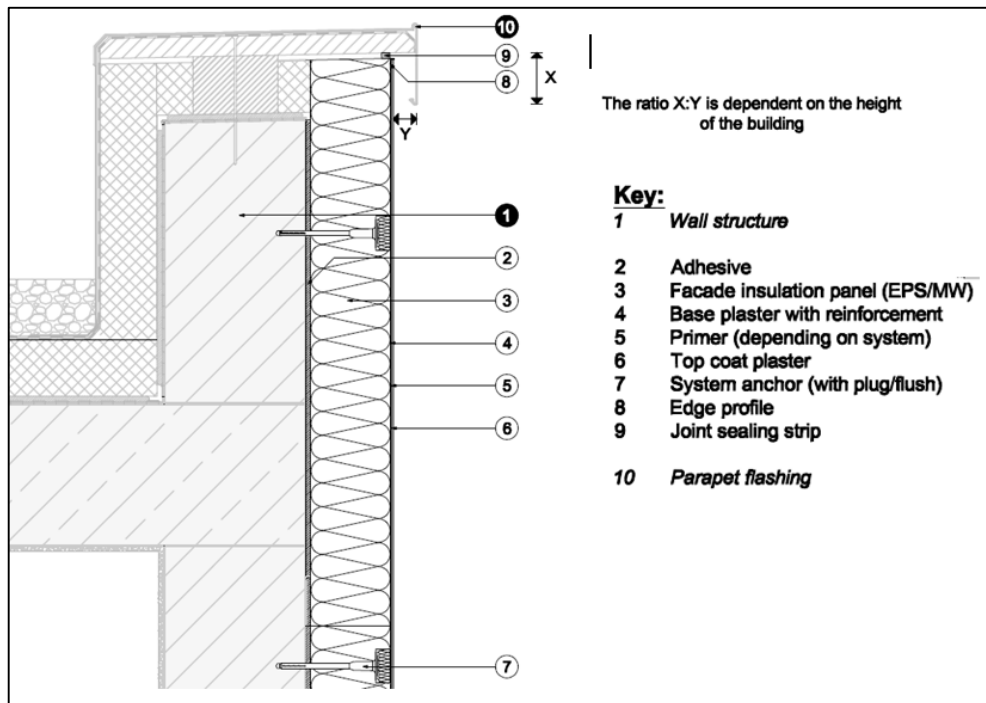


Рис. 19: Парапет крыши

The ratio X:Y is dependent on the height of the building – Соотношение X:Y зависит от высоты здания

Key: – Обозначения:

- 1 Структура стены
- 2 Клеевой подслои
- 3 Панель фасадной изоляции (пенополистирол, МВ)
- 4 Базовая штукатурка с армированием
- 5 Грунтовка (зависит от системы)
- 6 Верхний слой штукатурки
- 7 Системный анкер (с пробкой/заподлицо)
- 8 Краевой профиль
- 9 Герметизирующая лента шва
- 10 Фартук парапета

<sup>32</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 87

## 5 Модернизация внешних окон и дверей

### 5.1 Типовые меры модернизации для окон и дверей

В ходе термо-модернизации корпуса здания, прозрачные элементы здания, такие как окна и двери, являются крайне важными элементами, которые – в большинстве случаев – будут заменены на элементы с оптимизированной рамной системой и остеклением. Для оптимизации эффективности важно хорошо координировать различные функции новых элементов, такие как:

- Дневной свет
- Природная вентиляция
- Защита от жары летом (напр. с помощью установки солнцезащитных устройств)
- Защита от холода и удержание тепла зимой

Отдельные меры по модернизации зависят от того, устанавливаются новые окна или улучшаются существующие, что описывается в разделах ниже.

Окна и двери должны соответствовать местному законодательству и нормам касательно вопросов безопасности (эвакуационный выход, риск падения и выпадения), доступность для людей с особыми потребностями, т.п. Особые требования закона для школ, больниц, т.п. также следует учитывать.

### 5.2 Требования к материалам

Окна и двери являются многофункциональными элементами здания, которые имеют множество свойств в зависимости от относящихся к объекту требований. Резюме спектра эксплуатационных качеств окон и наружных дверей дает Европейский стандарт на продукцию EN 14351-1. Корректная установка этих элементов здания и их соединение с корпусом здания являются крайне важными факторами, влияющими на их функциональность и рабочий ресурс.

Для определения требований необходимо знать о тех воздействиях, которым подвержено окно, встроенное в наружную стену.

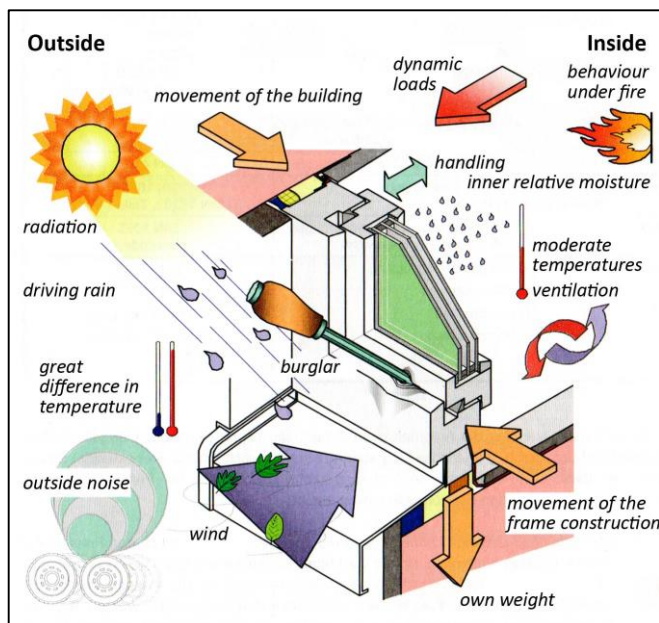


Рис. 20: Схематическое изображение различных воздействий, которым подвергается окно и его соединения<sup>33</sup>

Outside – Снаружи
Movement of the building – Подвижность здания
Radiation – Излучение
Driving rain – Проливной дождь
Burglar – Грабитель
Great difference in temperature – Большая разница температур
Outside noise – Внешний шум
Wind – Ветер
Inside – Изнутри
Dynamic loads – Динамическая нагрузка
Behaviour under fire – Пожарная безопасность
Handling – Эксплуатация
Inner relative moisture – Внутренняя относительная влажность
Moderate temperatures – Умеренная температура
Ventilation – Вентиляция
Movement of the frame construction – Подвижность конструкции рамы
Own weight – Собственный вес

Наиболее распространенными материалами для оконных рам и наружных дверей являются: дерево, дерево – алюминий (деревянная рама с внешним покрытием из алюминия для лучшей защиты от погодных воздействий), алюминий (термоизолированный) и синтетические материалы (ПВХ).

<sup>33</sup> Немецкий знак качества «RAL» – Окна коммунальной собственности и наружные двери, Руководство для установки: 2014-03; стр. 7

Рамы из ПВХ наиболее широко распространены и легкодоступны в странах, где реализуются проекты. Одна из причин – в сравнении с другими материалами – привлекательная цена. Рекомендуемый стандарт для окон и наружных дверей<sup>34</sup>:

- Рамы из ПВХ: следует использовать профили из непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ-Н) (в соответствии с EN 1627).
- Рамные профили с мин. 5 камерами и общей глубиной в 70 мм.
- Минимальная общая глубина армирующих профилей помещенных в армирующую камеру должна быть 35 мм; должен использоваться только изолированный армированный профиль.
- Все окна/двери должны иметь маркировку «СЕ» (Европейское Соответствие - соответствие стандартам качества и безопасности Европейского Союза, которые определяются Директивами ЕС отдельно для каждой группы товаров и продуктов).
- Для теплоизоляционного стеклопакета – соответствие ETAG 002 (Структурное Герметизирующее Остекление) и EN 1279-(1-6)
- Все герметизирующие ленты (клеящиеся или не-клеящиеся), герметизирующие материалы и монтажные пены, которые используются, должны иметь аттестацию EOTA<sup>35</sup>.

Параметр	Мин. критерии	Соответствующий стандарт	Комментарии
Водонепроницаемость	9A	EN 12208	
Воздухонепроницаемость	Класс 4	EN 12207	
Теплопроводность (U-коэффициент) окон	$U_w < 1,3 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ или лучше	EN ISO 10077-1 2006	Калькуляция в соответствии с EN ISO 10077-1 2006, основана на отдельных коэффициентах для рамы, стекла и фиксаторов
Солнечная проницаемость	Величина $g < 0,6$ или лучше	EN 410	
Шумозащита	$R_{w,p} > 42 \text{ дБ}$	EN ISO 717-1	
Устойчивость к взлому	WK1 или лучше	EN V 1627	

Таблица 7: Минимальные критерии для окон

<sup>34</sup> Образцовым продуктом для ПВХ профилей окон и дверей является Rehau Евро-Дизайн 70 плюс [Rehau Euro-Design 70 plus]. (<http://www.rehau.com/de-de/bau/fenster-fassadensysteme/fenstersysteme/fenster-euro-design-70>)

<sup>35</sup> EOTA (Европейская организация технической аттестации)

Параметр	Мин. критерии	Соответствующий стандарт	Комментарии
Водонепроницаемость	9A	EN 12208	
Воздухонепроницаемость	Класс 4	EN 12207	
Теплопроводность (U-коэффициент) окон	$U_w < 1,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ или лучше	EN ISO 10077-1 2006	Калькуляция в соответствии с EN ISO 10077-1 2006, основана на отдельных коэффициентах для рамы, стекла и фиксаторов
Солнечная проницаемость	Величина $g < 0,6$ или лучше	EN 410	
Шумозащита	$R_{w,p} > 42 \text{ dB}$	EN ISO 717-1	
Устойчивость к взлому	WK2 или лучше	EN V 1627	
Механический ресурс	Класс 3	EN 12400, EN 1191	Только для основных внешних дверей

Таблица 8: Минимальные критерии для наружных дверей

## 5.3 Рекомендуемые монтажные меры

### 5.3.1 Монтажные меры для новых окон и дверей

Исключительно большое значение имеет технически правильное соединение оконных и дверных элементов с корпусом здания, включая саму конструкцию, геометрию соединений, крепления, термоизоляцию и герметизацию, оно должно быть спроектировано тщательно, вместе с другими мерами по термо-модернизации корпуса здания, такими как ВКСТ. Для лучшего понимания принципов создания соединений следует изучить следующую многоуровневую модель.

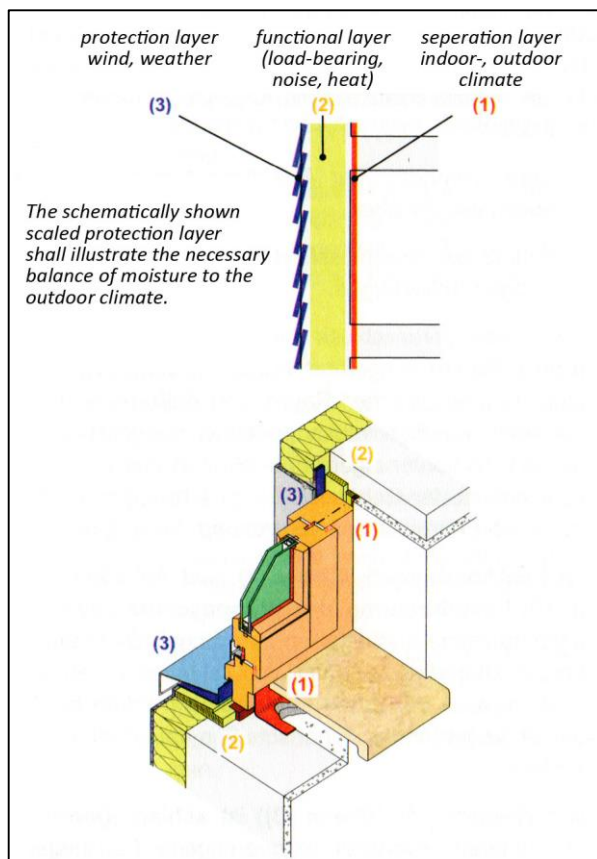


Рис. 21: Общая многоуровневая модель корпуса здания и её транскрипция в соединительный узел окна.

герметичная внутри, чем снаружи".

The schematically shown scaled protection layer shall illustrate the necessary balance of moisture to the outdoor climate.

– Схематически показанный чешуйчатый защитный слой должен иллюстрировать необходимый баланс влаги к внешнему климату.

protection layer – защитный слой  
wind, weather – ветер, погода

functional layer – функциональный слой  
(load-bearing, noise, heat) – (несущий нагрузку, шум, тепло)

separation layer – разделительный слой  
indoor, outdoor climate – внутренний, наружный климат

Уровень (1) – разделительный слой (внутренняя штукатурка, внутренний подоконник, т.п.)

Соединение с корпусом здания должно быть воздухонепроницаемым по всему внутреннему периметру.

Уровень (2) – функциональный слой (структура стены вкл. термоизоляцию, окно, т.п.)

Он отвечает требованиям нагрузки, теплоизоляции и защиты от шума. Уровни (1) и (3) **должны обеспечивать сухость функционального слоя**, чтобы он мог стойко исполнять перечисленные выше функции.

Уровень (3) – защитный слой (внешняя штукатурка, внешний подоконник, т.п.)

Он быть устойчивым к сильным дождям; влага, что всё-таки проникла внутрь, должна выводиться наружу контролируемым образом. Чтобы избежать повреждений из-за влаги, строительный элемент/соединение/стена должны пониматься как система. К этой системе должен быть применен принцип "более герметичная внутри, чем снаружи".

**Немецкий знак качества «RAL»** для окончательного проекта и монтажа окон и дверей должен быть стандартом для установки окон и дверей.

Соединение окна/двери и корпуса здания должно отвечать требованиям по стабильности, теплоизоляции, влагонепроницаемости и звукоизоляции. Минимальное расстояние между оконной/дверной рамой и стенным проемом должно быть минимум 10 мм, максимальное - не более 20 мм.



До монтажа окон и дверей, откосы должны быть тщательно подготовлены для установки следующим образом:

- Удаление всех рыхлых частей стен
- Нанесите слой чистовой затирки бетона (отделка поверхности шлифованием) на существующие откосы стен, используя напр. армирующий слой строительной растворной смеси (так как она используется для ВКСТ) см. Рис. 22. Поверхность проема в стене должна быть гладкой (максимально аккуратной) и ровной для того, чтобы сделать самую передовую герметизацию.



Слой чистовой затирки бетона на откосах окна

Рис. 22: Должным образом подготовленные откосы перед установкой окна



Внешняя герметизирующая мембрана, должным образом приклеенная к слою чистовой затирки бетона

Рис. 23: Внешняя герметизирующая мембрана, приклеенная к слою чистовой затирки бетона

- Крепление оконного/дверного элемента должно учитывать передаваемые нагрузки, прочность окружающих структурных элементов и движения в соединении (монтажная пена не может использоваться в качестве единственного средства крепления). Поскольку оконные рамы должны быть установлены вровень с внешней стороны внешней стены, снабжённое накладками соединение следует рассмотреть вместо стандартного крепления настенными винтами (опасность сколов частей стены из-за небольшого расстояния до внешней стороны)

По передовым методикам, монтаж окон и дверей обеспечивает выполнение соединения в трех слоях (выполнение для окон в соответствии со знаком качества RAL<sup>36</sup>):

<sup>36</sup> Знак качества «RAL» является немецким техническим стандартом, выпущенным Немецким институтом контроля качества и сертификации. Немецкая норма DIN 4108 часть 7 и австрийская норма ÖNORM B 5320 основываются на этом



- Внутренний герметизирующий слой (непроницаемый для диффузии)
- Теплоизолирующий слой
- Внешний герметизирующий слой (открытый для диффузии, устойчивый к сильным дождям)

Новые окна могут быть установлены, в целом, в 2 типах позиций:

1) Монтаж окна внутри наружной стены – см. Рис. 36 и

2) Монтаж окна заподлицо с наружной стеной – см. Рис. 34.

Рекомендуется устанавливать окна заподлицо с наружной стеной, поскольку применение ВКСТ в таком случае гораздо проще.

Установка окон и дверей должна выполняться компетентными, опытными и обученными рабочими, под руководством компетентного и опытного прораба.

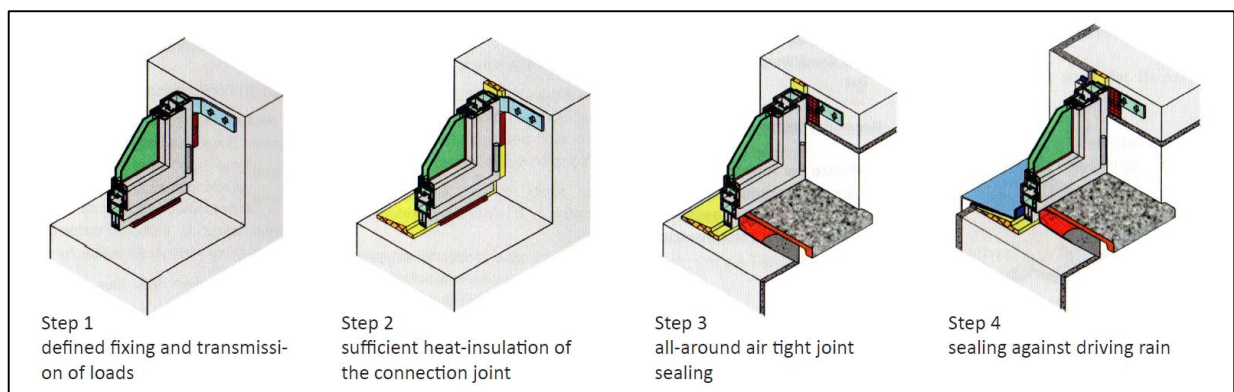


Рис. 24: Передовая практика в установке окон и дверей – необходимые шаги в работе, представляющие многослойную модель (см. 5.3.2)<sup>37</sup>

- Step 1 – Шаг 1  
defined fixing and transmission of loads – определенный крепёж и передача нагрузок
- Step 2 – Шаг 2  
sufficient heat-insulation of the connection point – достаточная термоизоляция точки соединения
- Step 3 – Шаг 3  
all-around air tight joint sealing – всесторонняя воздухонепроницаемая герметизация шва
- Step 4 – Шаг 4  
sealing against driving rain – герметизация от проливного дождя

### 5.3.2 Ремонт некачественной/с дефектами установки (ПВХ-) окон и дверей

знаке качества.

<sup>37</sup> Знак качества «RAL» – Окна и входные двери коммунальной собственности, Руководство по установке: 2014-03; стр. 14, 15

Во многих общественных зданиях некоторые из окон уже были недавно заменены на ПВХ-окна с двойным остеклением. Опыт показывает, что качество монтажа у таких окон часто очень низкое и совершенно неудовлетворительное.

Как правило, можно наблюдать такие типичные ошибки, допущенные при монтаже (см. Рис. 25 и Рис. 26):

- Невозможно установить теплоизоляцию на оконный откос, т.к. нет места. Оконный откос должен быть покрыт теплоизоляцией минимум в 3 см, оконная рама должна быть накрыта внахлест.
- Не использовались передовые методы герметизации, которые бы обеспечили дышащую, но воздухо- и водонепроницаемую герметизацию (Комприбанд [Compriband] или герметизирующие мембраны).
- Внешние подоконники не имеют обрамления кромки, которое бы обеспечило водонепроницаемое соединение с откосом.
- Зазор между рамой и откосом заполнен монтажной пеной, излишки которой не обрезаны. Сама пена не накрыта и потому не защищена от УФ-излучения (→ пена проявляет явные признаки распада – становится пористой и меняет цвет).
- Нижний профиль установлен на деревянных вставках, которые выпирают и внутрь и наружу.
- Оконные рамы были закреплены напрямую к стене при помощи простых шурупов и синтетических заглушек, вместо анкерных болтов, ПВХ-профили были частично повреждены привинчиванием.

Встроенное окно не дает ожидаемой экономии и улучшения энергоэффективности, даже если само окно и было хорошего качества. Неконтролируемый поток воздуха, в результате не герметизированного должным образом соединения между оконной рамой и стенами здания, может существенно уменьшить энергоэффективность оконной системы. Однако, термо-модернизация дает шанс исправить некачественную установку.



Недостаточно места для нанесения термоизоляции на откос. Либо это окно придется заменить, либо надо обрезать откосы, чтобы было достаточно места для слоя чистовой шлифовки и, минимум, 3 см термоизоляции.

Рис. 25: Дефект монтажа: нехватка места для термоизоляции внешней стены

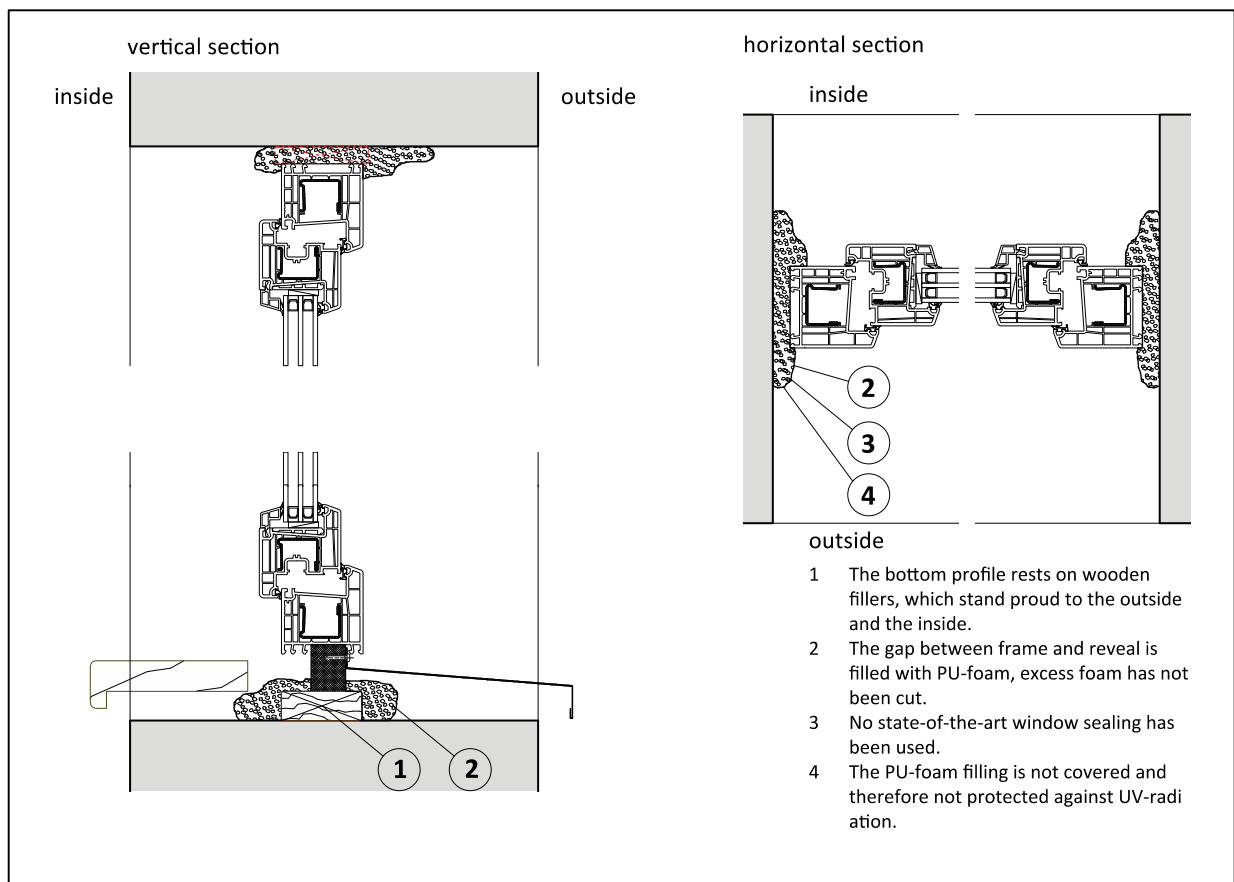


Рис. 26: Упрощенный чертеж неправильно установленного окна

vertical section – вертикальное сечение

inside – внутри

outside – снаружи

horizontal section – горизонтальное сечение

1 Нижний профиль установлен на деревянных вставках, которые выступают и внутрь, и наружу.

2 Зазор между рамой и откосом заполнен монтажной пеной, излишки которой не обрезаны.

3 Не использовались передовые методы герметизации окон.

4 Монтажная пена не накрыта и потому не защищена от УФ-излучения.

Для улучшения качества недавно (но неправильно) установленных окон, рекомендуется применить следующий подход:

1) Провести оценку с целью определить, какие окна целесообразно ремонтировать, а какие – полностью заменить. Изучение дефектов должно проводиться в присутствии сертифицированного специалиста. Это должно стать основой для дальнейшего проекта и тендерного процесса.

Рекомендуемые критерии: приемлемая энергоэффективность окна напр. U-коэффициент  $< 1,3$  Вт/м<sup>2</sup>К; достаточно места для применения внешней теплоизоляции на откосе окна ( $> 3$  см);

правильное крепление; без повреждений; возможность правильно установить новый подоконник.

**Окна, которые не соответствуют этим критериям нужно заменить.**

2) Окна, которые нельзя должным образом отремонтировать, нужно заменить. Новые окна должны быть установлены в соответствии с рекомендуемыми монтажными практиками (см. раздел 5.3.1).

3) Окна, которые можно отремонтировать, должны быть отремонтированы в соответствии с приведенными ниже рекомендуемыми практиками.

### **Описание мер по ремонту**

Устранение дефектов является очень трудоёмким процессом и требует не только опытных и обученных рабочих, но и хорошего координирования с исполнителем, который будет устанавливать ВКСТ. Юридические вопросы (претензии по гарантии, гарантийный срок, т.п.) ремонта недавно установленных окон должны быть приняты во внимание.

Следует произвести следующие действия:

- Демонтировать внешний и внутренний подоконники (если они уже установлены).
- Обрезать вставки под нижним профилем как можно ближе к раме. Убрать все возможные тепловые мосты, такие как металлические вставки, куски кирпича, используемые как вставки, т.п.
- Обрезать излишки монтажной пены и убрать поврежденные и рыхлые части. Заполнить пустоты новой монтажной пеной.
- Нанести слой чистовой затирки бетона (отделка поверхности шлифованием) на имеющийся откос с использованием напр. армирующего слоя строительной растворной смеси (так, как она используется для ВКСТ). Затирку нужно сделать так близко к раме окна, как это возможно, см. Рис. 22.
- Оконные профили должны быть очищены от любых загрязнений (напр. монтажной пены).
- Установите передовые способы герметизации окна, состоящие из герметизирующей мембраны по всему периметру окна снаружи и внутри. Герметизирующая мембрана на клейкой основе прикрепляется к оконной раме и соединяет её с откосом, см. Рис. 23.
- После установки ВКСТ, должны быть установлены передовые внешние подоконники.

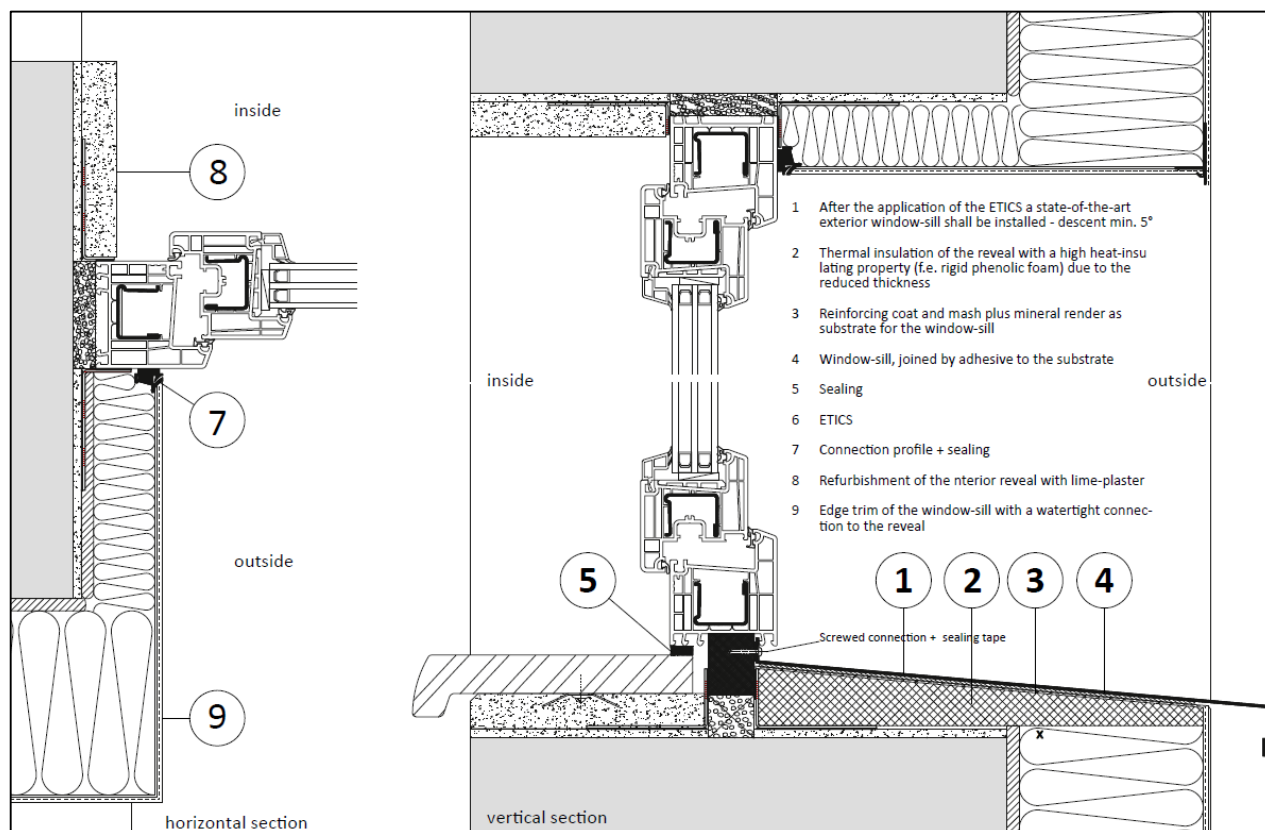


Рис. 27: Упрощенный чертёж правильно отремонтированного окна, первоначально установленного с дефектами, с добавлением внешней композитной системы термоизоляции (ВКСТ).

vertical section – вертикальное сечение  
inside – внутри  
outside – снаружи

horizontal section – горизонтальное сечение

- 1 После установки ВКСТ, должен быть установлен внешний подоконник, соответствующий передовым наработкам – уклон мин. 5°
- 2 Термоизоляция откоса с высокими характеристиками термоизоляции (напр. жесткий пенофенопласт) благодаря уменьшению толщины
- 3 Армированный слой и затирка плюс минеральная штукатурка в качестве основы для подоконника
- 4 Подоконник, соединенный клеевым подслоем с основой
- 5 Герметизация
- 6 ВКСТ
- 7 Соединительный профиль + герметизация
- 8 Ремонт внутреннего откоса с помощью известковой штукатурки
- 9 Обработка края подоконника с водонепроницаемым соединением с откосом

Screwed connection + sealing tape – Винтовое соединение + герметизирующая лента

### 5.3.3 Практики монтажа подоконников

Нижеизложенные важные аспекты должны приниматься во внимание во время окончательного проектирования подоконников:

- Материалом для подоконников должен быть алюминий.
- Соединение подоконников с прилегающими элементами здания (оконная рама, откос, направляющие для солнечного затенения, т.п.).
- Подоконники, материал которых не водонепроницаемый (как натуральный камень) или не имеет форму жёлоба, требуют второго водоносного герметизирующего слоя.
- Любые движения подоконника (вследствие терморасширения или ветровой нагрузки) НЕ ДОЛЖНЫ компенсироваться фасадной системой (напр. ВКСТ), но должны поглощаться либо самой системой подоконника (см. Рис. 32) и/либо установкой гибкого материала, такого как комприбанд, см. Рис. 33).
- Уклон подоконника должен быть не меньше 5 градусов; см. Рис. 29.
- Клиновидный блок термоизоляции должен быть установлен под подоконником; см. Рис. 28.
- Свес подоконника должен быть минимум 40 мм (до верхнего слоя законченного фасада); см. Рис. 29.

Рекомендуются два типа монтажа подоконников с ВКСТ:

1. Подоконник устанавливается после установки ВКСТ/завершения оштукатуривания: соединение с откосом окна через герметизирующую ленту (Комприбанд [Compriband®]). Система – водонепроницаемая благодаря двум водоносным герметизирующим слоям, см. Рис. 33.

Преимущество: установка подоконников не зависит от установки ВКСТ. Недостаток: герметизирующая лента (Комприбанд [Compriband®]) подвергается воздействию дождя, УФ-излучения.

2. Подоконник устанавливается вместе с завершением установки ВКСТ/оштукатуриванием: Концевой профиль подоконников устанавливается вместе с ВКСТ. Концевой профиль подоконников встраивается в ВКСТ, см. Рис. 32.

Преимущества: подоконник встраивается непосредственно в ВКСТ

Недостаток: установка подоконников должна координироваться с установкой ВКСТ.

Установка подоконников должна выполняться компетентными, опытными и обученными рабочими, под руководством компетентного и опытного прораба.

Изображение ниже демонстрирует связывающее вещество поверх второго водоносного герметизирующего слоя (грунтовка + армирование мешой из стекловолокна). Подоконник приклеивается на основу. Герметизирующая лента или клейкая герметизация используется для соединения штукатурки к нижнему базовому профилю оконной рамы.

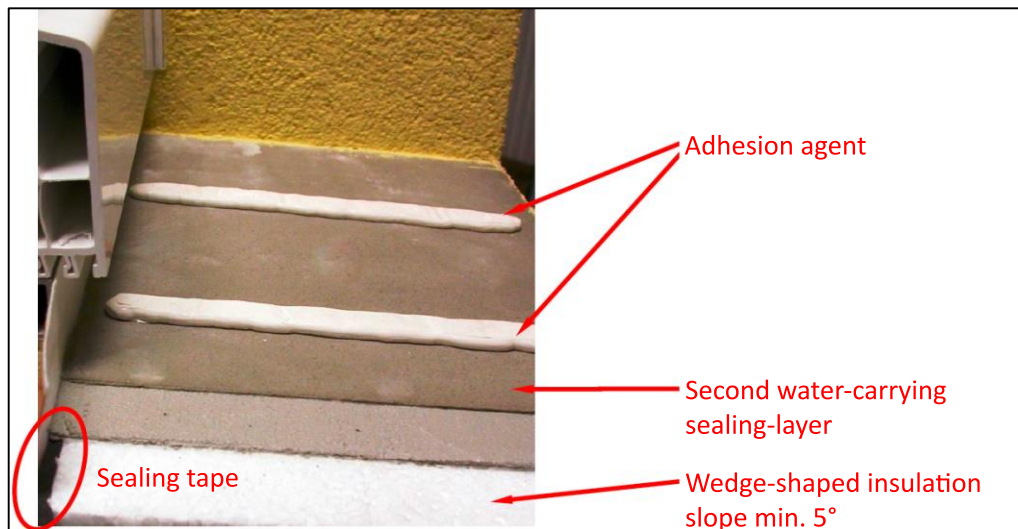


Рис. 28 Связывающее вещество поверх второго водоносного герметизирующего слоя, на который будет приклеен подоконник.<sup>38</sup>

Adhesion agent – Связывающее вещество

Second water-carrying sealing layer – Второй водоносный герметизирующий слой

Wedge-shaped insulation slope min. 5° - Клиновидной формы термоизоляция с уклоном в мин. 5°

Sealing tape – Герметизирующая лента

Следующее изображение показывает схематический чертёж свеса алюминиевого подоконника и его соединение с оконной рамой с достаточно высоким базовым профилем.

Минимальная высота базового профиля должна быть 30 мм, в случае если подоконники предварительно монтируются вместе с ВКСТ. В случае если подоконники устанавливаются после окончания установки ВКСТ /оштукатуривания, минимальная высота должна быть 50 мм.

<sup>38</sup> «Правила для установки подоконников в WDVS- и гипсовых фасадах, а также во внешних стенах», опубликовано: Österreichische Arbeitsgemeinschaft Fensterbank; 2<sup>е</sup> издание, 02.05.2014г.



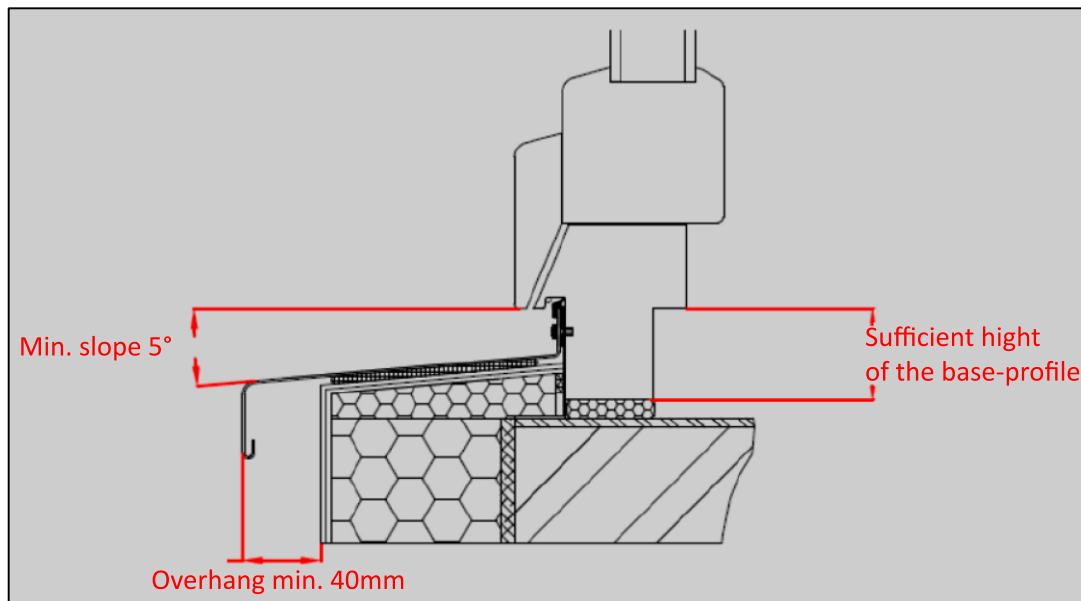


Рис. 29: Схема установки подоконника в разрезе

Min. slope 5° - Минимальный уклон 5°

Overhang min. 40 mm – Выступ мин. 40 мм

Sufficient height of the base-profile – Достаточная высота базового профиля

Минимальный скат подоконника должен быть 5°. Свес должен быть не меньше 40 мм. Водоотводы для осушения профилей окна не должны перекрываться при установке подоконника.

Следующий рисунок показывает герметизирующую ленту (Комприбанд [Compriband®]), которая используется для соединения подоконника и низа базового профиля оконной рамы.

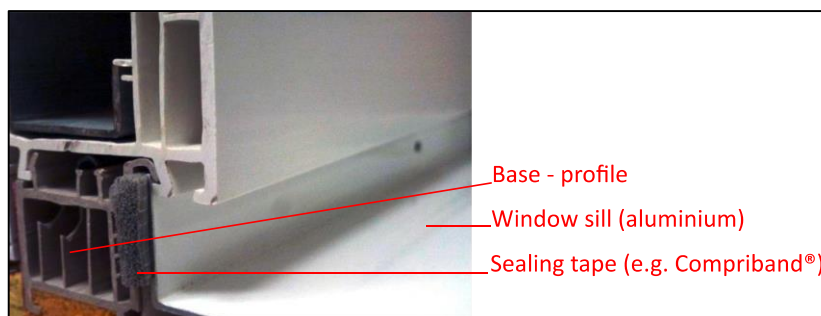


Рис. 30: Комприбанд [Compriband®] для соединения оконная рама – подоконник

Base-profile – Базовый профиль

Window sill (aluminium) – Подоконник (алюминиевый)

Sealing tape – Герметизирующая лента (напр. Комприбанд)



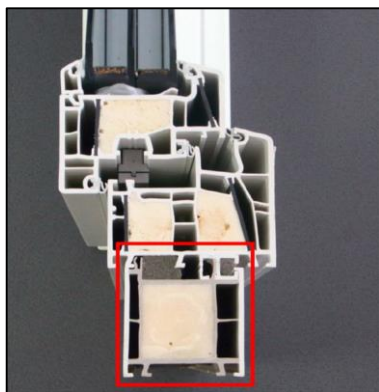


Рис. 31: Пример окна с достаточно высоким и термоизолированным базовым профилем

## 5.4 Важные детали строительства

### 5.4.1 Обзор конструкции подоконника<sup>39</sup>

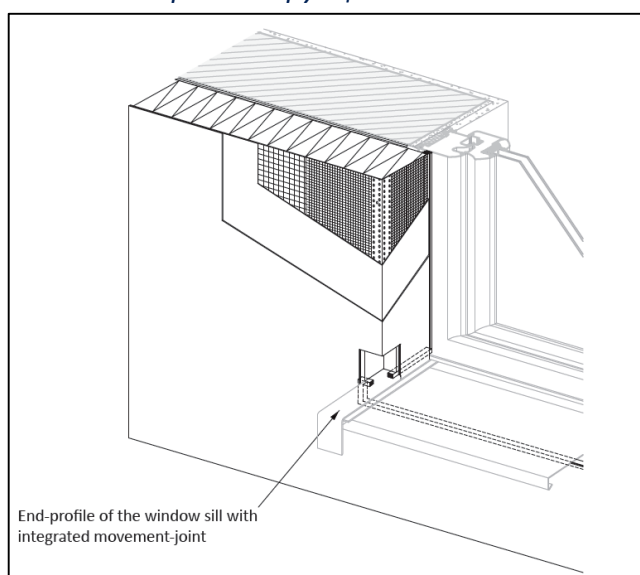


Рис. 32: Установка подоконника и концевых профилей вместе с ВКСТ

End-profile of the window sill with integrated movement-joint –

Конечный профиль подоконника с интегрированным деформационным швом

<sup>39</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 73

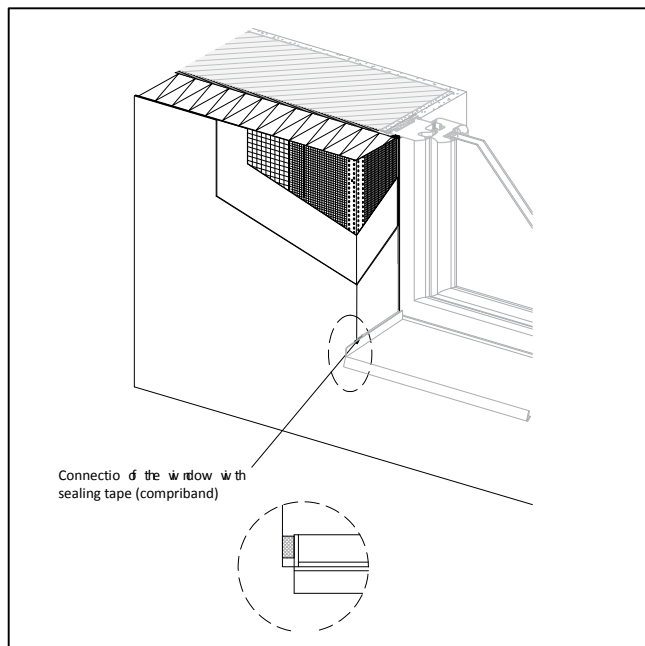


Рис. 33: Установка подоконника с помощью Комприбанд [Compriband®] после того, как была установлена ВКСТ

Connection to the window with sealing tape – Соединение с окном при помощи герметизирующей ленты (комприбанд)

#### 5.4.2 Соединение подоконника с дальнейшей установкой <sup>40</sup> ВКСТ

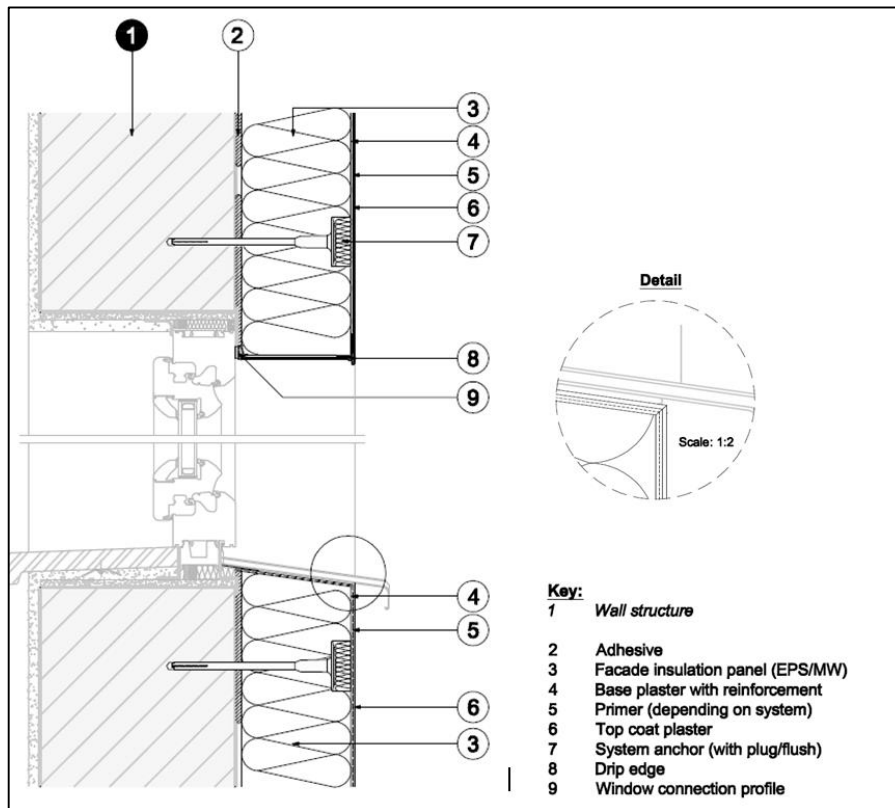


Рис. 34: Соединение подоконника с дальнейшей установкой ВКСТ

Detail – Выносной элемент

Scale 1:2 – Масштаб 1:2

Key: - Обозначения:

1 Структура стены

2 Клеевой подслои

3 Панель фасадной изоляции (пенополистирол, МВ)

4 Базовая штукатурка с армированием

5 Грунтовка (зависит от системы)

6 Верхний слой штукатурки

7 Системный анкер (с пробкой/впотай)

8 Капельник

9 Профиль соединения с окном

<sup>40</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 75

#### 5.4.3 Соединение окон и дверей с утепленным откосом <sup>41</sup>

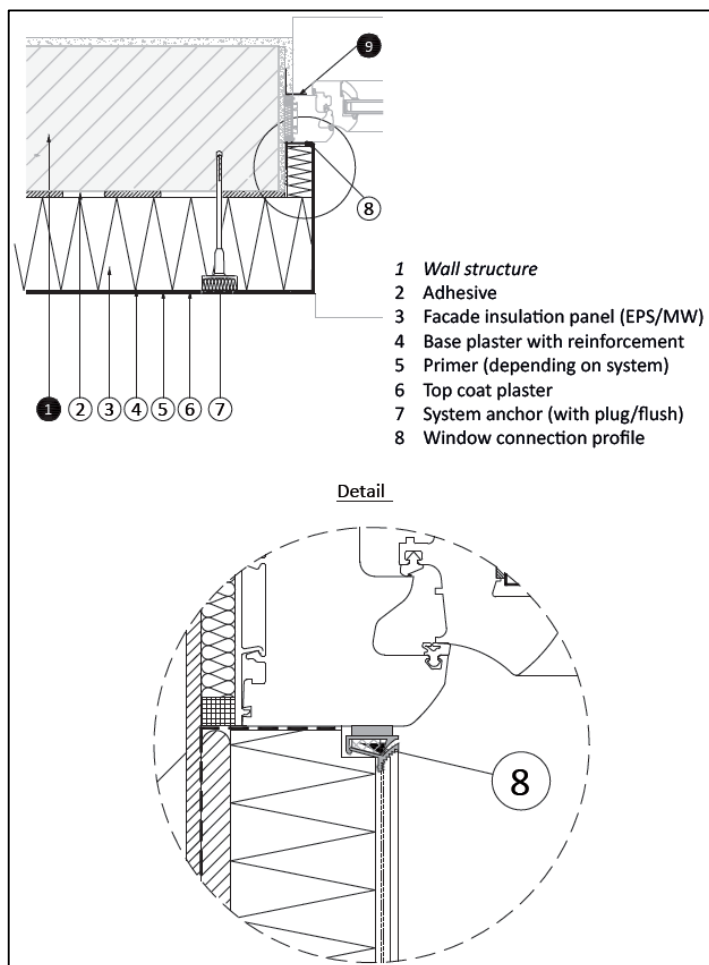


Рис. 35: Соединение окон и дверей с утепленным откосом

##### Detail - Выносной элемент

- 1 Структура стены
- 2 Клеевой подслои
- 3 Панель фасадной изоляции (пенополистирол, MW)
- 4 Базовая штукатурка с армированием
- 5 Грунтовка (зависит от системы)
- 6 Верхний слой штукатурки
- 7 Системный анкер (с пробкой/заподлицо)
- 8 Профиль соединения с окном

<sup>41</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 76

#### 5.4.4 Соединение окон и дверей заподлицо с кирпичной кладкой<sup>42</sup>

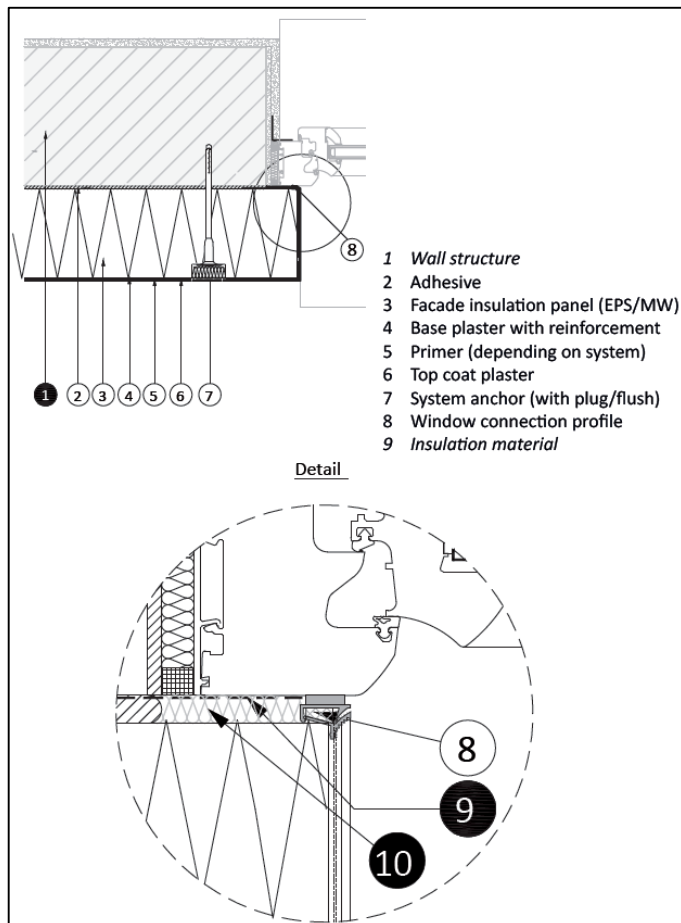


Рис. 36: Соединение окон и дверей заподлицо с кирпичной кладкой

##### Detail – Выносной элемент

- 1 Структура стены
- 2 Клеевой подслои
- 3 Панель фасадной изоляции (пенополистирол, МВ)
- 4 Базовая штукатурка с армированием
- 5 Грунтовка (зависит от системы)
- 6 Верхний слой штукатурки
- 7 Системный анкер (с пробкой/заподлицо)
- 8 Профиль соединения с крышей
- 9 Изоляционный материал

<sup>42</sup> Европейское руководство по применению ВКСТ, приложение 2, чертежи деталей, стр. 77

## 6 Модернизация потолка подвала

### 6.1 Типовые меры модернизации для подвала

В случае неотапливаемого подвала, потолок подвала должен быть теплоизолирован для обеспечения неразрывности термоизоляции корпуса здания. Термоизоляцию следует наносить из-под низу. На рынке представлены несколько термоизоляционных систем, которые подходят для такого применения. Важно предварительно рассмотреть такие вопросы:

- Потолок подвала должен быть сухим (не подвергаемый воздействию влаги).
- Уровень влажности в подвале в целом должен быть низким.
- Подвал должен быть очищен, чтобы обеспечить необходимое рабочее пространство.
- Дальнейшее использование подвала (хранилище, мастерские, т.п.) определяет выбор системы термоизоляции.
- В подвале должна быть хорошая естественная вентиляция.
- Местное законодательство, особенно по вопросу пожарной безопасности.
- Все неиспользуемые трубы, жёлоба и кабели должны быть убраны.

### 6.2 Требования к материалам

Наиболее распространёнными материалами для термоизоляции являются плиты минеральной ваты, каменной или стеклянной ваты.

Основные требования:

- Открытость диффузии
- Невоспламеняемость
- Влагоустойчивость
- Слой отделки, который связывает волокна плит минеральной ваты, предотвращая их распространение в воздухе. Это может быть либо ламинирование с нетканым полотном, либо слой штукатурки или отделка ДВП.

Рекомендуется использовать двуслойную термоизоляционную плиту, состоящую из невоспламеняемой ДВП (толщина=10 мм), что также выполняет функцию видимой нижней части, и невоспламеняемой плиты каменной ваты. Общая толщина плиты зависит от U-коэффициента, которого нужно достигнуть. Плиты доступны в вариантах от 50 мм до 175 мм. Они должны крепиться к потолку снизу при помощи специальных болтов, в соответствии с преобладающими техническими требованиями к установке. Не требуется никаких дополнительных слоев отделки.

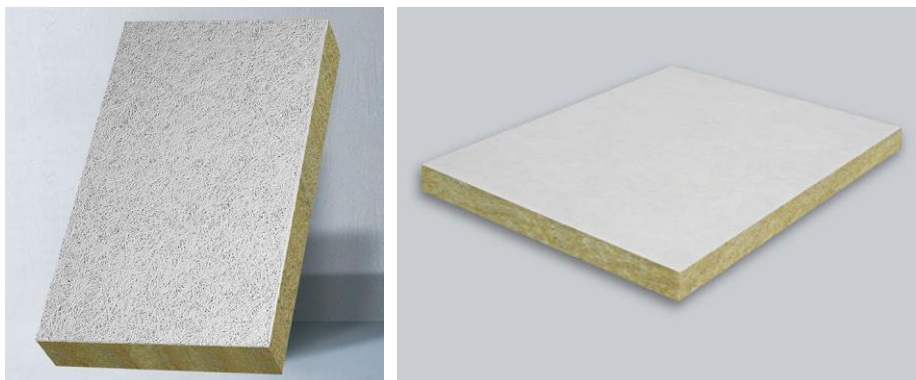


Рис. 37: Слева – двуслойная плита термоизоляции с покрытием ДВП<sup>43</sup>; справа – плита каменной ваты с ламинирование нетканым полотном<sup>44</sup>

### 6.3 Рекомендуемые монтажные меры

Для модернизации потолка подвала следует рассмотреть как минимум следующие действия:

- Проверка целостности штукатурки на потолке, снятие отошедшей штукатурки и ремонт, разглаживающий поверхность. Места, где выступает оголенная и ржавая стальная арматура (напр. потолок из железобетонных плит), должны быть отремонтированы, перед нанесением новой штукатурки (удаление ржавчины с арматуры, покрытие ингибитором коррозии, установка адгезионного моста, заполнение ремонтным раствором).
- Термоизоляция потолка подвала при помощи 10-сантиметровых композитных плит термоизоляции (двуслойные термоизоляционные плиты с невоспламеняемым ДВП покрытием на невоспламеняемых плитах каменной ваты). Обычно разные виды труб (канализация, отопление, т.п.), а также вентиляционные короба закреплены близко к потоку подвала или даже подвешены к нему. Такие трубы – если они используются и их нельзя переместить – могут нарушать целостность термоизоляции потолка. Количество таких нарушений должно быть сведено к минимуму. Особенно важно хорошо термоизолировать части потолка, примыкающие к наружным стенам. Чтобы избежать тепловых мостов на соединении стен и потолка подвала, примерно 1 м стен должен быть термоизолирован сверху вниз. Все неиспользуемые трубы и жёлоба должны быть убраны.

<sup>43</sup> На рисунке изображена «Хераклис Текталан» [Heraklith Tektalan®] A2-035/2, производства Кнауф Инсьюлейшн ГмбХ [Knauf Insulation GmbH]

<sup>44</sup> На рисунке изображена плита для термоизоляции потолка подвала DP 6-GVN, производства Кнауф Инсьюлейшн ГмбХ [Knauf Insulation GmbH]

## 7 Система отвода дождевой воды

### 7.1 Типовые меры по модернизации системы отвода дождевой воды

Водоотвод крыши осуществляется либо через внутренние стоки и водосточные трубы, либо через внешнюю систему желобов или воронок. Даже если крыша очень маленькая, рекомендуется делать хотя бы две точки дренажа, на случай если один из них будет заблокирован. Все внешние водосточные трубы должны быть подведены к дождевым воронкам (см. Рис. 38, Рис. 39), которые подсоединены к канализационному водостоку. Неконтролируемое выплескивание дождевой воды может привести к серьезным повреждениям здания, особенно фасада и цоколя (цокольной термоизоляции). Таким образом, система отвода дождевой воды является критически важной. Она должна обеспечить отвод дождевой воды от здания (вкл. поверхность земли вокруг здания) при любых погодных условиях.

Для того чтобы должным образом отводить дождевую воду, нужно установить передовую подземную систему канализационного водостока (ПВХ или РР<sup>45</sup> трубы). В зависимости от окружающей местности, уровня грунтовых вод и типа почвы, также может понадобиться дренажная система вокруг фундамента здания. Дождевая вода, которая собирается в канализационный водосток, далее может:

- Сливаться в городскую канализацию (если разрешено властями).
- Собираться в цистерну для бытовых нужд.
- Сливаться в дренажный колодец. Размер дренажного колодца должен быть спроектирован в зависимости от почвенных условий площадки.

Минимальный диаметр труб подземного канализационного водостока: 150 мм. Водосток должен быть установлен под углом. Ревизионные колодцы должны быть установлены с регулярными промежутками для обеспечения возможности технического обслуживания и ремонта.

Следующие Европейские нормы могут быть приведены:

- EN 12056-3: Системы самотёчного дренажа внутри зданий - Часть 3: Дренаж крыш, компоновочный план и расчеты
- EN 752: Дренажные и канализационные системы снаружи зданий

---

<sup>45</sup> ПП = полипропилен





Рис. 38: Стандартная дождевая воронка с ПП-корпусом, шарнирной муфтой, смотровой крышкой, листосборником, прихваченная (в случае если она присоединена напрямую к канализации для сточных и поверхностных вод) или неприхваченная<sup>46</sup>

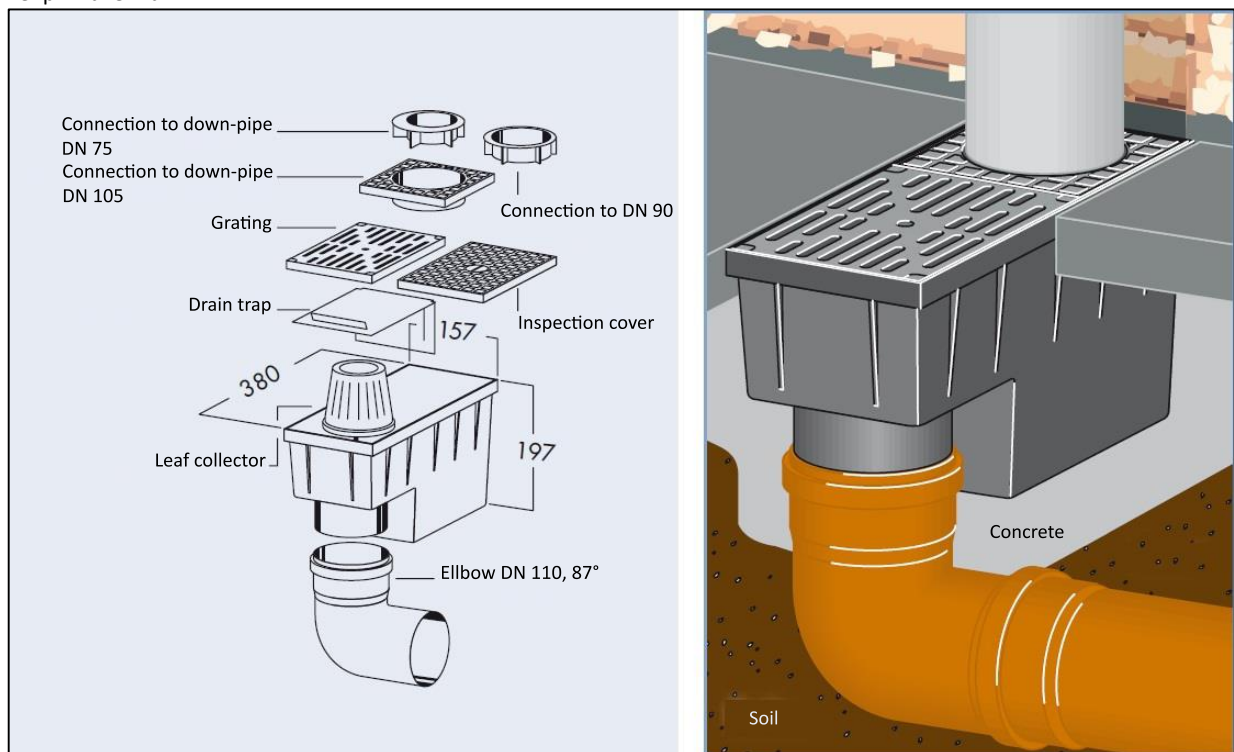


Рис. 39: Схематический рисунок установленной водосборной воронки с дополнительным стоком для поверхностных вод<sup>47</sup>

Connection to down-pipe DN 75 – Соединение со сливной трубой DN 75  
 Connection to down-pipe DN 105 – Соединение со сливной трубой DN 105  
 Connection to DN 90 – Соединение с DN 90  
 Grating – Решётка  
 Inspection cover – Смотровая крышка  
 Drain trap – Отстойник  
 Leaf collector – Листосборник  
 Elbow DN 110, 87° – Колено DN 110, 87°  
 Concrete – Бетон  
 Soil – Почва

<sup>46</sup> Изображение взято отсюда: <http://www.hutterer-lechner.com>

<sup>47</sup> Схематический рисунок взят отсюда: <http://www.marley.de>; описание было переведено на английский авторами

## 8 Вентиляция

Целью общей вентиляции<sup>48</sup> общественных и жилых зданий является обеспечение адекватного поступления свежего воздуха для людей, использующих помещения здания, и выведение водного пара и прочих загрязнений, выделяющихся в воздух по всему зданию.

Для этого, определенный объем свежего воздуха, также именуемый кратность воздухообмена, должен подаваться в здание, а отработанного – выводиться из здания. Кратность воздухообмена общественных и жилых зданий зависит, в основном, от типа пользователей (дети или взрослые), вида деятельности/использования (офис или спортзал, т.п.) и ожидаемого качества воздуха внутри помещения. Местные, а также международные, стандарты должны использоваться для расчета правильных и достаточных требований к вентиляции.

Международные стандарты, такие как EN 15251 или EN 13779 предоставляют основу для расчета правильной кратности воздухообмена в здании или помещении. EN 15251 определяет кратность воздухообмена в соответствии с 3 категориями, описывающими ожидаемую среду в помещении (КАТ I: высокий уровень; КАТ II: нормальный уровень; КАТ III: приемлемый уровень) и 3 категориями, описывающими уровень загрязнения в здании (очень низкий; низкий; не-низкий).

**Пример кратности воздухообмена в офисном помещении, в соответствии с DIN EN 15251:**

Тип использования	Требования к качеству	Уровень загрязнения здания	Кратность воздухообмена
Офис 15 м <sup>2</sup> ; 3 человека	КАТ II (нормальные ожидания к среде в помещении)	Здание с низким уровнем загрязнения (существующее здание)	$Q_{\text{общ}} = 25,2 \text{ м}^3/\text{ч}/\text{человека} + 2,52 \text{ м}^3/\text{ч}/\text{м}^2$ → $q_{\text{общ}} = 113 \text{ м}^3/\text{ч}$ для офиса

Рассчитанный объем свежего воздуха в м<sup>3</sup>/ч может быть достигнут при помощи естественной/ручной вентиляции или при помощи воздухообмена механическим способом, а также комбинацией этих методов. Способ вентилирования имеет значительное влияние на энергопотребление здания. Целью должно быть обеспечение адекватной вентиляции при уменьшении энергопотребления и отсутствии дискомфорта для людей.

### Что такое естественная/ручная вентиляция?

Свежий воздух поступает в здание или помещение более-менее неконтролируемо при помощи естественных факторов (напр. ветра и термической плавучести), проникая через отверстия и прорехи в герметизации корпуса здания (напр. негерметизированные двери или окна). Также,

<sup>48</sup> Кроме общей вентиляции, другие цели могут иметь значение: уменьшение нагрузки отопления/охлаждения для поддержания комфортной температуры для пользователей здания; удаление избытка водяного пара из помещений, где он продуцируется в больших количествах (таких как кухни, ванные, т.п.) для уменьшения риска развития условий благоприятных для появления плесени, вредоносных бактерий, патогенов и аллергенов; а также чтобы уменьшить концентрацию опасных загрязнений воздуха в здании.

люди приносят свежий воздух в здание при открывании окон и дверей. Природная вентиляция зданий зависит от человеческого поведения, климата и здания.

Естественные/ручные системы вентиляции обычно требуют только малых инвестиций/расходов по эксплуатации, но пользователи здания при этом несут ответственность за поддержание поступления свежего воздуха (часто открывая окна). Естественные/ручные системы вентиляции должны использоваться в помещениях с низким уровнем загрязнения воздуха и в помещениях с малым количеством людей.

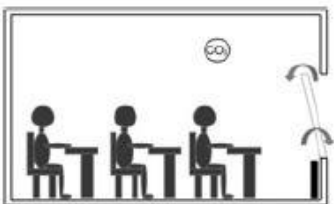
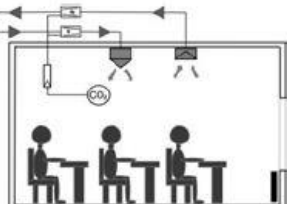
### Что такое механическая вентиляция?

Типовая система механической вентиляции обеспечивает поступление свежего воздуха (и отбор загрязненного воздуха) при помощи вентиляторов и системы воздуховодов, которые устанавливаются в здании. Механическая вентиляция используется в тех случаях, когда использование естественная/ручная вентиляция не подходит, напр. большие здания, такие как общественные или коммерческие учреждения, а также помещения с высоким уровнем загрязнения воздуха, такие как кухни, санузлы, т.п.

Системы механической вентиляции обеспечивают требуемую вентиляцию в здании и поддерживают комфортные и гигиеничные условия для пользователей здания.

Системы механической вентиляции требуют не только высоких затрат на инвестиции, но также и значительных эксплуатационных затрат (электричество) и затрат на расходы по хозяйственно-техническому обслуживанию, чтобы соответствовать санитарно-гигиеническим нормам. Системы регенерации тепла, интегрированные в системы механической вентиляции, могут существенно уменьшить расходы на отопление.

Ниже приведена таблица, демонстрирующая разницу между системами естественной/ручной вентиляции и механической вентиляции в классе школы.

Естественная/ручная вентиляция	Система механической вентиляции
 <p>Картинка иллюстрирует ручную вентиляцию школьного класса при помощи открытого окна.</p>	 <p>Картинка иллюстрирует механическую вентиляцию школьного класса при помощи централизованной вентиляционной системы.</p>
<p><u>Компоненты:</u></p> <p>Ручная вентиляция: -</p>	<p><u>Компоненты:</u></p> <p>Вентиляционная установка (фильтры, вентиляторы, система регенерации тепла,</p>

Естественная вентиляция: пустоты в здании (шахты, т.п.)	т.д.), система металлических воздуховодов, створки, воздуховыпускные отверстия, воздухоприёмные отверстия, сенсоры, устройства контроля, т.д.
<u>Инвестиционные затраты:</u> низкие	<u>Инвестиционные затраты:</u> высокие
<u>Расходы по эксплуатации:</u> (электричество, техобслуживание): низкие	<u>Расходы по эксплуатации:</u> (электричество, техобслуживание): высокие
<u>Затраты на отопление:</u> высокие	<u>Затраты на отопление:</u> низкие (при использовании системы регенерации тепла)
<u>Микроклимат помещения:</u> обычно плох Пользователи здания отвечают за качество воздуха в помещении (напр. частое открытие окон).	<u>Микроклимат помещения:</u> обычно хороший Микроклимат регулируется механической системой.
<u>Риск</u> появления конденсата и плесени: высокий	<u>Риск</u> появления конденсата и плесени: низкий
<u>Рекомендации:</u> маленькие здания, пользователи обучены тому, как хорошо проветривать здание.	<u>Рекомендации:</u> используется для крупных зданий, таких как школы, больницы, концертные залы, крупные офисы, т.п.

### Взаимосвязь между термо-модернизацией здания и его вентиляцией

Большинство зданий, которые отобраны для термо-модернизации, находятся в неудовлетворительном техническом состоянии (протекающая крыша, некачественные и негерметичные окна, т.д.). Как правило, вентиляция в таких зданиях «происходит» неконтролируемо, естественным путем через щели в дверях, окнах, т.п. Во многих случаях окна «герметизированы» липкой лентой и не могут открываться для проветривания, т.е. естественная вентиляция не может улучшить качество воздуха в помещении. В результате – микроклимат в помещении неудовлетворительный.

### Проблема

При термо-модернизации такого здания, а значит – замене окон на новые ПВХ-окна, проникание воздуха в помещение резко падает. Обычно, пользователи здания не обучены правильному вентилированию помещения и не вентилируют его вручную, достаточно часто открывая окна. Опыт показывает, что такая ситуация может привести за очень короткий промежуток времени к образованию большого количества конденсата, появлению плесени и неприемлемым условиям микроклимата помещения. Относительный уровень влажности в помещении > 60% при температуре внутри помещения примерно в 20°C приводит к образованию конденсата и риску появления плесени на наружных стенах и окнах с температурой поверхности ниже 12°C. Таким образом, следует избегать относительного уровня влажности более 60%.



Обильная плесень, растущая вокруг окна, по причине недостаточной вентиляции

Рис. 40: Замена окон в больнице без термоизоляции наружных стен, неудовлетворительная вентиляционная система



Сырая стена и рост плесени, причиной которых стало образование конденсата из-за недостаточной вентиляции

Обильный конденсат на окне из-за недостаточной вентиляции

Рис. 41: Замена окон в школьной столовой без термоизоляции наружных стен, неудовлетворительная система вентиляции

### Рекомендуемый подход

Для того чтобы достичь здорового микроклимата в здании и поддерживать его после модернизации, рекомендуется рассмотреть следующие аспекты во время разработки проекта и его реализации:

- Разработка концепции вентиляции, которая бы обеспечивала правильную кратность воздухообмена в соответствии с местными (и международными) стандартами.
- Интеграция системы регенерации тепла для уменьшения потребления энергии на отопление, при выборе варианта с механической системой вентиляции.
- Интеграция концепции вентиляции в технический проект общего проекта по термо-модернизации здания.
- Избегание тепловых мостов.
- Обучение пользователей здания его правильному вентилированию.
- Тщательное техобслуживание механической системы вентиляции (обучение).