


# ***KNAUF***INSULATION

ДЛЯ АРХИТЕКТОРОВ, ИНЖЕНЕРОВ, ГЛАВНЫХ СТРОИТЕЛЕЙ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ



178 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ  
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ  
С ТЕПЛО- И ЗВУКОИЗОЛЯЦИЕЙ

# О НАС

## Факты о группе «КНАУФ»



**€6,5**  
**миллиардов**  
оборот компании  
в 2016 году



**220**  
заводов



**70**  
стран мира



**27 400**  
сотрудников

## Основные направления бизнеса:


- сухие смеси для строительства и гипсовые штукатурки
- изоляционные материалы
- литье и формовка материалов для строительства и промышленности



**в 1932 году**  
основана в Германии  
братьями Альфонсом  
и Карлом Кнауф

## «КНАУФ Инсулейшн» в мире

**€1,6**  
**миллиардов**  
оборот компании

 **Более 5000**  
сотрудников

## Ценности нашей компании:

- 1** человечность
- 2** партнерство
- 3** преданность делу
- 4** дух предпринимательства

**35** стран

**37** производственных площадок

## Более 40 лет успешной работы

«КНАУФ Инсулейшн» — один из мировых лидеров по производству изоляционных материалов. Деятельность нашей компании направлена на удовлетворение растущего спроса на энергоэффективные материалы как для частного, так и для профессионального строительства.

## «КНАУФ Инсулейшн» в России



### Более **350** специалистов

нашей компании работают в разных регионах России



### Продукция из натуральных компонентов

при производстве используются только натуральные природные компоненты. В составе нашей продукции нет фенолформальдегидных и акриловых смол



### Две производственные площадки в России

Производство минеральной тепло- и звукоизоляции осуществляется на территории двух современных заводов



г. Ступино  
(Московская область)



г. Тюмень  
(Тюменская область)



Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Инженерно-строительный институт

Директор инженерно-  
строительного института  
\_\_\_\_\_ Н.И. Ватин  
15 \_\_\_\_\_ 2017 г.



Генеральный директор  
ООО «КНАУФ Инсулейшн»  
\_\_\_\_\_ П.В. Вишняков  
\_\_\_\_\_ 2017 г.



### АЛЬБОМ

Технических решений тепло- и звукоизоляции ограждающих  
конструкций жилых, общественных и производственных зданий и  
сооружений на основе изделий из стеклянного штапельного волокна  
«КНАУФ Инсулейшн»

*Издание третье, переработанное и дополненное*

Директор учебно-научного центра  
«Мониторинг и реабилитация  
природных систем»

\_\_\_\_\_ А.С. Горшков  
15 \_\_\_\_\_ 2017 г.

Начальник технического  
департамента  
ООО «КНАУФ Инсулейшн»

\_\_\_\_\_ А.М. Деев  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

Москва / Санкт-Петербург  
2017



**Список исполнителей**

**Научный руководитель,**  
д.т.н., профессор

подпись, дата

*Ватин Н.И.*

**Исполнители**

Заведующий лабораторией  
кафедры «Гидравлика»

подпись, дата

*Ольшевский В.Я.*

к.т.н., доцент

подпись, дата

*Корниенко С.В.*

к.т.н., директор учебно-  
научного центра «Мониторинг и  
реабилитация природных  
систем»

подпись, дата

*Горшков А.С.*

**Выписка из Протокола №3**  
**заседания Совета инженерно-строительного института**  
**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**  
**от 13.02.2018 г.**

**Председатель** – директор ИСИ, д.т.н., проф. Ватин Н.И.

**Ученый секретарь** – зав. каф. «Гидравлика», д.т.н., проф. Петриченко М.Р.

**Списочный состав** – 15 чел;

**Присутствовали** – 12 чел;

**Повестка заседания:**

1. Сообщение директора ИСИ Н.И. Ватина;
2. О форуме «Политехническая неделя» в Санкт-Петербурге (зам. Директора ИСИ по науке и развитию Немова Д.В.);
3. Конгрессно-выставочные мероприятия с участием ИСИ (Немова Д.В.);
4. Разное.

**По четвертому вопросу слушали** – инженера кафедры «Гидравлика» Ольшевского В.Я. о содержательной части Альбома технических решений тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий и сооружений на основе изделий из стеклянного штапельного волокна «КНАУФ Инсулейшн», издание третье, переработанное и дополненное с учетом нормативных документов и законодательных актов, действующих на территории Российской Федерации.

**Выступили:**

**Ватин Н.И.** – с предложением одобрить представленный *Альбом технических решений «КНАУФ Инсулейшн»* в качестве документа рекомендательного характера для проектирования зданий промышленного назначения.

**Решение совета:** одобрить представленный *Альбом технических решений «КНАУФ Инсулейшн»* в качестве документа рекомендательного характера для проектирования зданий промышленного назначения.

За: 12

Против: 0

Воздержались: 0

Председатель:

Ученый секретарь Совета:

Выписка верна:

Ученый секретарь Совета:



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»  
(НИТУ «МИСиС»)

Ленинский проспект, 4, Москва, 119991  
Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05  
<http://www.misis.ru>  
E-mail: [kancela@misis.ru](mailto:kancela@misis.ru)

ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749

ИНН/КПП 7706019535/ 770601001

*11.05.2017 № 3117-04-691*

На № \_\_\_\_\_

О коррозионной стойкости оцинкованных  
сталей в контакте с утеплителями

Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования Национальным исследовательским технологическим университетом НИТУ «МИСиС», г. Москва, с целью определения влияния химической природы материалов утеплителей на коррозионную стойкость оцинкованной стали, проведена сравнительная оценка коррозионной стойкости оцинкованных сталей в контакте с утеплителями разных производителей, в т.ч. с минераловатным утеплителем из стеклянного штапельного волокна марки TS034 Aquastatik компании ООО «КНАУФ Инсулейшн», выпускаемым серийно на производственной площадке в г. Ступино по ТУ 5763-001-73090654-2009 с изм. 1,2,3,4.

В результате проведенных исследований установлено, что на образцах, контактирующих с утеплителем, по глубине и характеру коррозионных повреждений за время испытаний **наименее агрессивным** по отношению к оцинкованной стали проявил себя утеплитель изготовленный на основе связующего из растительных компонентов.

Сравнение коррозионных повреждений на поверхностях профилей, контактирующих с минераловатными утеплителями из каменного и стеклянного штапельного волокон на основе фенолформальдегидных смол показало большую коррозионную активность связующего утеплителя из каменного волокна.

Аппроксимация экспериментально полученных результатов скорости коррозии горячего цинкового покрытия ЛСТК при условии конденсации влаги на длительный срок эксплуатации, позволяет установить, что максимальное уменьшение толщины слоя цинка для исследуемых конструкций, контактирующих с минераловатными утеплителями из каменного и стеклянного штапельного волокон с фенолформальдегидными смолами в составе связующего, произойдет за 15 лет реальной эксплуатации, при этом, те же конструкции, контактирующие с утеплителем КНАУФ Инсулейшн, изготовленным на основе связующего из растительных компонентов, произойдет за 30 лет реальной эксплуатации.

Проректор по науке и инновациям,  
проф., д.т.н.



Филонов М.Р.

Зав.кафедрой МЗМ, проф., д.т.н.

Дуб А.В.

Исп. научный сотрудник О.В. Волкова  
Тел.: +7(495)951-22-31



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	10
<b>Общие положения</b>	13
<b>Нормативные требования</b>	20
Нормативные требования к теплоизоляции	20
Нормативные требования к звукоизоляции перекрытий, стен и перегородок	27
<b>Расчетные характеристики изделий</b>	32
<b>Конструктивные решения наружных стен</b>	37
<b>1. Решения для стен с отделочным слоем из кирпича</b>	39
<b>2. Решения для стен с навесной фасадной системой</b>	67
<b>3. Решения для наружных трехслойных стен с облицовкой стальным оцинкованным профилированным листом</b>	83
<b>4. Решения для быстровозводимых металлических стен из сэндвич-панелей поэлементной сборки</b>	93
<b>5. Решения с применением натуральной теплоизоляции для каркасных деревянных стен</b>	105
<b>6. Безопасные решения для теплоизоляции деревянных стен из бруса</b>	113
<b>7. Решения для быстровозводимых конструкций зданий на основе ЛСТК</b>	125
Наружные ограждающие конструкции с несущим стальным каркасом из тонколистовых оцинкованных холодногнутых профилей	126
Наружные ненесущие каркасно-обшивные стены с внешней облицовкой	130
Рекомендации по монтажу наружной облицовки	133
<b>8. Системное и проверенное решение звукоизоляции каркасных перегородок</b>	185
<b>9. Решения для тепло- и звукоизоляции перекрытий</b>	211
Конструктивные решения чердачных перекрытий	212
Конструктивные решения перекрытий и полов	220

<b>10. Изоляционные решения для ограждающих конструкций мансард</b>	235
<b>11. Решения для покрытий с профилированным настилом и кровлей из оцинкованных стальных профлистов</b>	259
<b>12. Определение расчетной толщины теплоизоляции в зависимости от региона и типа здания. Пример расчета толщины теплоизоляции для предоставления в строительную экспертизу</b>	271
Приложение А. Рекомендуемые значения требуемой толщины слоя теплоизоляции из минераловатных плит для стен, покрытий и перекрытий зданий различного назначения	272
Приложение Б. Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с каркасом из прогонного термопрофиля с перфорацией	289
<b>13. Пример расчета индекса изоляции воздушного шума каркасной перегородки для предоставления в строительную экспертизу</b>	293
Приложение В. Пример определения индекса изоляции воздушного шума каркасной перегородки	294
Приложение Г. Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума двойных перегородок	297
<b>14. Оценка влажностного режима конструкции для предоставления в строительную экспертизу</b>	303
Оценка влажностного режима ограждающих конструкций в годовом цикле	304
Приложение Д. Расчет профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции	317
Приложение Е. Пример расчета влажностного режима многослойной стеновой конструкции	320
Приложение Ж. Примеры расчета профилей температуры, парциального давления и определения плоскости конденсации в ограждающей конструкции	331
<b>Перечень нормативных документов</b>	335

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач, стоящих перед строительным комплексом страны, является задача энергосбережения при эксплуатации зданий. За последнее десятилетие были проведены многочисленные исследовательские и проектно-экспериментальные работы, направленные на совершенствование нормативной базы по энергопотреблению, а так же созданию новых прогрессивных решений ограждающих конструкций с использованием эффективных теплоизоляционных материалов. Понятие «энергоэффективный теплоизоляционный материал», в определенной степени, является условным, и разные специалисты по-разному подходят к выбору критерия оценки его эффективности. Но при всем многообразии определяющим критерием является величина коэффициента теплопроводности, которая для эффективного теплоизоляционного материала должна быть в пределах от 0,03 до 0,1 Вт/(м·°С).

Среди пяти ключевых направлений коренной перестройки российской экономики, объявленных президентом РФ 18.06.2009 года, выбраны энергетическая эффективность и энергосбережение. Под энергетической эффективностью зданий понимается свойства зданий и их инженерных систем потреблять лимитированный уровень тепловой энергии, обеспечивая оптимальный внутренний микроклимат помещений.

Во время отопительного периода через наружные ограждающие конструкции зданий неизбежно происходят потери тепла, на долю которых приходится от 30 до 80% всей теряемой энергии. Грамотно спроектированная система теплоизоляции позволяет снизить эти показатели, а соответственно, и затраты на отопление, более чем в 5 раз. Эффективность и срок службы системы утепления в значительной степени зависят от правильности выбора и качества применяемых теплоизоляционных материалов.

Теплоизолирующие свойства материала обеспечиваются наличием в нем иммобилизованного воздуха, т.е. воздуха, лишённого способности двигаться. Это достигается использованием материалов с волокнистой структурой. Косвенной характеристикой теплопроводности материала может служить плотность, так же зависящая от количества воздуха в материале.

Сама по себе теплопроводность материала, являясь основным показателем, тем не менее, не может быть единственным критерием при выборе типа теплоизоляционного материала. Для многих конструкций решающее значение имеют: пожаробезопасность (**группа НГ**), формостабильность, упругость и сопротивляемость к линейным деформациям, паро- и воздухопроницаемость материала.

Торговая марка высококачественных минераловатных материалов для тепло- и звукоизоляции на основе стекловолокна «КНАУФ Инсулейшн» – одна из известнейших в



России среди профессиональных строителей и среди людей, занимающихся частным строительством.

В последнее время наметился значительный рост потребности в теплоизоляционных материалах нового поколения, отвечающих повышенным требованиям экологической безопасности. Требования о подтверждении производителем биологической, химической, радиационной безопасности строительной продукции прописаны в Федеральном законе № 384-ФЗ «Технический регламент «Безопасность зданий и сооружений», утвержденном президентом РФ в декабре 2009 года и вступающим в силу с июля 2010 года.

Немецкий философ Эммануил Кант утверждал, что люди испокон веков мечтали о двух вещах: долго жить и, при этом, быть здоровыми.

В первом квартале 2010 года компания KNAUF Инсулейшн приступила к серийному выпуску в России на заводе в г. Ступино Московской области минераловатной изоляции на основе стекловолокна по технологии ECOSE без применения фенолформальдегидных, акриловых смол в связующем. Технология основана на использовании быстро возобновляемых природных ресурсов без применения продуктов нефте- и газохимии. Благодаря уникальной технологии компания вывела на рынок в полной мере натуральные, экологически чистые и нейтральные, безопасные для человека теплоизоляционные материалы.

С 2013 года аналогичную продукцию компания KNAUF Инсулейшн производит на своем втором российском заводе, расположенном в г. Тюмени. Этот завод компания приобрела в 2011 году, и уже в начале 2013 года началось серийное производство инновационных высококачественных минераловатных изоляционных материалов. Завод был полностью модернизирован, установлено новейшее оборудование, внедрены все передовые технологии производства. На сегодняшний момент предприятие производит весь спектр продукции компании KNAUF Insulation.

По сочетанию свойств – материалы компании KNAUF Инсулейшн относятся к высокоэффективным тепло- и звукоизоляционным материалам. Высокие физико-механические, теплотехнические показатели изделий подтверждены результатами испытаний в специализированных аккредитованных лабораториях Российской Федерации и специализированными международными центрами.

По результатам исследования материалов на возможность выделения химических веществ в воздушную среду, и по результатам оценки их устойчивости к развитию грибковой микрофлоры на поверхности, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН рекомендовал материалы, произведенные по технологии ECOSE, к применению в качестве наружной и внутренней тепло- и звукоизоляции

ограждающих конструкций всех типов зданий и сооружений, в том числе: жилых, детских дошкольных и школьных учреждений, лечебно – профилактических учреждений, административных зданий (см. исх. № 15-5/252 от 26.04. 2010 г.).

По сравнению с версией 2015 года в настоящей редакции Альбома:

1. откорректированы, с учетом проведенных исследований, испытаний и полученных заключений, разделы:

- 4 «Конструктивные решения наружных стен»,
- 7 «Конструктивные решения чердачных перекрытий»;

2. дополнен, в составе пояснительной записки, раздел 5 «Ограждающие конструкции зданий на основе легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК)»;

3. дополнены, в составе узлов и технических решений, два новых раздела:

- 7 «Наружные ограждающие конструкции с несущим каркасом из ЛСТК»;
- 8 «Ненесущие каркасно-обшивные стеновые конструкции из ЛСТК».

4. откорректирован, в составе узлов и технических решений, раздел 11 «Чердачные перекрытия»;

5. откорректированы, с учетом изменений в нормативных документах и результатов проведенных испытаний, Приложения: А, Б, Г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящий Альбом предназначен для инженерно-технических работников в сфере проектирования ограждающих конструкций жилых, административных и промышленных зданий.

1.2. Альбом содержит материалы для проектирования и принципиальные конструктивные решения ограждающих конструкций внешних стен и внутренних перегородок, скатной кровли, чердачных перекрытий, полов и междуэтажных перекрытий отапливаемых зданий различного назначения с использованием тепло- и звукоизоляционных изделий из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation, выпускаемых серийно по ТУ 5763-001-73090654-2009 с изм.1 и 2, 3, 4 марок: TS 032 Aquastatik (TS 032A), TS 032, TS 034 Aquastatik (TS 034A), TS 034, TS 037 Aquastatik (TS 037A), TS 037, TS 035 Aquastatik (TS035A), TS 044, TR 040 Aquastatik (TR 040A), TR 040, TR 037 Aquastatik (TR 037A), TR 037, TR 034 Aquastatik (TR 034A), TR 035 Aquastatik (TR 035A), TR 034, AR Light, AR, AS, AS+.

1.3. В зависимости от физико-технических свойств изделия из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation используются в качестве тепло- и звукоизоляции:

- маты марок: TR 044, TR 040, TR 037, TR 034, плиты марок: TS 044, TS 037, TS 034, TS 032 – в конструкциях (без непосредственной нагрузки на теплоизоляционный материал) скатных покрытий, ограждений мансардных помещений, междуэтажных и чердачных перекрытий, полах на лагах, а так же стен с облицовкой на отnose (сухое строительство) на основе деревянного каркаса;
- маты марок TR 037A, TR 034A и плиты марок TS 037A, TS 034A, TS 032A – для теплоизоляции стен и кровель быстровозводимых зданий со стальным каркасом и наружной обшивкой из различных материалов, в т.ч. стеновых и кровельных панелей мансардных этажей на основе термопрофиля; в качестве звукоизоляционного слоя в конструкциях перегородок со стальным каркасом и облицовкой из гипсокартонных и гипсоволокнистых листов;
- плиты марки TS 037 A – для теплоизоляции стен малоэтажных строений (при установке утеплителя в обрешетку);
- плиты марки TS 034A – в навесных фасадных системах с воздушным зазором в качестве однослойной теплоизоляции с дополнительным ветрозащитным слоем при креплении утеплителя решетчатым каркасом системы, однослойная теплоизоляция в навесных фасадных системах с воздушным зазором на зданиях высотой до 4-х этажей при креплении изоляции тарельчатыми дюбелями и применении ветрогидрозащитной мембраны; в конструкциях трехслойных стен с воздушным зазором и без, полностью или частично выполненных из мелкоштучных материалов;



- в качестве внутреннего (нижнего) слоя навесных фасадных систем с воздушным зазором при двухслойном выполнении теплоизоляции и креплении утеплителя тарельчатыми дюбелями; для теплоизоляции скатных кровель при укладке утеплителя в подстропильном пространстве и мансард (с применением в качестве наружного слоя изоляции ветрозащитных плит из стекловолокна или минеральной ваты или ветрогидрозащитных мембран);
- плиты марки TS 032A – в качестве однослойной теплоизоляции с дополнительным ветрозащитным слоем в навесных фасадных системах с воздушным зазором на зданиях и сооружениях (высотой до 15 метров) при креплении утеплителя тарельчатыми дюбелями; в качестве однослойной теплоизоляции в навесных фасадных системах с воздушным зазором при креплении утеплителя решетчатым каркасом системы без ограничений по высоте здания; в конструкциях трехслойных стен, полностью или частично выполненных из мелкоштучных материалов; в качестве нижнего (внутреннего) слоя в навесных фасадных системах с воздушным зазором при двухслойном выполнении теплоизоляции и креплении утеплителя тарельчатыми дюбелями;
  - плиты марок TR035 Aquastatik и TS035 Aquastatik – в качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях мансард, каркасных конструкциях стен при установке утеплителя в обрешетку, легких покрытий при размещении утеплителя в подстропильном или межстропильном пространстве, полов, при укладке утеплителя между лагами, потолков, в т.ч. над техническим подпольем, перегородок, перекрытий холодного чердака; в каркасно-обшивных стенах с каркасом из металлических профилей, в т.ч. из ЛСТК; наружных боковых стен лоджий и балконов;
  - плиты марки TS 035 Aquastatik – также в качестве теплоизоляционного слоя в трехслойных стенах, полностью или частично выполненных из мелкоштучных стеновых материалов, в качестве внутреннего слоя в навесных фасадных системах с воздушным зазором при двухслойном выполнении изоляции;
  - плиты и маты AR, AR Light, AS – в качестве звукоизолирующего слоя в конструкциях подвесных потолков;
  - плиты и маты AR, AS, AS+ – в качестве звукоизолирующего слоя в конструкциях внутренних перегородок.

1.4. Номенклатура изделий из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation, а также их основные физико-технические характеристики приведены в таблице 1.

1.5. Все изделия из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation относятся к группе горючести НГ согласно ГОСТ 30244.

1.6. В соответствии с НРБ-99 по содержанию радонуклидов изделия из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation относятся к 1-му классу строительных материалов.

1.7. Проектирование ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения необходимо осуществлять с учетом требований следующих нормативных документов:

- **СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции»** [Разделы 1, 4 (пункт 4.4), 6 - 10]. Актуализированная редакция СНиП II-22-81;

- **СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»** [Разделы 1, 4 - 6, 7 (за исключением пункта 7.3.3), 8 (за исключением пунктов 8.5.1, 8.5.9), 9 - 14, 15 (за исключением пункта 15.5.3), 16 - 18, приложения Д, Е, Ж]. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*;

- **СП 17.13330.2011 «Кровли»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.1 - 4.3, 4.5, 4.6, 4.8, 4.10 - 4.13, 4.15), 5 (за исключением пунктов 5.19, 5.30), 6 - 8, 9 (пункты 9.3, 9.5 - 9.7, 9.9 - 9.14)]. Актуализированная редакция СНиП II-26-76;

- **СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»** [Разделы 1 (пункт 1.1), 4, 6 - 15, приложения В - Е]. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*;

- **СП 28.13330.2011 «Защита строительных конструкций от коррозии»** [Разделы 1, 5 (за исключением пункта 5.5.5), 6 (пункты 6.4 - 6.13), 7 - 10, 11 (пункты 11.1, 11.2, 11.5 - 11.9), приложения Б, В, Г, Ж, Л, Р, У, Х, Ч]. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85;

- **СП 29.13330.2011 «Полы»** [Разделы 1 (пункт 1.1), 4 (пункт 4.15), 5 (пункты 5.11 - 5.13, 5.15, 5.21, 5.25)]. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88;

- **СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания»**. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87\*;

- **СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.3, 4.4), 5 (пункты 5.1, 5.2, 5.4-5.7), 6 (пункт 6.8), 7 (пункт 7.3), 8 (подпункты «а» и «б» подпункта 8.1), 9 (пункт 9.1), приложение Г]. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;

- **СП 51.13330.2011 «Защита от шума»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.2 - 4.5), 5, 6 (пункты 6.1, 6.3), 7, 8, 9 (пункты 9.1 - 9.6, 9.17 - 9.21), 10 (пункты 10.1, 10.3 - 10.16), 11 (пункты 11.1 - 11.21, 11.26), 12]. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;

- **СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»** [Разделы 1 (пункт 1.1), 4 (пункты 4.3 - 4.7, абзацы третий - шестой пункта 4.8, пункты 4.9 - 4.12), 5 (пункты 5.5, 5.8), 6 (пункты 6.2, 6.5, 6.6 - 6.8), 7 (пункты 7.1.2, 7.1.4 - 7.1.14, абзац второй пункта 7.1.15, пункты 7.2.1 - 7.2.15, 7.3.6 - 7.3.10, 7.4.2, 7.4.3, 7.4.5, 7.4.6), 8 (пункты 8.2 - 8.7, 8.11 - 8.13), 9 (пункты 9.2 - 9.4, 9.6, 9.7, 9.10 - 9.12, 9.16, 9.18 - 9.20, 9.22, 9.23, 9.25 - 9.28, 9.31, 9.32), 10 (пункт 10.6), 11 (пункты 11.3, 11.4)]. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003;

- **СП 55.13330.2011 «Дома жилые многоквартирные».** Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001;

- **СП 56.13330.2011 «Производственные здания»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.5, абзац последний пункта 4.6, пункт 4.11), 5 (пункты 5.1, 5.4, 5.7 - 5.9, 5.11 - 5.12, 5.15 - 5.20, 5.23 - 5.26, 5.29, 5.30, 5.33, 5.34, 5.36)]. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001;

- **СП 57.13330.2011 «Складские здания».** Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001;

- **СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции»** [Разделы 1, 4 - 10, 11 (пункты 11.1.2 - 11.1.5, 11.2.1 - 11.2.3, 11.2.6 - 11.2.8, 11.4.2 - 11.4.6, 11.5.2), 12, 13]. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003;

- **СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции»** [Разделы 1 (пункт 1.1, 1.2, 1.7), 4 (пункты 4.2 - 4.4, 4.11), 5, 6, 7, 8, приложение Е]. Актуализированная редакция СНиП II-25-80;

- **СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»** [Разделы 1 (пункт 1.1), 3 (пункты 3.3, 3.5, 3.6, 3.20, 3.23), 4 (пункты 4.5.1, 4.5.3, подразделы 4.6, 4.9, пункты 4.10.6, 4.10.7, 4.12.1 - 4.12.3, 4.14.1 - 4.15.4, пункты 4.16.6, 4.19.11), 5 (пункты 5.2.3 - 5.2.6, 5.3.3, 5.3.6, 5.3.12, 5.3.13, 5.4.1 - 5.4.3, 5.11.1 - 5.11.17, 5.12.2 - 5.12.5, 5.16.4, 5.16.10, 5.16.11, 5.16.19 - 5.16.21, 5.16.24, 5.17.6, 5.17.8, 5.18.3, 5.18.8, 5.18.15, 5.18.16, 5.18.20), 6 (пункты 6.1.2, 6.1.7, 6.2.2, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6, 6.2.11, 6.2.15, 6.3.1 - 6.6.3), 7 (пункты 7.3.23, 7.4.13, 7.6.19), 8 (пункт 8.1.7), 9 (пункты 9.1.4, 9.1.9, 9.2.9, 9.3.1, 9.11.1 - 9.12.5, 9.14.1 - 9.14.3, 9.16.1 - 9.16.7, 9.18.1 - 9.18.5), 10]. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87;

- **СП 105.13330.2012 «Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»** [Разделы 1, 4]. Актуализированная редакция СНиП 2.10.02-84;

- **СП 106.13330.2012 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.2-4.6), 5]. Актуализированная редакция СНиП 2.10.03-84;

- **СП 107.13330.2011 «Теплицы и парники».** Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85;

- **СП 113.13330.2012 «Стоянки автомобилей»** [Разделы 1, 4 (пункты 4.2, 4.3, 4.5 - 4.7, 4.10, 4.11, 4.14), 5 (пункты 5.1.5, 5.1.14, 5.1.15, 5.1.20 - 5.1.24, 5.1.28, 5.1.29, 5.1.31, абзац первый пункта 5.1.32, пункты 5.1.34 - 5.1.43, 5.1.45, абзацы первый и второй пункта 5.2.1, пункты 5.2.2, 5.2.3, 5.2.6 - 5.2.8, 5.2.18, 5.2.19, 5.2.20, 5.2.29, 5.2.31, 5.2.37), 6 (пункты 6.1.3, 6.2.1, 6.2.4, 6.3.1 - 6.3.13, 6.4.2 - 6.4.6, 6.5.3 - 6.5.7), приложение В]. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99;

- СП 118.13330.2011 «Общественные здания и сооружения» [Разделы 1, 3, 4 (пункты 4.1 - 4.7, 4.9 - 4.10, 4.11 (за исключением абзаца второго пункта 4.11), пункты 4.12, 4.14 - 4.22, абзацы первый и второй пункта 4.23, пункты 4.24 - 4.26, 4.28 - 4.30), 5 (пункты 5.1, 5.2, 5.4 - 5.7, 5.9 - 5.13, 5.20 - 5.27, 5.32 - 5.36, 5.38 - 5.46), 6 (пункты 6.1 - 6.6, 6.8 - 6.12, 6.14 - 6.21, 6.23 - 6.28, 6.30 - 6.38, 6.40 - 6.48, 6.53 - 6.58, 6.64, 6.72, 6.77, 6.81 - 6.95), 7 (пункты 7.1 - 7.5, 7.8, 7.10 - 7.27, 7.35, 7.37 - 7.43, 7.46 - 7.49), 8 (пункты 8.1 - 8.7, абзац первый пункта 8.9, пункты 8.10, 8.11, 8.14, 8.18, 8.19, 8.21, 8.24 - 8.26, 8.28 - 8.34), 9 (пункты 9.1 - 9.5), приложение Г ]. Актуализированная редакция объединенных СНиП 31-06-2009 и СНиП 31-05-2003;

- СП 128.13330.2012 «Алюминиевые конструкции» [Разделы 1 (пункт 1.1), 4, 6 - 10, 11 (пункты 11.1.1 - 11.1.5), 12, 13, приложения Г, Д, Е]. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85;

- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [Разделы 1, 3 - 13]. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*;

- ГОСТ 530–2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»;

- ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме»;

- ГОСТ 14918-80\* «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия»;

- ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

- ГОСТ 25898–2012 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию»;

- ГОСТ 31913-2011 (ЕН ИСО 9229:2004) «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения»;

- ГОСТ Р 54257–2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования»;

- ГОСТ Р 54851–2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче»;

- СП 55-101-2000 «Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов»;

- СП 55-102-2001 «Конструкции с применением гипсоволокнистых листов».

- СТО 73090654.001-2015 «Оценка влажностного режима ограждающих конструкций в годовом цикле»;



- СО-002-02495342-2005 «Кровли зданий и сооружений. Проектирование и строительство», М., ОАО «ЦНИИПромзданий», 2005 г.

- ISO 6946 «Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method»;

- ISO 13788 «Hygrothermal performance of building components and building elements — Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation — Calculation methods».

П р и м е ч а н и е: выделены Своды Правил, вошедшие в перечень стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил) Постановления Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года № 1521, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В скобках курсивом для данных стандартов указаны обязательные разделы, пункты и приложения.

Таблица 1

**Физико-технические характеристики изделий из стеклянного штапельного волокна  
Knauf Insulation**

Марка изделия	Показатель					
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Сжимаемость под удельной нагрузкой 2000 Па, %, не более	Водопоглощение при частичном погружении за 24 часа, кг/м <sup>2</sup> , не более	Предел прочности при растяжении параллельно лицевым поверхностям, кПа, не менее	Содержание органических веществ, % по массе, не более	Теплопроводность λ <sub>D</sub> при 10 °С, Вт/(м·°С), не более
<b>TR 044</b>	10±5%	70	-	4,0	6,0	0,044
<b>TR 040 A</b>	11 ± 5 %	70	1,0	4,2	6,0	0,040
<b>TS 040 A</b>	11 ± 5 %	70	1,0	4,2	6,0	0,040
<b>TR 037 A</b>	15 ± 5%	60	1,0	5,2	6,0	0,037
<b>TS 037 A</b>	15 ± 5 %	60	1,0	4,6	7,0	0,037
<b>TS 035 A</b>	17 ± 5 %	50	1,0	4,9	7,0	0,035
<b>TR 035 A</b>	17 ± 5 %	50	1,0	4,9	7,0	0,035
<b>TR 034 A</b>	22 ± 5 %	50	0,8	10,0	6,0	0,034
<b>TS 034 A</b>	22 ± 5 %	50	0,8	10,0	6,0	0,034
<b>TS 032 A</b>	30 ± 5 %	40	0,6	25,0	7,0	0,032
<b>AR Light</b>	11 ± 5 %	70	-	4,2	6,0	-
<b>AR</b>	15 ± 5%	60	-	5,2	6,0	-
<b>AS</b>	15 ± 5%	60	-	4,6	6,0	-
<b>AS+</b>	20 ± 5%	50	-	5,4	7,0	-

## 2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

### 2.1. Нормативные требования к теплоизоляции

В соответствии с требованиями п. 5.1 СП 50.13330, теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

- а) приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);
- б) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);
- в) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно – гигиеническое требование)

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований а), б) и в).

#### Поэлементные требования

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_o^{норм}$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , следует определять по формуле

$$R_o^{норм} = R_o^{мп} \cdot m_p, \quad (2.1)$$

где  $R_o^{мп}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ , следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, ГСОП,  $^\circ C \cdot сут / год$ , региона строительства и определять по таблице 2;

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете по формуле (2.1) принимается равным 1. Допускается снижение значения коэффициента  $m_p$  в случае если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике Приложения Г СП 50.13330 выполняются требования п. 10.1 к данной удельной характеристике. Значения коэффициента  $m_p$  при этом должны быть не менее:  $m_p = 0,63$  – для стен,  $m_p = 0,95$  – для светопрозрачных конструкций,  $m_p = 0,8$  – для остальных ограждающих конструкций.

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП)  $^\circ C \cdot сут / год$ , определяют по формуле

$$ГСОП = (t_g - t_{om}) \cdot z_{om} \quad (2.2)$$

где  $t_{от}$ ,  $z_{от}$  – средняя температура наружного воздуха,  $^\circ C$ , и продолжительность, сут./год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8 \text{ }^\circ C$ , а при проектировании лечебно-

профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С;

$t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий указанных в таблицы 3: по поз. 1 - по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494 (в интервале 20÷22 °С); по поз. 2 - согласно классификации помещений и минимальных значений оптимальной температуры по ГОСТ 30494 (в интервале 16÷21 °С); по поз. 3 - по нормам проектирования соответствующих зданий.

Таблица 2

**Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций**

Здания и помещения, коэффициенты а и b	Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытий и перекрытий над проездами	Перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
a	—	0,00035	0,0005	0,00045	—	0,000025
b	—	1,4	2,2	1,9	—	0,25
2 Общие, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимами	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
a	—	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
b	—	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25
3 Производственные с сухим и нормальным режимами*	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,2
	4000	1,8	2,5	1,8	0,3	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,3
	8000	2,6	3,5	2,6	0,4	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,4
	12000	3,4	4,5	3,4	0,5	0,45
a	—	0,0002	0,00025	0,0002	0,000025	0,000025
b	—	1,0	1,5	1,0	0,2	0,15



Примечания

1 Значения  $R_o^{mp}$  для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле:

$$R_o^{mp} = a \cdot ГСОП + b,$$

где ГСОП — градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, для конкретного пункта;

a, b — коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы б, для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут/год: a = 0,000075, b = 0,15; для интервала 6000-8000 °С·сут/год: a = 0,00005, b = 0,3; для интервала 8000 °С·сут/год и более: a = 0,000025; b = 0,5.

2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3 Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м<sup>3</sup>, нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, должны определяться для каждого конкретного здания.

В случаях, когда средняя наружная или внутренняя температура для отдельных помещений отличается от принятых в расчете ГСОП, базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, определенные по таблице 3 умножаются на коэффициент  $n_t$ , который рассчитывается по формуле

$$n_t = \frac{t_e^* - t_{om}^*}{t_e - t_{om}}, \quad (2.3)$$

где  $t_e^*$ ,  $t_{om}^*$  — средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения, °С;

$t_b$ ,  $t_{от}$  — то же, что в формуле (2.2).

В случаях реконструкции зданий, для которых по архитектурным или историческим причинам невозможно утепление стен снаружи, нормируемое значение сопротивления теплопередаче стен допускается определять по формуле

$$R_o^{норм} = \frac{(t_e - t_n)}{\Delta t^H \cdot \alpha_e}, \quad (2.4)$$

где  $\alpha_e$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по таблице 3;

$\Delta t^H$  - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_b$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции -  $t_n$ , °С, принимаемый по таблице 4;

$t_b$  — то же, что в формуле (2.2);

$t_n$  - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче входных дверей и ворот  $R_o^{норм}$  должно быть не менее  $0,6 R_o^{норм}$  стен зданий, определяемого по формуле (2.4).

Если температура воздуха двух соседних помещений отличается больше, чем на  $8^{\circ}\text{C}$ , то минимально допустимое приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, разделяющих эти помещения (кроме светопрозрачных), следует определять по формуле (2.4) принимая за величину  $t_n$  расчетную температуру воздуха в более холодном помещении.

Таблица 3

**Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции**

Внутренняя поверхность ограждения	Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты $h$ ребер к расстоянию $a$ , между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении $h/a > 0,3$	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9
Примечание — Коэффициент теплоотдачи $\alpha_{в}$ внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с СП 106.13330.	

Таблица 4

**Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции**

Здания и помещения	Нормируемый температурный перепад $\Delta t^H$ , °C, для			
	наружных стен	покрытий и чердачных перекрытий	перекрытий над проездами, подвалами и подпольями	зенитных фонарей
1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	4,0	3,0	2,0	$t_b - t_p$
2. Общественные, кроме указанных в поз. 1, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	4,5	4,0	2,5	$t_b - t_p$
3. Производственные с сухим и нормальным режимами	$t_b - t_p$ , но не более 7	$0,8(t_b - t_p)$ , но не более 6	2,5	$t_b - t_p$
4. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_b - t_p$	$0,8(t_b - t_p)$	2,5	не нормируется
5. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м <sup>3</sup> ) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 %	12	12	2,5	$t_b - t_p$

Обозначения:  $t_b$  — то же, что в формуле (2.2);

$t_p$  — температура точки росы, °C, при расчетной температуре  $t_b$  и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно СанПиН 2.1.2.2645, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СП 60.13330 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Примечание. Для зданий картофеле- и овощехранилищ нормируемый температурный перепад  $\Delta t^H$  для наружных стен, покрытий и чердачных перекрытий следует принимать по СП 109.13330.

Расчетную температуру воздуха в теплом чердаке, техническом подполье, остекленной лоджии или балконе при проектировании допускается принимать на основе расчета теплового баланса.

Для помещений зданий с влажным или мокрым режимом, а также для производственных зданий со значительными избытками теплоты и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50% нормируемое значение сопротивления теплопередаче определяется по формуле (2.4).

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания (или любой выделенной ограждающей конструкции) –  $R_o^{np}$ ,  $m^2 \cdot ^\circ C / Bt$ , рассчитывается в соответствии с приложением Е СП 50.13330, с использованием результатов расчетов температурных полей.

При расчете приведенного сопротивления теплопередаче, коэффициенты теплоотдачи внутренних поверхностей ограждающих конструкций следует принимать в соответствии с таблицей 3, а коэффициенты теплоотдачи наружных поверхностей - в соответствии с таблицей 5.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен следует рассчитывать для всех фасадов с учетом откосов проемов, без учета их заполнений.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, контактирующих с грунтом, следует определять по методике Е.7 приложения Е СП 50.13330.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций с вентилируемыми воздушными прослойками следует рассчитывать в соответствии с приложением Л СП 50.13330.

Таблица 5

**Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции**

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи для зимних условий, $\alpha_n$ , $Bt / (m^2 \cdot ^\circ C)$
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительной-климатической зоне.	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительной-климатической зоне.	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом.	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями не вентилируемых наружным воздухом.	6

### Комплексное требование

Нормируемое значение удельной теплозащитной характеристики здания,  $k_{об}^{mp}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), следует принимать в зависимости от отапливаемого объема здания и градусо-суток отопительного периода района строительства по таблице 6 с учетом примечаний.

Таблица 6

#### Нормируемые значения удельной теплозащитной характеристики здания

Отапливаемый объем здания, $V_{от}$ , м <sup>3</sup>	Значения $k_{об}^{mp}$ , Вт/(м <sup>3</sup> °С), при значениях ГСОП, °С сут/год				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,321
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200 000	0,269	0,182	0,145	0,111	0,084

#### Примечания

- 1 Для промежуточных значений величин объема зданий и ГСОП, а также для зданий с отапливаемым объемом более 200 000 м<sup>3</sup> значение  $k_{об}^{mp}$  рассчитываются по формулам:

$$k_{об}^{mp} = \begin{cases} \frac{4,74}{0,00013 \cdot ГСОП + 0,61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{от}}} & V_{от} \leq 960 \\ 0,16 + \frac{10}{\sqrt{V_{от}}} & V_{от} > 960 \\ \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} & \end{cases} \quad (2.5)$$

$$k_{об}^{mp} = \frac{8,5}{\sqrt{ГСОП}} \quad (2.6)$$

- 2 При достижении величиной  $k_{об}^{mp}$ , вычисленной по (2.5), значений меньших, чем определенных по формуле (2.6), следует принимать значения  $k_{об}^{mp}$  определённые по формуле (2.6).

Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$ , Вт/(м<sup>3</sup> °С), рассчитывается по приложению Ж СП 50.13330.



### **Санитарно – гигиеническое требование**

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции (за исключением вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более) в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах, а также зенитных фонарей должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха -  $t_n$ , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле (2.4).

Минимальная температура внутренней поверхности остекления вертикальных светопрозрачных конструкций, т.е. с углом наклона к горизонту 45° и более (кроме производственных зданий) должна быть не ниже 3 °С, для производственных зданий — не ниже 0 °С. Минимальная температура внутренней поверхности непрозрачных элементов вертикальных светопрозрачных конструкций не должна быть ниже точки росы внутреннего воздуха помещения, при расчетной температуре наружного воздуха -  $t_n$ , °С, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле (2.4).

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью или по результатам испытаний в климатической камере в аккредитованной лаборатории.

Относительную влажность внутреннего воздуха для определения точки росы следует принимать:

- для помещений жилых зданий, больничных учреждений, диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов — 55 %;

- для кухонь — 60 %;

- для ванных комнат — 65 %;

- для теплых подвалов и подполий с коммуникациями — 75 %;

- для теплых чердаков жилых зданий — 55 %;

- для других помещений общественных зданий (за исключением вышеуказанных) — 50 %.

## 2.2. Нормативные требования к звукоизоляции перекрытий, стен и перегородок

Нормативным параметром звукоизоляции внутренних стен и перегородок зданий разного назначения является индекс изоляции воздушного шума ограждающей конструкции  $R_w$ , дБ.

Индекс  $R_w$  определяется по известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума данным ограждением  $R$ , дБ, путем сравнения этой характеристики со стандартной оценочной частотной характеристикой звукоизоляции согласно методике ISO 717-1.

Нормативным параметром звукоизоляции междуэтажных перекрытий жилых и общественных зданий кроме индекса изоляции воздушного шума  $R_w$ , также является индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием  $L_{nw}$ , дБ.

Индекс  $L_{nw}$  определяется по известной частотной характеристике приведенного уровня ударного шума под перекрытием  $L_n$ , дБ, путем сравнения этой характеристик со стандартной оценочной частотной характеристикой согласно методике ISO 717-2.

В СП 51.13330 нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, а также вспомогательных зданий производственных предприятий являются индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями  $R_w$ , дБ, и индексы приведенного уровня ударного шума  $L_{nw}$ , дБ (для перекрытий).

Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций  $R_w$  и приведенные уровни ударного шума перекрытий  $L_{nw}$  при передаче звука сверху вниз приведены в табл. 7.

Нормативные индексы приведенного уровня ударного шума перекрытий  $L_{nw}$  для жилых, общественных зданий при передаче шума из расположенных снизу помещений приведены в таблице 8.

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ, ограждающей конструкции с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяют путем сопоставления этой частотной характеристики с нормативным спектром, приведенным в таблице 4 СП 51.13330.

Таблица 7  
**Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций  $R_w$  и приведенные уровни ударного шума перекрытий  $L_{nw}$  при передаче звука сверху вниз**

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$R_w$ , дБ	$L_{nw}$ , дБ*
1	2	3
<b>Жилые здания</b>		
1 Перекрытия между помещениями квартир и перекрытия, отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений	52	60
2 Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами	55	60
3 Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях	45	63
4 Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
5 Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними ресторанами, кафе, спортивными залами	57	63**
6 Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними административными помещениями, офисами	52	63
7 Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и офисами; между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями	52	-
8 Стены между помещениями квартир и магазинами	55	-
9 Стены и перегородки, отделяющие помещения квартир от ресторанов, кафе, спортивных залов	57	-
10 Перегородки без дверей между комнатами, между кухней и комнатой в квартире	43	-
11 Перегородки между санузлом и комнатой одной квартиры	47	-
12 Стены и перегородки между комнатами общежитий	50	-
13 Входные двери квартир, выходящие на лестничные клетки, в вестибюли и коридоры	32	-

Продолжение таблицы 7

1	2	3
<b>Гостиницы</b>		
<p>14 Перекрытия между номерами:</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации менее трех звезд</p>	<p>53</p> <p>51</p> <p>50</p>	<p>55</p> <p>58</p> <p>60</p>
<p>15 Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты):</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее</p>	<p>53</p> <p>51</p>	<p>55</p> <p>58</p>
<p>16 Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе:</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее</p>	<p>60</p> <p>57</p>	<p>58</p> <p>60</p>
<p>17 Стены и перегородки между номерами:</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации менее трех звезд</p>	<p>53</p> <p>51</p> <p>50</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
<p>18 Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты):</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее</p>	<p>53</p> <p>51</p>	<p>-</p> <p>-</p>
<p>19 Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе:</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды</p> <p>гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее</p>	<p>60</p> <p>57</p>	<p>-</p> <p>-</p>



Продолжение таблицы 7

1	2	3
<b>Административные здания, офисы</b>		
20 Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	45	63
21 Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат	45	-
22 Стены и перегородки между офисами различных фирм, между кабинетами различных фирм	48	-
<b>Больницы и санатории</b>		
23 Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	48	60
24 Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	54	60
25 Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	50	63
26 Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	54	63
27 Стены и перегородки между палатами, кабинетами врачей	48	-
28 Стены и перегородки между операционными и отделяющие операционные от других помещений	54	-
<b>Учебные заведения</b>		
29 Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
30 Перекрытия между музыкальными классами средних учебных заведений	55	58
31 Перекрытия между музыкальными классами высших учебных заведений	57	55
32 Стены и перегородки между классами, кабинетами и аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	48	-
33 Стены и перегородки между музыкальными классами средних учебных заведений и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	55	-
34 Стены и перегородки между музыкальными классами высших учебных заведений	57	-

Окончание таблицы 7

1	2	3
<b>Детские дошкольные учреждения</b>		
35 Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
36 Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63
37 Стены и перегородки между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами	47	-
38 Стены и перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	52	-
<p><b>П р и м е ч а н и я:</b></p> <p>* Требования относятся также к передаче ударного шума в защищаемое от шума помещение при ударном воздействии на пол лестничной площадки и лестничный марш в помещении лестничной клетки (в том числе и находящейся на том же этаже).</p> <p>** При использовании в указанных помещениях громкой музыки необходимо выполнение акустического расчета требуемой звукоизоляции.</p>		

Таблица 8

**Нормативные индексы приведенного уровня ударного шума при передаче звука снизу вверх**

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$L_{nw}$ , ДБ*
1 Перекрытия между магазинами и расположенными над ними квартирами	43
2 Перекрытия между продовольственными магазинами, магазинами, работающими круглосуточно, и расположенными над ними квартирами	38
3 Перекрытия между магазинами и расположенными над ними жилыми помещениями общежитий	45
4 Перекрытия между продовольственными магазинами, магазинами, работающими круглосуточно, и расположенными над ними жилыми помещениями общежитий	41
5 Перекрытия между ресторанами, кафе, спортивными залами и расположенными над ними помещениями квартиры	38
6 Перекрытия между административными помещениями, офисами и расположенными над ними помещениями квартиры	45
7 Перекрытия, отделяющие помещения общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) от номеров гостиниц:	
гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	43
гостиницы, имеющие по международной классификации три звезды и менее	45
8 Перекрытия, отделяющие помещения ресторанов, кафе от номеров гостиниц:	
гостиницы, имеющие по международной классификации пять и четыре звезды	38

### 3. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ

3.1. В таблицах 9 и 10 приведены расчетные теплофизические характеристики изделий из стеклянного штапельного волокна *Knauf Insulation*, полученные на основании данных испытаний АНО «Центр независимых испытаний и экспертизы в строительстве» (протокол № 16-И от 06.03.2018). Коэффициент теплопроводности сухих образцов определен по ГОСТ 7076 при средней температуре образца  $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ . Расчетная влажность для условий эксплуатации А и Б принята, соответственно, 2% и 5% по массе согласно Приложения Т СП 50.13330-2012.

3.2. По результатам исследований установлено, что срок эффективной эксплуатации всех представленных изделий из стеклянного штапельного волокна *Knauf Insulation* составляет **не менее 50 лет**.

3.3. Оценка огнестойкости и пожарной безопасности наружных и внутренних несущих стен, междуэтажных покрытий и перекрытий приведена в таблице 11. Данные представлены на основании заключения НИИ противопожарной обороны (ФГУ ВНИИПО МЧС России).

3.4. В таблицах 12, 13 приведены звукоизоляционные характеристики перегородок на металлическом каркасе, с использованием в их конструкции изделий из стеклянного штапельного волокна *Knauf Insulation*, полученные в результате испытаний, проведенных НИИСФ РААСН.

3.5. Пример определения индекса изоляции воздушного шума каркасной перегородки представлен в Приложении В.

3.6 Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума двойных перегородок представлены в Приложении Г.

Таблица 9

**Расчетные теплофизические характеристики рулонов из стеклянного штапельного волокна *Knauf Insulation***

Марка	Характеристика материала в сухом состоянии		Коэффициенты теплопроводности, Вт/(м·°С) при заданных условиях эксплуатации	
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, λ <sub>25</sub> Вт/(м·°С)	λ <sub>А</sub>	λ <sub>Б</sub>
TR 040 Aquastatik	11,1	0,042	0,043	0,045
TR 037 Aquastatik	15,7	0,038	0,040	0,042
TR 035 Aquastatik	17,5	0,037	0,039	0,041
TR 034 Aquastatik	22,5	0,036	0,037	0,039

**Примечания:** Результаты испытаний АНО «Центр независимых испытаний и экспертизы в строительстве» (Протокол № 16-И от 06.03.2018).  
 Подготовка образцов и их испытаний проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 17177-94 и ГОСТ 7076-99.  
 λ<sub>А</sub> – теплопроводность при температуре (25±1) °С и массовом отношении влаги в материале 2 %;  
 λ<sub>Б</sub> – теплопроводность при температуре (25±1) °С и массовом отношении влаги в материале 5 %.

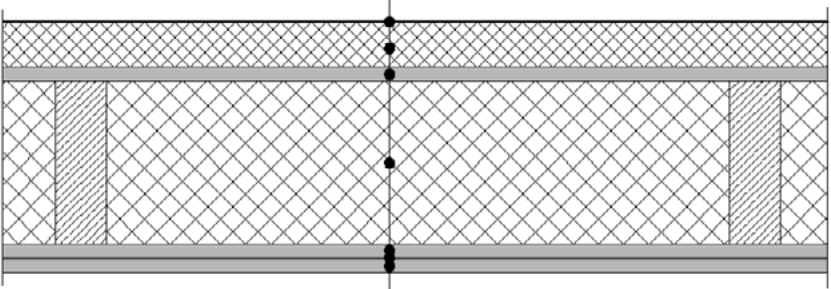
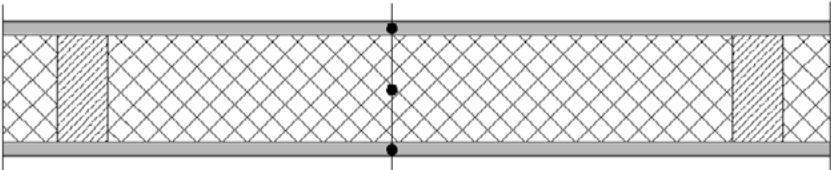
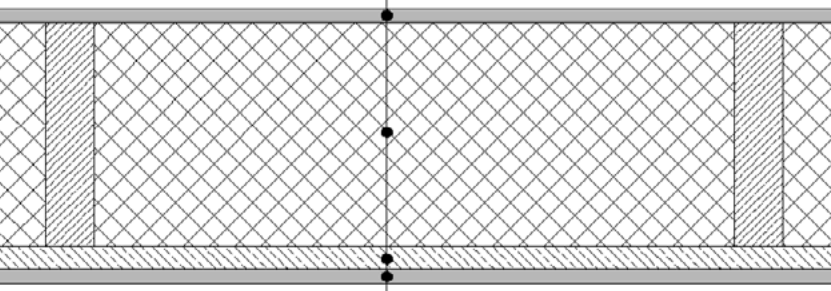
Таблица 10

**Расчетные теплофизические характеристики плит из стеклянного штапельного волокна *Knauf Insulation***

Марка	Характеристика материала в сухом состоянии		Коэффициенты теплопроводности, Вт/(м·°С) при заданных условиях эксплуатации	
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, λ <sub>25</sub> Вт/(м·°С)	λ <sub>А</sub>	λ <sub>Б</sub>
TS 037 Aquastatik	15,6	0,038	0,040	0,042
TS 035 Aquastatik	17,2	0,037	0,039	0,042
TS 034 Aquastatik	22,6	0,036	0,037	0,039
TS 032 Aquastatik	31,2	0,034	0,036	0,039

**Примечания:** Результаты испытаний АНО «Центр независимых испытаний и экспертизы в строительстве» (Протокол № 16-И от 06.03.2018).  
 Подготовка образцов и их испытаний проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 17177-94 и ГОСТ 7076-99.  
 λ<sub>А</sub> – теплопроводность при температуре (25±1) °С и массовом отношении влаги в материале 2 %;  
 λ<sub>Б</sub> – теплопроводность при температуре (25±1) °С и массовом отношении влаги в материале 5 %.

**Оценка огнестойкости и пожарной безопасности наружных и внутренних несущих стен, междуэтажных покрытий и перекрытий**

Конструктивное решение	Предел огнестойкости по ГОСТ 30247.1	Класс пожарной опасности по ГОСТ 30403
1	2	3
<p align="center"><b>Наружные несущие стены</b></p>  <p>Облицовочная штукатурка Термоизоляция из негорючих минераловатных (базальтовых) плит плотностью не менее 90 кг/м<sup>3</sup> OSB плита Каркас из деревянных брусьев и утеплитель (негорючие маты или плиты) из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation ГКЛ Пароизоляция ГКЛ</p>	<p><b>не менее 57 минут по признаку REI 45</b></p>	<p><b>K0(45)</b></p>
<p align="center"><b>Внутренние несущие стены</b></p>  <p>ГКЛ Каркас из деревянных брусьев и утеплитель (негорючие маты или плиты) из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation ГКЛ</p>	<p><b>не менее 41 минуты по признаку REI 30</b></p>	<p><b>K0(15) K1(30)</b></p>
<p align="center"><b>Междуэтажное перекрытие</b></p>  <p>ГКЛ Каркас из балок из цельной древесины хвойных пород и утеплитель (негорючие маты или плиты) из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation Разреженная обрешетка из обрезных досок ГКЛ</p>	<p><b>не менее 34 минут по признаку REI 30</b></p>	<p><b>K0(15) K1(30)</b></p>

Окончание таблицы 11

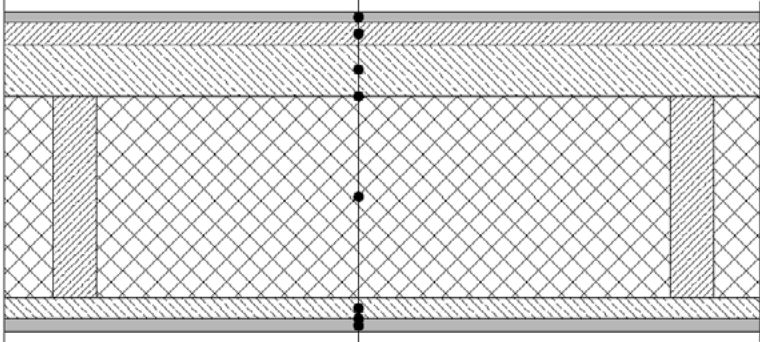
1	2	3
<p style="text-align: center;"><b>Покрытие</b></p>  <p>Кропля из металлочерепицы с полимерным покрытием Контробрешетка из деревянного бруса Обрешетка из деревянного бруса Ветрозащитная пленка Каркас из балок из цельной древесины хвойных пород и утеплитель (негорючие маты или плиты) из стеклянного штапельного волокна Knauf Insulation Разреженная обрешетка из обрезных досок ГКЛ</p>	<p><b>не менее 35,5 минут по признаку RE 30</b></p>	<p><b>K0(15) K1(30)</b></p>



Таблица 12

**Звукоизоляционные характеристики перегородок на металлическом каркасе и облицовкой гипсокартонными листами (данные НИИСФ РААСН)**

Эскиз	Код перегородки	Толщина обшивки	Толщина перегородки, D, мм	Толщина каркаса, мм	Толщина минваты, мм	Индекс изоляции воздушного шума $R_w$ , дБ
	С 111	Один слой ГКЛ по 12,5 с каждой стороны	75	50	50	45*
			100	75	50	46
			100	75	75	48*
			100	100	50+50	50
			125	100	50	47
			125	100	50+50	53*
	С 112	Два слоя ГКЛ 2×12,5 с каждой стороны	100	50	50	51*
			125	75	50	52
			150	100	50	55

Таблица 13

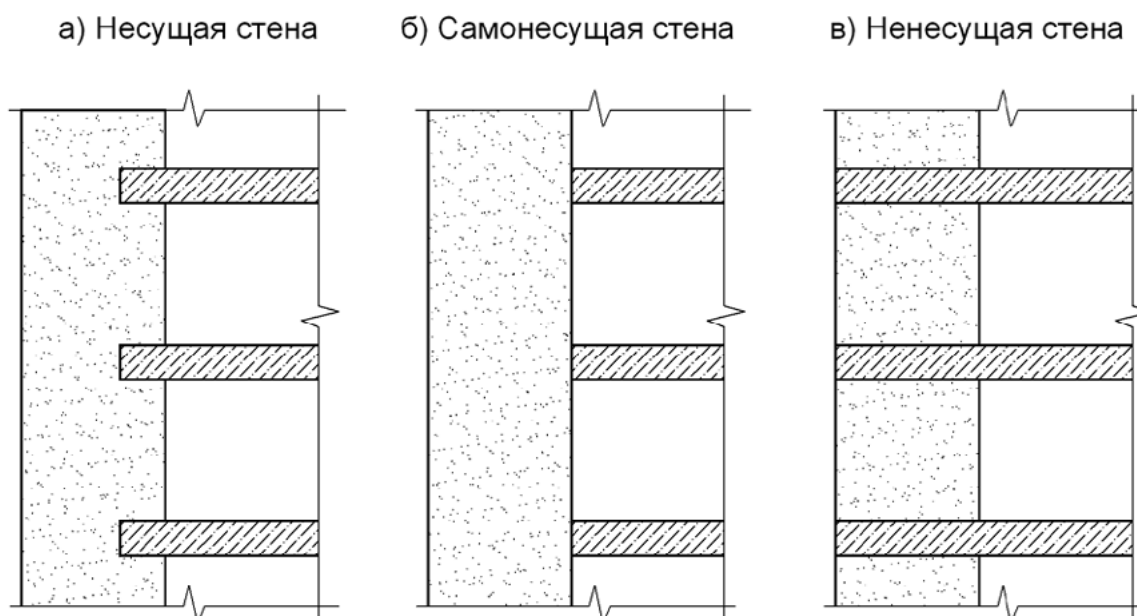
**Звукоизоляционные характеристики перегородок на металлическом каркасе и облицовкой гипсоволокнистыми листами (данные НИИСФ РААСН)**

Эскиз	Толщина перегородки, D, мм	Толщина одного слоя ГВЛ, d, мм	Тип элементов каркаса		Индекс изоляции воздушного шума $R_w$ , дБ	Характеристика звукоизоляционного слоя	
			Тип направляющего профиля	Тип стоечного профиля		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Толщина, мм
	75	12,5	ПН 50/40	ПС 50/50	52*	15±5%	50
	100	12,5	ПН 75/40	ПС 75/50	52		75
	125	12,5	ПН 100/40	ПС 100/50	53		100
	100	2 × 12,5	ПН 50/40	ПС 50/50	57		50
	125	2 × 12,5	ПН 75/40	ПС 75/50	57		75
	150	2 × 12,5	ПН 100/40	ПС 100/50	58		100

Примечания: 1. ГВЛ – гипсоволокнистый лист, ПН – профиль направляющий, ПС – профиль стоечный  
 2. \* – указанный индекс получен в результате эксперимента

#### 4. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН

При новом строительстве наружные стены могут быть несущими, самонесущими или ненесущими (рис. 4.1).



**Рисунок 4.1. Схематические решения наружных стен**

Многослойные стены в зависимости от назначения подразделяются на несущие и ненесущие и состоят из несущей части стены и конструкции фасадной теплоизоляции.

Несущая стена может быть выполнена из керамического или силикатного кирпича, бетонных блоков или монолитного железобетона.

Конструкции фасадной теплоизоляции размещаются с внешней стороны несущего слоя стены и включают в себя такие изделия и компоненты, как слой тепловой изоляции, облицовочный слой, элементы их крепления на несущей части стены.

Монтаж конструкций фасадной теплоизоляции осуществляют после завершения возведения и проверки качества несущей части наружных стен на всем объекте, где монтируется фасадная теплоизоляция.

Внешняя поверхность несущей части стены должна отвечать требованиям плоскостности согласно техническим условиям на систему теплоизоляции в зависимости от ее конструктивного решения.

Монтажные работы по обустройству конструкций фасадной теплоизоляции осуществляют согласно проекту.

До монтажа конструкций фасадной теплоизоляции на зданиях, подлежащих реконструкции, должны быть проведены: очистка фасада от несвязанных с основой стены элементов (штукатурки, краски и др.), демонтаж водостоков, кронштейнов, антенн, труб и


других специальных конструкций в соответствии с проектной документацией на выполнение изоляционно-облицовочных работ.

При установке теплоизоляционного слоя необходимо обеспечить плотное прилегание плит одна к другой, к несущей части стены, а также к элементам несущего каркаса. Общая площадь воздухопроницаемых щелей не должна превышать 5% площади поверхности фасада. Эти воздухопроницаемые щели могут находиться в местах стыка плит теплоизоляционного слоя и прохода через них элементов несущего каркаса.

Работы по монтажу конструкций фасадной теплоизоляции должны выполняться организацией, имеющей соответствующую лицензию и специалистов, прошедших обучение выполнению соответствующих работ у организации-разработчика конструкции фасадной теплоизоляции или ее официального представителя.

Операционная последовательность монтажа определяется в зависимости от конструктивного решения фасадной теплоизоляции в нормативных документах и в проектной документации на выполнение изоляционно-отделочных работ.



A photograph of a modern, multi-story building with a curved balcony and brickwork. The building features a mix of light-colored brick and dark grey accents. The balcony has a glass railing. The building is set against a clear blue sky. In the foreground, there is a green lawn and a paved walkway.

**РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТЕН С ОТДЕЛОЧНЫМ  
СЛОЕМ ИЗ КИРПИЧА**

#### 4.1. СТЕНЫ С ОТДЕЛОЧНЫМ СЛОЕМ ИЗ КИРПИЧА

4.1.1. Проектирование наружных стен с отделочным слоем из кирпича необходимо выполнять с учетом требований СП 15.13330 и СП 70.13330.

4.1.2. Наружные стены с облицовкой кирпичом или стеновым камнем с применением материалов Knauf Insulation в качестве теплоизоляционного слоя могут устраиваться как с организацией воздушной прослойки между облицовкой и теплоизоляцией, так и без нее. Стены выполняются в пределах этажа или яруса, устанавливаются на консольные железобетонные пояса (или монолитные обвязочные пояса для сейсмических районов). Комплект состоит из теплоизоляционного слоя, облицовочного слоя из кирпича или стенового камня, коннекторов (стальных арматурных или стеклопластиковых арматурных связей с антикоррозионным покрытием), фиксаторов теплоизоляционного слоя, дискретных кронштейнов из нержавеющей стали.

4.1.3. В качестве теплоизоляции в наружных стенах с облицовочным слоем из кирпича используют минераловатные плиты марок: TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 032 Aquastatik в соответствии с рекомендациями п.1.3 настоящего Альбома. Согласно ГОСТ 31913 (ЕН ИСО 9229:2004) указанные типы плит относятся к категории «полужестких». На основании положений и рекомендаций ФАУ «ФЦС» Минстроя России и НИЦ Строительство (письмо № 4-1873 от 29.12.2016) применение указанных типов плит не противоречит требованиям п. 9.33 СП 15.13330. Закрепление плит теплоизоляции к основанию должно выполняться с плотным прилеганием к основанию. Требуемая толщина слоя теплоизоляции определяется по результатам теплотехнических расчетов согласно СП 50.13330. Рекомендуемые значения толщины слоя теплоизоляции для ряда населенных пунктов представлены в таблице А.1 приложения А.

Закрепление плит утеплителя к основанию должно выполняться с плотным прилеганием к основанию.

4.1.4 Несущие слои наружных стен с отделочным слоем из кирпича могут быть выполнены из кирпичной кладки, бетона, железобетона, блоков бетонных, камней сплошных и пустотелых (в т.ч. из легкого бетона класса В3,5 и выше плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup>), блоков керамических поризованных плотностью 800 кг/м<sup>3</sup> и т.п.

4.1.5. При устройстве кладки облицовочного слоя может применяться кирпич и камни керамические лицевые по ГОСТ 7484 или отборные стандартные по ГОСТ 530 предпочтительно полусухого прессования, а также силикатный кирпич по ГОСТ 379. При облицовке силикатным кирпичом цоколь, пояса, парапеты и карниз выполняют из керамического кирпича.



4.1.6. Согласно требованиям п. 9.32 СП 15.13330 в конструкциях со средним слоем из эффективного утеплителя и гибким соединением слоев следует предусматривать применение лицевого кирпичного слоя толщиной 250 мм.

Допускается уменьшение толщины лицевого слоя до 120 мм для следующих типов каменных облицовочных изделий: пустотелый кирпич с утолщенной наружной стенкой не менее 20 мм, клинкерный или полнотелый кирпич (в том числе пустотностью до 13%).

При толщине облицовочного слоя 250 мм допускается применение пустотелого кирпича с большей пустотностью (см. п. 9.33 СП 15.13330).

Облицовочный кирпичный слой толщиной 120 мм в трехслойной кладке допускается применять при проектировании на зданиях до 4-х этажей (12 м). На зданиях высотой более 4-х этажей допускается применение двухслойной кладки с лицевым кирпичным слоем толщиной 120 мм при его опирании на перекрытие с учетом требований п. 9.34 СП 15.13330.

4.1.7. Проектирование наружных ненесущих многослойных стен со средним слоем из эффективной теплоизоляции следует выполнять в соответствии с указаниями Приложения Д СП 15.13330.

4.1.8. В качестве облицовочного слоя и основной кладки стены, если они жестко связаны друг с другом взаимной перевязкой, следует применять кладки с близкими деформационными свойствами. Рекомендуется предусматривать применение облицовочного кирпича или камней, имеющих высоту, равную или кратную высоте ряда основной кладки. При разной прочности и деформационных свойствах слоев расчет стен производится в соответствии с требованиями п.п. 7.21-7.29 СП 15.13330.

4.1.9. Гибкие связи в многослойных стенах с утеплителем должны обеспечивать возможность восприятия силовых, температурно-усадочных и осадочных деформаций; шаг связей должен определяться по расчету с учетом высоты здания, количество гибких связей должно приниматься не менее 5 шт./м<sup>2</sup> и устанавливаться в "шахматном" порядке.

По периметру проемов, на углах здания и вблизи температурных вертикальных швов необходимо устанавливать дополнительные связи. Дополнительные связи необходимо устраивать на расстоянии 25 см от края с шагом через три ряда по высоте кладки облицовки (на углах расстояние считается по внутренним граням наружного слоя).

4.1.10. Крепление к лицевому слою стен с гибкими связями растяжек, вентиляционного и другого оборудования не допускается.

4.1.11. При проектировании, проведении расчетов и подборе типа гибких связей необходимо учитывать прочность и деформативность самой связи и узлов соединения с конструктивными слоями (облицовки и внутреннего слоя стены).



Внутренний слой кладки наружных стен с гибкими связями должен обеспечивать восприятие ветровых нагрузок, которые могут передаваться от лицевого слоя стены и заполнения проемов.

4.1.12. Гибкие связи должны устанавливаться только под прямыми углами к поверхности стен. Не допускается несовпадение рядов внутреннего и наружного слоев кладки в уровне расположения связей. Если конструкция связи предусматривает установку с изгибом, допускается выполнять монтаж в соответствии с проектными решениями.

Для кирпичных стен глубина заделки связей в растворный шов несущей части стены составляет от 90 мм до 150 мм, а в облицовочный слой – не менее 90 мм, с шагом по вертикали не более 500 мм, а по горизонтали – не более 1000 мм.

При реконструкции кирпичная облицовка связывается с существующей кладкой арматурной сеткой с помощью кронштейнов, закрепленных на дюбелях.

4.1.13. Стеклопластиковые связи закладывают в горизонтальные швы кладки не более, чем через 600 мм по длине стены и не более 500 мм по ее высоте. Стеклопластиковые стержни должны заходить в облицовочный слой толщиной 120 мм и в несущий слой на глубину не менее 90 мм. Суммарная площадь сечения гибких связей должна быть не менее 1 см<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности стены.

При кладке стеклопластиковые стержни, выполняющие функцию связей, необходимо укладывать горизонтально и перпендикулярно плоскости стены. Разница отметок концов уложенного стержня не должна превышать 5 мм. В горизонтальных швах стеклопластиковые стержни-связи следует уклады на расстоянии не менее 60 мм от вертикальных швов кладки.

4.1.14. Для увеличения механической прочности соединения с раствором стеклопластиковые стержни диаметром 5,5 мм снабжены на концах анкерными уширениями, а арматурные базальтопластиковые стержни диаметром 6,0 мм – анкерными зацепами в виде утолщений из песка на эпоксидной смоле.

4.1.15. Связи снабжены специальными шайбами для поджатия слоя утеплителя к несущей части стены и создания вентилируемой воздушной прослойки между слоем утеплителя и наружным облицовочным слоем стены.

4.1.16. Стены следует крепить к перекрытиям и покрытиям анкерами сечением не менее 0,5 см<sup>2</sup> на 1 п.м.

4.1.17. При новом строительстве облицовочный слой из кирпича может выполняться на всю высоту здания. При этом она может быть самонесущей до высоты 6...7 м, а далее навесной с опиранием на пояса, выступающие из несущей стены через каждый этаж по высоте здания.

При реконструкции кирпичная защитная стенка обязательна в виде цоколя высотой не менее 2,5 м от планировочной отметки. По архитектурным соображениям она может быть выполнена самонесущей и большей высоты.

4.1.18. Кирпичная кладка отделочного слоя ведется с обязательным заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и расшивкой с фасадной стороны. Расшивку швов кладки облицовочного слоя следует выполнять "заподлицо" или валиком внутрь шва. Укладку раствора и расшивку швов после схватывания необходимо производить в одну смену.

4.1.19. При возведении стен в зимнее время кладку следует выполнять с применением растворов с противоморозными химическими добавками, не вызывающими коррозии материалов кладки и стеклопластиковых связей и твердеющими при отрицательной температуре без обогрева в соответствии с указаниями раздела 10 СП 15.13330.

4.1.20. Горизонтальные деформационные швы устраиваются в несущих многослойных стенах со средним слоем из эффективного утеплителя - в облицовочном кирпичном слое, в ненесущих стенах - по всей толщине стены.

Горизонтальные деформационные швы во внутреннем и наружном слоях ненесущих многослойных стен следует выполнять в уровне опорных конструкций (между вышележащей конструкцией и верхним рядом кладки).

4.1.21. Горизонтальные швы по высоте здания в облицовке многослойных стен со средним слоем из эффективной теплоизоляции допускается устраивать следующим образом:

- первый шов - под перекрытием 2-го этажа;
- далее поэтажно, под плитой монолитного железобетонного перекрытия и под консольной балкой, устанавливаемой под сборной железобетонной плитой перекрытия.

В конструкции шва следует предусматривать упругие прокладки, эффективный утеплитель (во внутреннем слое) и нетвердеющие атмосферостойкие мастики.

Не допускается попадание в шов кладочного раствора и боя кирпича.

4.1.22. Расстояние между горизонтальными деформационными швами в ненесущих стенах с гибкими связями должно назначаться с учетом высоты этажа здания.

Толщину горизонтальных деформационных швов в лицевом слое многослойных стен следует принимать из расчета допустимых прогибов вышележащих конструкций, осадки несущего железобетонного каркаса здания и температурных деформаций лицевого слоя кладки, но не менее 30 мм.

4.1.23. Вертикальные температурно-деформационные швы устраиваются в лицевом слое многослойных наружных стен, отделенных от основного слоя утеплителя.

Рекомендуемые максимальные расстояния между вертикальными температурными швами для прямолинейных участков стен 6 - 7 м. Вертикальные швы на углах здания следует располагать на расстоянии 250 - 500 мм от угла по одной из сторон. При толщине облицовочного слоя 250 мм расстояние между швами может быть увеличено.

При необходимости увеличения расстояния между температурными швами требуется проведение расчетов температурных деформаций с учетом конструктивных особенностей стен, конструкции здания, ориентации его по сторонам света и климатических условий.

Толщину шва следует принимать расчетом лицевого слоя на температурные деформации, но не менее 10 мм. В заполнении шва следует предусматривать упругие прокладки и атмосферостойкие мастики.

4.1.24. Устройство облицовочного слоя из кирпича необходимо производить с устройством вентилируемой воздушной прослойки толщиной не менее 40 мм между слоями теплоизоляции и облицовочного кирпича.

4.1.25. Для обеспечения движения воздуха в вентилируемой воздушной прослойке в облицовочном слое из кирпича необходимо предусмотреть устройство вентиляционных отверстий.

Вентиляционные отверстия могут быть сформированы за счет вертикальных швов кладки, незаполненных раствором смесью, при этом, вертикальные швы должны располагаться непосредственно над гидроизоляционным слоем для совмещения функций вентиляции и отвода влаги. Более предпочтительным вариантом устройства вентиляционных отверстий в лицевом слое кладки являются специальные вкладыши, устанавливаемые в вертикальные швы.

4.1.26. В международном стандарте ISO 6946 воздушные прослойки подразделяются на невентилируемые (замкнутые), плохо вентилируемые и хорошо вентилируемые.

Воздушную прослойку следует рассматривать как невентилируемую (замкнутую) в случае, если между прослойкой и наружной средой отсутствует слой теплоизоляции, но имеют место незначительные отверстия, расположенные так, чтобы не позволить воздушному потоку проникать в прослойку. При этом площадь отверстий не превышает (см. п. 5.3.2 стандарта ISO 6946):

- 500 мм<sup>2</sup> на 1 погонный метр протяженности фасада для вертикальной воздушной прослойки (при горизонтальном направлении воздушного потока);
- 500 мм<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности горизонтальной воздушной прослойки.

**П р и м е ч а н и е.** Дренажные отверстия (weep holes) в виде незаполненных раствором вертикальных швов в лицевом слое из кирпича обычно удовлетворяют указанным выше критериям.

Плоховентилируемой прослойкой является воздушная полость с ограниченным проникновением воздушного потока из внешней среды через отверстия площадью,  $A_v$ , изменяющейся в следующих диапазонах (см. п. 5.3.3 стандарта ISO 6946):

- $500 \text{ мм}^2 < A_v < 1500 \text{ мм}^2$  на 1 погонный метр протяженности фасада для вертикальной воздушной прослойки (при горизонтальном направлении воздушного потока);

- $500 \text{ мм}^2 < A_v < 1500 \text{ мм}^2$  на  $1 \text{ м}^2$  площади поверхности горизонтальной воздушной прослойки.

Хорошовентилируемой воздушной прослойкой называется воздушная полость с открытыми отверстиями между ней и наружной средой, площадь отверстий которой составляет (см. п. 5.3.4 стандарта ISO 6946):

- более  $1500 \text{ мм}^2$  на 1 погонный метр протяженности фасада для вертикальной воздушной прослойки (при горизонтальном направлении воздушного потока);

- более  $1500 \text{ мм}^2$  на  $1 \text{ м}^2$  площади поверхности горизонтальной воздушной прослойки.

**П р и м е ч а н и е.** При наличии в составе ограждающей конструкции хорошовентилируемой воздушной прослойки ее термическое сопротивление, а также термическое сопротивление слоев, расположенных между прослойкой и наружной средой, при расчете общего сопротивления теплопередаче не учитывается.

4.1.27. Наружные стены с отделочным слоем из кирпича без вентилируемой воздушной прослойки допускается применять только при выполнении несущего слоя на основе кирпичной кладки из силикатного либо керамического полнотелого кирпича, бетона, железобетона, блоков бетонных сплошных. При этом сопротивление паропрооницанию конструктивного слоя должно быть не менее  $3 (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$ . Отсутствие вентилируемой воздушной прослойки в каждом конкретном случае должно подтверждаться результатами расчетов влажностного режима.

4.1.28. Необходимость применения ветрогидрозащитной мембраны в вентилируемой воздушной прослойке определяется исходя из условия турбулентности потока воздуха в прослойке и образования в ней вихревых зон, которые могут спровоцировать преждевременное разрушение теплоизоляционного слоя, увеличение конвективного переноса тепла с потоками воздуха в граничном слое теплоизоляции.

**Примечание.** Результаты экспериментальных исследований, выполненных в Санкт-Петербургском политехническом университете показали, что при высоте вентилируемой прослойки между облицовочным

каменным слоем и слоем теплоизоляции не более 3 м и толщине прослойки не более 80 мм, скорость воздушных потоков не превышает 0,3 м/с (при наличии продухов в облицовочном каменном слое). На основании этих данных было сделано заключение о том, что вероятность возникновения турбулентных воздушных потоков в прослойке при данных условиях ничтожно мала. Тем не менее, применение ветрогидрозащитной мембраны оказывает положительное влияние на долговечность и сохранность теплоизоляционного слоя. Обязательные требования к проектированию содержатся в перечне национальных стандартов и сводов правил, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 г. № 1521. В соответствующих условиях проектирования объектов строительства сводах правил (СП 15.13330, СП 50.133330) обязательные требования по применению ветрогидрозащитных мембран в составе наружных ограждающих конструкций с вентилируемыми воздушными прослойками отсутствуют.

4.1.29. Оценка влажностного режима ограждающих конструкций с различным исполнением воздушной прослойки в годовом цикле представлена в разделе 10 настоящего Альбома, примеры расчетов – в Приложениях Г, Д и Е.

4.1.30. В сейсмоопасных районах строительства, а так же в районах первой зоны влажности побережья Северного Ледовитого океана лицевой слой наружных стен облегченной (двухслойной и трехслойной) кладки рекомендуется выполнять толщиной 250 мм с полным опиранием на междуэтажные перекрытия, при этом, в лицевом слое запрещается применение пустотелого кирпича с толщиной стенки лицевого слоя менее 20 мм.

4.1.31. Монтаж наружных многослойных стен с отделочным слоем из кирпича рекомендуется вести в следующей последовательности:

- выкладывается облицовочный слой до уровня связей;
- монтируется теплоизоляционный слой таким образом, чтобы верх его был выше облицовочного слоя на 50 – 100 мм;
- выкладывается несущий слой до следующего уровня связей;
- устанавливают связи, протыкая их через теплоизоляционный слой.
- выкладывают по одному ряду кирпича в несущей части стены и облицовочном слое. В дальнейшем кладка выполняется в той же последовательности.

4.1.32. Тепловая изоляция наружных стен должна быть непрерывной в плоскости фасада здания. Элементы ограждения (колонны, балки и т.п.) не должны нарушать целостность слоя изоляции. Железобетонные несущие элементы в теле стены (балконные плиты, консоли, монолитные пояса и т.п.) должны иметь термовкладыши, соосные с расположением утеплителя в стене. Размеры термовкладышей должны быть обоснованы прочностными расчетами конструкций и теплотехническими расчетами слоя утеплителя.

4.1.33. Воздуховоды, вентканалы и трубы, которые частично проходят в толще наружных ограждений, следует размещать в зоне расчетных положительных температур стены при расчетной наружной температуре зимнего периода.

4.1.34. Парапеты, пояса, подоконники и т.п. должны иметь надежные сливы из оцинкованной стали, которые обеспечивают отвод атмосферной влаги и исключают возможность ее стекания непосредственно по стене.

4.1.35. Все открытые поверхности стальных элементов, выходящих на фасад, и анкера, устанавливаемые в кладке, должны быть защищены антикоррозийным слоем в соответствии с требованиями СП 28.13330.

4.1.36. Отделку цоколя рекомендуется выполнять из материалов повышенной прочности и декоративности, допускающих их очистку и мойку, например, из лицевого кирпича, плит из натурального или искусственного камня, керамической и стеклянной плитки и др.

Верхняя кромка этой защитно-декоративной отделки должна располагаться не ниже 2,5 м от уровня планировки.

Аналогичную отделку могут иметь углы стен, порталы дверей, арок, ворот, оконные наличники или отдельные участки глухих стен.

4.1.37. В многоэтажных каркасных зданиях стена выполняется самонесущей на высоту этажа до 3,6 м при свободной длине до 6 м. Опираение лицевого слоя кладки должно выполняться на консоли междуэтажных железобетонных перекрытий при обеспечении допустимого отклонения от вертикальной грани торцов перекрытия (свес) не более 15 мм.



## Стены с облицовочным слоем из кирпича

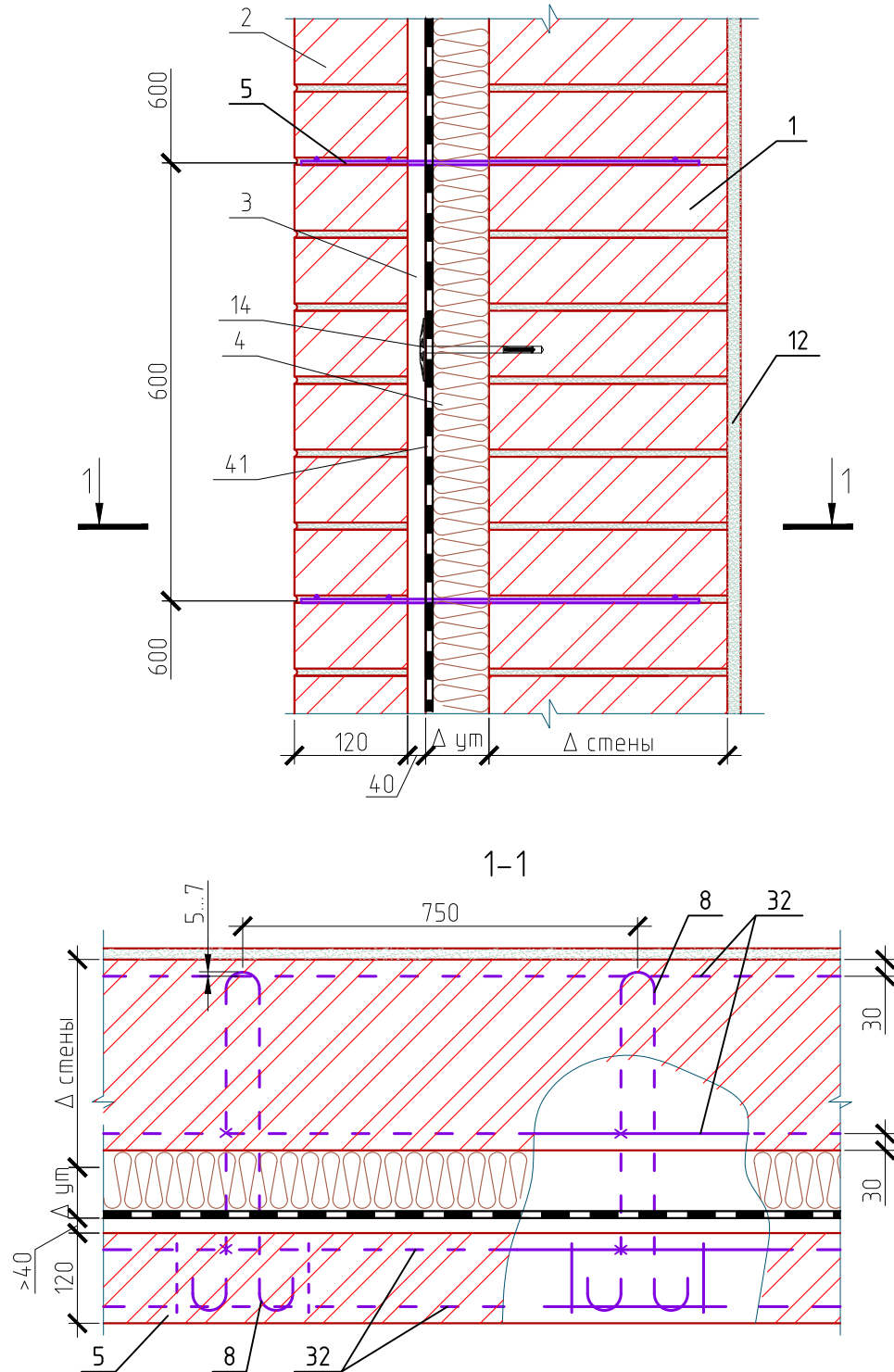
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Стена (несущая часть)	22	Окно ПВХ
2	Защитно-декоративная кладка	23	Плита покрытия
3	Воздушный зазор	24	Несущая балка-пояс
4	Теплоизоляция согласно п. 4.1.3	25	Уклон из ЦПР
5	Закладная сетка M1	26	Теплоизоляция покрытия
6	Закладная сетка M2	27	Подоконник
7	Сварная оцинкованная металлическая сетка 20x20 мм	28	Вязальная проволока
8	Закладная петля	29	Цементный раствор
9	Антисептованный деревянный брусок 70x70 мм	30	Шуруп
10	Термовставка из газобетонных блоков	31	Гвоздь $\phi$ 6 мм через деревянную прокладку с шагом 600 мм, но не менее 2 шт. на проем
11	Наружная штукатурка	32	Арматура $\phi$ 6 мм
12	Внутренняя штукатурка	33	Подшивка карниза
13	Кровля	34	Анкер
14	Дюбель пластиковый	35	Уголок-перемычка с опиранием на боковую кладку проема не менее 120 мм
15	Стеклопакет	36	Мастика
16	Доска, пропитанная антипереном	37	Стеклопластиковые стержни
17	Стропила	38	Прокладка уплотняющая из пенорезины сечением 8x8 мм
18	Междуэтажное перекрытие	39	Пена монтажная
19	Чердачное перекрытие	40	Надоконная перемычка
20	Дюбель металлический распорный	41	Ветроблагазозащитная мембранная пленка
21	Слив	42	Гидроизоляция

Примечания к разделу 1:

1. Требование к устройству воздушного зазора следует определять расчетом по результатам оценки влажностного режима ограждающих конструкций в годовом цикле (см. раздел 10 Альбома).
2. При проектировании стеновых конструкций с лицевым слоем из кирпича рекомендуется устраивать хорошо вентилируемую воздушную прослойку (см. п. 4.1.26 Альбома).
3. Для того, чтобы строительный раствор при производстве каменных работ не заполнял зазор, ширину воздушного зазора между слоем теплоизоляции и лицевым кирпичным слоем рекомендуется принимать более 40 мм.

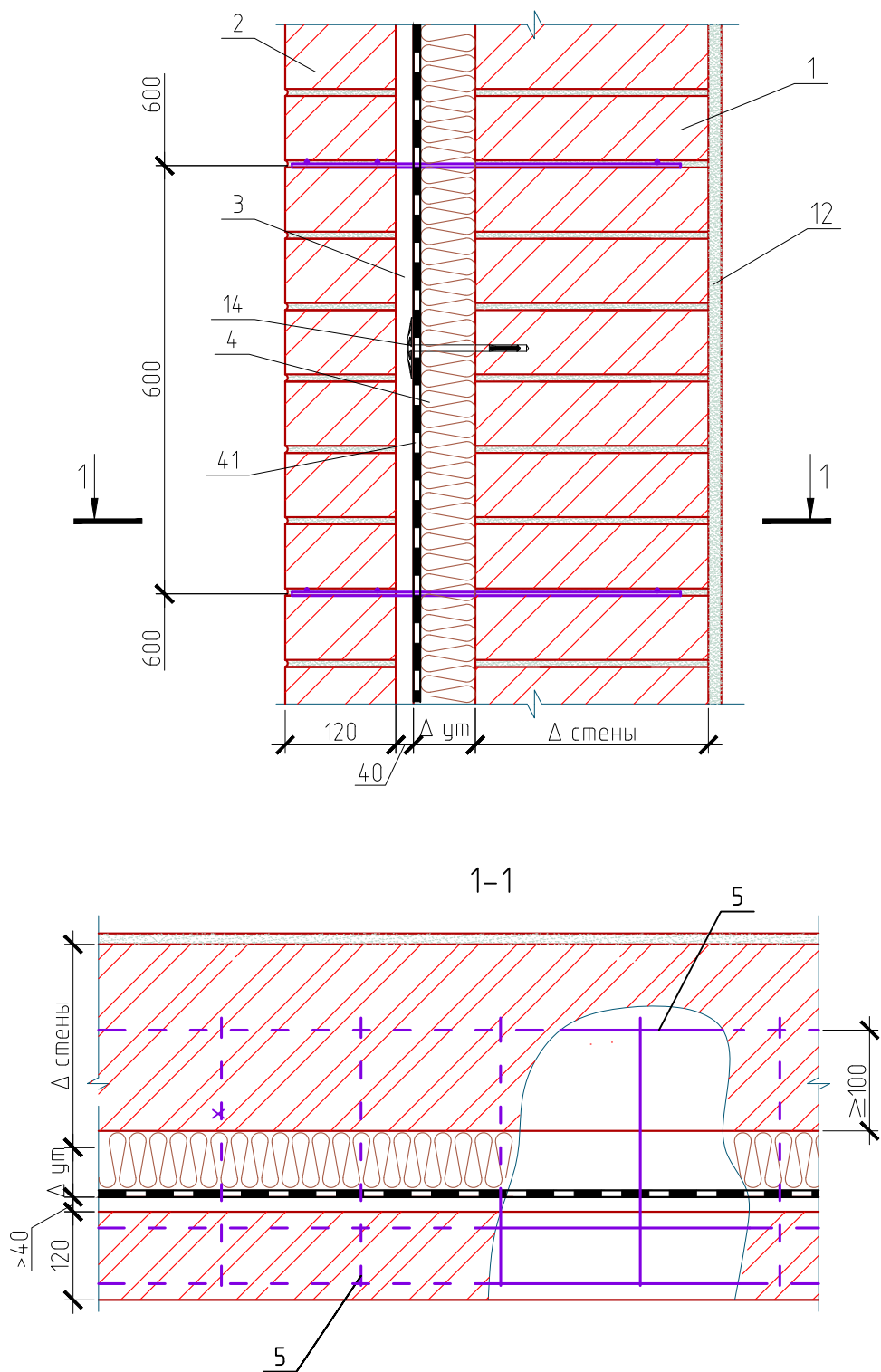
# 1.1

## Соединение слоев при помощи петель



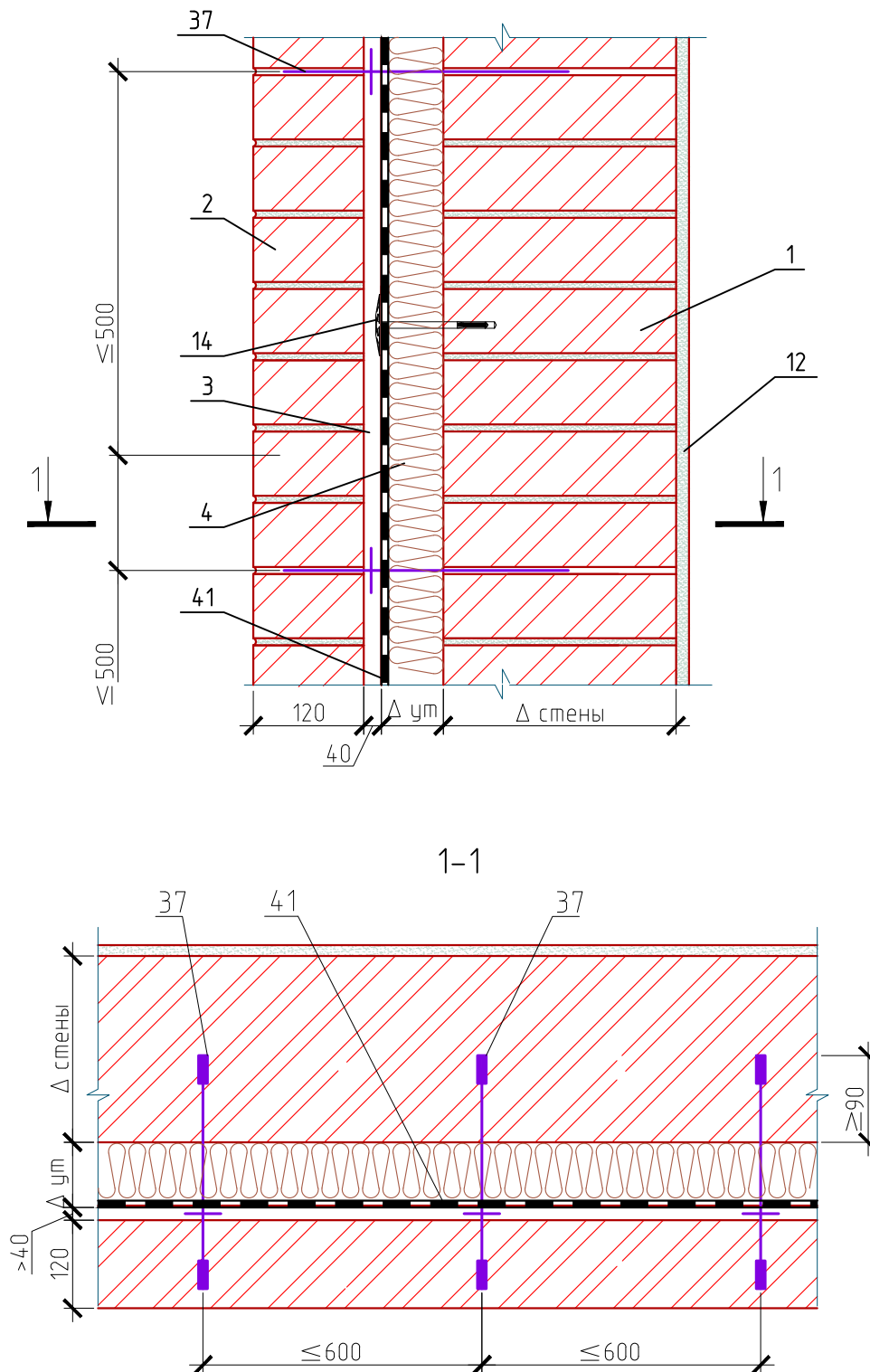
## 1.2

### Соединение слоев при помощи металлической сетки



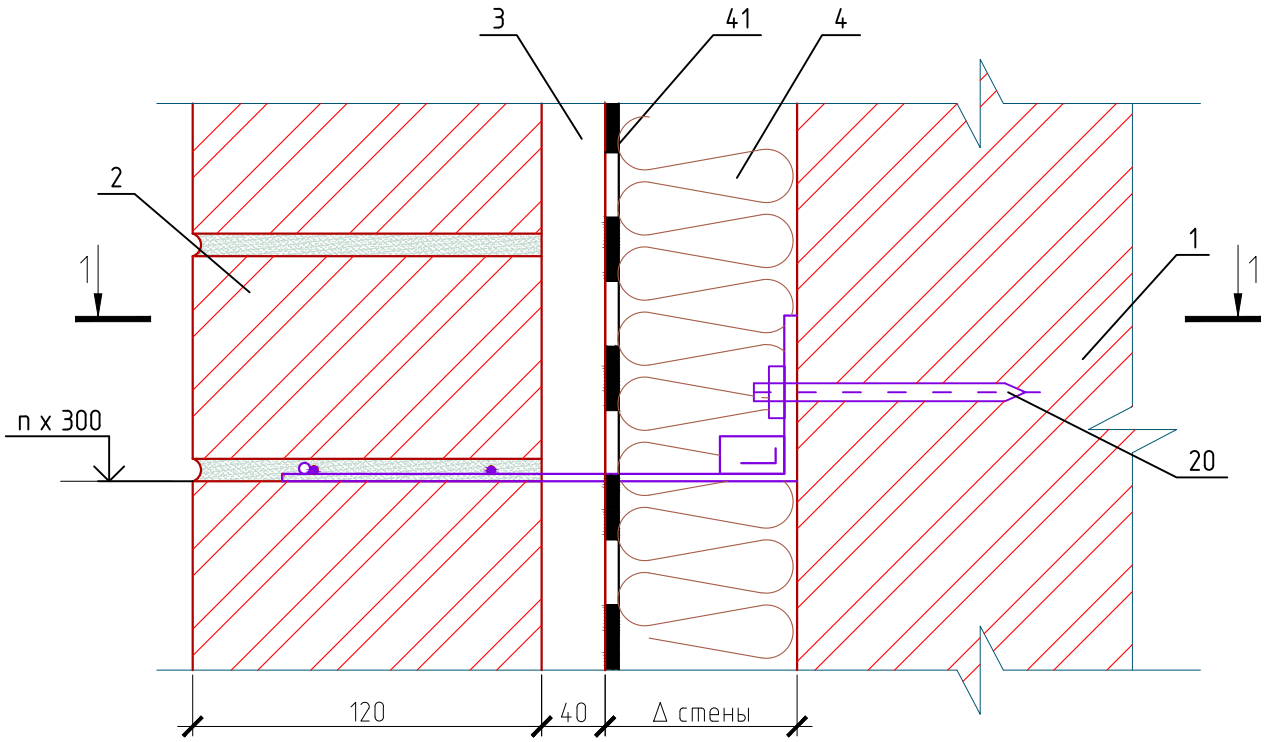
### 1.3

## Соединение слоев при помощи связей на основе стеклопластика

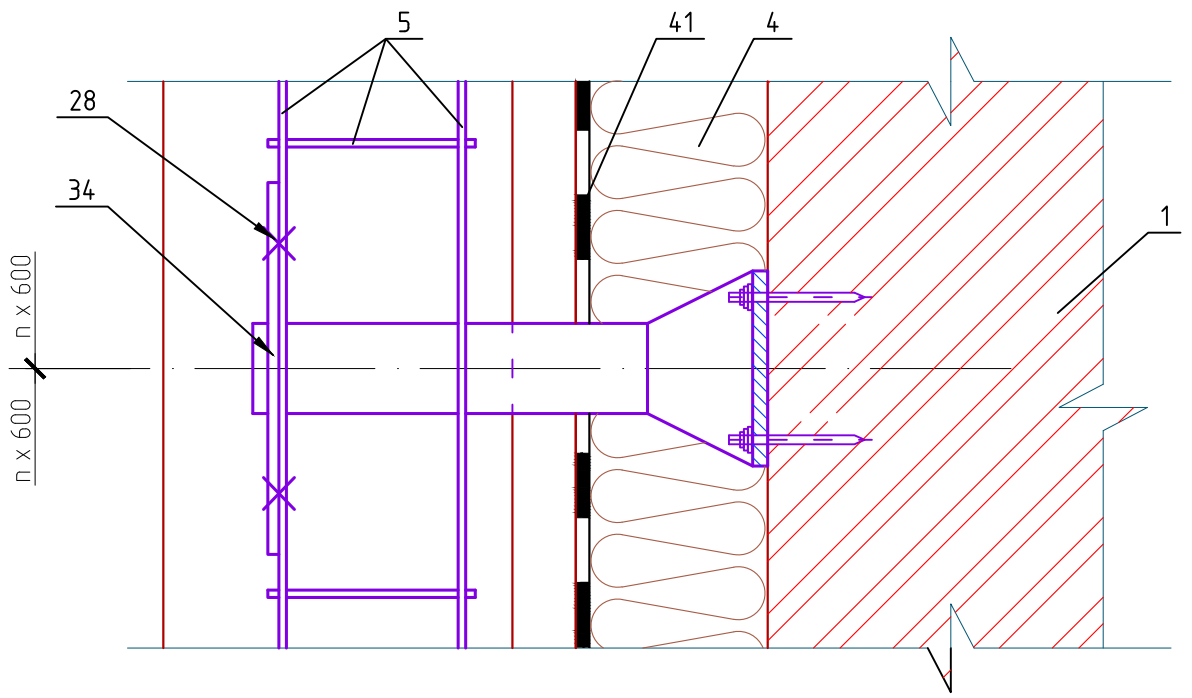


# 1.4

## Соединение слоев при помощи анкеров (при реконструкции)

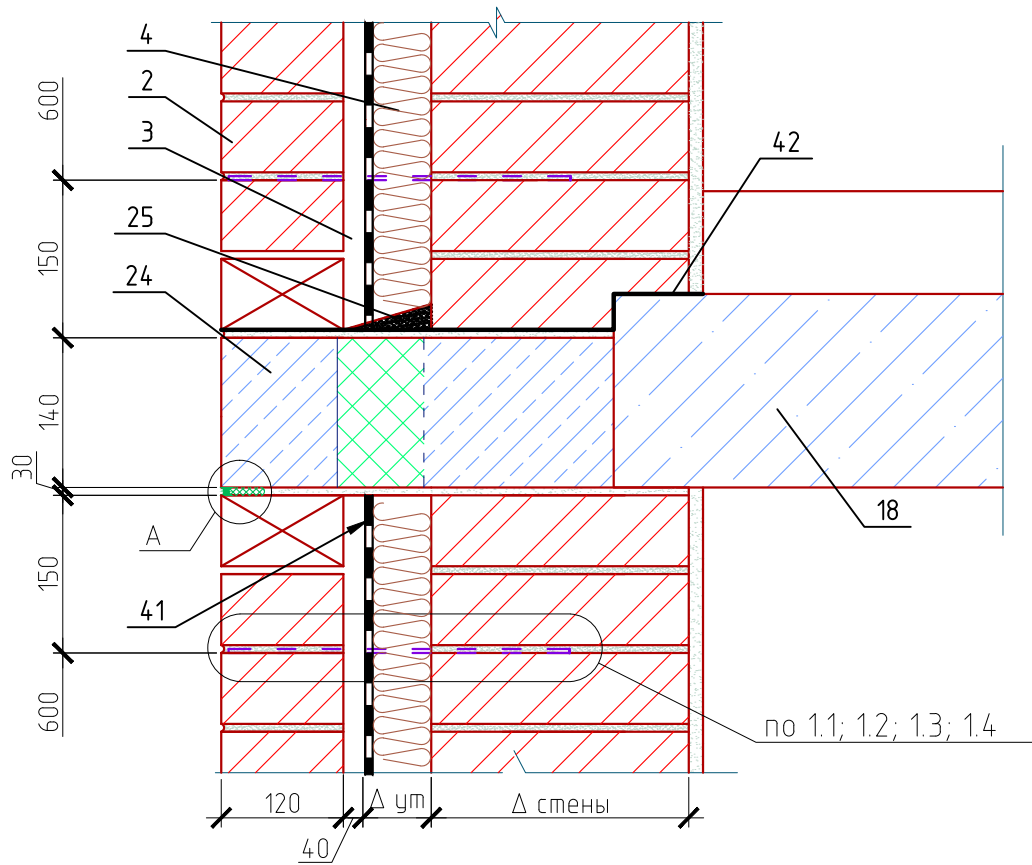


### 1-1

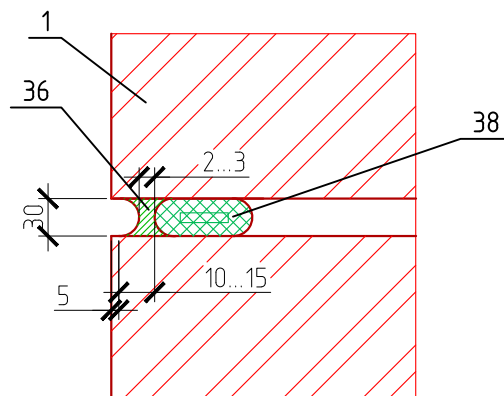


# 1.5

## Узел примыкания к перекрытию



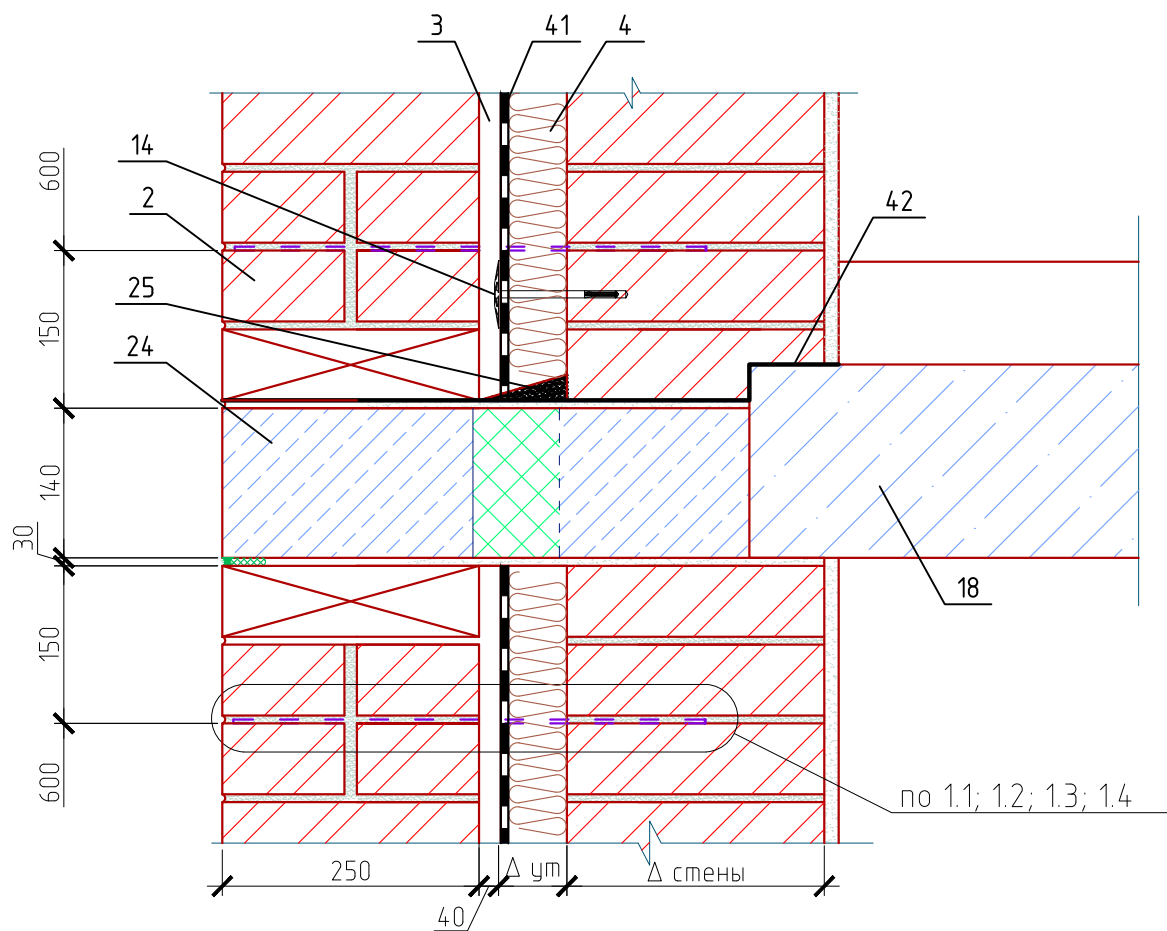
A





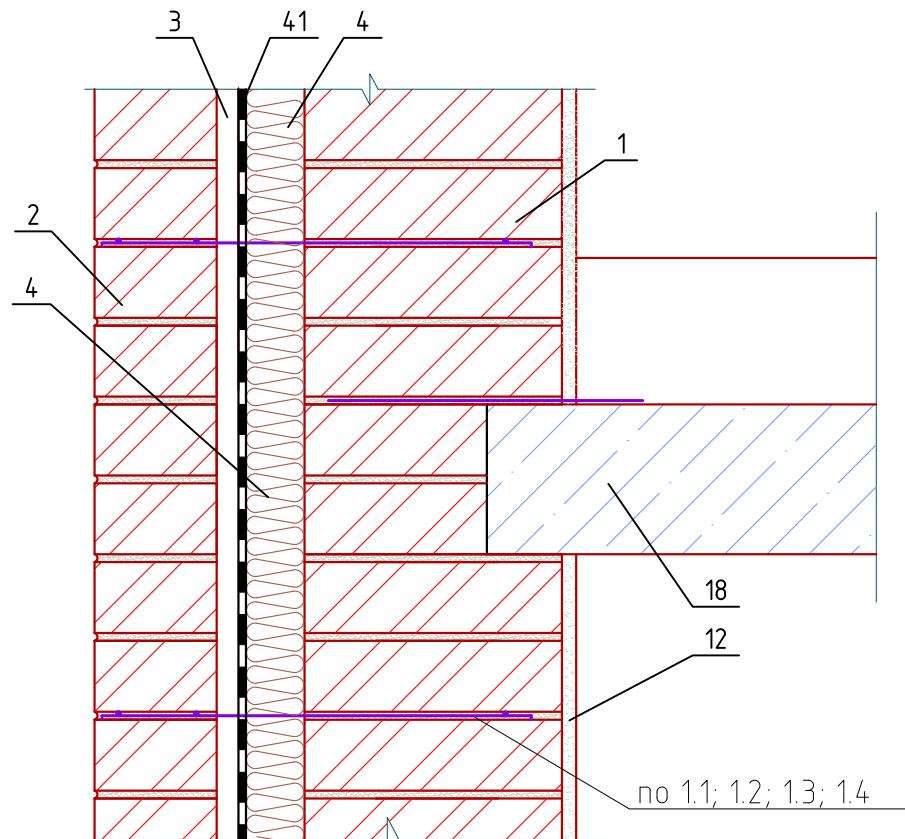
# 1.6

## Узел примыкания к перекрытию

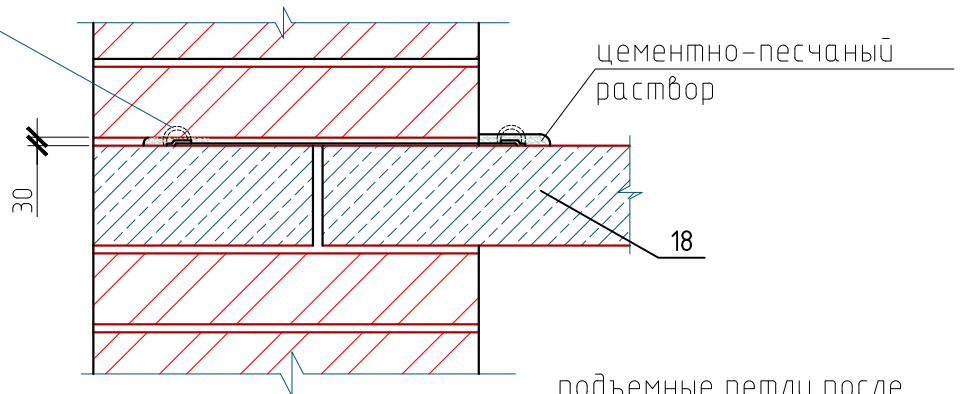


# 1.7

## Узел примыкания к перекрытию

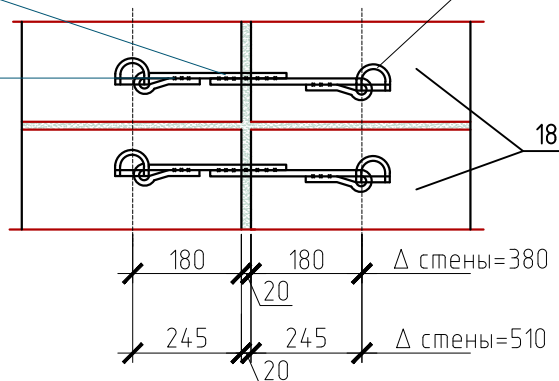


подъемные петли  
после установки  
анкера отогнуть



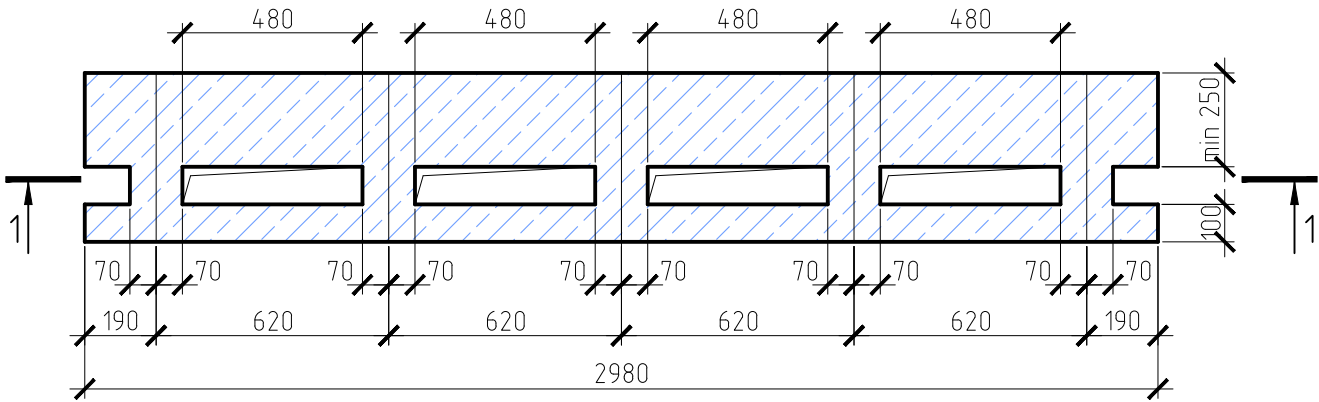
анкеры натянуть и  
сварить шов  
 $h_w=6$  мм;  $l_w=50$  мм  
сварной шов  
 $h_w=6$  мм;  $l_w=50$  мм

подъемные петли после  
установки анкера отогнуть

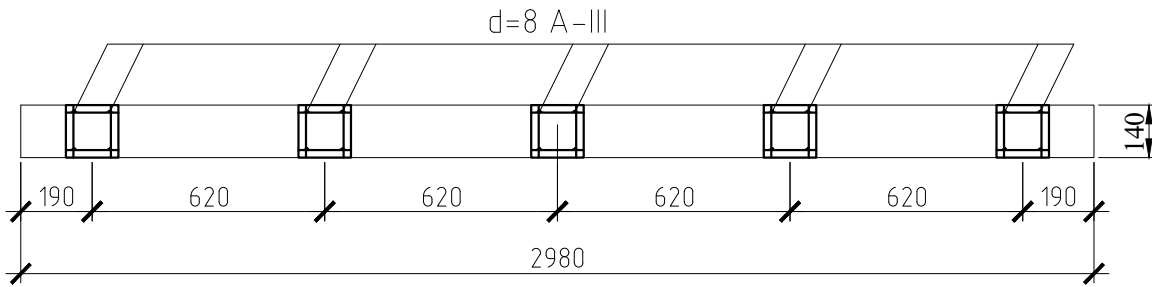


# 1.8

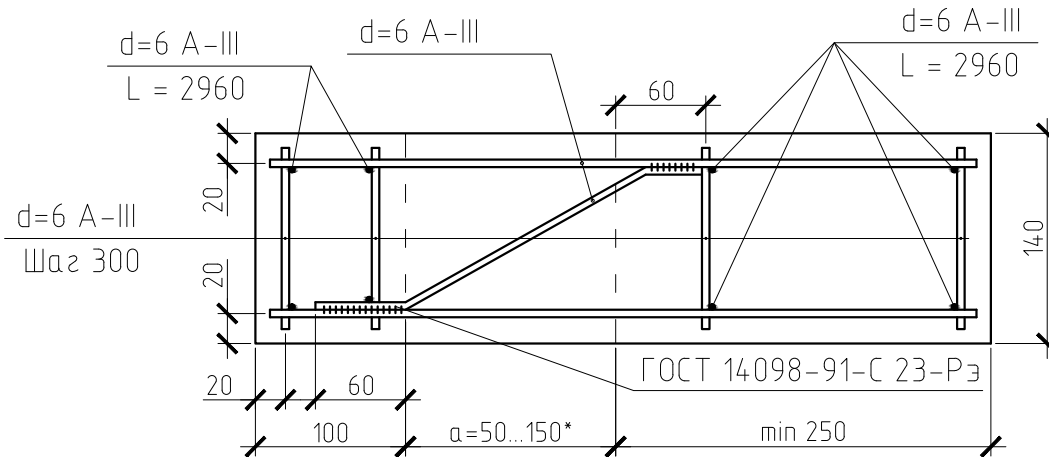
Сборная несущая балка – пояс  
из курамзитобетона плотностью 1400кг/м<sup>3</sup> класса В12.5



1-1

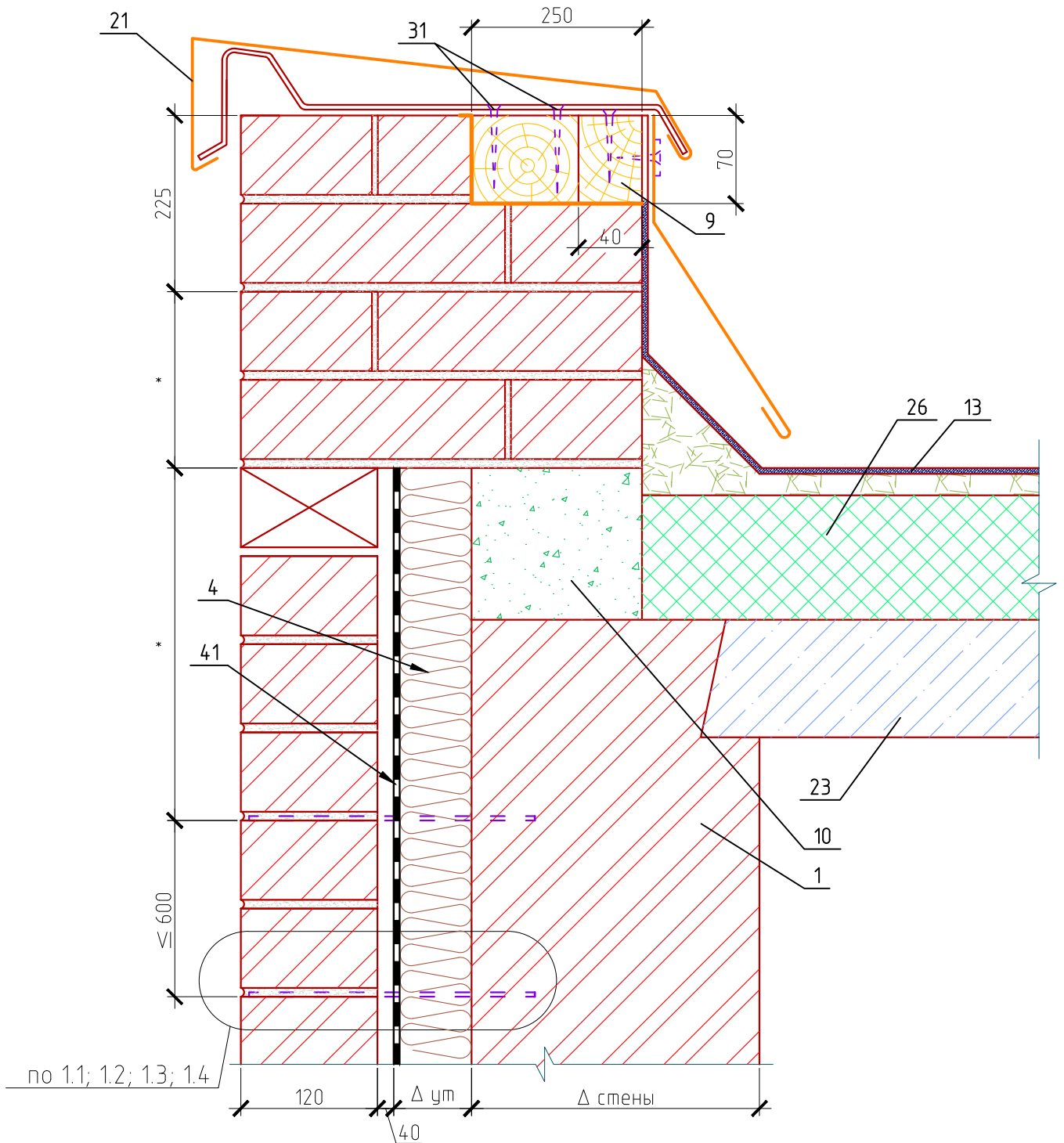


1-1



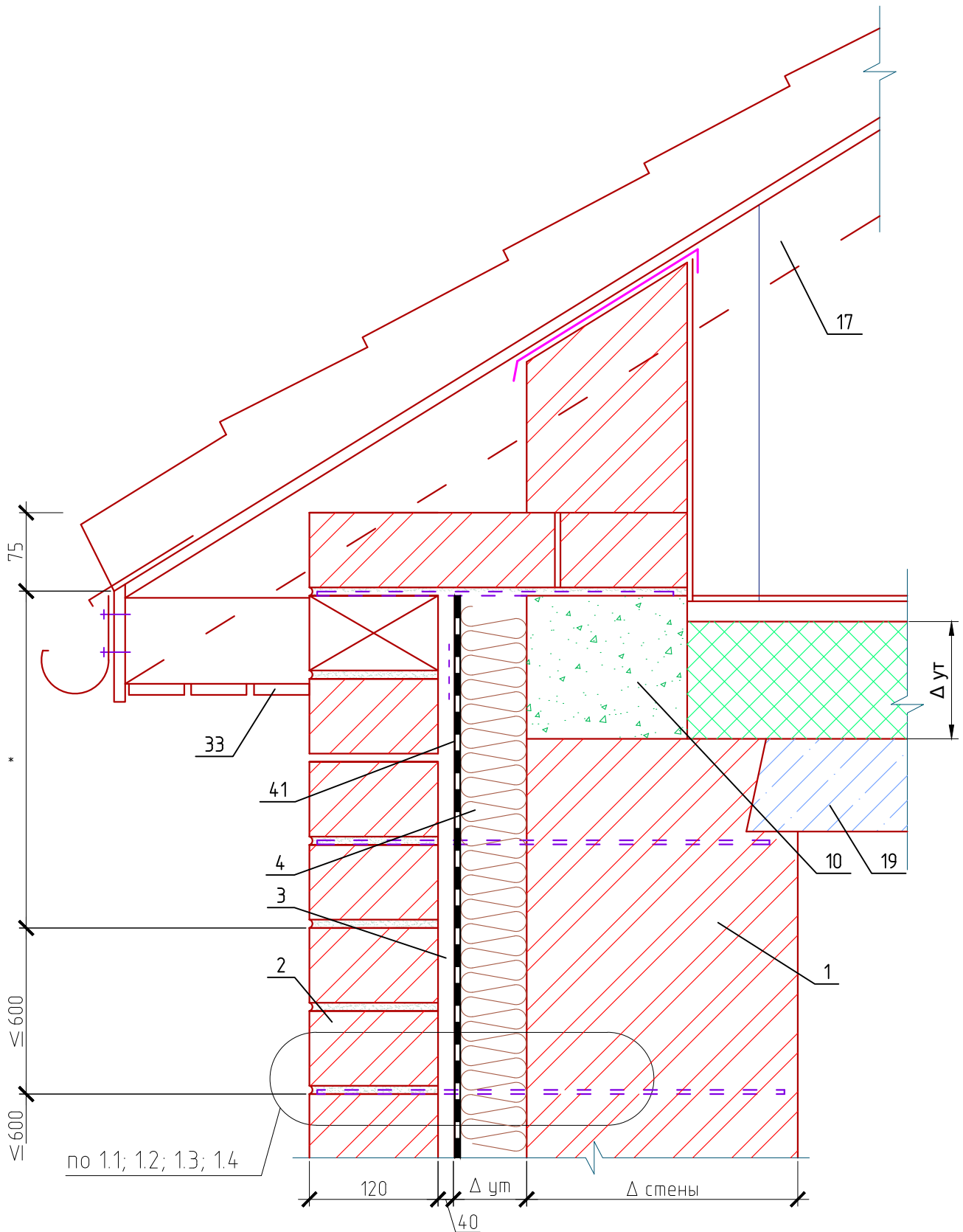
\* – по толщине теплоизоляции

# 1.9 Узел парапета

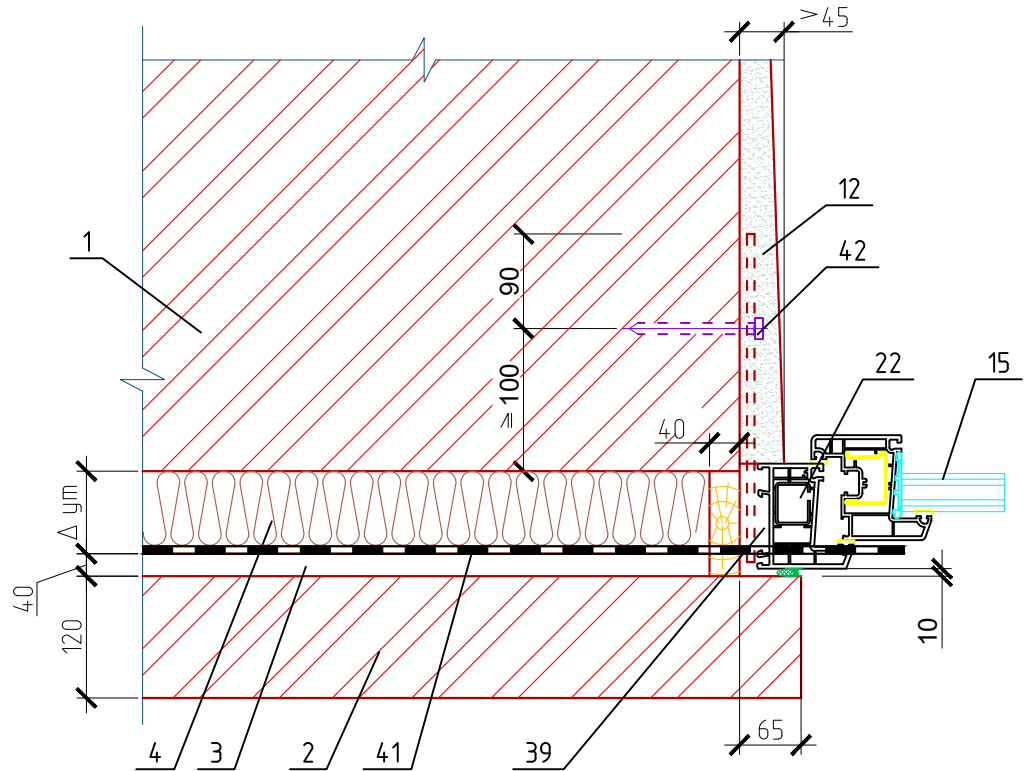


\* - по проекту

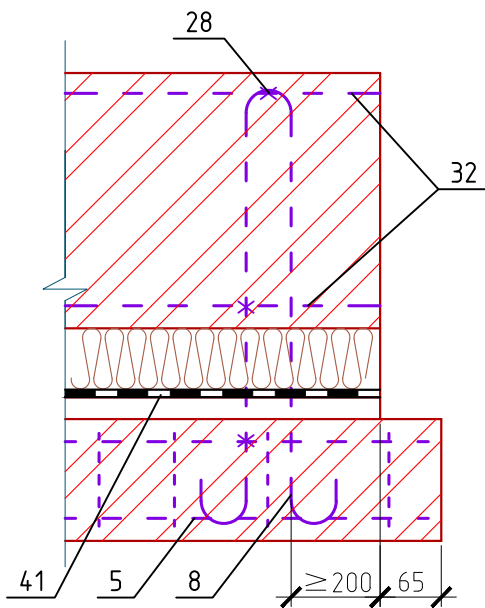
# 1.10 Узел свеса кровли



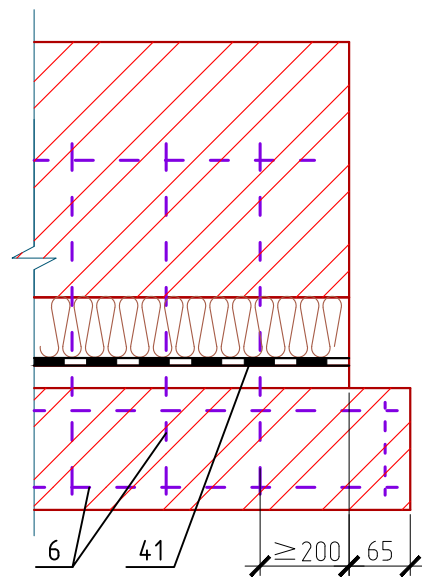
1.11



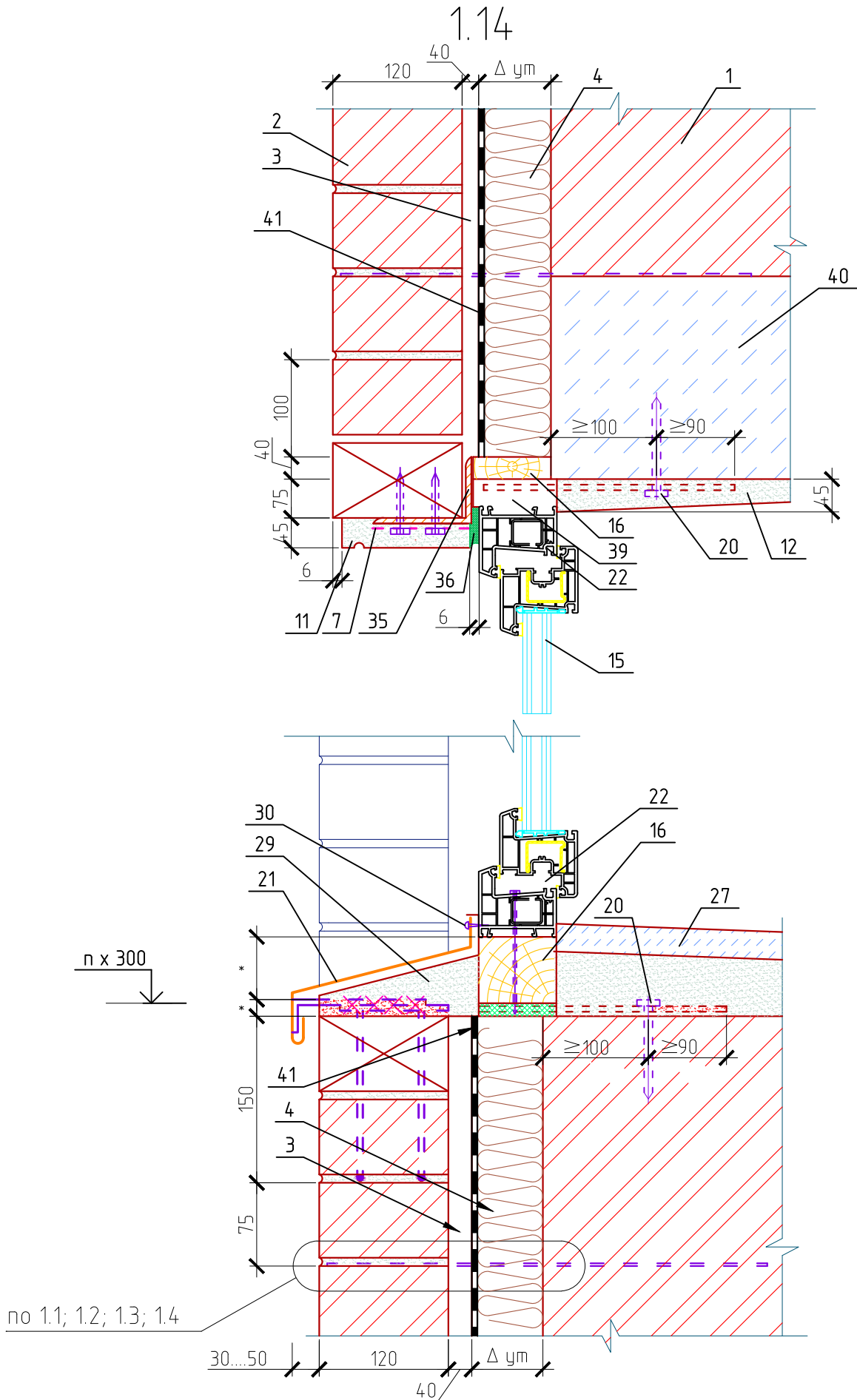
1.12



1.13



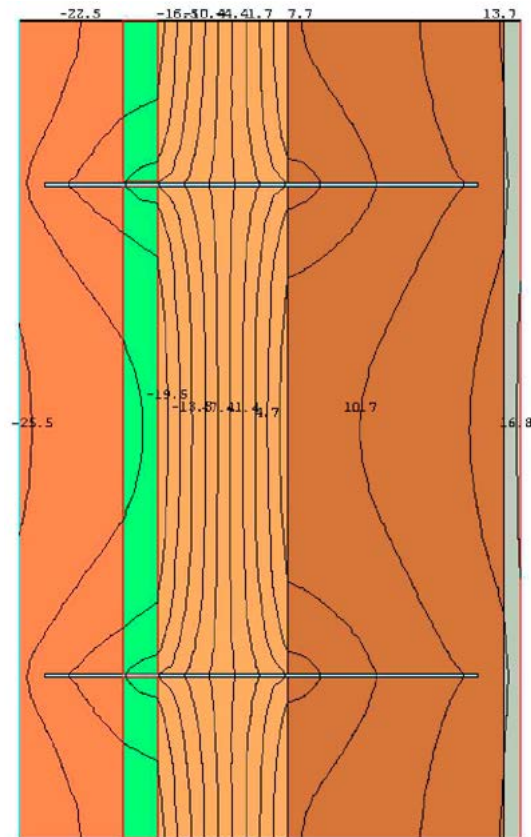




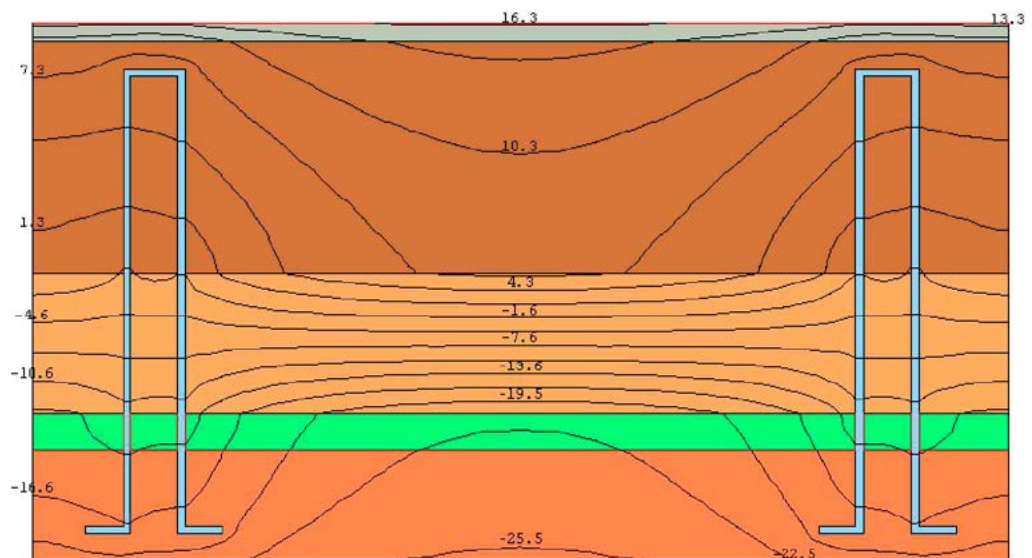
# 1.15

## Температурное поле конструктивного решения 1.1

Вертикальный разрез



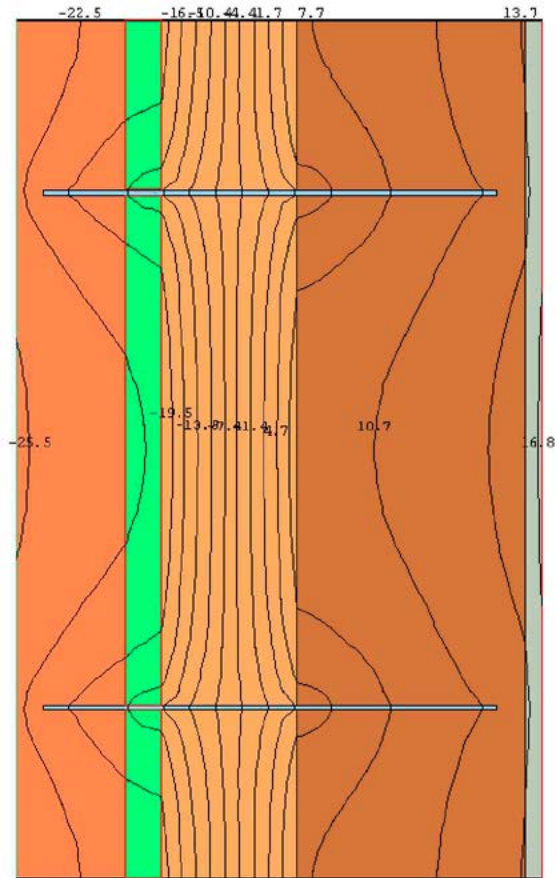
Горизонтальный разрез



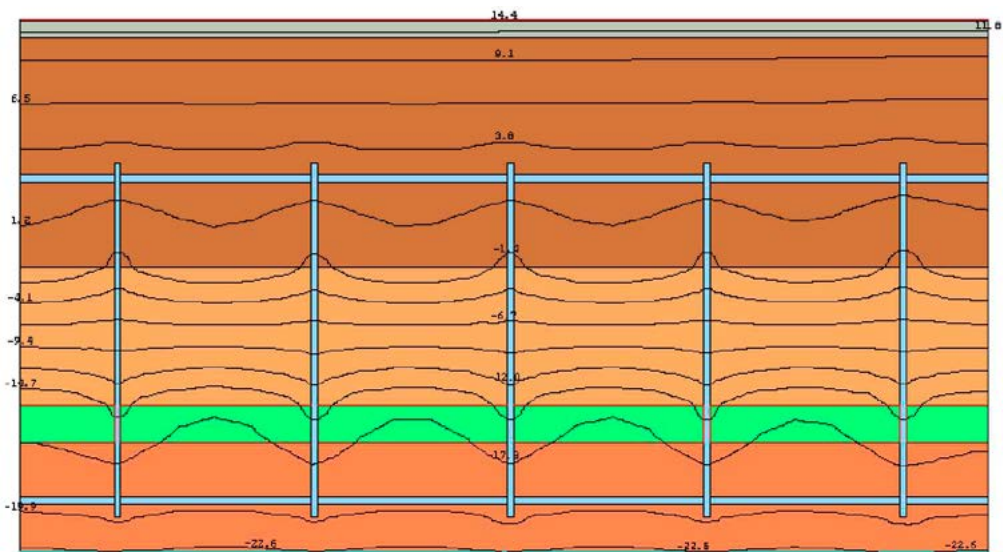
# 1.16

## Температурное поле конструктивного решения 1.2

Вертикальный разрез



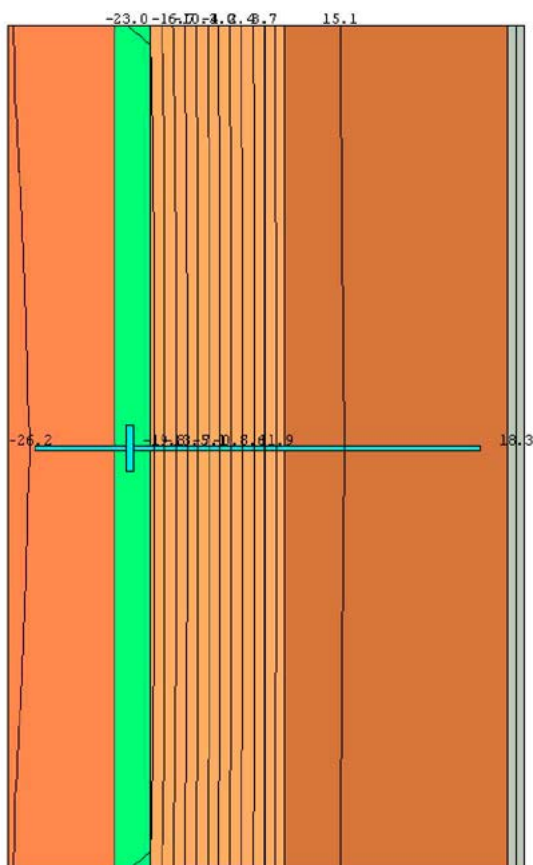
Горизонтальный разрез



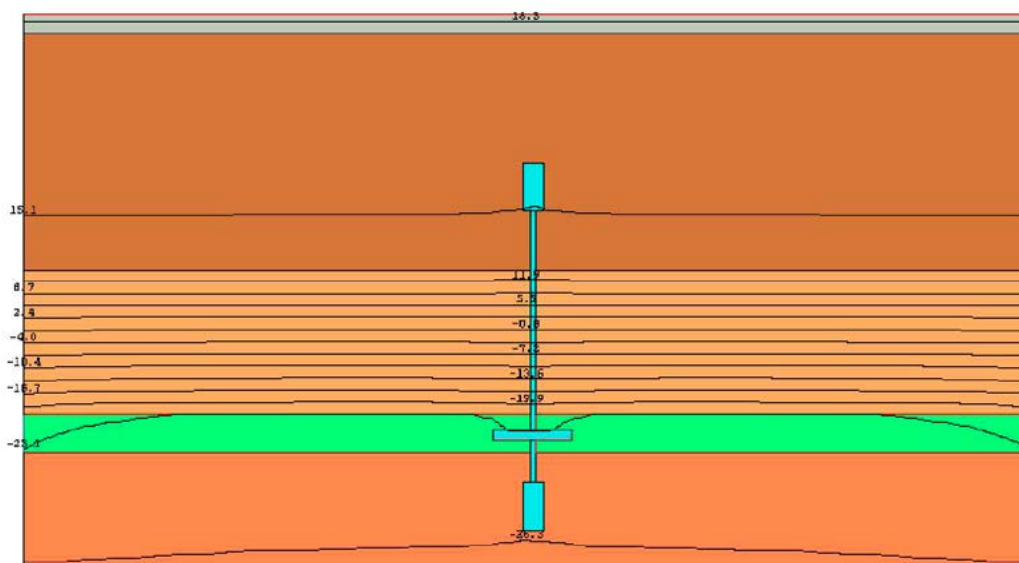
# 1.17

## Температурное поле конструктивного решения 1.3

Вертикальный разрез

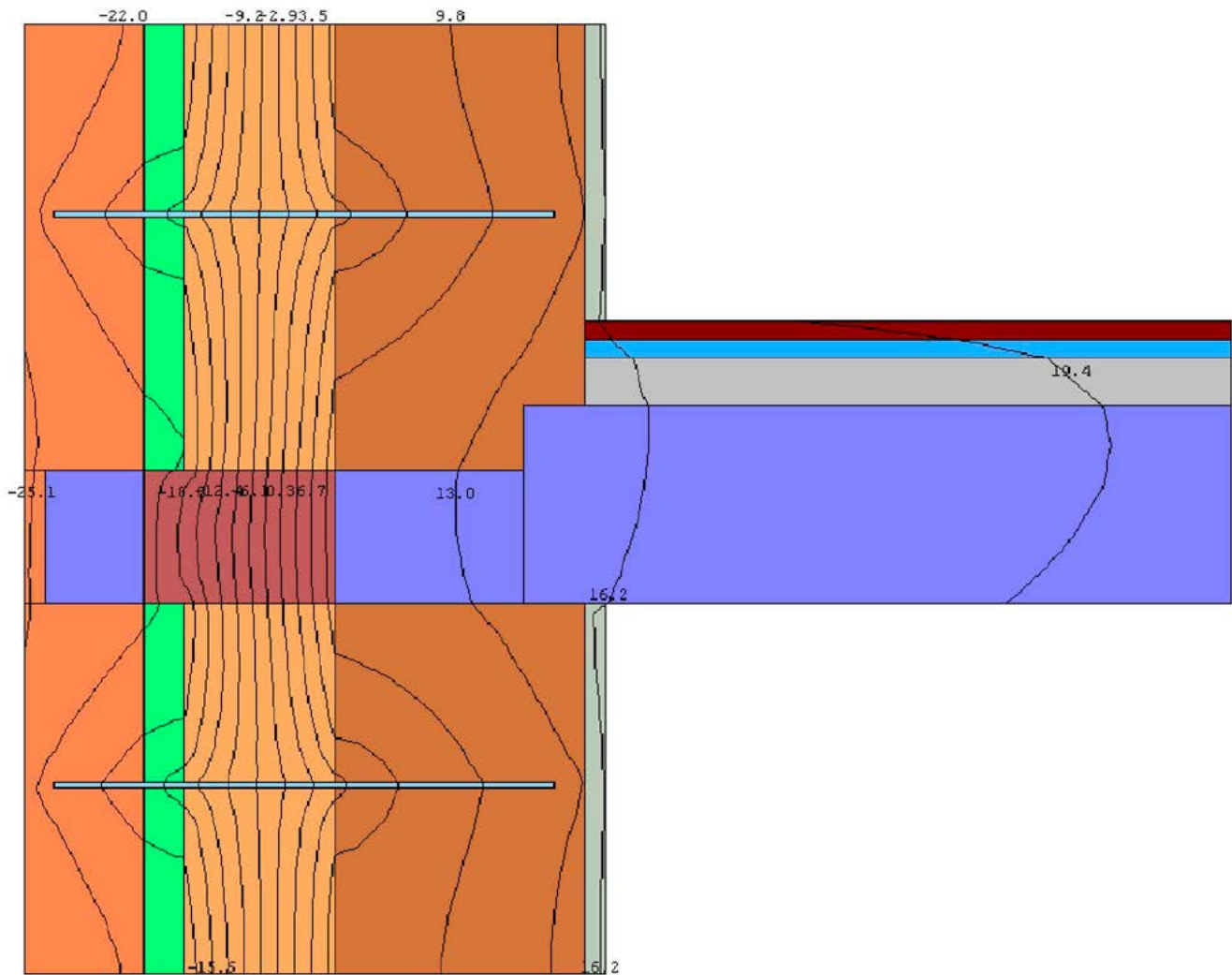


Горизонтальный разрез



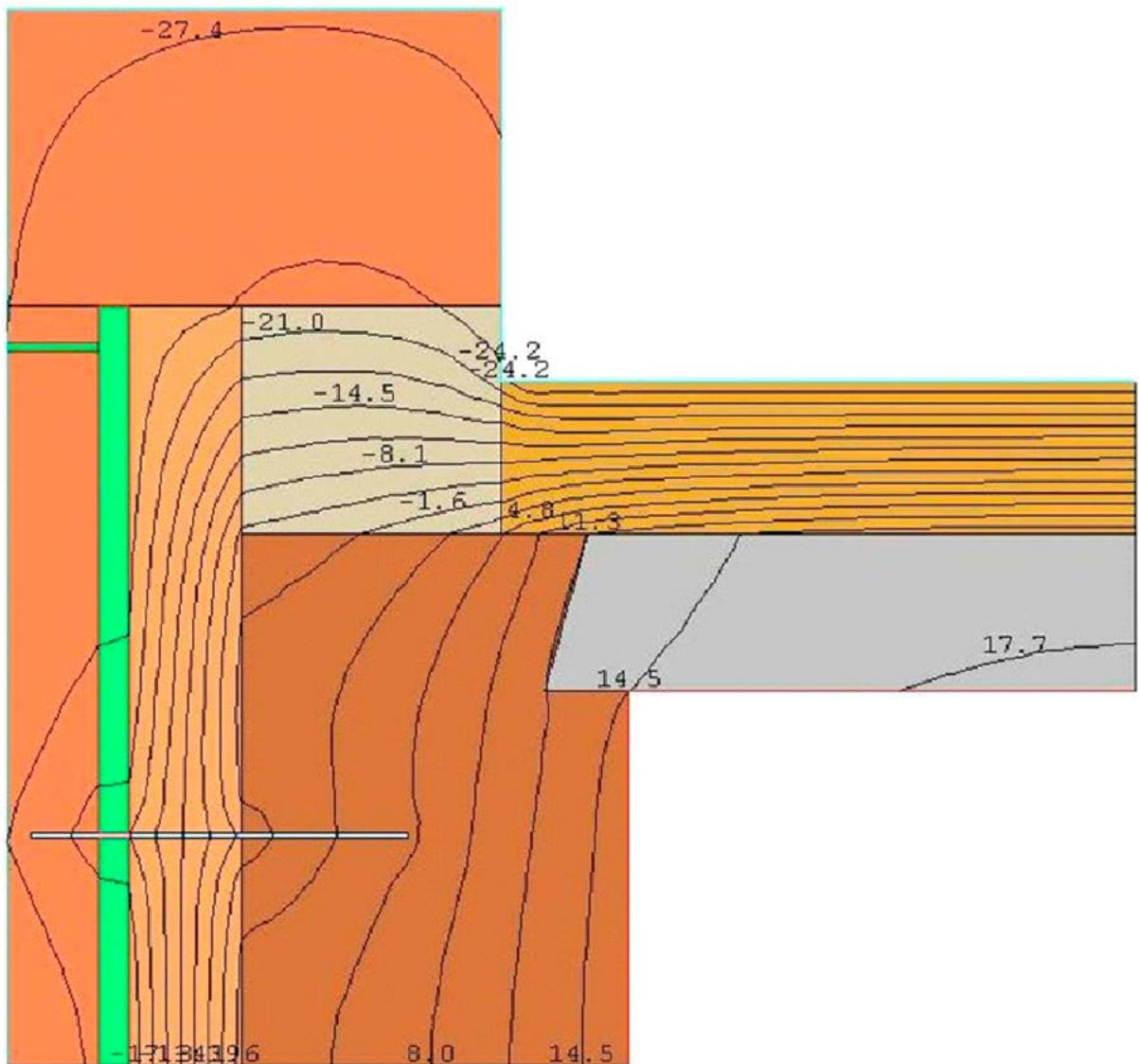
# 1.18

## Температурное поле конструктивного решения 1.5



# 1.19

Температурное поле конструктивного решения 1.9









РЕШЕНИЯ ДЛЯ СТЕН С НАВЕСНОЙ  
ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ

## 4.2. СТЕНЫ С НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМОЙ

4.2.1. Наружные стены с навесной фасадной системой и индустриальной облицовкой выполняются с тепловой изоляцией, которая навешивается на несущую часть стены с образованием вентилируемого воздушного зазора между внешней поверхностью слоя тепловой изоляции и облицовочным слоем. Комплект состоит из слоя тепловой изоляции, воздухозащитного слоя, облицовочного декоративного внешнего слоя из непрозрачных тонкостенных элементов индустриального производства; навесного каркаса, в состав которого входят несущие и соединительные элементы, кронштейны, направляющие изделия; элементов крепления тепло- и воздухозащитных слоев; элементов примыкания к строительным конструкциям здания.

До начала производства фасадных работ, должны быть завершены строительно-монтажные работы по возведению цоколя здания, светопрозрачных конструкций в проемах, работы по устройству гидроизоляции кровли, проведены инженерные расчеты, подтверждающие обоснованность принятых решений и завершена процедура технической оценки качества рабочей документации в части устройства фасада.

4.2.2. В качестве теплоизоляции в навесных фасадных системах с воздушным зазором используются минераловатные плиты марок: TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik и TS 032 Aquastatik:

- в качестве нижнего (внутреннего) слоя при двухслойном выполнении теплоизоляции и креплении утеплителя тарельчатыми дюбелями (без ограничений по высоте здания), при этом в качестве наружного слоя используются плитные материалы из минеральной ваты плотностью не менее  $75 \text{ кг/м}^3$ ;

- в качестве однослойной изоляции с дополнительным ветрозащитным слоем из мембранных пленок при креплении утеплителя тарельчатыми дюбелями на зданиях высотой: до 4-х этажей – плиты TS 034 Aquastatik, до 5-ти этажей (15 м) – плиты TS 032 Aquastatik;

- в качестве однослойной изоляции с дополнительным ветрозащитным слоем из мембранных пленок при креплении утеплителя решетчатым каркасом (без ограничений по высоте здания).

Допускается применение материалов марки TR037 Aquastatik и TR040 Aquastatik для теплоизоляции стен малоэтажных строений (при установке утеплителя в обрешетку).

Необходимая толщина утеплителя определяется по результатам теплотехнических расчетов в соответствии с требованиями СП 50.13330 в зависимости от градусо-суток района строительства здания и материала несущей стены.

4.2.3. Несущая часть стены должна быть выполнена из бетона марки не меньше В15, кирпичной кладки марки по прочности не ниже М75, природного камня и т.п.



4.2.4. Навесной каркас состоит из кронштейнов, направляющих и кляммеров для закрепления облицовки.

4.2.5. Кронштейн имеет подвижную вставку, позволяющую осуществлять регулировку установки направляющих в заданной плоскости. Длина подвижной вставки установлена исходя из толщины теплоизоляционного слоя от 50 до 270 мм.

Шаг кронштейнов по горизонтали рекомендуется принимать равным 600 мм, а по вертикали не менее 1400 мм.

4.2.6. Стандартная длина направляющей составляет 3000 мм. Направляющие закрепляются к кронштейнам при помощи заклепок. При этом свободный конец направляющей от места закрепления к кронштейну не должен превышать 300 мм.

4.2.7. Стык направляющих по вертикали осуществляется с помощью вставок. При этом между направляющими предусматривается зазор в 8÷10 мм.

4.2.8. При скрытом креплении материалов облицовочного слоя после установки в проектное положение вертикальных направляющих к ним крепятся на заклепках горизонтальные направляющие.

4.2.9. При открытом креплении облицовочных плит кляммеры, располагают с шагом соответствующим размеру облицовочных плит и крепят к направляющим на заклепках. При этом конструкция кляммера определяет величину горизонтального и вертикального зазора между плитами.

4.2.10. При скрытом креплении на плитах облицовки предусматриваются опорные элементы для их навески на горизонтальные направляющие. Опорный элемент крепится посредством самозапирающейся втулки, которая вставляется в предварительно рассверленное в плите отверстие.

4.2.11. Фиксация плит в проектном положении обеспечивается по вертикали регулировочным винтом опорного элемента, а по горизонтали – посредством свободного перемещения опорного элемента вдоль горизонтальной направляющей.

4.2.12. При облицовочном слое из металлических кассет перед их установкой внутрь направляющей вставляют салазки, имеющие поперечный штифт. Салазки крепят к направляющим двумя заклепками.

4.2.13. После навески на штифты кассету выравнивают согласно проектному положению и крепят заклепками через верхний отгиб кассеты к направляющим.

4.2.14. Несущую способность конструкций навесного каркаса необходимо определять согласно требований СП 15.13330, СП 128.13330, СП 28.13330. Расчеты проводят в соответствии с требованиями СП 20.13330, при этом необходимо учитывать следующие типы нагрузок и воздействий:

- нагрузки от собственного веса;

- положительные и отрицательные ветровые нагрузки;
- нагрузки от двухстороннего обледенения облицовочного слоя;
- температурные деформации и воздействия климатических факторов;
- сейсмические и деформационные нагрузки.

4.2.15. Навесной каркас к несущей стене крепится через кронштейн при помощи анкеров-дюбелей, количество которых необходимо рассчитывать исходя из условий вырыва дюбеля из материала стены (бетон, кирпич и т.п.), прочности и допустимых деформаций распорных элементов дюбелей. Оценку прочности анкерных креплений (дюбелей) проводят согласно методикам, предложенным ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко в дополнение к принятым по ГОСТ 8829 схемам испытаний.

Расчет количества анкерных дюбелей проводят для двух зон здания (рядовой и краевой) прилегающих к краю и образующих угол, для которой значение ветровой нагрузки принимают с учетом динамического коэффициента.

Ширину краевой зоны принимают не меньше 1,0 м и не более 2,0 м.

4.2.16. Распорные элементы дюбелей для крепления навесного каркаса должны быть изготовлены из нержавеющей стали марки 25Х13Н2 согласно ГОСТ 5632 либо стали марки 20 согласно ГОСТ 1050 с горячецинковым покрытием толщиной не меньше 45 мкм.

4.2.17. Профили навесного каркаса должны изготавливаться из:

- алюминия марки АД31Т согласно ГОСТ 4784 с толщиной анодно-окисного защитного покрытия не меньше 20 мкм и слоем лакокрасочного покрытия толщиной не меньше 40 мкм;
- тонколистовой стали II класса толщины горячего цинкового покрытия согласно ГОСТ 14918;
- тонколистовой стали I класса толщины горячего цинкового покрытия согласно ГОСТ 14918 и слоем лакокрасочного покрытия толщиной не меньше 60 мкм;
- тонколистового проката из коррозиестойкой стали марок Х18Т, Х18Н10, Х18Н10Т, Х22Н6Т или 08Х18Н10 согласно ГОСТ 5582;
- тонколистовой стали оцинкованной групп ХП и ПК, марок 08пс по ГОСТ 9045, 08 по ГОСТ 1050, БСт1, БСт2, БСт3 всех степеней раскисления по ГОСТ 380, повышенного и первого класса по толщине цинкового покрытия;
- импортной рулонной стали с полимерным покрытием по стандартам DIN и EN, отвечающей требованиям ГОСТ 14918 к сталям ХП и ПК, с пределом текучести до 350 МПа.

4.2.18. Крепежные изделия необходимо использовать из коррозиестойких материалов, соответствующих требованиям ГОСТ 10618, ГОСТ 7798, ГОСТ 1491, ГОСТ 17474, ГОСТ 1147.

Разрешается использовать некоррозиестойкие материалы, но они должны иметь анодно-окисное покрытие толщиной не менее 20 мкм, либо горячецинковое покрытие толщиной не менее 40 мкм.

4.2.19. Кляммеры должны быть изготовлены из тонколистового проката коррозиестойкой стали марок X18H10T, X22H6T или 08X18H10 согласно ГОСТ 5582.

Толщина прижимов кляммеров должна составлять не менее 1 мм, ширина прижима - не менее 10 мм.

4.2.20. В качестве облицовочного слоя должны использоваться керамическая плитка согласно ГОСТ 13996, плиты из природного или искусственного камня, листы асбестоцементные согласно ГОСТ 18124, плиты ЦСП согласно ГОСТ 26816, металлические листы, плиты из металлических композитных материалов и т.п.

4.2.21. Плиты теплоизоляции крепят к несущей части стены тарельчатыми полимерными дюбелями из расчета 6-8 штук на 1 м<sup>2</sup> (5 % поджатие материала дюбелем).

4.2.22. Защита слоя теплоизоляции от продувания и увлажнения обеспечивается размещением поверх нее ветрогидрозащитной пленки (мембраны). Пленка устанавливается в один слой с перехлестом смежных полотен в зоне стыков не более чем на 100÷150 мм.

При отсутствии мембраны в вентилируемой воздушной прослойке существует вероятность возникновения турбулентного режима движения воздуха, что приводит к образованию вихревых зон, провоцирующих преждевременное разрушение теплоизоляционного слоя и повышает вероятность конвекции воздуха в граничном слое теплоизоляции. Применение мембраны снижает скорость движения воздуха в вентилируемой воздушной прослойке, что оказывает положительное влияние на долговечность и сохранность теплоизоляционного слоя.

4.2.23. Начиная с отметки 15 м необходимо устанавливать в воздушном зазоре (с шагом не более 15 м) стальные перфорированные горизонтальные отсекки, препятствующие в случае пожара распространению горения мембраны и предотвращению выпадения горящих капель пленки из зазора. В качестве отсеков используют листовую коррозионную сталь толщиной не менее 0,55 мм или стали с антикоррозионным покрытием. Диаметр отверстий в отсеках должен быть не менее 5 мм, а ширина перемычек – не менее 10 мм.

Крепление отсеков осуществляется с помощью метизов из аналогичных сталей. Отсекка должна пересекать или быть вплотную прижатой к ветрогидрозащитной мембране.

4.2.24. По периметру сопряжения навесной фасадной системы с оконными или дверными проемами, с целью предотвращения проникновения пожара во внутренний

объем системы, устанавливаются противопожарные короба обрамления этих проемов, выполняемые из листовой стали толщиной не менее 0,8 мм.

Такие короба могут быть выполнены в виде единой конструкции или составной, собираемой из отдельных элементов.

При этом, элементы верхнего и боковых откосов оконного проема должны иметь выступы-бортики с выносом за лицевую поверхность облицовочного слоя навесной фасадной системы. Высота поперечного сечения выступов вдоль верхнего и боковых откосов принимается не менее 35 мм, вылет за плоскость облицовочного слоя до отметки 75 м – не менее 5 мм, а с отметки 75 м – не менее 25 мм. Элементы короба крепятся к направляющим не менее, чем в двух точках.

4.2.25. Устройство конструкций навесного фасада с вентилируемой воздушной прослойкой и индустриальной облицовкой необходимо выполнять на стену, отклонение которой не превышает значений:

- по вертикали 1/1000 высоты здания, но не более 50 мм на всю его высоту;
- по горизонтали не более 15 мм на 10 м длины стены;
- от прямолинейности по вертикали не более 10 мм на 2 м.

4.2.26. В соответствии с Постановлением правительства РФ от 27.12.1997 г. №1636 «О правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий в строительстве», навесная фасадная система должна пройти техническую оценку, а ее пригодность к применению в строительстве должна быть подтверждена Техническим свидетельством ФГУ «ФЦС» Росстроя РФ.

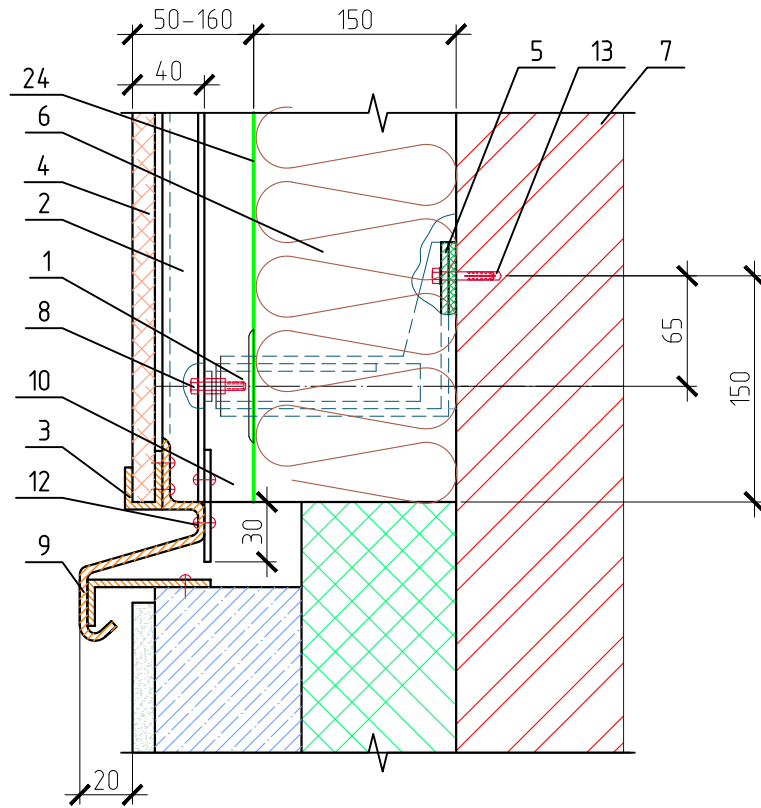
Монтаж конструкций навесного фасада с вентилируемой воздушной прослойкой и индустриальной облицовкой должен выполняться в соответствии с предусмотренным регламентом строительными организациями, имеющими лицензию на данный вид строительной деятельности, специалисты которых прошли обучение у разработчика системы и имеют соответствующее подтверждение.



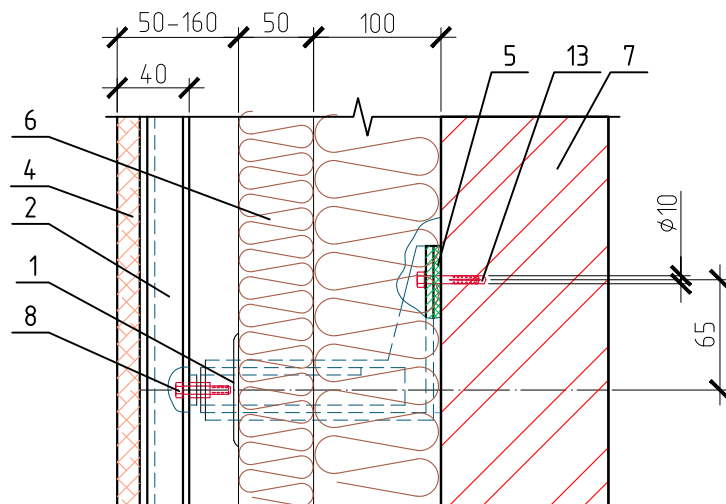
## Стены с навесной фасадной системой

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Кронштейн	13	Анкерный дюбель
2	Направляющая	14	Подоконник
3	Кляммер	15	Герметик силиконовый
4	Плитка облицовочная	16	Элемент установки оконного блока
5	Прокладка	17	Слив оконного блока
6	Теплоизоляция согласно п. 4.2.2.	18	Внутренняя штукатурка
7	Несущая стена	19	Скоба 2 мм
8	Элементы механического крепления	20	Уголок 80x80x2 мм
9	Слив цоколя	21	Стеклопакет
10	Вентилируемая воздушная прослойка	22	Цементный раствор
11	Окно ПВХ	23	Пена монтажная
12	Заклепка	24	Ветролагозащитная мембранная пленка

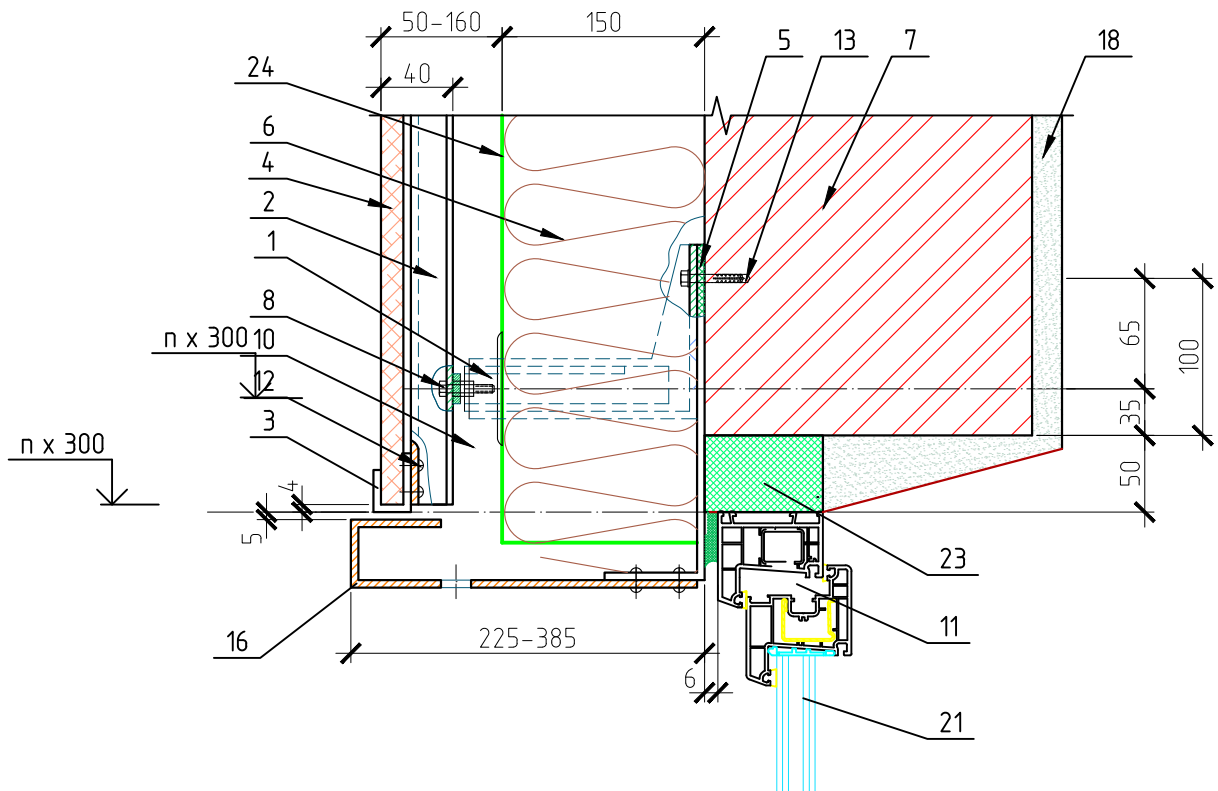
2.1a



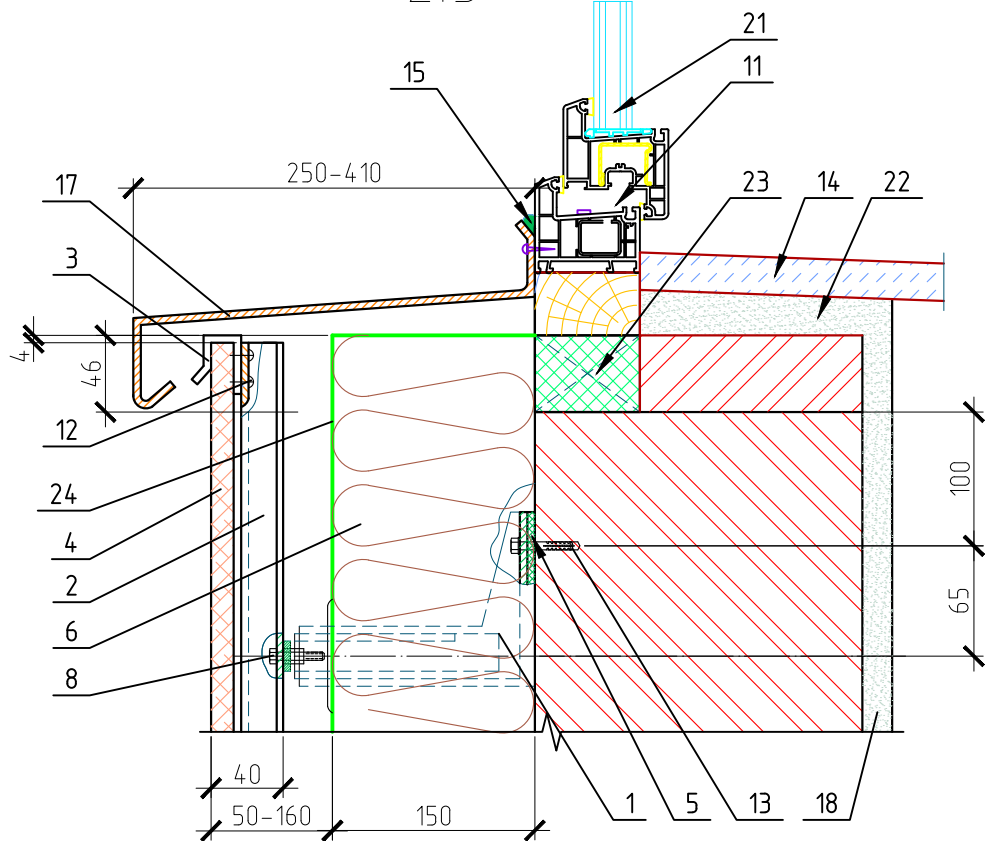
2.1b



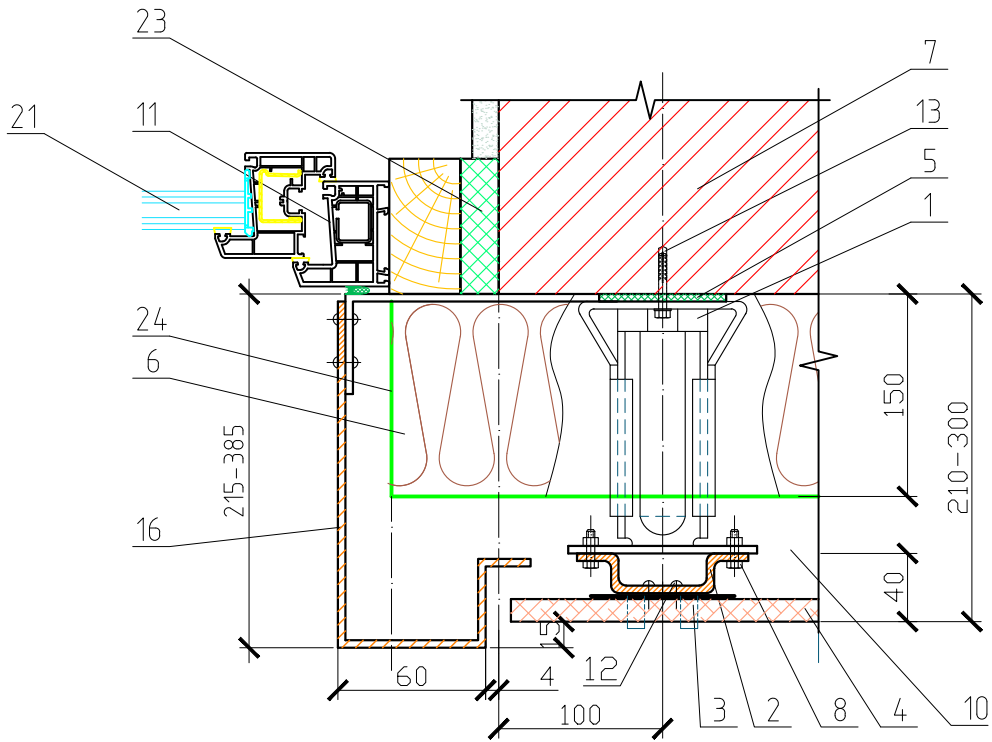
## 2.2



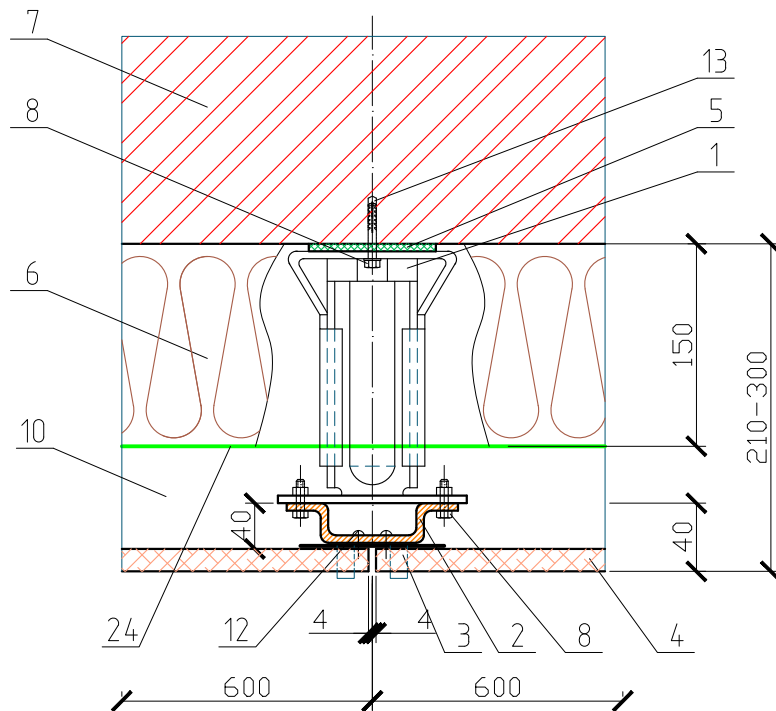
## 2.3

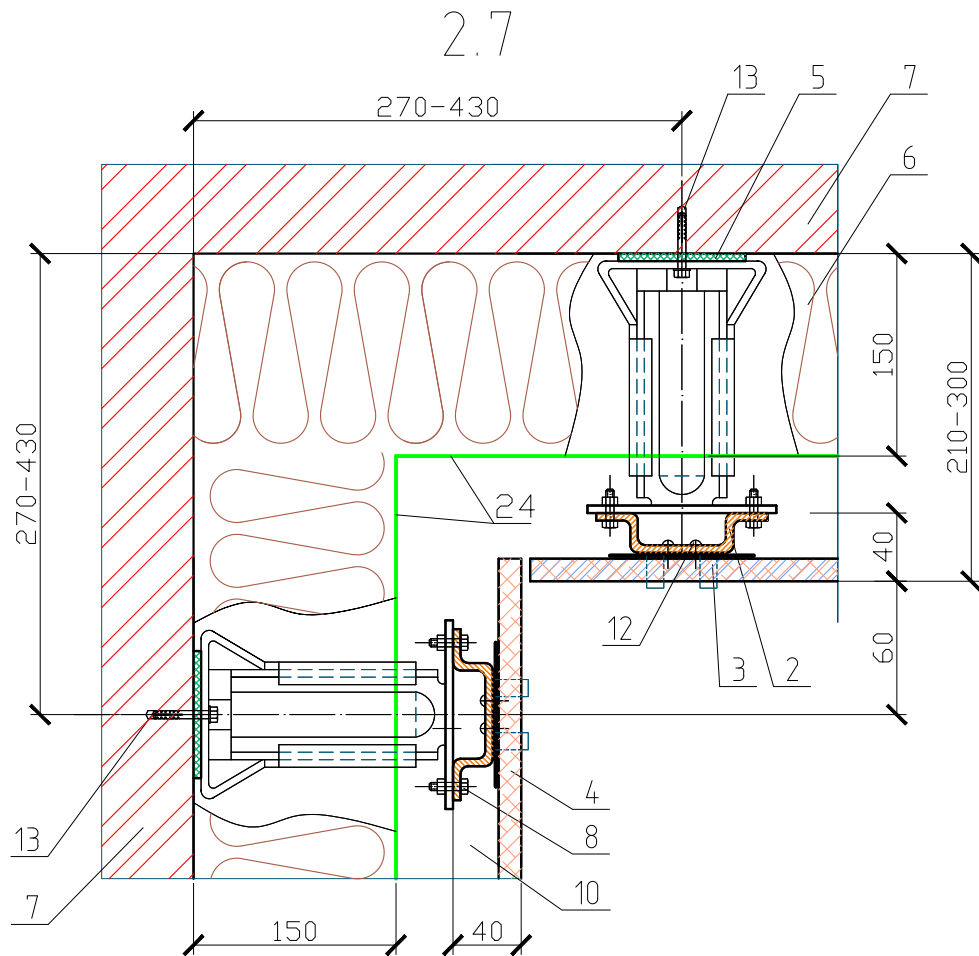
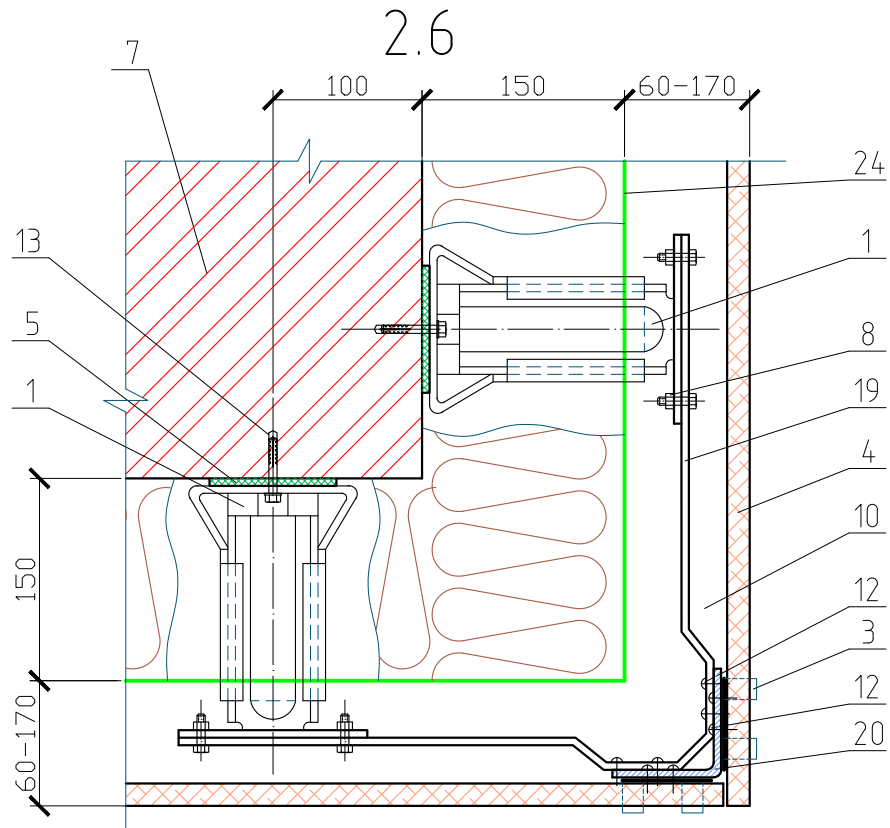


## 2.4



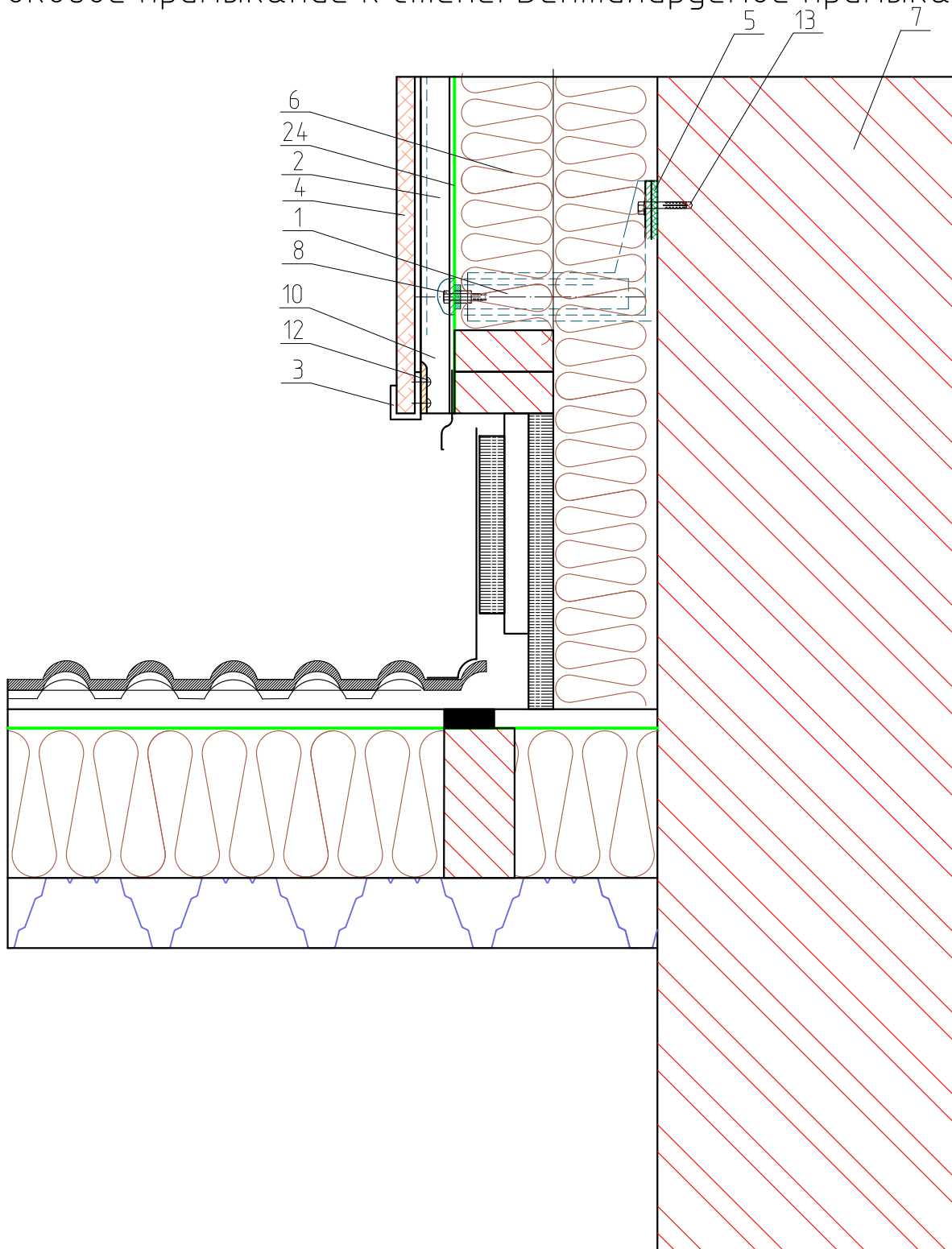
## 2.5





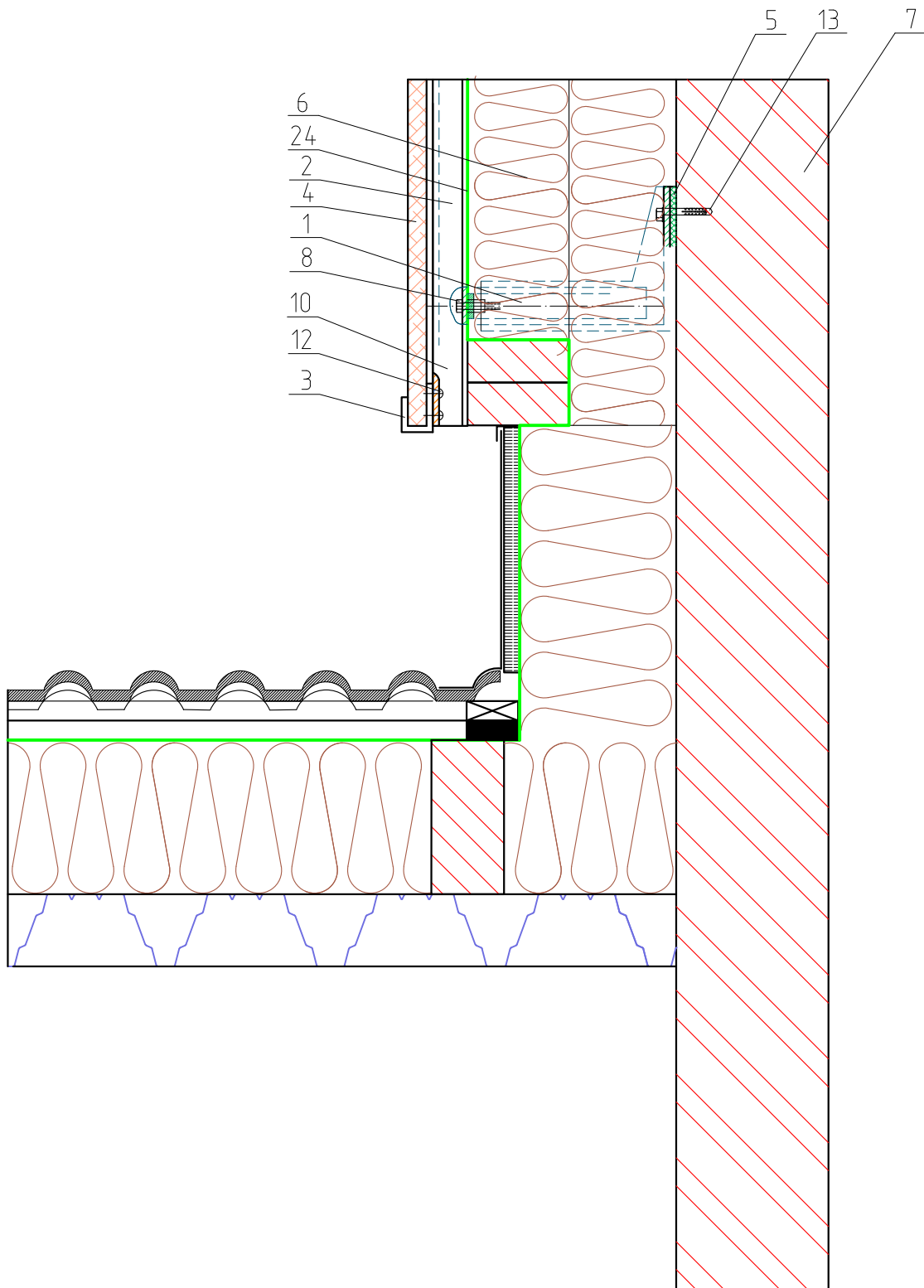
## 2.8

Боковое примыкание к стене. Вентилируемое примыкание



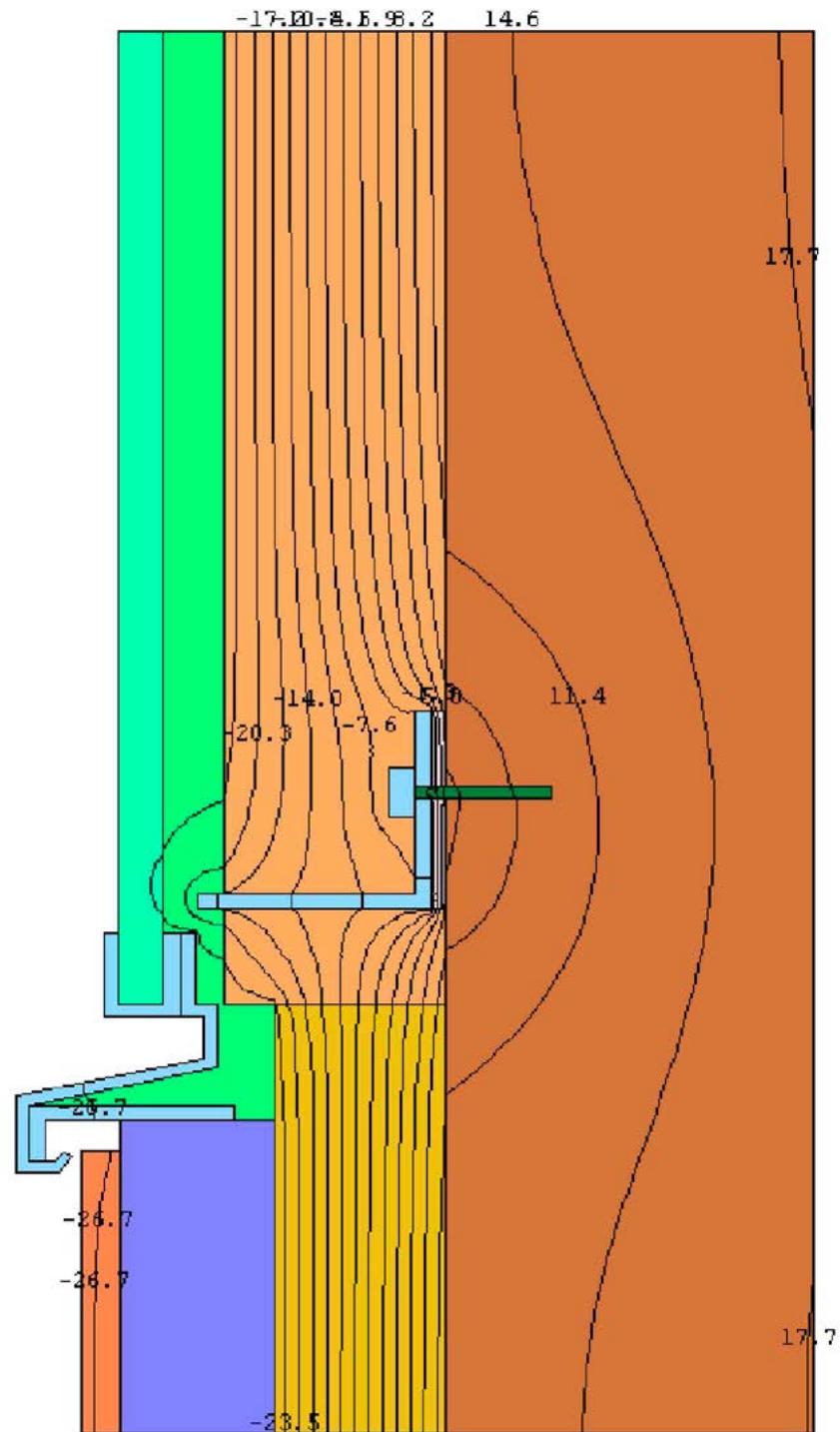
## 2.9

Боковое примыкание к стене. Неветилируемое примыкание

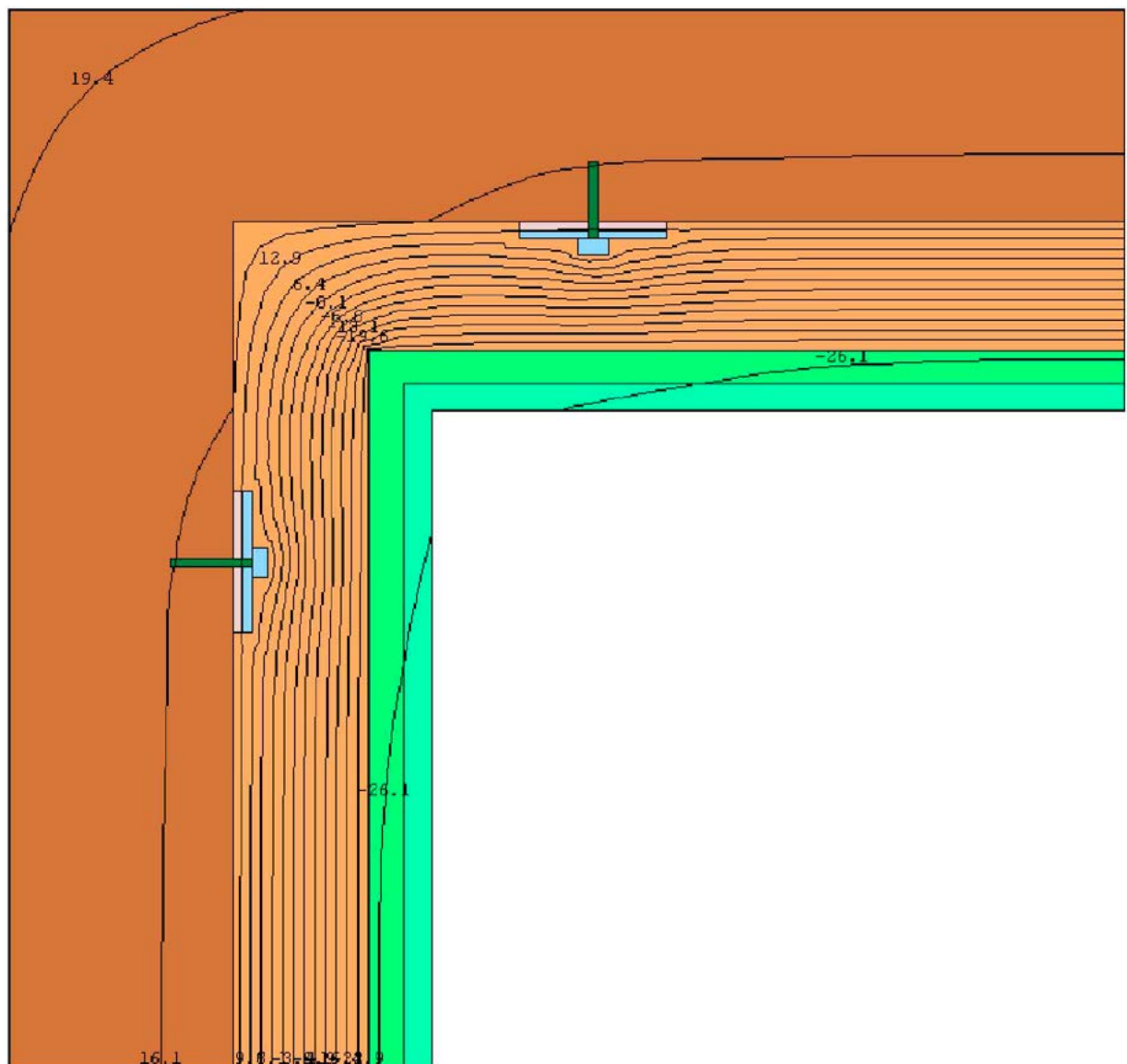





## Температурное поле конструктивного решения 2.1



## Температурное поле конструктивного решения 2.7







РЕШЕНИЯ ДЛЯ НАРУЖНЫХ  
ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕН С ОБЛИЦОВКОЙ  
СТАЛЬНЫМ ОЦИНКОВАННЫМ  
ПРОФИЛИРОВАННЫМ ЛИСТОМ

### **4.3. НАРУЖНЫЕ ТРЕХСЛОЙНЫЕ СТЕНЫ С ОБЛИЦОВКОЙ СТАЛЬНЫМ ОЦИНКОВАННЫМ ПРОФИЛИРОВАННЫМ ЛИСТОМ**

4.3.1. Наружные трехслойные стены с облицовкой стальным оцинкованным профилированным листом изготавливаются на основе каркасных конструкций поэтапной сборки или из трехслойных панелей.

4.3.2. Для снижения трудоемкости выполнения работ целесообразно собирать панели на объекте строительства с дальнейшим монтажом.

4.3.3. Наружные трехслойные стены с облицовкой стальным оцинкованным профилированным листом имеют несущий каркас, выполненный из стальных швеллеров либо холодноформованных стальных профилей, к которому заклепками крепятся профилированный лист внутренней обшивки и внутренний каркас панели, а к нему – профилированный лист наружной обшивки.

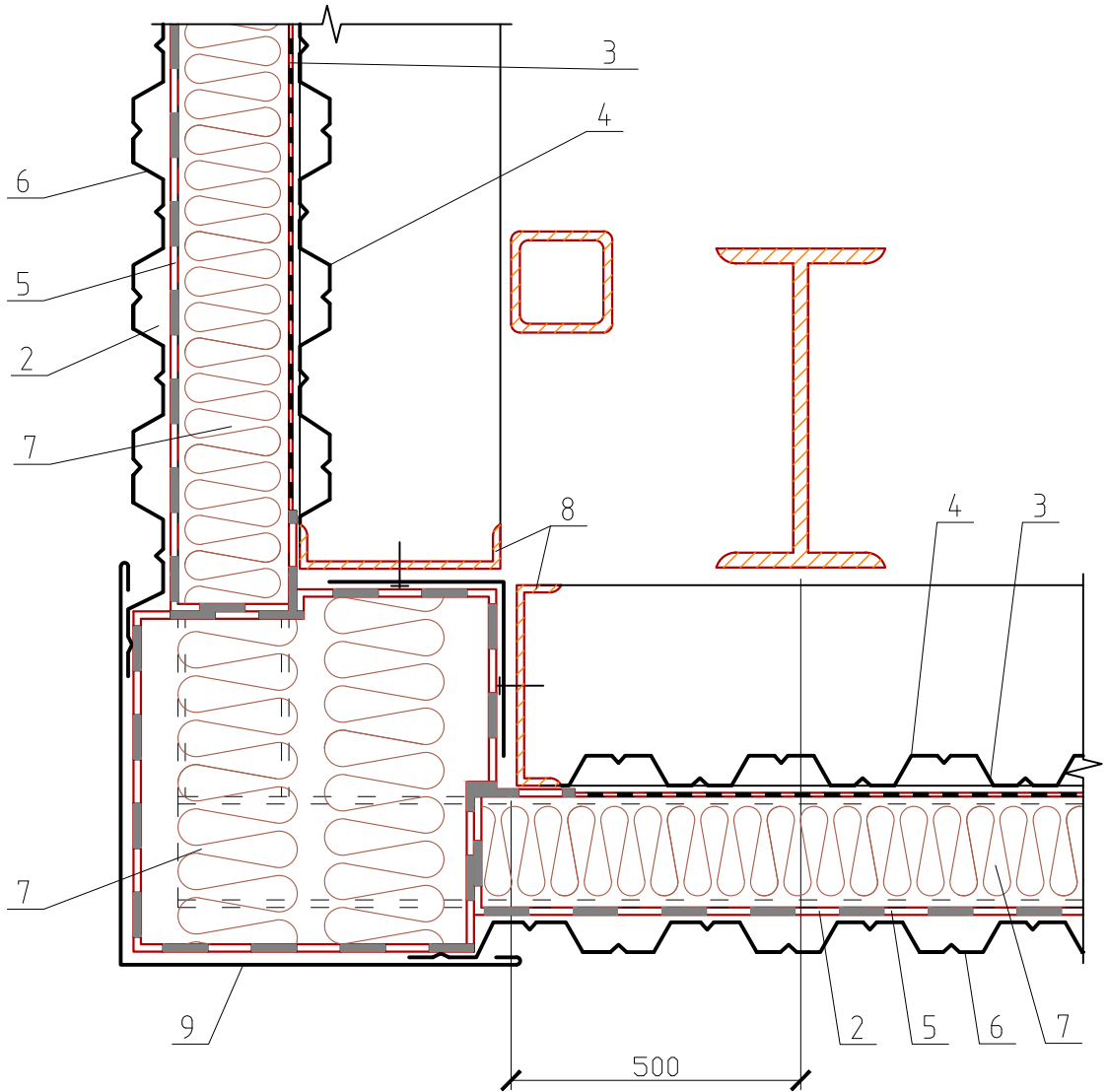
4.3.4. В качестве теплоизоляции таких конструкций используются минераловатные плиты марок: TS 037 Aquastatik, TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik и TS 032 Aquastatik, маты марок TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 035 Aquastatik, TR 034 Aquastatik, с обязательным устройством пароизоляционного слоя и дополнительного ветрозащитного слоя из мембранных пленок. Применение плитных материалов марки: TS 032 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 035 Aquastatik без устройства дополнительного ветрозащитного слоя осуществляется с обязательным выполнением ограничений по п.1.3 настоящего Альбома. Необходимая толщина утеплителя определяется по результатам теплотехнических расчетов согласно СНиП 23-02 в зависимости от градусо-суток района строительства.

4.3.5. Крепления трехслойных панелей к несущим конструкциям стального каркаса осуществляется при помощи высокопрочных болтов. Мостики холода между металлическими элементами конструкции устраняются минимизацией площади контакта и использованием терморазделяющих полос из пенополиэтилена толщиной не менее 40 мм или из жесткой минераловатной плиты толщиной 30 мм.

## Каркасные конструкции стен с обшивками из стального профлиста

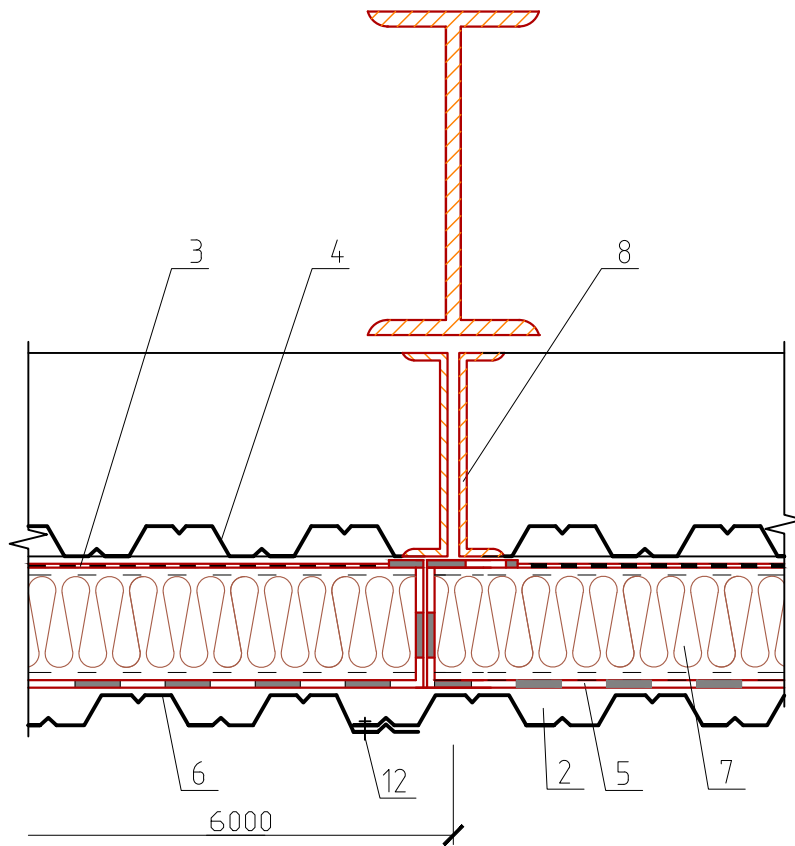
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Панель стеновая цокольная	11	Балка покрытия
2	Вентилируемая воздушная прослойка	12	Заклепка
3	Пароизоляция	13	Кровля из профлиста
4	Внутренняя обшивка	14	Прогон
5	Ветровлагозащитная мембранная пленка	15	Ригель металлический
6	Наружная обшивка из оцинкованного стального профлиста	16	Ригель деревянный
7	Теплоизоляция согласно п. 4.3.4.	17	Деревянный брус
8	Каркас панели	18	Асбестоцементный лист
9	Угловой нащельник	19	Несущий настил покрытия
10	Слив		

# 3.1

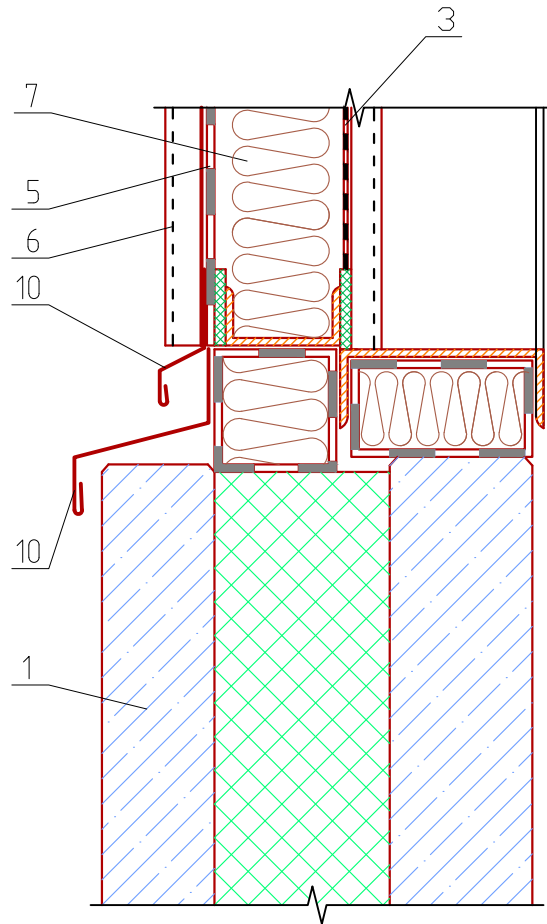




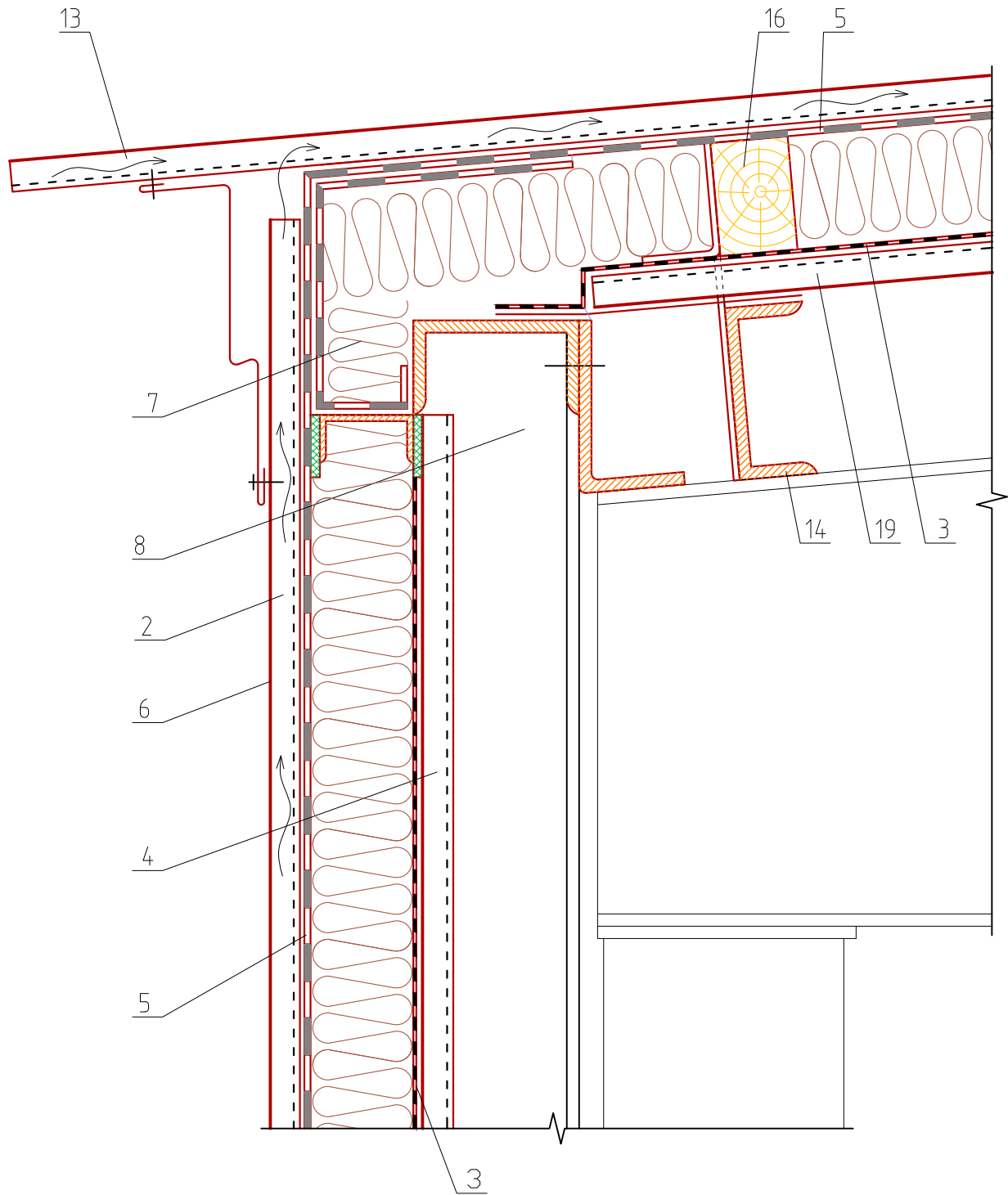
### 3.2



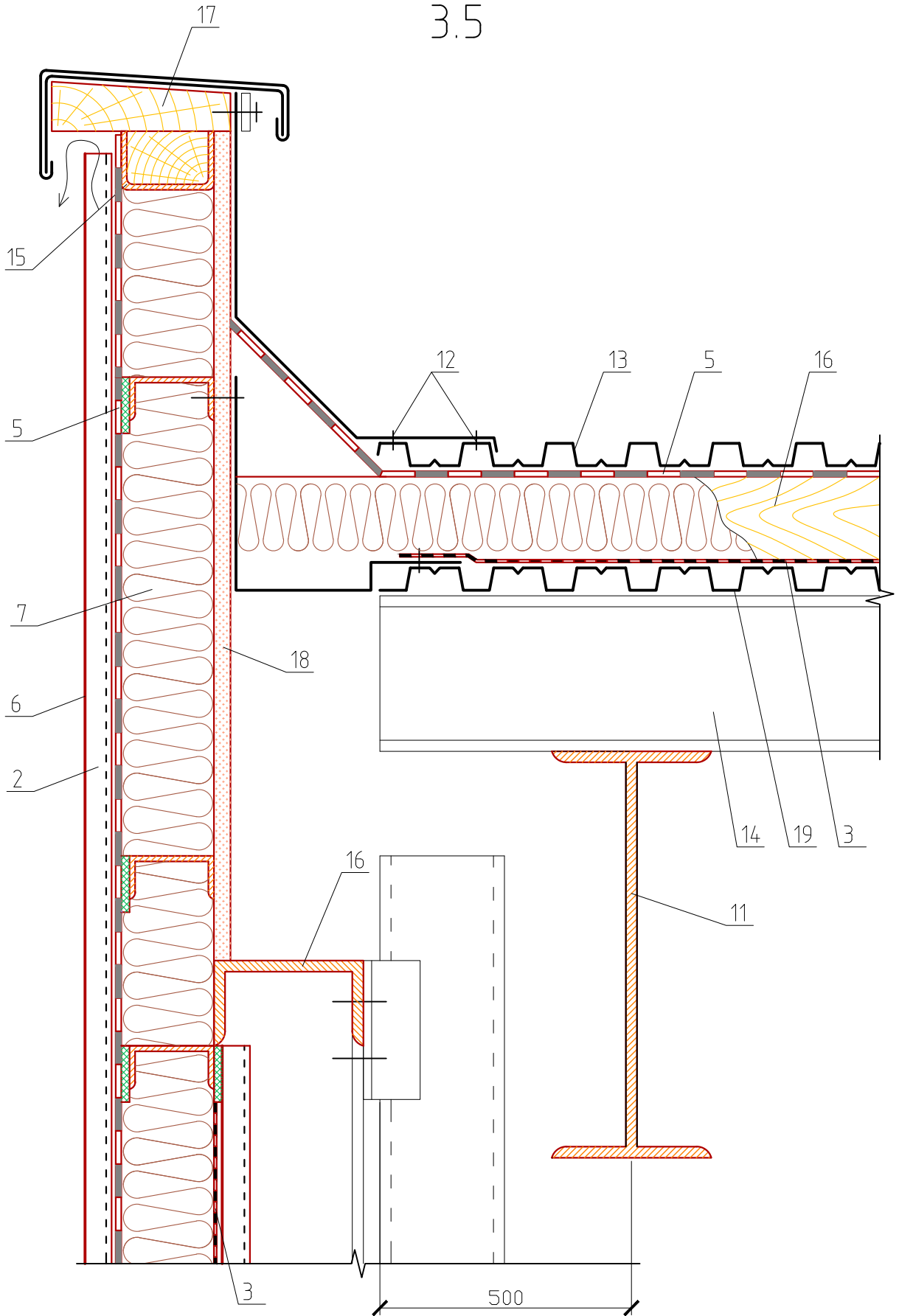
# 3.3



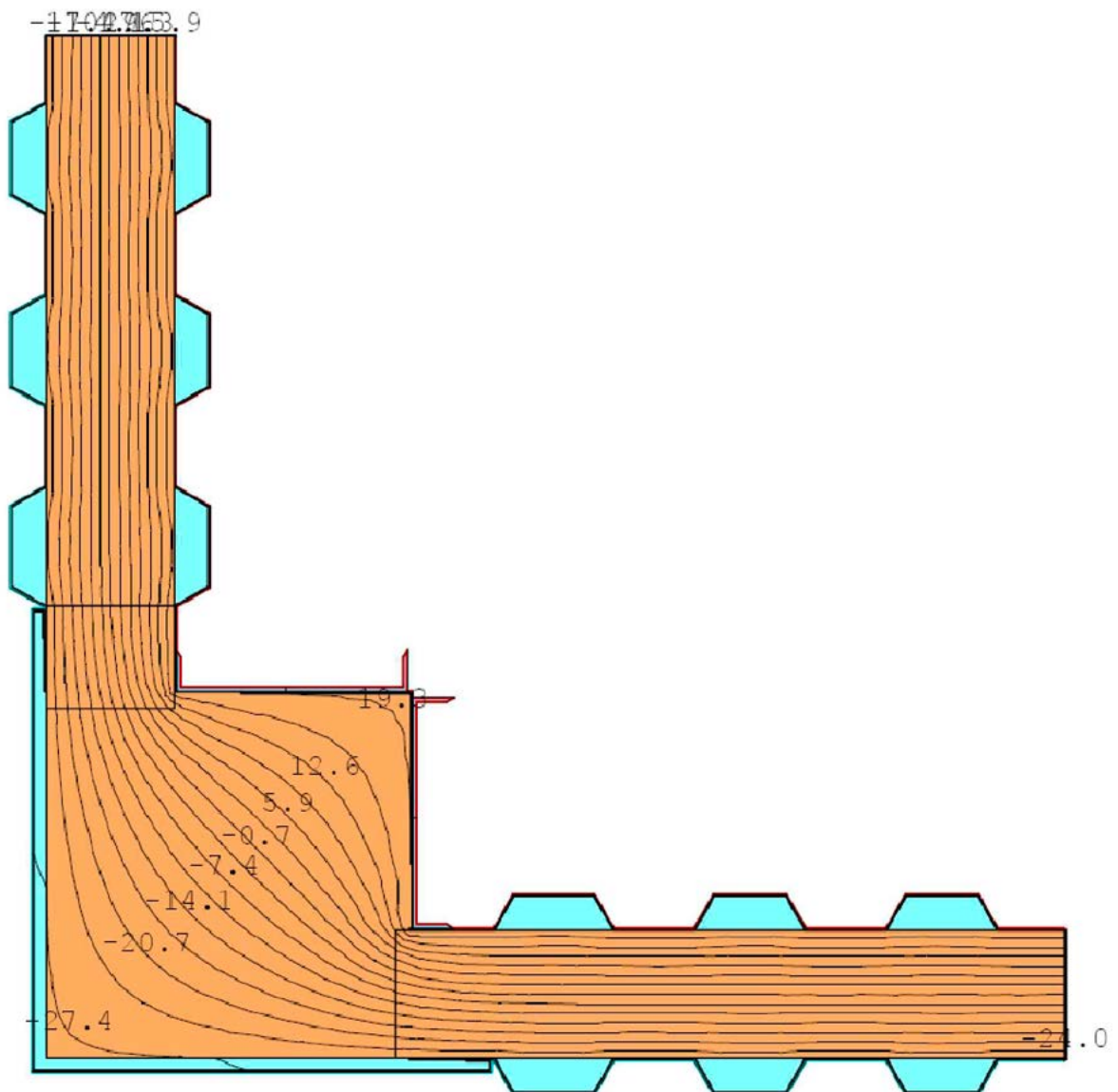
3.4



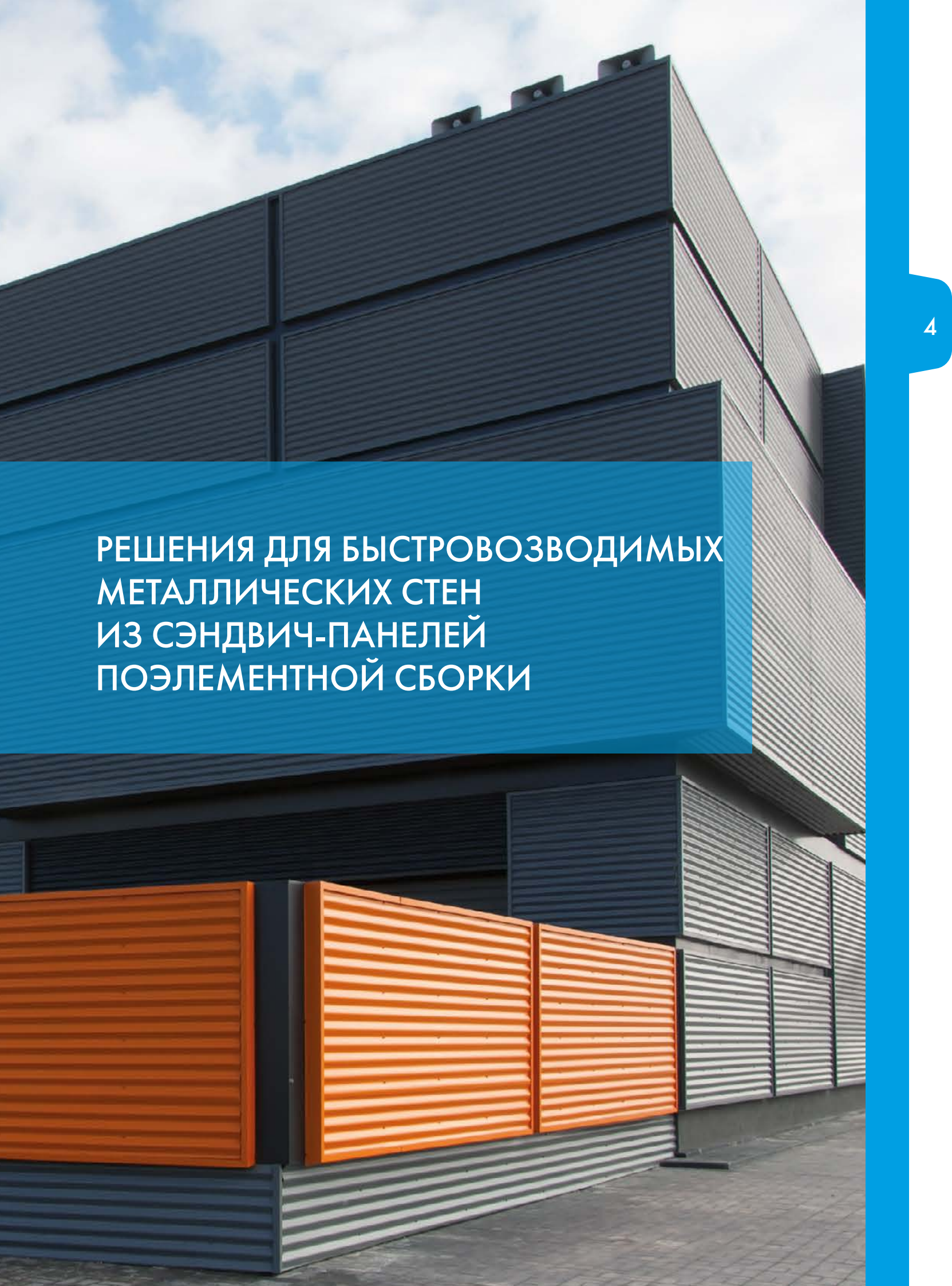
3.5



# Температурное поле конструктивного решения 3.1







РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ  
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СТЕН  
ИЗ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ  
ПОЭЛЕМЕНТНОЙ СБОРКИ



#### **4.4. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СТЕНЫ ИЗ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ ПОЭЛЕМЕНТНОЙ СБОРКИ**

4.4.1. Стены выполняются из СЭНДВИЧ-панелей поэлементной сборки с применением кассетных профилей толщиной от 0,7 до 1,5 мм.

4.4.2. Теплоизоляция выполняется, как правило, в два или три слоя (с целью перекрытия стыков между плитами) из стекловолнистых плит марок: TS 037 Aquastatik, TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik и TS 032 Aquastatik, матов марок: TR 037 Aquastatik, TR 034 Aquastatik, TR 035 Aquastatik, TR 040 Aquastatik.

Во избежание продувания слоя теплоизоляции и повышения его коэффициента теплопроводности с наружной стороны плиты теплоизоляции располагают ветровлагозащитную паропроницаемую пленку (мембрану). В качестве ветрозащиты может служить наружный слой теплоизоляции, выполненный из минераловатных или стекловатных плит плотностью не менее 60 кг/м<sup>3</sup>.

Применение плитных материалов марки TS 032 Aquastatik без устройства дополнительного ветрозащитного слоя осуществляется с обязательным выполнением ограничений по п.1.3 настоящего Альбома.

4.4.3. Металлическую наружную облицовку стенового ограждения рекомендуется выполнять из специальных профилей, фасадных панелей, сайдинга, изготавливаемых из оцинкованной стали толщиной от 0,5 до 1,2 мм по ГОСТ 14918 с лакокрасочным или полимерным покрытием.

4.4.4. Для усиления профилей в узлах примыкания оконных блоков используются элементы жесткости в виде гнутых профилей С-образного сечения.

4.4.5. Крепление профилей между собой и к каркасу осуществляется самонарезающими винтами диаметром от 4,2 до 6,5 мм. Крепление профилей к колоннам может быть также выполнено с помощью пристрелки дюбелями при помощи полков колонны от 5 до 16 мм.

4.4.6. Между наружной металлической обшивкой стены и полками профиля должны быть предусмотрены термовкладыши из жесткой минераловатной плиты толщиной 30 мм или пенополиэтилена толщиной не менее 40 мм.

4.4.7. Горизонтальные и вертикальные стыки профилей заклеиваются алюминиевой клейкой лентой.

4.4.8. Зазор между нижней полкой профиля и цоколем заполняется уплотнителем и заклеивается алюминиевой лентой со стороны помещения.

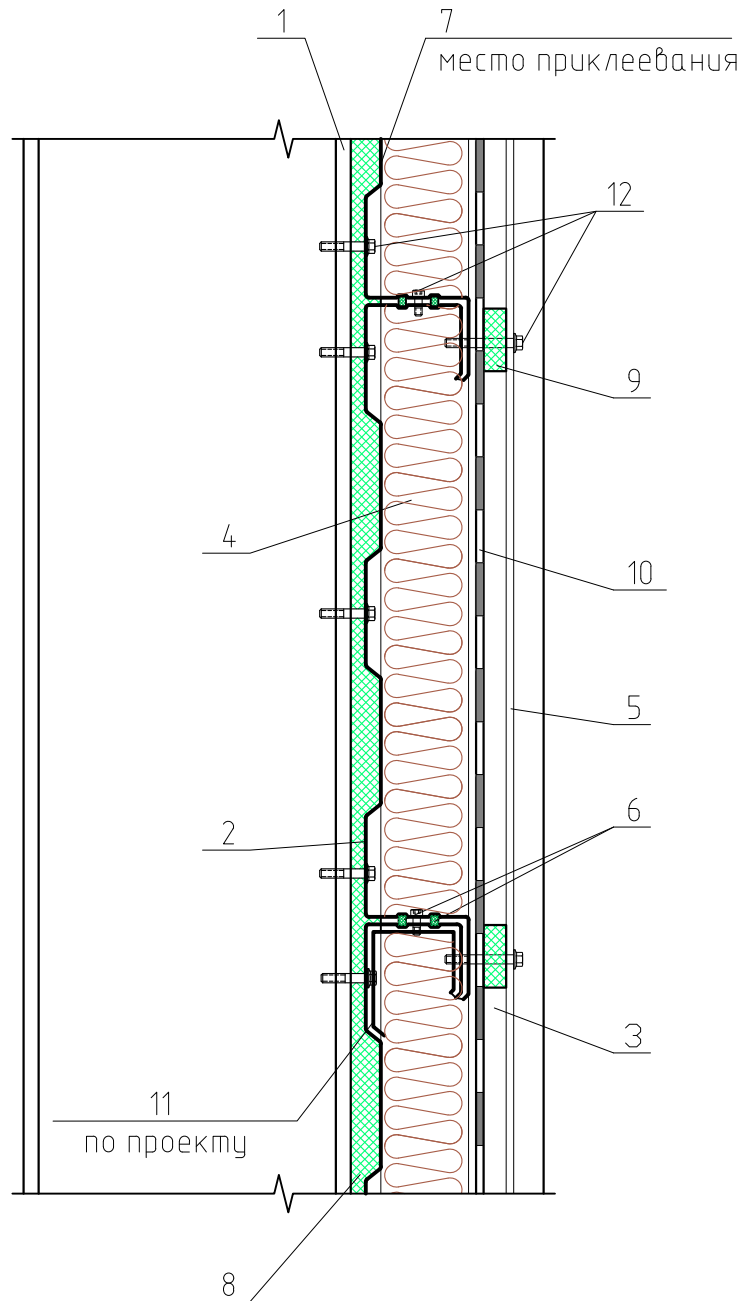
4.4.9. Монтаж стен производят в направлении снизу вверх, начиная с установки нижнего профиля.

4.4.10. В соответствии с Постановлением правительства РФ от 27.12.1997 г. №1636 «О правилах подтверждения пригодности новых материалов, изделий, конструкций и технологий в строительстве», фасадная система на основе сэндвич-панелей поэлементной сборки должна пройти техническую оценку, а ее пригодность к применению в строительстве должна быть подтверждена Техническим свидетельством ФГУ «ФЦС» Росстроя РФ.

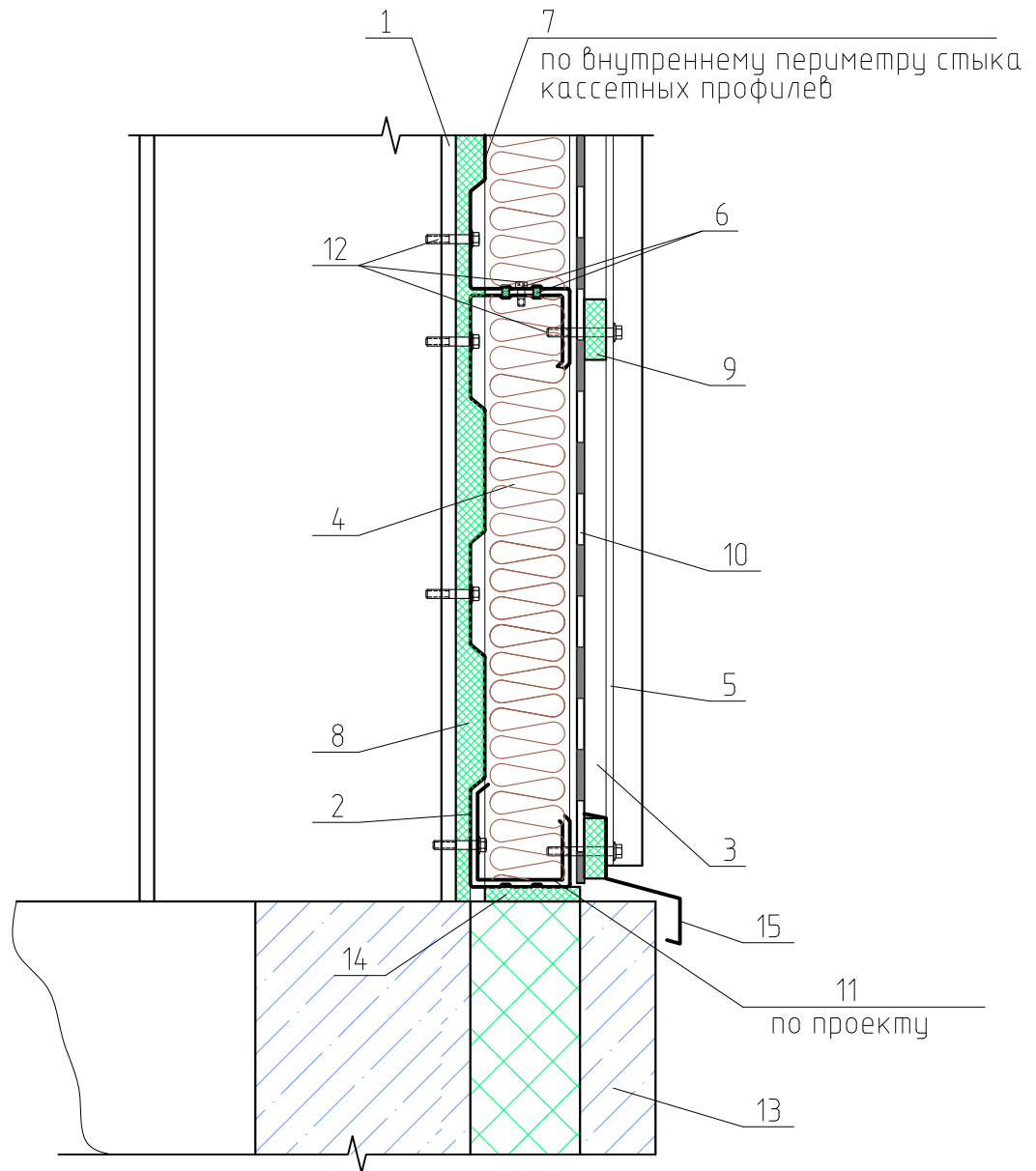
## Металлические стены из сэндвич-панелей поэлементной сборки

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Колонна каркаса	12	Элементы механического крепления
2	Сэндвич-профиль	13	Панель стеновая цокольная
3	Вентилируемая воздушная прослойка	14	Уплотнитель цоколя
4	Теплоизоляция согласно п. 4.4.2.	15	Слив цоколя
5	Фасадная металлическая облицовка	16	Вертикальная направляющая
6	Уплотнитель сэндвича горизонтальный	17	Фасадная кассета
7	Алюминиевая клейкая лента	18	Кровельный ковер
8	Уплотнитель колонна-сэндвич	19	Пена монтажная
9	Термовставка	20	Парапетный слив
10	Ветролагозащитная мембранная пленка	21	Стальной уголок 1,5 мм
11	Элемент жесткости	22	Нащельник

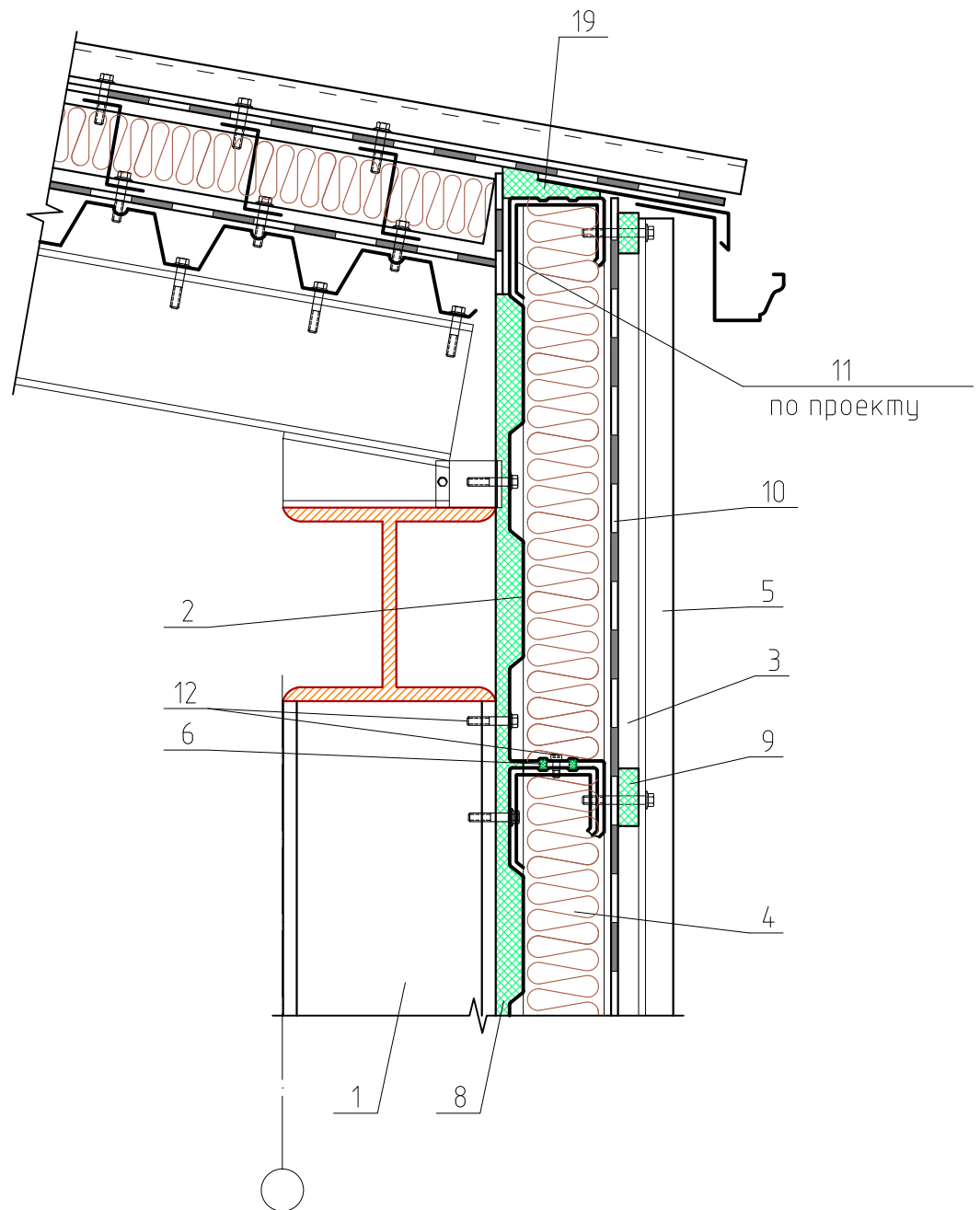
4.1



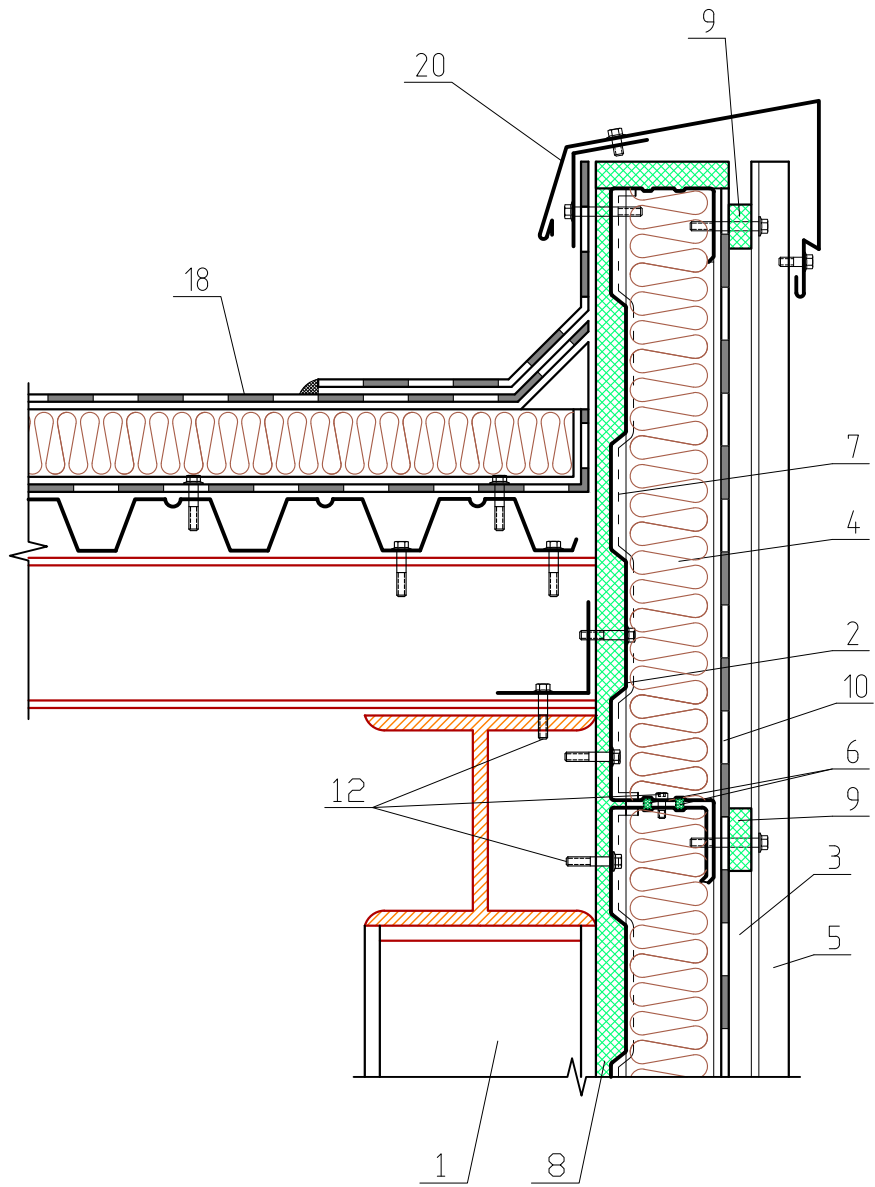
4.2



4.3

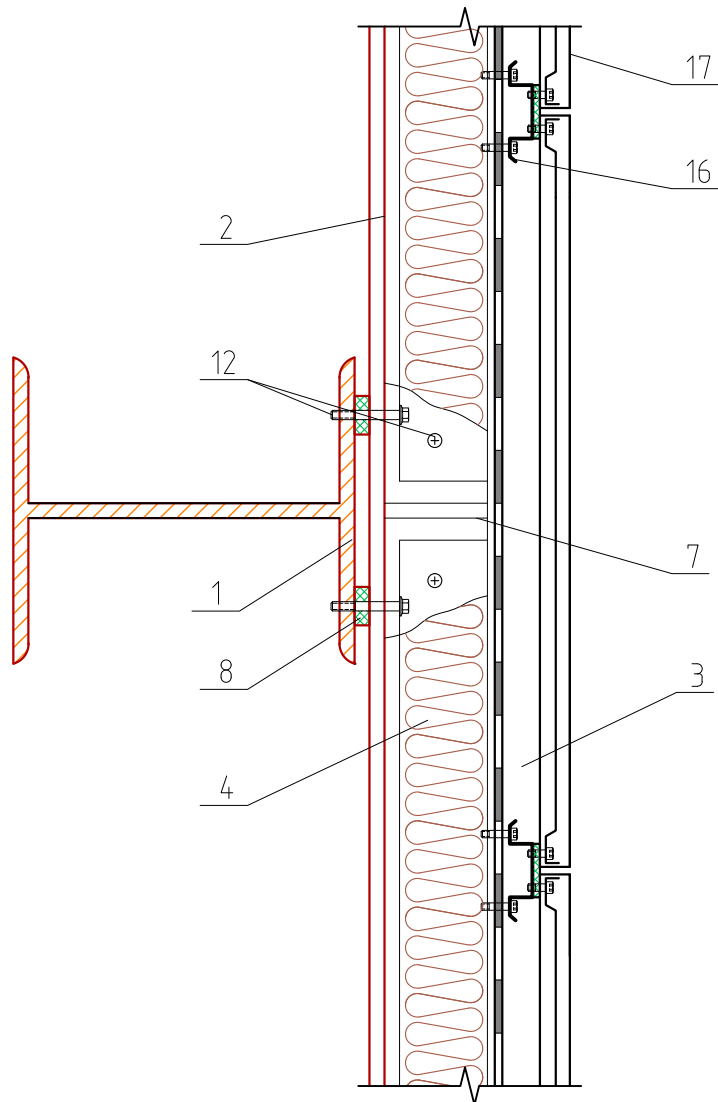


4.4

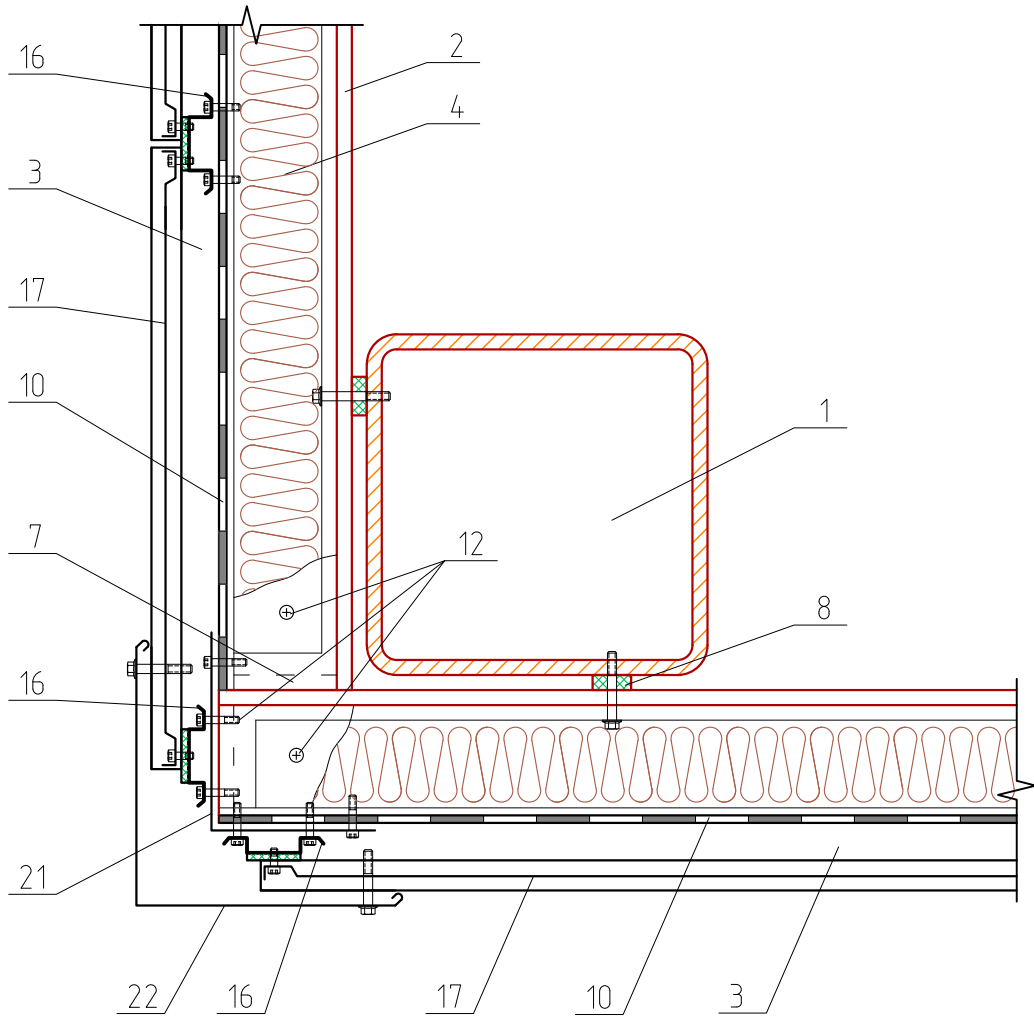




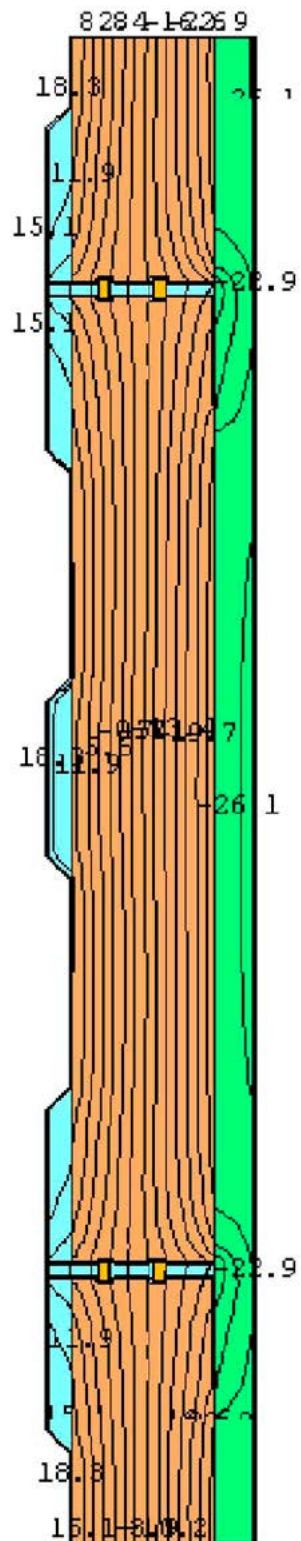
4.5



4.6




# Температурное поле конструктивного решения 4.1







The image shows the interior of a building under construction. The walls are made of a wooden frame with vertical studs. The upper part of the walls is covered with OSB (Oriented Strand Board) sheathing. The lower part of the walls is covered with natural insulation, likely wool or cotton, which is visible as a textured, fibrous material. The floor is also under construction, with some insulation visible. The lighting is bright, suggesting natural light from windows or doors. The overall scene is a detailed view of the construction process, focusing on the use of natural insulation in a wooden frame structure.

РЕШЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
НАТУРАЛЬНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ  
ДЛЯ КАРКАСНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ СТЕН

## **4.5. КАРКАСНЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ СТЕНЫ**

4.5.1. Каркас деревянных утепленных стен изготавливают из бруса, ширина которого зависит от толщины теплоизоляции, которую выполняют из стекловолокнистых плит: TS 044, TS 037, TS 035, TS 034, матов: TR 040, TR 037, TR 035, TR 034 с обязательным устройством ветрогидрозащитного слоя.

Допускается применение соответствующих марок теплоизоляционного материала с водоотталкивающей добавкой, а именно: TS 037 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 032 Aquastatik, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 034 Aquastatik.

Применение плитных материалов марки TS 032 Aquastatik без устройства дополнительного ветрозащитного слоя осуществляется с обязательным выполнением ограничений по п.1.3 настоящего Альбома.

4.5.2. Со стороны помещения между внутренней обшивкой наружных стен и теплоизоляционными плитами необходимо устройство пароизоляционного слоя.

4.5.3. Наружная обшивка может быть выполнена из досок («вагонки»), а внутренняя – также из досок или гипсокартона с последующей отделкой.

4.5.4. Между наружной обшивкой и теплоизоляционными плитами необходимо устройство вентилируемой воздушной прослойки.

4.5.5. Деревянные несущие конструкции следует выполнять из пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 8486.

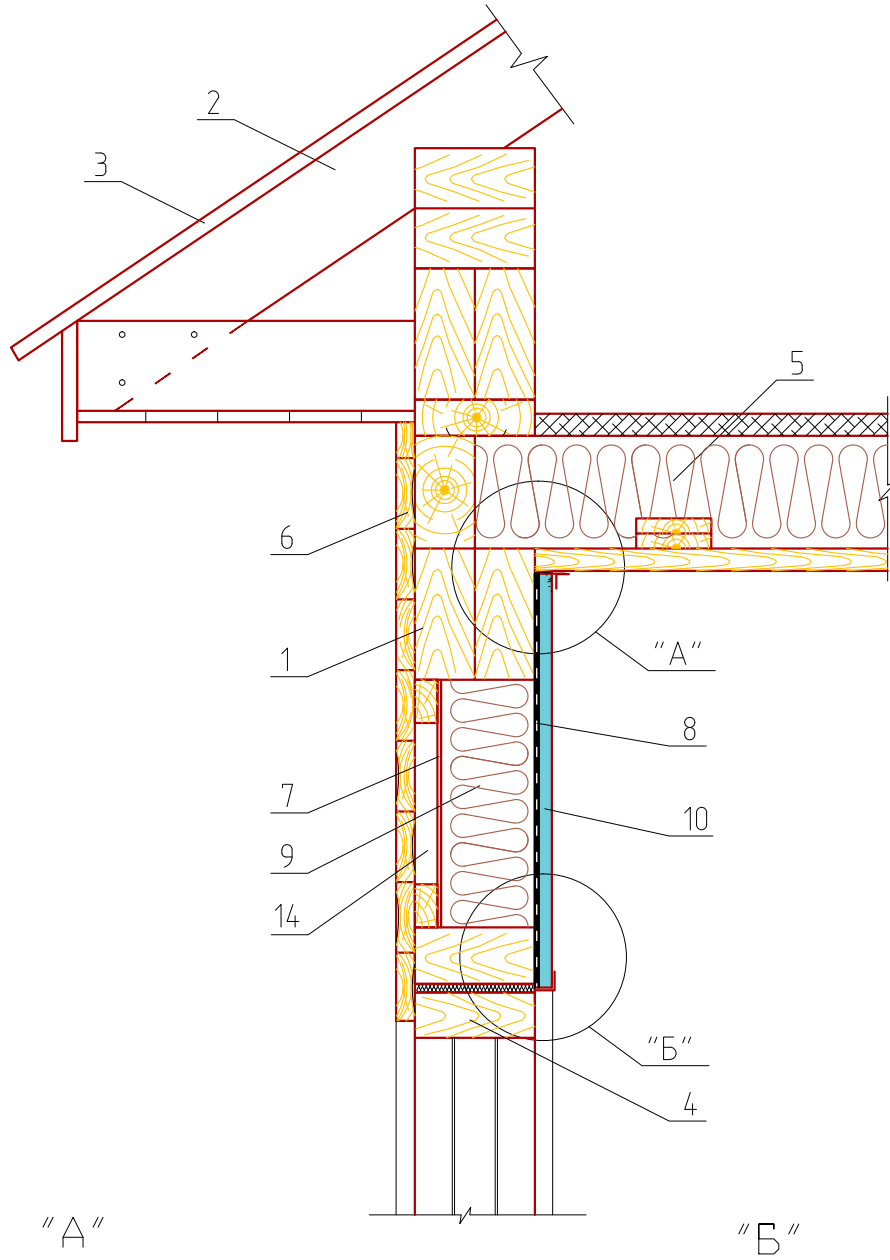
4.5.6. Предел огнестойкости (по ГОСТ 30247.1) и класс пожарной опасности стены (по ГОСТ 30403) должны быть подтверждены протоколом испытаний независимого испытательного органа МЧС РФ и отвечать требованиям Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

## Деревянные каркасно-обшивные стены

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Деревянный каркас	11	Деревянный уголок
2	Стропила	12	Гидроизоляция
3	Кровля	13	Уплотняющая лента
4	Оконная конструкция	14	Вентилируемая воздушная прослойка
5	Теплоизоляция перекрытия холодного чердака согласно п. 6.3.	15	Армирующая лента с последующим шпаклеванием
6	Наружная обшивка из доски	16	Покрытие пола
7	Ветровлагозащитная мембранная пленка	17	Теплоизоляция пола согласно п. 7.4
8	Пароизоляция	18	Подоконник
9	Теплоизоляция согласно п. 4.5.1.	19	Черновая обшивка
10	Гипсокартонная плита	20	Внутренняя обшивка

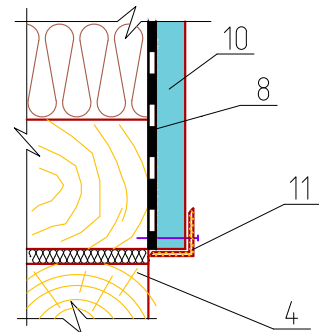
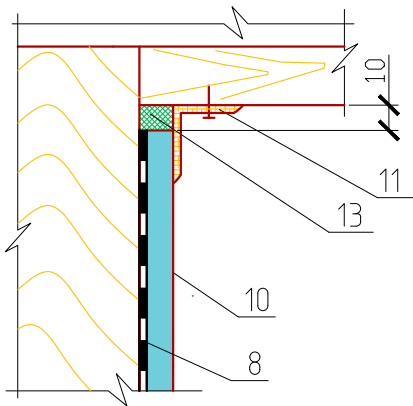


5.1

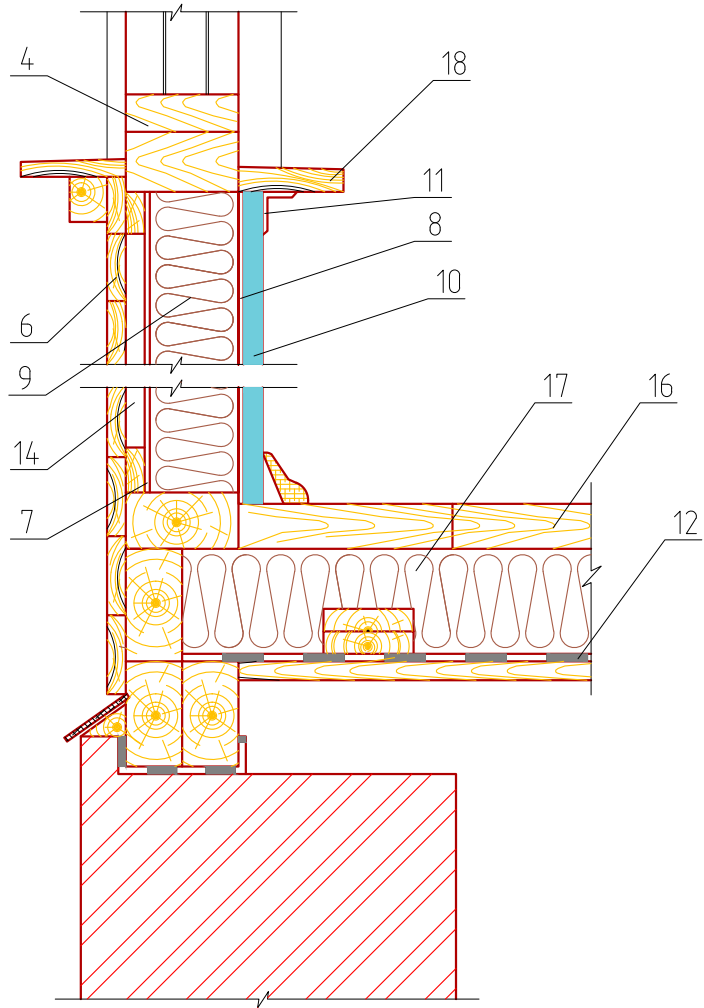


"A"

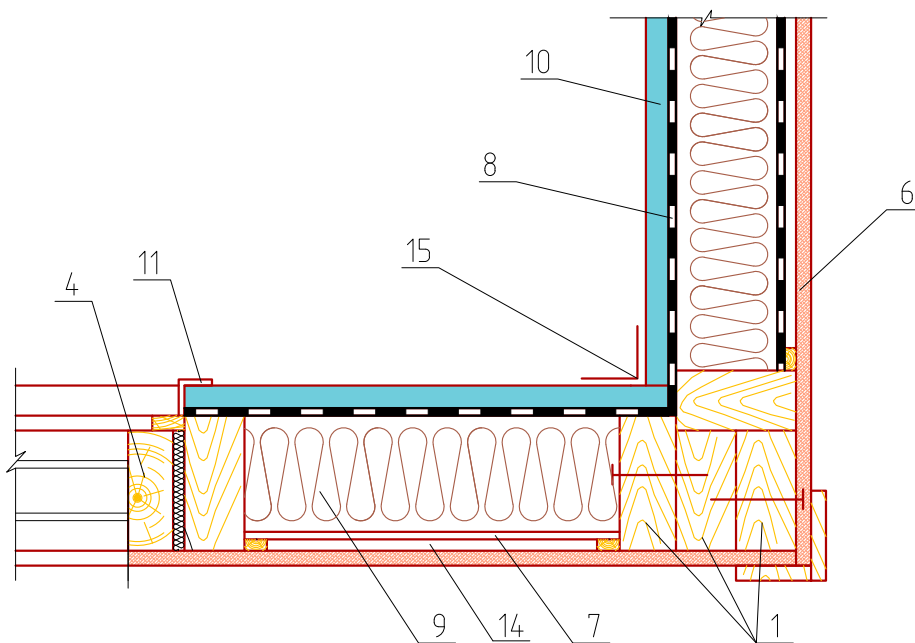
"B"



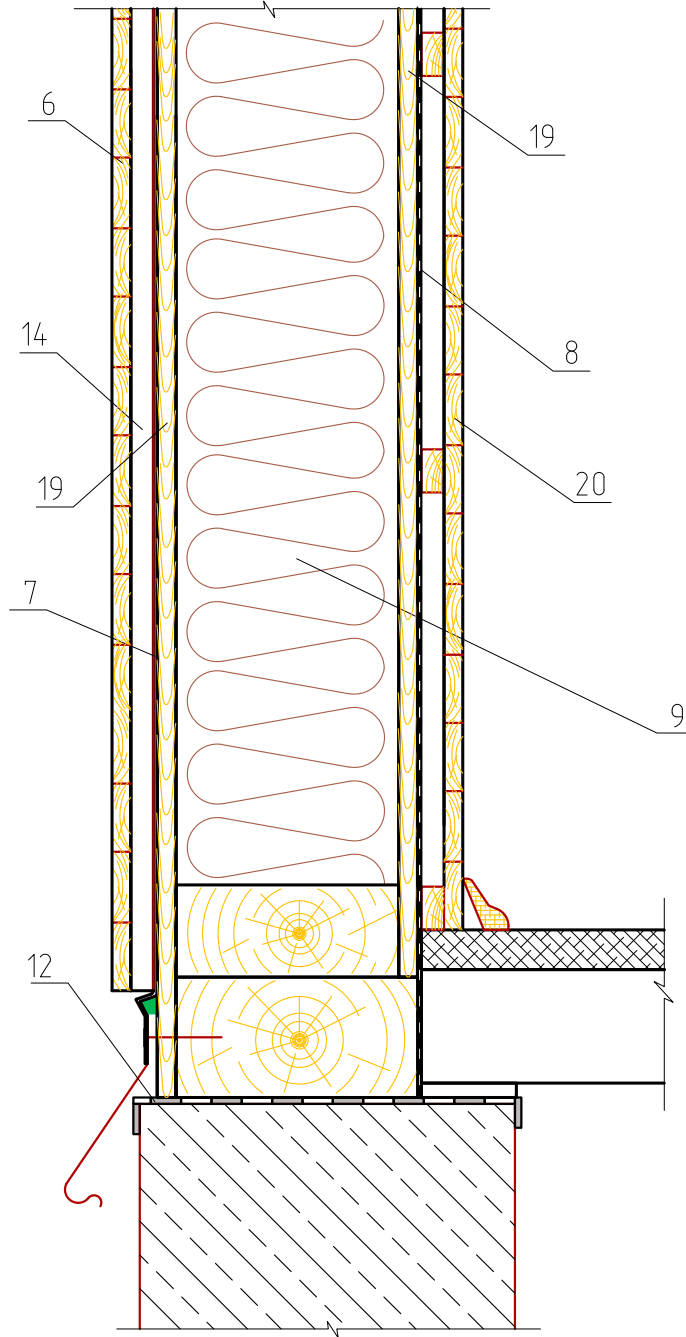
5.2



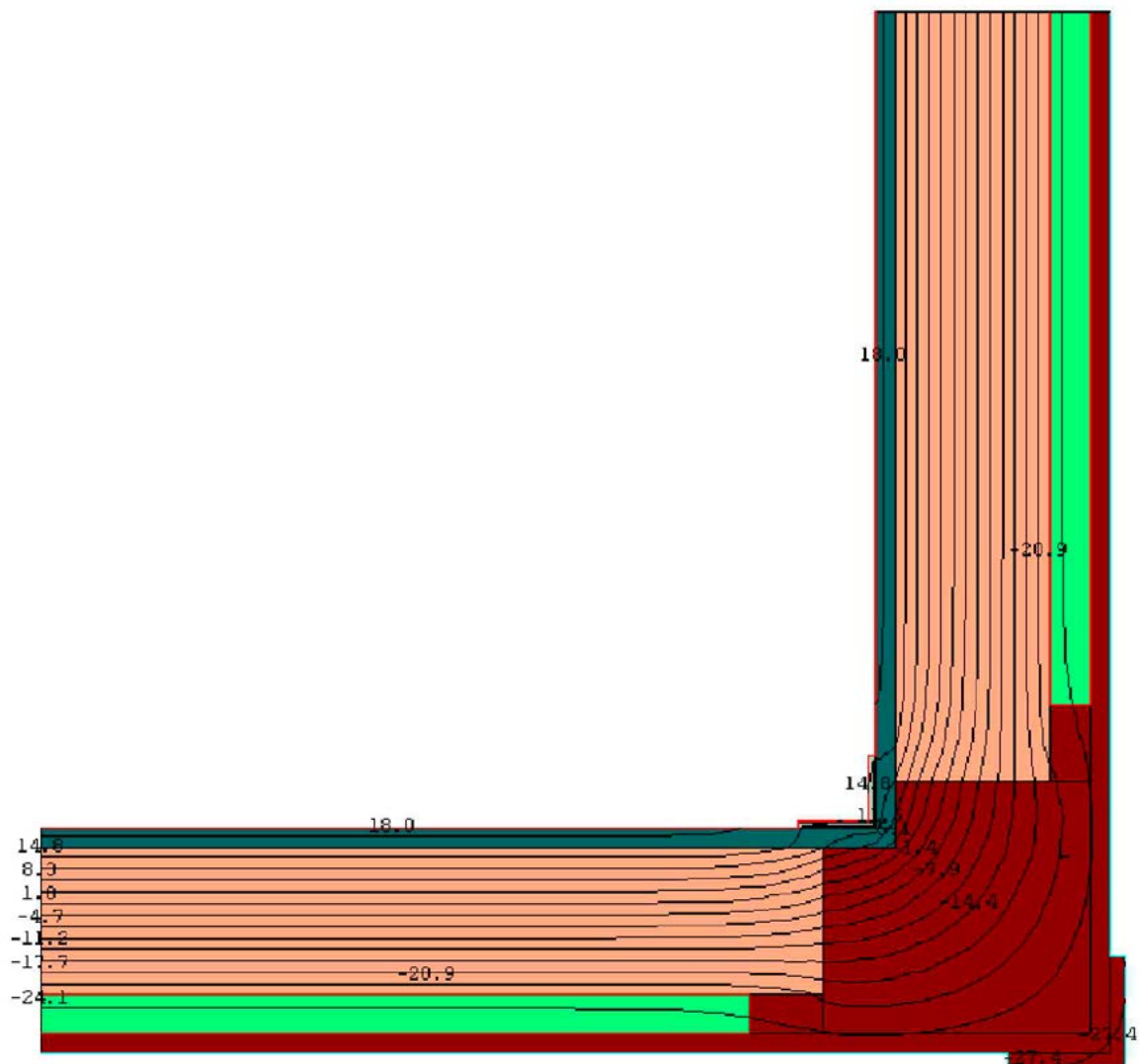
5.3



5.4



## Температурное поле конструктивного решения 5.3









БЕЗОПАСНЫЕ РЕШЕНИЯ  
ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ  
ДЕРЕВЯННЫХ СТЕН ИЗ БРУСА

#### **4.6. СТЕНЫ ДЕРЕВЯННЫЕ ИЗ БРУСА**

4.6.1. Для повышения термического сопротивления стен из бруса сечением 100×100 и 150×150 мм при новом строительстве и их реконструкции рекомендуется предусматривать утепление из минераловатных плит марок: TS 037, TS 034, либо матов марок: TR 040, TR 037, TR 034.

Допускается применение соответствующих марок теплоизоляционного материала с водоотталкивающей добавкой, а именно: TS 037 Aquastatik, TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 032 Aquastatik, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 035 Aquastatik, TR 034 Aquastatik.

4.6.2. Облицовка стены с наружной стороны, может быть выполнена обшивкой доской, вагонкой и т.п.

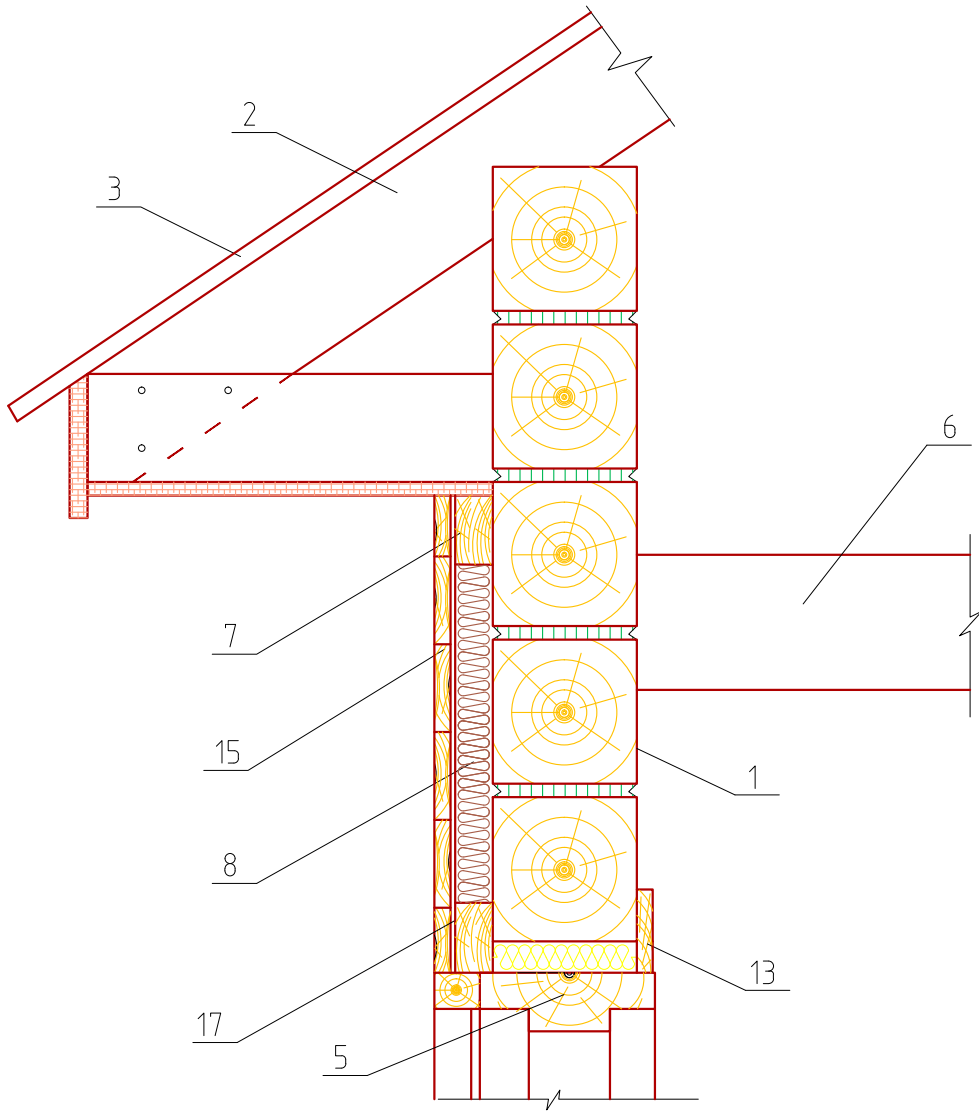
4.6.3. Деревянные несущие конструкции следует выполнять из пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 8486.



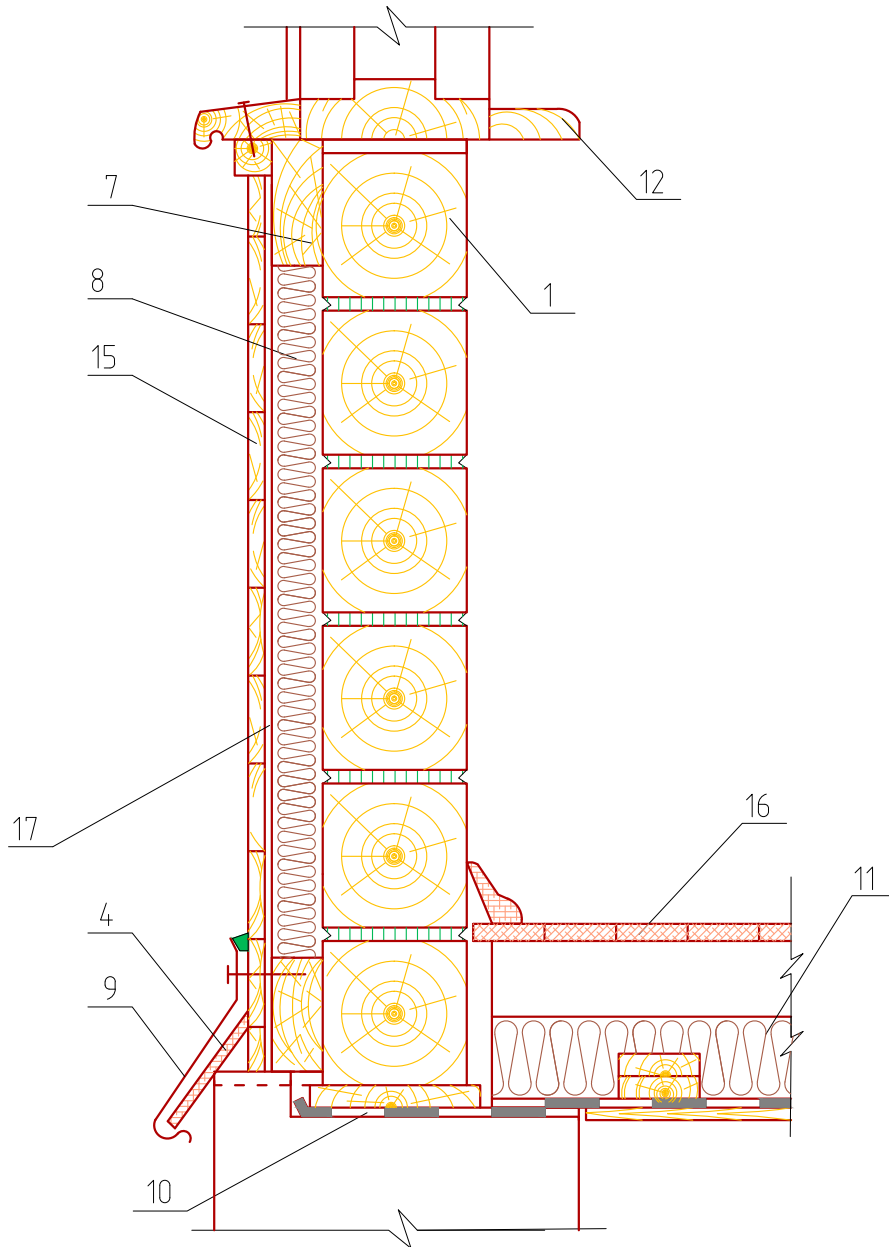
## Стены деревянные из бруса

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Стена из бруса 100x100 мм	12	Подоконник
2	Стропила	13	Нащельник
3	Кровля	14	Пароизоляция
4	Слив деревянный	15	Наружная обшивка
5	Оконная конструкция	16	Покрытие пола
6	Перекрытие чердака	17	Ветровлагозащитная мембранная пленка
7	Брусok каркаса	18	Вентилируванная воздушная прослойка
8	Теплоизоляция согласно п. 4.6.1.	19	Анкерный болт
9	Слив из оцинкованной стали	20	Мауэрлат
10	Гидроизоляция	21	Цоколь
11	Теплоизоляция пола согласно п.7.4	22	Балка перекрытия

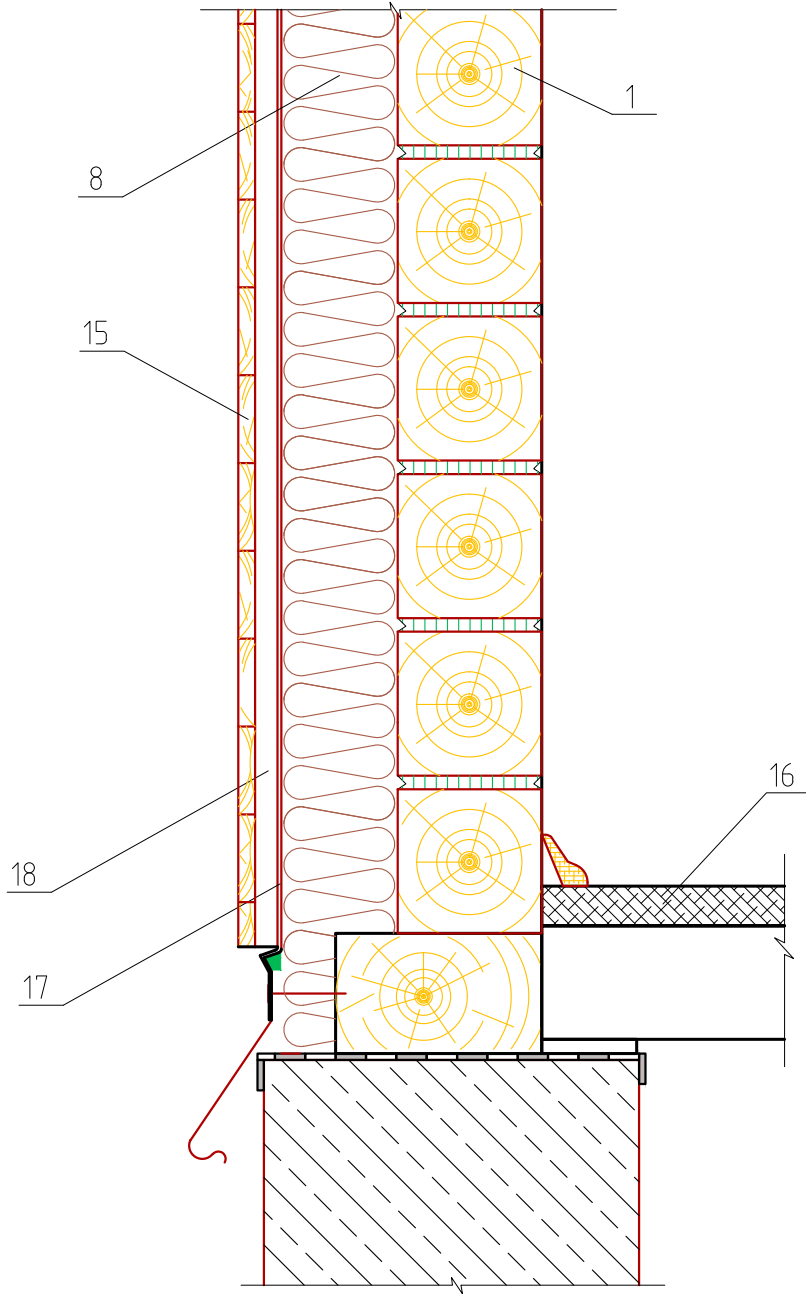
# 6.1



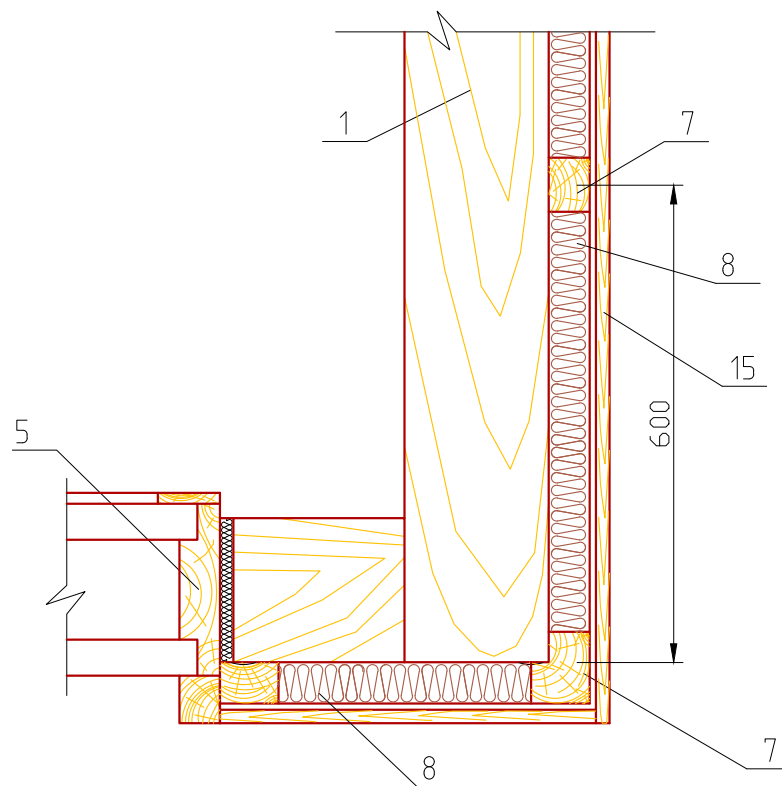
# 6.2



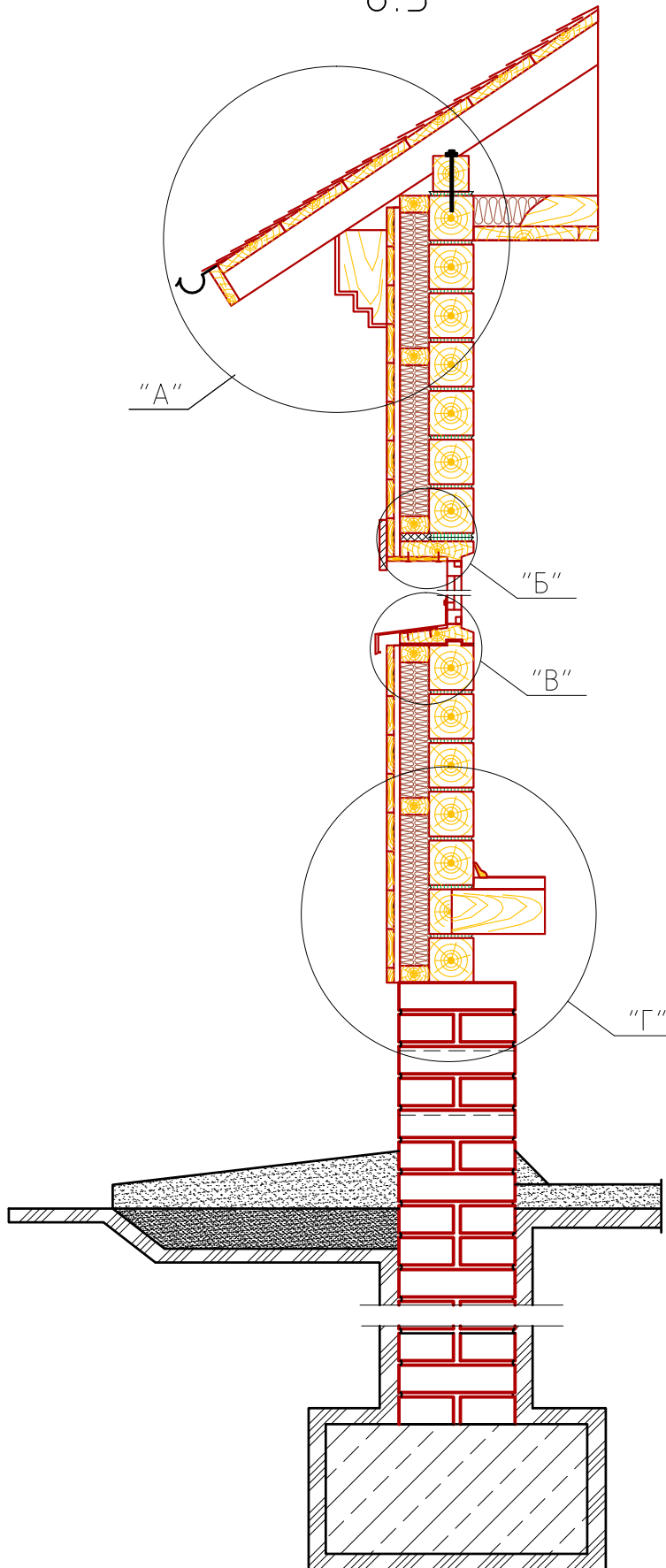
# 6.3

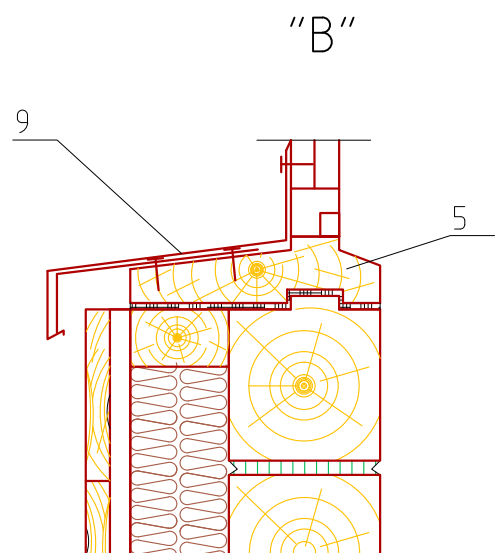
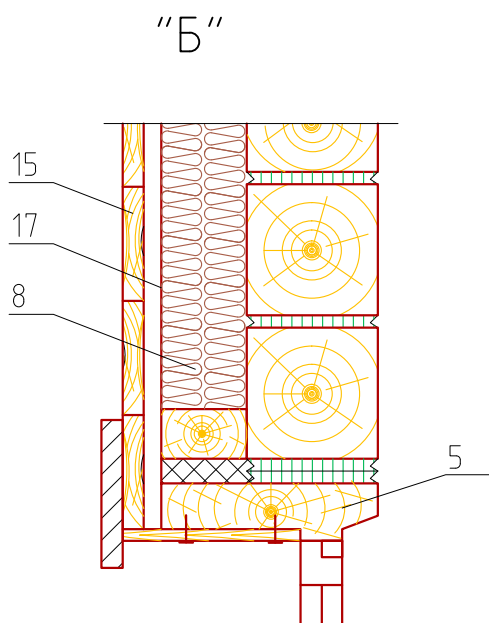
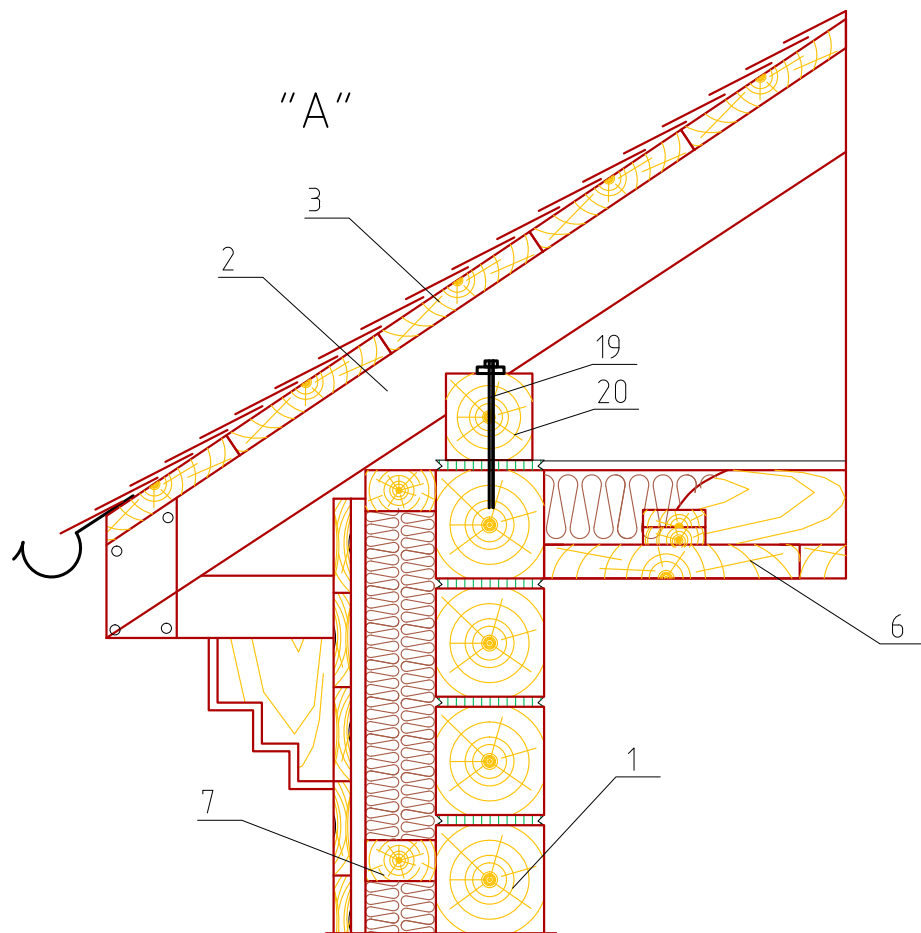


# 6.4



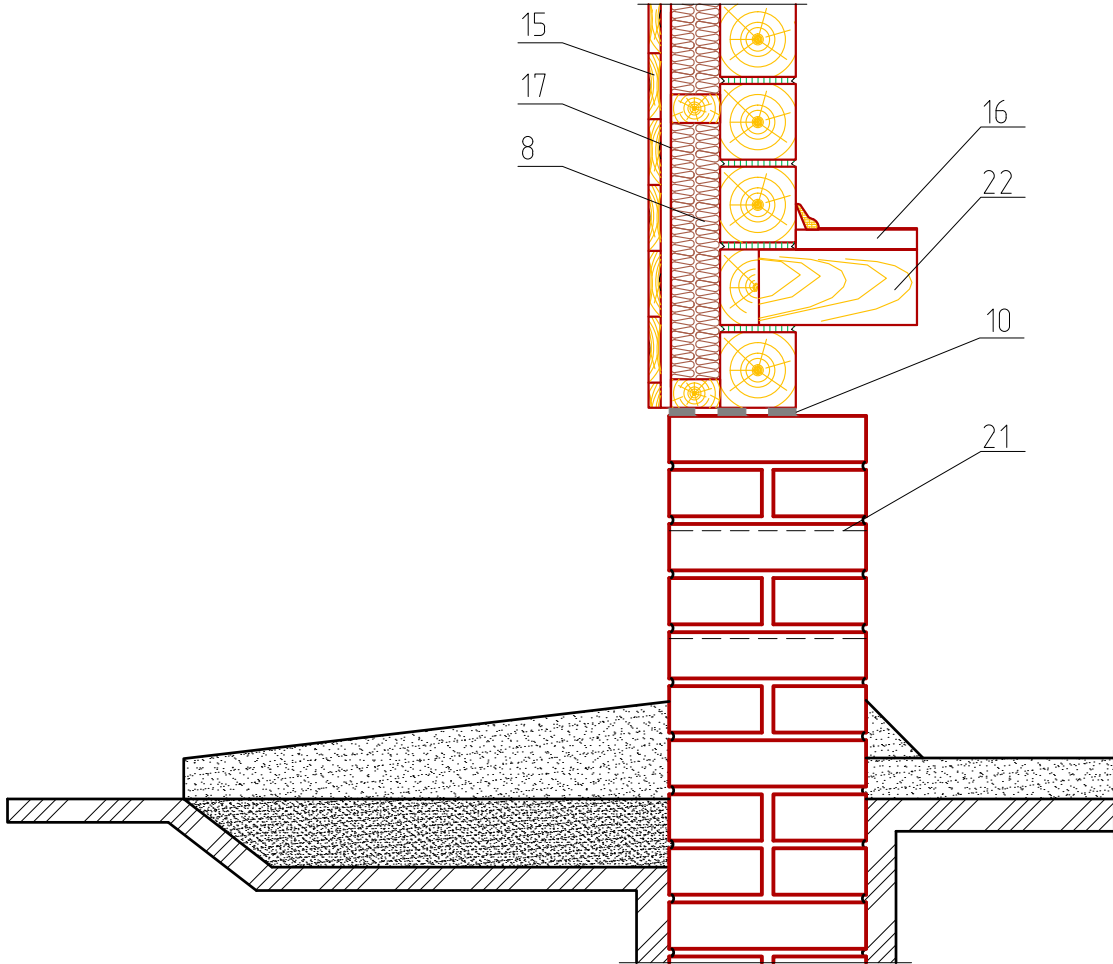
6.5



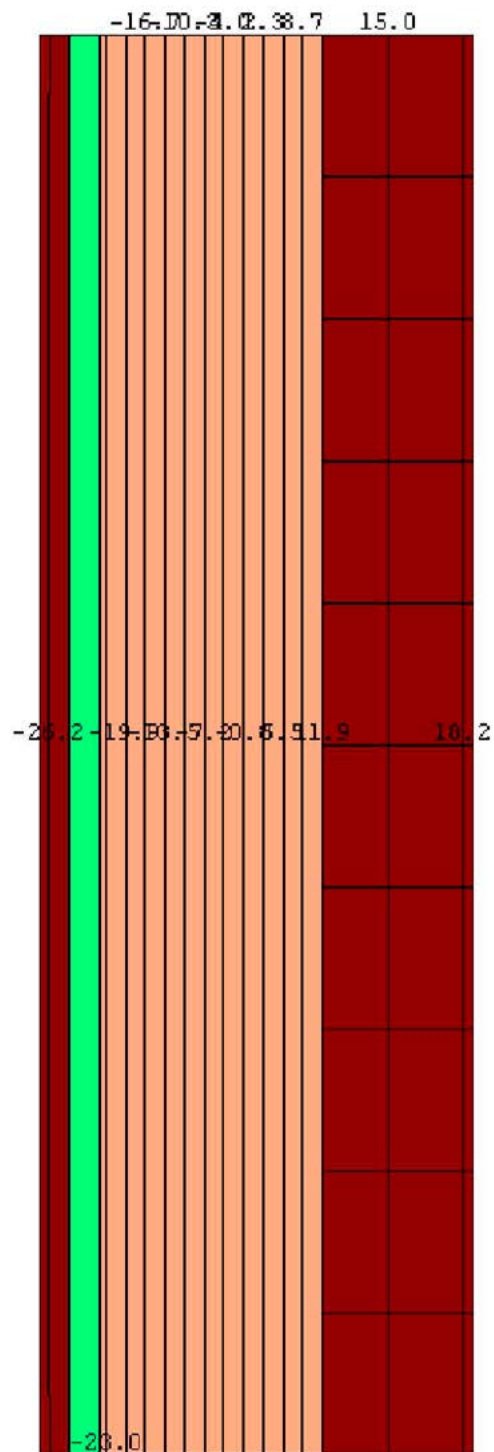




“Γ”



## Температурное поле конструктивного решения 6.1







РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ  
НА ОСНОВЕ ЛСТК

## **5. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ СТАЛЬНЫХ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ (ЛСТК)**

### **5.1 Наружные ограждающие конструкции с несущим стальным каркасом из тонколистовых оцинкованных холодногнутых профилей**

5.1.1 Строительные конструкции с несущим стальным каркасом (рис. 5.1, 5.2) изготавливаются из холодногнутых стальных оцинкованных профилей с толщиной листа 0,6–2,5 мм, обшитых с наружной и внутренней сторон плитными и/или листовыми материалами, например:

- листами ГВЛ, ГКЛ, (ГВЛВ, ГКЛВ) по ГОСТ Р 51829;
- плитами ЦСП по ГОСТ 26816-86;
- плитами КНАУФ: «Аквапанель внутренняя» и «Аквапанель Наружная»;
- стекломгнезитовыми листами (СМЛ);
- фиброцементными плитами (ФЦП), например, Latonit по ТУ 5284-001-03982245-2015.

5.1.2 Каркасы соединяются между собой самонарезающими винтами, а заполнение каркаса выполняется плитными и рулонными теплоизоляционными изделиями компании КНАУФ Инсулейшн, отнесенными к классу пожарной безопасности строительных материалов КМ0 (группа горючести – НГ). Плитные или рулонные теплоизоляционные изделия с обеих сторон защищаются гидро- и пароизоляционными пленками. Конструкции стен и перекрытий либо примыкают, либо устанавливаются друг на друга, а необходимая прочность и устойчивость здания, возводимого из рассматриваемых конструкций, обеспечивается продольными и поперечными несущими стенами, работающими совместно с дисками перекрытий, а также узлами их соединений.

5.1.3 Стальные оцинкованные холодногнутые профили каркаса изготавливаются из оцинкованной стали по ГОСТ 14918. Стальные оцинкованные профили для наружных стен с прорезанными в шахматном порядке сквозными отверстиями (далее – термопрофили) обладают высокими теплотехническими и виброакустическими характеристиками, что повышает экономичность и эксплуатационные характеристики конструкций. Профили используются в наружных стенах, перегородках, межэтажных перекрытиях и стропильной системе.

Несущие стойки выполняются из термопрофиля с толщиной листового материала не менее 1,2 мм, а промежуточные стойки - из термопрофиля с толщиной листового металла не менее 0,8 мм.

Верхняя и нижняя горизонтальные обвязки – из термопрофилей с толщиной листового металла не менее 1,2 мм.





Рисунок 5.1 – Вариант конструктивного исполнения здания с несущим стальным каркасом из тонколистовых оцинкованных холодногнутых профилей



Рисунок 5.2 – Вариант конструктивного исполнения здания с несущим стальным каркасом из тонколистовых оцинкованных холодногнутых профилей

5.1.4 В качестве тепло- и звукоизоляционного материала заполнения каркасно-обшивных конструкций применяют: плиты и рулоны (маты) минераловатные на основе стекловолокна KNAUF Инсулейшн марок – TR040 Aquastatik, TS040 Aquastatik, TR037 Aquastatik, TS037 Aquastatik, TR035 Aquastatik, TS035 Aquastatik, TR034 Aquastatik, TS034 Aquastatik с торговым наименованием «Каркасные конструкции».

5.1.5 Торцы балок междуэтажных перекрытий, выходящие на плоскость наружной стены, дополнительно утепляются плитами марок: TS040 Aquastatik, TS037 Aquastatik, TS034 Aquastatik, TS035 Aquastatik. Крепление плит выполняют посредством клеевых составов.

5.1.6 Внутренняя обшивка стен и перекрытий выполняется из гипсоволокнистых или гипсокартонных листов с отделочным слоем в соответствии с проектом. Допускается внутреннюю обшивку выполнять из изделий, перечисленных в п.5.1.1.

5.1.7 Наружную облицовку выполняют по дополнительной обрешетке с образованием воздушного зазора между стеной и внешней обшивкой из цементно-минеральных плит, цементно-стружечных плит, фиброцементных плит, керамических плит (керамогранита), винилового сайдинга, вагонки блок-хауса (имитации бруса), фасадной системы «Марморок» или стальных алюминиевых и фасадных кассет и реек.

Наружная облицовка из цементно-минеральных, цементно-стружечных или фиброцементных плит отделяется штукатуркой.

Отделочный слой из сайдинга выполняется с воздушным зазором шириной 30-40 мм.

5.1.8 Для защиты теплоизоляционного слоя от внешних воздействий применяется ветро-гидрозащитная мембрана марки «KNAUFЗащита А» либо аналогичная по характеристикам мембрана (согласно проекту). Для склеивания полотен ветро-гидрозащитной мембраны применяется пленка липкая двухсторонняя ПЛД толщиной не менее 35 мкм или другая бутилкаучуковая двухсторонняя пленка согласно проекту. Допускается применение двухсторонних акриловых пленок толщиной не менее 35 мкм.

5.1.9 Для защиты теплоизоляционного слоя от паров со стороны внутренних помещений применяется пароизоляционная пленка, которая устанавливается либо по внутренней поверхности утеплителя с креплением пленки на полки несущих термопрофилей с помощью самоклеящейся ленты, либо – между листами внутренней облицовки.

5.1.10 Соединение соседних полотен пароизоляционной пленки осуществляется с «нахлестом» смежных полотен на ширину не менее 100 мм и проклейкой их двухсторонней самоклеящейся соединительной лентой на бутилкаучуковой основе.



Для надежного соединения пароизоляционной пленки с изоляцией пола, потолка и в углах, стык пленки также проклеивается двухсторонней самоклеющейся соединительной лентой на бутилкаучуковой основе к металлическому каркасу двухсторонним скотчем.

5.1.11 В местах сопряжения оконного блока со стеной с наружной стороны применяется паропроницаемая ветро-гидрозащитная лента с нащельником.

5.1.12 В местах сопряжения оконного блока со стеной со стороны помещения применяется паронепроницаемая лента.

5.1.13 Для крепления наружной облицовки из цементно-минеральных или цементно-стружечных плит к стальному каркасу применяются самонарезающие винты с потайной головкой, крестообразным шлицем или высверливающим концом, изготовленные из стали марок 10, 10кп, 15, 15кп, 20, 20кп по ГОСТ 10702.

Для крепления внутренней облицовки из гипсокартонных или гипсоволокнистых листов к стальному каркасу применяются самонарезающие винты с фрезерной головкой, изготовленные из стали марок 10, 10кп, 15, 15кп, 20, 20кп по ГОСТ 10702.

5.1.14 Для гидроизоляции и уплотнения места сопряжения нижней обвязки металлического каркаса наружной стены с фундаментом или ж/б плитой перекрытия применяется уплотняющая прокладка из пенополиэтилена толщиной 10 мм или другие материалы с аналогичными свойствами.

5.1.15 Сочетанием стоек, обвязок и элементов обрамления проемов образуется стальная рама, элементы которой соединены самосверлящими винтами диаметром 4,2 или 4,8 мм.

Нижняя обвязка рамы закрепляется к бетонному фундаменту анкерами через уплотнительную прокладку и шайбу 40x40x3 мм. Анкера устанавливаются у стоек каркаса с шагом 600 мм на расстоянии 50 мм от ближайшей стойки.

5.1.16 Самонарезающие винты устанавливаются строго перпендикулярно соединяемым граням, и они должны выходить из скрепленного пакета на менее чем на два шага винтовой резьбы. Зазор между поверхностью присоединяемого элемента и пресс-шайбой самонарезающего винта после его установки не допускается.

5.1.17 Сечение стоек каркаса из стальных профилей определяются по расчету (согласно требованиям СП 16.13330) в зависимости от высоты этажа, района строительства и действующих ветровых нагрузок (согласно требованиям СП 20.13330).

5.1.18 Стойки каркаса располагаются с шагом 600 мм. Торцевые стойки стен располагаются с шагом 598 мм или 597 мм для формирования уплотнительного шва шириной 4 мм между смежными стойками соседних стен, которые уплотняются лентой из пенополиэтилена толщиной 4 мм; лента наклеивается на профили и скрепляется самонарезающими винтами с шагом 200 мм.

5.1.19 Устойчивость элементов стенового каркаса в его плоскости обеспечивается постановкой по наружной плоскости каркаса связей из полосы 1,2x25 мм, закрепляемых к стойкам связуемого участка каркаса самосверлящимися винтами.

5.1.20 Коробчатые элементы каркаса заполняются теплоизоляционными изделиями в процессе их сборки.

5.1.21 Вертикальная обрешетка стены крепится к горизонтальной. Шаг обрешетки должен быть не более 600 мм.

5.1.22 При криволинейном очертании стен, перед установкой направляющих профилей, выполняют параллельные разрезы одной полки и стенки профиля.

5.1.23 Под облицовками каркаса размещается слой теплоизоляции. Теплоизоляционный материал устанавливают «враспор» между стойками каркаса без дополнительного крепления. При высоте стены более 3 м, для исключения проседания утеплителя, устанавливаются перемычки на высоту двух длин плитного утеплителя. Плиты устанавливаются в два слоя, обеспечивается смещение плит относительно друг друга по принципу «кирпичная кладка».

5.1.24 В месте оконного проема ветро-гидрозащитная мембрана надрезается по проему окна в трех местах. Внутренняя нижняя и верхняя поверхности проема защищается дополнительной полосой ветро-гидрозащитной мембраны, которую приклеивают к профилям каркаса с помощью самоклеящейся ленты. Полотна ветро-гидрозащитной мембраны загибаются внутрь и с помощью самоклеящейся ленты крепятся к стойкам каркаса. В нижних и верхних углах делают дополнительные вставки из ветро-гидрозащитной мембраны под углом 45°, которые крепятся с помощью самоклеящейся ленты.

5.1.25 Внутренняя облицовка, как правило, выполняется во время отделочных работ. До момента монтажа облицовок все строительные работы внутри помещения, связанные с «мокрыми» процессами, должны быть завершены. Монтаж внутренней облицовки, как правило, выполняется до устройства «чистого» пола.

5.1.26 Стыки между плитными и листовыми гипсоволокнистыми и гипсокартонными изделиями армируются бумажной армирующей лентой, с последующей заделкой шпаклевочной смесью. Стыки между листами внутренней облицовки при монтаже склеиваются однокомпонентным полиуретановым клеем.

5.1.27 Принципиальные схемы узлов крепления и примыкания типовых строительных конструкций на основе каркасов из стальных гнутых профилей с заполнением минераловатным утеплителем на основе стекловолна производства «КНАУФ Инсулейшн» представлены в Приложении А Заключения по оценке огнестойкости и классов пожарной опасности ФГБУ ВНИИПО МЧС России, М., 2017г.

## **5.2 Наружные несущие каркасно-обшивные стены (КОС) с внешней облицовкой**

5.2.1 Основу каркасно-обшивных стен (КОС) составляют легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), в том числе термопрофили, которые вместе с

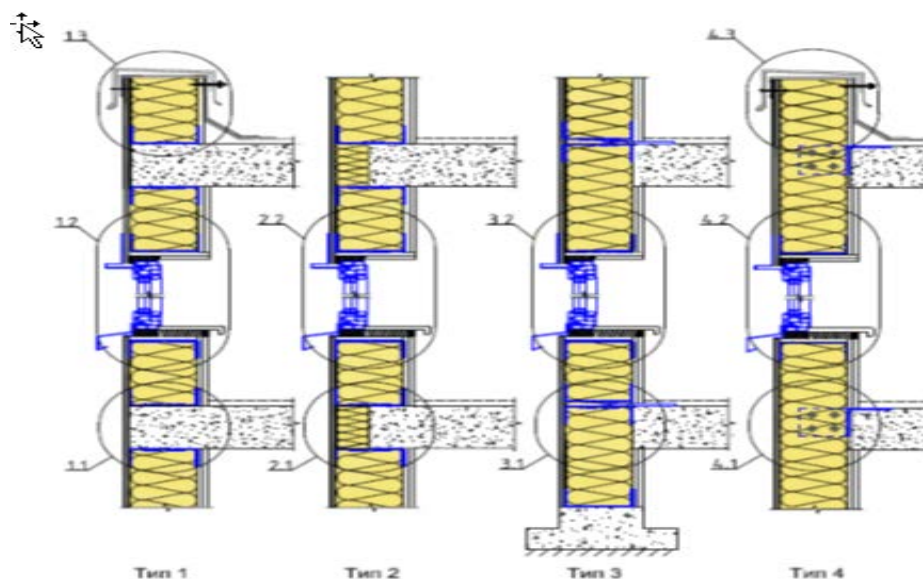
теплоизоляционным слоем, пароизоляцией, внутренней обшивкой и наружной облицовкой образуют наружные стены стоечно-ригельного типа по ГОСТ 56817.

5.2.2 По системе крепления КОС делятся на стены междуэтажного заполнения и стены навесные.

5.2.3 На рисунке 5.3 представлены типовые схемы примыкания КОС к несущим конструкциям здания. В зависимости от способа примыкания к несущим конструкциям КОС выполняются ненесущими:

- с полным опиранием на плиты (балки) перекрытия (тип 1, рис. 5.3);
- частичным опиранием на плиты (балки) перекрытия (тип 2, рис. 5.3);
- с опиранием на собственный фундамент (тип 3, рис. 5.3);
- навесными (тип 4, рис. 5.3).

Монтаж элементов каркасно-обшивных стен стоечно-ригельного типа в проектное положение может быть осуществлен либо непосредственно на месте монтажа стены или здания, либо методом «модульной сборки» на производственной линии завода в виде целиком законченного строительного элемента, включая светопропускающие заполнения проемов.



**Рисунок 5.3** – Классификация наружных ненесущих стен в зависимости от условий опирания (примыкания) к несущим конструкциям здания

5.2.4 По результатам испытаний на огнестойкость и горючесть в соответствии с ГОСТ 30247 и 30247.1 зданиям, построенным по технологии ЛСТК, присвоена категория II общей пожарозащиты.

5.2.5 Для изготовления каркаса стеновых конструкций применяются:

- несущие холодногнутые профили толщиной от 0,7 мм до 2,0 мм из оцинкованной стали по ГОСТ Р 52246, ГОСТ 14918 первого класса цинкового покрытия (масса цинкового

покрытия, нанесенного с двух сторон не менее 275 г/м<sup>2</sup>), изготовленные по СТО 86770581-1.04-2016. Сечение профиля назначается по расчету в проекте.

5.2.6 В качестве утепления и изоляции стеновых конструкций применяются теплоизоляционные плиты или маты из минерального волокна следующих марок: TR/TS037 Aquastatik, TR/TS035 Aquastatik, TR/TS034 Aquastatik, TS032 Aquastatik по ТУ 5763-001-73090654-2009 с изм. 1,2,3,4.

5.2.7 Для внутренней обшивки стеновой конструкции применяются листовые и плитные материалы:

- гипсоволокнистые листы ГВЛ по ГОСТ Р 51829;
- гипсокартонные листы ГКЛ по ГОСТ 6266, ГОСТ 32614 (EN520:2009);
- гипсостружечная плита ГСП-1, производства Пешеланского ГЗ ДЕКОР-1 толщиной 10 и 12 мм по ТУ 5742-004-0529444-2010;
- цементно-стружечные плиты марки ЦСП-1, производства ТАМАК, толщиной 8,0 – 24,0 мм по ГОСТ 26816 (EN634-2);
- армированные цементно-минеральные плиты «АКВАПАНЕЛЬ Внутренняя» и «АКВАПАНЕЛЬ Наружная» по ТС № 4159-14 и ТС № 2344-09 (4124-14);

5.2.8 Для облицовки наружных стен с внешней стороны применяются материалы и изделия, отнесенные согласно сертификатам соответствия к классу пожарной опасности строительных материалов КМ0 (негорючие – НГ по ГОСТ 30244-94 и имеющие ТС Минстроя РФ для применения в облицовках наружных стен с классом пожарной опасности конструкций К0 в соответствии с ГОСТ 31251-2008, например:

- армированные цементно-минеральные плиты «АКВАПАНЕЛЬ Наружная» толщиной 8,0 или 12,5 мм по ТС № 4159-14 и ТС № 2344-09 (4124-14);
- фиброцементные плиты ЛАТОНИТ (Latonit) толщиной 8,0 или 10 мм по ТУ 5700-035-00281708-2010 или ТС № 2812-2010; фиброцементные плиты, в том числе окрашенные и текстурированные, фиброцементный сайдинг, ТС № 2713-2009, ТС № 2652-2009 производства ООО «ЛТМ»;
- панели из мраморной крошки на цементном вяжущем гидрофобизированные МАРМОРОК (ТС № 2401-2009), СКАНРОК (ТС № 3472-2011), ФРОНТ ОН (ТС № 3776-2013);
- керамогранит по ТУ 5752-003-0028024-2007;
- терракотовые панели CN-Ceramic по ТС № 4594-2015.

5.2.9 Крепление облицовок выполняется на металлических профилях, отвечающих параметрам прочности, надежности, долговечности и коррозионной стойкости. Профили соединяются между собой и со строительным основанием стены болтами, самонарезающими винтами и заклепками, размеры и параметры которых назначаются по

результатам статических расчетов. Номенклатура профилей определяется системой крепления облицовки. Долговечность и коррозионная стойкость элементов крепления обеспечивается качественной защитой материала профиля (оцинкованием, полимерным покрытием, порошковой краской и пр.).

Облицовка фасада производится в соответствии с Технологическими картами и рекомендациями на конкретный материал облицовки.

5.2.10 Между стойками каркаса и внутренней обшивкой со стороны помещения устанавливается пароизоляционный барьер. В качестве паробарьера применяется рулонный материал «KNAUFЗащита В» или другой материал с аналогичными свойствами, толщиной менее 2,0 мм. Рулонный материал устанавливается с использованием клеящей ленты и с перехлестом не менее 100 мм, при этом, места перехлестов, как правило, должны быть выполнены на элементах каркаса (стойках, перемычках, противоусадочных уголках и пр.).

5.2.11 Вертикальные (торцевые) стыки плит «АКВАПАНЕЛЬ Внутренняя» смещаются по горизонтали на шаг стоек внутреннего каркаса. Плиты крепятся к несущему каркасу самонарезающими винтами с шагом не более 200 мм. Расстояние самореза от края плиты должно быть не менее 15 мм. Между плитами следует оставлять зазор 3,0-5,0 мм. Для склеивания стыков плит при монтаже используют однокомпонентный клей для швов «АКВАПАНЕЛЬ».

5.2.12 Крепления плит наружной и внутренней обшивки КОС к стальному каркасу применяют самонарезающие винты (шурупы) с фрезерной головкой потайной формы, крестообразным шлицем с высверливающим концом.

### **5.3 Рекомендации по монтажу наружной облицовки**

5.3.1 Для наружной облицовки каркасных стен на основе ЛСТК могут применяться:

- цементно-минеральные плиты;
- цементно-стружечные плиты;
- фиброцементные плиты с декоративным окрасочным слоем;
- керамогранит.

5.3.2 Первый ряд наружной облицовки в уровне цоколя или над оконным или дверным проемом устанавливается на опорный профиль, изготовленный из алюминия. К опорному профилю закрепляется профиль-капельник.

5.3.3 Наружная облицовка крепится горизонтально поперек стоек каркаса. Вертикальные (торцевые) стыки смещаются по горизонтали на шаг обрешетки.

5.3.4 Плиты крепятся к обрешетке самонарезающими винтами с шагом не более 250 мм.

**Примечание.** Самонарезающий винт должен быть удален от края плиты не менее чем на 15 мм. При монтаже, плита должна плотно прилегать к каркасу. Между плитами оставляется зазор не менее 3 мм.

5.3.5 Для пропуска труб через наружную облицовку стены в плите облицовки проделывается отверстие диаметром на 10 мм больше диаметра трубы. Образовавшийся зазор закрывается манжетой, герметиком или шпаклеванием.

5.3.6 Стыки между плитами закрываются шпаклевкой на цементной основе и армирующей стеклотканевой щелочестойкой лентой (серпянкой). Места крепления винтов также армируются и шпаклюются.

5.3.7 Фасадные фиброцементные плиты (ФЦП), например, LATONIT, крепятся с помощью заклепок или самонарезающих винтов из коррозионной стали. Расстояние от саморезов (заклепок) до нижней и верхней кромок плиты: для плит длиной до 1,0 м – 50 мм, от 1,0 м до 1,5 м – 100 мм, свыше 1,5 м – не менее 150 мм. Расстояние саморезов (заклепок) до боковых кромок плиты должно составлять не менее 50 мм. Шаг саморезов (заклепок) по краю плиты – не более 400 мм.

5.3.8 Между металлическими направляющими каркаса и фиброцементными плитами LATONIT в обязательном порядке устанавливается лента EPDM для компенсации температурно-влажностных колебаний и деформаций облицовки, а технологический зазор между плитами должен составлять не менее 10 мм.

# Наружные ограждающие конструкции с несущим стальным каркасом из ЛСТК

N поз.	Название	N поз.	Название
1	Стеновая панель	10	Подкладка М2
2	Профлист ТП 20	11	Лист ГКЛ
3	Обрешетка М3	12	Торцевая ферма
4	Самосверлящий винт SL2-T-A14-4,8x20	13	Обрешетка кровли
5	Самосверлящий винт IR2-4,8x50, шаг 600	14	Профлист ТП45-К
6	Теплоизоляция согласно п. 5.1.4	15	Планка М4
7	Шуруп МС 2x25, шаг 200	16	Слив М5
8	Шуруп МС 2x45, шаг 200	17	Сайддинг
9	Конструкция потолка	18	Антисептированный брус



Схема горизонтальной обрешетки

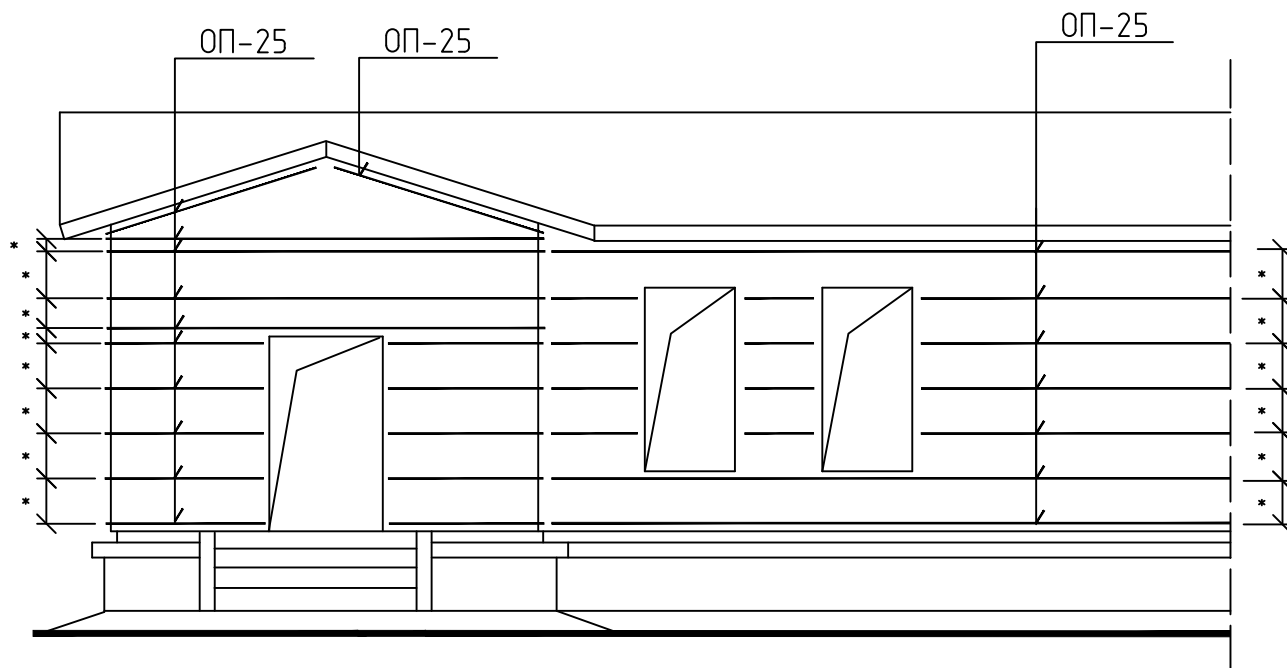
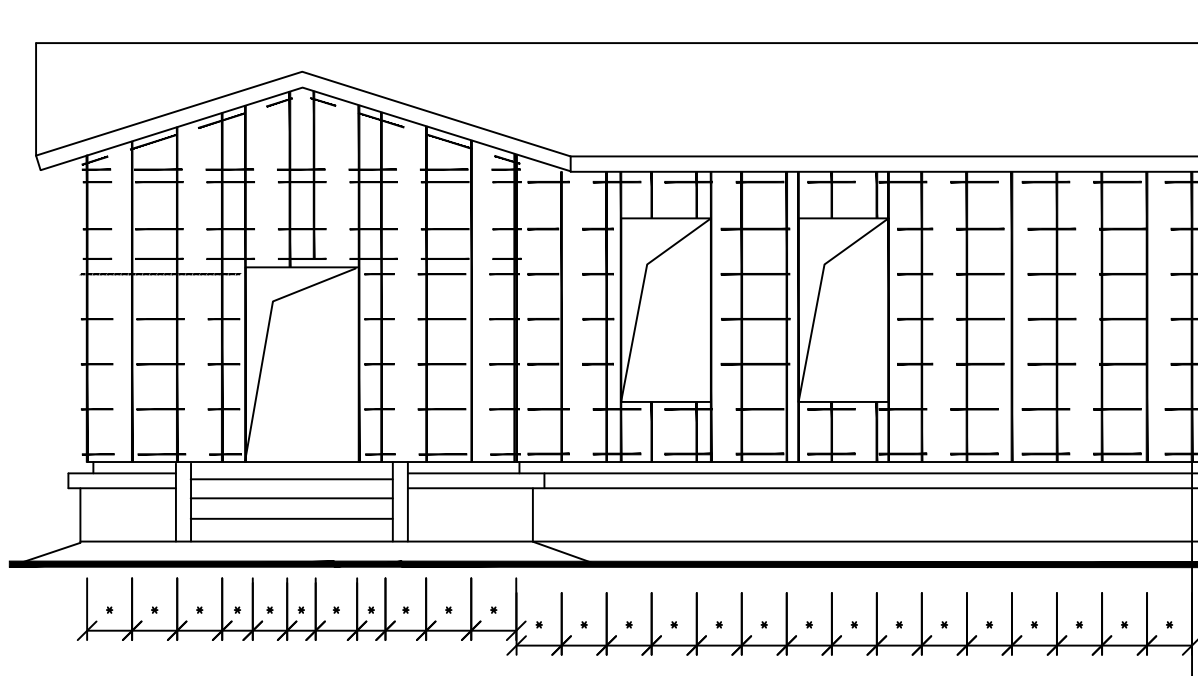
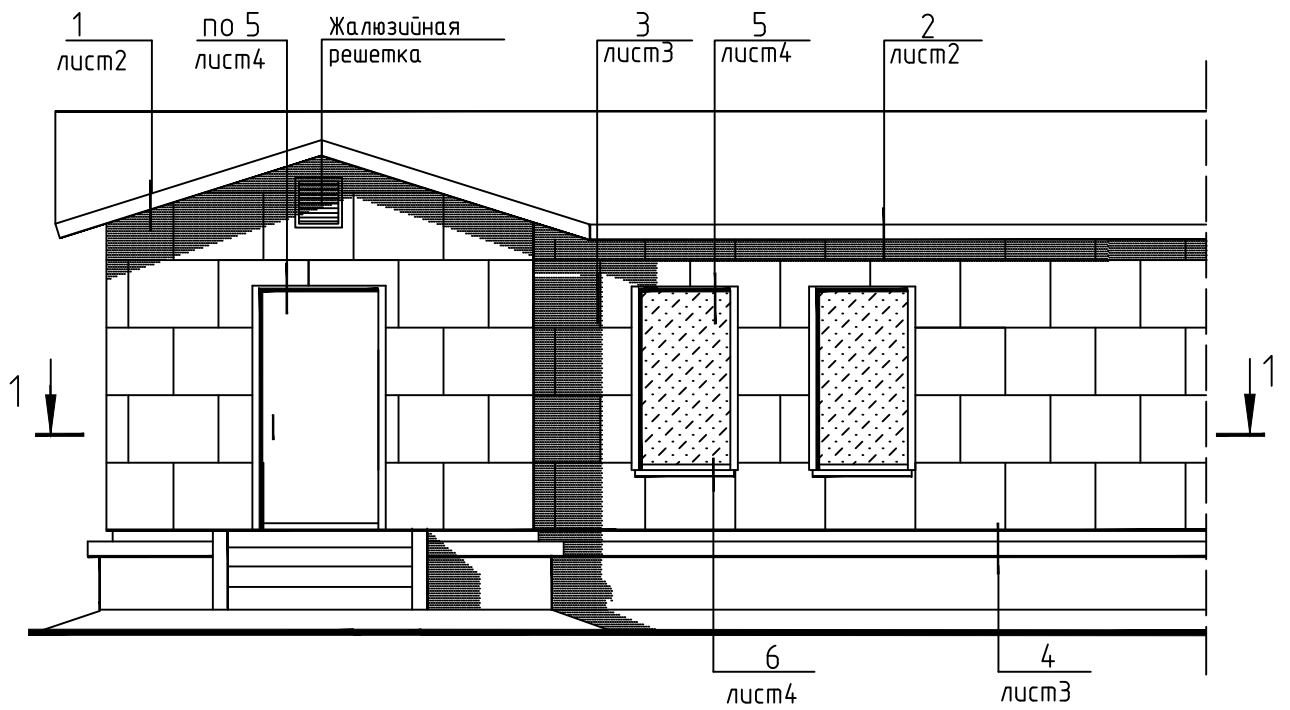


Схема вертикальной обрешетки под плиты  
АКВАПАНЕЛЬ® Наружная" размером 1200x900x12,5 мм.

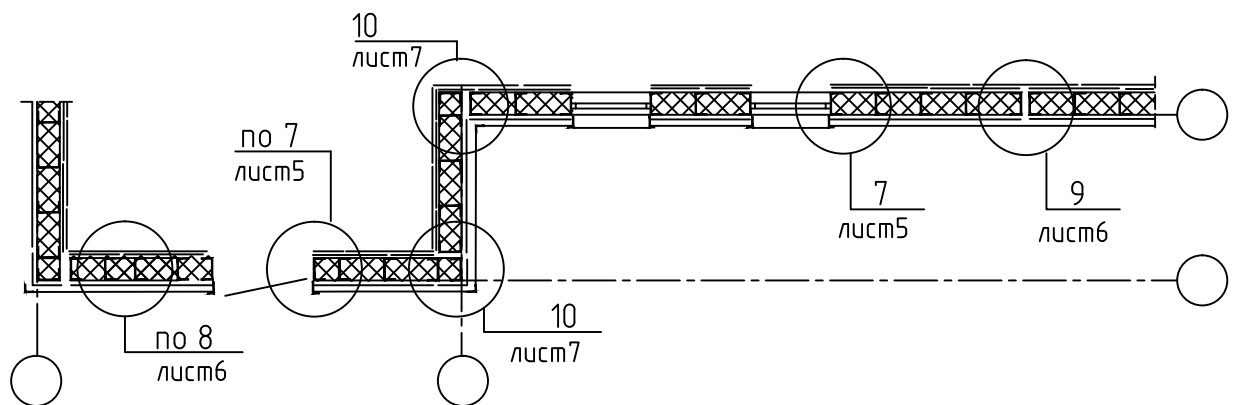


1. \* Шаг обрешетки не более 600 мм. Профиль для горизонтальной и вертикальной обрешеток ОП-25-0,7

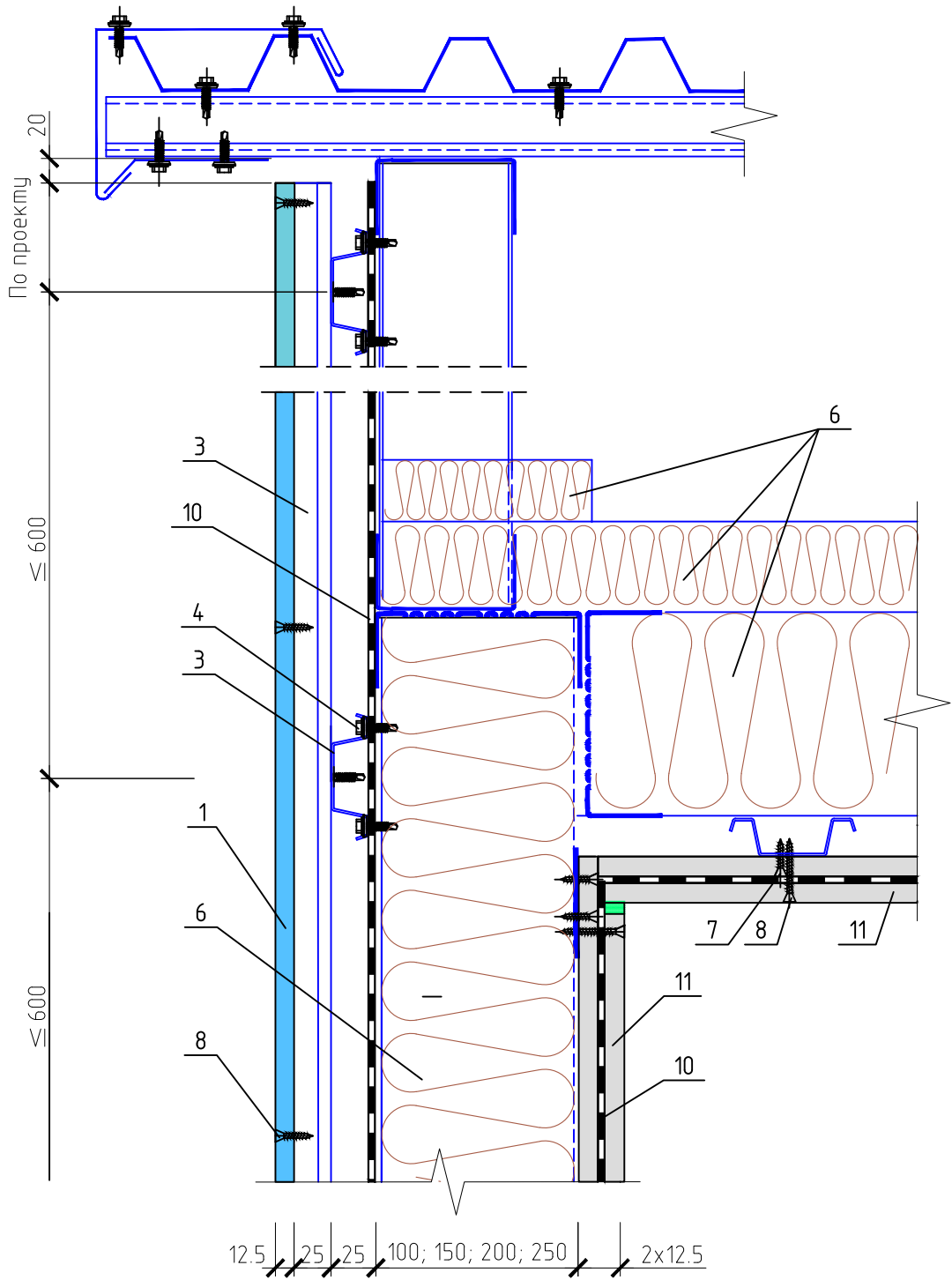
Фасад с горизонтальным расположением листа



1-1

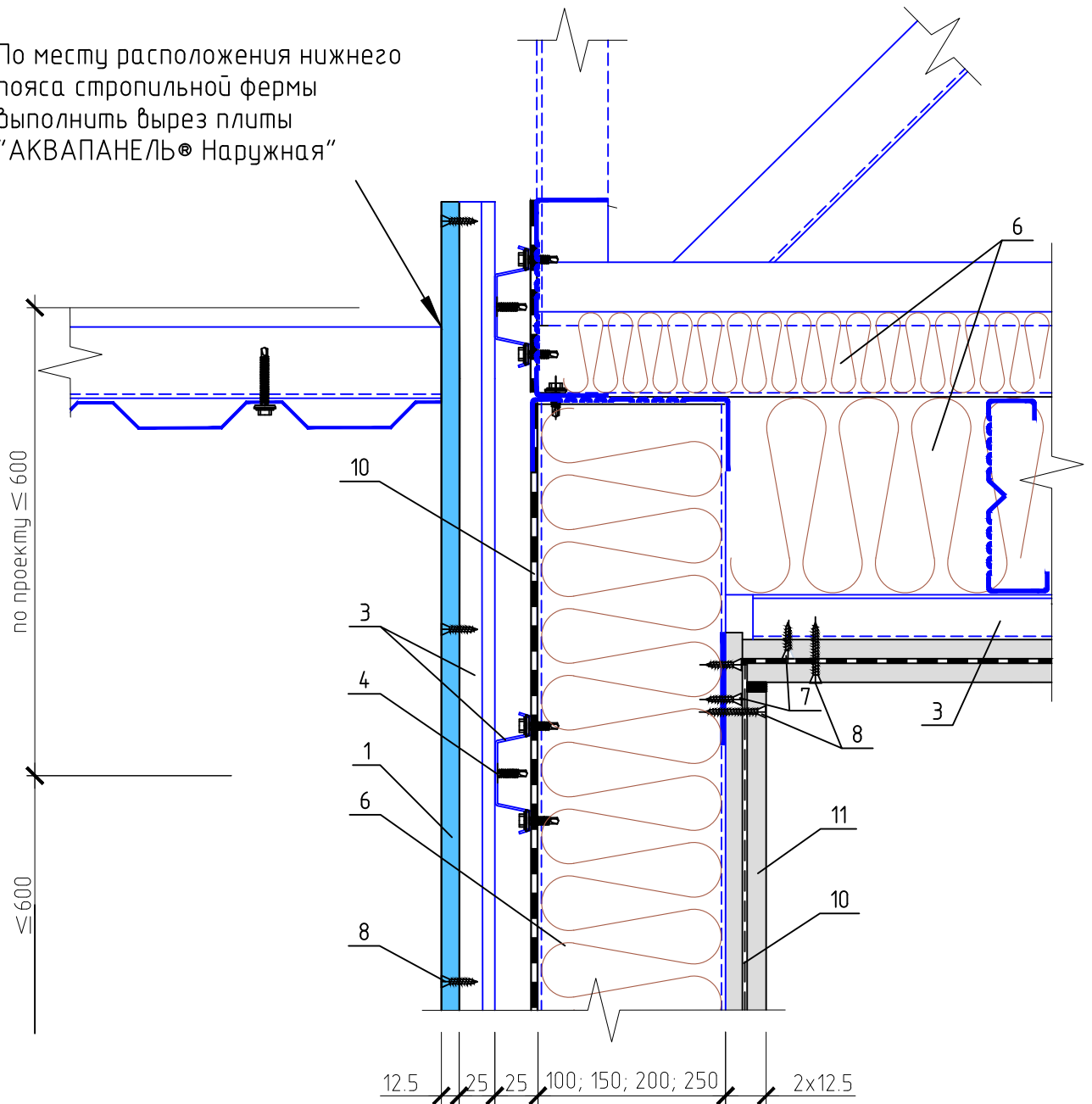


# 7.1

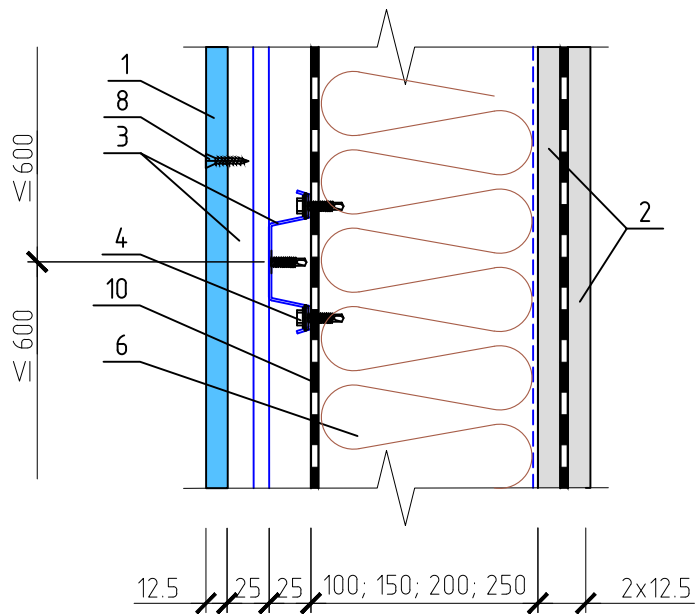


## 7.2

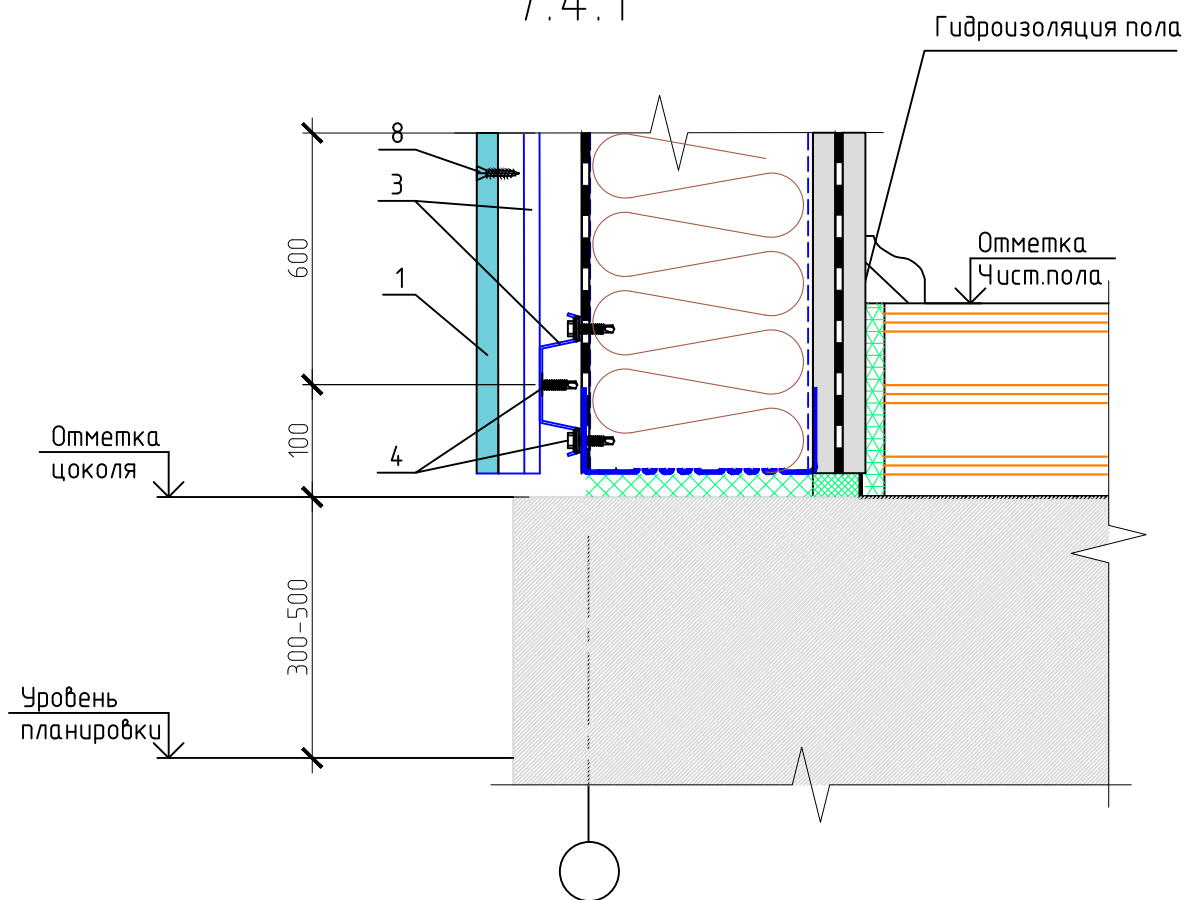
По месту расположения нижнего пояса стропильной фермы  
выполнить вырез плиты  
"АКВАПАНЕЛЬ® Наружная"



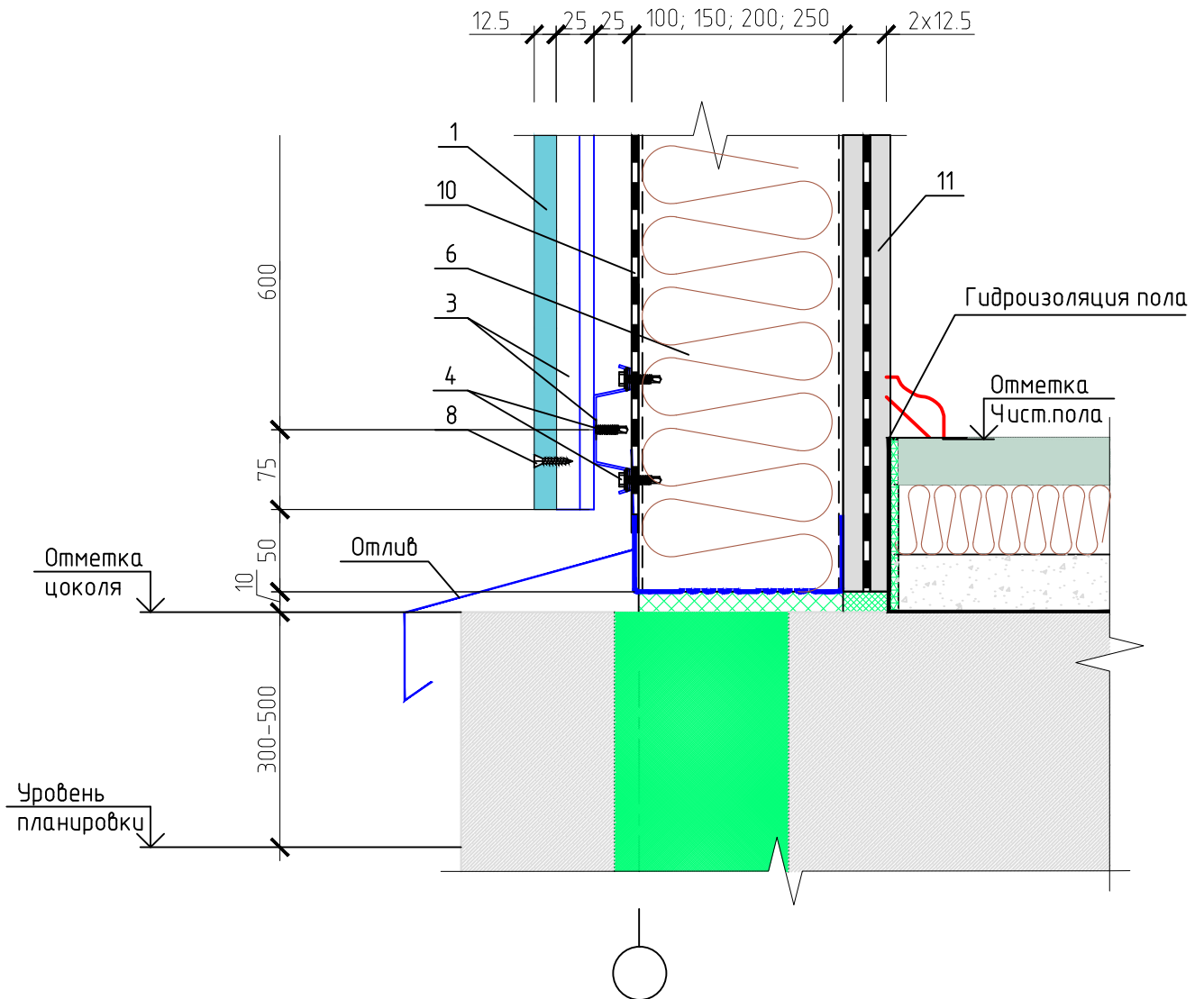
### 7.3



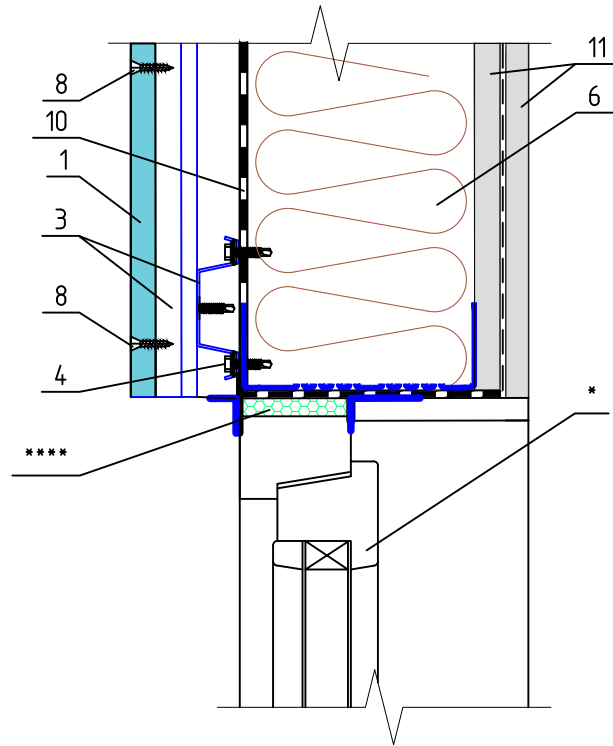
### 7.4.1



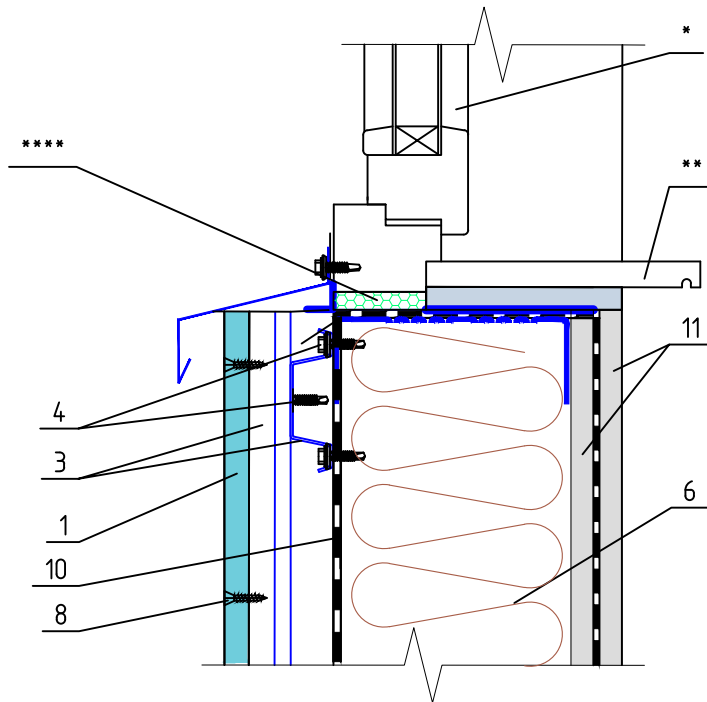
7.4.2



7.5

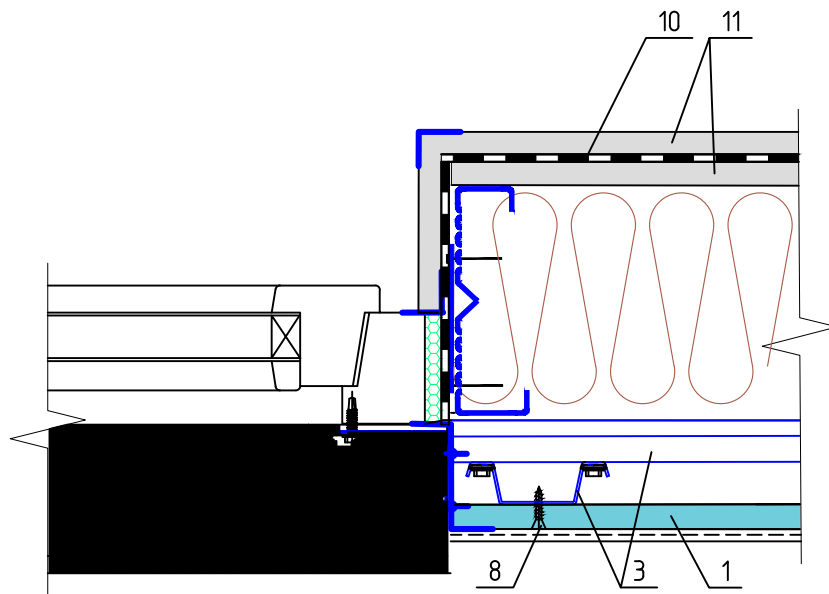


7.6

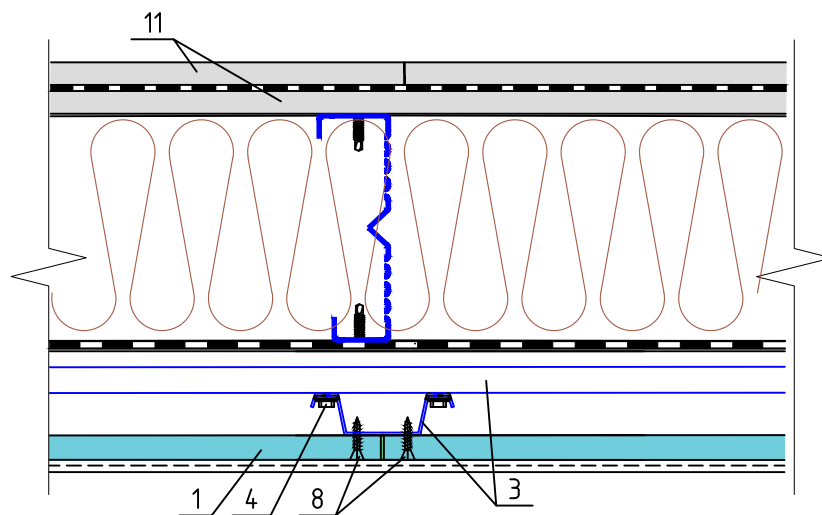




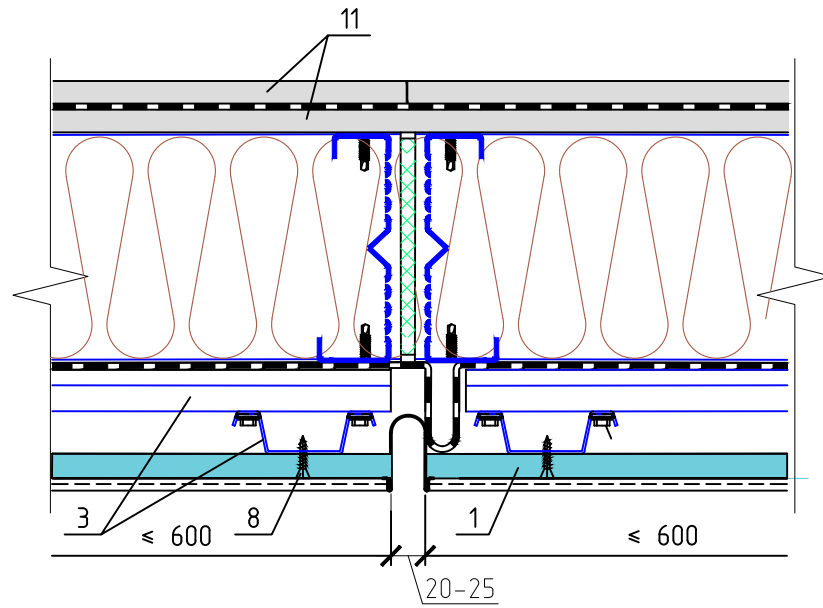
7.7



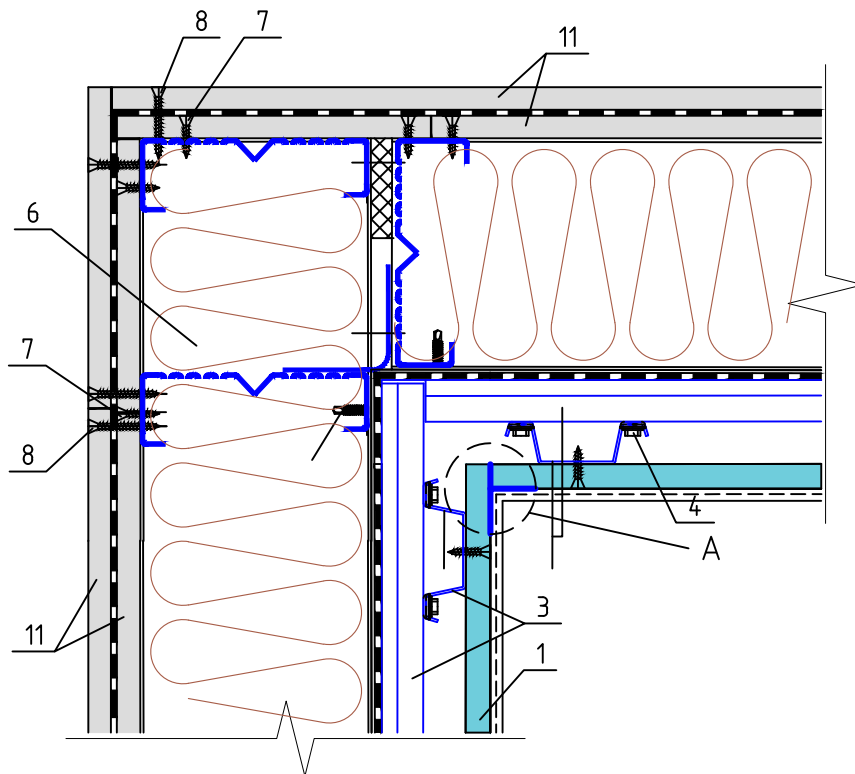
7.8



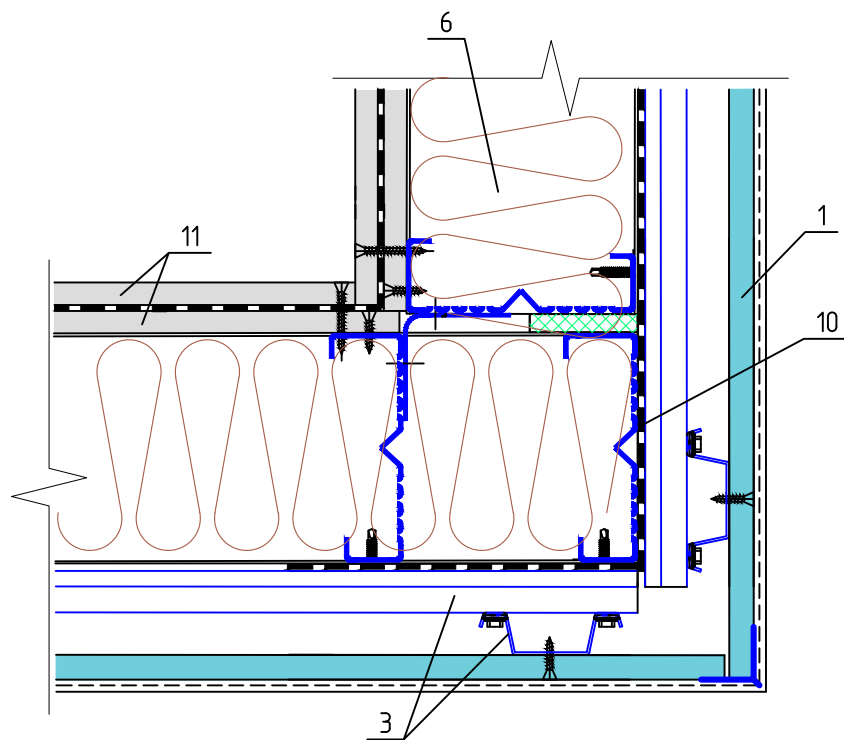
7.9



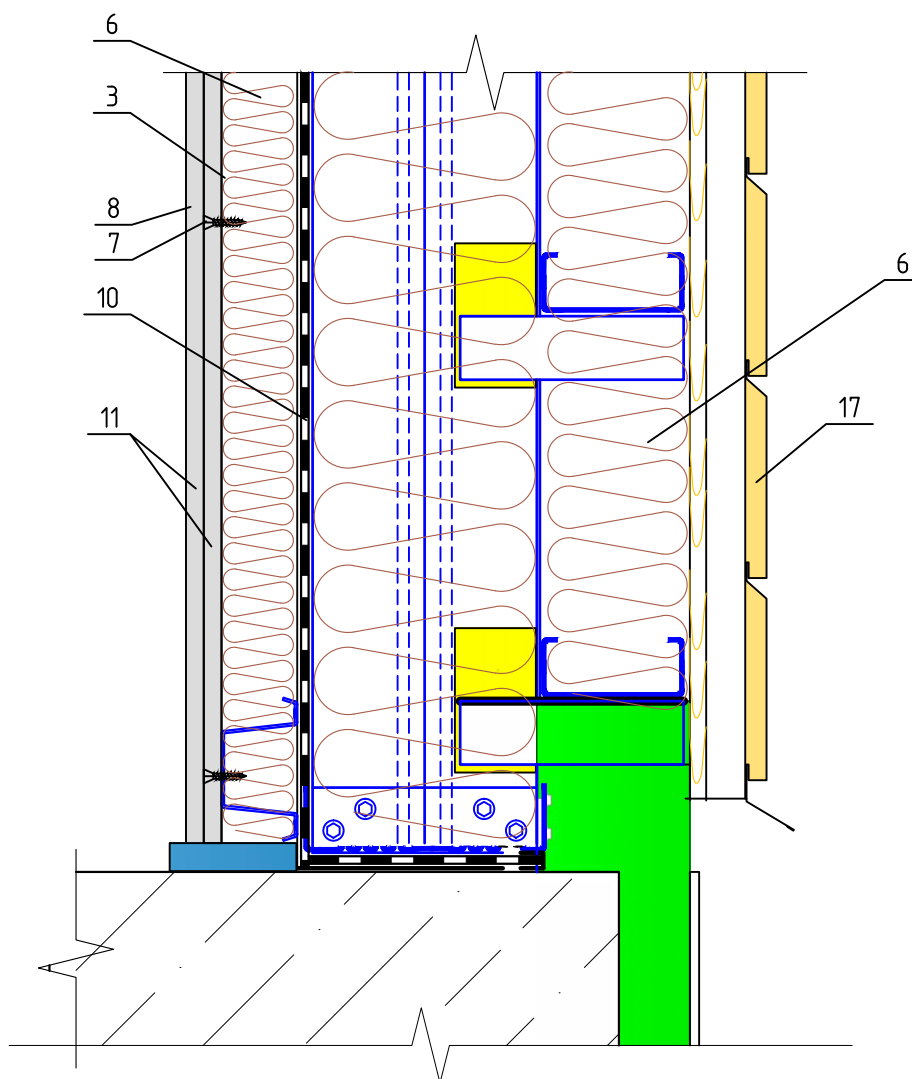
7.10



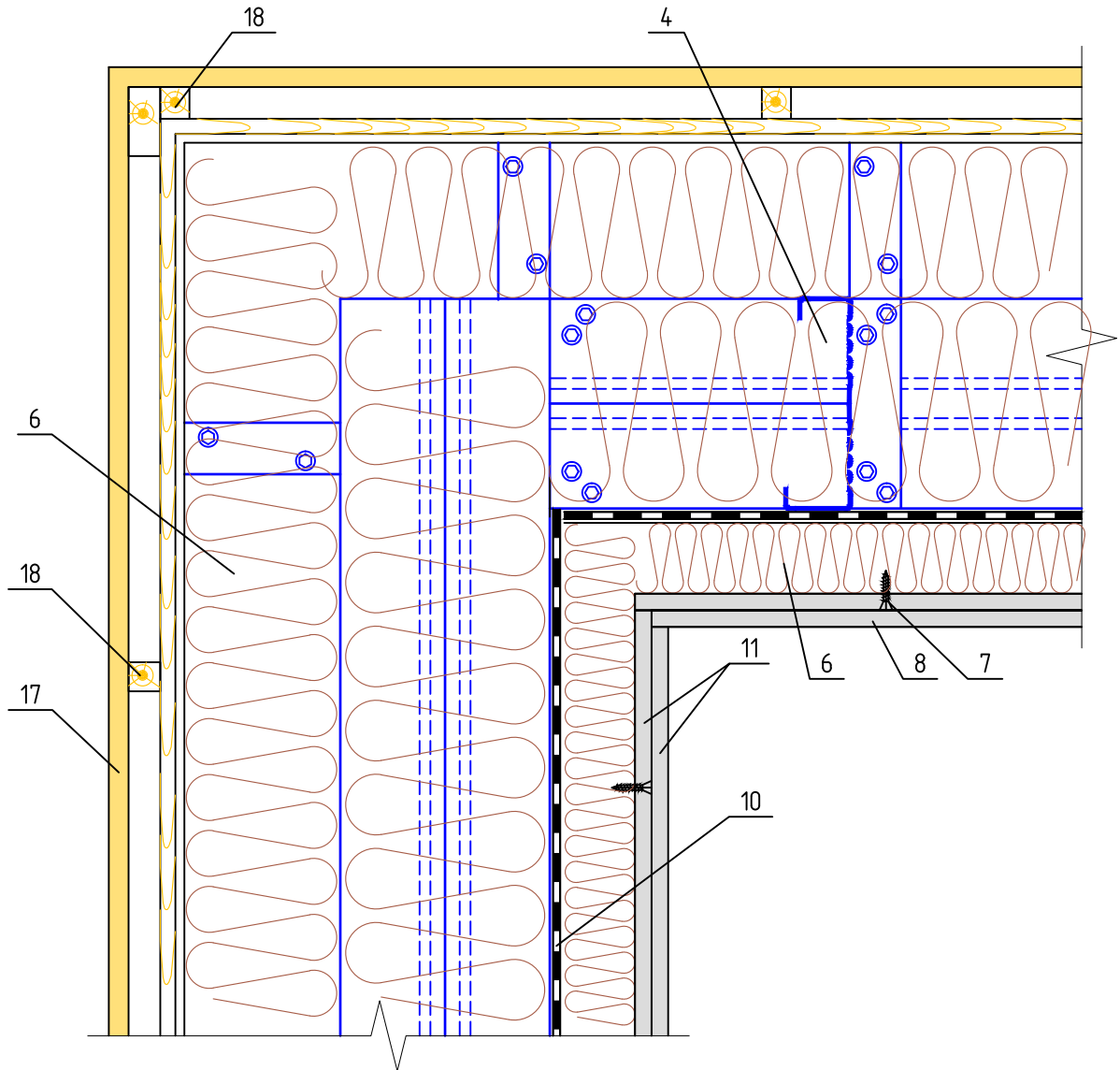
# 7.11



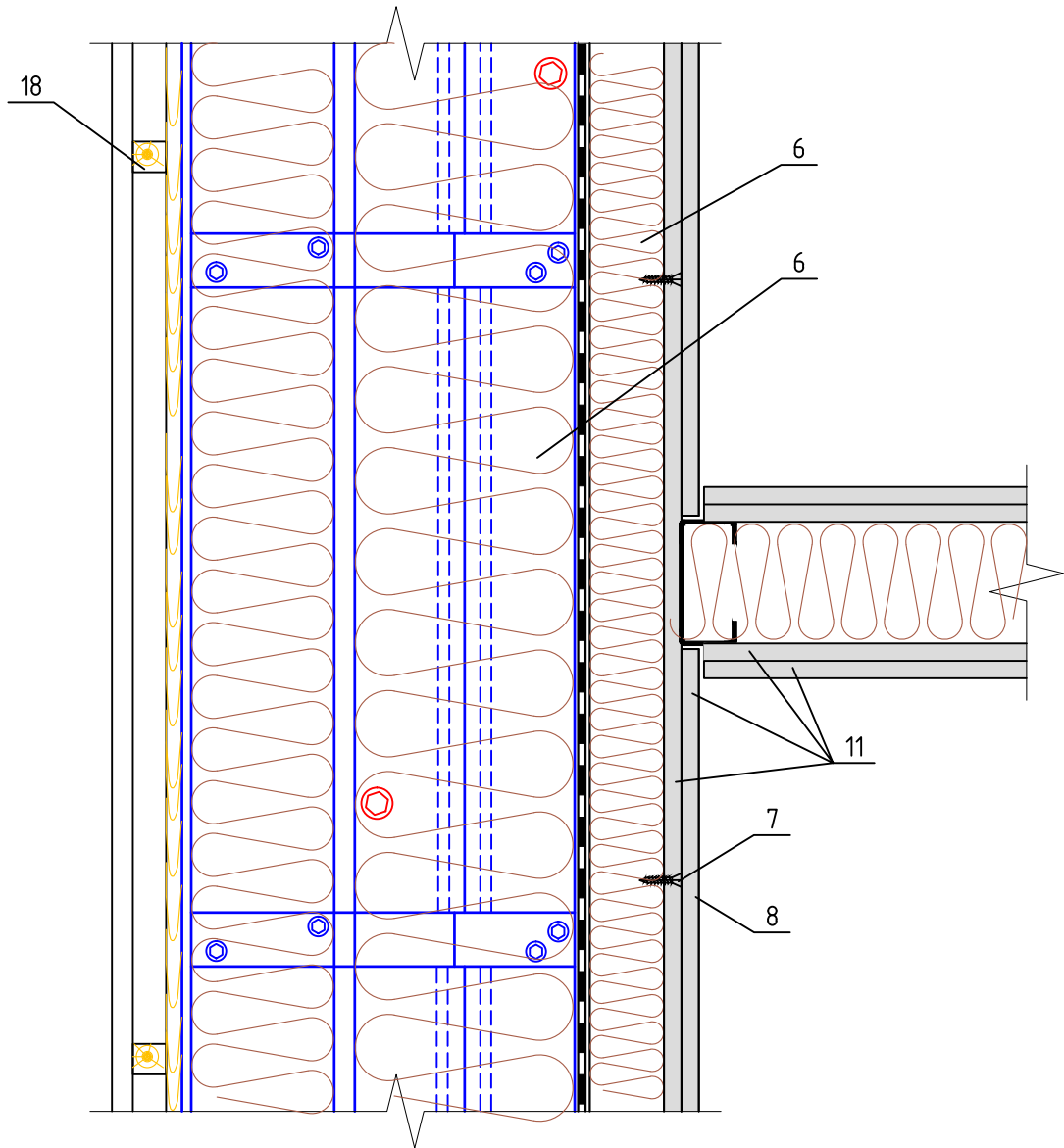
## Узел крепления направляющей к фундаменту – наружная стена



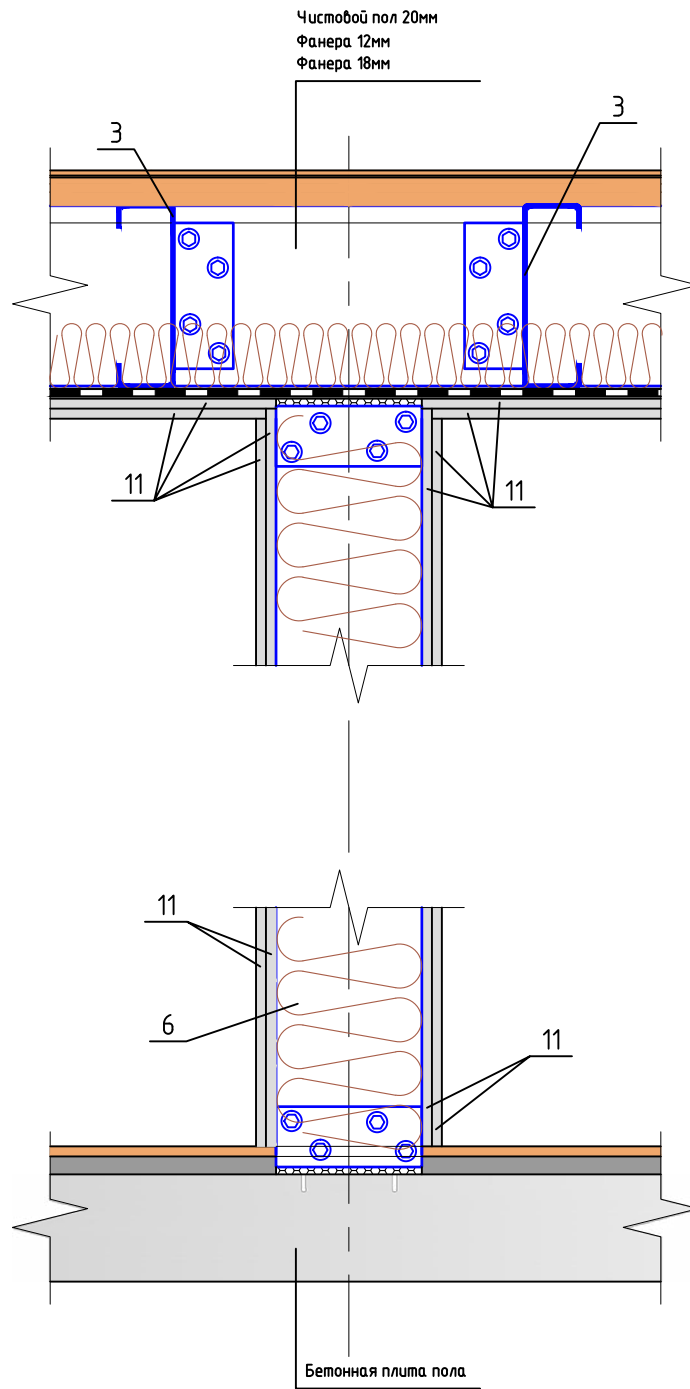
## Узел примыкания наружных стеновых панелей



## Узел примыкания стеновых панелей

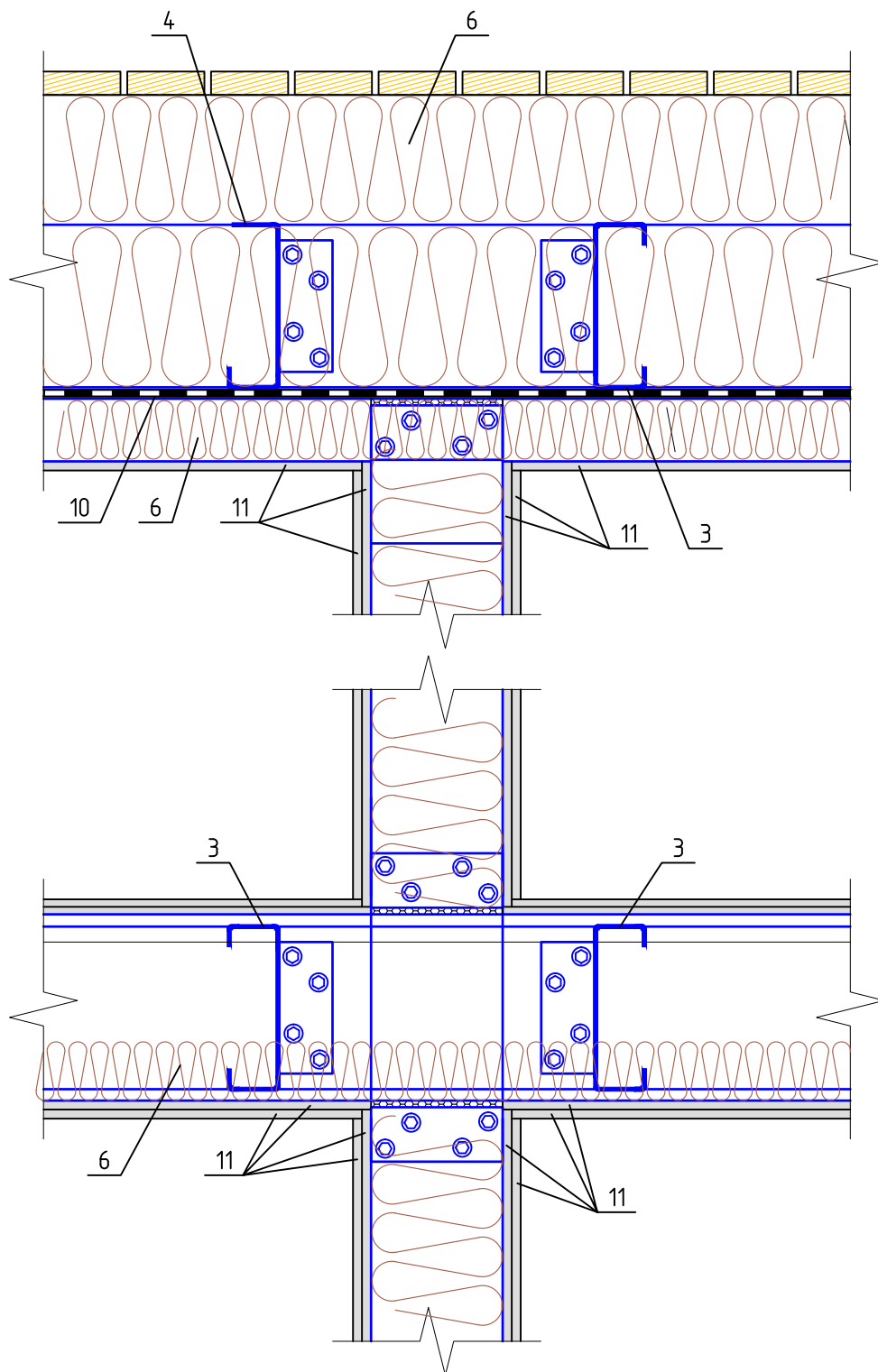


## Узел крепления перегородок (ЭТАЖ 1)



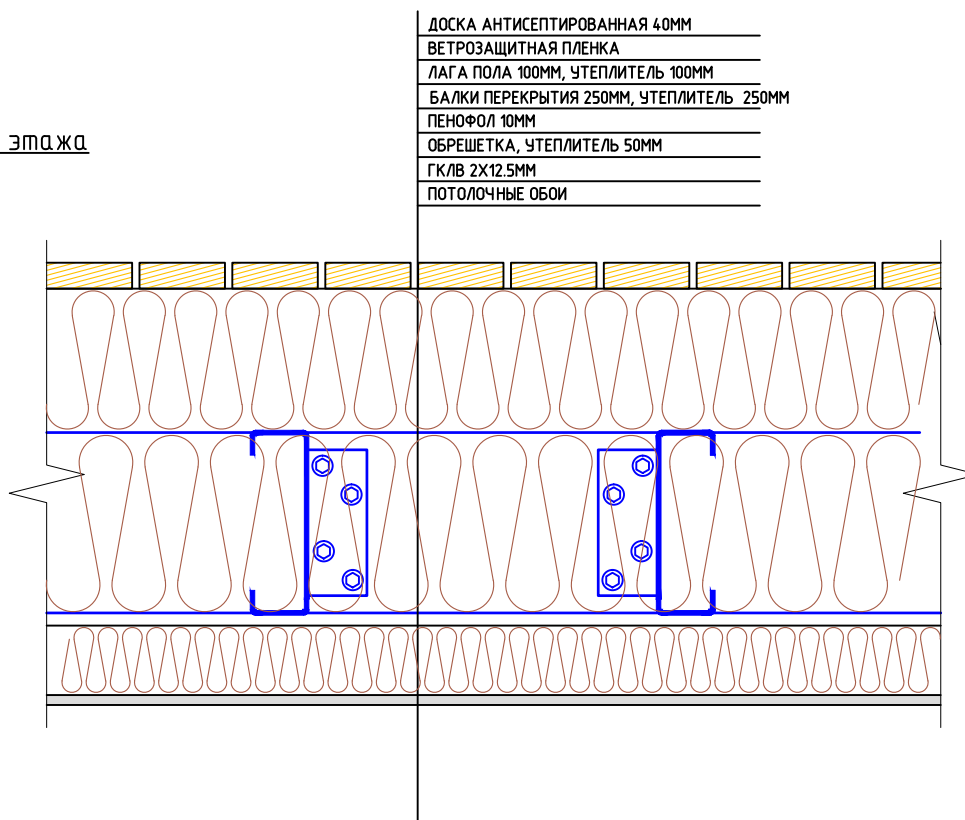


## Узел крепления перегородок (ЭТАЖ 2)

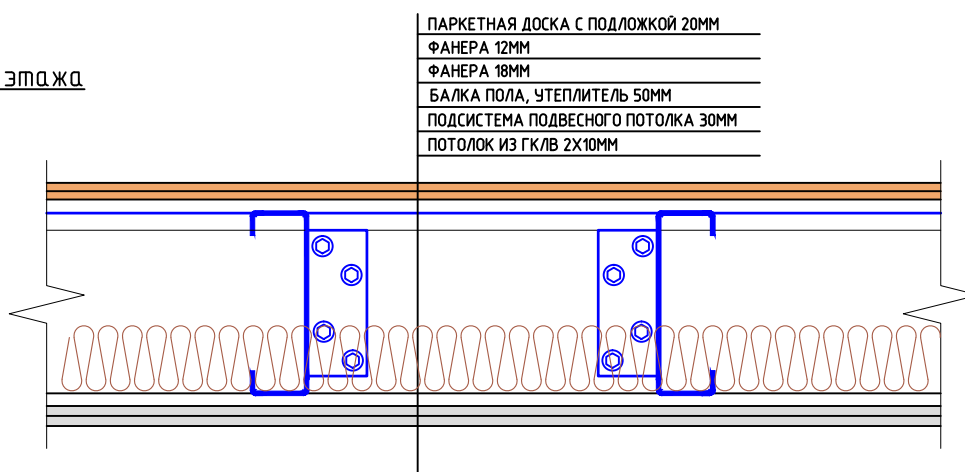


## Схема устройства перекрытия

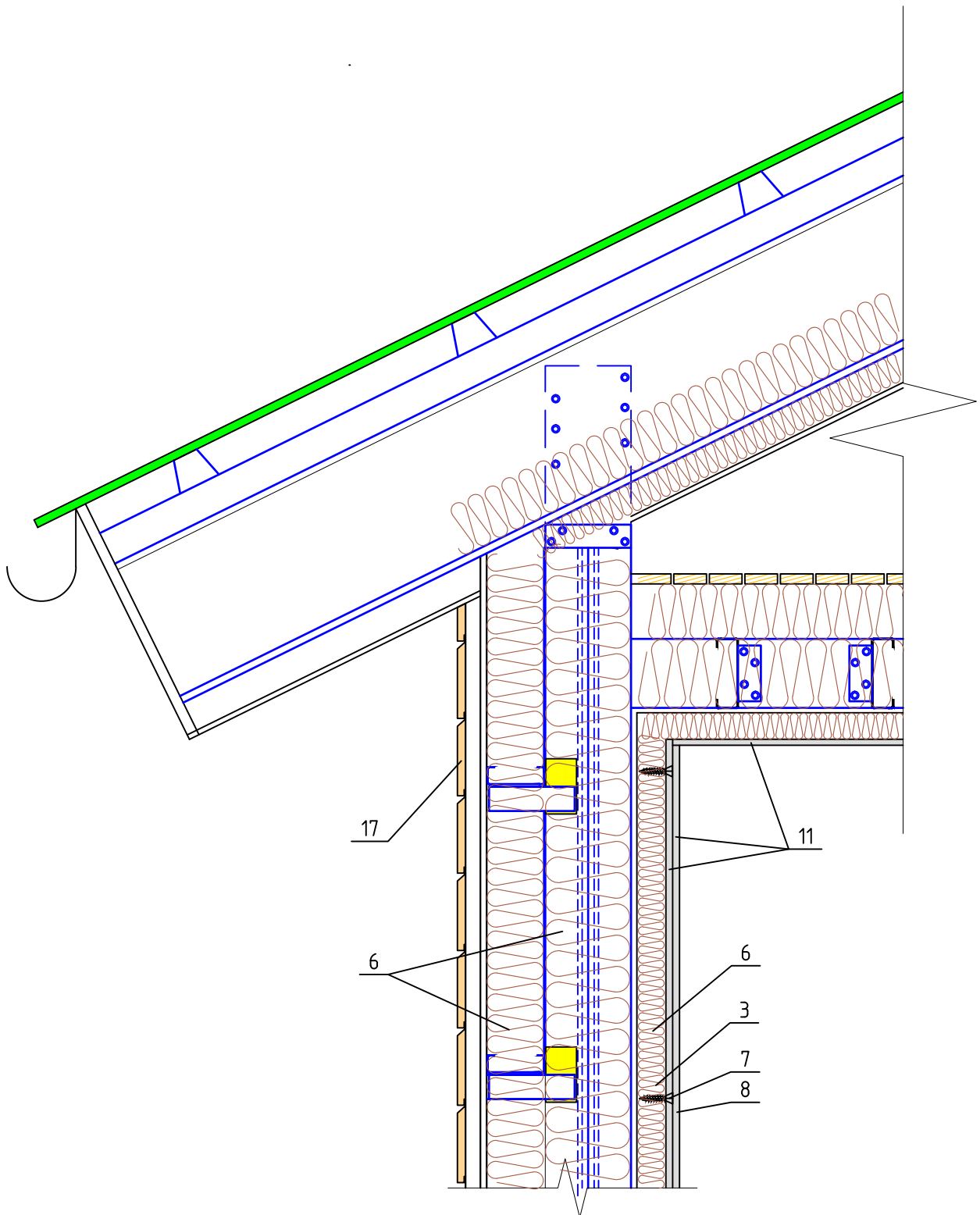
Перекрытие 2 этажа



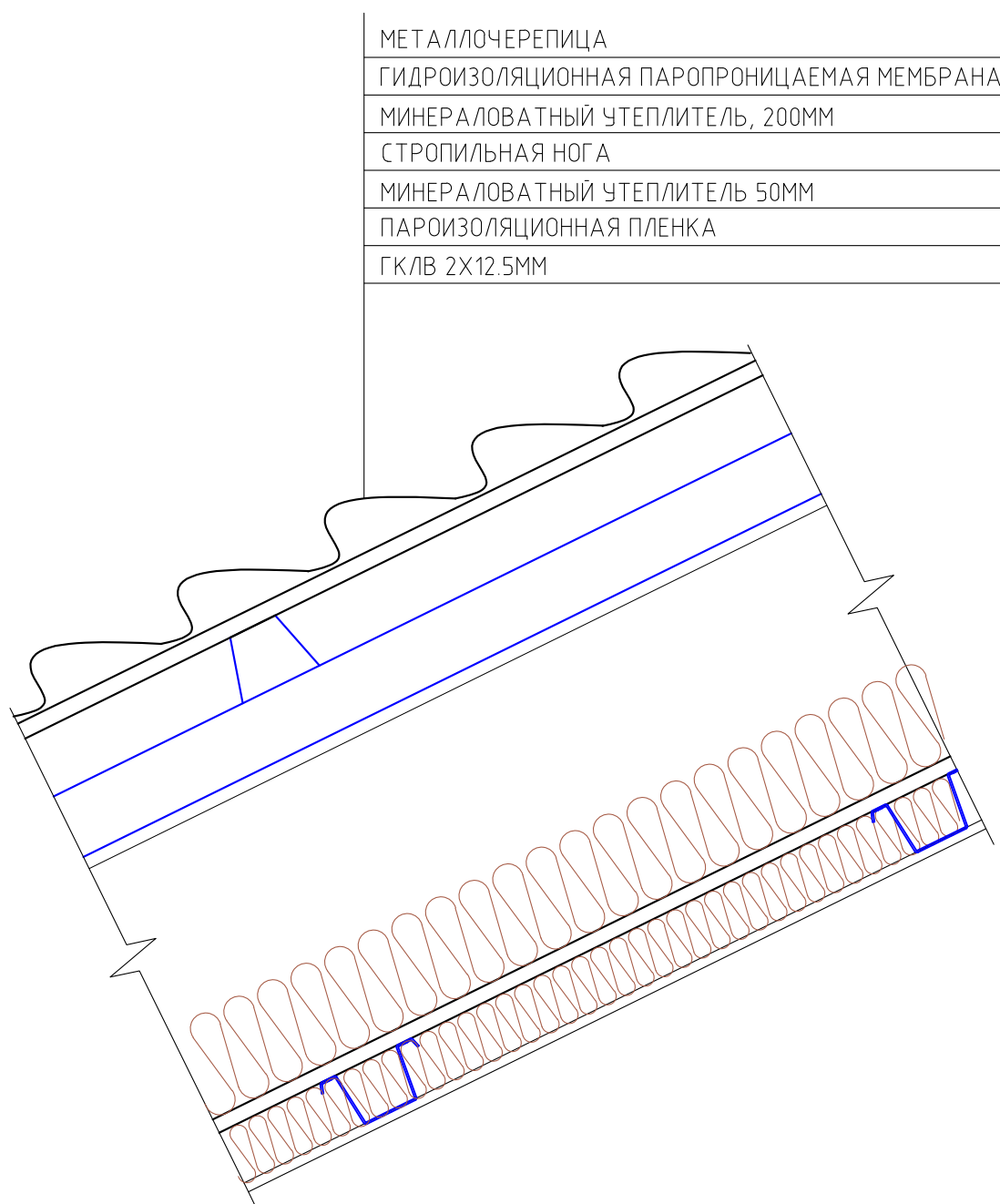
Перекрытие 1 этажа



# Схема устроїства кровлі

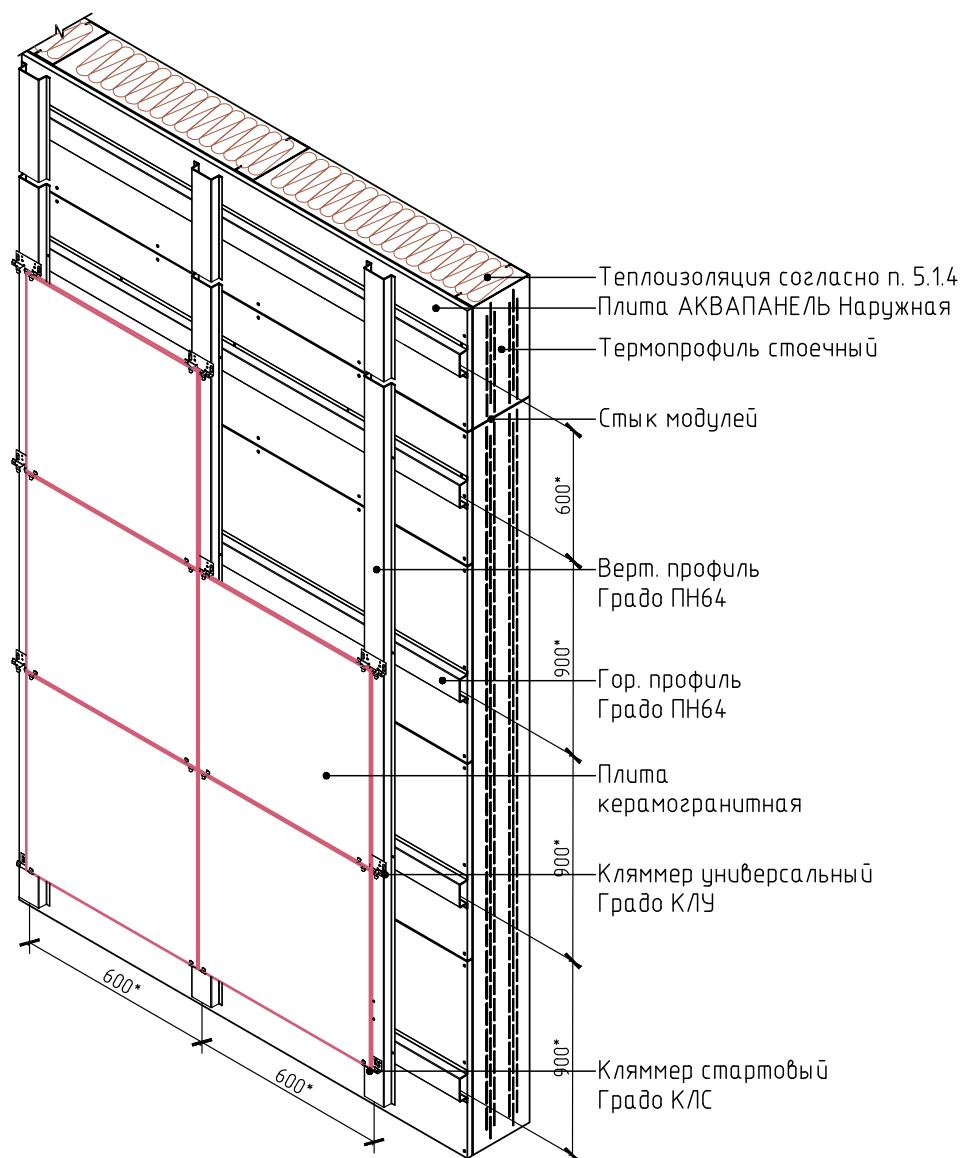


## Схема устройства кровли



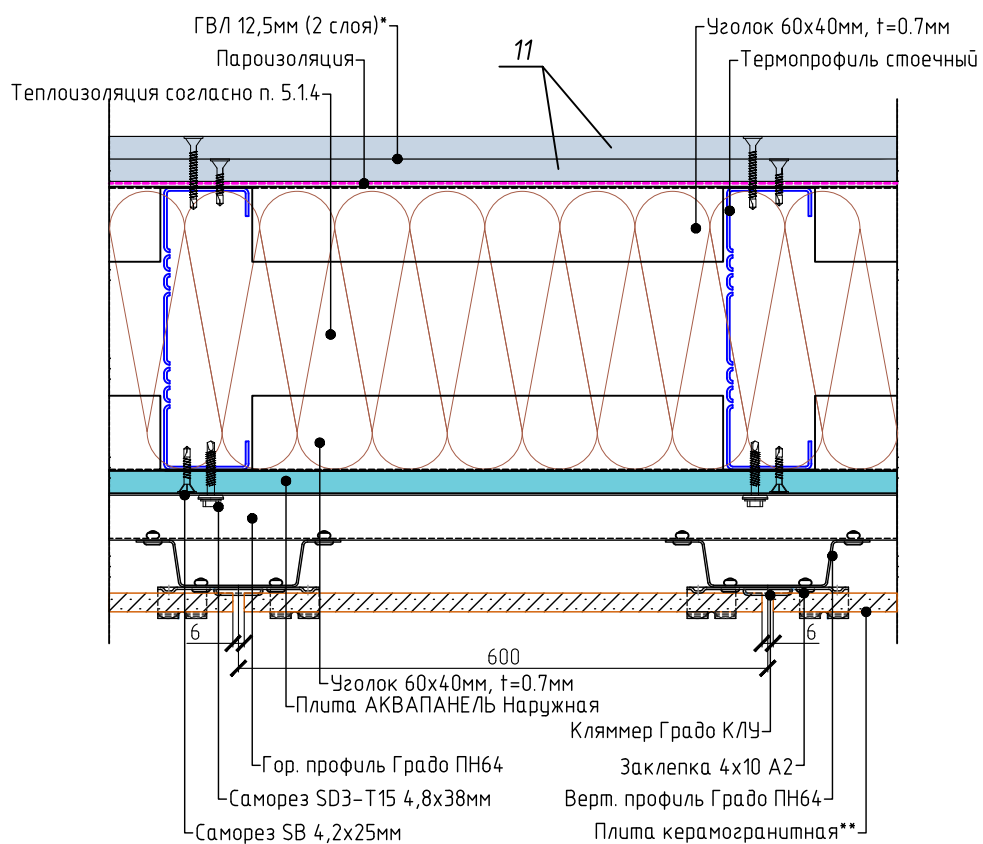
## Ненесущие каркасно-обшивные стеновые конструкции из ЛСТК

## Фрагмент фасада. Схема крепления.



\* – Шаг горизонтальной направляющих определяется проектом от 600 до 1200мм. Расстояние между гор. направляющими, между которыми проходит стык вертикальных профилей, не более 600мм (консоль профилей не должна превышать 300мм)

### Узел 1. Горизонтальный разрез



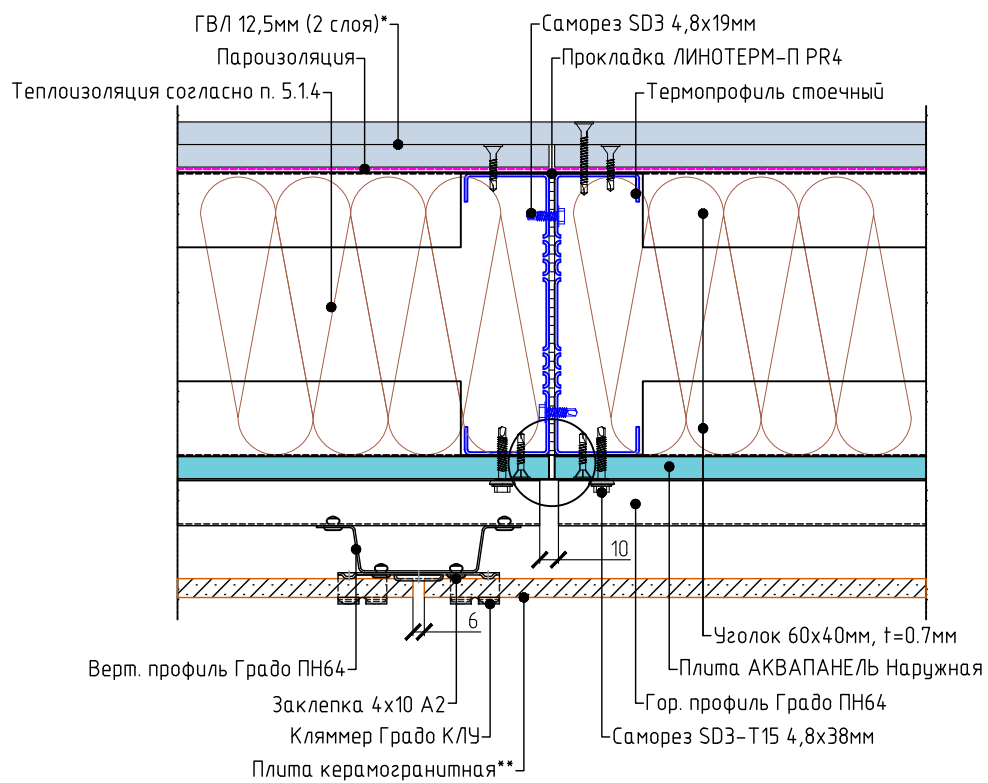
**Примечания:**

\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.



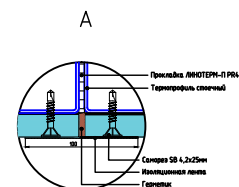
## Узел 2. Горизонтальный разрез вертикального стыка модулей



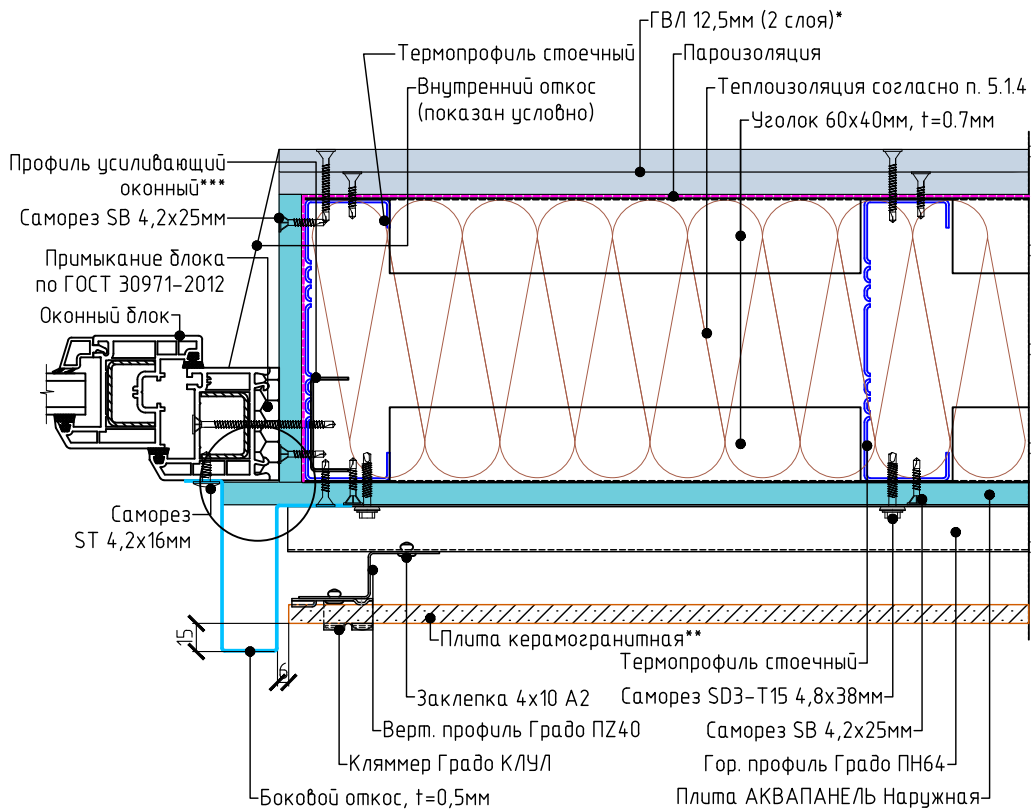
Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.



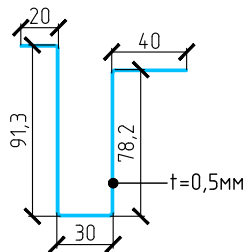
### Узел 3. Горизонтальный разрез примыкания к оконному блоку



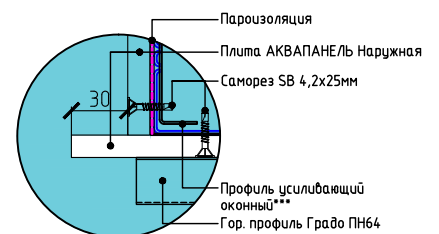
**Примечания:**

- \* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.
- \*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.
- \*\*\* - размеры и толщина профиля усиливающего оконного - см. пояснительную записку.

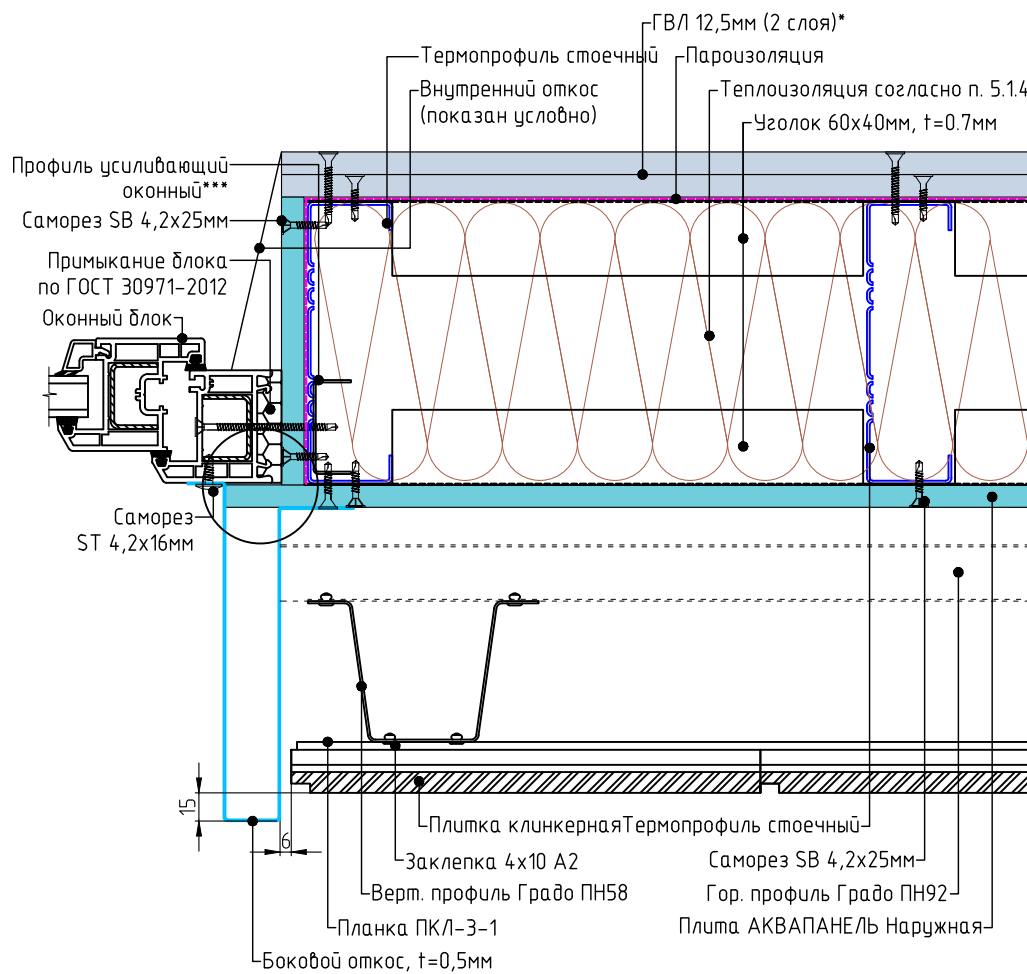
#### Боковой откос



#### Б (оконный блок, боковой откос условно не показаны)



Узел 3-А1. Горизонтальный разрез примыкания к оконному блоку



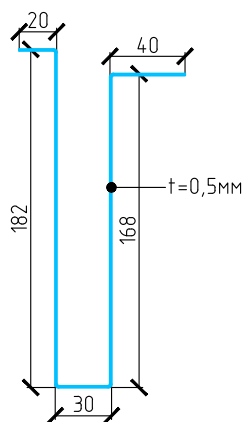
Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

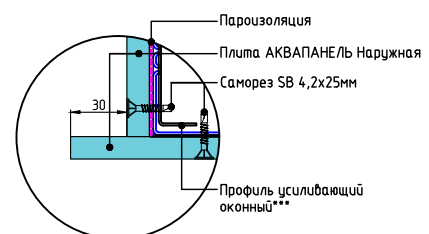
\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

\*\*\* – размеры и толщина профиля усиливающего оконного – см. пояснительную записку.

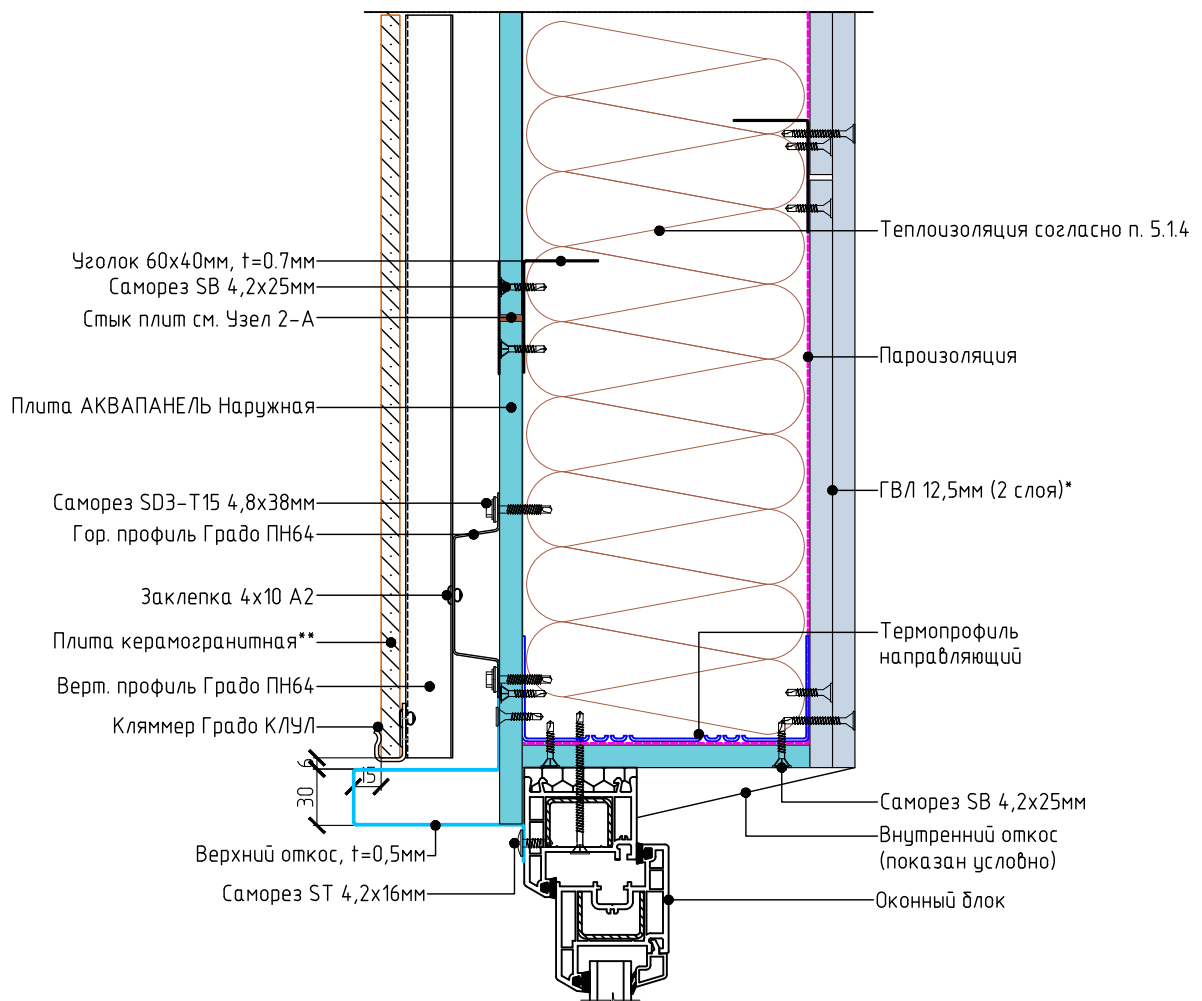
Боковой откос



Б  
(оконный блок, боковой откос условно не показаны)



### Узел 4. Верхнее примыкание к оконному блоку

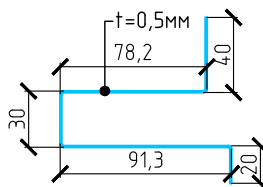


Примечания:

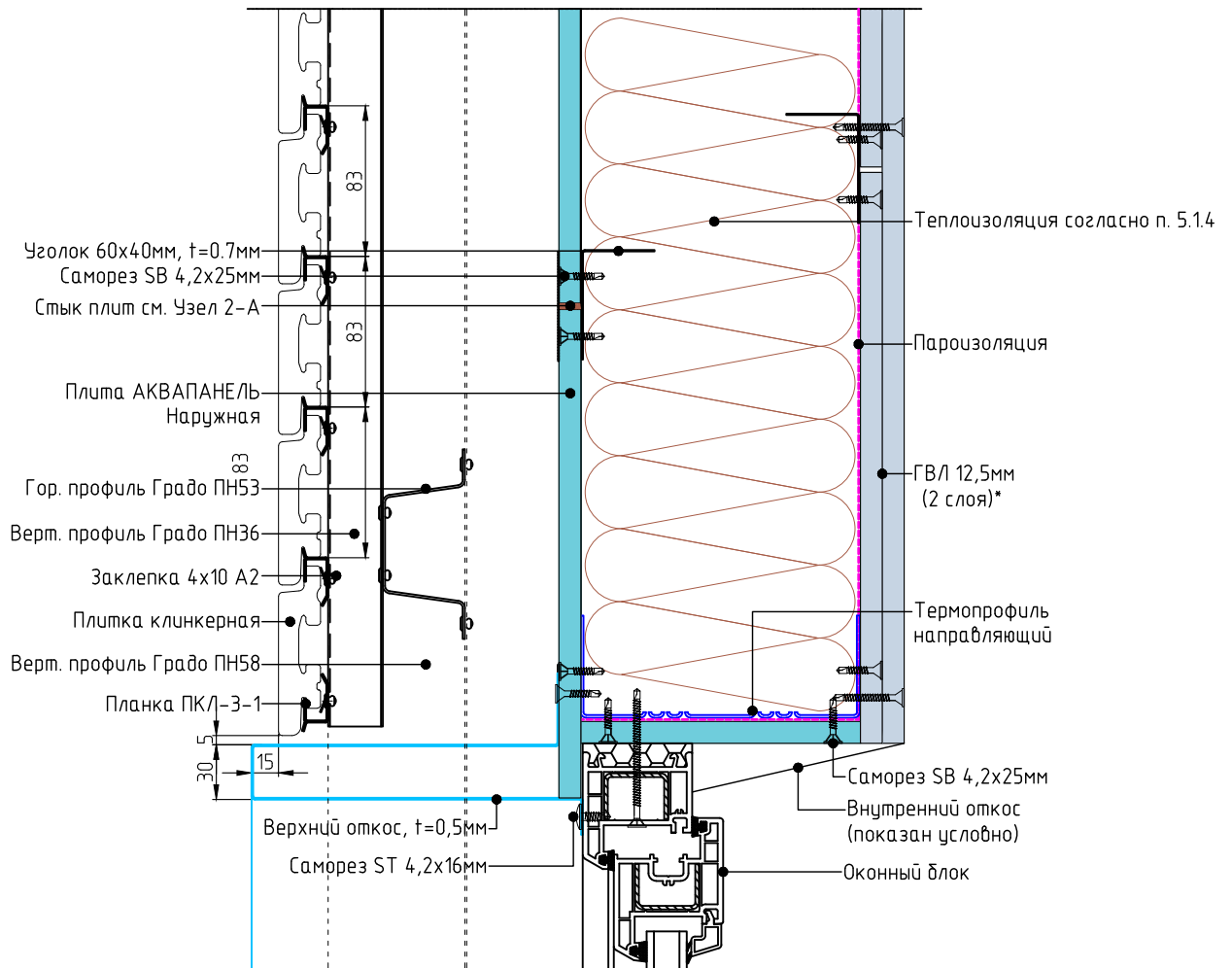
\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8-12мм – см. пояснительную записку.

### Верхний откос



Узел 4-А1. Верхнее примыкание к оконному блоку

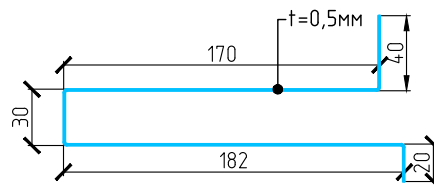


Примечания:

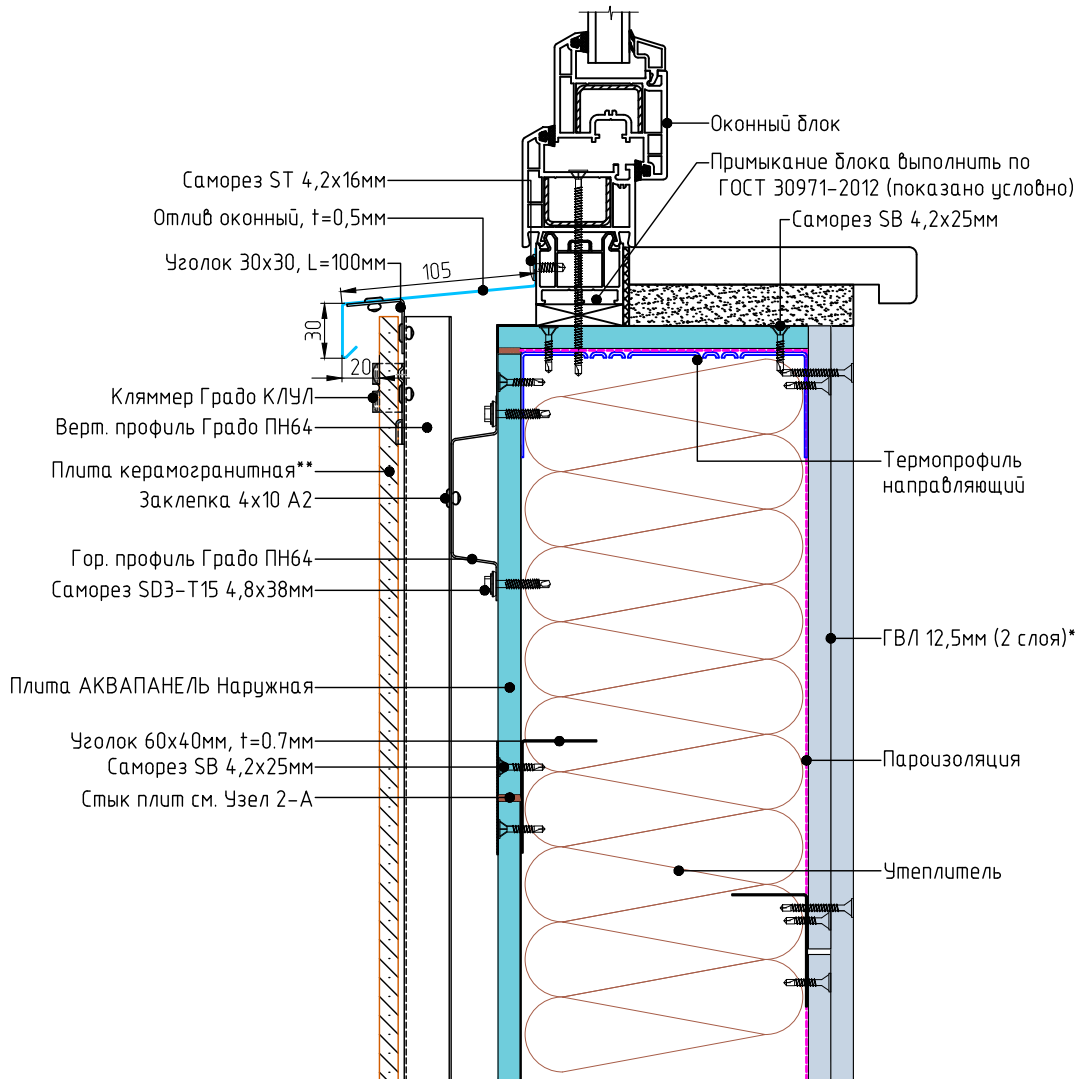
\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

Верхний откос



Узел 5. Нижнее примыкание к оконному блоку

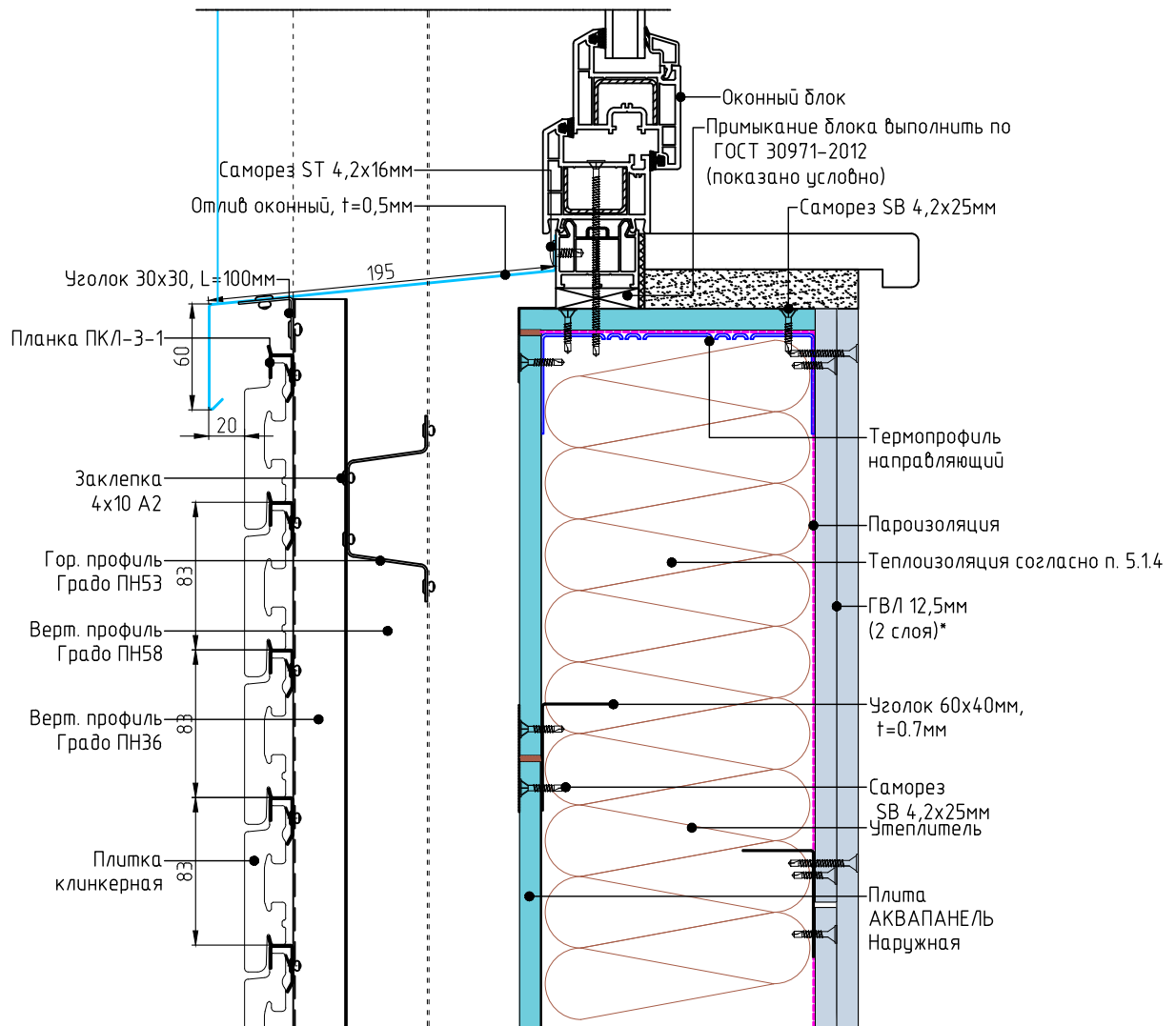


Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

Узел 5-А1. Нижнее примыкание к оконному блоку



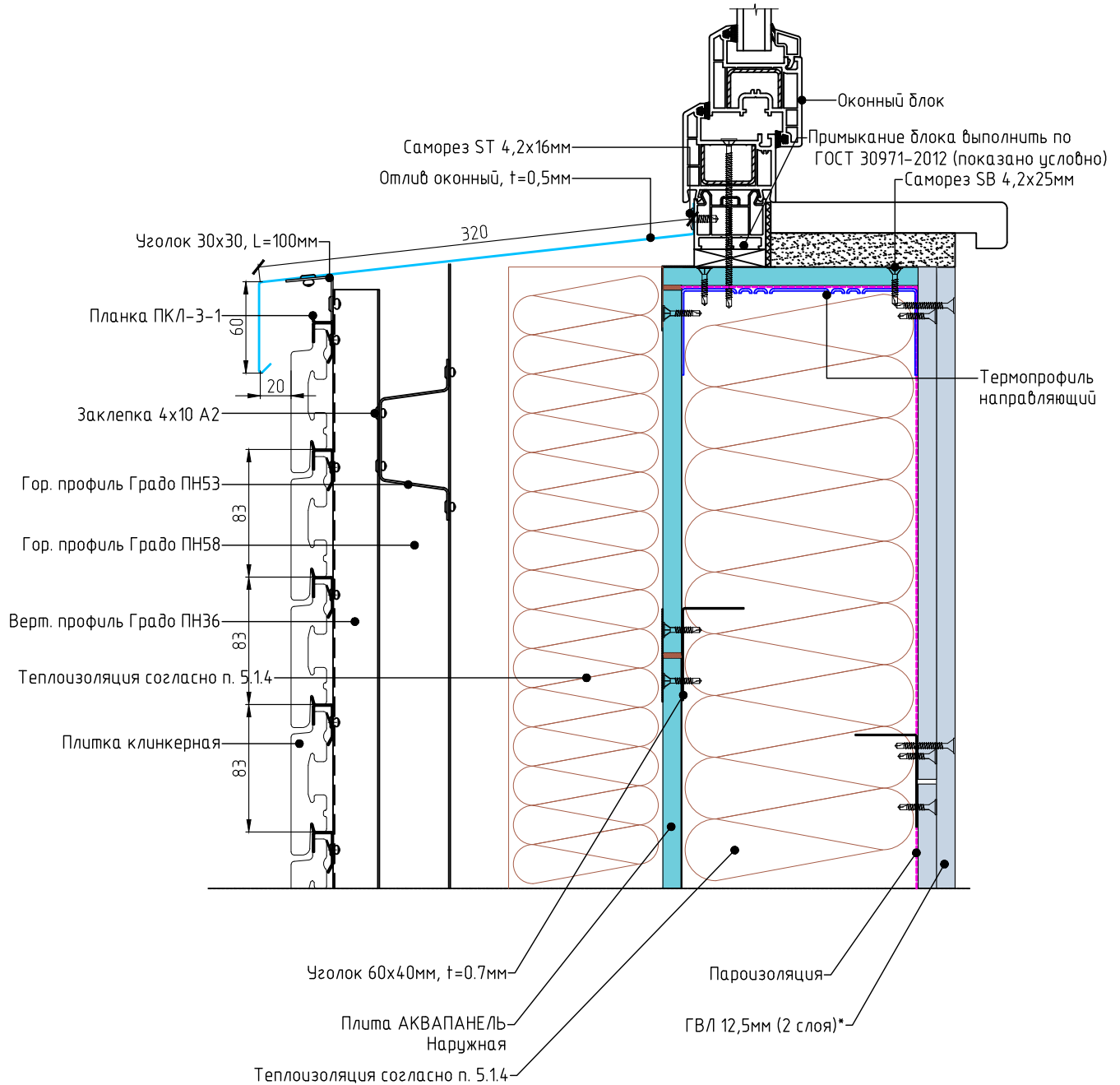
Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8-12мм – см. пояснительную записку.



Узел 5-В. Нижнее примыкание к оконному блоку

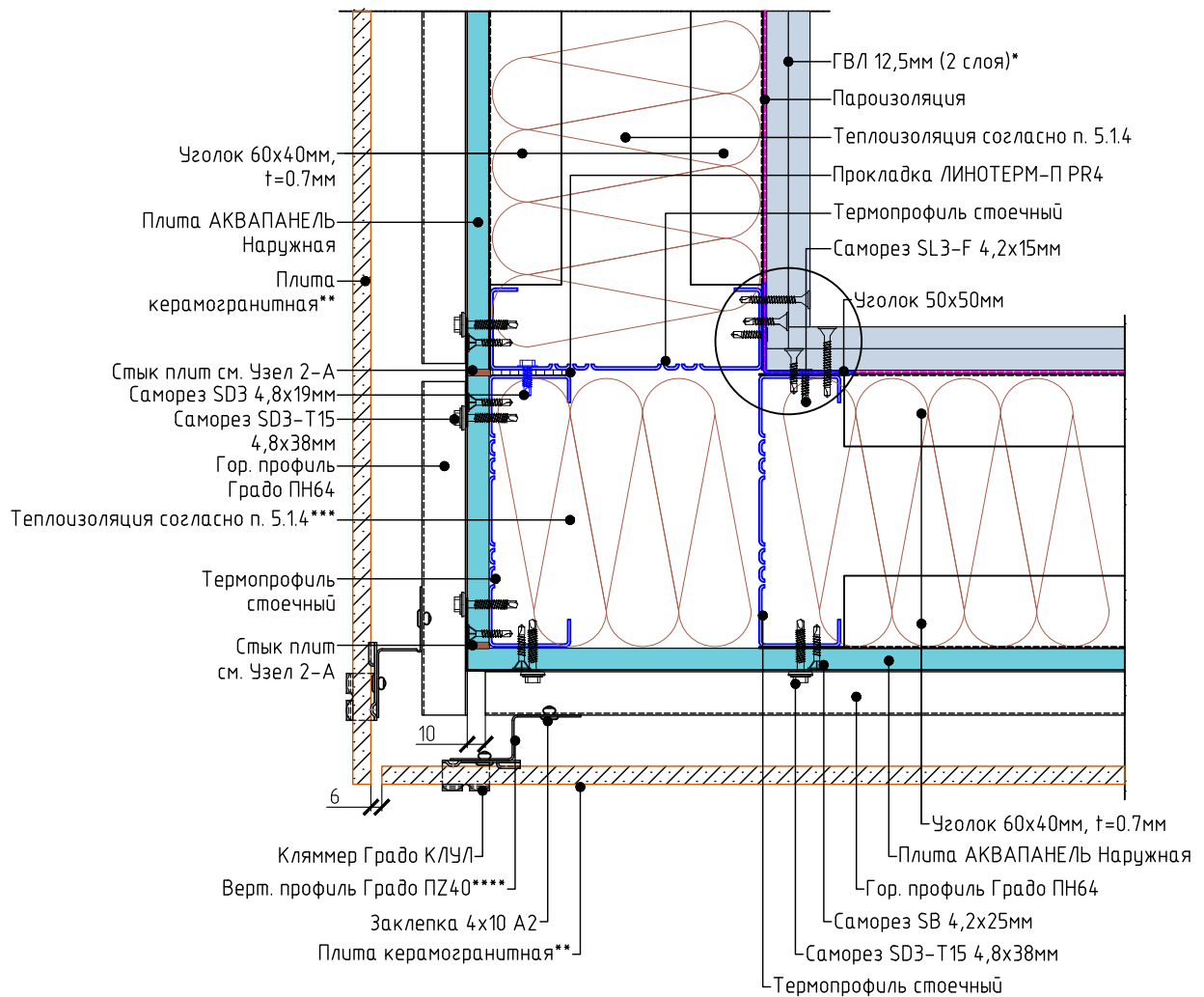


Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

Узел 6. Горизонтальный разрез внешнего угла



Примечания:

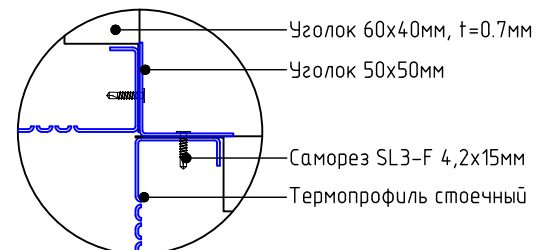
\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

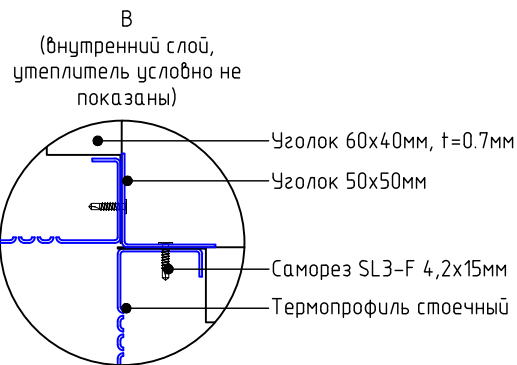
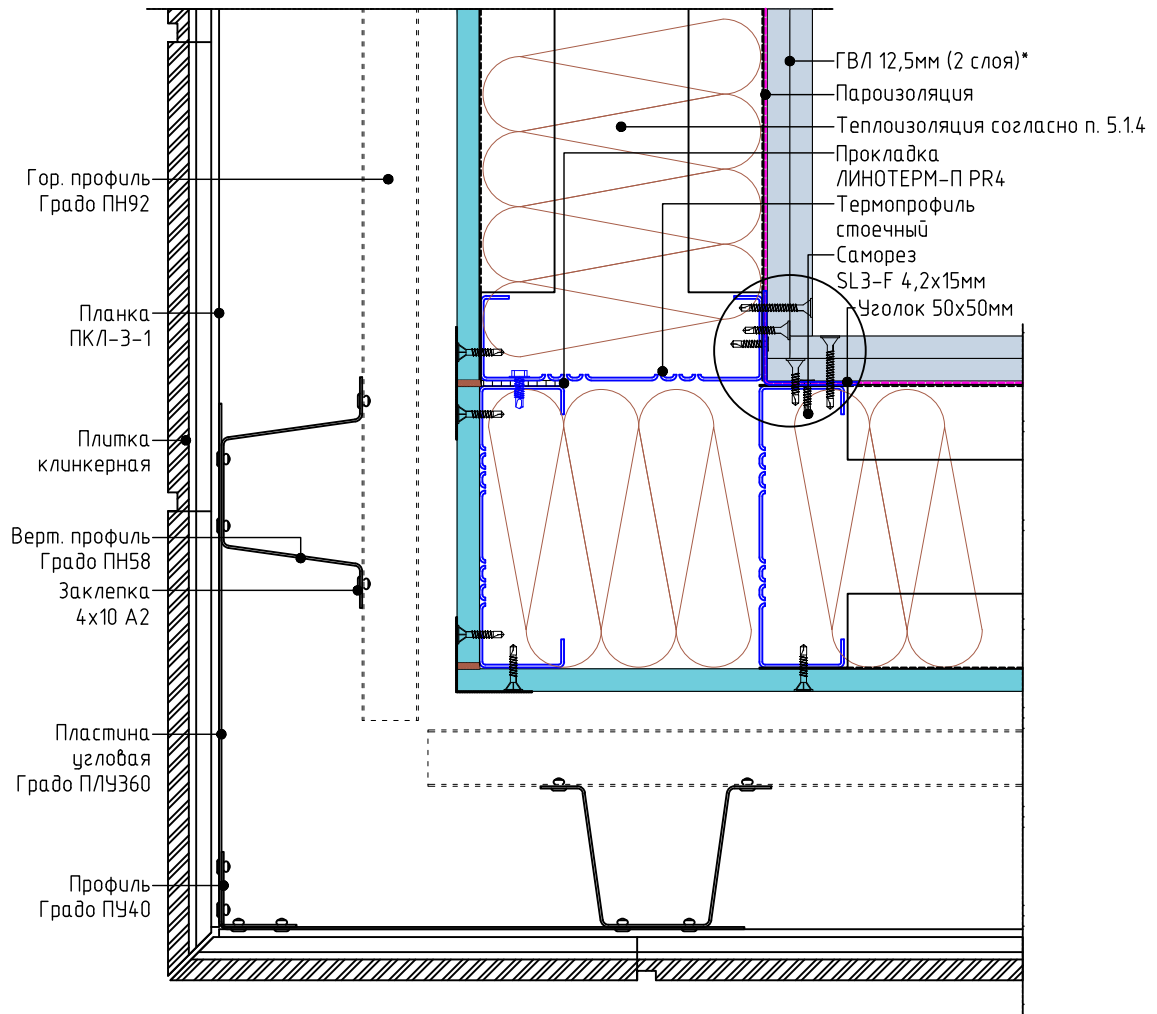
\*\*\* - установить перед монтажом смежной панели;

\*\*\*\* - возможна замена профиля Градо ПЗ40 на профиль Градо ПН64.

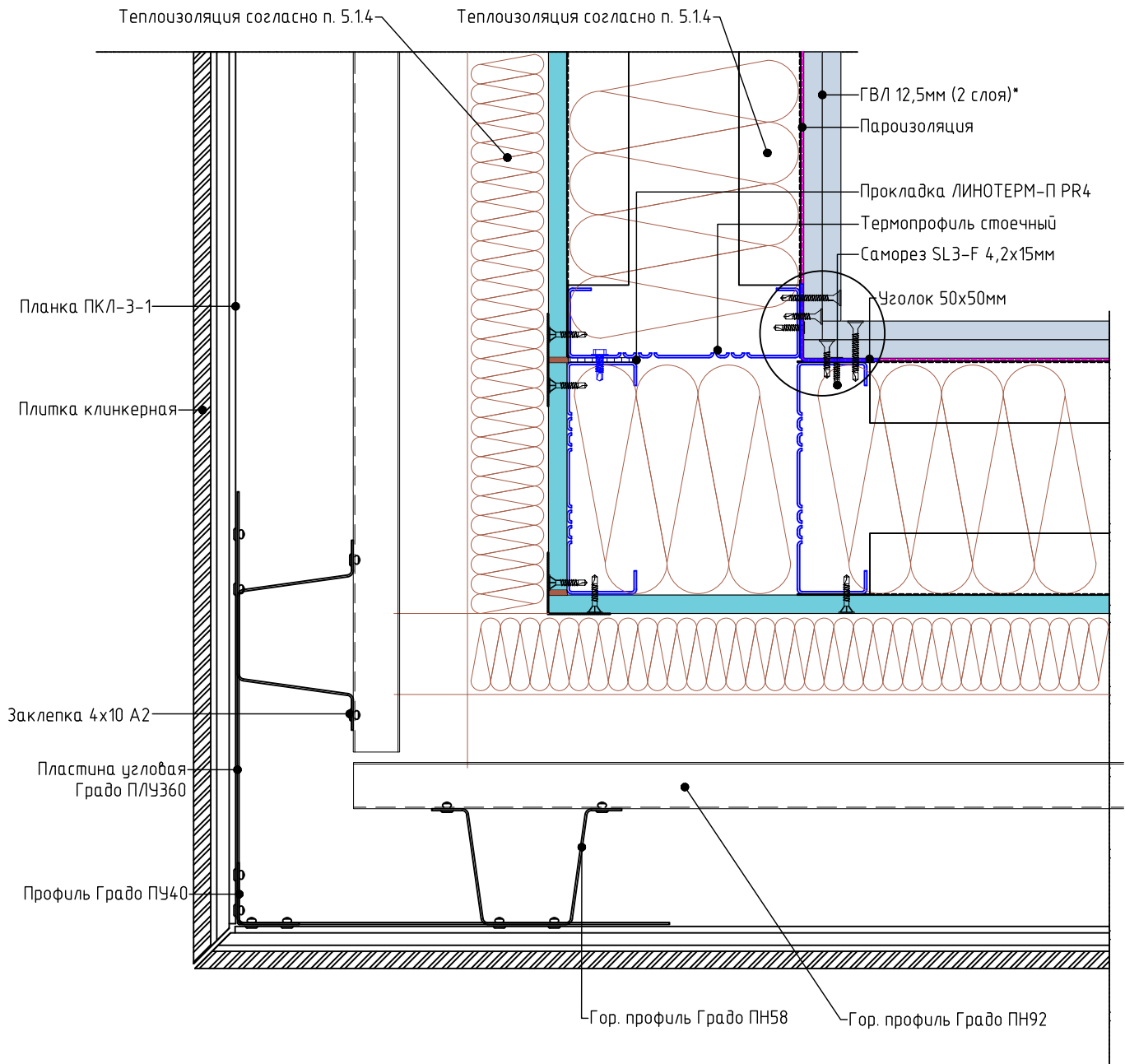
В  
(внутренний слой,  
утеплитель условно не  
показаны)



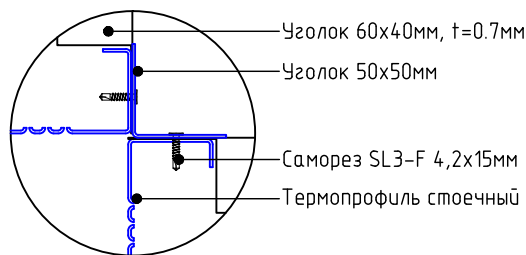
Узел 6.1-A1. Горизонтальный разрез внешнего угла



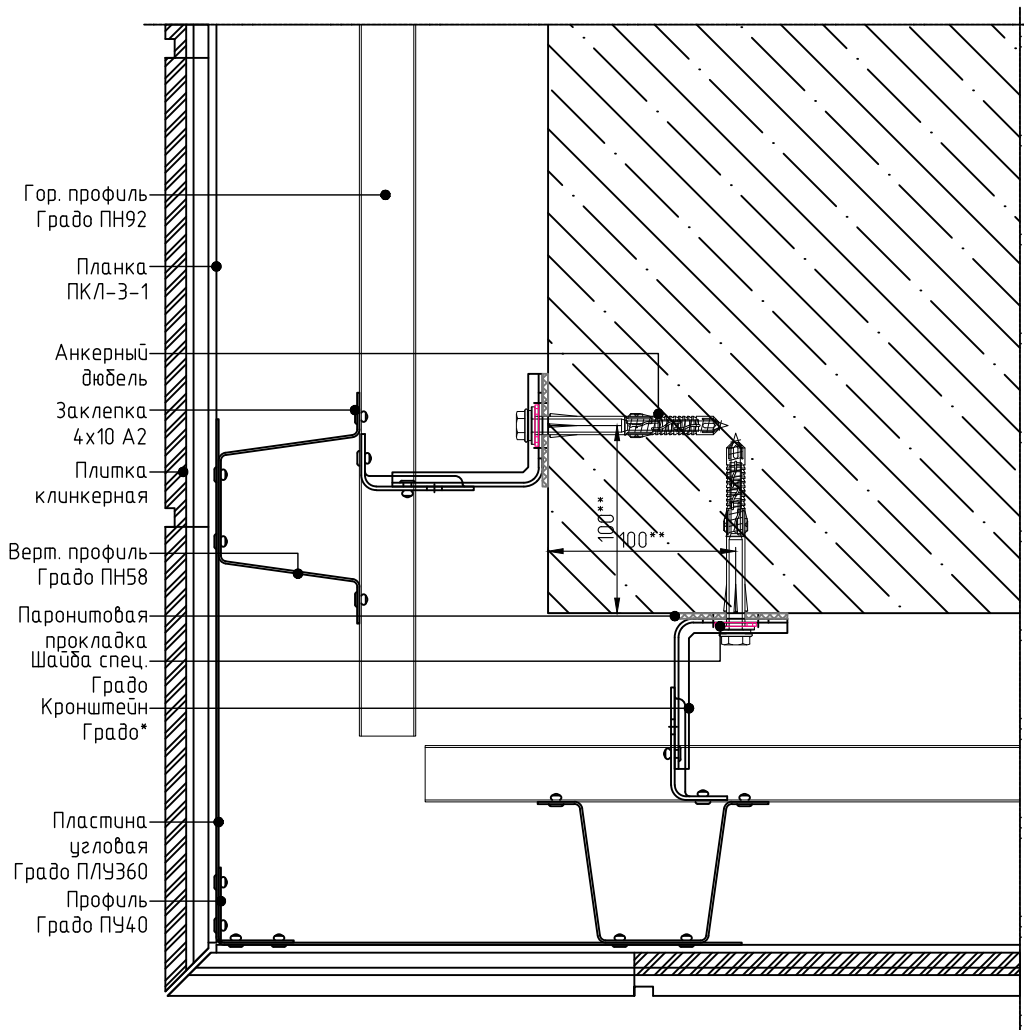
Узел 6.1-В. Горизонтальный разрез внешнего угла



В  
(внутренний слой,  
теплоизоляция условно не  
показаны)



Узел 6.2-А1. Горизонтальный разрез внешнего угла

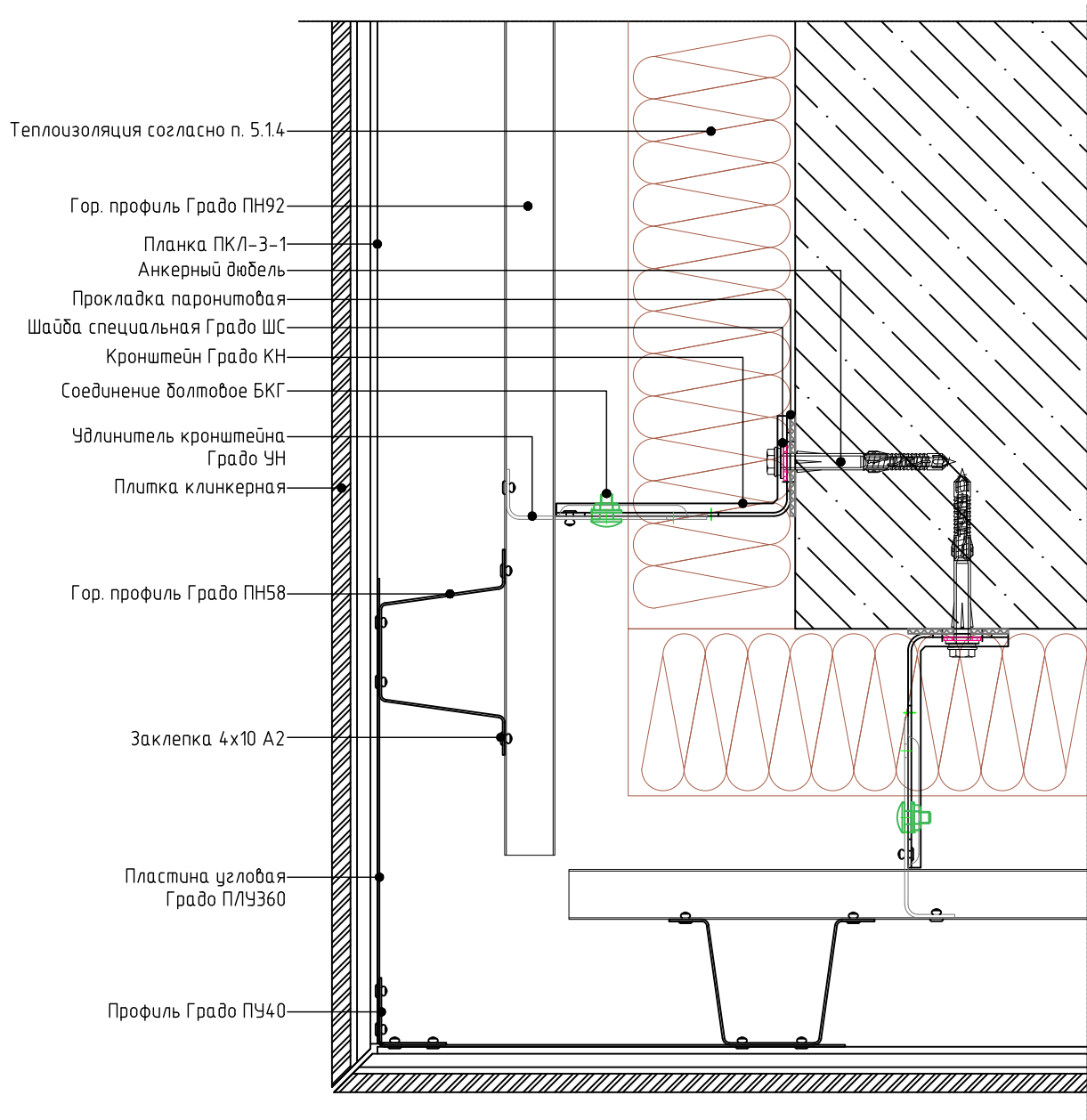


Примечания:

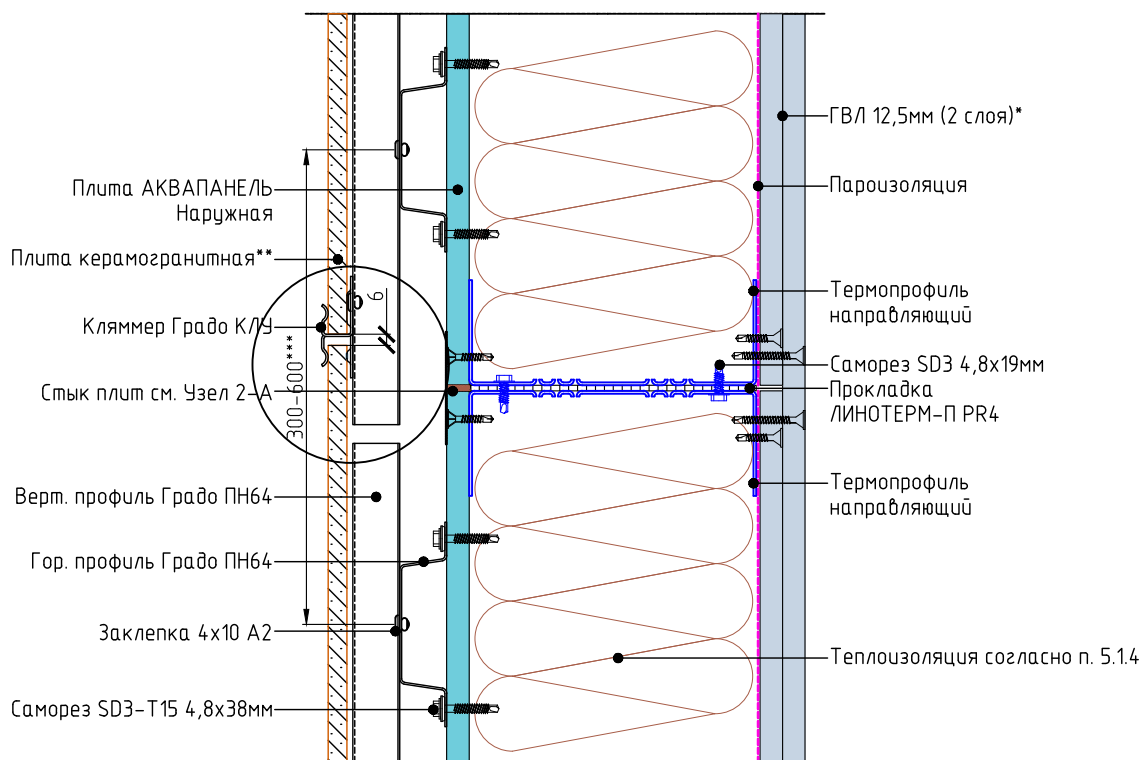
\* - типоразмеры и шаг элементов уточняются на этапе проектирования;

\*\* - минимальные краевые расстояния - см. рекомендации производителя крепежа.

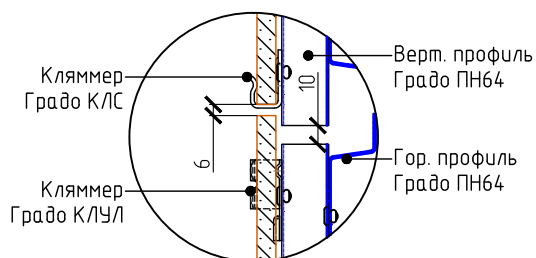
Узел 6.2-В. Горизонтальный разрез внешнего угла



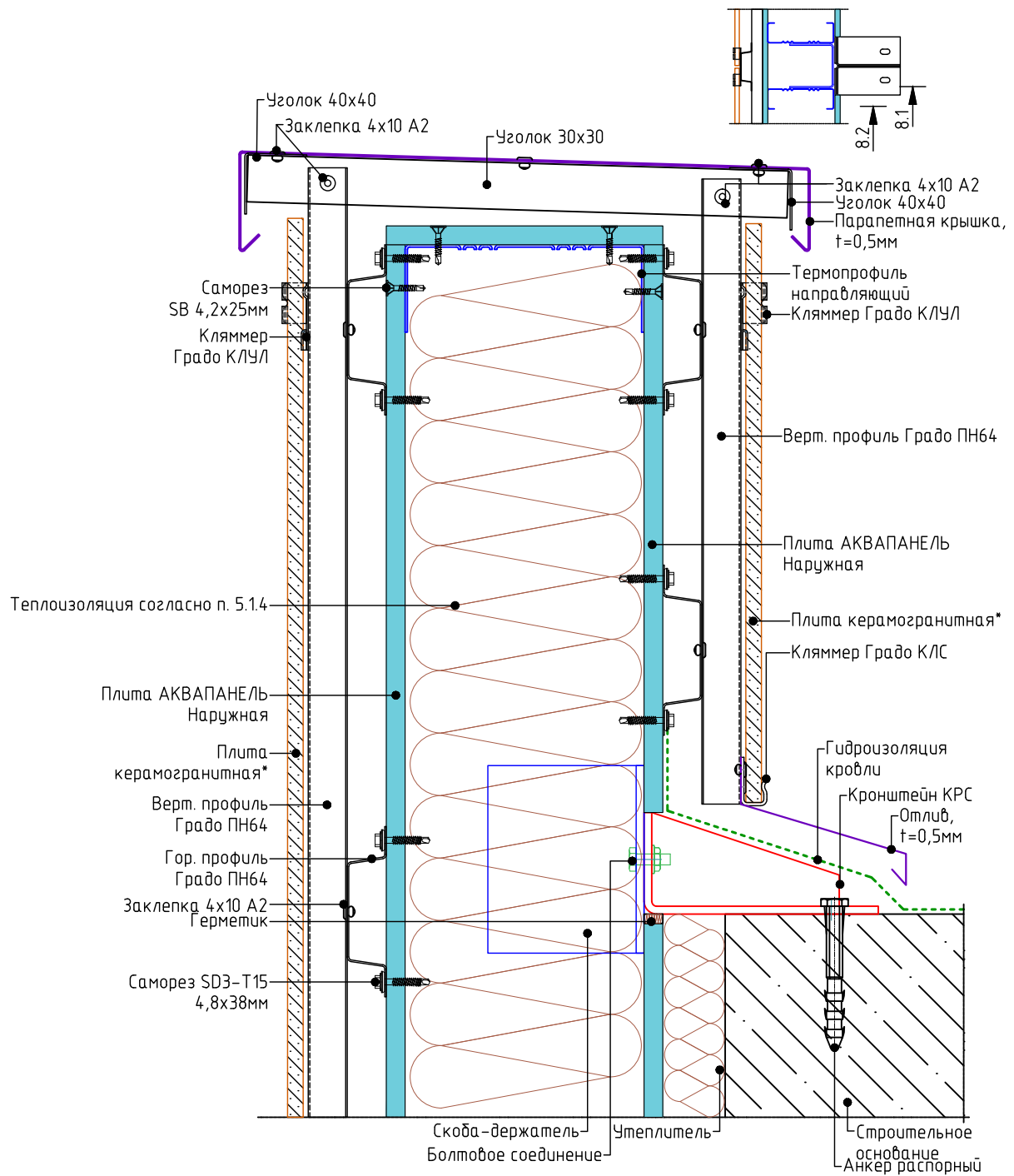
### Узел 7. Вертикальный разрез стыка модулей



Г



Узел 8.1. Вертикальный разрез модуля парапета

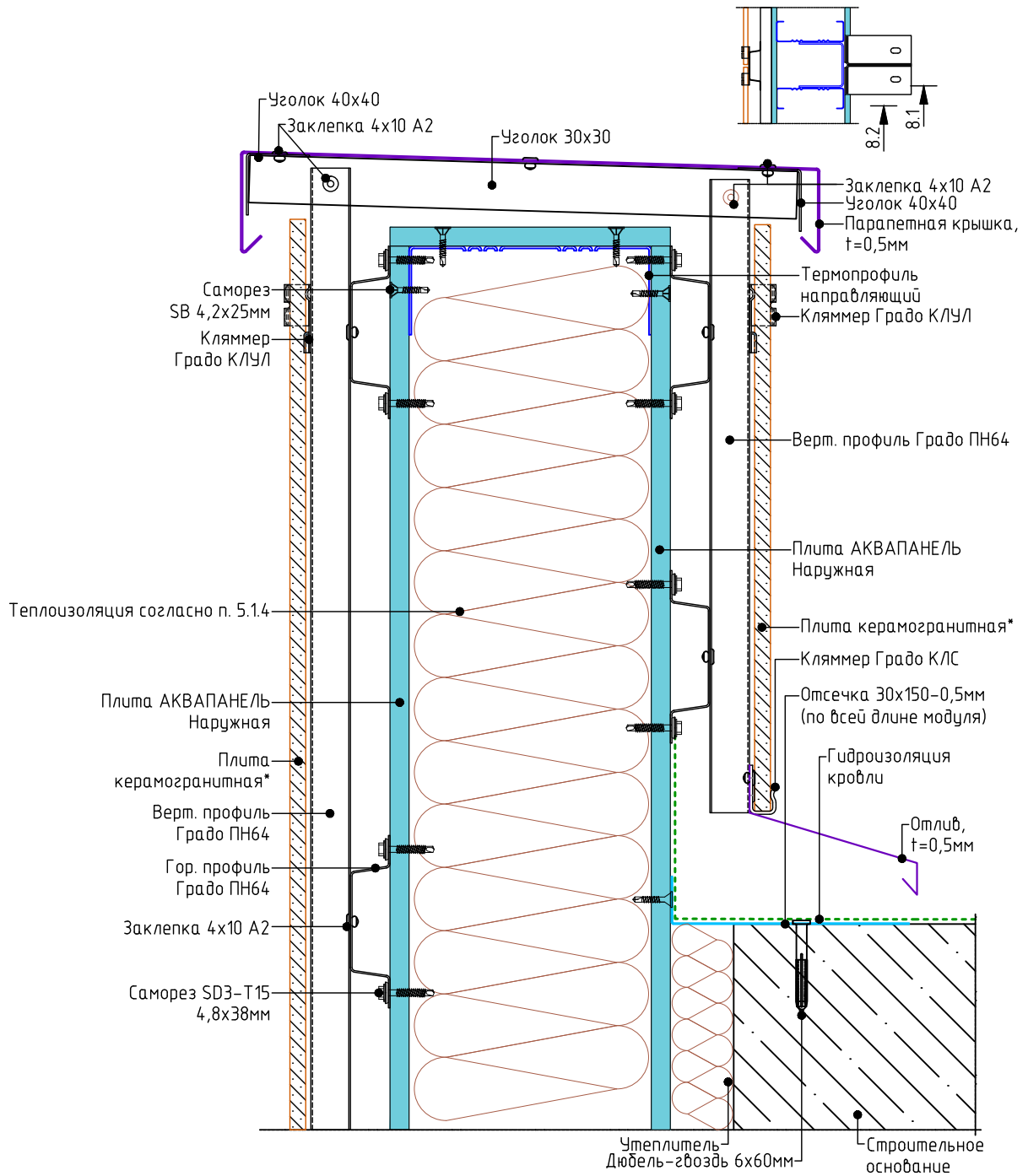


Примечания:

\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.



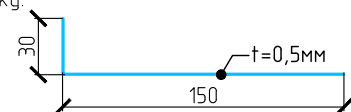
### Узел 8.2. Вертикальный разрез модуля парапета



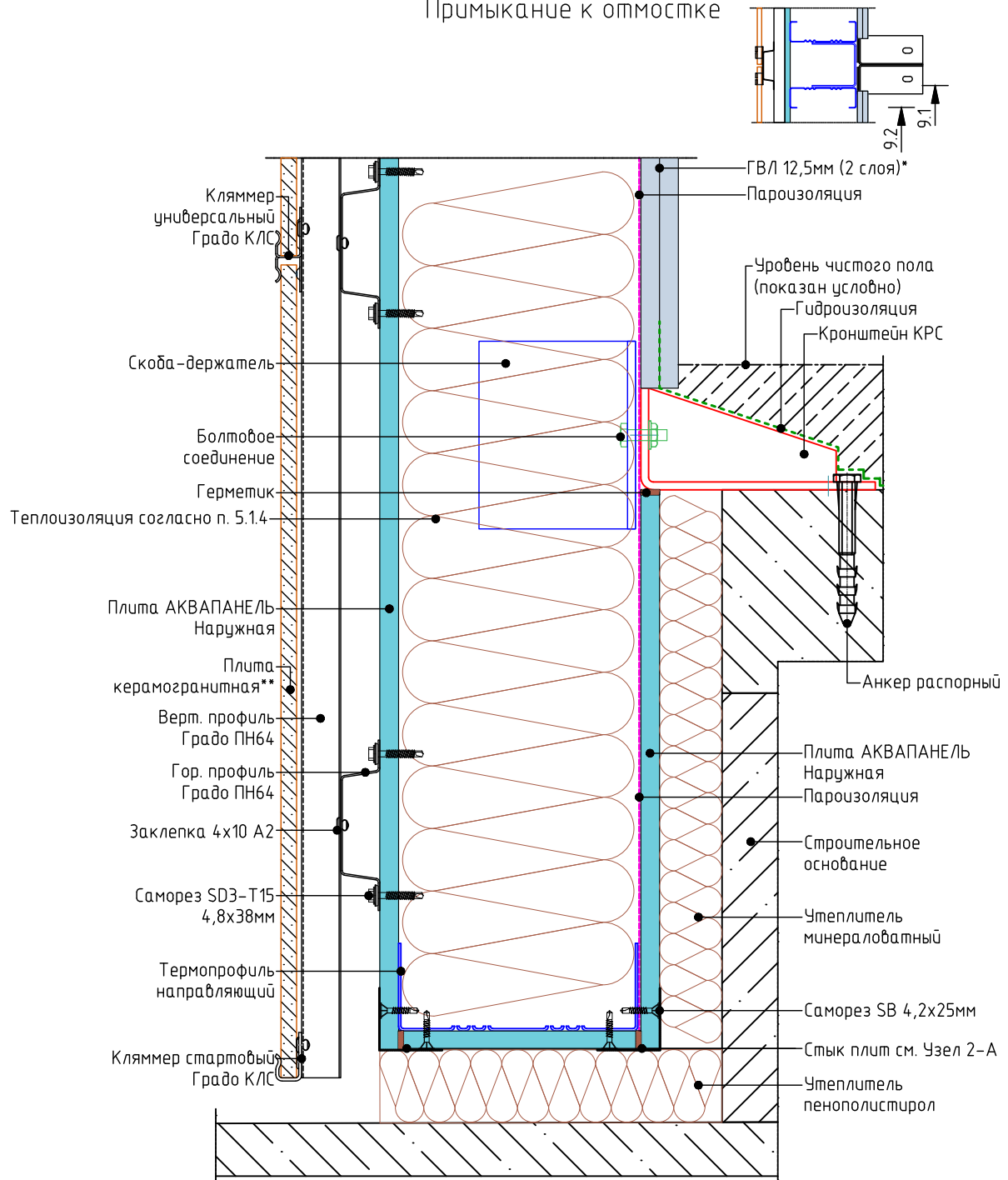
Примечания:

\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

Отсечка



Узел 9.1. Вертикальный разрез стартового модуля  
Примыкание к откоске

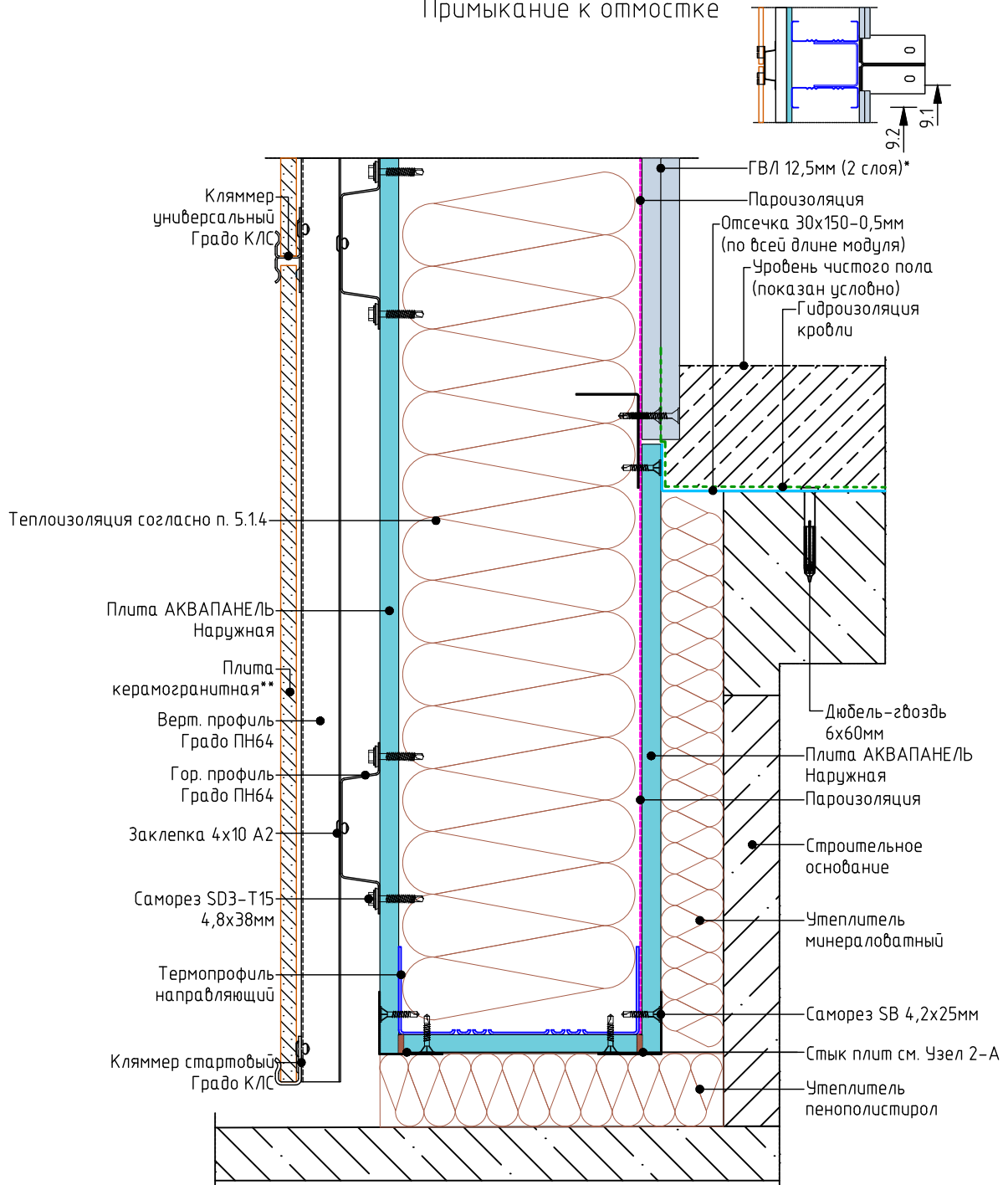


Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

Узел 9.2. Вертикальный разрез стартового модуля  
Примыкание к отмостке

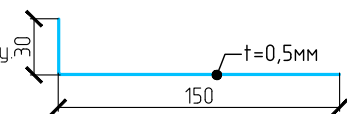


Примечания:

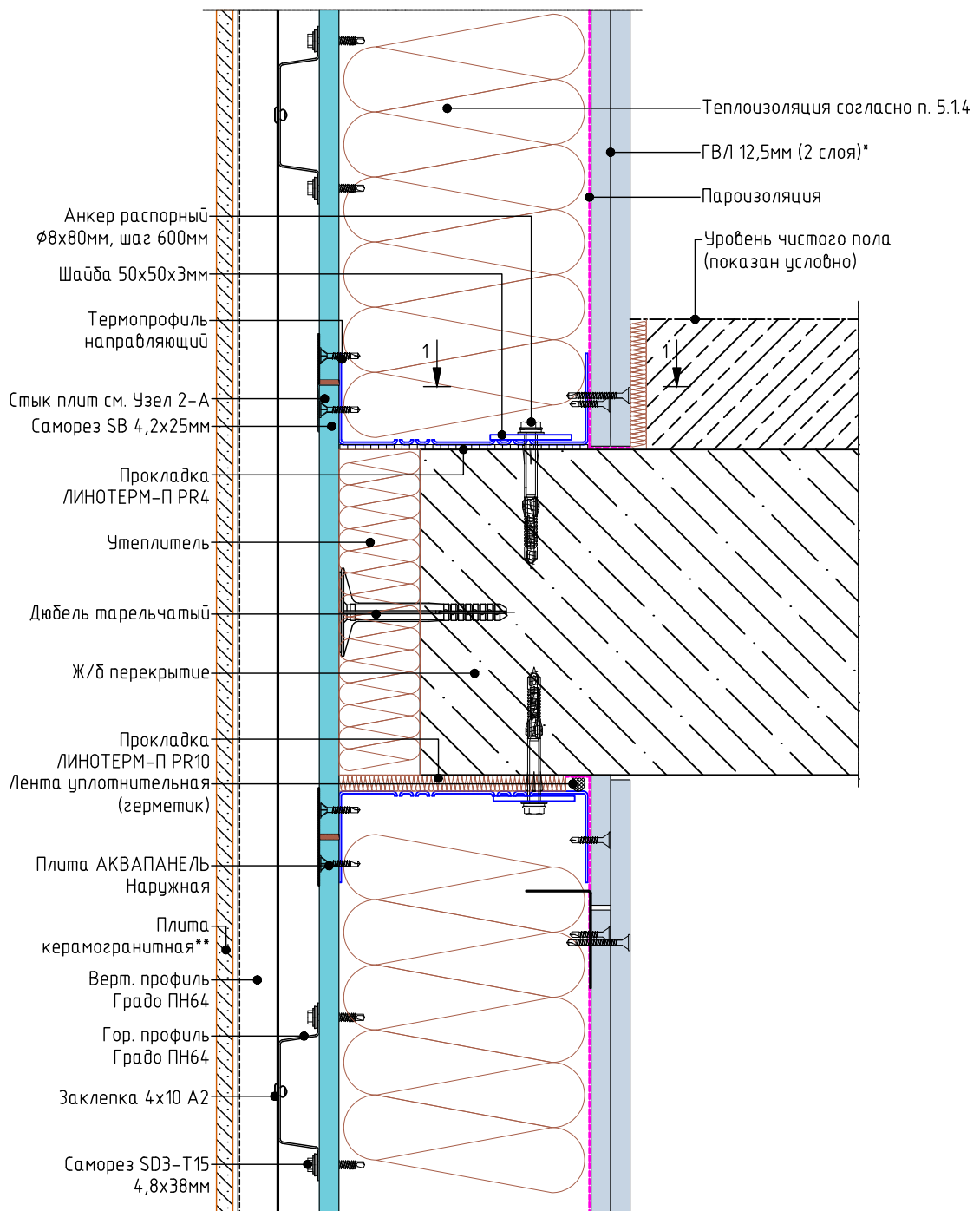
\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

Отсечка



Узел 10.1-А. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию. Вариант 1

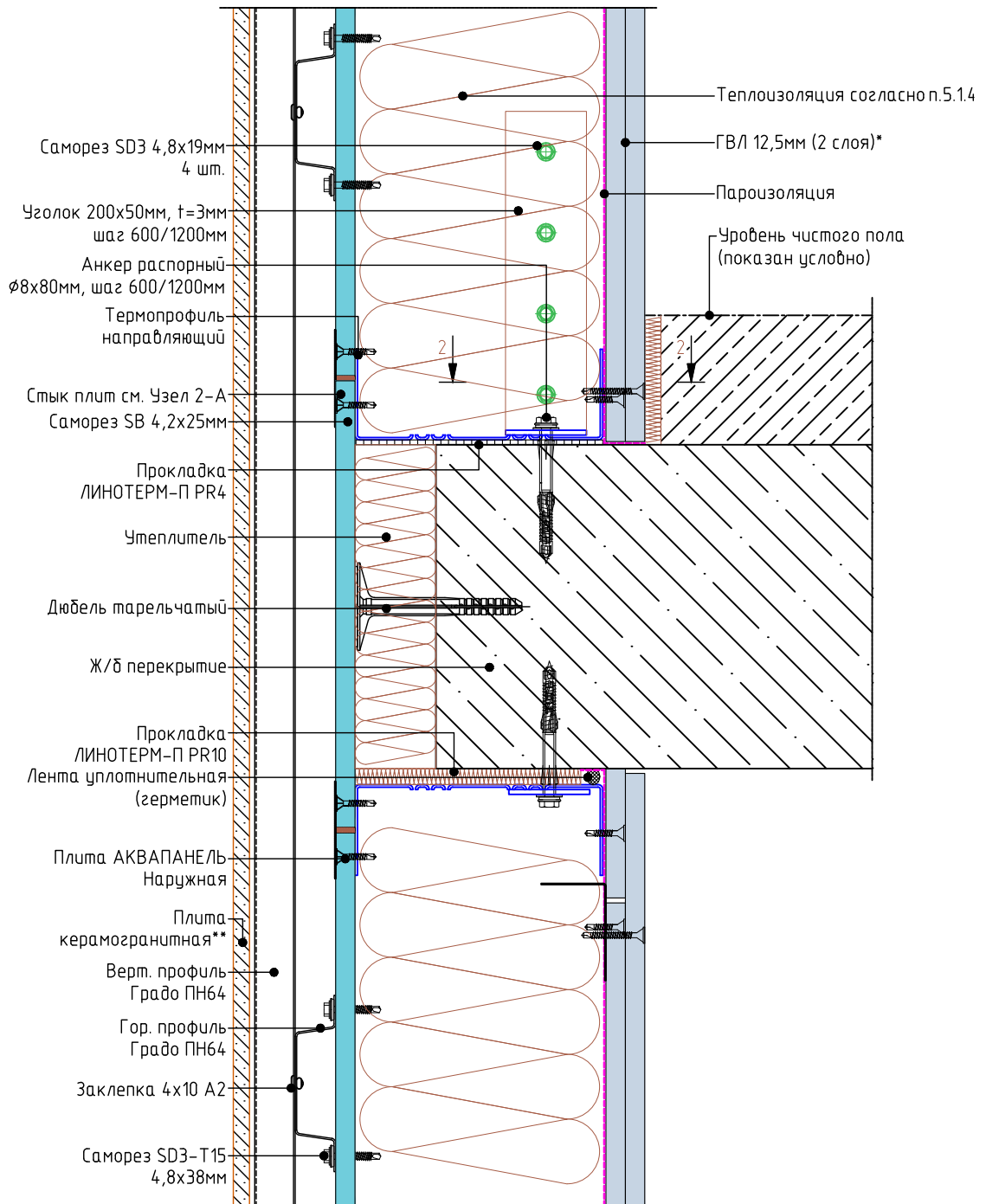


Примечания:

\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

Узел 10.2-А. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию. Вариант 2

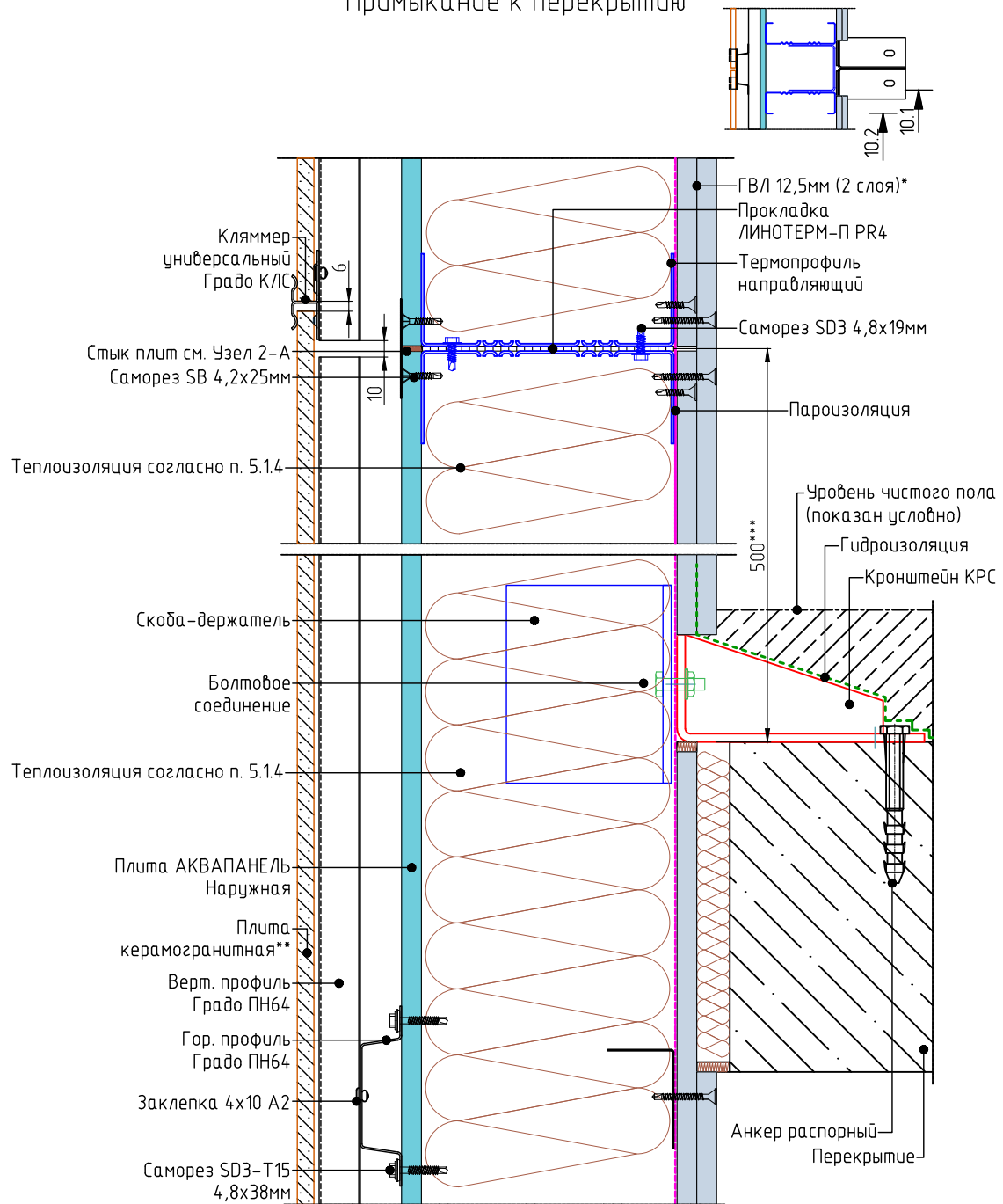


Примечания:

\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.

Узел 10.1-С. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию



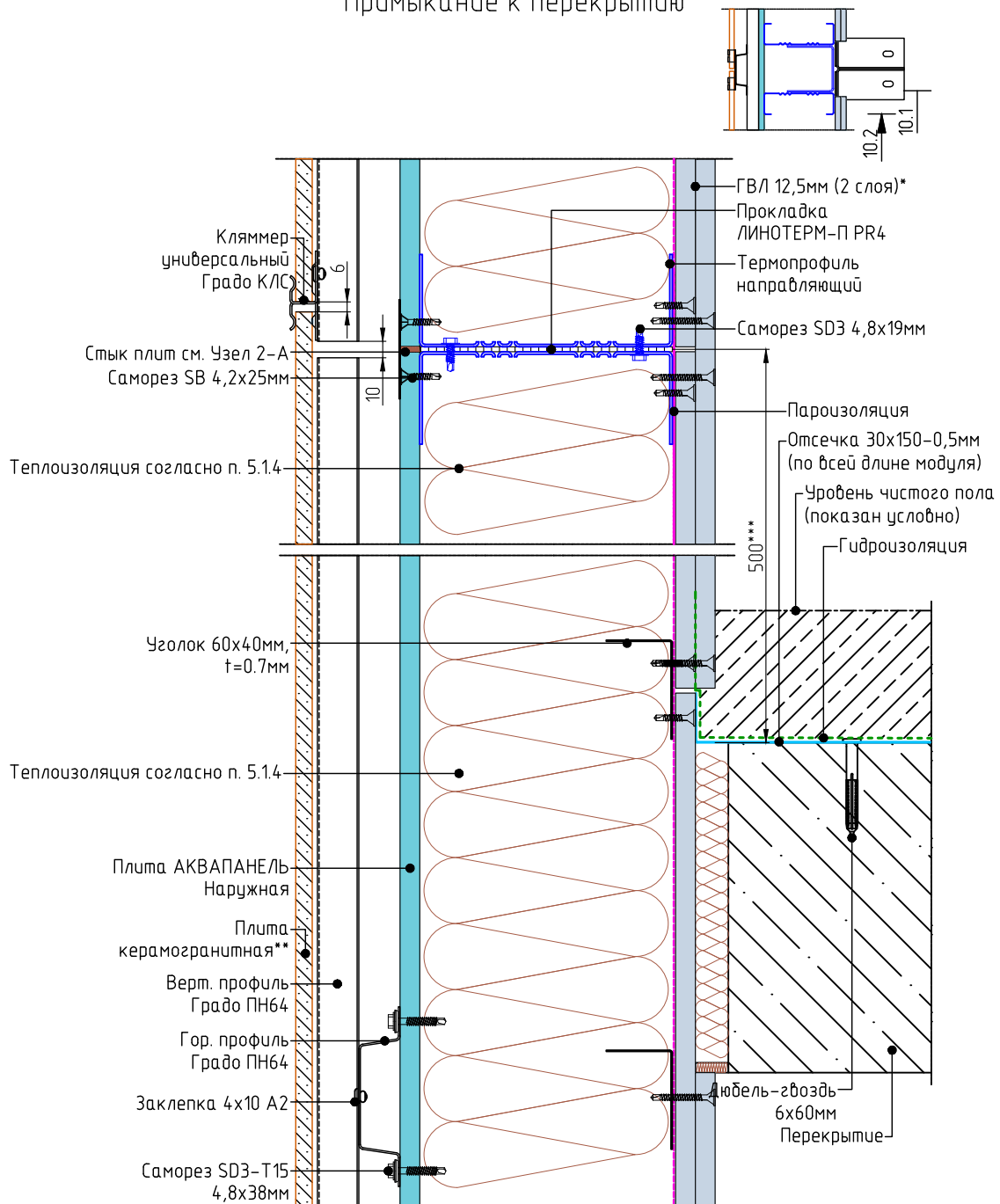
Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

\*\*\* – уточняется при проектировании.

Узел 10.2-С. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию



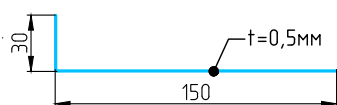
Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

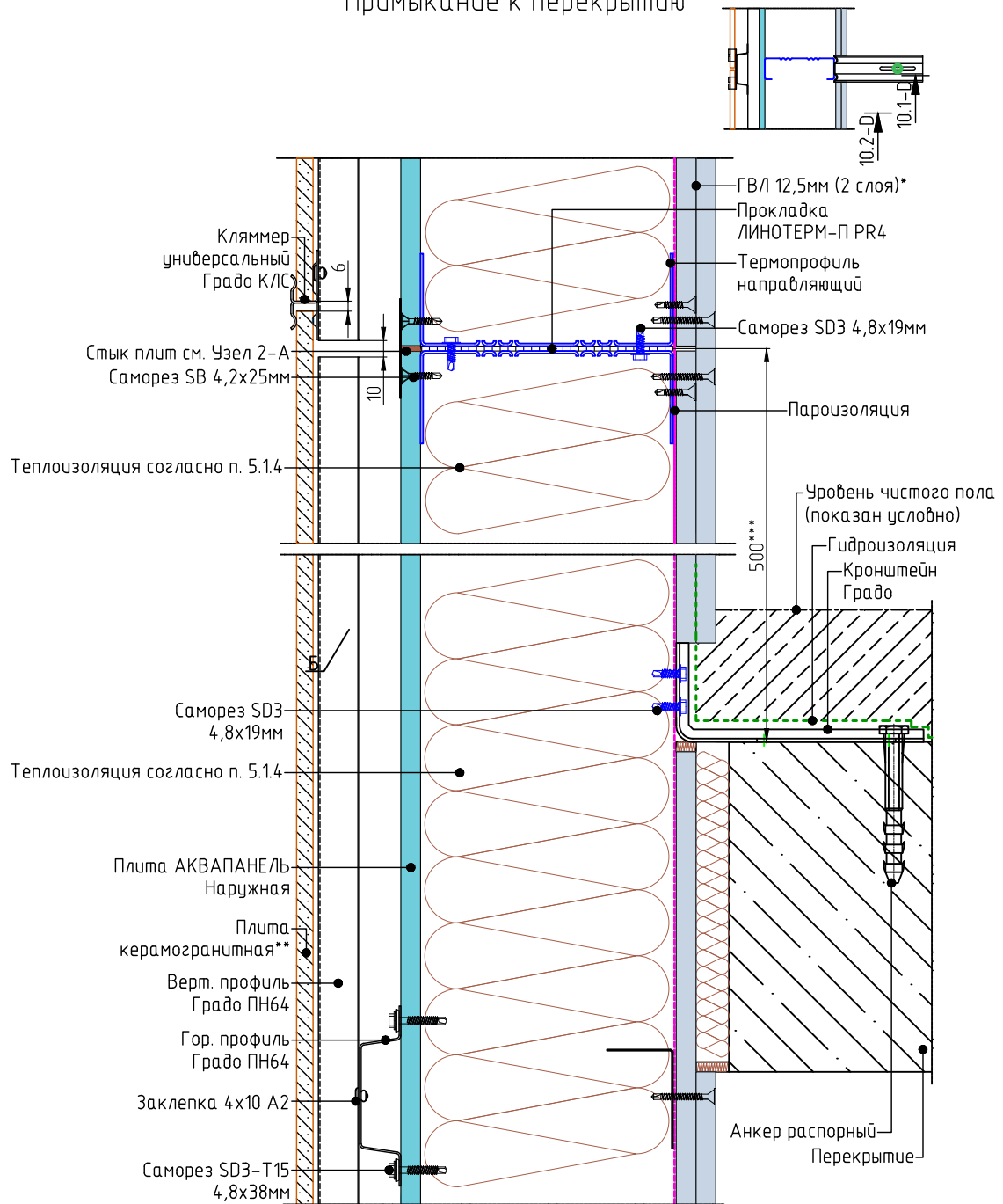
\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

\*\*\* – уточняется при проектировании.

Отсечка



Узел 10.1-D. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию



Примечания:

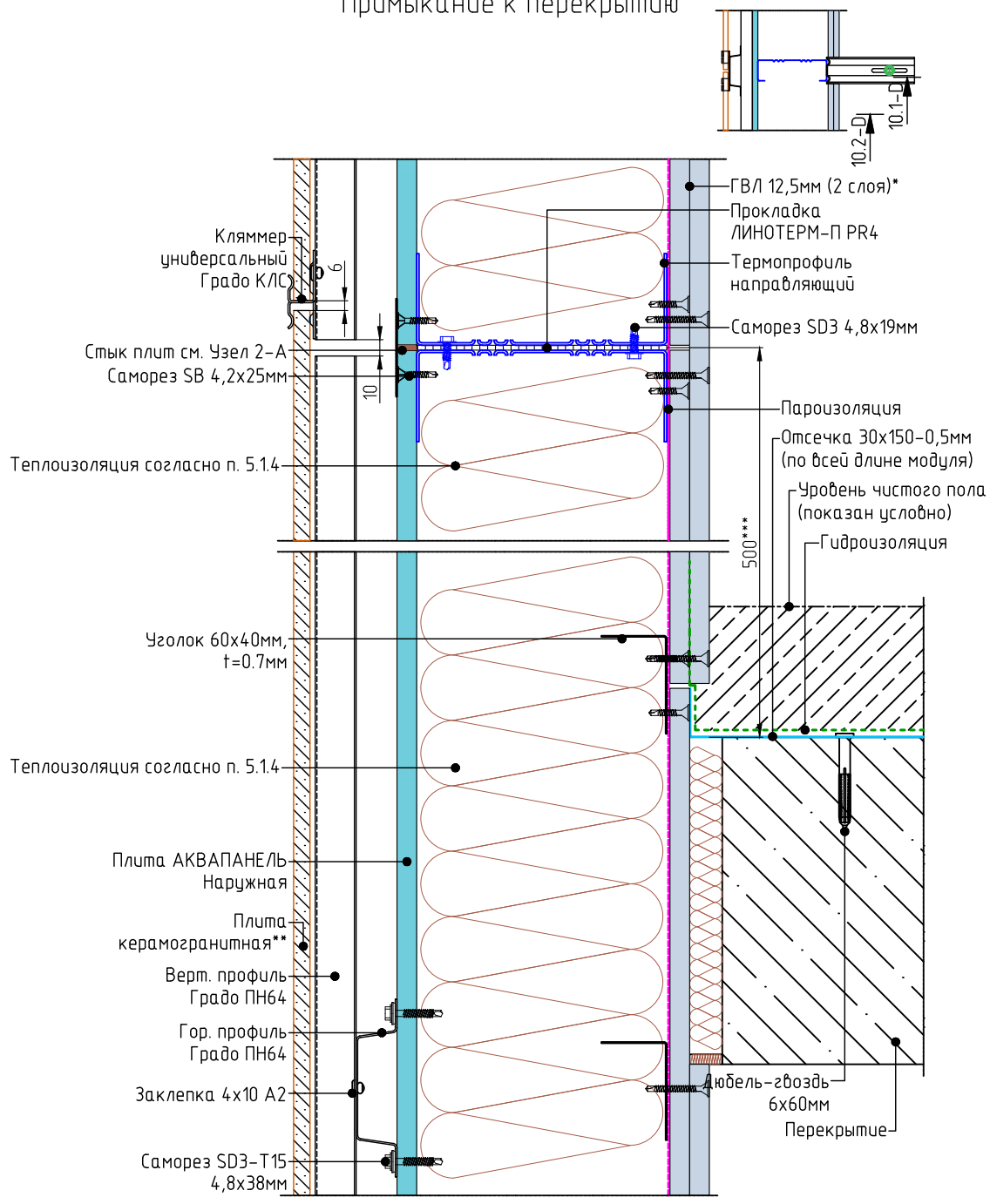
\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8-12мм – см. пояснительную записку.

\*\*\* – уточняется при проектировании.

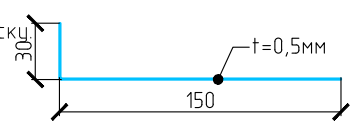


Узел 10.2-D. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию

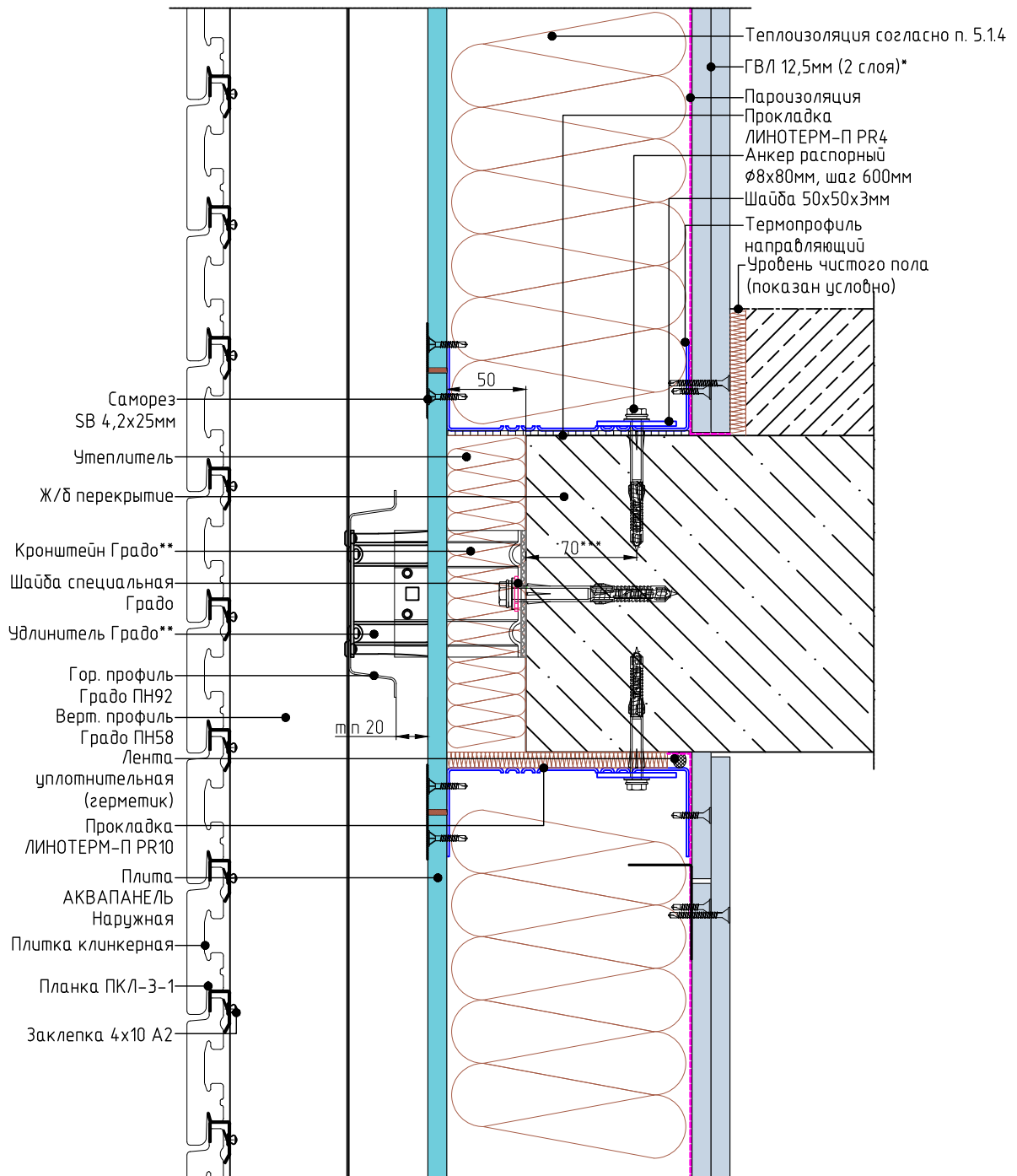


Примечания:  
\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.  
\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку  
\*\*\* - уточняется при проектировании.

Отсечка



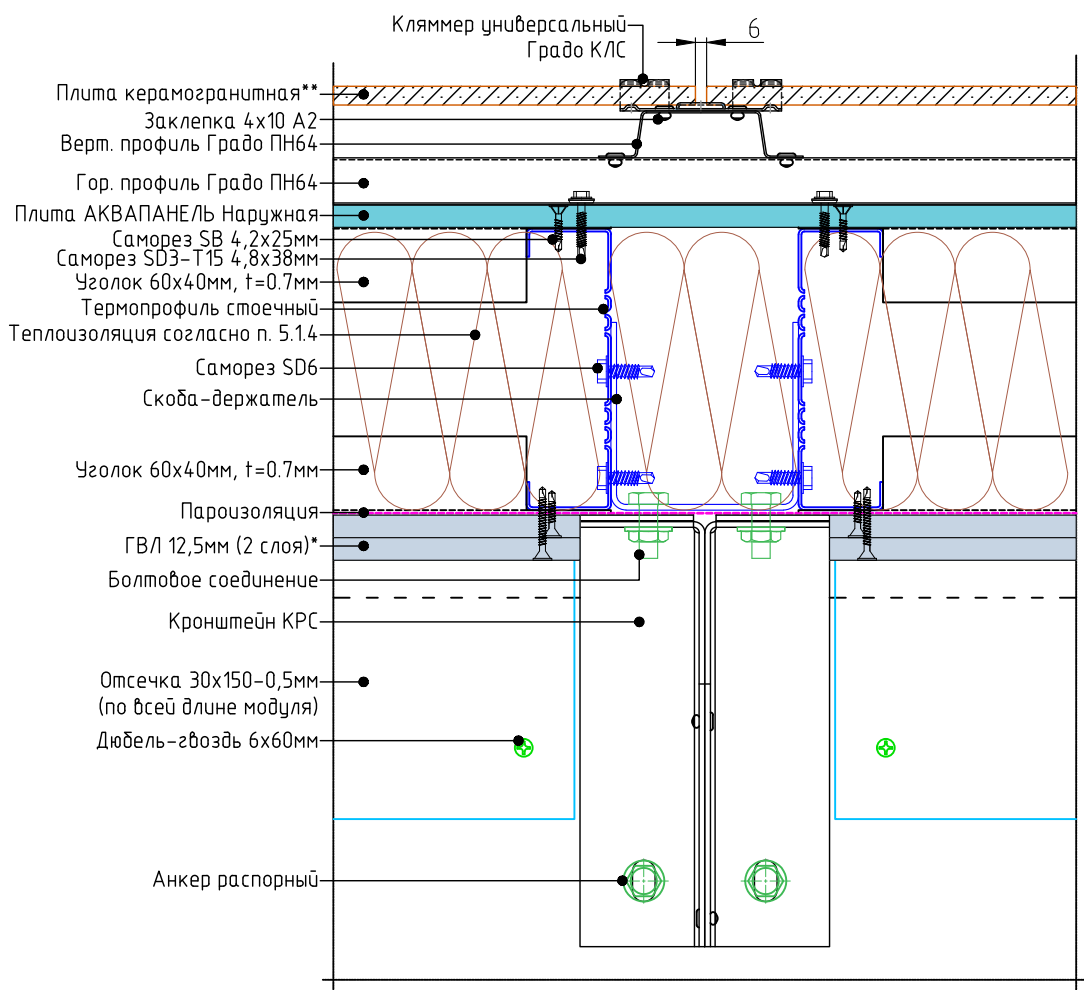
Узел 10.1-A1. Вертикальный разрез рядового модуля  
Примыкание к перекрытию. Вариант 1



Примечания:

- \* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку;
- \*\* – типоразмеры и шаги элементов уточняются на этапе проектирования;
- \*\*\* – минимальные краевые расстояния – см. рекомендации производителя крепежа.

Узел 11-С. Горизонтальный разрез узла крепления модуля

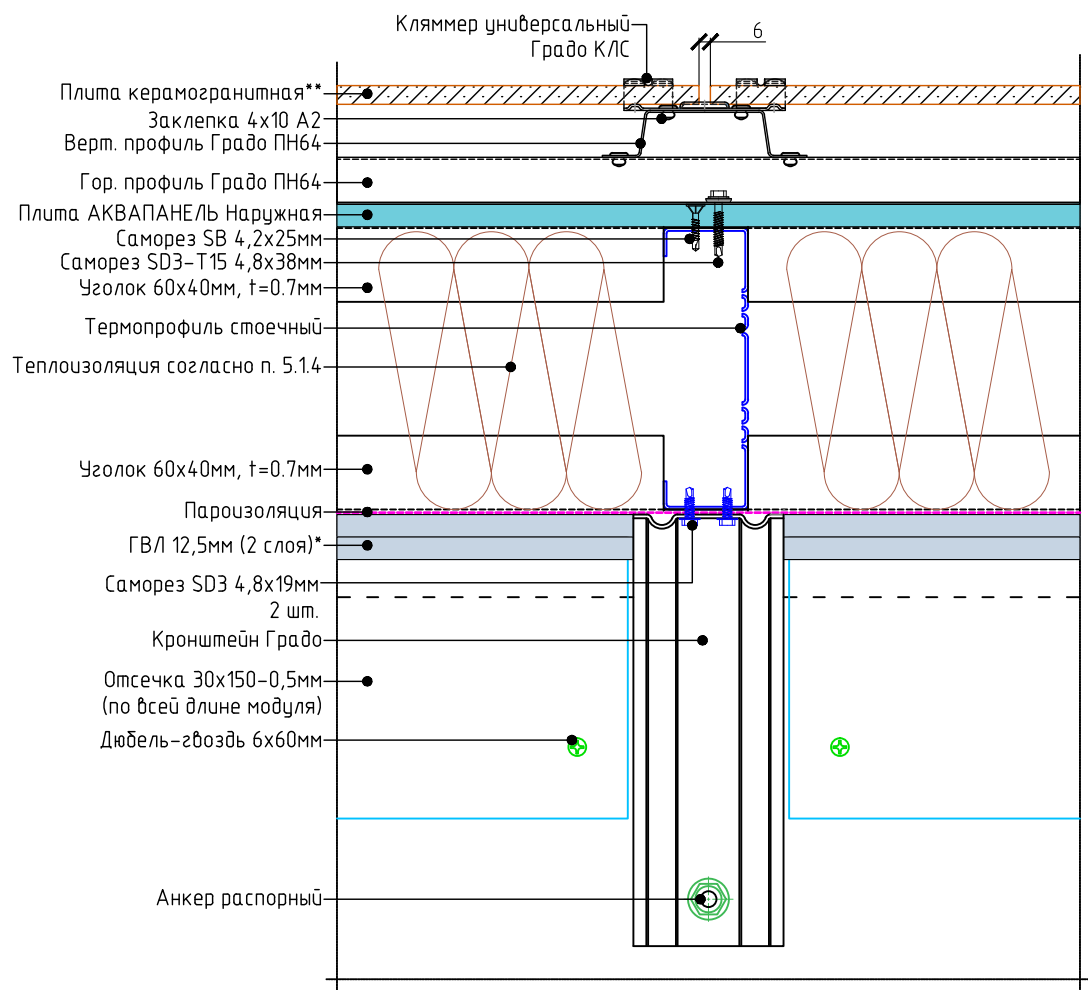


Примечания:

\* – состав внутреннего слоя – см. пояснительную записку.

\*\* – толщина керамогранита 8–12мм – см. пояснительную записку.

Узел 11-D. Горизонтальный разрез узла крепления модуля



Примечания:

\* - состав внутреннего слоя - см. пояснительную записку.

\*\* - толщина керамогранита 8-12мм - см. пояснительную записку.





СИСТЕМНОЕ И ПРОВЕРЕННОЕ  
РЕШЕНИЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ  
КАРКАСНЫХ ПЕРЕГОРОДОК

## 6. ПЕРЕГОРОДКИ

6.1. Перегородки представляют собой конструкцию, включающую металлический или деревянный каркас, звукоизоляционный слой и обшивку из гипсокартонных (ГКЛ) либо гипсоволокнистых (ГВЛ) листов, закрепленных к каркасу на самонарезающих винтах.

6.2. В качестве металлического каркаса применяют оцинкованные профили стандартной длины 2750, 3000, 4000 и 4500 мм. Металлический каркас состоит из стоечных профилей ПС 50/50, ПС 75/50 или ПС 100/50 и направляющих ПН 50/40, ПН 75/40 и ПН 100/40.

6.3. Стойки и направляющие деревянного каркаса выполняются из брусков сечением соответственно 60x50 и 60x40 мм, изготовленных из хвойных пород древесины не ниже 2 сорта по ГОСТ 8486. Бруски каркаса должны быть обработаны антипиренами и антисептиками в соответствии с требованиями СП 70.13330. Влажность древесины не должна превышать  $12\pm 3\%$ .

6.4. В качестве звукоизоляционного материала предусмотрено применение стекловолокнистых плит и матов марок AR, AS, AS+.

6.5. Каркасно-обшивную перегородку необходимо устанавливать не на конструкцию пола, а непосредственно на несущую плиту перекрытия через уплотнительные прокладки. При этом, между конструкцией пола и перегородкой должен быть установлен упругий звукоизоляционный вкладыш толщиной 15-20 мм, например из стекловолокнистых или минераловатных плит плотностью 75-100 кг/м<sup>3</sup>. Такой звукоизоляционный вкладыш должен быть установлен по всему периметру данного помещения, так чтобы конструкции пола не имели жестких связей с вертикальными ограждениями.

6.6. Крепление направляющих металлических профилей и деревянных брусков каркасов к полу и потолку, а также стоек, примыкающих к стенам или колоннам, следует предусматривать с помощью дюбелей, располагаемых с шагом не более 1000 мм, но не менее 3 креплений на один профиль (брус).

6.7. Стоечные профили (ПС) каркаса устанавливают между верхним и нижним направляющими профилями (ПН) с шагом 600 мм (400, 300 мм – в необходимых случаях).

Крепление стоечного профиля к направляющему следует выполнять методом «просечки с отгибом», а деревянных стоек гвоздями и винтами.

6.8. Гипсокартонные листы обшивки необходимо крепить к стойкам каркаса через упругие прокладки толщиной 3-5 мм из мягкой резины, пористого полиэтилена и т.п. при помощи самонарезающихся винтов.

6.9. Все стыки между отдельными гипсокартонными листами необходимо тщательно герметизировать, например, зашпаклевать гипсовыми шпаклевками. В случае установки нескольких слоев гипсокартонных листов с той или иной стороны



каркаса, стыки соседних слоев не должны совпадать между собой. При этом следующий слой гипсокартонной обшивки устанавливают только после тщательной герметизации швов предыдущего слоя.

Возможные горизонтальные швы гипсокартонных листов смещают один относительно другого по высоте минимум на 400 мм.

Для надежной герметизации стыков необходимо на торцах кромок стыкующихся гипсокартонных листов снять фаску под шпаклевку.

6.10. При организации узла примыкания перегородки с потолка гипсокартонные листы не доводят до плиты перекрытия на 10-15 мм, а образованный промежуток тщательно заполняют герметиком.

6.11. Звукопоглощающие маты (плиты) должны быть надежно закреплены в пространстве между обшивками так, чтобы исключалась возможность их проседания в процессе эксплуатации. Это достигается их укладкой «в распор» с уплотнением путем увеличения линейных размеров по высоте и ширине не менее чем на 5% по сравнению с установочными размерами конструкции. Проседание звукоизоляции ведет к резкому снижению индексов изоляции воздушного шума перегородки.

Толщина звукоизоляционного слоя должна быть не менее половины расстояния между внутренними поверхностями листов обшивки.

6.12. При монтаже перегородки должны быть исключены все возможные щели и сквозные отверстия, жесткие связи между независимыми каркасами за счет применения упругих прокладок. Нарушение этих требований может привести к существенному снижению звукоизоляции.

6.13. В каркасно-обшивных перегородках необходимо использовать электрофурнитуру (выключатели, штепсельные розетки и т.п.) накладного типа, установка которой не требует вырезывания отверстий в листах обшивки.

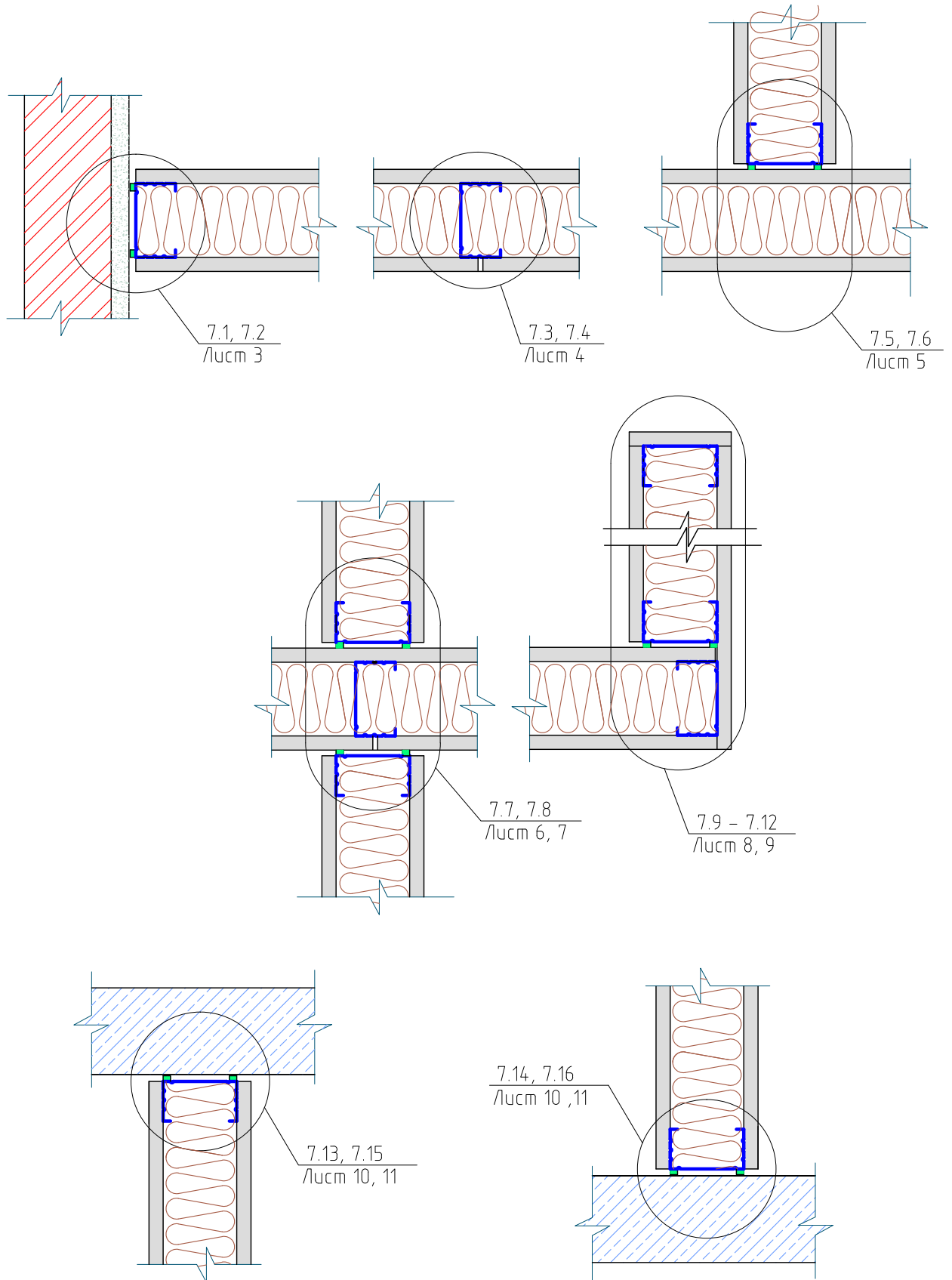
В случае установки электрофурнитуры врезного типа, установочные коробки с противоположных сторон перегородки не должны быть расположены соосно, их необходимо максимально сместить между собой. Все неплотности в установочных коробках необходимо тщательно герметизировать герметиком или гипсовой шпаклевкой.

6.14. Пределы огнестойкости и типы применяемых перегородок, выполняющих функции противопожарных преград, должны соответствовать степени огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков согласно требованиям Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

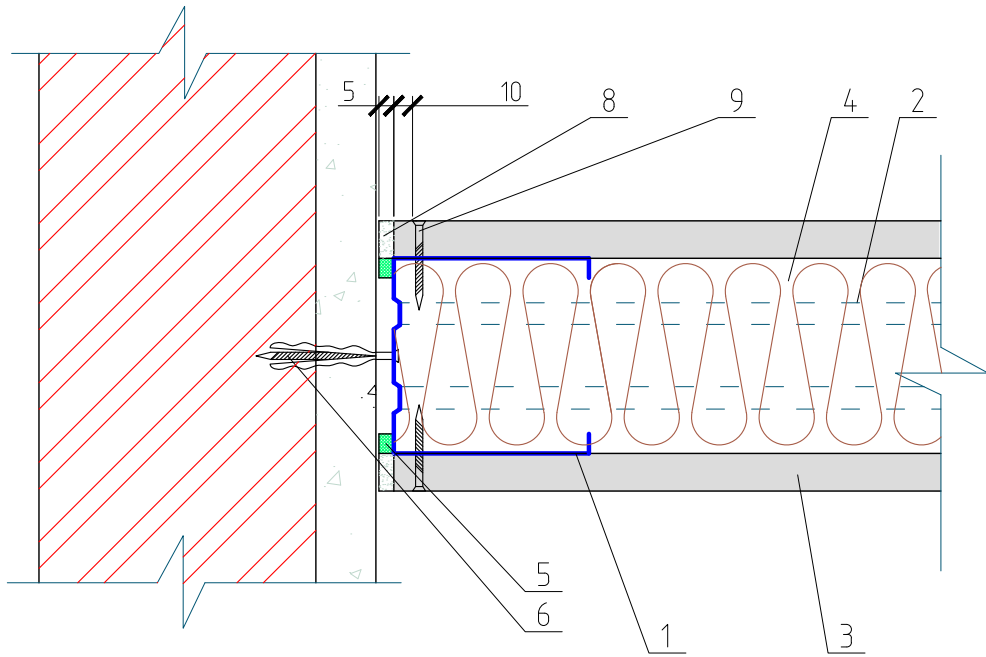


## Перегородки на металлическом каркасе

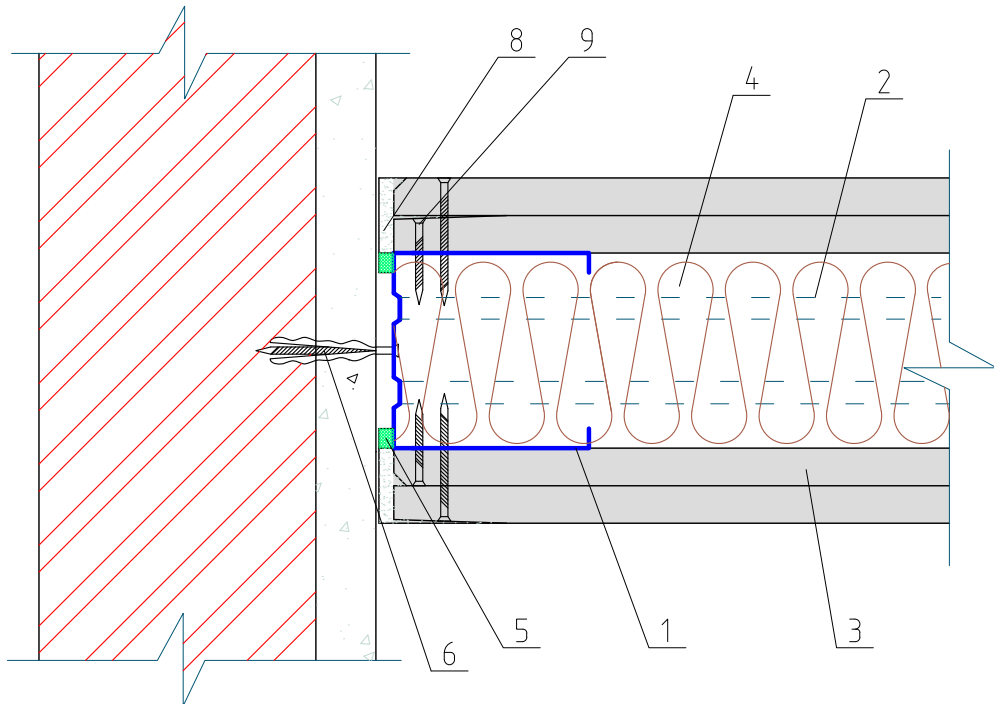
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Стальной стоечный профилированный каркас ПС	8	Шпаклевка
2	Стальной направляющий профилированный каркас ПН	9	Самонарезающий винт
3	Гипсокартонные плиты (ГКП)	10	Грунтовка
4	Звукоизоляция согласно п. 5.4	11	Угловая армирующая лента и шпаклевка
5	Уплотняющая лента	12	Междуэтажная плита перекрытия
6	Дюбель	13	Армирующий защитный уголок с последующим шпаклеванием
7	Покрытие пола	14	Лента кромочная



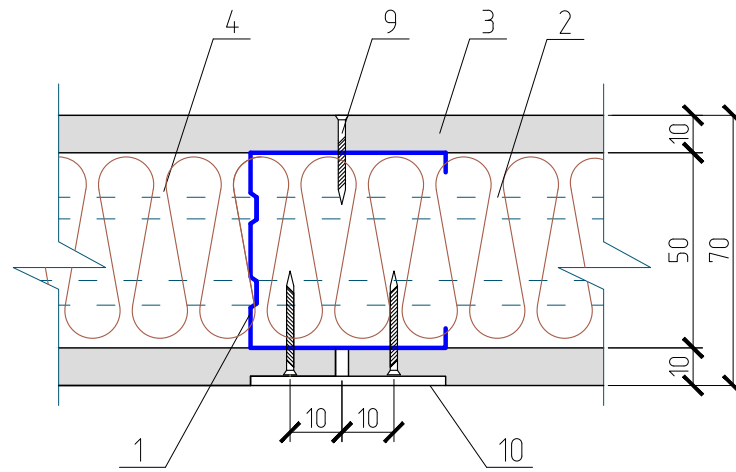
9.1



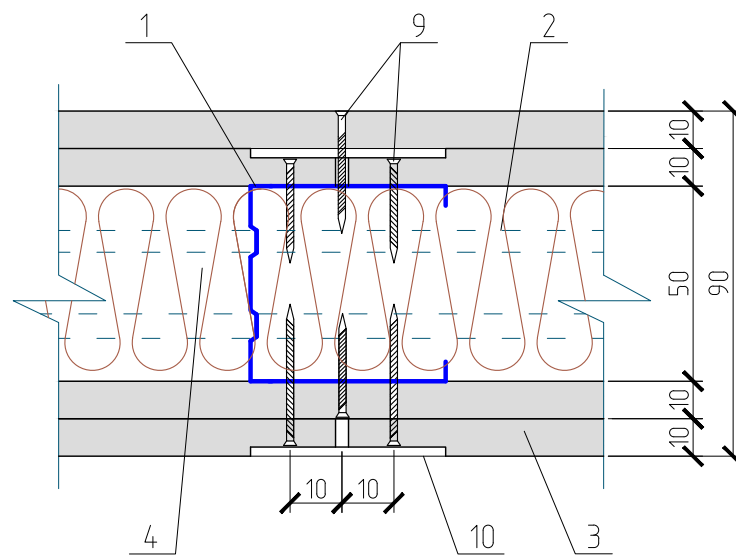
9.2

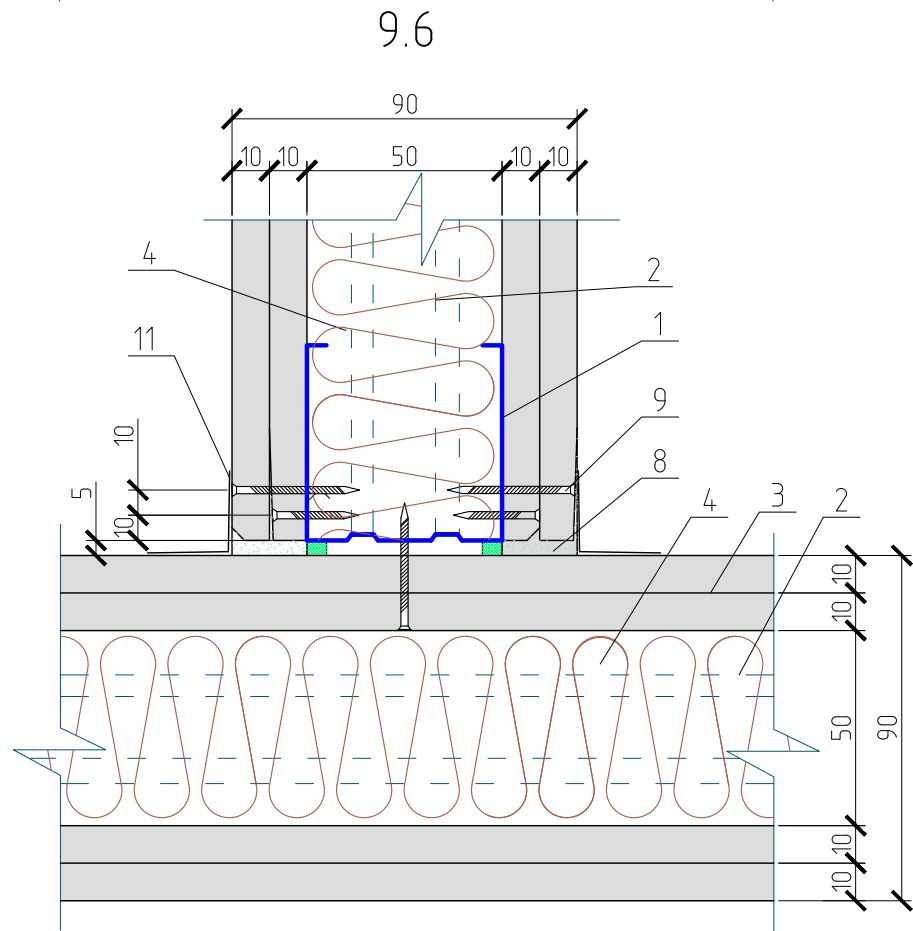
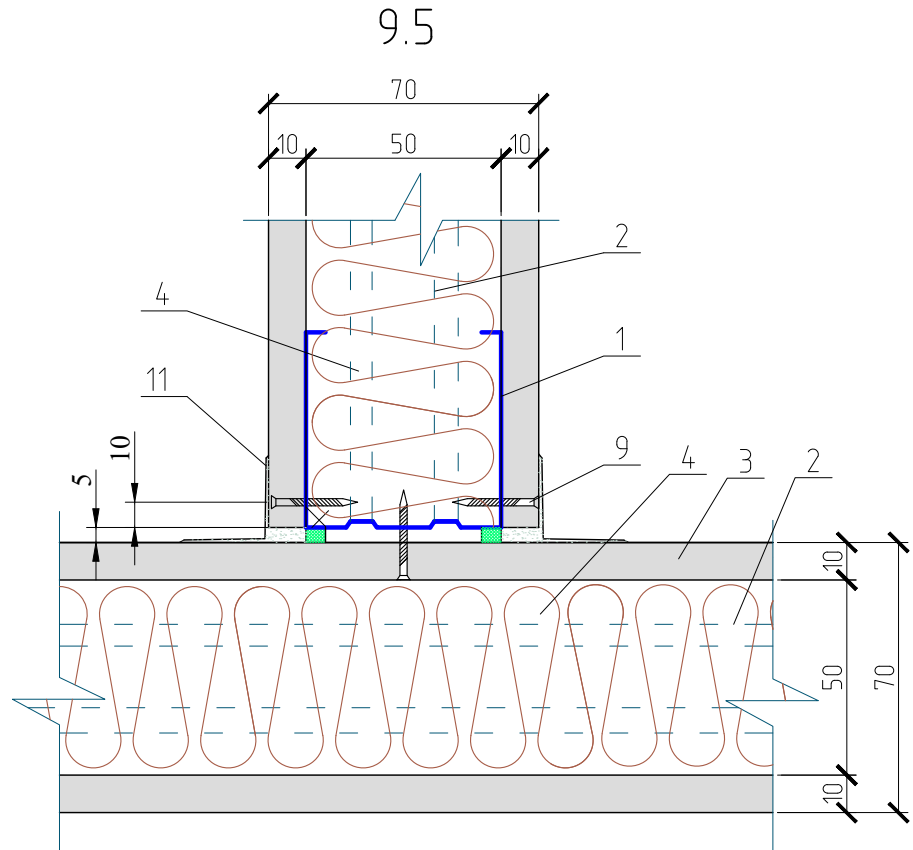


9.3

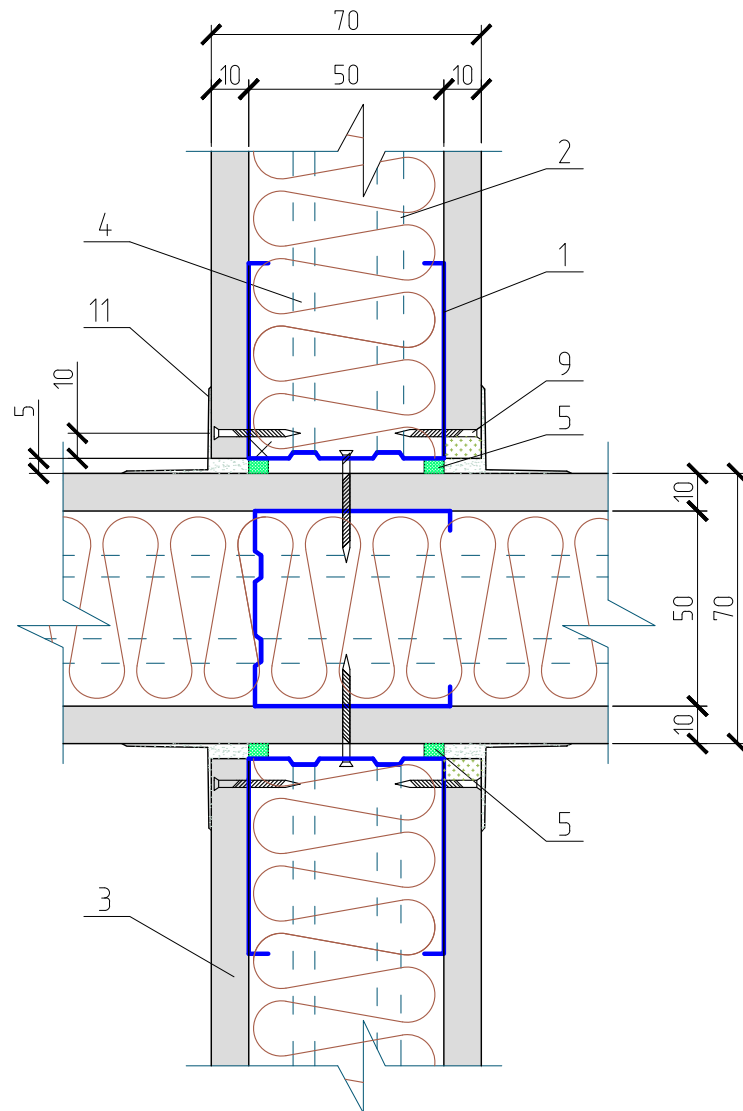


9.4

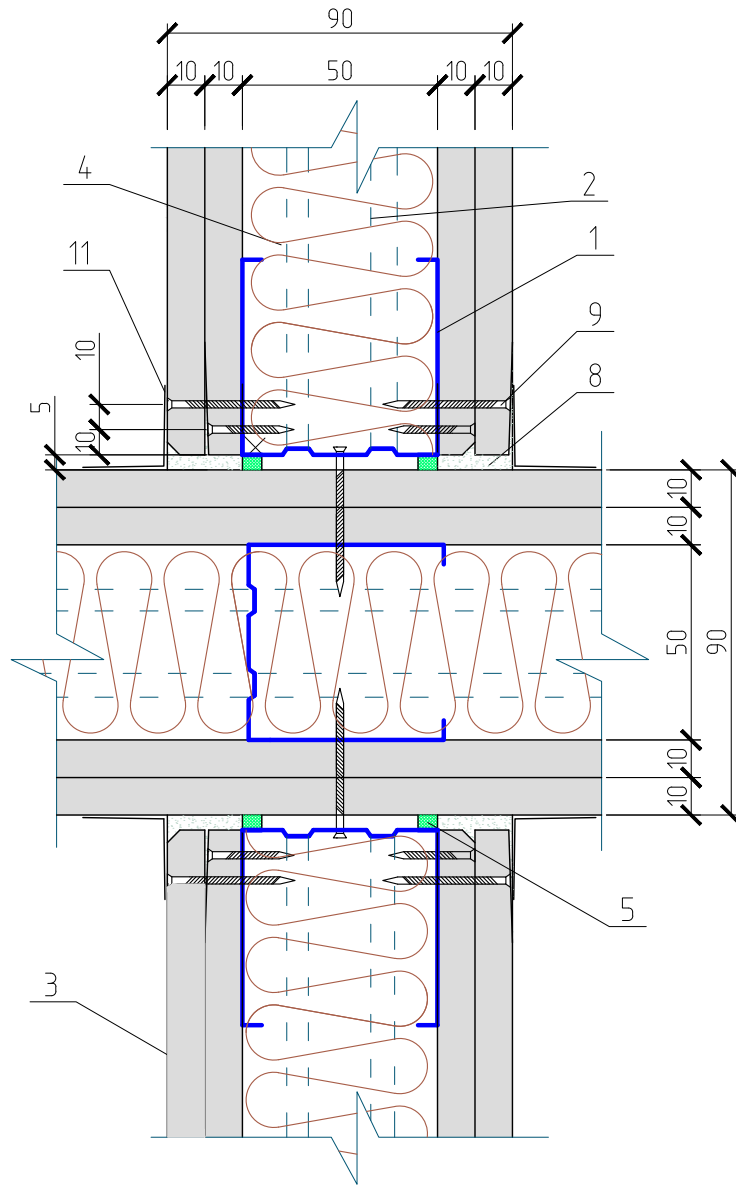




9.7



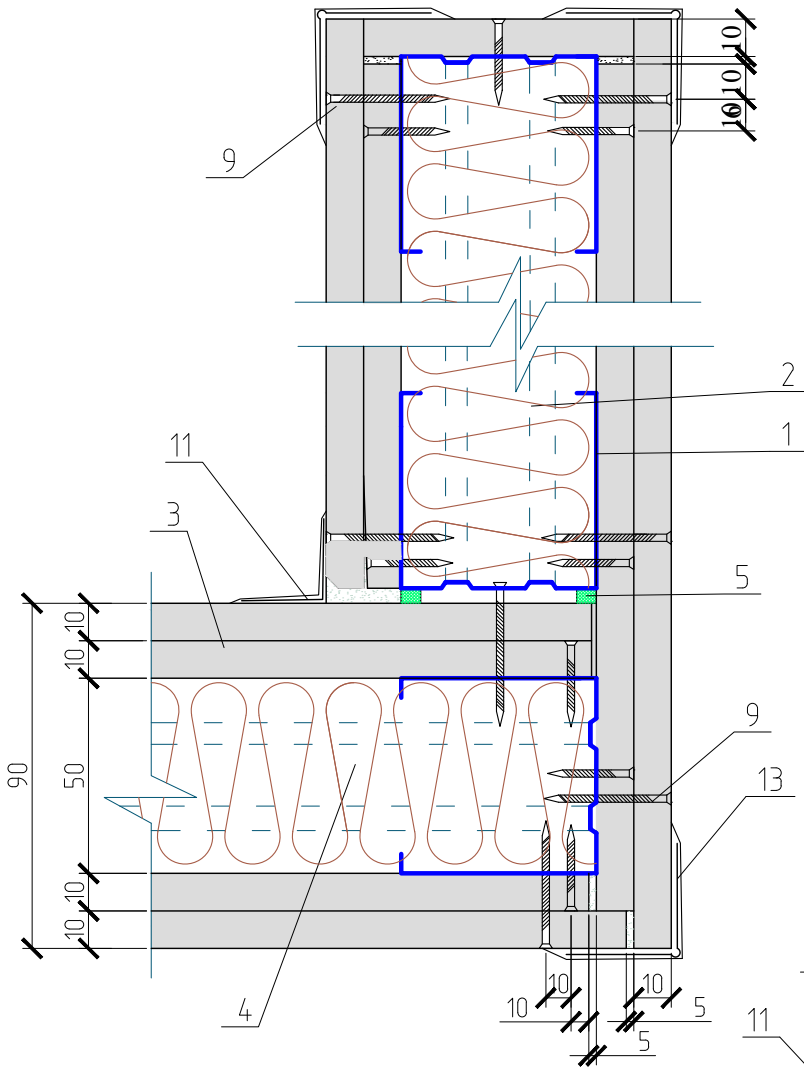
9.8





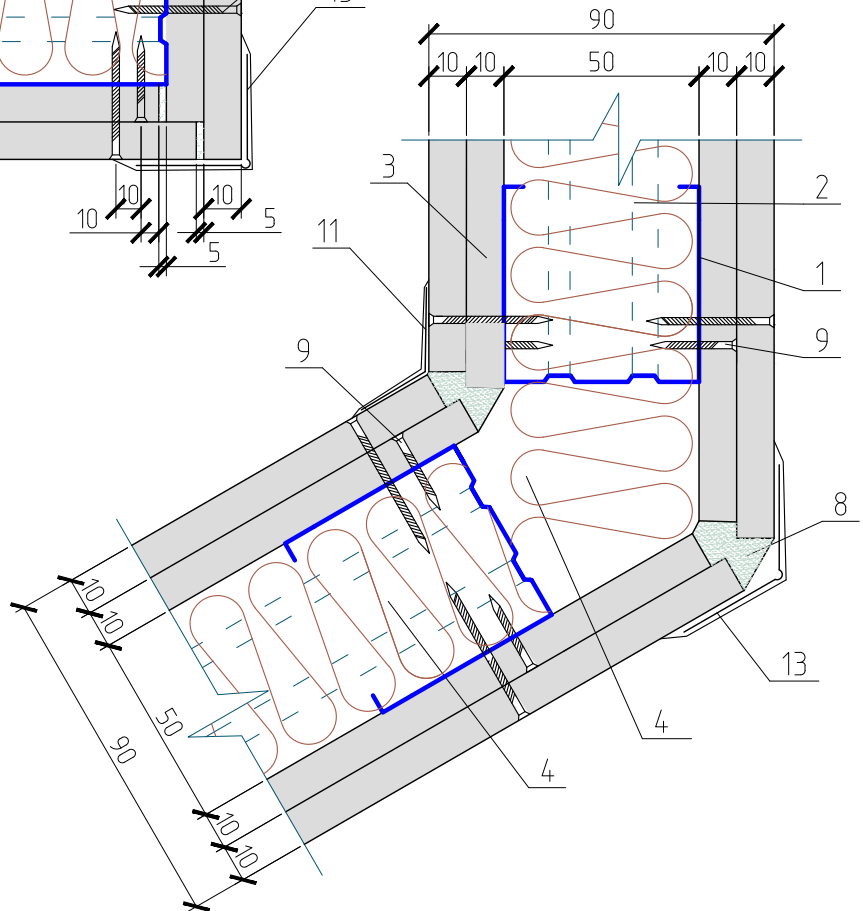


9.11

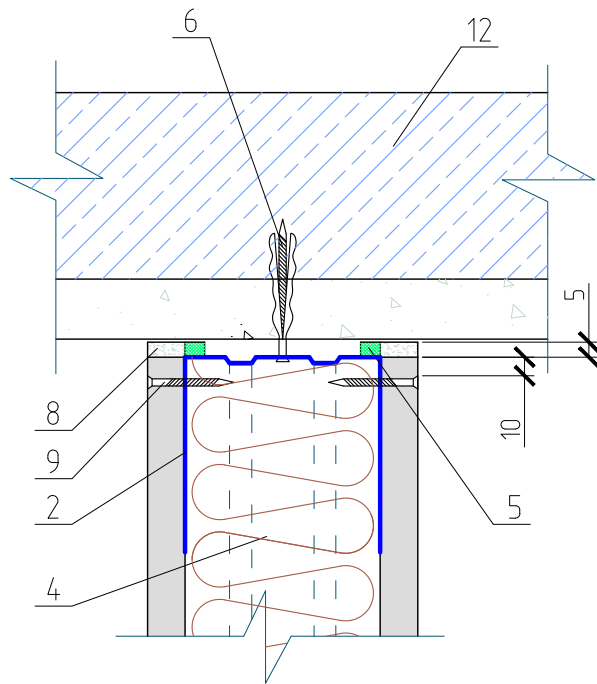


9.12

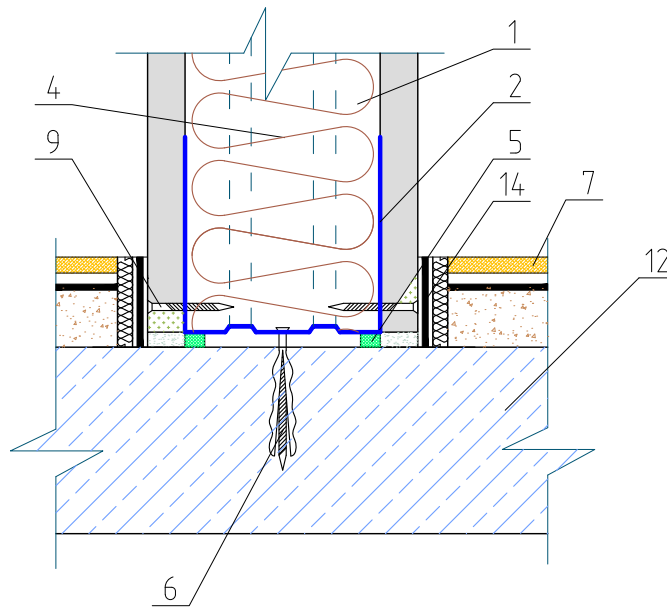
(угол  $\neq 90^\circ$ )

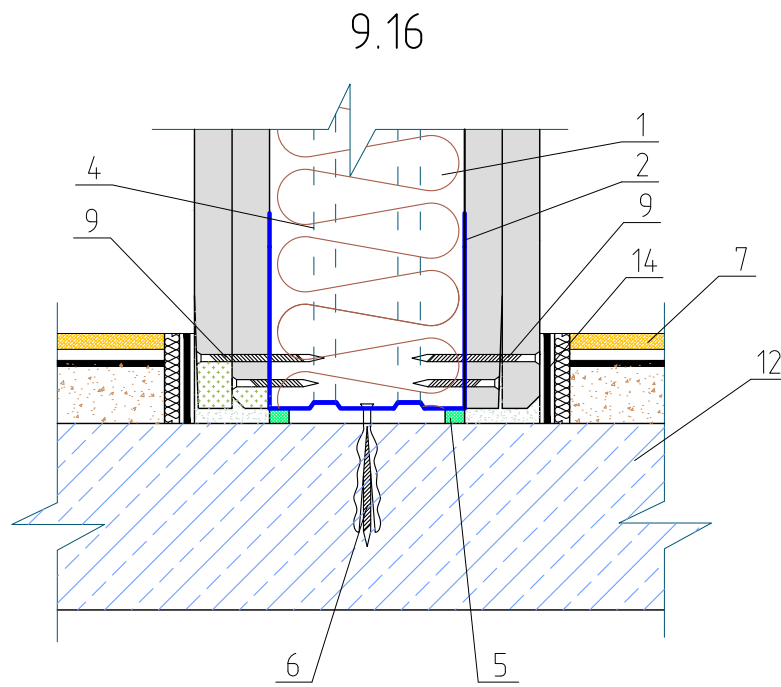
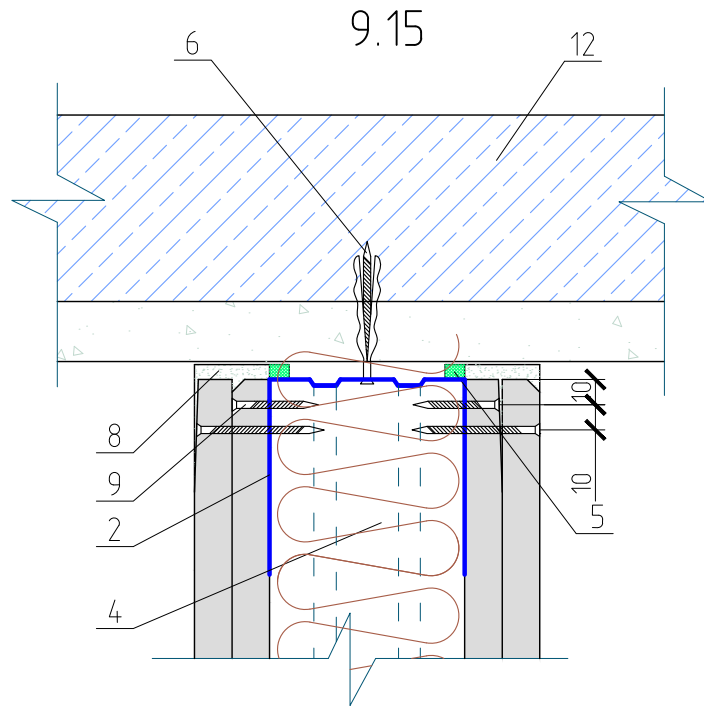


9.13



9.14

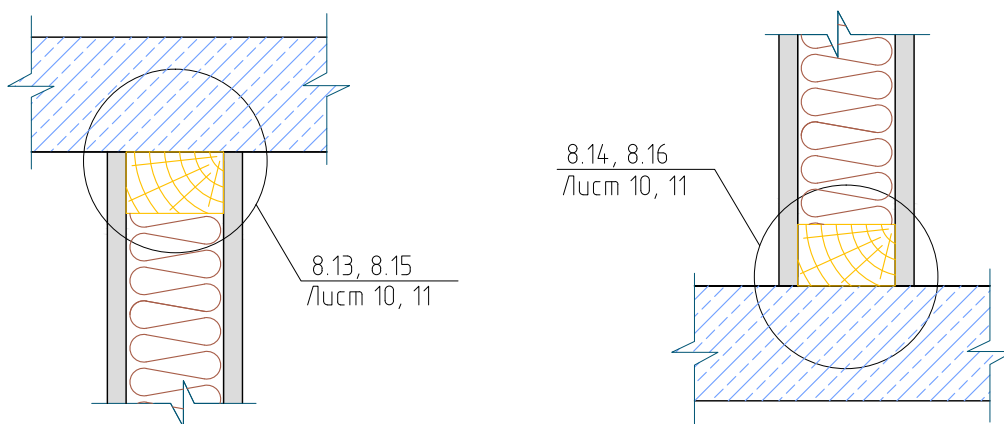
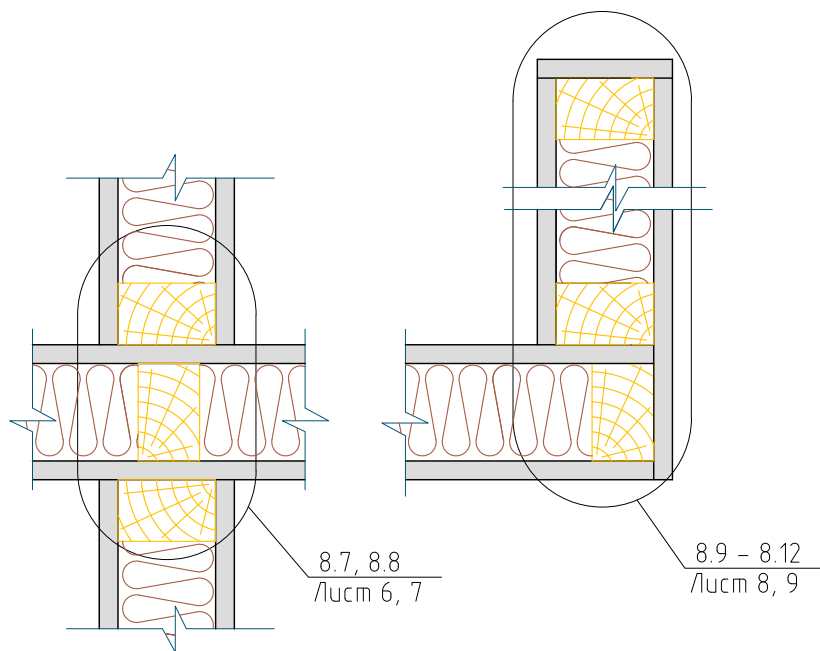
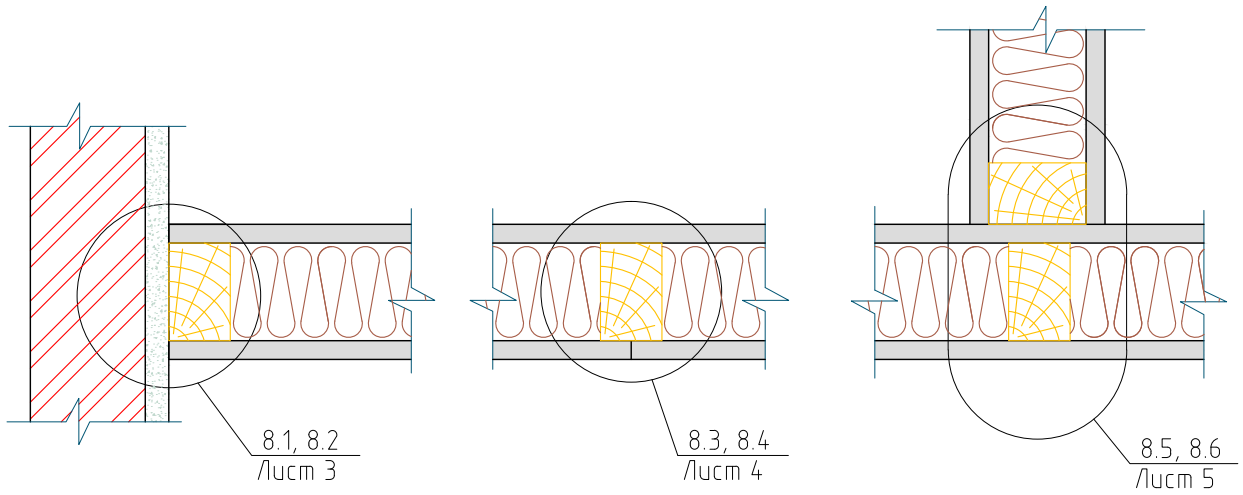




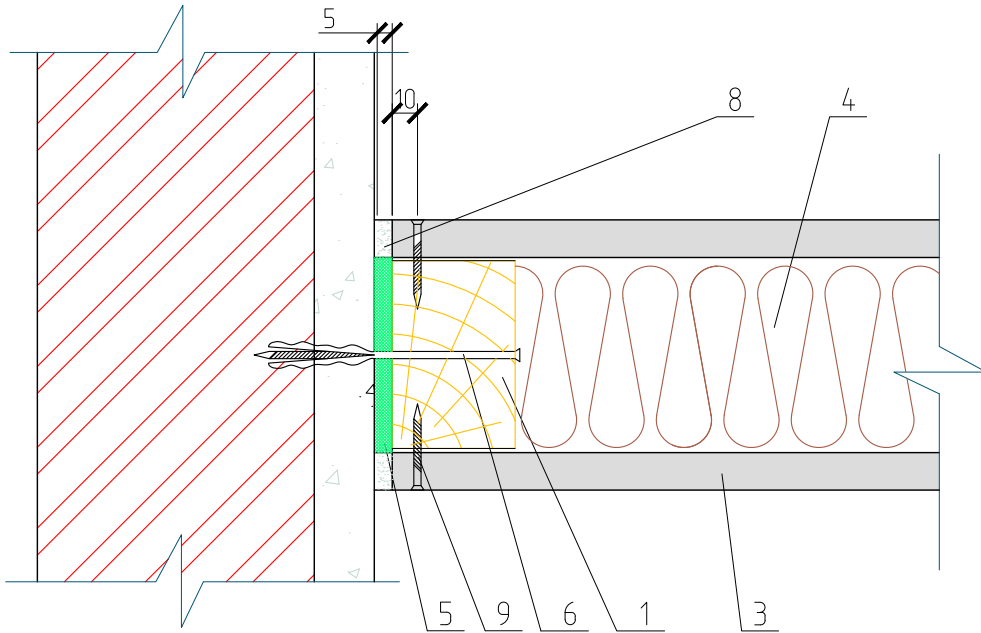


## Перегородки с деревянным каркасом

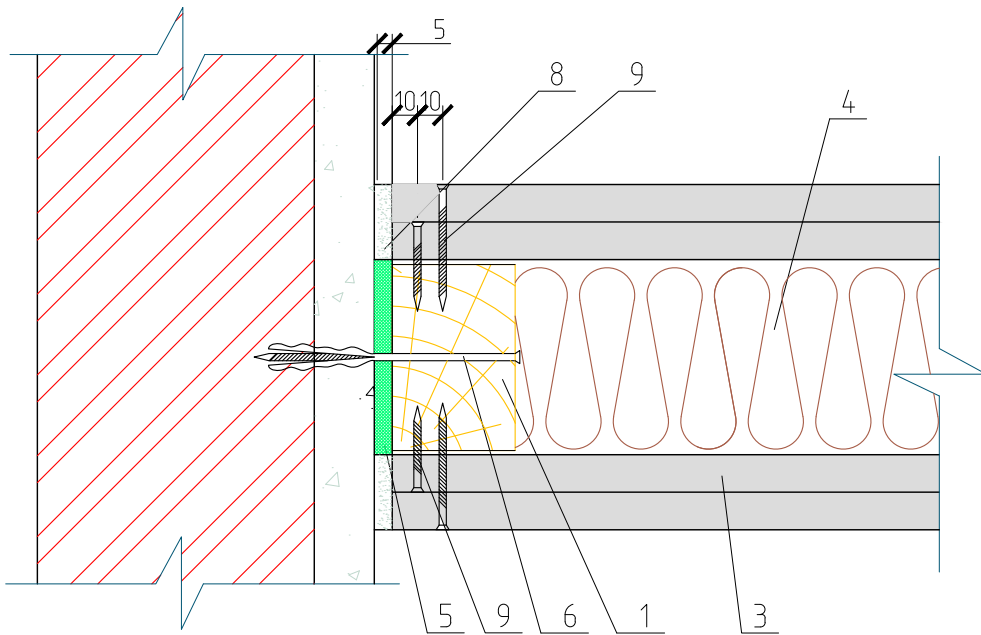
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Деревянный брус	8	Шпаклевка на гипсовой основе
2	Гвоздь оцинкованный, шаг 500 мм	9	Самонарезной винт
3	Гипсокартонные (ГКП) или гипсоволокнистые (ГВП) плиты	10	Шпаклевка по армирующей ленте
4	Звукоизоляция согласно п. 5.4	11	Угловая армирующая лента и шпаклевка
5	Уплотняющая лента	12	Междуэтажная плита перекрытия
6	Винт с пластмассовым дюбелем, шаг 500 мм	13	Армирующий защитный уголок с дальнейшим шпаклеванием
7	Покрытие пола	14	Лента кромочная



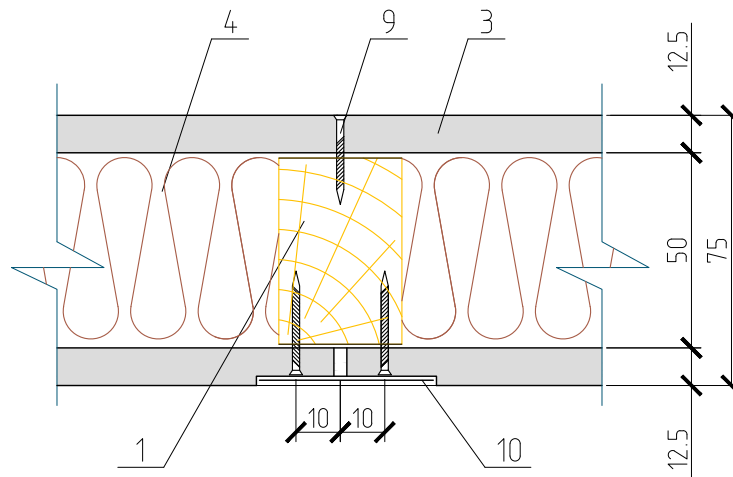
10.1



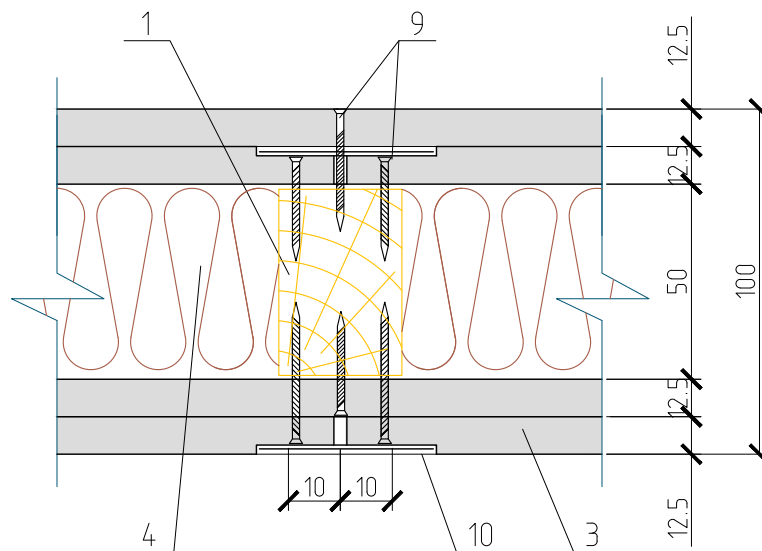
10.2



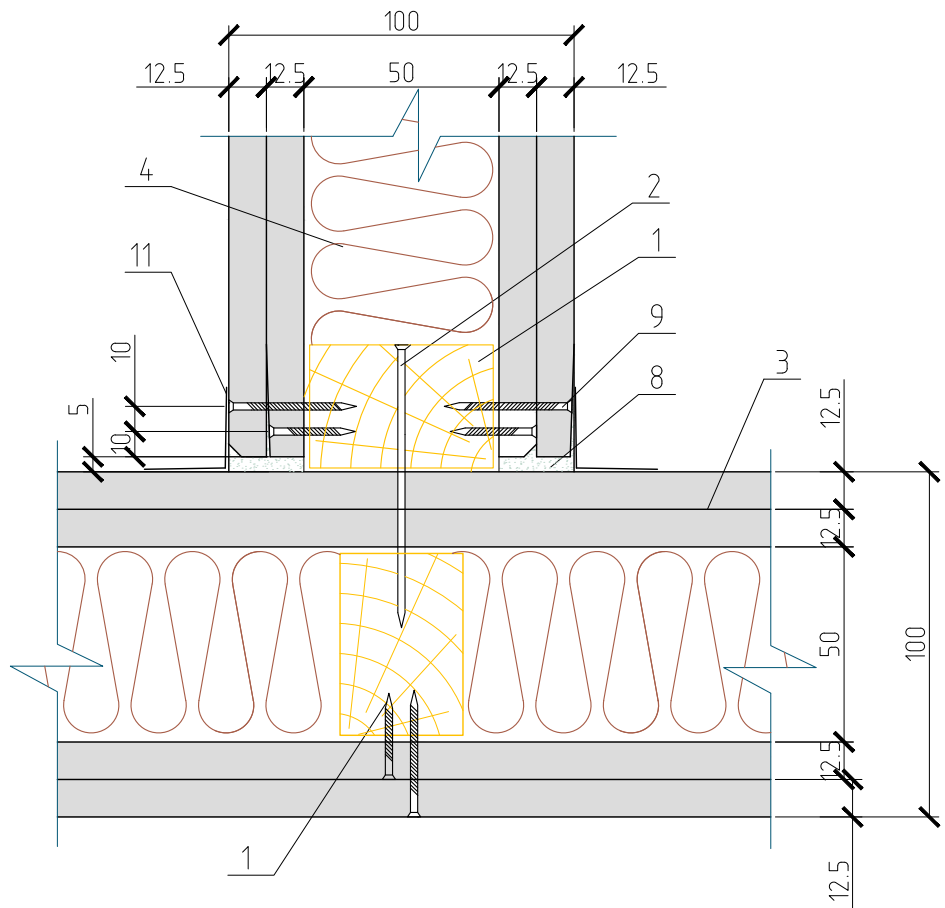
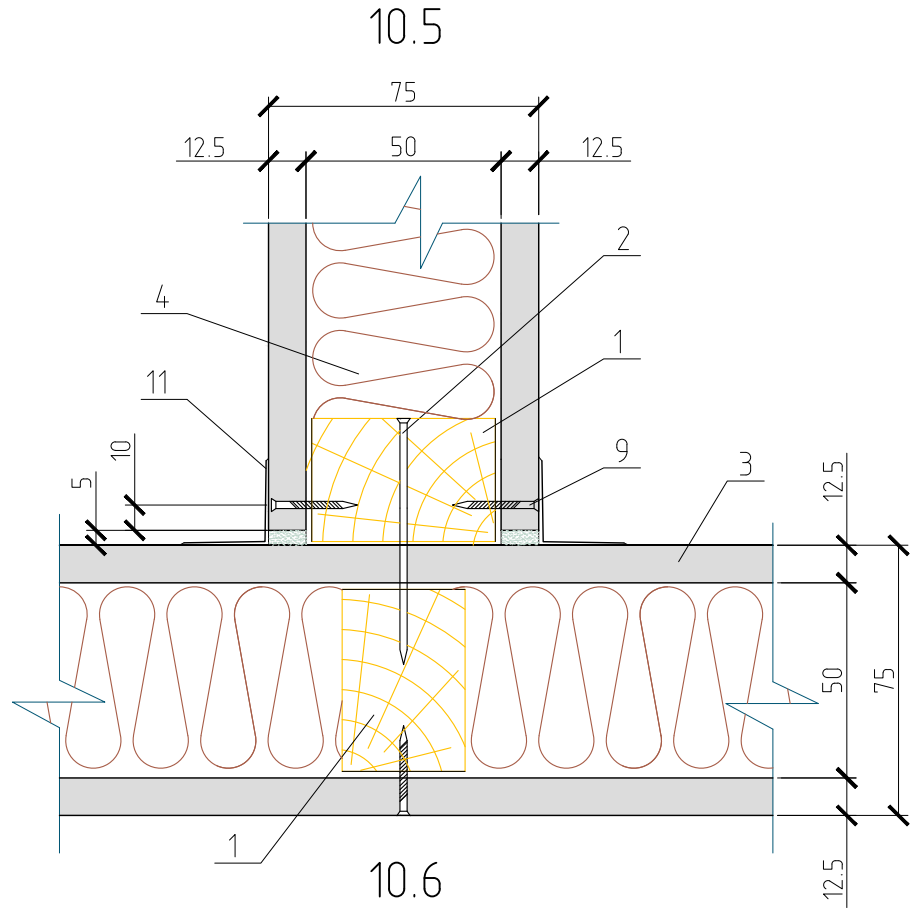
10.3



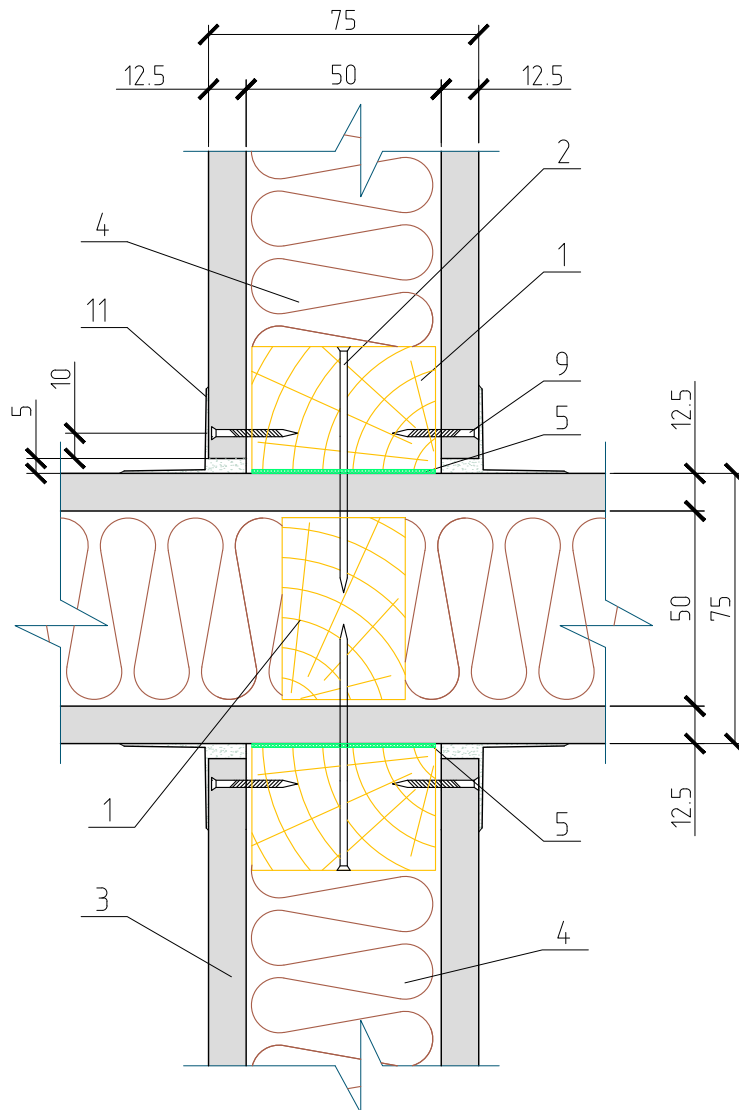
10.4



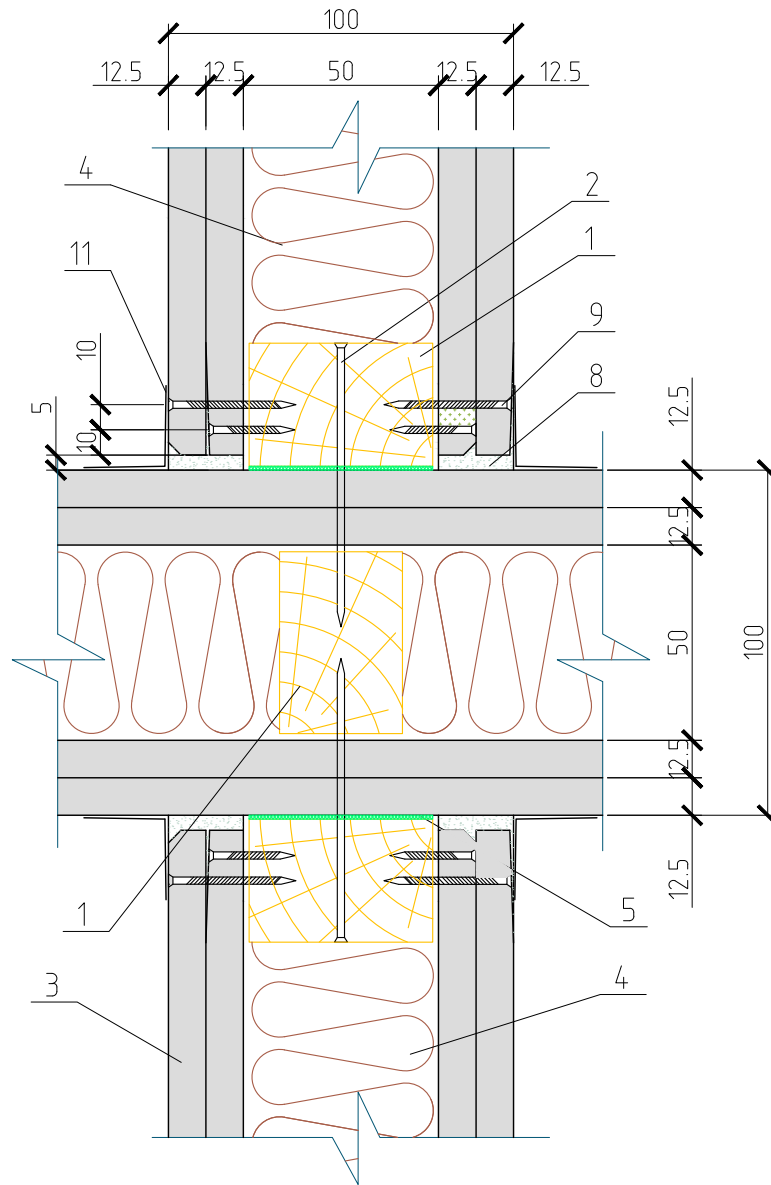




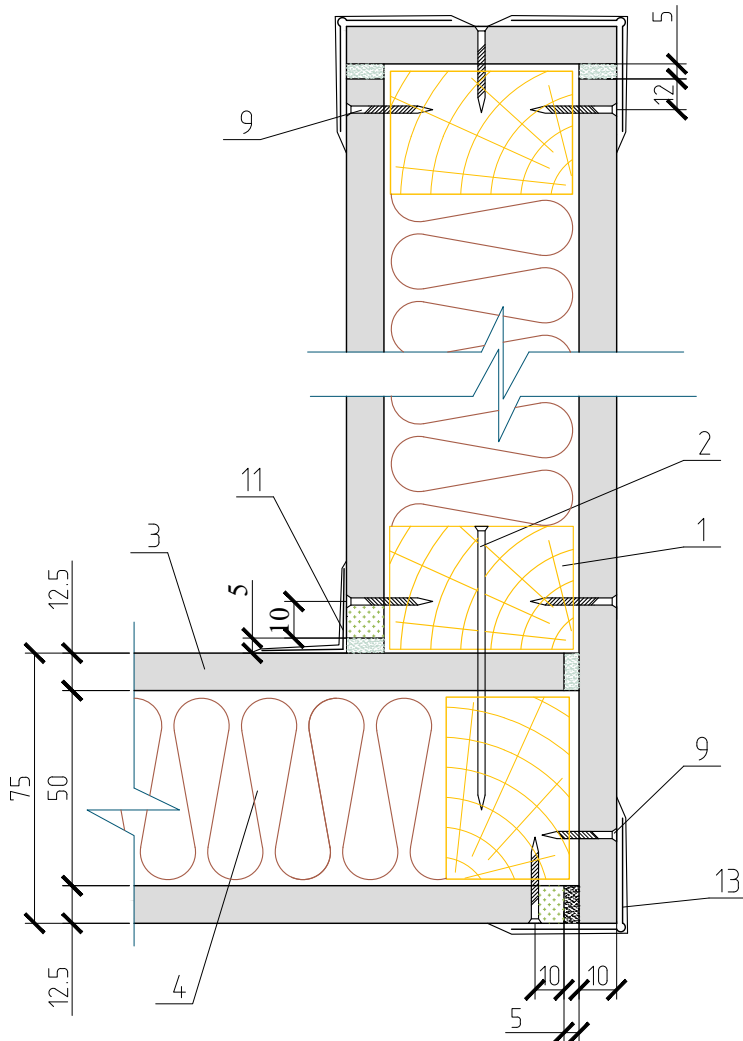
10.7



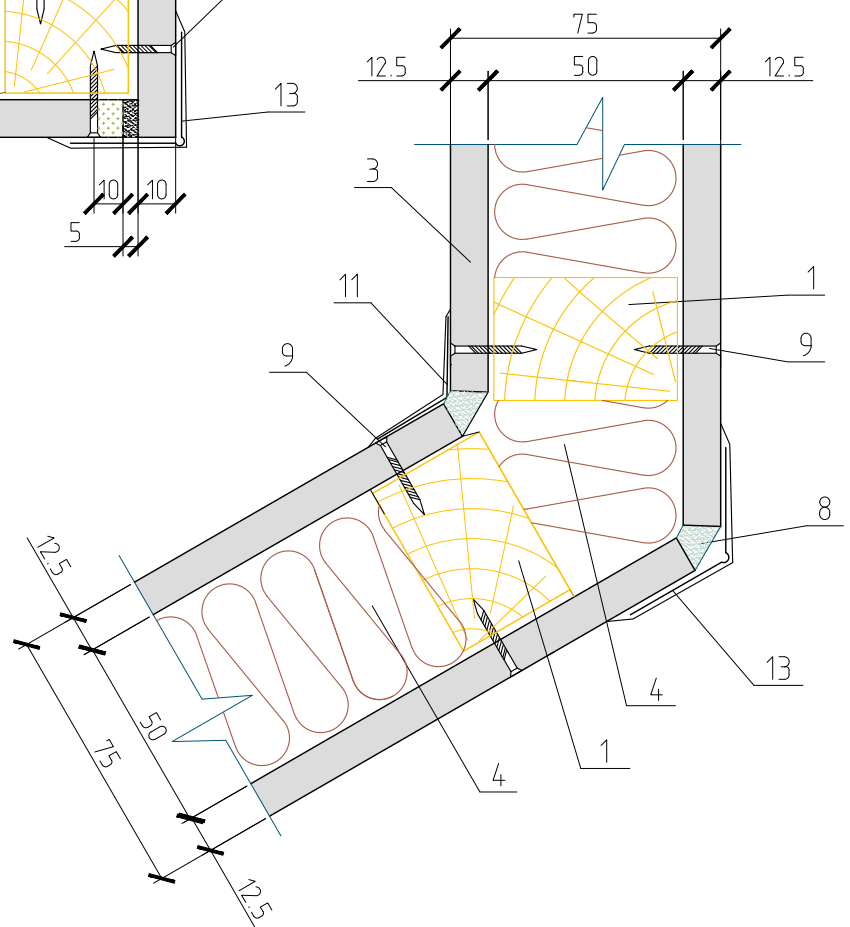
10.8



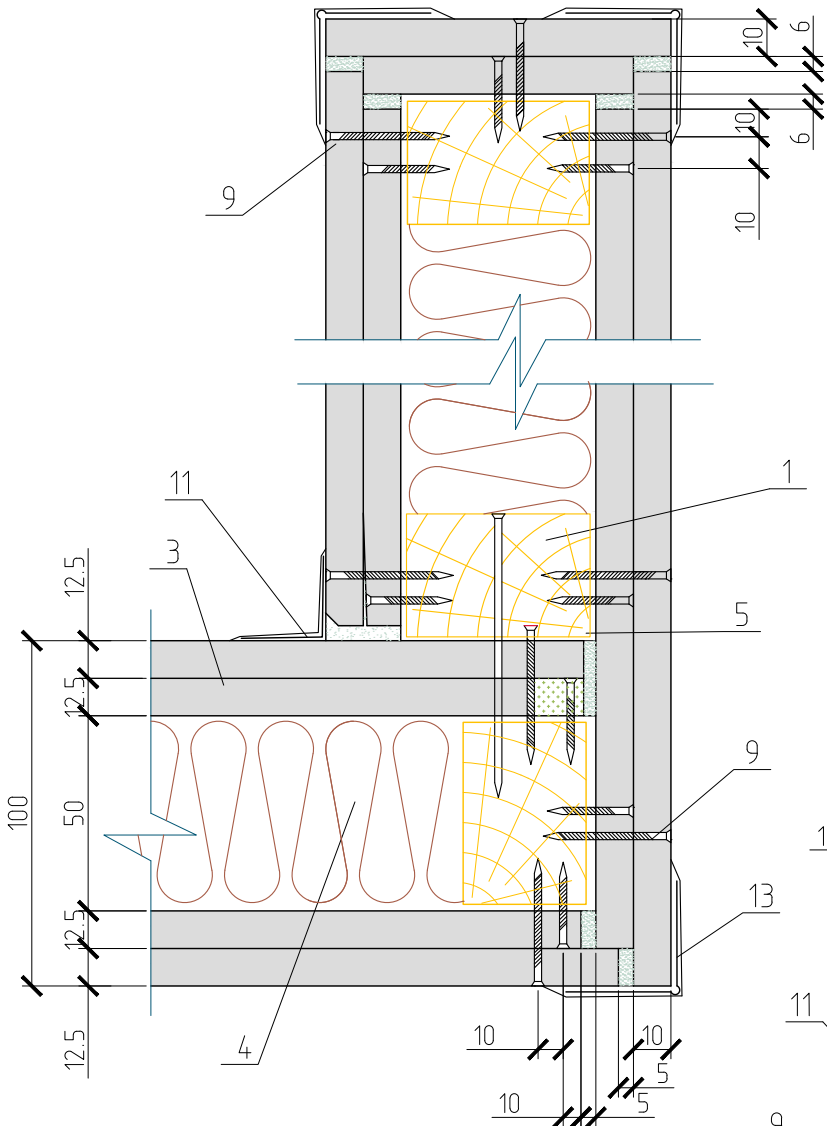
10.9



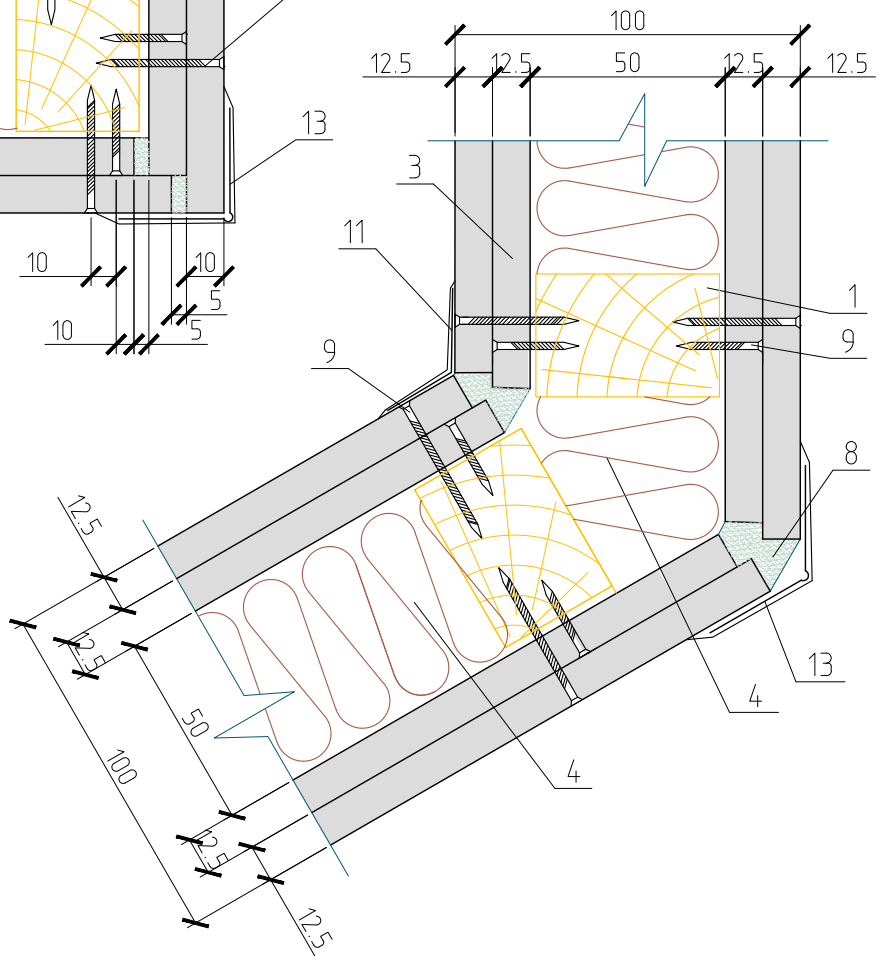
10.10



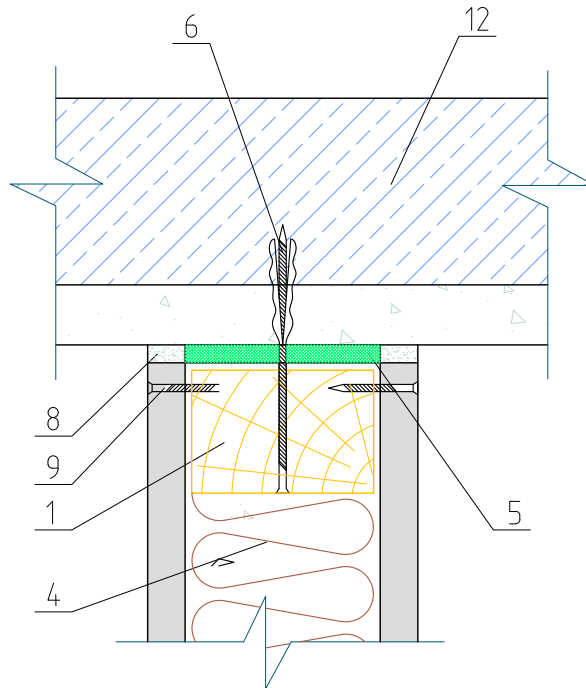
10.11



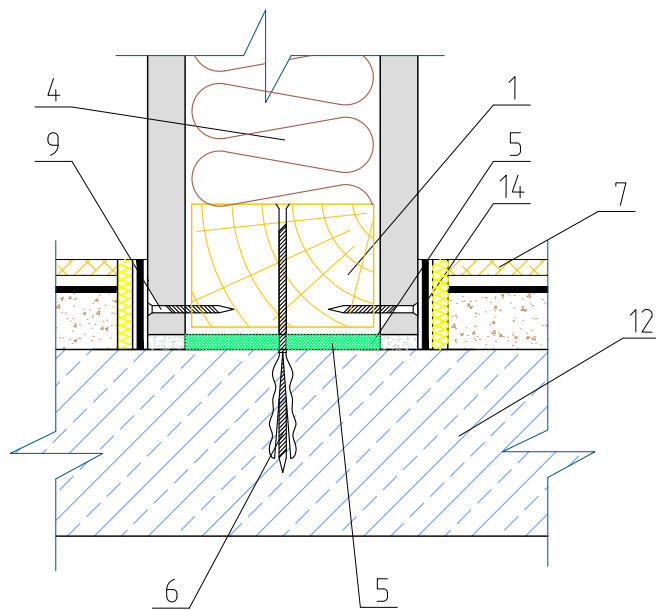
10.12

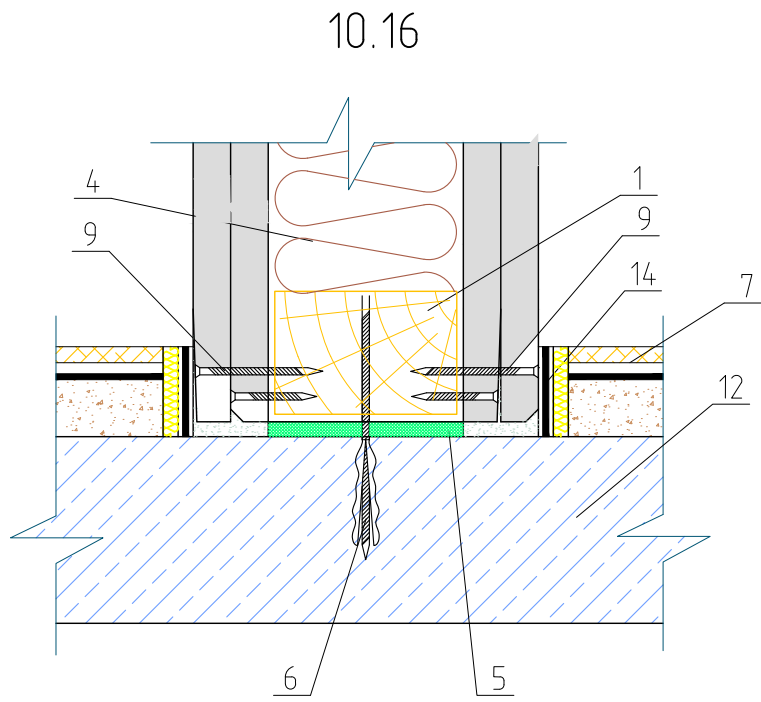
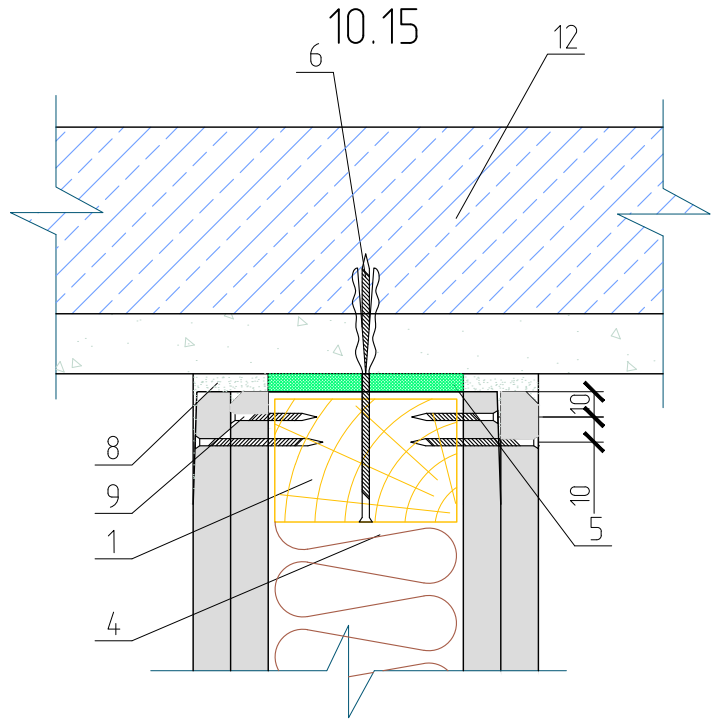


10.13

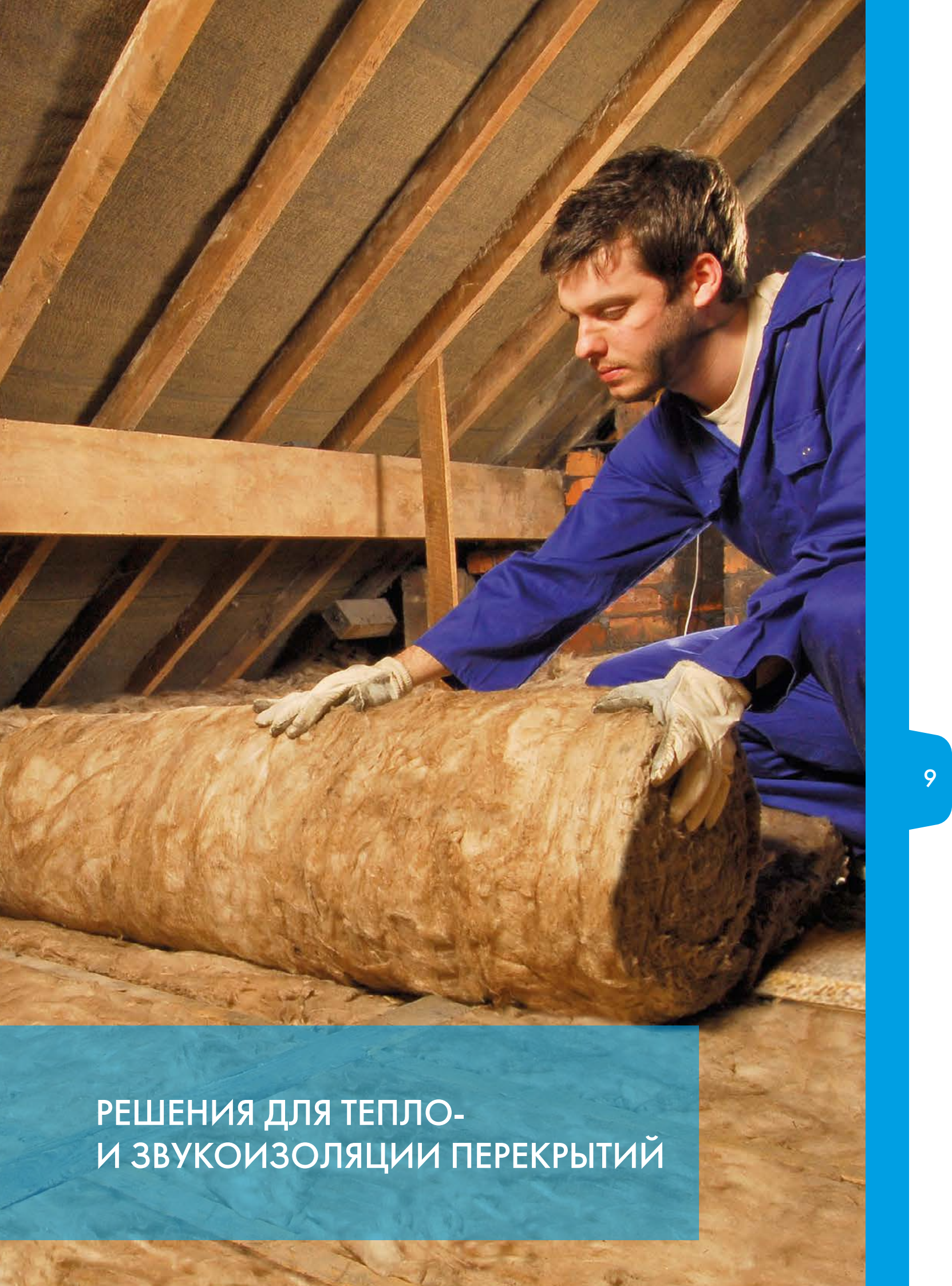


10.14









РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛО-  
И ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПЕРЕКРЫТИЙ



## 7. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЧЕРДАЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

7.1. Чердачное перекрытие разработано деревянным.

7.2. Деревянное перекрытие устраивается на основании деревянных балок. В местах непосредственного контакта несущих деревянных конструкций с каменными, бетонными или железобетонными материалами необходимо предусматривать гидроизоляционные прокладки.

7.3. В качестве теплоизоляционного слоя в конструкциях чердачных перекрытий предусмотрено применение стекловолокнистых матов марок: TR 044, TR 040, TR 037, TR 034 и плит марок: TS 044, TS 037, TS 034, которые укладываются «в распор» между деревянными балками с уплотнением путем увеличения линейных размеров по длине и ширине не менее чем на 5% по сравнению с установочными размерами конструкции.

Допускается применение соответствующих марок теплоизоляционного материала с водоотталкивающей добавкой, а именно: TS 037 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 032 Aquastatik, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 034 Aquastatik.

Необходимая толщина утеплителя определяется по результатам теплотехнических расчетов согласно СП 50.13330 в зависимости от градусо-суток района строительства.

7.4. Укладка теплоизоляционных плит производится на пароизоляцию из полиэтиленовой пленки или покрасочную пароизоляцию из битумной эмульсии, битумно-каучуковой мастики, каучуковой мастики. В местах примыкания пароизоляции к стенам чердака последняя должна заводиться по стене на высоту равную толщине утеплителя.

7.5. По верху деревянных балок перекрытия раскладывают цементно-стружечные плиты или доски.

При утеплении чердачного перекрытия с устройством холодного чердака, рекомендуется устройство ходового настила без передачи нагрузки на утеплитель (вдоль чердака, подходы к слуховым окнам и т.п.). В целях защиты теплоизоляционного слоя от проникновения пыли рекомендуется устройство дополнительного покровного слоя из стеклоткани на основе стеклянных нитей с полотняным переплетением с перевивочной или обрезной кромкой (например, марки ЭЗ-200).

7.6. Для проветривания холодного чердака устраиваются вентиляционные отверстия – продухи. Площадь продухов должна составлять 1/300 – 1/500 от площади чердачного перекрытия. Для повышения эффективности режима вентиляции на чердаке, приточные и вытяжные вентиляционные отверстия должны располагаться таким образом, чтобы расстояние между ними по высоте было максимальным.

7.7. Для безопасной эксплуатации крыши с холодным чердаком разницу между температурой наружного воздуха и температурой воздуха на чердаке следует обеспечить не более 4 °С. Чердачное перекрытие следует утеплить до соответствия требованиям СП

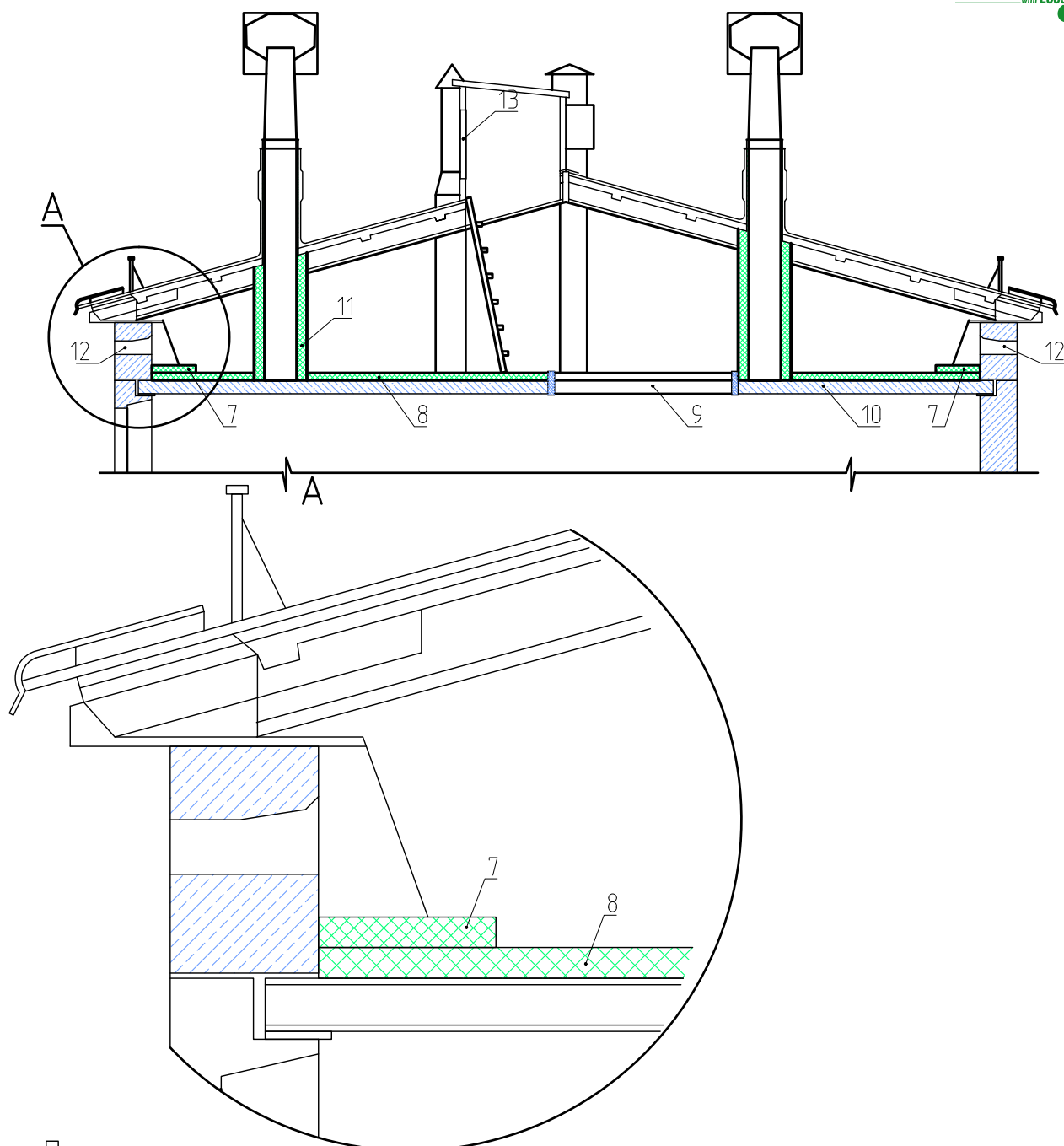
50.13330. Толщина слоя теплоизоляции определяется на основании теплотехнического расчета.

7.8. При утеплении чердачного перекрытия поверх слоя теплоизоляции следует предусмотреть укладку сплошного защитного слоя из ЦСП либо обрезной доски с опорой на опорные бруски (лаги).

7.9. Деревянные балки и лаги, а также деревянные элементы скатной кровли (стропила, обрешетка) должны быть обработаны антисептиками и антипиренами.

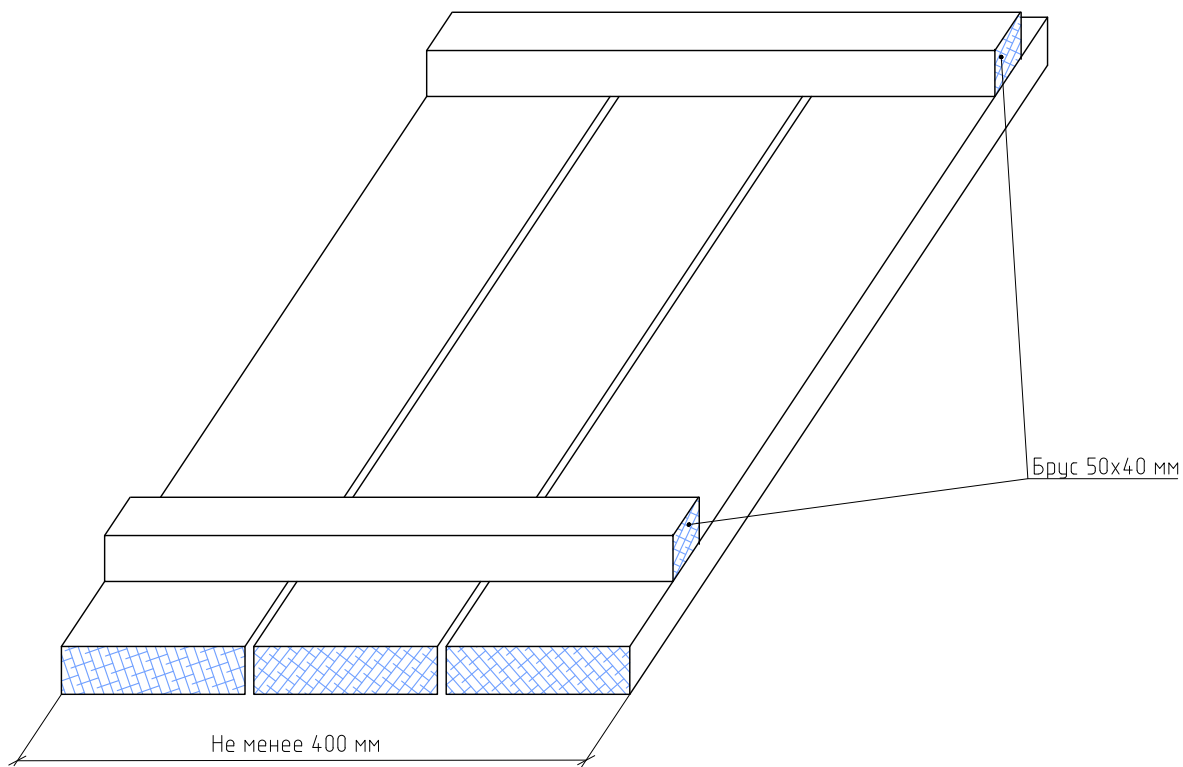
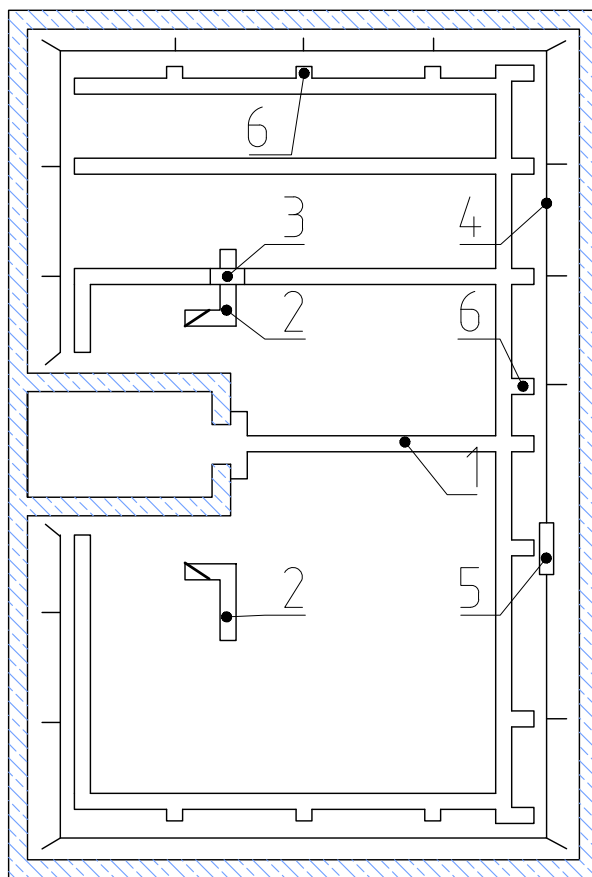
## Ограждающие конструкции неотапливаемых (холодных) чердаков

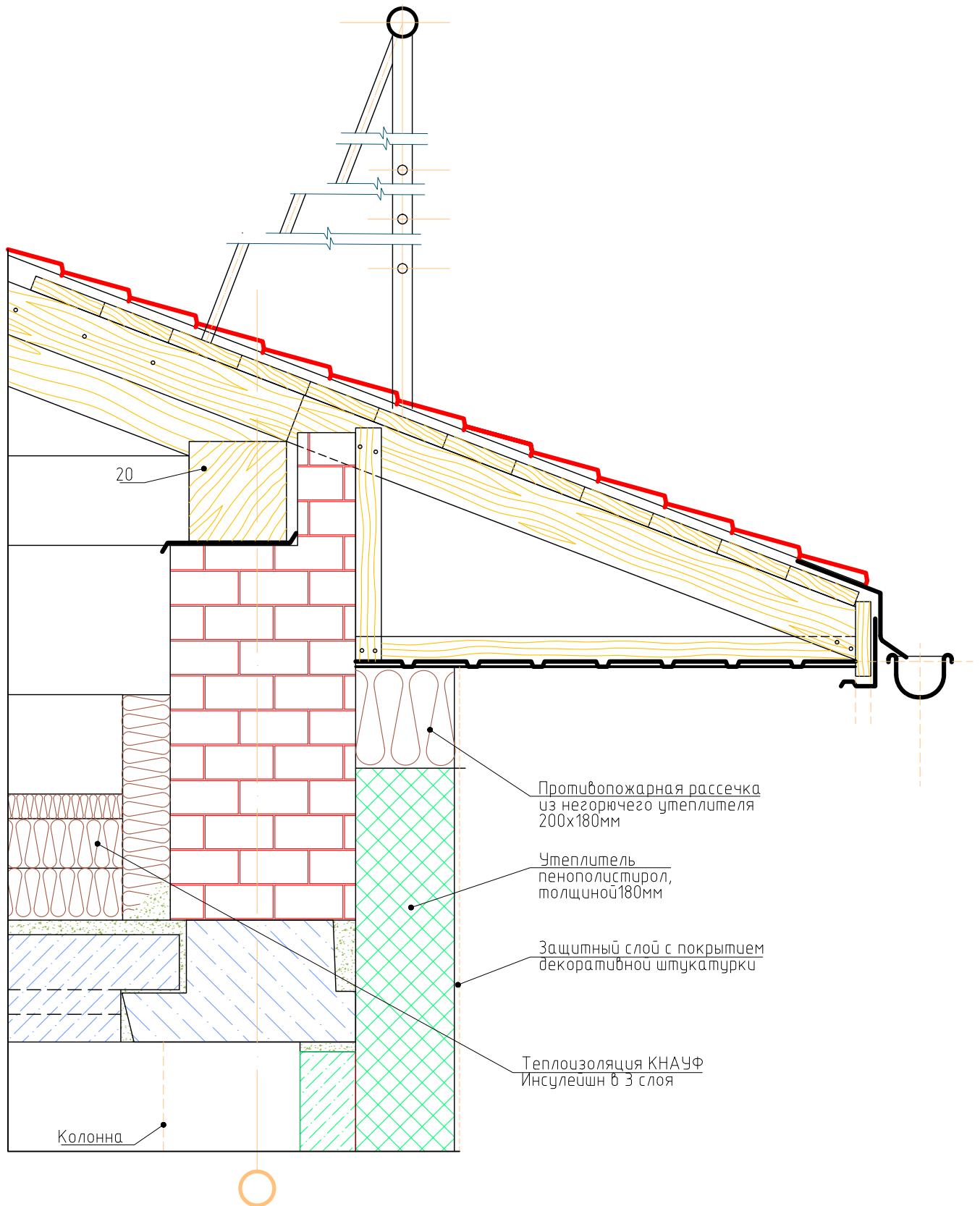
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Ходовые доски		
2	Вентиляционные короба		
3	Переходной мостик		
4	Трубопровод системы отопления		
5	Воздухосборник		
6	Подходы к запорной арматуре		
7	Дополнительный слой изоляции по периметру чердачного перекрытия		
8	Изоляция пола		
9	Люк в чердачном перекрытии, утепленный		
10	Плита чердачного перекрытия		
11	Изоляция трубы		
12	Продух для вентиляции		
13	Выход на кровлю		
14	Теплоизоляция согласно п. 7.3		
15	Пароизоляция		
16	Деревянная балка перекрытия		
17	Цементно-стружечная плита		
18	Внутренняя облицовочная штукатурка		
19	Деревянный щит		
20	Балка мауэрлата		



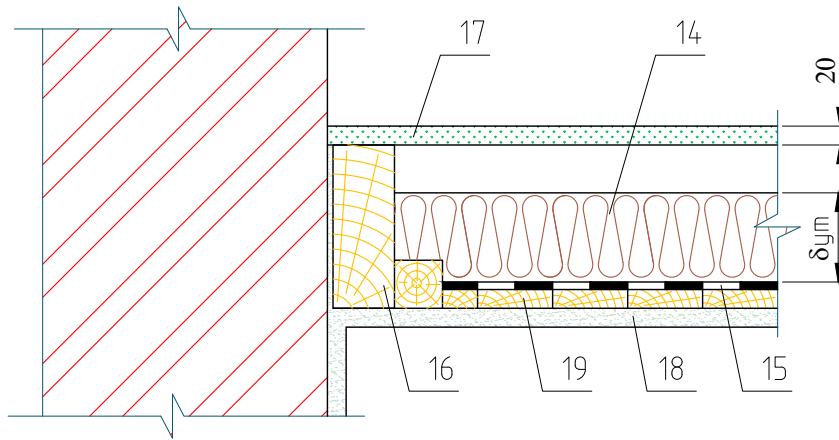
Примечание:

минераловатные изделия, изготовленные по технологии ECOSE, марки **TR 40 Aquastatik** применяются для утепления чердачного перекрытия, имеющего ровное бетонное основание, с устройством холодного чердака. Применение данного материала требует устройства ходового настила (вдоль чердака, подходы к слуховым окнам и т.п.) без передачи нагрузки на утеплитель. При утеплении чердачных перекрытий, в целях защиты теплоизоляционного слоя от проникновения пыли, рекомендуется поверх теплоизоляционного слоя выполнять устройство дополнительного покровного слоя из стеклоткани плотностью от 80 до 300 г/м.кв с группой горючести НГ (негорючий).

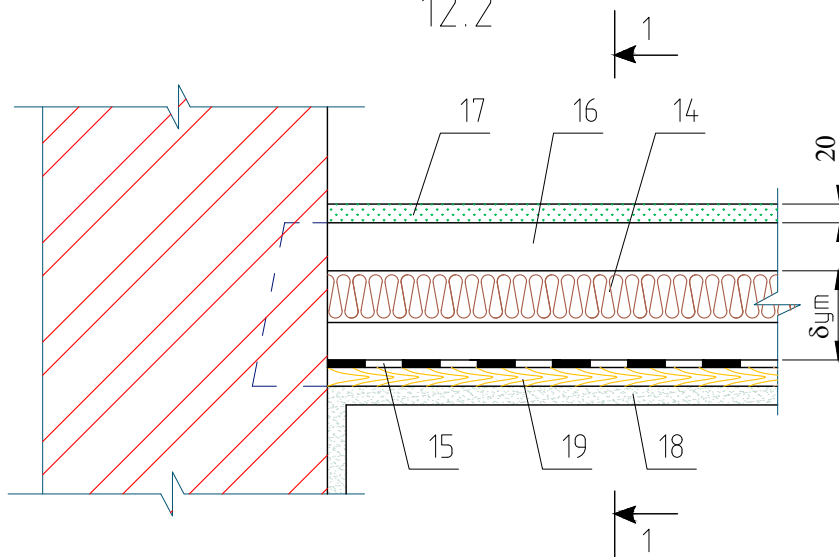




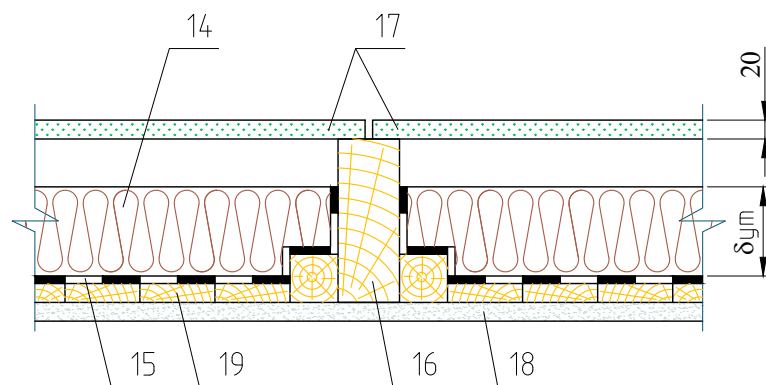
12.1



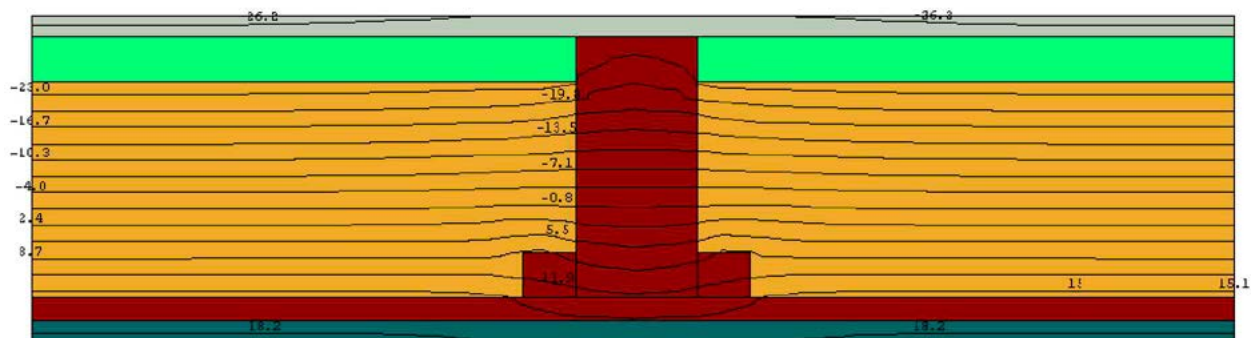
12.2



1 - 1



## Температурное поле конструктивного решения 12.2





## 8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОЛОВ

8.1. Перекрытия в здании, в зависимости от места расположения, могут быть межэтажными, чердачными, перекрытиями над подвалом.

8.2. В зависимости от конструктивного решения перекрытия подразделяются на: балочные, в которых основной несущий элемент – деревянные балки, железобетонные – из сборных плит или монолитного железобетона, металлические – из стальных профилей и балок.

8.3. Деревянные балочные перекрытия используются преимущественно в малоэтажном строительстве и состоят из несущих балок, тепло- и звукоизоляции в пространстве между балками, конструкции пола и отделки потолка.

Высота балок составляет 130, 150, 180 и 200 мм, толщина – 75 и 100 мм. Расстояние между осями балок составляет 600...1000 мм.

8.4. В качестве теплоизоляционного слоя в пространстве между балками используются стекловолокнистые маты марки TR 044, TR 040, TR 037, TR 034 и плиты марок: TS 044, TS 037, TS 035, TS 034.

Допускается применение соответствующих марок теплоизоляционного материала с водоотталкивающей добавкой: TS 037 Aquastatik, TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 032 Aquastatik, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 034 Aquastatik.

8.5. Поверх несущих элементов перекрытия устраивается пол.

8.6. Проектирование полов необходимо выполнять в соответствии с требованиями СП 29.13330.

8.7. Полы с нормированным показателем теплоусвоения поверхности пола необходимо проектировать и рассчитывать в соответствии с требованиями СП 50.13330.

8.8. В помещениях со средней или большой интенсивностью воздействия жидкости на пол (в соответствии с требованиями п. 4.4 СП 29.13330), необходимо предусмотреть уклон пола. Уклон пола по перекрытию необходимо выполнять при помощи устройства стяжки переменной толщины, а полов по грунту – соответствующим планированием основания.

8.9 Необходимость устройства пароизоляции в конструкции перекрытия в каждом конкретном случае должна определяться расчетом сопротивления паропрооницанию в соответствии с указаниями СП 50.13330. Конструктивно пароизоляция устраивается до слоя теплоизоляции со стороны помещения с более высокой температурой или относительной влажностью воздуха.

## **8.10. Деревянный пол на лагах**

8.10.1. Деревянные полы на лагах выполняться по подстилающему бетонному слою (в полах по грунту) или по железобетонному перекрытию.

8.10.2. В качестве тепло- и звукоизоляции следует использовать стекловолоконные маты марок: TR 044, TR 040, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, плиты марок: TS 044, TS 037, TS 037 Aquastatik, плиты и маты марок: AR Light, AR, AS.

8.10.3. В полах по грунту лаги опираются на кирпичные или бетонные столбики, установленные на бетонный подстилающий слой.

8.10.4. В деревянных полах на лагах в межэтажных железобетонных перекрытиях используются ленточные звукоизоляционные прокладки толщиной 20-30 мм устанавливаемые под лагами. При этом прокладки должна быть на 100 мм шире по сравнению с шириной лаги.

8.10.5. Лаги и деревянный пол должны быть отделены по периметру помещения от стен зазором шириной 15-20 мм и не должны иметь с ними жесткой связи. Зазор заполняется упругим материалом.

## **8.11. Подвесной потолок**

8.11.1. Подвесной потолок представляет собой конструкцию, состоящую из несущего каркаса деревянных брусков или металлических профилей, закрепленных к основной конструкции перекрытия и элементов потолка, выполненных из плит ДСП, ДВП, гипсокартонных листов.

8.11.2. Расстояние между конструкцией перекрытия и подвесным потолком определяется толщиной несущих элементов каркаса.

8.11.3. В качестве звукопоглощающего материала в конструкции подвесного потолка используются стекловолоконные плиты и маты марки AR Light, AR, AS.

8.11.4. При монтаже каркасных конструкций подвесных потолков принципиальное значение имеет устройство узлов крепления каркаса к защищаемой поверхности.

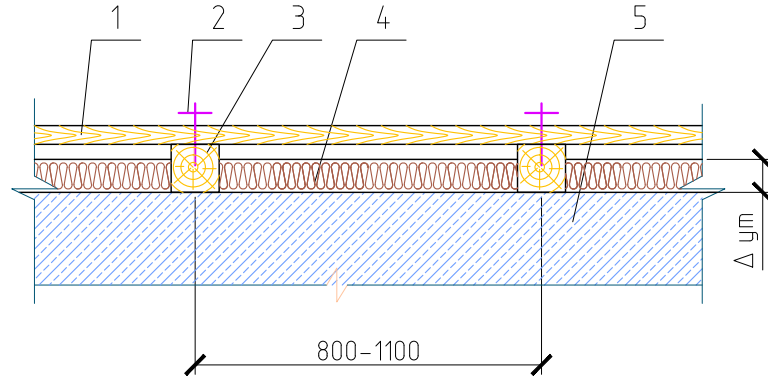
8.11.5. В узлах крепления каркаса к перекрытию следует применять виброизолирующие прокладки, препятствующие распространению вибраций. Одно из разработанных решений представляет собой подвес-крепление «Виброфлекс» - обойма с рабочим прокладочным элементом, выполненным из специального эластомера на основе полиуретана. Один подвес «Виброфлекс» рассчитан на рабочий диапазон нагрузки 15-30 кг, что в условии применения облицовочного слоя из двух гипсокартонных листов толщиной по 12,5 мм предполагает расход подвесок данного типа из расчета 2-3 шт/м<sup>2</sup> потолка.

8.11.6. Выбор материалов и элементов конструктивного решения потолка осуществляется исходя из соображений надежности и пожарной безопасности в соответствии с рекомендациями Альбома технических решений концерна «КНАУФ» серия 1.045.9-2.08.

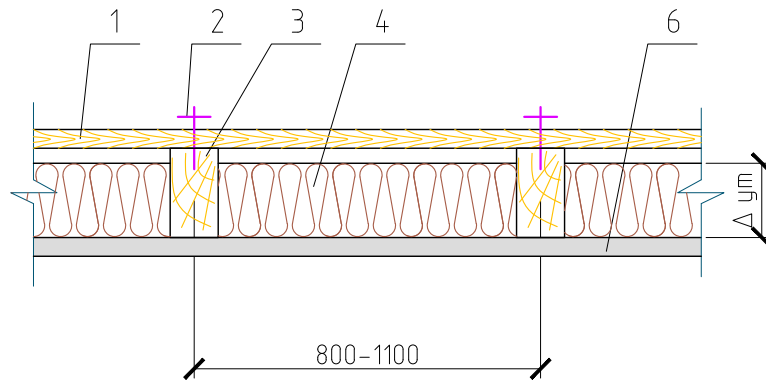
## Конструкции перекрытий

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Дощатое покрытие пола	14	Профиль 28 x 28
2	Крепежные элементы (гвозди, шурупы)	15	Прокладка
3	Лага	16	Герметик
4	Тепло- и звукоизоляция согласно п. 8.4.	17	Упругая прокладка
5	Железобетонное перекрытие	18	Минераловатная плита
6	Гипсокартонные плиты (ГКП)	19	Пароизоляция
7	Несущий профиль	20	Гидроизоляция
8	Главный профиль	21	Стена
9	Соединитель профилей двухуровневый	22	Балка Б1
10	Прямой подвес	23	Обрешетка
11	Крепление потолков гидроизолирующее	24	Вент. канал
12	Крепление для теплоизоляции пластмассовое	25	Шпилька
13	Звукоизоляция согласно п. 8.11.3		

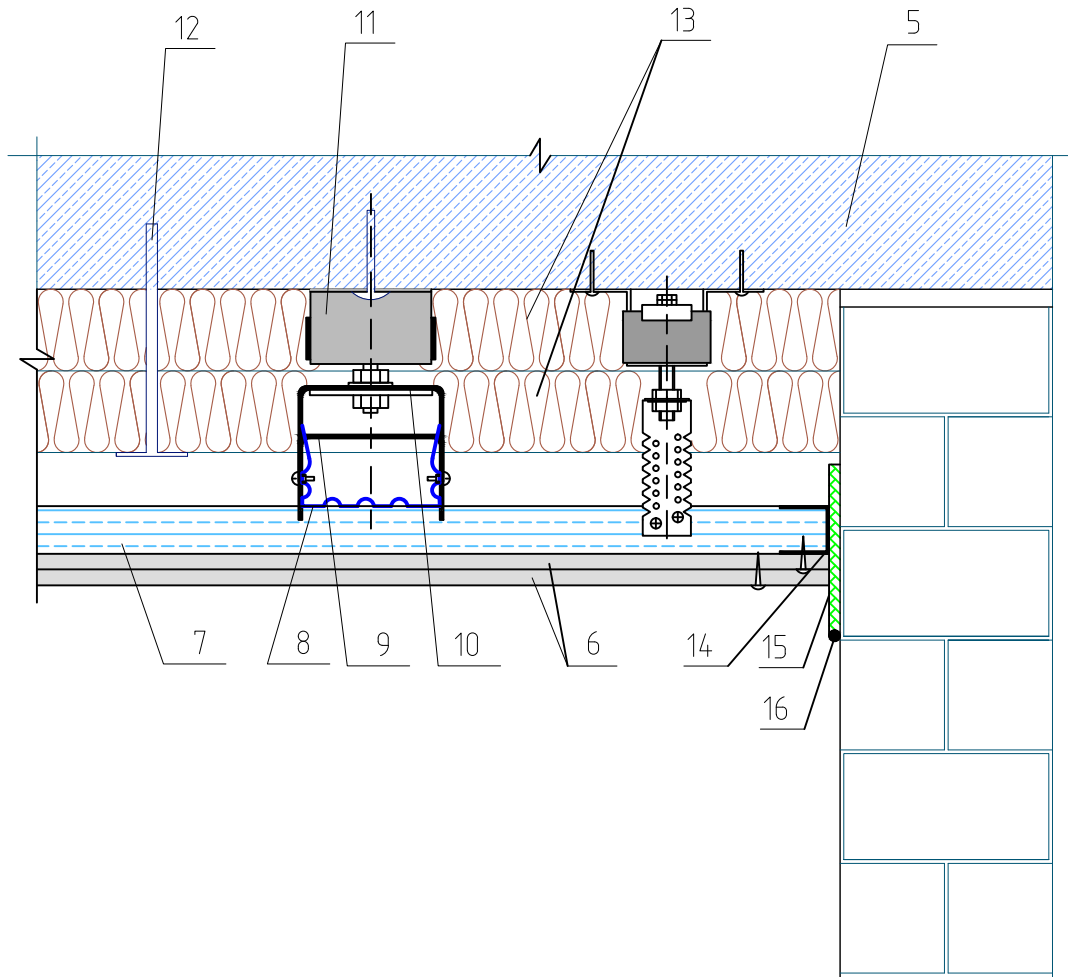
11.1



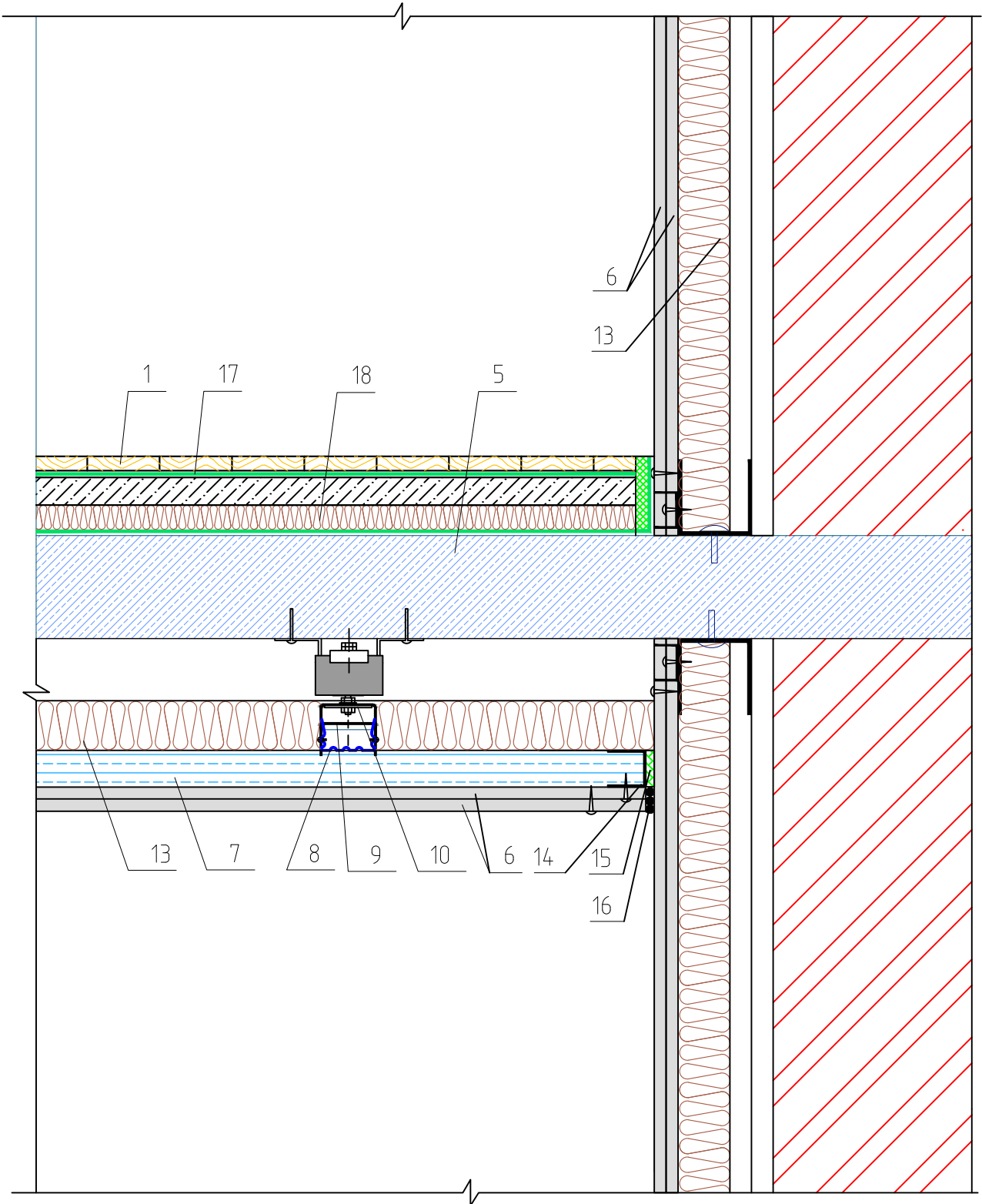
11.2



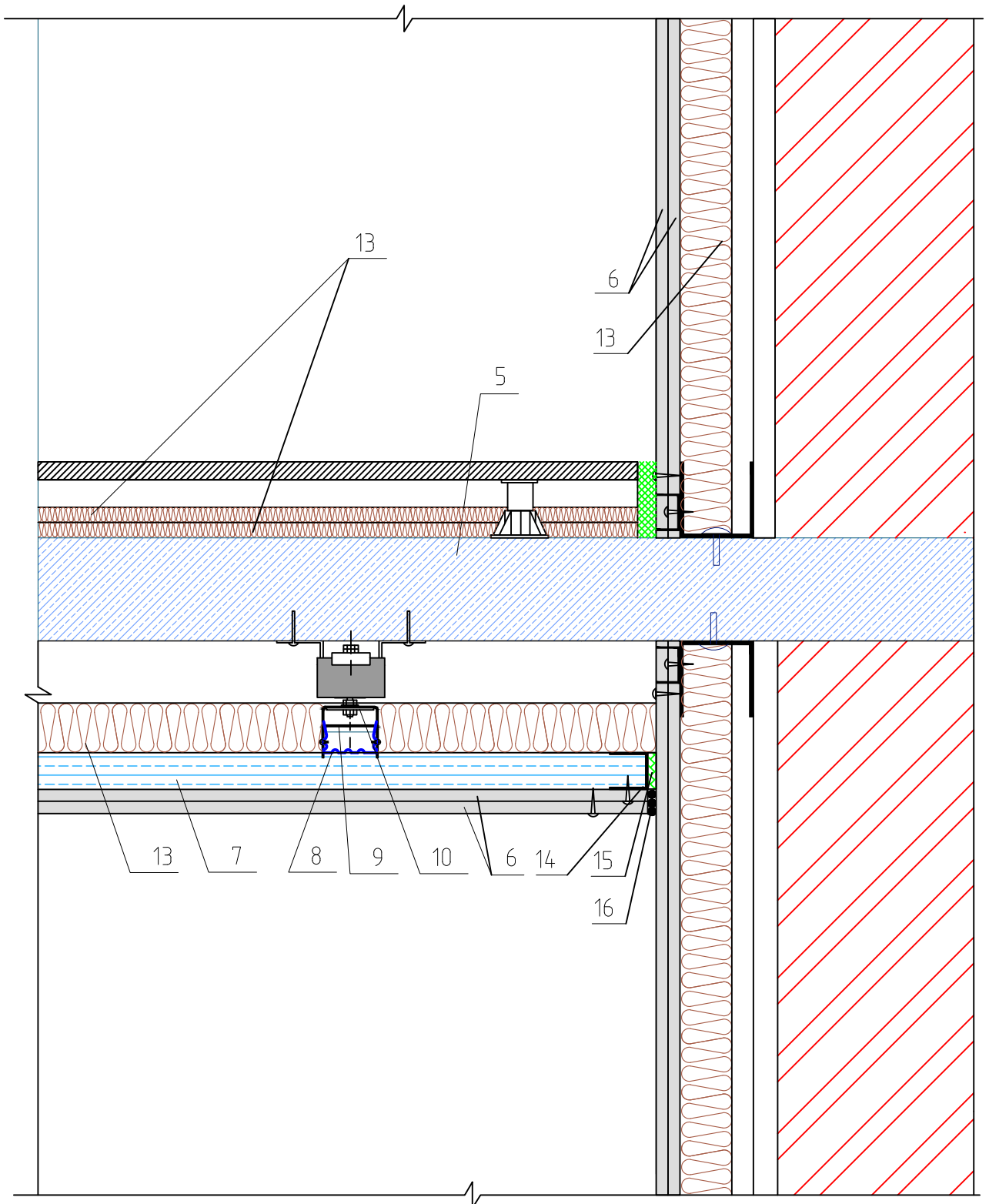
11.3



11.4



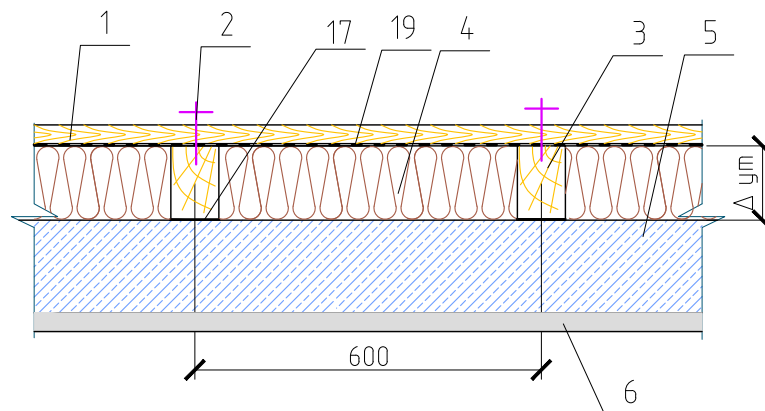
11.5





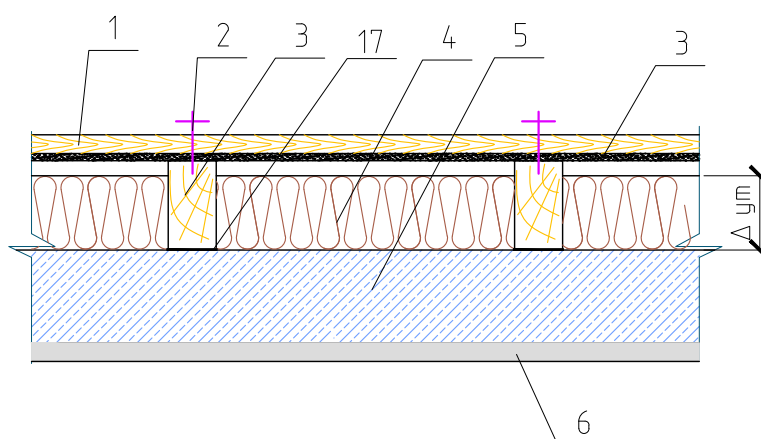
### 11.6

Железобетонное перекрытие над холодным подпольем и подвалом. Пол на лагах без воздушной прослойки



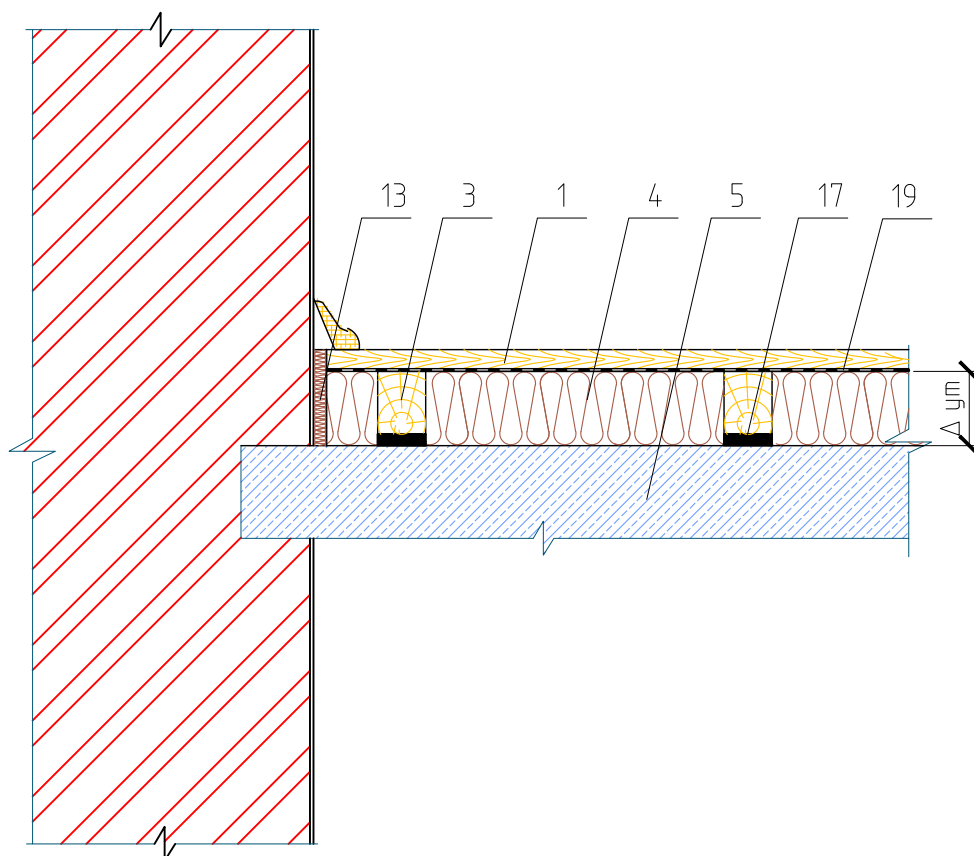
### 11.7

Железобетонное перекрытие над холодным подпольем и подвалом. Пол на лагах с воздушной прослойкой



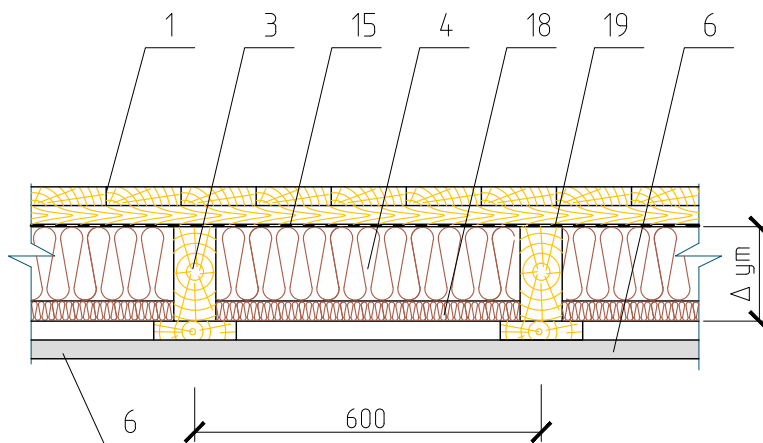
11.8

Железобетонное перекрытие над подвалом. Полы по деревянным лагам



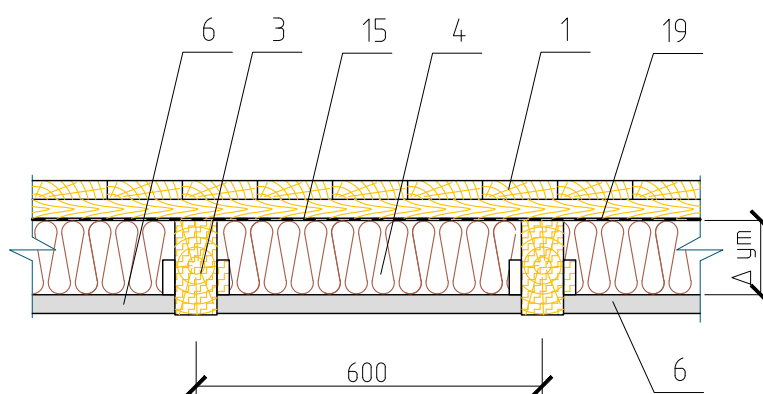
11.9

Балочное перекрытие над тех. подпольем

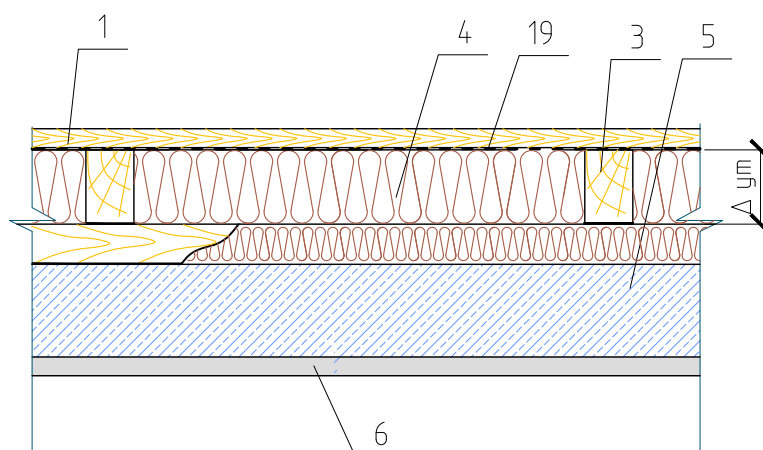


11.10

Балочное перекрытие над вентилируемым тех. подпольем

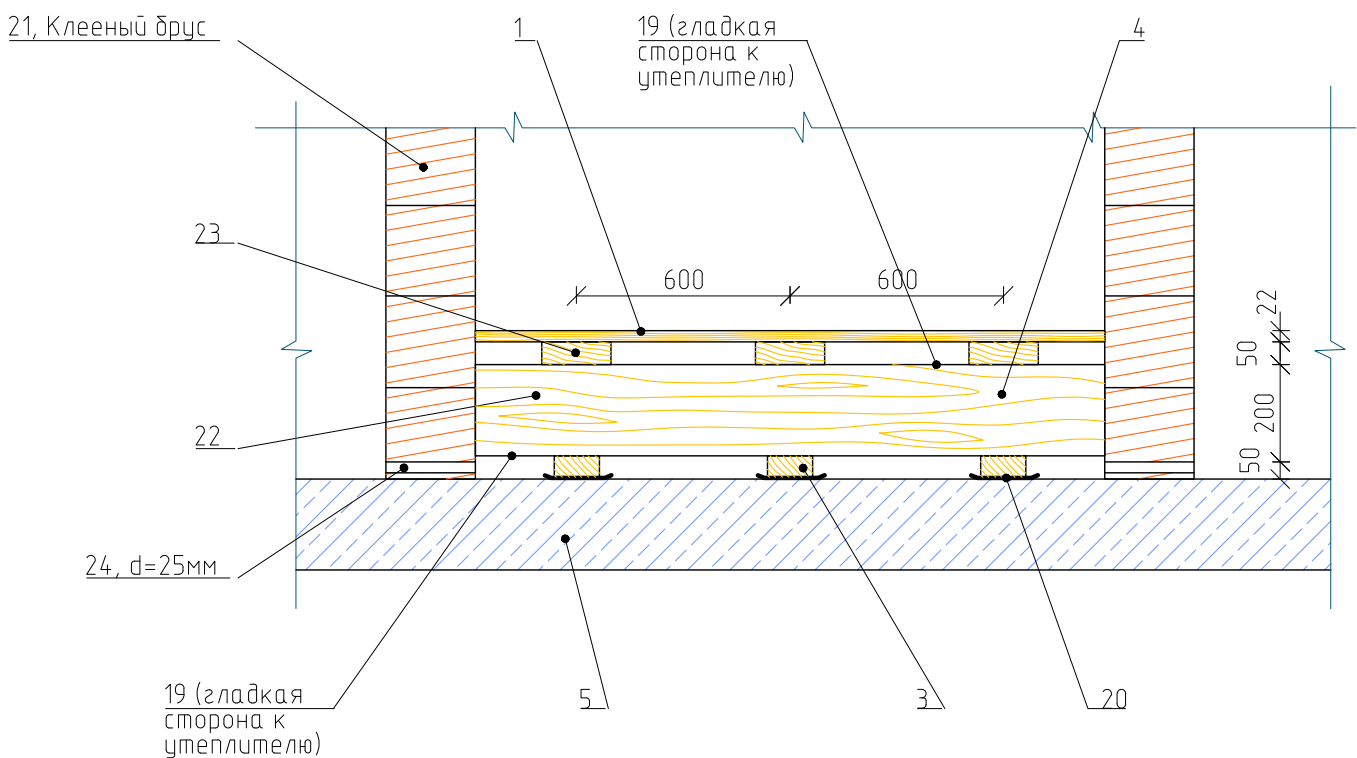


11.11  
Железобетонное перекрытие над подвалом (тех. подпольем) с двухслойной изоляцией



## 11.12

### Могослойный деревянный пол на железобетонном перекрытии

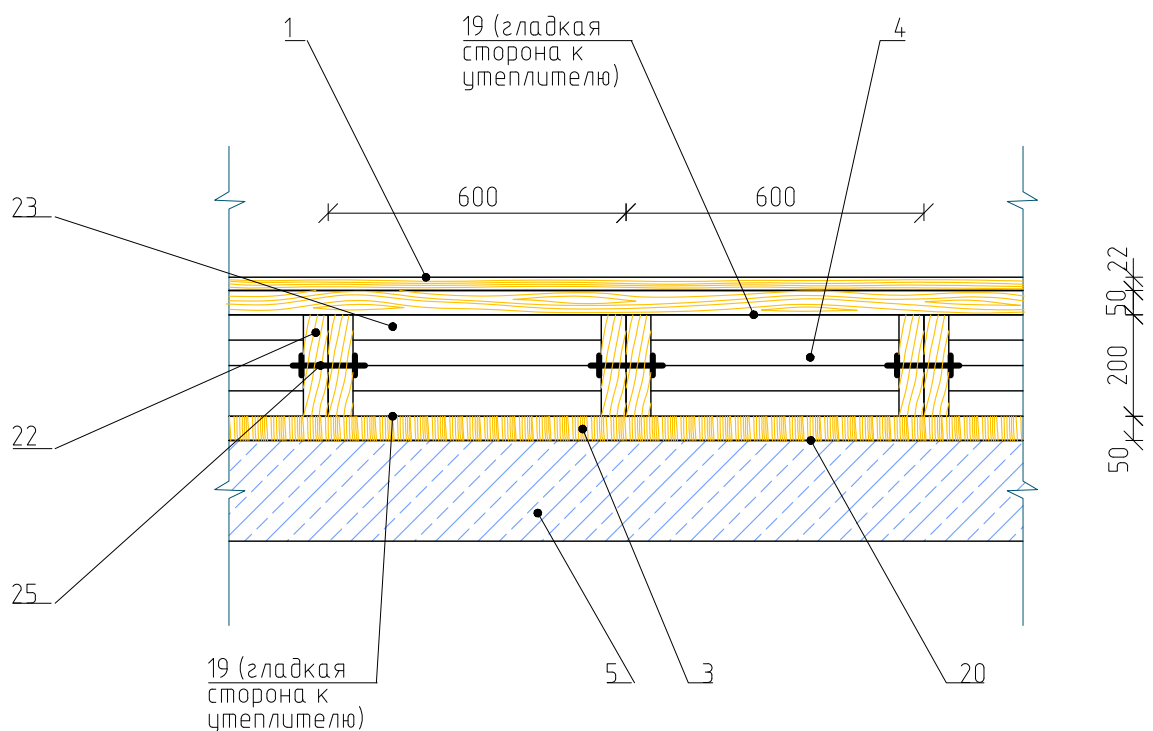


#### Примечание:

1. Балки Б1 устраиваются с шагом 600 мм. Могут быть выполнены из балок 100x200 мм и 100x150 мм (в зависимости от уровня пола первого этажа). Состоят из двух балок 50x200, соединенные шпилькой.
2. Между балками Б1 укладывается 4 слоя (3 слоя для 100x150 мм) утеплителя Knauf Insulation.
3. Между Б1 мм и ж/б плитой в стене проделываются вентиляционные каналы для обеспечения циркуляции воздуха, диаметр 25 мм. В зимний период времени закрываются.
4. Лиственница обрезная укладывается между балками Б1 и ж/б плитой вдоль обрешетки на гидроизоляционные подкладки с шагом 600 мм.

## 11.13

### Могослойный деревянный пол на железобетонном перекрытии




**Примечание:**

1. Балки Б1 устраиваются с шагом 600 мм. Могут быть выполнены из балок 100х200 мм и 100х150 мм (в зависимости от уровня пола первого этажа). Состоят из двух балок 50х200, соединенные шпилькой.
2. Между балками Б1 укладывается 4 слоя (3 слоя для 100х150 мм) утеплителя Кнауф Insulation.
3. Между Б1 мм и ж/б плитой в стене проделываются вентиляционные каналы для обеспечения циркуляции воздуха, диаметр 25 мм. В зимний период времени закрываются.
4. Лиственница обрешечная укладывается между Б1 и ж/б плитой вдоль обрешетки на гидроизоляционные подкладки с шагом 600 мм.





A young child with light brown hair is looking out from a window. The window frame is dark, and the child's hands are resting on the ledge. The background shows a brick wall and a corrugated metal roof. The lighting is warm, suggesting late afternoon or early morning. A blue banner is overlaid on the top left of the image.

# ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МАНСАРД



## **9. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ МАНСАРД**

9.1. Несущие конструкции мансард могут быть выполнены из дерева или стали С235, С245, С255, С345 по ГОСТ 27772.

9.2. В поперечнике несущие конструкции мансард представляют собой раму, шаг рам и размеры сечения элементов которой определяются статическим расчетом.

9.3. Соединения металлоконструкций предусматривается на сварке и монтажных болтах или на постоянных болтах. Сечения узловых элементов и величина сварных швов определяются расчетом.

9.4. Деревянные несущие конструкции следует выполнять из пиломатериалов хвойных пород второго сорта по ГОСТ 8486.

Для изготовления настилов и обрешетки применяется древесина 3 сорта, а для несущих элементов стропильной системы (стропильных ног, ендов, мауэрлатов, прогонов, стоек, подкосов, связей) – древесина 2 сорта.

9.5. Соединение деревянных элементов несущих конструкций выполняется механическими связями (гвоздями, шурупами, нагелями).

9.6. Несущие элементы конструкции мансард должны быть рассчитаны на действие постоянной нагрузки (собственный вес) и снеговой нагрузки, согласно требований СНиП 2.01.07.

9.7. Для устройства деревянных несущих конструкций должны применяться элементы, имеющие глубокую пропитку антисептиками и антипиренами.

9.8. Огнезащитная облицовка стальных и деревянных несущих конструкций предусмотрена огнестойкими гипсокартонными листами.

9.9. Устройство огнезащитной облицовки несущих стальных и деревянных конструкций следует выполнять в соответствии с указаниями СП 55-101 и СП 55-102.

9.10. В качестве теплоизоляции используют стекловолоконные маты марки: TR 040, TR 037, TR 035, TR 034 и плиты марок TS 037, TS 035, TS 034.

Допускается применение соответствующих марок теплоизоляционного материала с водоотталкивающей добавкой, а именно: TS 037 Aquastatik, TS 035 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 035 Aquastatik, TR 034 Aquastatik.

9.11. В случае использования однослойной теплоизоляции, утеплитель устанавливается в промежутке между стропилами. В случае устройства двухслойной изоляции, с внутренней или наружной стороны стропил перпендикулярно им устанавливается деревянная обрешетка, в пространстве которой размещается дополнительный слой утеплителя.

9.12. Кровлю мансард рекомендуется выполнять из асбестоцементных и битумных листов, кровельной стали, меди, металлочерепицы, гибкой черепицы, керамической или

цементно-песчаной черепицы. При этом, во избежание образования конденсата в конструкции покрытия должен быть предусмотрен продух (вентилируемая воздушная прослойка), высотой от 40 до 60 мм, длиной не более 24 м, сообщающийся с наружным воздухом на карнизном и коньковом участках. Для обеспечения тепловой тяги величина уклона кровли должна быть не менее 6 %.

Сечение вентиляционного продуха на карнизном участке любого места ската, должно составлять не менее 1/500 площади поверхности ската кровли, но не менее 200 см<sup>2</sup>/п.м., сечение в коньке – не менее 1/2000 площади обоих скатов, но не менее 5 см<sup>2</sup>/м.

Связь между внутренним воздухом помещений и воздухом вентилируемой воздушной прослойки должна быть исключена.

9.13. Во избежание просачивания холодного воздуха через слой утеплителя и его замачивания необходимо поверху теплоизоляционного слоя предусмотреть ветрозащитную диффузионно-гидроизоляционную пленку.

9.14. Для предотвращения образования конденсата в толще утеплителя в холодный период года с внутренней стороны теплоизоляции устраивается пароизоляционная пленка. При устройстве двухслойной изоляции пароизоляционная пленка может устанавливаться между слоями утеплителя, но тогда термическое сопротивление внутреннего слоя теплоизоляции должно составлять не более 20% от общего термического сопротивления теплоизоляционного слоя покрытия.

9.15. Для природного освещения мансардных помещений предусматриваются встроенные окна.

9.16. На кровлях с уклоном до 12% включительно в зданиях с высотой до карниза или верха парапета более 10 м, а также на кровлях с уклоном более 12% в зданиях высотой до низа карниза более 7 м следует предусматривать ограждения в соответствии с ГОСТ 25772 (см. п. 5.33 СП 56.13330).

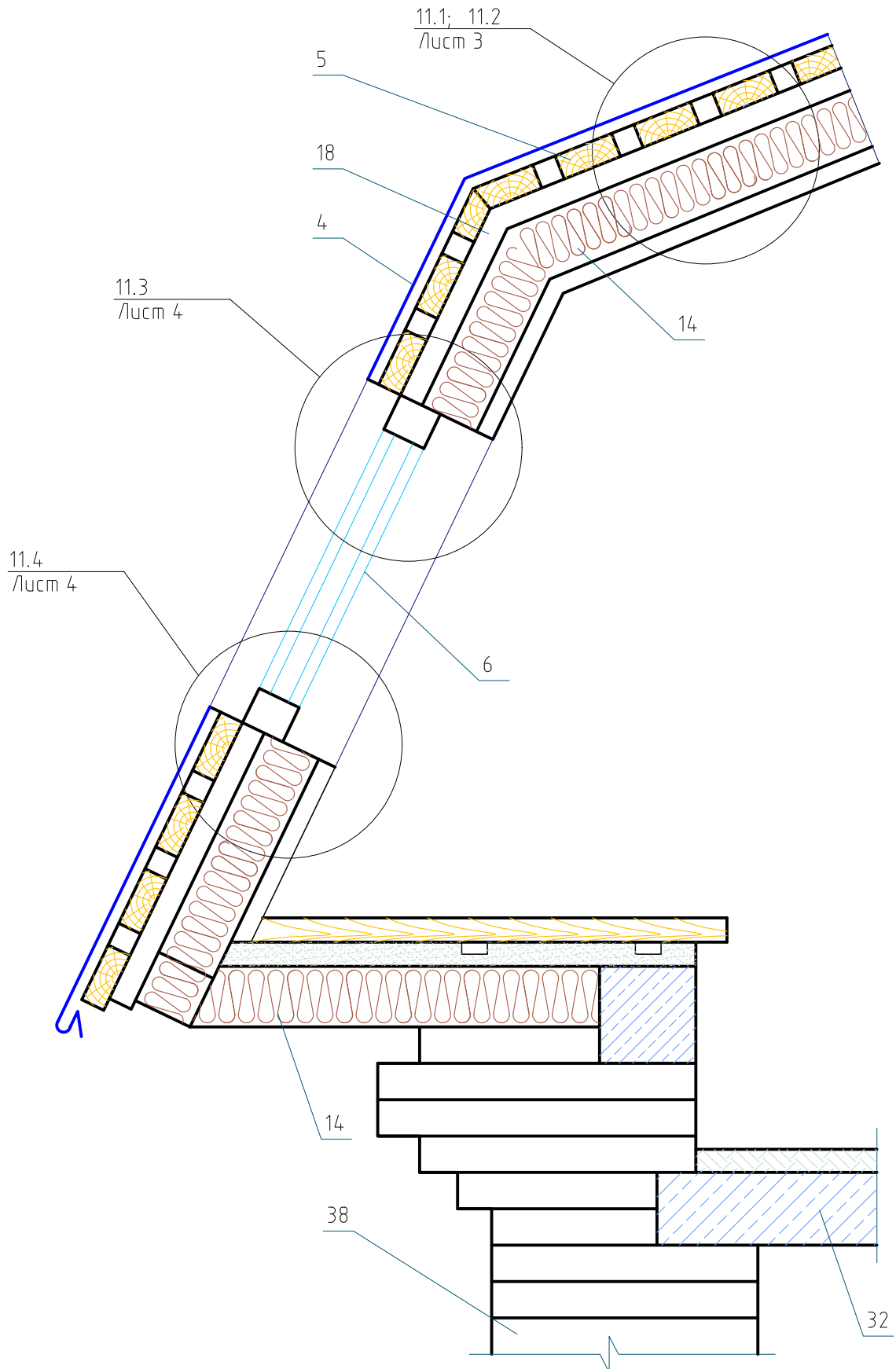
9.17. При возведении мансардных конструкций общая последовательность работ должна быть следующей:

- монтаж несущего каркаса (стропильной системы) с устройством основания под кровлю (обрешетки);
- устройство пароизоляции;
- устройство кровли, системы водоотвода и теплоизоляции;
- установка приспособлений для обслуживания кровли в процессе эксплуатации.

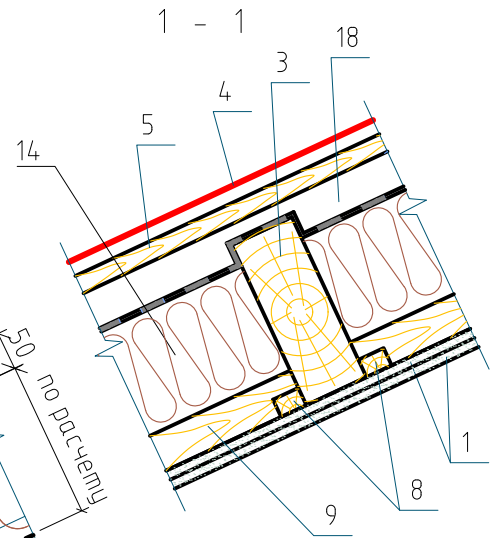
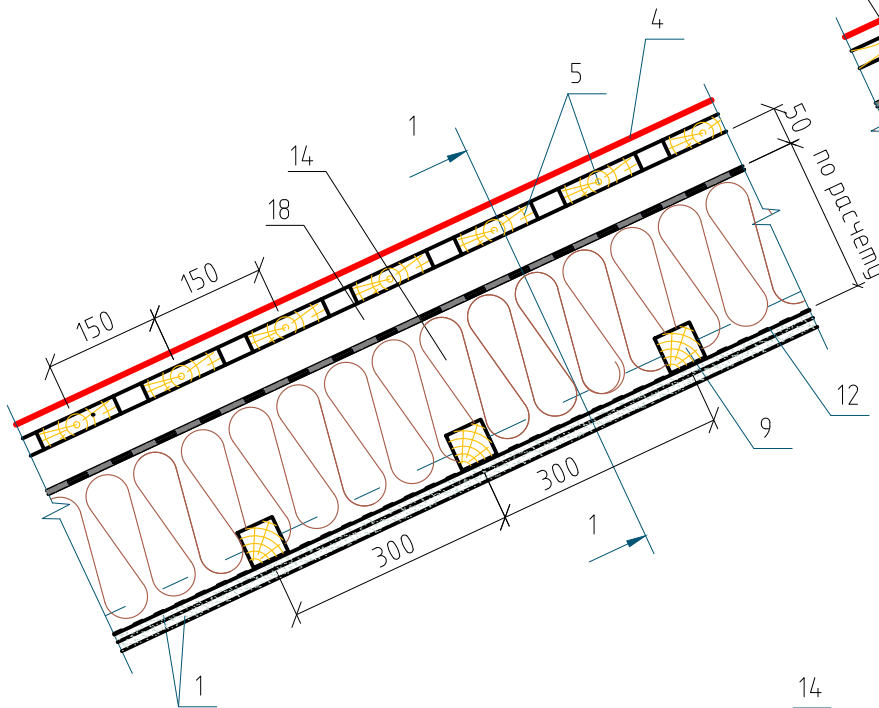
9.18. Для обеспечения качественного монтажа кровли запрещается проводить монтажные работы во время гололедицы и порывах ветра со скоростью превышающей 15 м/с.

## Ограждающие конструкции мансард

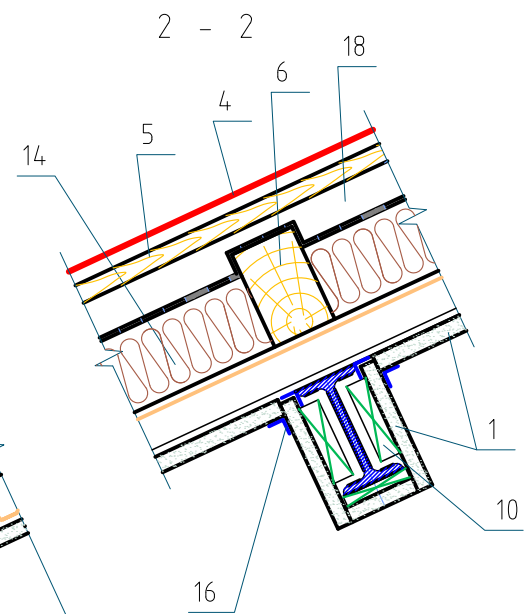
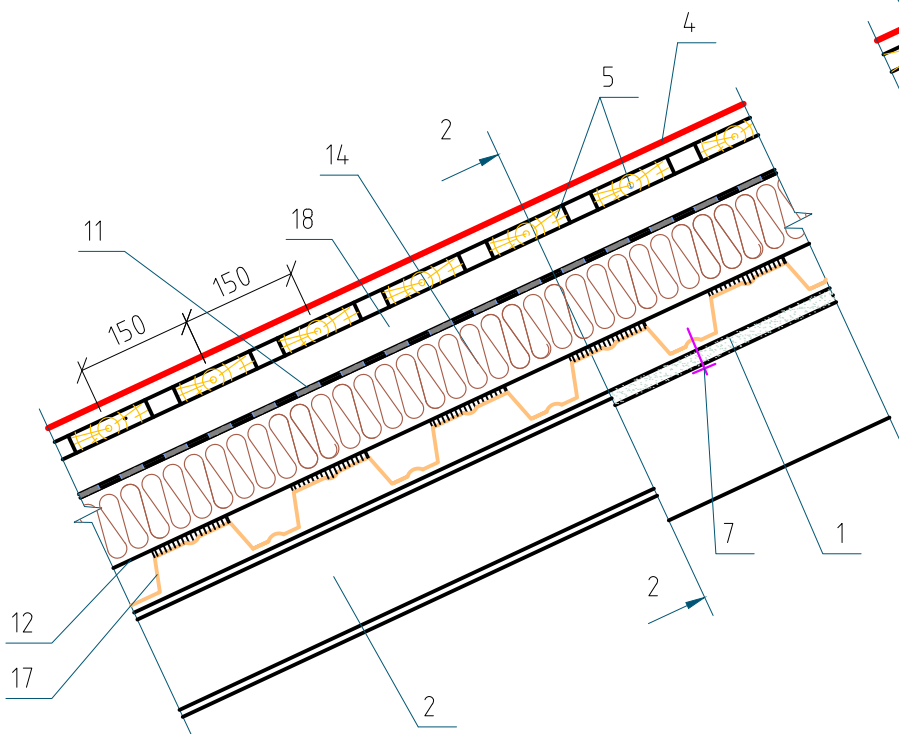
№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Гипсокартонные плиты (ГКП)	26	Дюбель
2	Стропила стальные	27	Металлическая деталь
3	Стропила деревянные	28	Битумный самоклеющийся рулонный материал
4	Кровля	29	Настил
5	Обрешетка	30	Труба
6	Оконный блок	31	Крепление ветрозащитной диффузионно-гидроизоляционной пленки лентой
7	Элемент механического крепления	32	Несущая плита
8	Деревянный брусок	33	Маурлеат
9	Негорючая минвата	34	Карнизная планка
10	Вкладыш из гипсокартонной плиты ГКП	35	Скоба желоба
11	Ветрозащитная диффузионно-гидроизоляционная пленка	36	Подшивка карниза
12	Пароизоляция	37	Каркас карнизного свеса
13	Обвязочный брусок	38	Стена
14	Теплоизоляция согласно п. 8.10.	39	Анкер
15	Вставка из минераловатных плит	40	Вентиляционная лента
16	Защитная перфорированная металлизированная лента	41	Вентиляционный элемент
17	Стальной профлист	42	Крепление коньковой обрешетки
18	Вентилируемая воздушная прослойка	43	Коньковая черепица
19	Уплотнитель	44	Зажим коньковой черепицы
20	Нижний ендовой лист	45	Аэроэлемент конька
21	Верхний ендовой лист	46	Коньковый брусок
22	Шуруп	47	Коньковый прогон
23	Контрообрешетка	48	Вентилируемый каркас подшивки
24	Сплошной настил	49	Доска
25	Герметик	50	Выравнивающая цементная стяжка

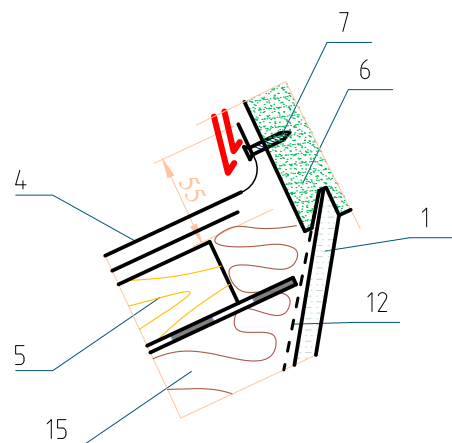
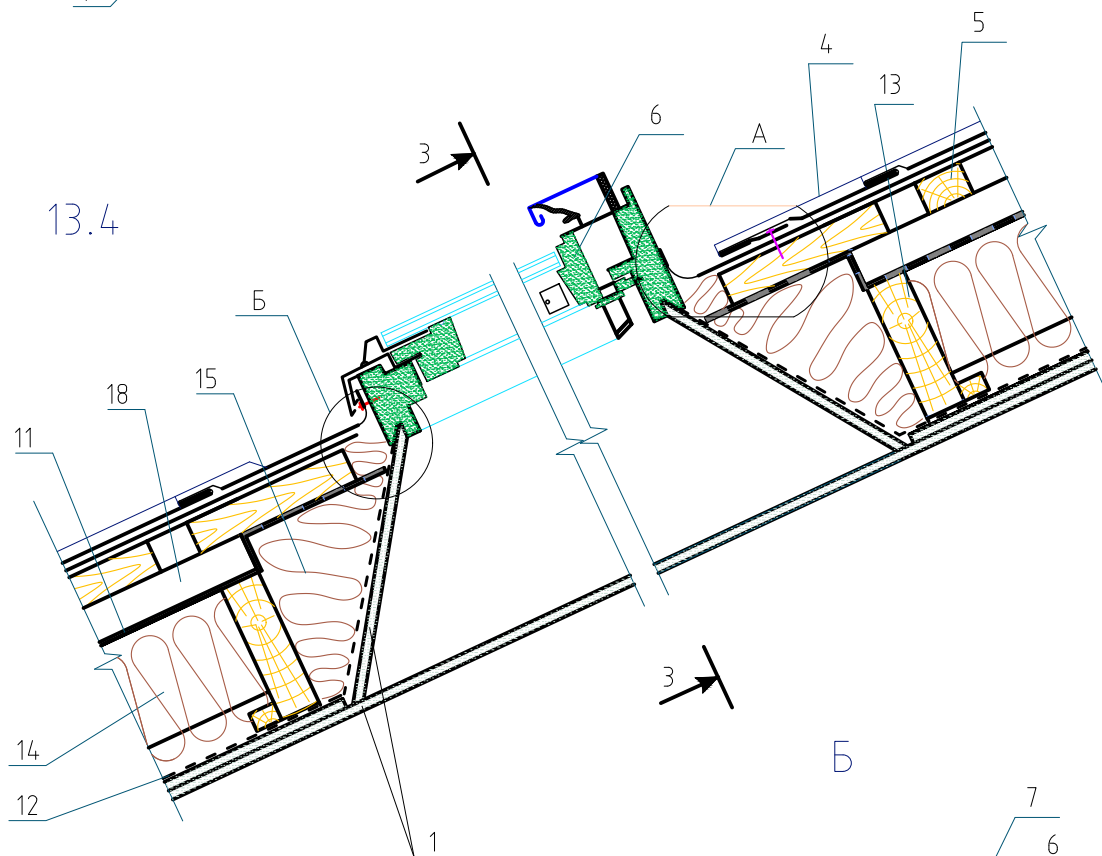
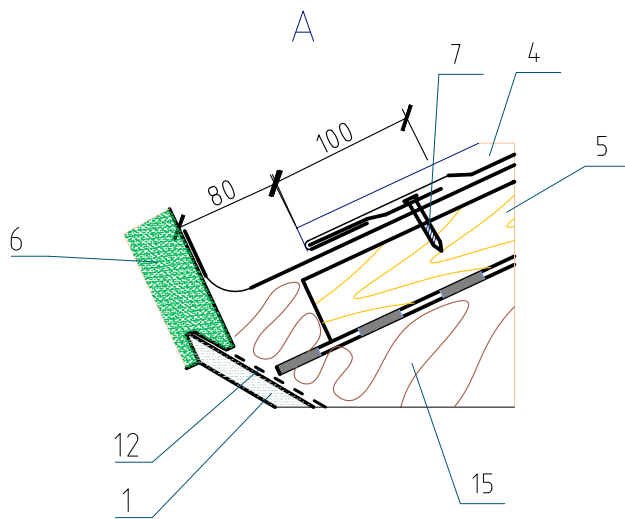


13.1

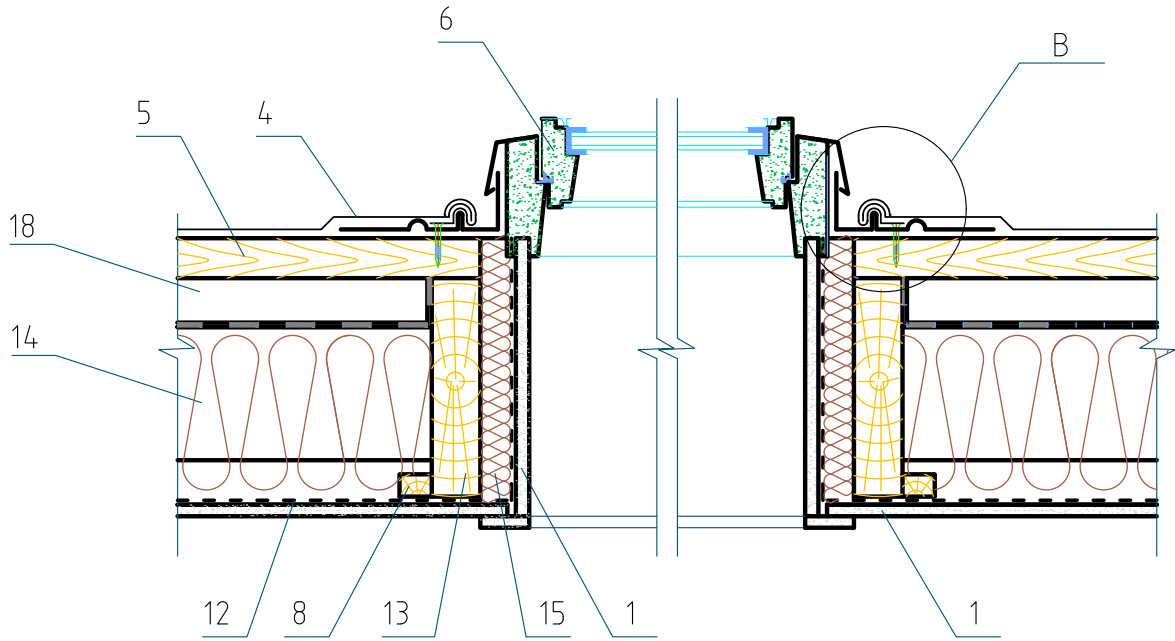


13.2

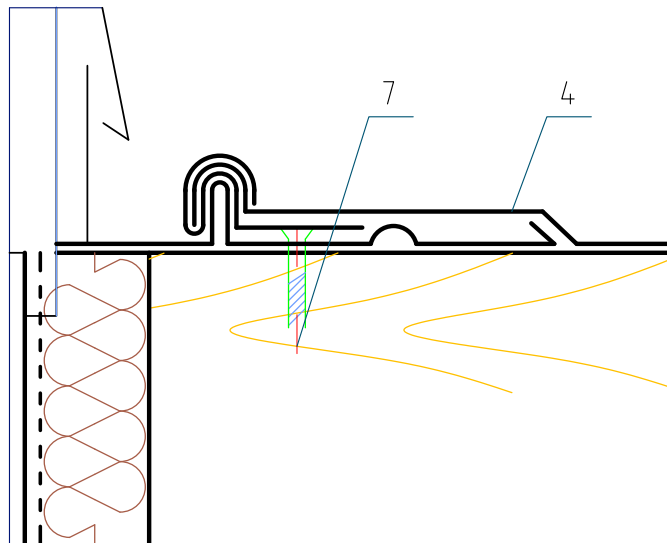




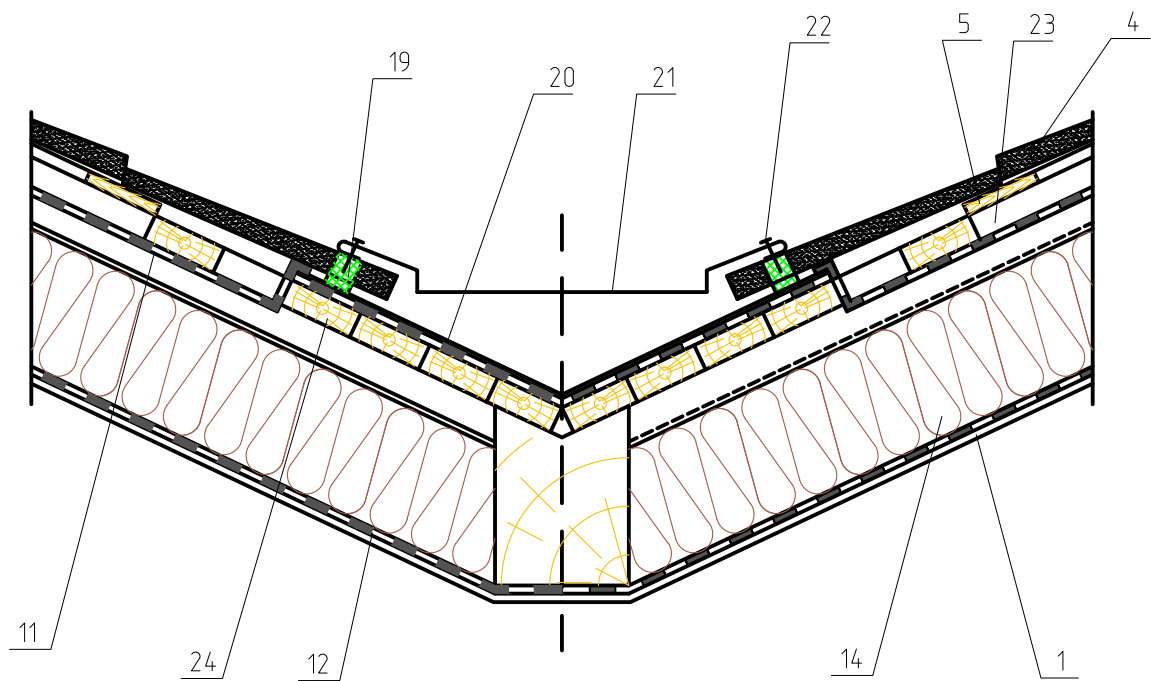
3 - 3



B

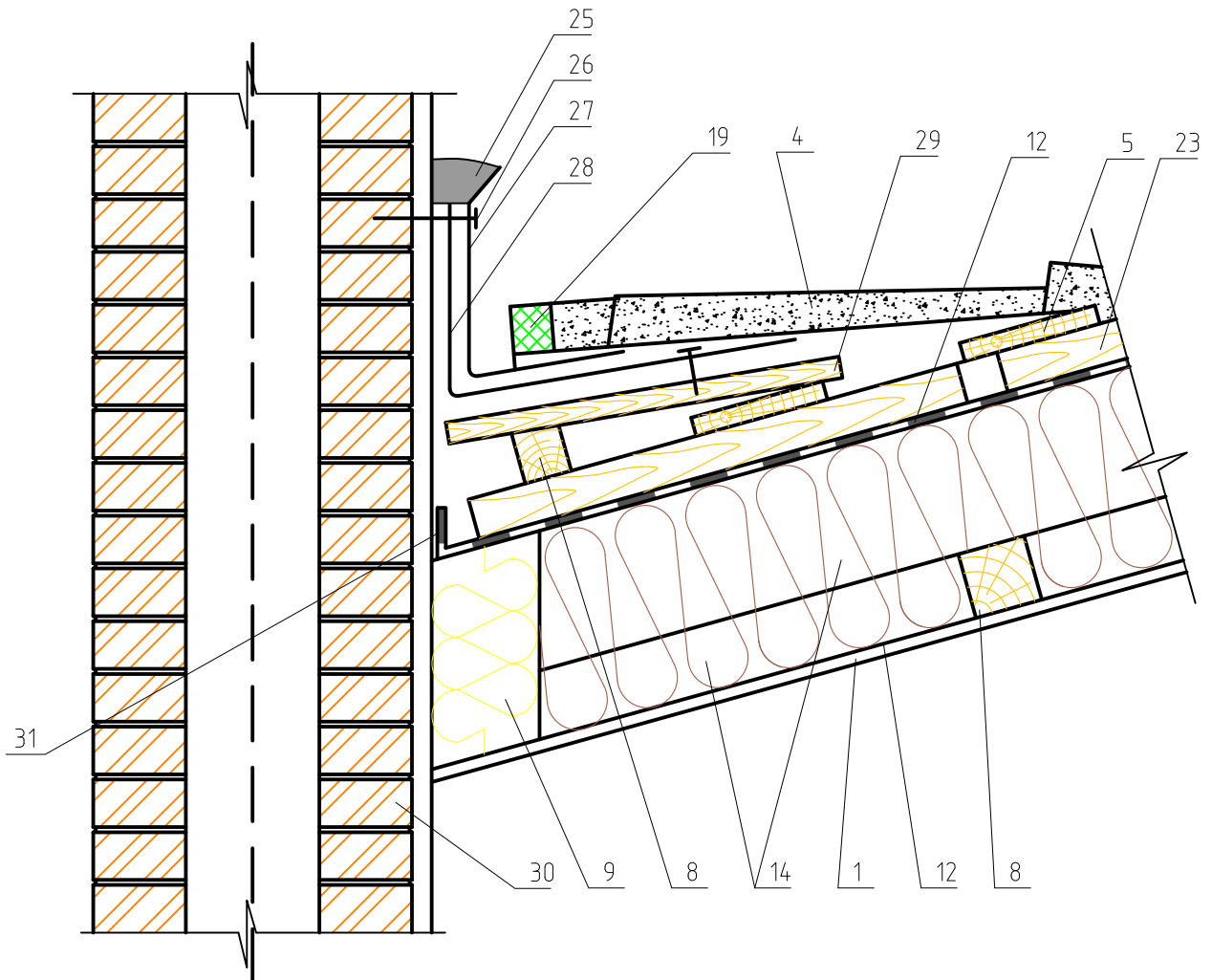


13.5

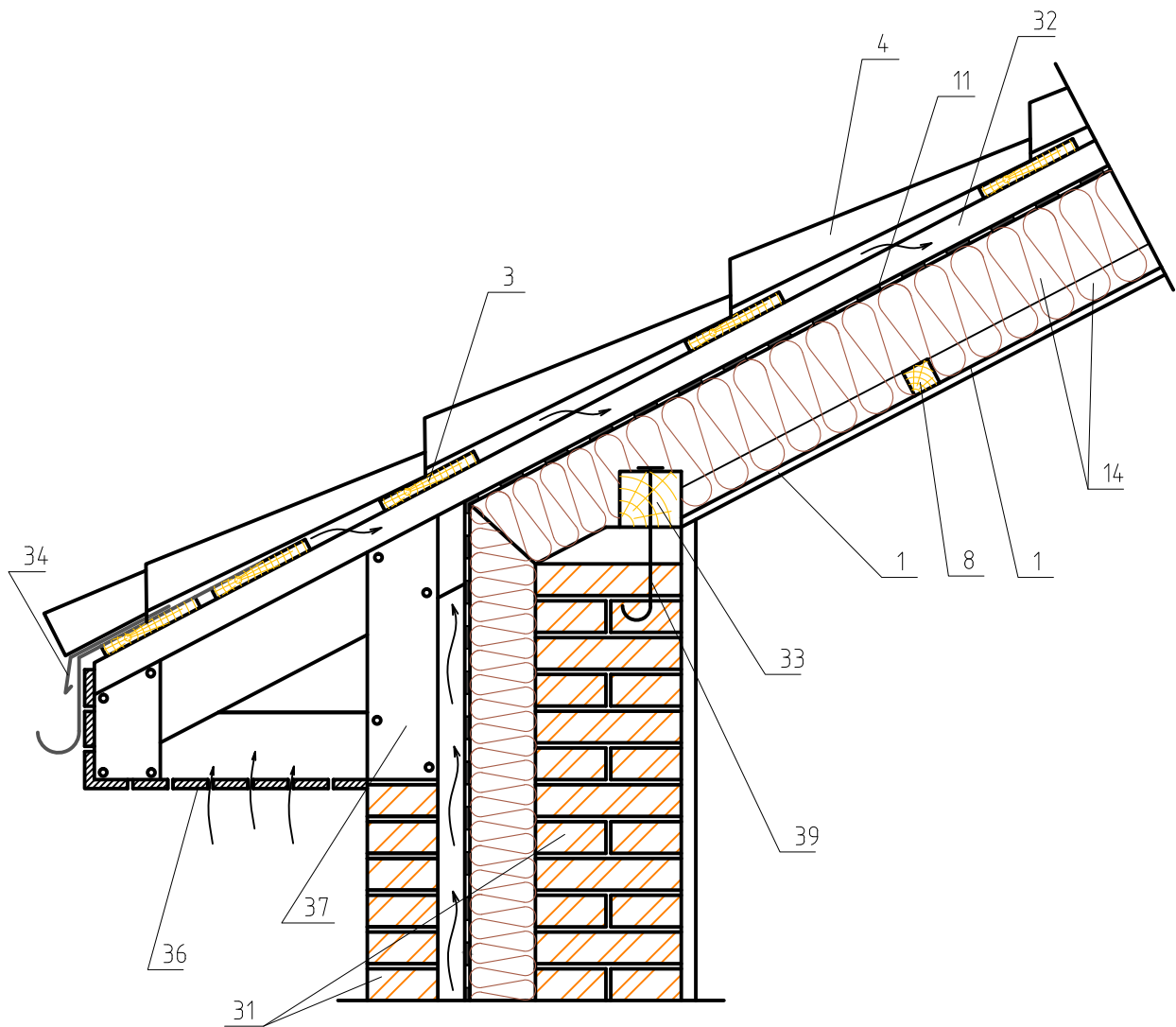




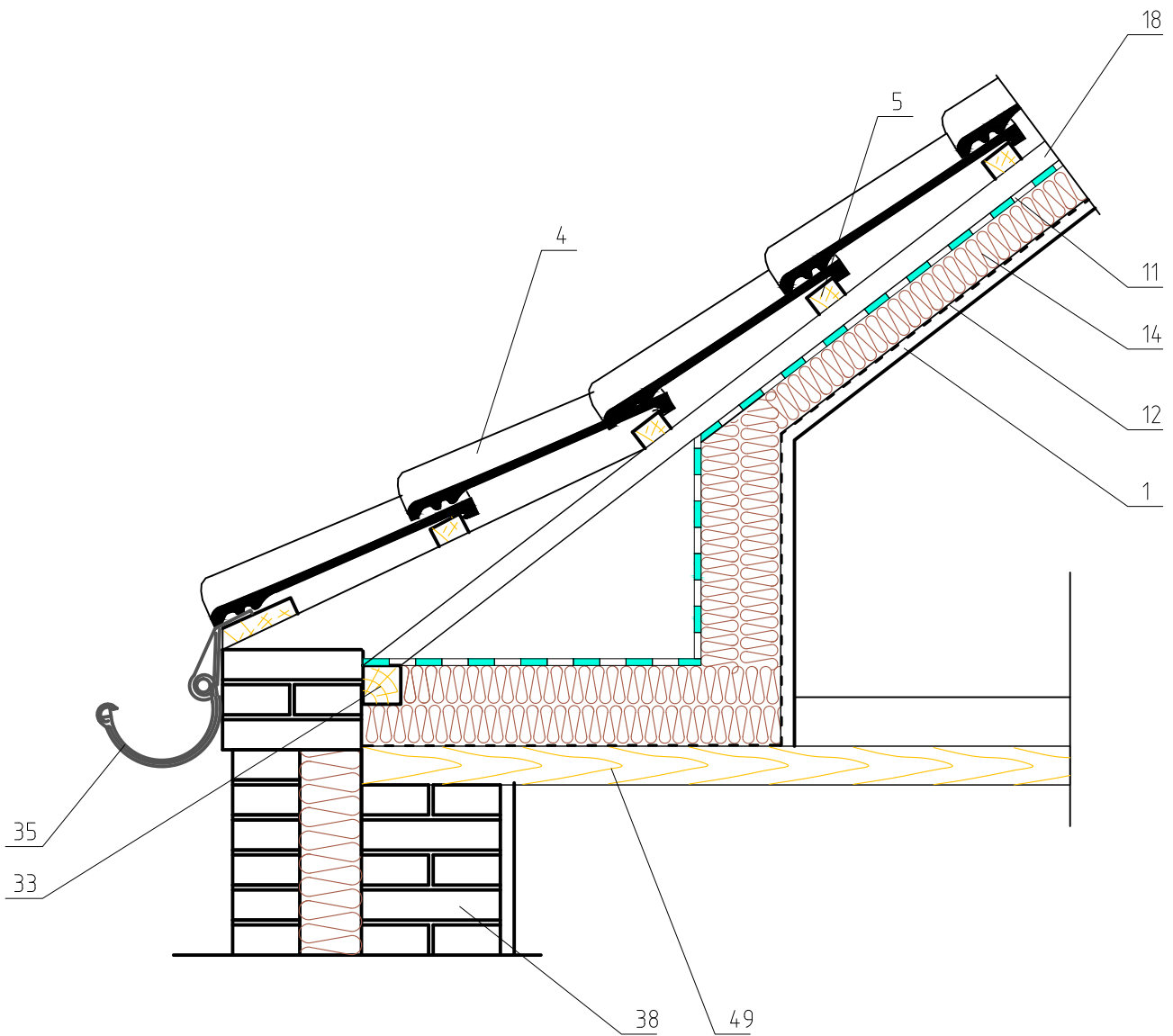
13.6



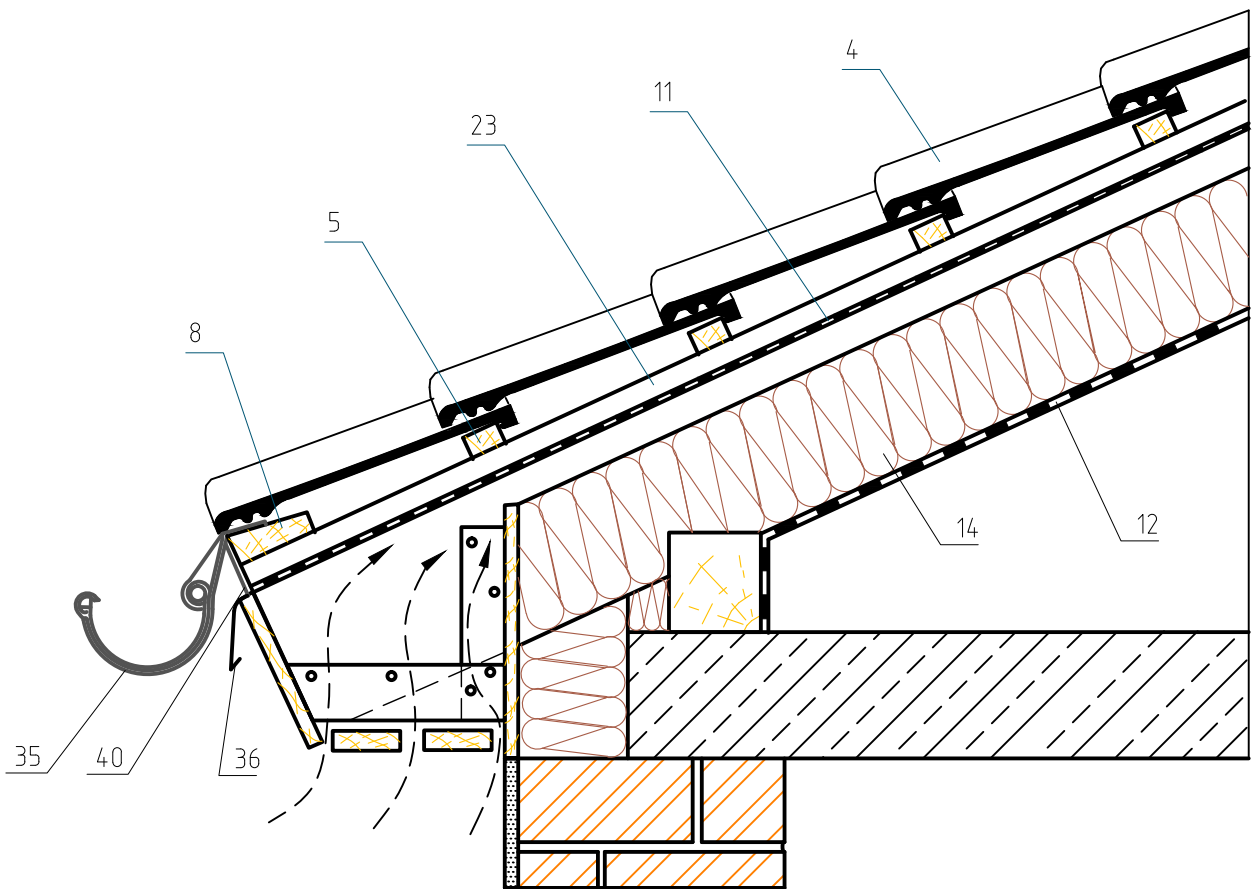
13.7



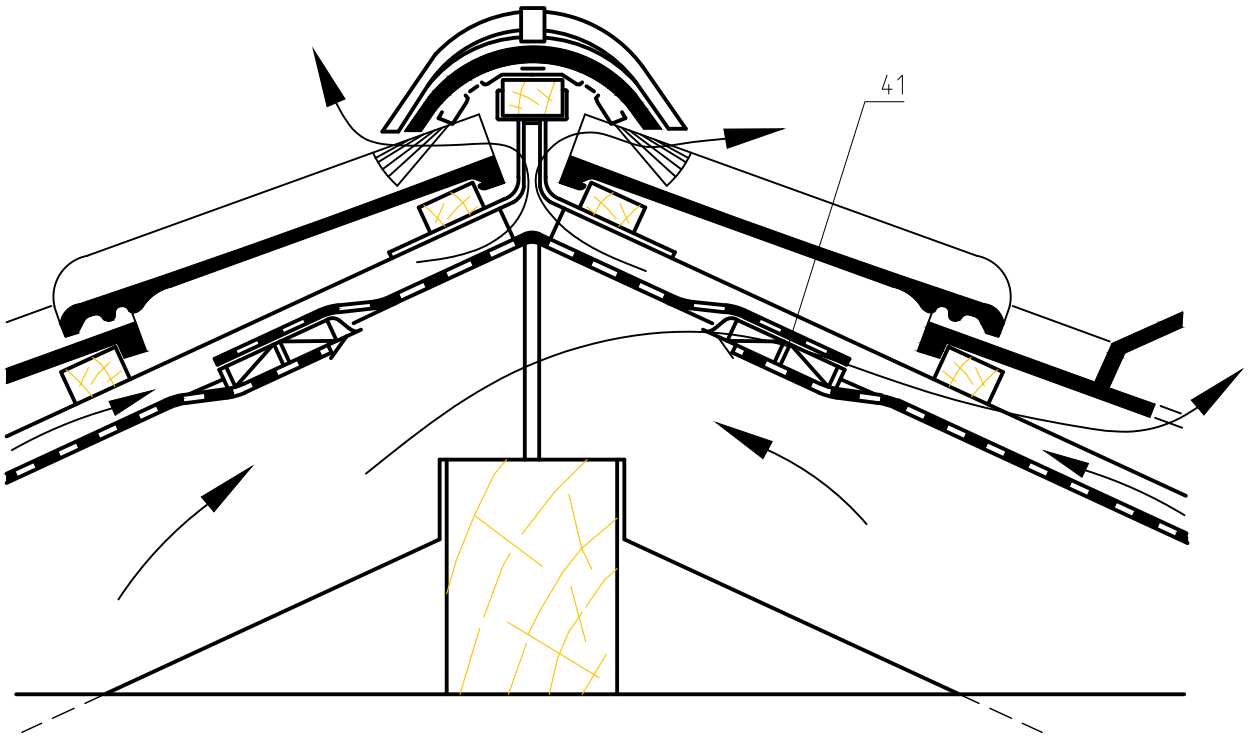
13.8



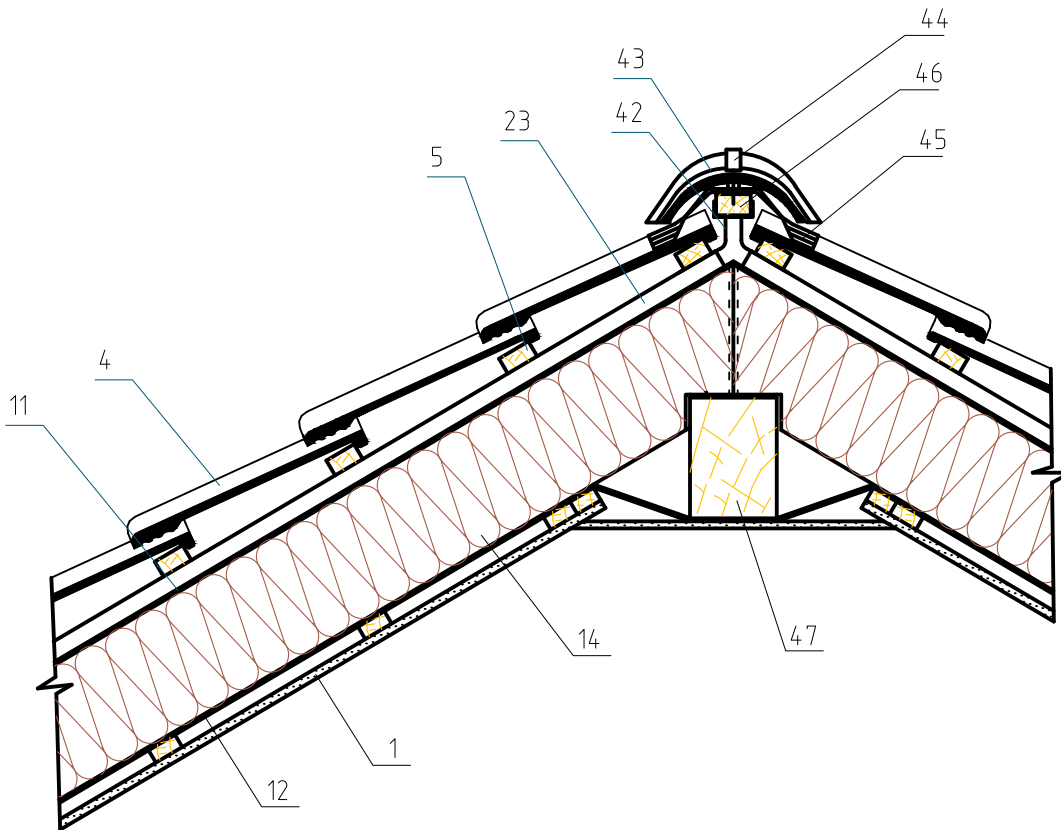
13.9



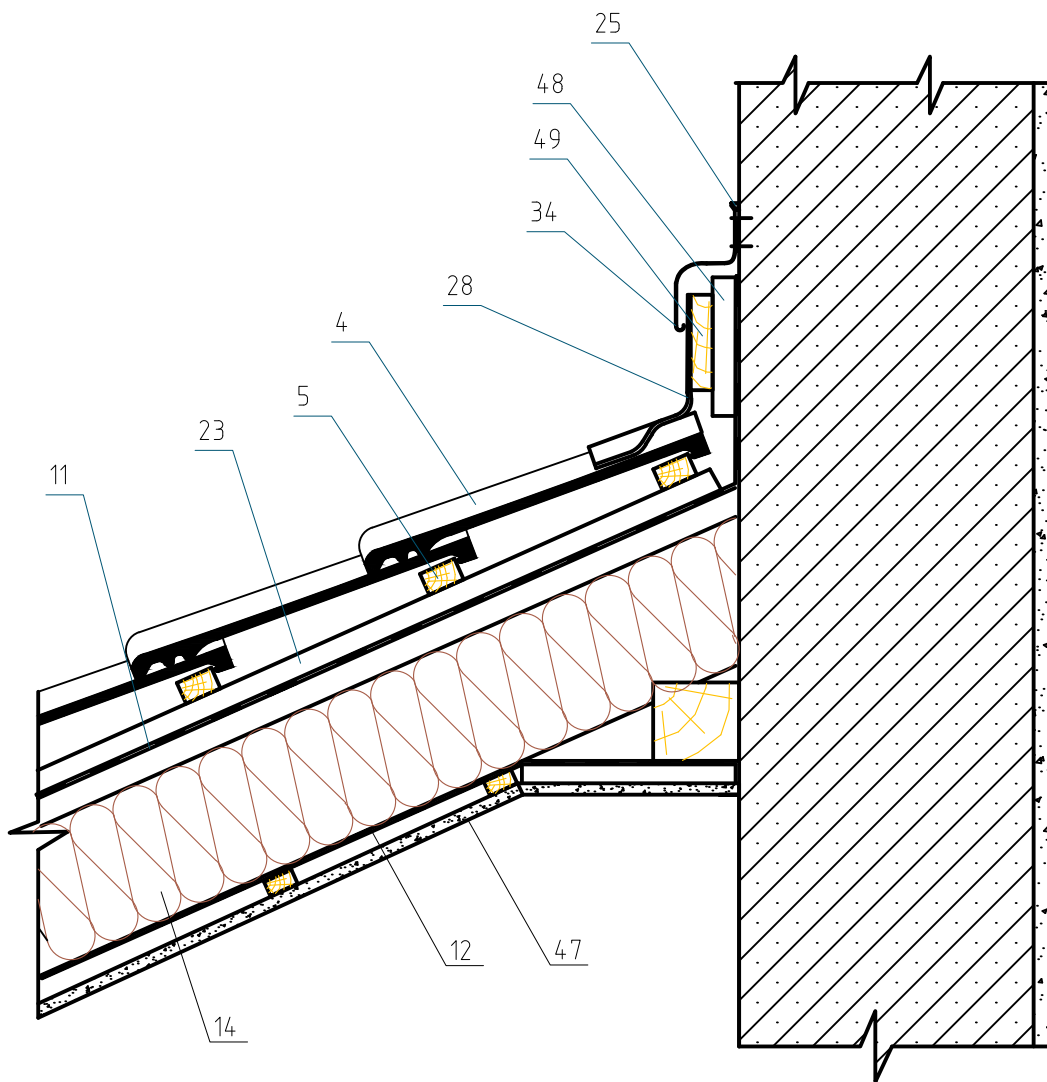
13.10



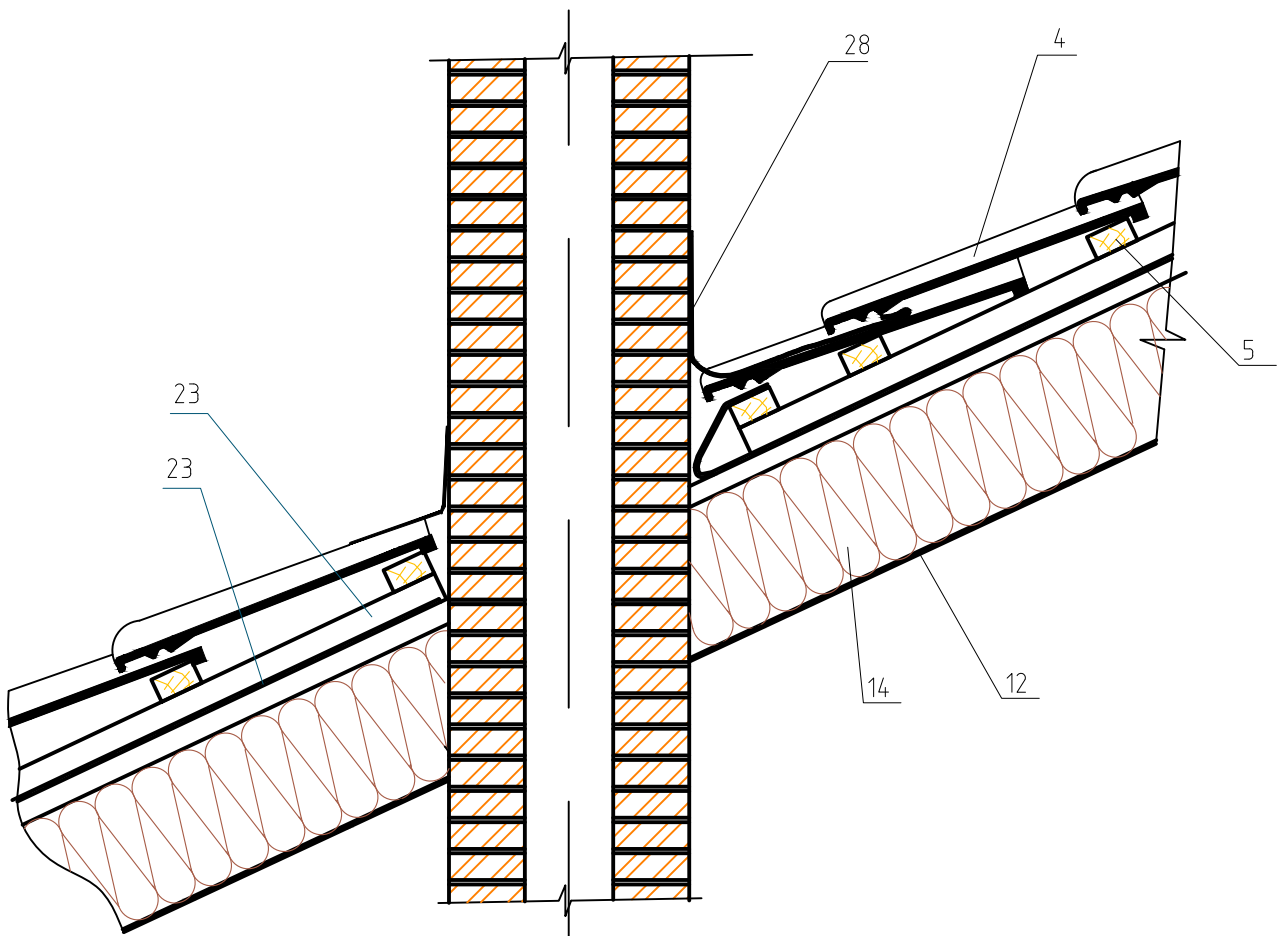
13.11

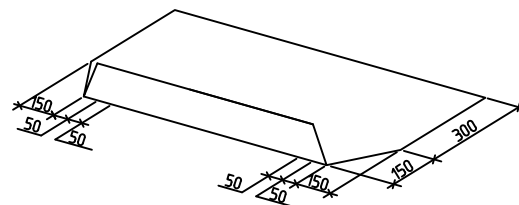


13.12

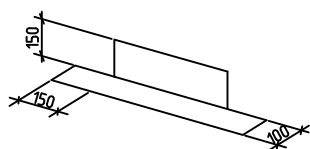
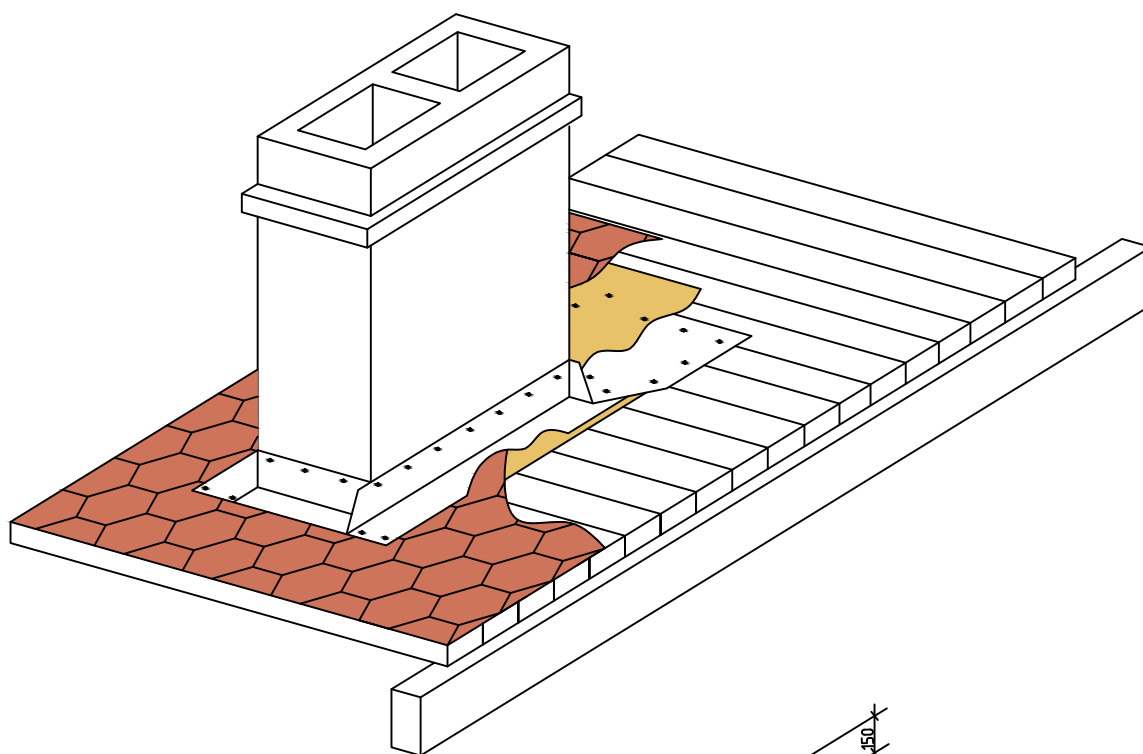


13.13

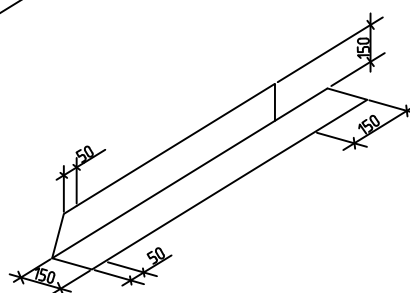




Уголок со стороны конька



Передний уголок

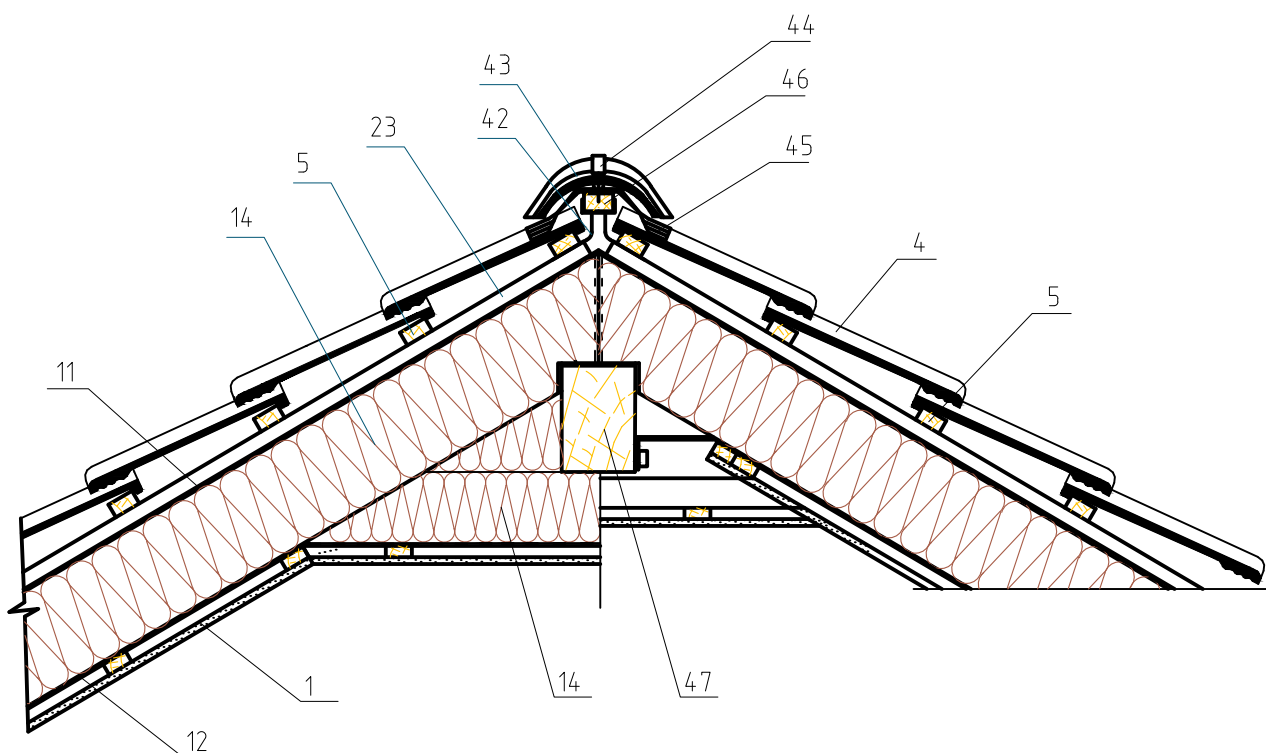


Боковой уголок



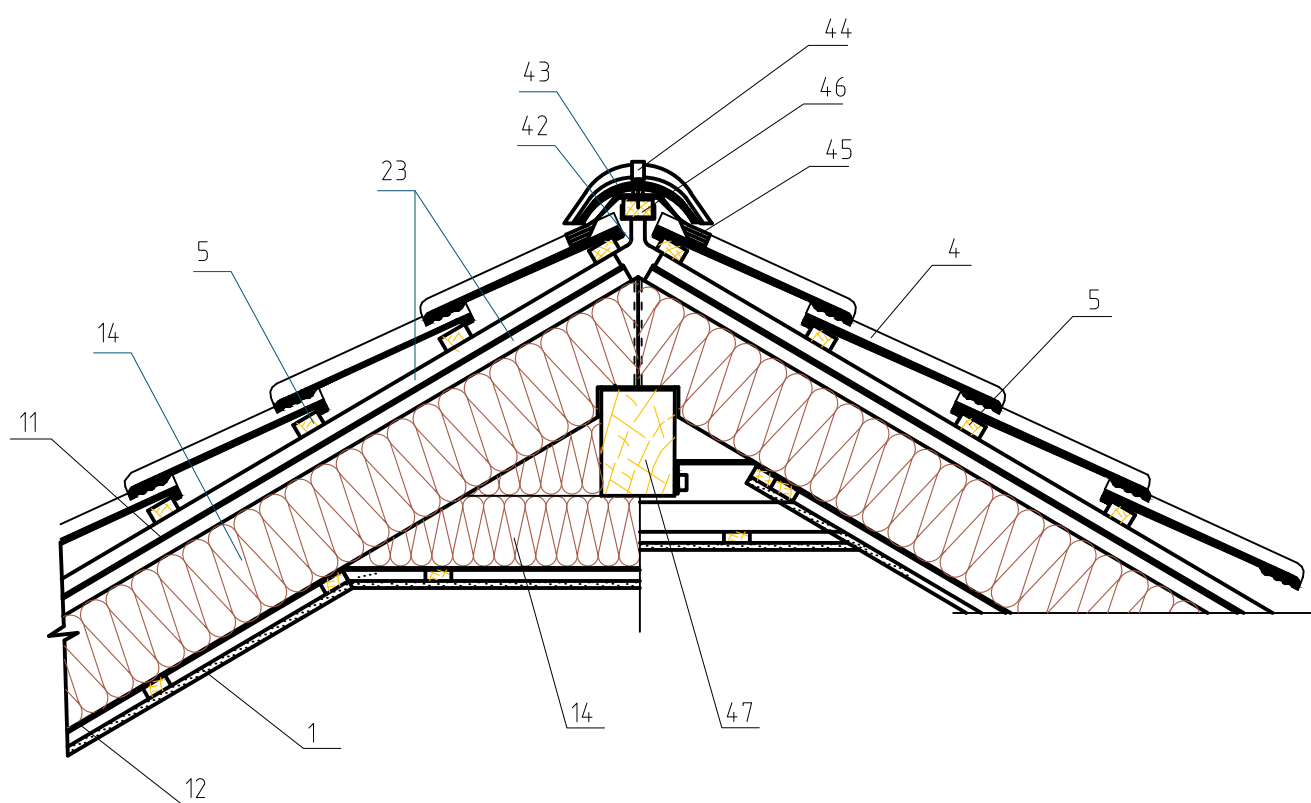
### 13.14

Утепление до конька. Подкровельный гидроизоляционный материал контактирует с утеплителем



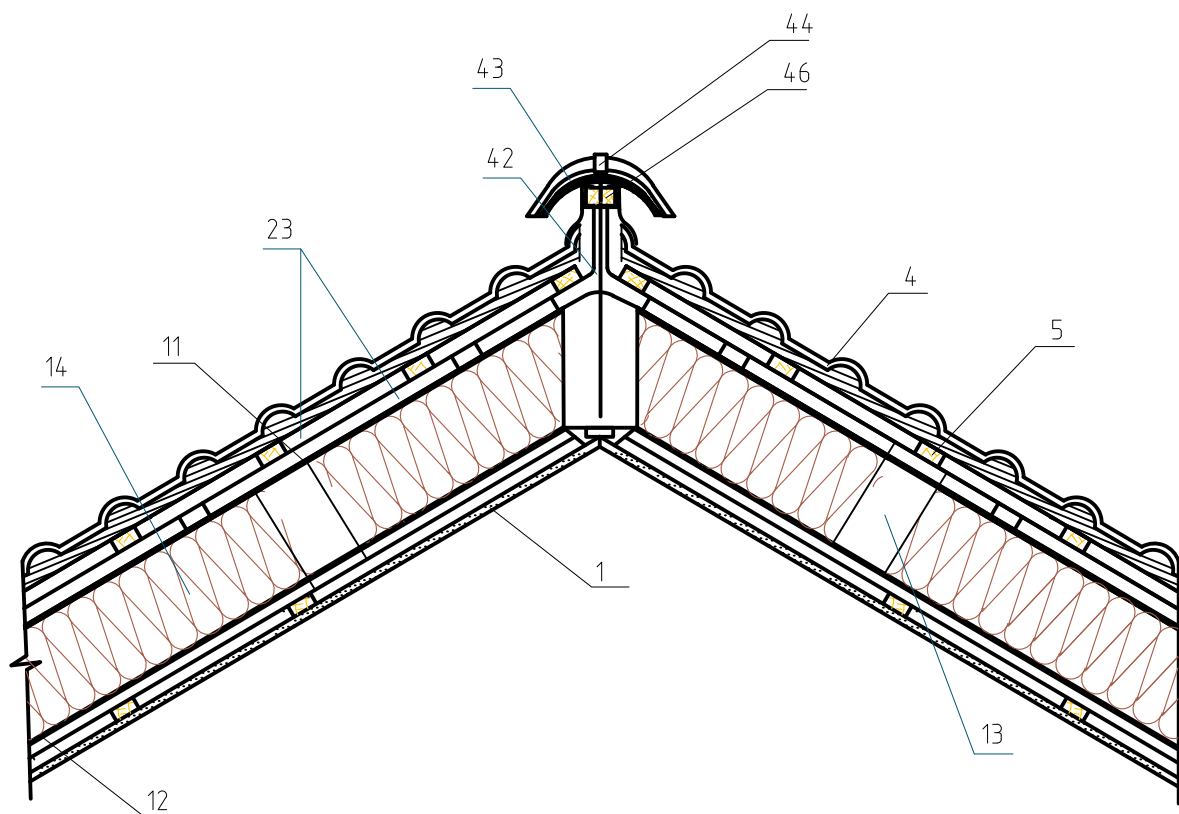
### 13.15

Утепление до конька. Подкровельный гидроизоляционный материал не контактирует с утеплителем



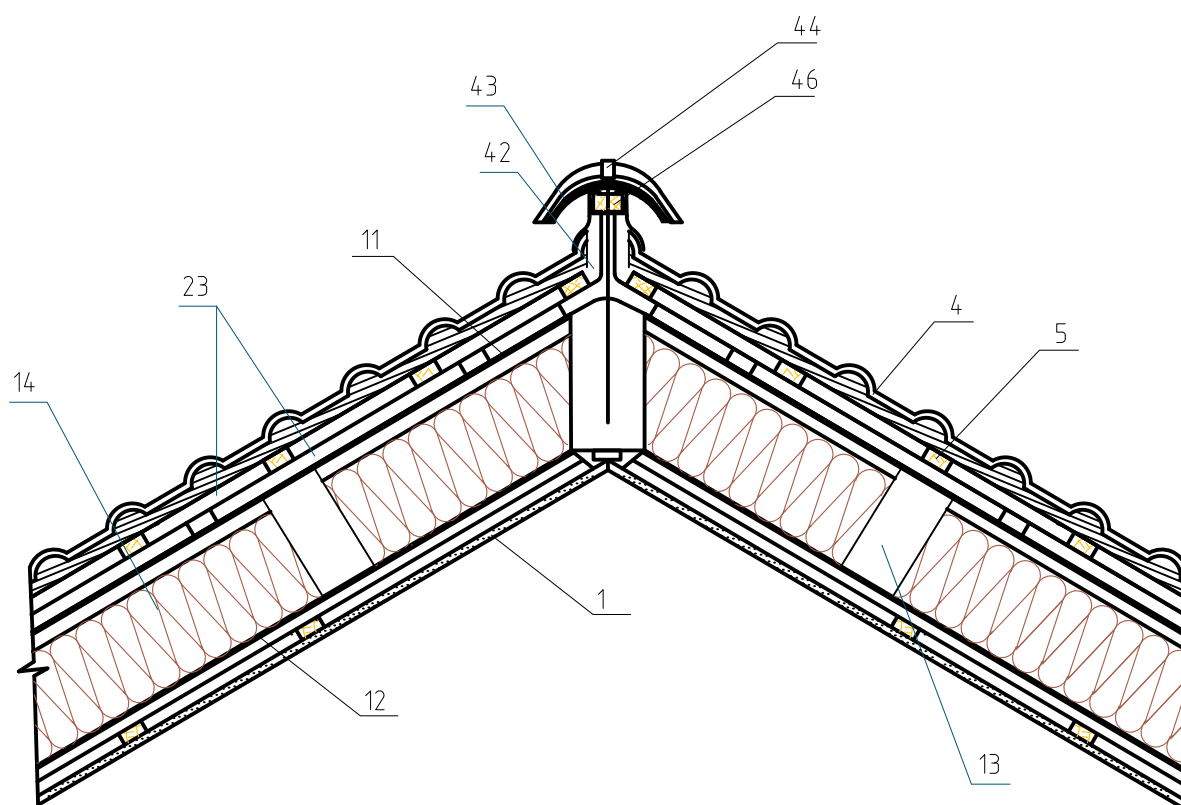
### 13.16

Утепление хребта (ребра). Подкровельный гидроизоляционный материал контактирует с утеплителем



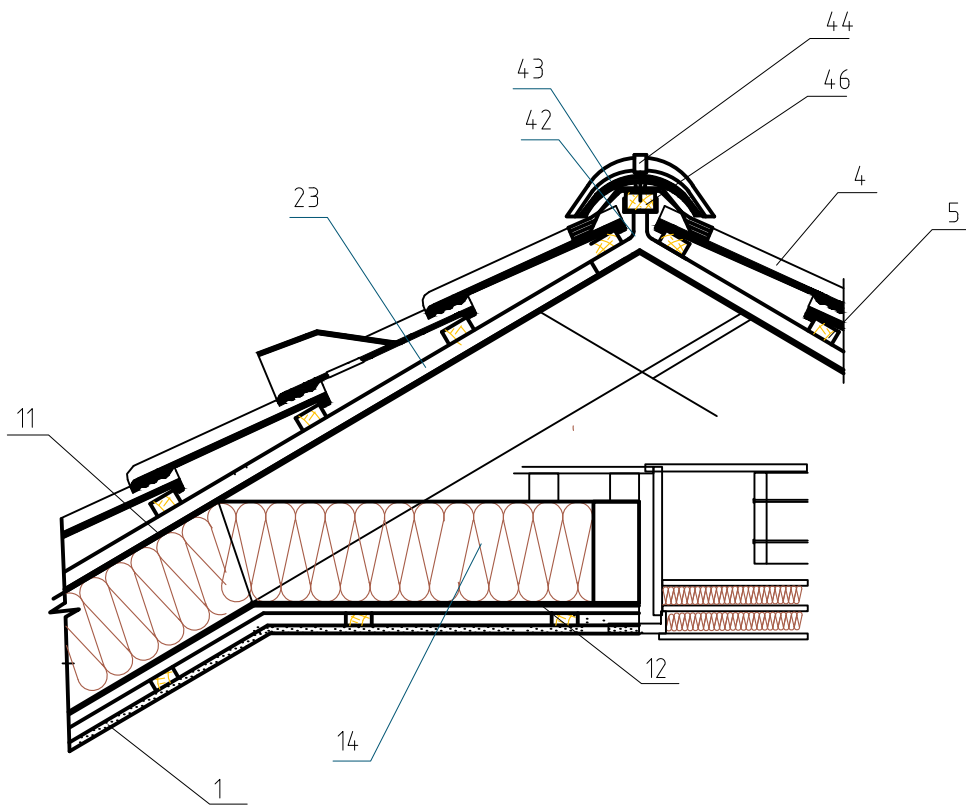
### 13.17

Утепление хребта (ребра). Подкровельный гидроизоляционный материал не контактирует с утеплителем



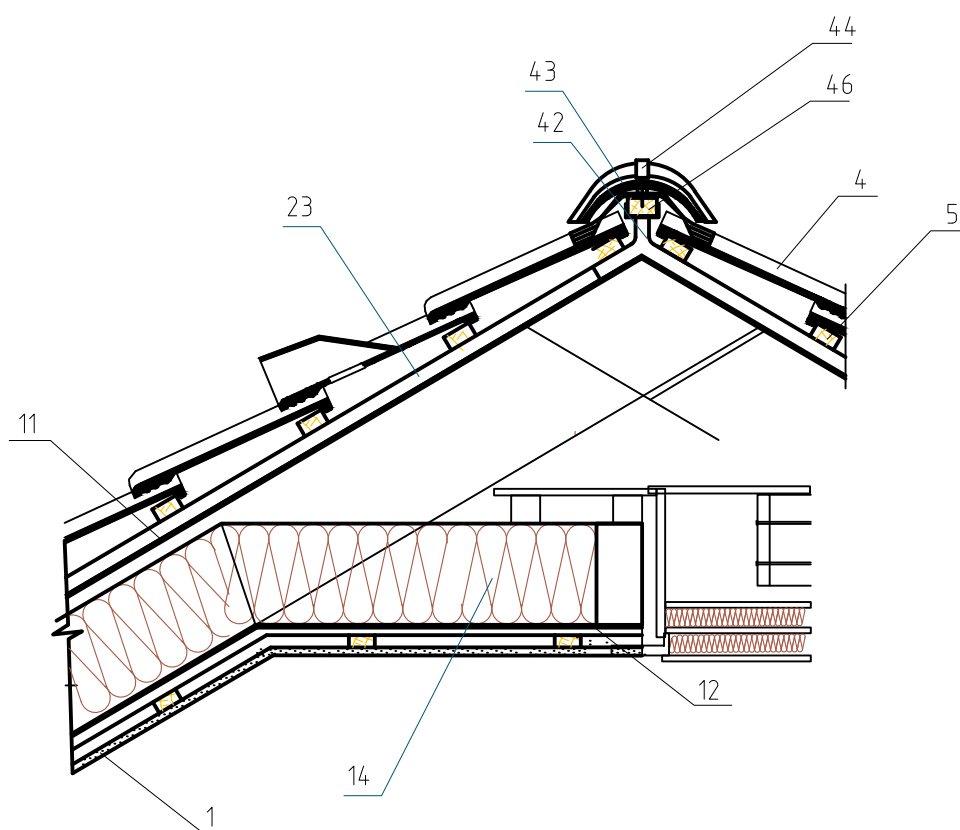
### 13.18

Утепление по ригелю (холодный чердак). Подкровельный гидроизоляционный материал контактирует с утеплителем

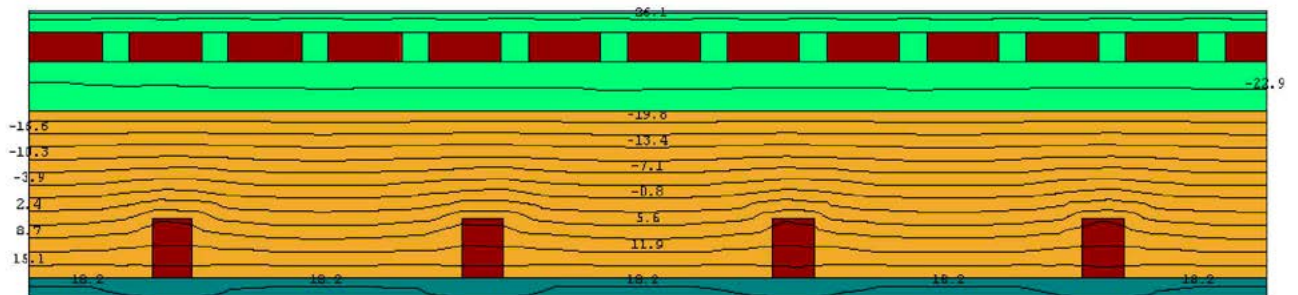


### 13.19

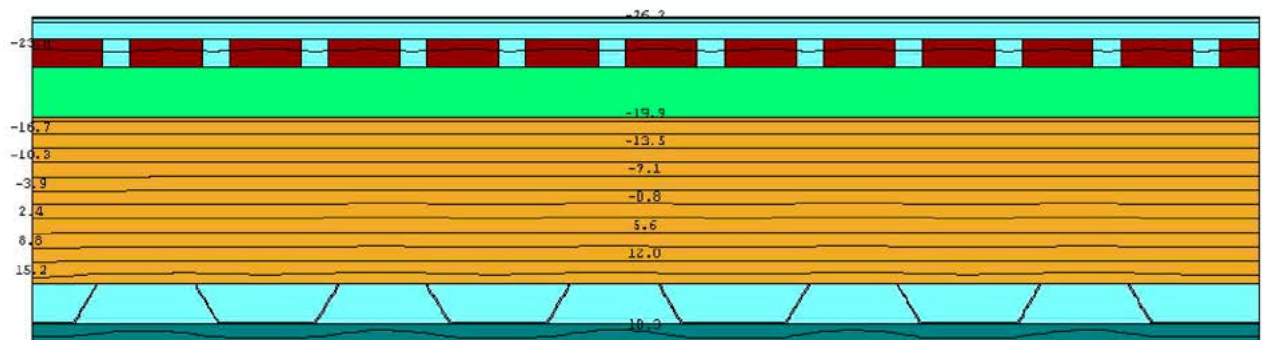
Утепление по ригелю (холодный чердак). Подкровельный гидроизоляционный материал не контактирует с утеплителем




Температурное поле конструктивного решения 13.1



Температурное поле конструктивного решения 13.2





A photograph showing two construction workers on a roof. One worker in the foreground is wearing a white shirt, tan pants, and a white hard hat, leaning over a section of the roof. Another worker in the background is wearing a red hard hat and dark clothing. The roof is covered with galvanized steel panels, some of which are being installed. A roll of brown insulation material is visible on the roof. In the background, a tall building is visible under a cloudy sky. A blue semi-transparent box is overlaid on the left side of the image, containing white text.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ  
С ПРОФИЛИРОВАННЫМ  
НАСТИЛОМ И КРОВЛЕЙ  
ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ  
ПРОФЛИСТОВ



## 10. ПОКРЫТИЯ С ПРОФИЛИРОВАННЫМ НАСТИЛОМ И КРОВЛЕЙ ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФЛИСТОВ

10.1. Покрытие включает следующие конструктивные слои:

- стальной профилированный настил;
- пароизоляционный слой;
- теплоизоляцию из стекловолокнистых матов марки TR 040 Aquastatik, TR 037 Aquastatik, TR 034 Aquastatik, TR 035 Aquastatik, и плит марок TS 037 Aquastatik, TS 034 Aquastatik, TS 035 Aquastatik;
- ветрозащитную диффузионно-гидроизоляционную пленку;
- кровлю из профилированных стальных листов.

10.2. В качестве кровельных листов рекомендуется применять в “перевернутом положении” профили стальные гнутые с высотой гофра не менее 44 мм по ГОСТ 24045 с цинковым, алюмоцинковым или алюминиевым покрытием и защитно-декоративным лакокрасочным покрытием.

10.3. Наиболее целесообразно кровлю из металлических профлистов применять в зданиях с длиной ската до 12 м.

При большей длине ската и уклоне кровли более 10 % профлист должен устанавливаться с величиной нахлестки вдоль ската не менее 200 мм и с обязательной герметизацией продольной нахлестки, а при уклонах менее 10 % – с величиной нахлестки не менее 300 мм и герметизацией мест продольной и поперечной нахлесток.

10.4. Основанием под кровлю из профлиста являются деревянные бруски, а в неутепленных покрытиях – металлические прогоны.

Несущая способность основания под кровлю устанавливается расчетом на нагрузки в соответствии с требованиями СП 20.13330.

10.5. В утепленных покрытиях для разрыва “мостиков холода” между верхней полкой дистанционного прогона и профлистом должны быть установлены прокладки из бакелизированной фанеры толщиной 10 мм, окрашенные пентафталевыми или хлорвиниловыми эмалями за 2 раза.

10.6. Продольные и поперечные стыки профлиста при уклонах до 20 % герметизируются тиоколовыми или силиконовыми герметиками.

10.7. Примыкание кровли из металлического профлиста к стенам следует осуществлять с устройством фартуков из оцинкованной стали толщиной 0,8 мм, окрашенной с обеих сторон. Их крепление выполняется на заклепках, а между собой одинарным лежачим фальцем. Коньковый и карнизный фасонные элементы, а также фартуки для отделки пропусков через кровлю должны иметь “гребенку” по форме поперечного сечения металлического профлиста.

10.8. При кровлях из стальных профилированных листов работы ведут в следующей последовательности:

- к прогонам покрытия несущий профилированный настил закрепляют самонарезающими винтами В6х25, устанавливаемыми в каждый гофр (впадину) профиля к крайним и коньковым прогонам; на промежуточных опорах крепление производят с шагом через гофр. Шаг прогонов 1,5 – 3,0 м.

- в продольном направлении соединение профнастилов между собой выполняют на заклепках ЗК – 12 с шагом 250 мм;

- перпендикулярно гофрам с нахлесткой полотнищ на 100 мм раскатывают полиэтиленовую пленку толщиной 0,2 мм (ГОСТ 10354), заводя ее во второй и третий гофр каждого профлиста для установки опорных элементов с шагом 750 мм;

- опорные элементы закрепляют к прогонам двумя самонарезающими винтами в каждую “лапку”;

- дистанционные прогоны закрепляют к опорным элементам через термовкладыш из бакелизированной фанеры двумя самонарезающими винтами;

- теплоизоляцию из плит или матов выполняют заподлицо с дистанционными прогонами с перевязкой стыков нижнего слоя верхними плитами;

- под опорные элементы и дистанционные прогоны укладывают доборные вкладыши из этих же плит;

- ветрозащиту из паропроницаемых материалов выполняют так же с нахлесткой полотнищ не менее чем на 100 мм;

- профилированные листы кровли закрепляют к дистанционным прогонам самонарезающими винтами В6х80 с шайбой и уплотнителем из герметизирующей ленты в каждый гофр (ребень) на карнизных и коньковых прогонах; с шагом через гофр – на промежуточных прогонах;

- для увеличения жесткости продольных кромок кровельных профлистов на дистанционный прогон под накрываемый гофр листа устанавливается элемент жесткости;

- между собой в продольном направлении кровельные профлисты соединяют на заклепках после нанесения на накрываемую кромку герметика. Отверстия в заклепках также промазывают герметиком. Перед нанесением герметизирующих мастик поверхности должны быть обеспылены и обезжирены бензином (ГОСТ 3134).

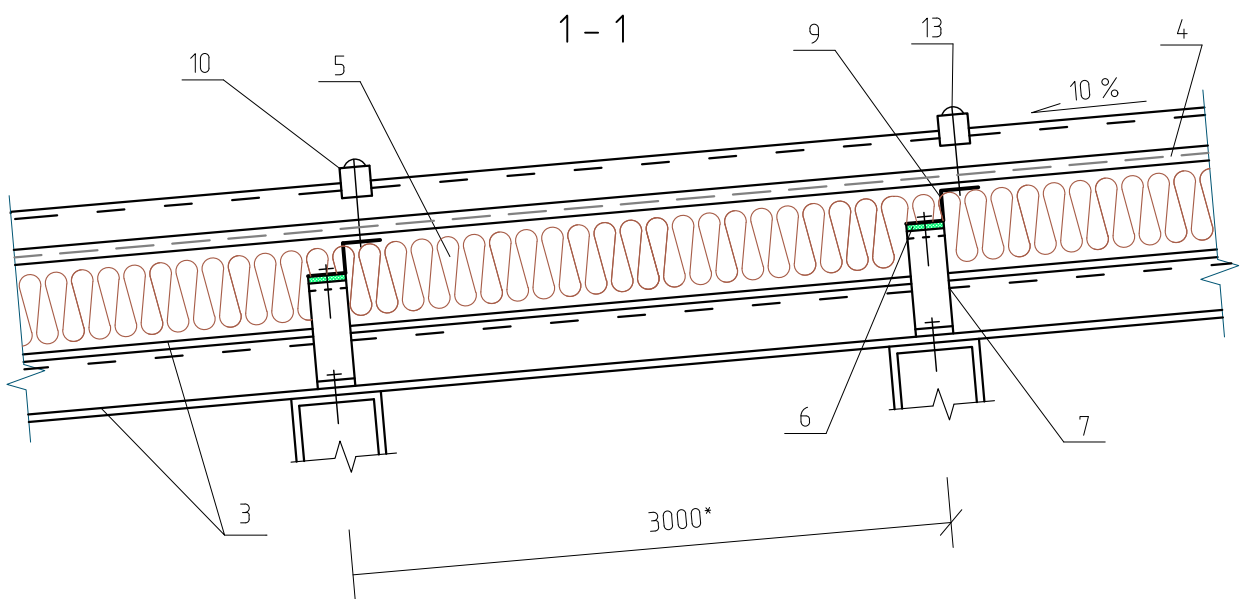
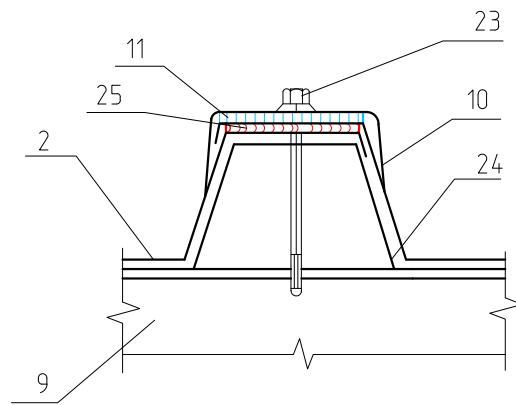
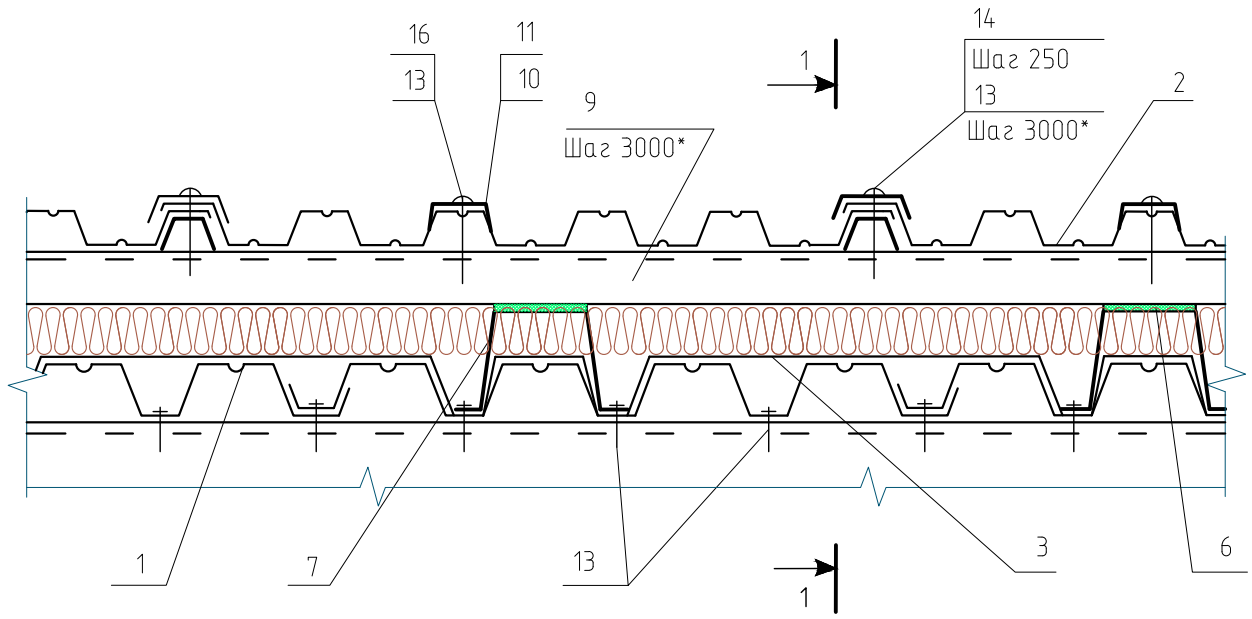
10.9. При выполнении кровли криволинейного профиля учитывается необходимость организации перехода от сегментированной формы несущих конструкций к криволинейной поверхности кровли. Поскольку кровля должна быть криволинейной, а несущие конструкции (стальные прогоны) прямые, рекомендуется на профилированный настил установить деревянные лаги разной высоты в зависимости от стрелки подъема, между

ними разместить утеплитель, поверх которого – дополнительный ветрозащитный слой. Затем – сформировать обрешетку в две доски с шагом 500-600 мм в продольном направлении и закрепить настил из водостойкой фанеры толщиной 9 мм, поверх которого уложить сам кровельный материал (например, гибкую черепицу). Циркуляцию воздуха в воздушном зазоре обеспечивают инерционные турбины, размещенные в коньке. Поступление воздуха в подкровельное пространство осуществляется через воздухозаборные решетки, установленные на карнизе и защищенные специальной сеткой. Продольные стыки нижнего стального профилированного листа должны быть проклеены самоклеющейся пароизоляционной лентой.

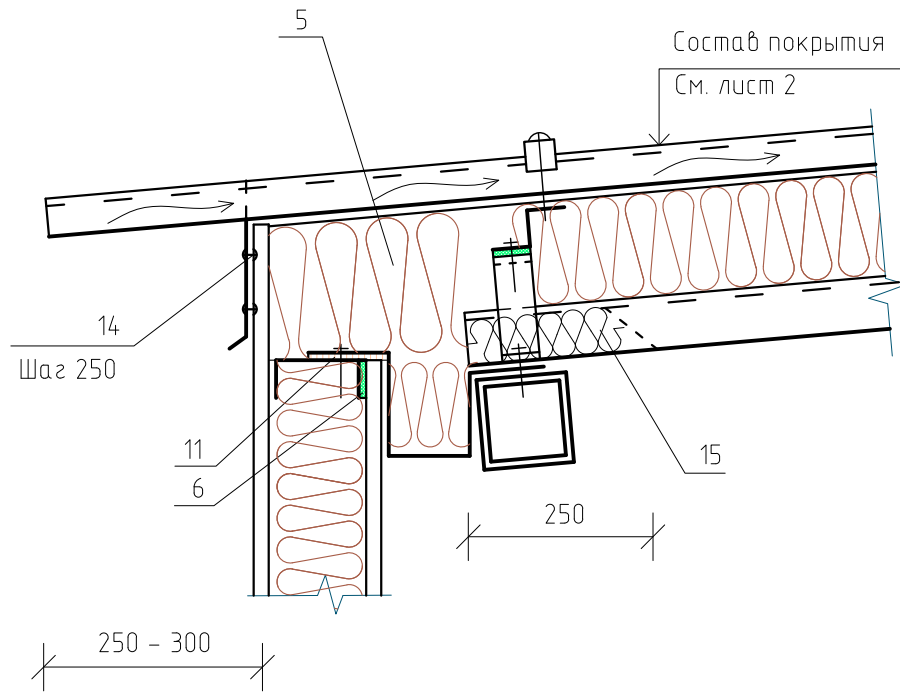
## Покрытия со стальным профилированным настилом с кровлей из стальных профилированных листов

№ поз.	Название	№ поз.	Название
1	Несущий стальной профилированный настил	17	Брус из досок
2	Стальной профилированный настил	18	Опорная доска
3	Пароизоляция	19	Пароизоляционная самоклеящаяся лента
4	Ветрозащитная дифузионно-гидроизоляционная пленка	20	Кровельный слой
5	Теплоизоляция согласно п. 9.1.	21	Настил
6	Термоизоляционный вкладыш из бакелизированной фанеры	22	Обрешетка
7	Опорный элемент из стали $\delta = 3$ мм	23	Винт самонарезающийся В6х80
8	Уплотнитель из пористой резины	24	Элемент жесткости $\delta =$ мм
9	Дистанционный прогон ГН 65х45х40х3 мм	25	Мастика герметизирующая
10	Шайба стальная	26	Стальной квадратный стакан с фланцем
11	Герметизирующая лента	27	Труба
12	Защитный фартук из оцинкованной стали $\delta = 0,8$ мм	28	Дополнительные прогоны
13	Элементы механического крепления	29	Хомут
14	Заклепка комбинированная	30	Коньковый защитный фартук
15	Минераловатная заглушка	31	Уплотнитель
16	Шайба неопреновая	32	Стальная гребенка по форме профлиста

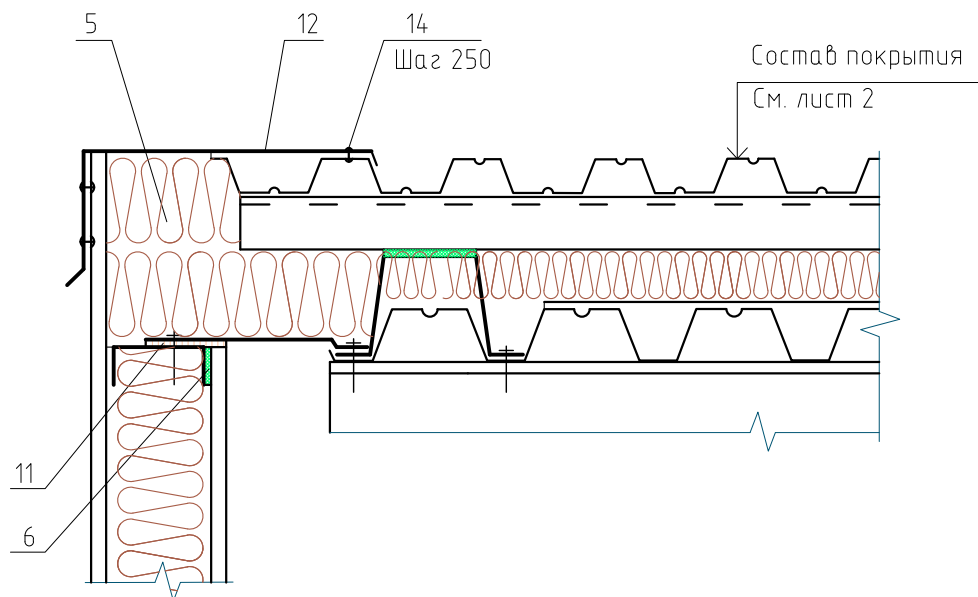
14.1



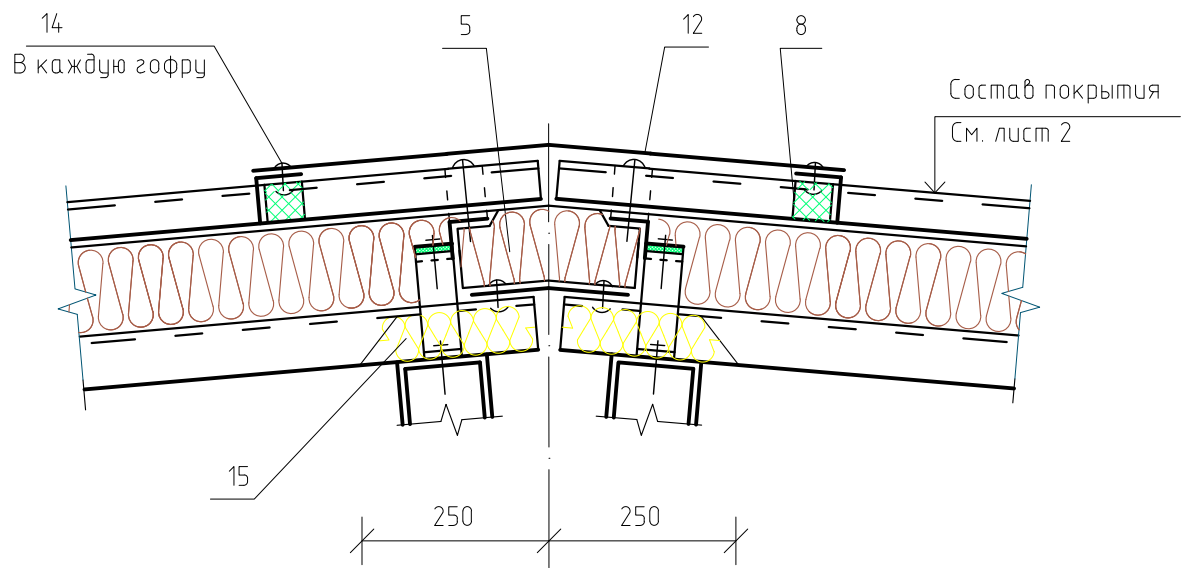
14.2



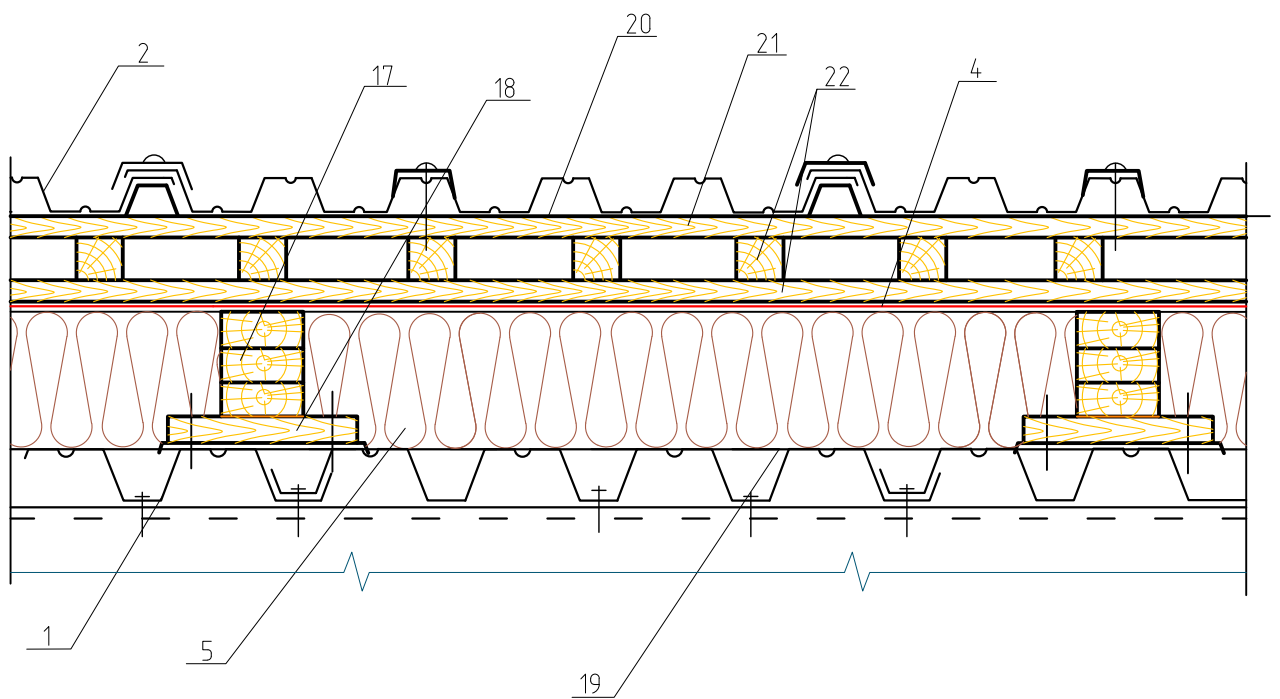
14.3



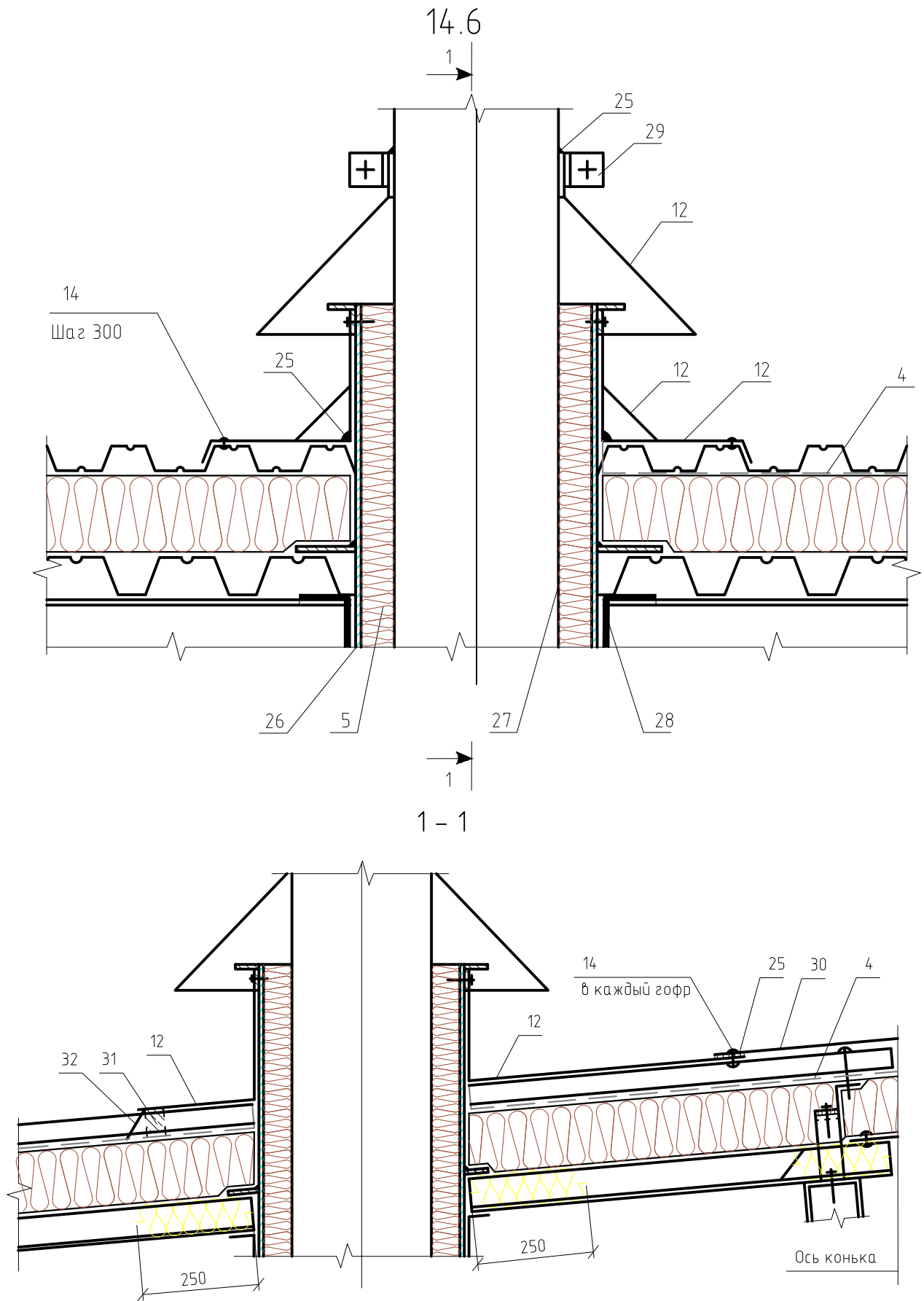
14.4



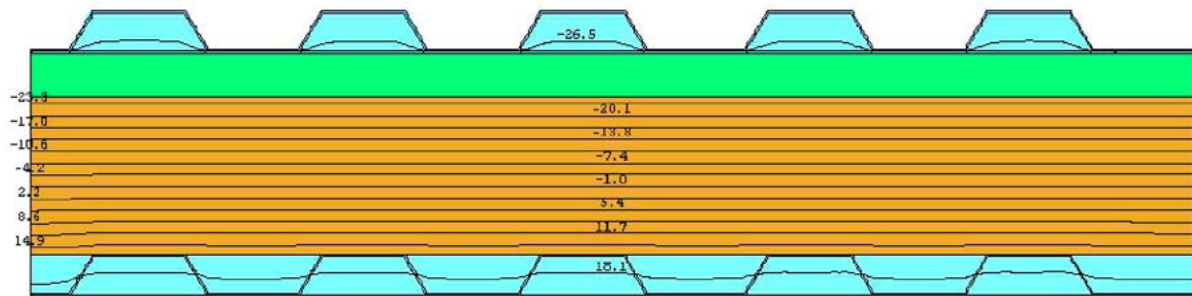
14.5








Температурное поле конструктивного решения 14.1





A close-up photograph of a person's hand holding a yellow measuring tape and a metal rod. The hand is positioned on the left side of the frame, with the thumb and index finger gripping the metal rod. The measuring tape is extended downwards, showing markings in centimeters and millimeters. The background is a blurred wooden surface. A blue semi-transparent box is overlaid on the bottom half of the image, containing white text.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕГИОНА И ТИПА ЗДАНИЯ

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬНУЮ ЭКСПЕРТИЗУ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рекомендуемые\* значения требуемой толщины слоя теплоизоляции из минераловатных плит для стен, покрытий и перекрытий трех групп зданий\*\*

Таблица А.1

№ п/п	Город РФ	Условия эксплуатации	Градусо-сутки отопительного периода	Тип помещения	СТЕНЫ		ПОКРЫТИЯ И ПЕРЕКРЫТИЯ НАД ПРОЕЗДАМИ		ПЕРЕКРЫТИЯ ЧЕРДАЧНЫЕ, НАД НЕОТАПЛИВАЕМЫМИ ПОДВАЛАМИ	
					$R_{\text{треб}}$ , м <sup>2</sup> С/Вт	Толщина теплоизоляции, мм	$R_{\text{треб}}$ , м <sup>2</sup> С/Вт	Толщина теплоизоляции, мм	$R_{\text{треб}}$ , м <sup>2</sup> С/Вт	Толщина теплоизоляции, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>Архангельск</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}^{***}$	Б	6375	1а	3,63	200	5,39	250	4,77	250
			6125	1б	3,54	200	5,26	250	4,66	250
			6369	1в	3,63	200	5,39	250	4,77	250
			6125	2а	3,04	150	4,05	200	3,44	150
			5875	2б	2,96	150	3,95	200	3,36	150
			5625	2в	2,89	150	3,85	200	3,27	150
			5285	3	2,06	100	2,82	150	2,06	100
2	<b>Астрахань</b> $t_n = \text{минус } 21 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3411	1а	2,59	150	3,91	200	3,44	150
			3411	1б	2,59	150	3,91	200	3,44	150
			3562	1в	2,65	150	3,98	200	3,50	150
			3411	2а	2,22	100	2,97	150	2,49	100
			3247	2б	2,18	100	2,90	150	2,44	100
			3083	2в	2,13	100	2,83	150	2,38	100
			2846	3	1,57	50	2,21	100	1,57	50
3	<b>Анадырь</b> $t_n = \text{минус } 38 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	9658	1а	4,78	250	7,03	300	6,25	300
			9359	1б	4,68	250	6,88	300	6,11	300
			9596	1в	4,76	250	7,00	300	6,22	300
			9359	2а	4,01	200	5,34	250	4,58	200
			9060	2б	3,92	200	5,22	250	4,47	200
			8761	2в	3,83	200	5,11	250	4,37	200
			8308	3	2,66	150	3,58	200	2,66	150

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	<b>Барнаул</b> $t_n = \text{минус } 36 \text{ }^\circ\text{C}$	А	6071	1а	3,53	200	5,24	250	4,63	200
			5858	1б	3,45	200	5,13	250	4,54	200
			6049	1в	3,52	200	5,23	250	4,62	200
			5858	2а	2,96	150	3,94	200	3,35	150
			5645	2б	2,89	150	3,86	200	3,28	150
			5432	2в	2,83	150	3,77	200	3,20	150
			5129	3	2,03	100	2,78	150	2,03	100
5	<b>Белгород</b> $t_n = \text{минус } 23 \text{ }^\circ\text{C}$	А	4183	1а	2,86	150	4,29	200	3,78	200
			4183	1б	2,86	150	4,29	200	3,78	200
			4389	1в	2,94	150	4,40	200	3,88	200
			4183	2а	2,46	100	3,27	150	2,76	150
			3992	2б	2,40	100	3,20	150	2,70	150
			3801	2в	2,34	100	3,12	150	2,63	150
			3553	3	1,71	50	2,39	100	1,71	100
6	<b>Благовещенск</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	6657	1а	3,73	200	5,53	250	4,90	250
			6447	1б	3,66	200	5,42	250	4,80	250
			6615	1в	3,72	200	5,51	250	4,88	250
			6447	2а	3,14	150	4,18	200	3,56	200
			6237	2б	3,07	150	4,10	200	3,48	200
			6027	2в	3,01	150	4,01	200	3,41	150
			5715	3	2,14	100	2,93	150	2,14	100
7	<b>Брянск</b> $t_n = \text{минус } 24 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4378	1а	2,93	150	4,39	200	3,87	200
			4378	1б	2,93	150	4,39	200	3,87	200
			4579	1в	3,00	150	4,49	200	3,96	200
			4378	2а	2,51	150	3,35	150	2,83	150
			4179	2б	2,45	150	3,27	150	2,76	150
			3980	2в	2,39	150	3,19	150	2,69	150
			3711	3	1,74	100	2,43	150	1,74	100
8	<b>Волгоград</b> $t_n = \text{минус } 22 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3925	1а	2,77	150	4,16	200	3,67	150
			3925	1б	2,77	150	4,16	200	3,67	150
			4085	1в	2,83	150	4,24	200	3,74	200
			3925	2а	2,38	100	3,17	150	2,67	150
			3749	2б	2,33	100	3,10	150	2,61	150
			3573	2в	2,27	100	3,03	150	2,55	100
			3325	3	1,67	50	2,33	100	1,67	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	<b>Вологда</b> $t_n = \text{минус } 32 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5700	1а	3,40	200	5,05	250	4,47	200
			5472	1б	3,32	200	4,94	250	4,36	200
			5658	1в	3,38	200	5,03	250	4,45	200
			5472	2а	2,84	150	3,79	200	3,22	150
			5244	2б	2,77	150	3,70	200	3,14	150
			5016	2в	2,71	150	3,61	200	3,06	150
			4674	3	1,94	100	2,67	150	1,94	100
10	<b>Воронеж</b> $t_n = \text{минус } 24 \text{ }^\circ\text{C}$	А	4275	1а	2,90	150	4,34	200	3,82	200
			4275	1б	2,90	150	4,34	200	3,82	200
			4450	1в	2,96	150	4,43	200	3,90	200
			4275	2а	2,48	100	3,31	150	2,80	150
			4085	2б	2,43	100	3,23	150	2,73	150
			3895	2в	2,37	100	3,16	150	2,66	150
			3626	3	1,73	100	2,41	150	1,73	100
11	<b>Владимир</b> $t_n = \text{минус } 28 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5006	1а	3,15	150	4,70	250	4,15	200
			5006	1б	3,15	150	4,70	250	4,15	200
			5198	1в	3,22	150	4,80	250	4,24	200
			5006	2а	2,70	150	3,60	200	3,05	150
			4793	2б	2,64	150	3,52	200	2,98	150
			4580	2в	2,57	150	3,43	200	2,90	150
			4278	3	1,86	100	2,57	150	1,86	100
12	<b>Владивосток</b> $t_n = \text{минус } 23 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4811	1а	3,08	150	4,61	250	4,07	200
			4811	1б	3,08	150	4,61	250	4,07	200
			5060	1в	3,17	150	4,73	250	4,18	200
			4811	2а	2,64	150	3,52	200	2,98	150
			4613	2б	2,58	150	3,45	200	2,92	150
			4415	2в	2,53	150	3,37	200	2,85	150
			4180	3	1,84	100	2,55	150	1,84	100
13	<b>Владикавказ</b> $t_n = \text{минус } 13 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3262	1а	2,54	100	3,83	200	3,37	150
			3262	1б	2,54	100	3,83	200	3,37	150
			3478	1в	2,62	100	3,94	200	3,47	150
			3262	2а	2,18	100	2,91	150	2,44	100
			3093	2б	2,13	100	2,84	150	2,38	100
			2924	2в	2,08	100	2,77	150	2,32	100
			2722	3	1,54	50	2,18	100	1,54	50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	<b>Грозный</b> $t_n = \text{минус } 17 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3037	1а	2,46	100	3,72	200	3,27	150
			3037	1б	2,46	100	3,72	200	3,27	150
			3221	1в	2,53	100	3,81	200	3,35	150
			3037	2а	2,11	100	2,82	150	2,36	100
			2878	2б	2,06	100	2,75	150	2,31	100
			2719	2в	2,02	100	2,69	150	2,25	100
			2517	3	1,50	50	2,13	100	1,50	50
15	<b>Екатеринбург</b> $t_n = \text{минус } 32 \text{ }^\circ\text{C}$	А	5834	1а	3,44	200	5,12	250	4,53	200
			5613	1б	3,37	200	5,01	250	4,43	200
			5808	1в	3,43	200	5,10	250	4,51	200
			5613	2а	2,88	150	3,85	200	3,27	150
			5392	2б	2,82	150	3,76	200	3,19	150
			5171	2в	2,75	150	3,67	200	3,11	150
			4852	3	1,97	100	2,71	150	1,97	100
16	<b>Иваново</b> $t_n = \text{минус } 30 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5234	1а	3,23	150	4,82	250	4,26	200
			5234	1б	3,23	150	4,82	250	4,26	200
			5404	1в	3,29	150	4,90	250	4,33	200
			5234	2а	2,77	150	3,69	200	3,13	150
			5015	2б	2,71	150	3,61	200	3,06	150
			4796	2в	2,64	150	3,52	200	2,98	150
			4460	3	1,89	100	2,62	100	1,89	100
17	<b>Игарка</b> $t_n = \text{минус } 49 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	11008	1а	5,25	250	7,70	350	6,85	300
			10716	1б	5,15	250	7,56	350	6,72	300
			10899	1в	5,22	250	7,65	350	6,81	300
			10716	2а	4,42	200	5,89	300	5,05	250
			10424	2б	4,33	200	5,77	300	4,95	250
			10132	2в	4,24	200	5,65	300	4,85	250
			9671	3	2,93	150	3,92	200	2,93	150
18	<b>Иркутск</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	А	6658	1а	3,73	200	5,53	250	4,90	250
			6426	1б	3,65	200	5,41	250	4,79	250
			6623	1в	3,72	200	5,51	250	4,88	250
			6426	2а	3,13	150	4,17	200	3,55	150
			6194	2б	3,06	150	4,08	200	3,47	150
			5962	2в	2,99	150	3,99	200	3,39	150
			5627	3	2,13	100	2,91	150	2,13	100



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	<b>Ижевск</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5825	1а	3,44	200	5,11	250	4,52	200
			5606	1б	3,36	200	5,00	250	4,42	200
			5806	1в	3,43	200	5,10	250	4,51	200
			5606	2а	2,88	150	3,84	200	3,26	150
			5387	2б	2,82	150	3,76	200	3,19	150
			5168	2в	2,75	150	3,67	200	3,11	150
			5334	3	2,07	100	2,83	150	2,07	100
20	<b>Йошкар-Ола</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5569	1а	3,35	200	4,99	250	4,41	200
			5354	1б	3,27	200	4,88	250	4,31	200
			5522	1в	3,33	200	4,96	250	4,39	200
			5354	2а	2,81	150	3,74	200	3,17	150
			5139	2б	2,74	150	3,66	200	3,10	150
			4924	2в	2,68	150	3,57	200	3,02	150
			4594	3	1,93	100	2,65	150	1,93	100
21	<b>Казань</b> $t_n = \text{минус } 31 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5366	1а	3,28	200	4,88	250	4,32	200
			5158	1б	3,21	200	4,78	250	4,22	200
			5307	1в	3,26	200	4,85	250	4,29	200
			5158	2а	2,75	150	3,66	200	3,11	150
			4950	2б	2,69	150	3,58	200	3,03	150
			4742	2в	2,62	150	3,50	200	2,96	150
			4415	3	1,92	100	2,60	150	1,92	100
22	<b>Калининград</b> $t_n = \text{минус } 19 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	3534	1а	2,64	150	3,97	200	3,49	150
			3534	1б	2,64	150	3,97	200	3,49	150
			3813	1в	2,74	150	4,11	200	3,62	200
			3534	2а	2,26	100	3,01	150	2,54	150
			3346	2б	2,20	100	2,94	150	2,47	100
			3158	2в	2,15	100	2,86	150	2,41	100
			3387	3	1,68	50	2,35	100	1,68	100
23	<b>Калуга</b> $t_n = \text{минус } 27 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4809	1а	3,08	150	4,61	250	4,06	200
			4809	1б	3,08	150	4,61	250	4,06	200
			4993	1в	3,15	150	4,70	250	4,15	200
			4809	2а	2,64	150	3,52	200	2,98	150
			4599	2б	2,58	150	3,44	200	2,91	150
			4389	2в	2,52	150	3,36	200	2,84	150
			4081	3	1,82	100	2,52	150	1,82	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	<b>Кемерово</b> $t_n = \text{минус } 39 \text{ }^\circ\text{C}$	А	6583	1а	3,70	200	5,49	250	4,86	250
			6356	1б	3,63	200	5,38	250	4,76	250
			6537	1в	3,69	200	5,47	250	4,84	250
			6356	2а	3,11	150	4,14	200	3,53	150
			6129	2б	3,04	150	4,05	200	3,45	150
			5902	2в	2,97	150	3,96	200	3,37	150
			5565	3	2,11	100	2,89	150	2,11	100
25	<b>Вятка (Киров)</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	6098	1а	3,53	200	5,25	250	4,64	250
			5867	1б	3,45	200	5,13	250	4,54	200
			6126	1в	3,54	200	5,26	250	4,66	250
			5867	2а	2,96	150	3,95	200	3,35	150
			5636	2б	2,89	150	3,85	200	3,27	150
			5405	2в	2,82	150	3,76	200	3,19	150
			5138	3	2,03	100	2,79	150	2,03	100
26	<b>Кострома</b> $t_n = \text{минус } 31 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5528	1а	3,34	200	4,96	250	4,39	200
			5306	1б	3,26	200	4,85	250	4,29	200
			5497	1в	3,32	200	4,95	250	4,37	200
			5306	2а	2,79	150	3,72	200	3,16	150
			5084	2б	2,73	150	3,63	200	3,08	150
			4862	2в	2,66	150	3,55	200	3,00	150
			4541	3	1,91	100	2,64	150	1,91	100
27	<b>Краснодар</b> $t_n = \text{минус } 14 \text{ }^\circ\text{C}$	А	2538	1а	2,29	100	3,47	150	3,04	150
			2538	1б	2,29	100	3,47	150	3,04	150
			2756	1в	2,37	100	3,58	150	3,14	150
			2538	2а	1,96	100	2,62	150	2,19	100
			2393	2б	1,92	100	2,56	150	2,14	100
			2248	2в	1,87	100	2,50	150	2,09	100
			2096	3	1,42	50	2,02	100	1,42	50
28	<b>Красноярск</b> $t_n = \text{минус } 37 \text{ }^\circ\text{C}$	А	6454	1а	3,66	200	5,43	250	4,80	250
			6221	1б	3,58	200	5,31	250	4,70	200
			6425	1в	3,65	200	5,41	250	4,79	250
			6221	2а	3,07	150	4,09	200	3,48	150
			5988	2б	3,00	150	4,00	200	3,40	150
			5755	2в	2,93	150	3,90	200	3,31	150
			5425	3	2,09	100	2,86	150	2,09	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	<b>Курган</b> $t_{н} = \text{минус } 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$	А	6063	1а	3,52	200	5,23	250	4,63	200
			5851	1б	3,45	200	5,13	250	4,53	200
			6252	1в	3,59	200	5,33	250	4,71	200
			5851	2а	2,96	150	3,94	200	3,35	150
			5639	2б	2,89	150	3,86	200	3,27	150
			5427	2в	2,83	150	3,77	200	3,20	150
			5107	3	2,02	100	2,78	150	2,02	100
30	<b>Курск</b> $t_{н} = \text{минус } 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Б	4326	1а	2,91	150	4,36	200	3,85	200
			4326	1б	2,91	150	4,36	200	3,85	200
			4515	1в	2,98	150	4,46	200	3,93	200
			4326	2а	2,50	150	3,33	150	2,81	150
			4132	2б	2,44	150	3,25	150	2,75	150
			3938	2в	2,38	150	3,18	150	2,68	150
			3671	3	1,73	100	2,42	150	1,73	100
31	<b>Кызыл</b> $t_{н} = \text{минус } 47 \text{ }^{\circ}\text{C}$	А	8100	1а	4,24	250	6,25	300	5,55	250
			7875	1б	4,16	250	6,14	300	5,44	250
			8021	1в	4,21	250	6,21	300	5,51	250
			7875	2а	3,56	200	4,75	350	4,06	200
			7650	2б	3,50	200	4,66	250	3,98	200
			7425	2в	3,43	200	4,57	250	3,90	200
			7069	3	2,41	150	3,27	150	2,41	100
32	<b>Липецк</b> $t_{н} = \text{минус } 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$	А	4727	1а	3,05	150	4,56	200	4,03	200
			4727	1б	3,05	150	4,56	200	4,03	200
			4905	1в	3,12	150	4,65	200	4,11	200
			4727	2а	2,62	150	3,49	150	2,95	150
			4525	2б	2,56	150	3,41	150	2,88	150
			4323	2в	2,50	150	3,33	150	2,81	150
			4033	3	1,81	100	2,51	150	1,81	100
33	<b>Магадан</b> $t_{н} = \text{минус } 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Б	7673	1а	4,09	200	6,04	300	5,35	250
			7673	1б	4,09	200	6,04	300	5,35	250
			7912	1в	4,17	200	6,16	300	5,46	250
			7673	2а	3,50	200	4,67	250	3,99	200
			7394	2б	3,42	200	4,56	250	3,89	200
			7115	2в	3,34	200	4,45	250	3,79	200
			6704	3	2,34	100	3,18	150	2,34	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
34	<b>Махачкала</b> $t_n = \text{минус } 13 \text{ }^\circ\text{C}$	А	2491	1а	2,27	100	3,45	200	3,02	150
			2491	1б	2,27	100	3,45	200	3,02	150
			2706	1в	2,35	100	3,55	200	3,12	150
			2491	2а	1,95	100	2,60	150	2,17	100
			2347	2б	1,90	100	2,54	150	2,12	100
			2203	2в	1,86	100	2,48	150	2,07	100
			2050	3	1,41	50	2,01	100	1,41	50
35	<b>Москва</b> $t_n = \text{минус } 25 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4551	1а	2,99	150	4,48	200	3,95	200
			4551	1б	2,99	150	4,48	200	3,95	200
			4750	1в	3,06	150	4,58	200	4,04	200
			4551	2а	2,57	150	3,42	150	2,89	150
			4346	2б	2,50	150	3,34	150	2,82	150
			4141	2в	2,44	150	3,26	150	2,75	150
			3858	3	1,77	100	2,47	150	1,77	100
36	<b>Мурманск</b> $t_n = \text{минус } 30 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	6435	1а	3,65	200	5,42	250	4,80	250
			6435	1б	3,65	200	5,42	250	4,80	250
			6720	1в	3,75	200	5,56	250	4,92	250
			6435	2а	3,13	150	4,17	200	3,55	200
			6160	2б	3,05	150	4,06	200	3,46	150
			5885	2в	2,97	150	3,95	200	3,36	150
			5520	3	2,10	100	2,88	150	2,10	100
37	<b>Нальчик</b> $t_n = \text{минус } 18 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3259	1а	2,54	100	3,83	200	3,37	150
			3259	1б	2,54	100	3,83	200	3,37	150
			3478	1в	2,62	100	3,94	200	3,47	150
			3259	2а	2,18	100	2,90	150	2,44	100
			3091	2б	2,13	100	2,84	150	2,38	100
			2923	2в	2,08	100	2,77	150	2,32	100
			2730	3	1,55	50	2,18	100	1,55	50
38	<b>Нижний Новгород</b> $t_n = \text{минус } 31 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5397	1а	3,29	200	4,90	250	4,33	200
			5182	1б	3,21	200	4,79	250	4,23	200
			5359	1в	3,28	200	4,88	250	4,31	200
			5182	2а	2,76	150	3,67	200	3,11	150
			4967	2б	2,69	150	3,59	200	3,04	150
			4752	2в	2,63	150	3,50	200	2,96	150
			4435	3	1,89	100	2,61	150	1,89	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39	<b>Новгород</b> $t_{н} = \text{минус } 27^{\circ}\text{C}$	Б	4928	1а	3,13	150	4,66	200	4,12	200
			4928	1б	3,13	150	4,66	200	4,12	200
			5115	1в	3,19	150	4,76	200	4,20	200
			4928	2а	2,68	100	3,57	150	3,03	150
			4707	2б	2,61	100	3,48	150	2,95	150
			4486	2в	2,55	100	3,39	150	2,87	150
			4159	3	1,83	100	2,54	100	1,83	100
40	<b>Новосибирск</b> $t_{н} = \text{минус } 37^{\circ}\text{C}$	А	6431	1а	3,65	200	5,42	250	4,79	250
			6210	1б	3,57	200	5,31	250	4,70	200
			6402	1в	3,64	200	5,40	250	4,78	250
			6210	2а	3,06	150	4,08	200	3,47	150
			5989	2б	3,00	150	4,00	200	3,40	150
			5768	2в	2,93	150	3,91	200	3,32	150
			5450	3	2,09	100	2,86	150	2,09	100
41	<b>Омск</b> $t_{н} = \text{минус } 37^{\circ}\text{C}$	А	6286	1а	3,60	200	5,34	250	4,73	200
			6070	1б	3,53	200	5,24	250	4,63	200
			6241	1в	3,58	200	5,32	250	4,71	200
			6070	2а	3,02	150	4,03	200	3,43	150
			5854	2б	2,96	150	3,94	200	3,35	150
			5638	2в	2,89	150	3,86	200	3,27	150
			5313	3	2,06	100	2,86	150	2,06	100
42	<b>Оренбург</b> $t_{н} = \text{минус } 32^{\circ}\text{C}$	А	5285	1а	3,25	150	4,84	250	4,28	200
			5090	1б	3,18	150	4,75	250	4,19	200
			5221	1в	3,23	150	4,81	250	4,25	200
			5090	2а	2,73	150	3,64	200	3,08	150
			4895	2б	2,67	150	3,56	200	3,01	150
			4700	2в	2,61	150	3,48	200	2,95	150
			4389	3	1,88	100	2,60	150	1,88	100
43	<b>Орел</b> $t_{н} = \text{минус } 25^{\circ}\text{C}$	Б	4458	1а	2,96	150	4,43	200	3,91	200
			4458	1б	2,96	150	4,43	200	3,91	200
			4644	1в	3,03	150	4,52	200	3,99	200
			4458	2а	2,54	150	3,38	150	2,86	150
			4259	2б	2,48	150	3,30	150	2,79	150
			4060	2в	2,42	150	3,22	150	2,72	150
			3780	3	1,76	100	2,45	150	1,76	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
44	<b>Пенза</b> $t_H = \text{минус } 27 \text{ }^\circ\text{C}$	А	4820	1а	3,09	150	4,61	250	4,07	200
			4820	1б	3,09	150	4,61	250	4,07	200
			4965	1в	3,14	150	4,68	250	4,13	200
			4820	2а	2,65	150	3,53	200	2,99	150
			4620	2б	2,59	150	3,45	200	2,92	150
			4420	2в	2,53	150	3,37	200	2,85	150
			4109	3	1,82	100	2,53	150	1,82	100
45	<b>Пермь</b> $t_H = \text{минус } 35 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5963	1а	3,49	200	5,18	250	4,58	250
			5738	1б	3,41	200	5,07	250	4,48	200
			5929	1в	3,48	200	5,17	250	4,57	250
			5738	2а	2,92	150	3,90	200	3,31	150
			5513	2б	2,85	150	3,81	200	3,23	150
			5288	2в	2,79	150	3,72	200	3,15	150
			4957	3	1,99	100	2,74	150	1,99	100
46	<b>Петрозаводск</b> $t_H = \text{минус } 28 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5452	1а	3,31	200	4,93	250	4,35	200
			5452	1б	3,31	200	4,93	250	4,35	200
			5683	1в	3,39	200	5,04	250	4,46	200
			5452	2а	2,84	150	3,78	200	3,21	150
			5217	2б	2,77	150	3,69	200	3,13	150
			4982	2в	2,70	150	3,59	200	3,04	150
			4659	3	1,93	100	2,66	150	1,93	100
47	<b>Петропавловск-Камчатский</b> $t_H = \text{минус } 18 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5425	1а	3,30	200	4,91	250	4,34	200
			5425	1б	3,30	200	4,91	250	4,34	200
			5706	1в	3,40	200	5,05	250	4,47	200
			5425	2а	2,83	150	3,77	200	3,20	150
			5175	2б	2,75	150	3,67	200	3,11	150
			4925	2в	2,68	150	3,57	200	3,02	150
			4598	3	1,92	100	2,65	150	1,92	100
48	<b>Псков</b> $t_H = \text{минус } 26 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4430	1а	2,95	150	4,42	200	3,89	200
			4430	1б	2,95	150	4,42	200	3,89	200
			4672	1в	3,04	150	4,54	200	4,00	200
			4430	2а	2,53	150	3,37	150	2,85	150
			4222	2б	2,47	150	3,29	150	2,78	150
			4014	2в	2,40	150	3,21	150	2,71	150
			3756	3	1,75	100	2,44	150	1,75	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
49	<b>Ростов-на-Дону</b> $t_{н}$ = минус 19 °С	А	3337	1а	2,57	150	3,87	200	3,40	150
			3337	1б	2,57	150	3,87	200	3,40	150
			3513	1в	2,63	150	3,96	200	3,48	150
			3337	2а	2,20	100	2,94	150	2,47	100
			3171	2б	2,15	100	2,87	150	2,41	100
			3005	2в	2,10	100	2,80	150	2,35	100
			2785	3	1,56	50	2,20	100	1,56	50
50	<b>Рязань</b> $t_{н}$ = минус 27 °С	Б	4888	1а	3,11	150	4,46	250	4,10	200
			4888	1б	3,11	150	4,64	250	4,10	200
			5062	1в	3,17	150	4,73	250	4,18	200
			4888	2а	2,67	150	3,56	200	3,01	150
			4680	2б	2,60	150	3,47	200	2,94	150
			4472	2в	2,54	150	3,39	200	2,87	150
			4166	3	1,83	100	2,54	150	1,83	100
51	<b>Самара</b> $t_{н}$ = минус 30 °С	Б	5116	1а	3,19	150	4,76	250	4,20	200
			5116	1б	3,19	150	4,76	250	4,20	200
			5273	1в	3,25	150	4,84	250	4,27	200
			5116	2а	2,74	150	3,65	200	3,09	150
			4913	2б	2,67	150	3,57	200	3,02	150
			4710	2в	2,61	150	3,48	200	2,95	150
			4405	3	1,88	100	2,60	150	1,88	100
52	<b>Санкт-Петербург</b> $t_{н}$ = минус 24 °С	Б	4537	1а	2,99	150	4,47	200	3,94	200
			4537	1б	2,99	150	4,47	200	3,94	200
			4733	1в	3,06	150	4,57	200	4,03	200
			4537	2а	2,56	150	3,42	150	2,89	150
			4324	2б	2,50	150	3,33	150	2,81	150
			4111	2в	2,43	150	3,24	150	2,74	150
			3805	3	1,76	100	2,45	150	1,76	100
53	<b>Саранск</b> $t_{н}$ = минус 30 °С	А	5121	1а	3,19	150	4,76	250	4,20	200
			5121	1б	3,19	150	4,76	250	4,20	200
			5310	1в	3,26	150	4,86	250	4,29	200
			5121	2а	2,74	150	3,65	200	3,09	150
			4912	2б	2,67	150	3,57	200	3,02	150
			4703	2в	2,61	150	3,48	200	2,95	150
			4410	3	1,88	100	2,60	150	1,88	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
54	<b>Саратов</b> $t_n = \text{минус } 25 \text{ }^\circ\text{C}$	А	4418	1а	2,95	150	4,41	200	3,89	200
			4418	1б	2,95	150	4,41	200	3,89	200
			4565	1в	3,00	150	4,48	200	3,95	200
			4418	2а	2,53	150	3,37	150	2,85	150
			4230	2б	2,47	150	3,29	150	2,78	150
			4042	2в	2,41	150	3,22	150	2,71	150
			3757	3	1,75	100	2,44	150	1,75	100
55	<b>Салехард</b> $t_n = \text{минус } 43 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	9263	1а	4,64	250	6,83	300	6,07	300
			8978	1б	4,54	250	6,69	300	5,94	300
			9181	1в	4,61	250	6,79	300	6,03	300
			8978	2а	3,89	200	5,19	250	4,44	200
			8693	2б	3,81	200	5,08	250	4,34	200
			8408	2в	3,72	200	4,96	250	4,24	200
			7969	3	2,59	150	3,49	200	2,59	100
56	<b>Смоленск</b> $t_n = \text{минус } 25 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	4598	1а	3,01	150	4,50	200	3,97	200
			4598	1б	3,01	150	4,50	200	3,97	200
			4790	1в	3,08	150	4,60	200	4,06	200
			4598	2а	2,58	150	3,44	150	2,91	150
			4389	2б	2,52	150	3,36	150	2,84	150
			4180	2в	2,45	150	3,27	150	2,76	150
			3882	3	1,78	100	2,47	150	1,78	100
57	<b>Ставрополь</b> $t_n = \text{минус } 18 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3276	1а	2,55	100	3,84	200	3,37	150
			3276	1б	2,55	100	3,84	200	3,37	150
			3460	1в	2,61	100	3,93	200	3,46	150
			3276	2а	2,18	100	2,91	150	2,45	100
			3108	2б	2,13	100	2,84	150	2,39	100
			2940	2в	2,08	100	2,78	150	2,33	100
			2720	3	1,54	50	2,18	100	1,54	50
58	<b>Сыктывкар</b> $t_n = \text{минус } 36 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	6464	1а	3,66	200	5,43	250	4,81	250
			6221	1б	3,58	200	5,31	250	4,70	250
			6444	1в	3,66	200	5,42	250	4,80	250
			6221	2а	3,07	150	4,09	200	3,48	200
			5978	2б	2,99	150	3,99	200	3,39	150
			5735	2в	2,92	150	3,89	200	3,31	150
			5392	3	2,08	100	2,85	150	2,08	100



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
59	<b>Тамбов</b> $t_{н} = \text{минус } 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$	А	4764	1а	3,07	150	4,58	200	4,04	200
			4764	1б	3,07	150	4,58	200	4,04	200
			4926	1в	3,12	150	4,66	200	4,12	200
			4764	2а	2,63	150	3,51	150	2,97	150
			4563	2б	2,57	150	3,43	150	2,90	150
			4362	2в	2,51	150	3,35	150	2,83	150
			4058	3	1,81	100	2,52	150	1,81	100
60	<b>Тверь</b> $t_{н} = \text{минус } 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Б	5014	1а	3,16	150	4,71	250	4,16	200
			5014	1б	3,16	150	4,71	250	4,16	200
			5192	1в	3,22	150	4,80	250	4,24	200
			5014	2а	2,70	150	3,61	200	3,06	150
			4796	2б	2,64	150	3,52	200	2,98	150
			4578	2в	2,57	150	3,43	200	2,90	150
			4248	3	1,85	100	2,56	150	1,85	100
61	<b>Томск</b> $t_{н} = \text{минус } 39 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Б	6734	1а	3,76	200	5,57	250	4,93	250
			6501	1б	3,68	200	5,45	250	4,83	250
			6673	1в	3,74	200	5,54	250	4,90	250
			6501	2а	3,15	150	4,20	200	3,58	200
			6268	2б	3,08	150	4,11	200	3,49	200
			6035	2в	3,01	150	4,01	200	3,41	150
			5577	3	2,12	100	2,89	150	2,12	100
62	<b>Тула</b> $t_{н} = \text{минус } 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Б	4761	1а	3,07	150	4,58	200	4,04	200
			4761	1б	3,07	150	4,58	200	4,04	200
			4950	1в	3,13	150	4,68	200	4,13	200
			4761	2а	2,63	150	3,50	150	2,97	150
			4554	2б	2,57	150	3,42	150	2,89	150
			4347	2в	2,50	150	3,34	150	2,82	150
			4054	3	1,81	100	2,51	150	1,81	100
63	<b>Тюмень</b> $t_{н} = \text{минус } 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$	А	6222	1а	3,58	200	5,31	250	4,70	250
			5999	1б	3,50	200	5,20	250	4,60	200
			6194	1в	3,57	200	5,30	250	4,68	200
			5999	2а	3,00	150	4,00	200	3,40	150
			5776	2б	2,93	150	3,91	200	3,32	150
			5553	2в	2,87	150	3,82	200	3,24	150
			5230	3	2,05	100	2,81	150	2,05	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
64	<b>Ульяновск</b> $t_n = \text{минус } 31 \text{ }^\circ\text{C}$	А	5597	1а	3,36	150	5,00	250	4,42	200
			5385	1б	3,29	150	4,89	250	4,32	200
			5563	1в	3,35	150	4,98	250	4,40	200
			5385	2а	2,82	150	3,75	200	3,19	150
			5173	2б	2,75	150	3,67	200	3,11	150
			4961	2в	2,69	150	3,58	200	3,04	150
			4651	3	1,93	100	2,66	150	1,93	100
65	<b>Улан-Удэ</b> $t_n = \text{минус } 35 \text{ }^\circ\text{C}$	А	7199	1а	3,92	200	5,80	300	5,14	250
			6969	1б	3,84	200	5,69	300	5,04	250
			7134	1в	3,90	200	5,77	300	5,11	250
			6969	2а	3,29	150	4,39	200	3,74	200
			6739	2б	3,22	150	4,30	200	3,66	150
			6509	2в	3,15	150	4,20	200	3,58	150
			6150	3	2,23	100	3,04	150	2,23	100
66	<b>Уфа</b> $t_n = \text{минус } 33 \text{ }^\circ\text{C}$	А	5643	1а	3,38	200	5,02	250	4,44	200
			5434	1б	3,30	200	4,92	250	4,35	200
			5600	1в	3,36	200	5,00	250	4,42	200
			5434	2а	2,83	150	3,77	200	3,20	150
			5225	2б	2,77	150	3,69	200	3,13	150
			5016	2в	2,71	150	3,61	200	3,06	150
			4704	3	1,94	100	2,68	150	1,94	100
67	<b>Хабаровск</b> $t_n = \text{минус } 29 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	6018	1а	3,51	200	5,21	250	4,61	200
			6018	1б	3,51	200	5,21	250	4,61	200
			6198	1в	3,57	200	5,30	250	4,69	200
			6018	2а	3,01	150	4,01	200	3,41	150
			5814	2б	2,94	150	3,93	200	3,34	150
			5610	2в	2,88	150	3,84	200	3,26	150
			5322	3	2,06	100	2,83	150	2,06	100
68	<b>Чебоксары</b> $t_n = \text{минус } 32 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5620	1а	3,37	200	5,01	250	4,43	200
			5403	1б	3,29	200	4,90	250	4,33	200
			5545	1в	3,34	200	4,97	250	4,40	200
			5403	2а	2,82	150	3,76	200	3,19	150
			5186	2б	2,76	150	3,67	200	3,12	150
			4969	2в	2,69	150	3,59	200	3,04	150
			4617	3	1,92	100	2,65	150	1,92	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
69	<b>Челябинск</b> $t_n = \text{минус } 34 \text{ }^\circ\text{C}$	А	5995	1а	3,50	200	5,20	250	4,60	20
			5777	1б	3,42	200	5,09	250	4,50	200
			5942	1в	3,48	200	5,17	250	4,57	200
			5777	2а	2,93	150	3,91	200	3,32	150
			5559	2б	2,87	150	3,82	200	3,25	150
			5341	2в	2,80	150	3,74	200	3,17	150
			5010	3	2,00	100	2,75	150	2,00	100
70	<b>Чита</b> $t_n = \text{минус } 38 \text{ }^\circ\text{C}$	А	7687	1а	4,09	200	6,04	300	5,36	250
			7449	1б	4,01	200	5,93	300	5,25	250
			7610	1в	4,06	200	6,01	300	5,33	250
			7449	2а	3,44	200	4,58	250	3,91	200
			7211	2б	3,36	150	4,48	200	3,82	200
			6973	2в	3,29	150	4,39	200	3,74	150
			6602	3	2,32	100	3,15	150	2,32	100
71	<b>Элиста</b> $t_n = \text{минус } 23 \text{ }^\circ\text{C}$	А	3549	1а	2,64	150	3,98	200	3,50	150
			3549	1б	2,64	150	3,98	200	3,50	150
			3698	1в	2,69	150	4,05	200	3,56	150
			3549	2а	2,27	100	3,02	150	2,54	100
			3380	2б	2,21	100	2,95	150	2,48	100
			3211	2в	2,16	100	2,88	150	2,42	100
			2962	3	1,59	50	2,24	100	1,59	50
72	<b>Южно-Сахалинск</b> $t_n = \text{минус } 22 \text{ }^\circ\text{C}$	Б	5539	1а	3,34	200	4,97	250	4,39	200
			5539	1б	3,34	200	4,97	250	4,39	200
			5777	1в	3,42	200	5,09	250	4,50	200
			5539	2а	2,86	150	3,82	200	3,24	150
			5312	2б	2,79	150	3,73	200	3,16	150
			5085	2в	2,73	150	3,63	200	3,08	150
			4781	3	1,96	100	2,70	150	1,96	100
73	<b>Якутск</b> $t_n = \text{минус } 52 \text{ }^\circ\text{C}$	А	10559	1а	5,10	250	7,48	350	6,65	300
			10307	1б	5,01	250	7,35	350	6,54	300
			10415	1в	5,05	250	7,41	350	6,59	300
			10307	2а	4,29	200	5,72	300	4,91	250
			10055	2б	4,22	200	5,62	250	4,82	250
			9803	2в	4,14	200	5,52	250	4,73	200
			9363	3	2,87	150	3,84	200	2,87	150

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
74	Ярославль $t_n = \text{минус } 31 \text{ } ^\circ\text{C}$	Б	5525	1а	3,33	150	4,96	250	4,39	200
			5304	1б	3,26	150	4,85	250	4,29	200
			5449	1в	3,31	150	4,93	250	4,35	200
			5304	2а	2,79	150	3,72	200	3,16	150
			5083	2б	2,73	150	3,63	200	3,08	150
			4862	2в	2,66	150	3,55	200	3,00	150
			4493	3	1,90	100	2,62	150	1,90	100

Примечания:

\*В таблице А.1 указаны рекомендуемые значения требуемой толщины слоя теплоизоляции в составе наружных ограждающих конструкций зданий, которые удовлетворяют нормативным требованиям по тепловой защите зданий в большинстве случаев. Расчетные значения толщины слоя теплоизоляции для каждого конкретного здания, расположенного в заданном районе строительства, уточняются на основании теплотехнического расчета.

**\*\* Тип 1а - Жилые здания**

При определении ГСОП расчетная температура внутреннего воздуха принята по минимальным значениям оптимальной температуры в интервале  $20 \div 22 \text{ } ^\circ\text{C}$  (табл. 1 ГОСТ 30494).

В районах с температурой наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) минус  $31 \text{ } ^\circ\text{C}$  и ниже интервал оптимальных температур при расчете ГСОП принят равным  $21 \div 23 \text{ } ^\circ\text{C}$  (табл. 1 ГОСТ 30494).

Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Тип 1б - Гостиницы и общежития**

При определении ГСОП расчетная температура внутреннего воздуха принята по минимальным значениям оптимальной температуры в интервале  $20 \div 22 \text{ } ^\circ\text{C}$  (табл. 1 ГОСТ 30494).

Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Тип 1в - Лечебно-профилактические, детские учреждения, дома-интернаты для престарелых**

При определении ГСОП расчетная температура внутреннего воздуха принята по минимальным значениям оптимальной температуры в интервале  $20 \div 22 \text{ } ^\circ\text{C}$  (табл. 1 ГОСТ 30494).

Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Тип 2а - Общественные и административные здания с оптимальной температурой внутреннего воздуха в интервале  $20-21 \text{ } ^\circ\text{C}$  и  $20-22 \text{ } ^\circ\text{C}$  (помещения, расположенные в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий **категорий 1, 3а, 5** согласно п. 3 и табл. 3 ГОСТ 30494).**

Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Тип 2 б - Общественные и административные здания, кроме указанных выше, с оптимальной температурой внутреннего воздуха в интервале  $19-21 \text{ } ^\circ\text{C}$  (помещения, расположенные в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий **категории 2** согласно п. 3 и табл. 3 ГОСТ 30494).**

Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Тип 2 в - **Общественные и административные здания**, кроме указанных выше, с оптимальной температурой внутреннего воздуха в интервале **18-20 °С** (помещения, расположенные в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий **категории 3в** согласно п. 3 и табл. 3 ГОСТ 30494). Продолжительность и средняя температура воздуха приняты для периода со средней суточной температурой воздуха  $\leq 8$  °С.

Тип 3 - **Производственные здания с сухим и нормальным режимами** с оптимальной температурой внутреннего воздуха в интервале **16-18 °С** (помещения категории III по табл. 1 СанПиН 2.2.4.548). Согласно требованиям п.3.3 СанПиН 2.2.4.548 за холодный период года принимается период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной 10 °С и ниже.

Для всех типов зданий при расчете ГСОП принято минимальное значение из интервала оптимальной температуры внутреннего воздуха (п. 5.2 СП 50.13330).

\*\*\*  $t_n$  - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример расчета приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены с каркасом из прогонного термопрофиля с перфорацией

Требуется определить приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента наружной стены с каркасом на основе термопрофиля ТПП 100. Шаг профилей – 600 мм, толщина стенки профиля – 1,0 мм. Конструктивное решение стены с основными размерами приведено на рисунках Б.1, Б.2.

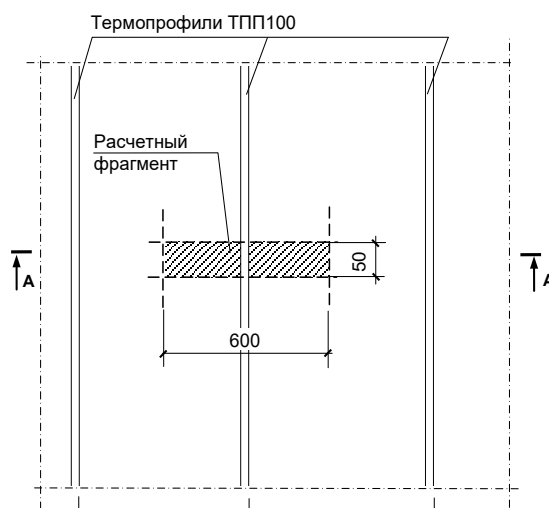


Рисунок Б.1 – Схема наружной стены

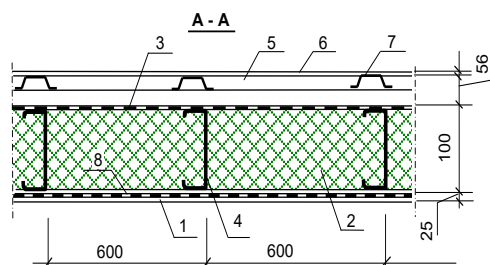


Рисунок Б.2 – Разрез стены по сечению А-А:

- 1 – внутренняя обшивка; 2 – теплоизоляция; 3 – гидро-ветрозащита; 4 – термопрофиль ТПП 100; 5 – вентилируемая воздушная прослойка; 6 – наружная облицовка; 7 – прогонный термопрофиль с перфорацией; 8 – пароизоляция

### Исходные данные для проектирования:

- район строительства – город Псков;
- назначение здания – общественное;
- градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) – 4014 °С·сут;
- расчетная температура внутреннего воздуха –  $t_{в} = 18$  °С;
- расчетная температура наружного воздуха –  $t_{н} = -26$  °С;
- расчетная относительная влажность воздуха –  $\varphi_{в} = 50$  %;
- зона влажности – влажная;

- влажностный режим помещений здания – нормальный;
- условия эксплуатации ограждающих конструкций – «Б».

Характеристики материалов:

- расчетная теплопроводность слоя теплоизоляции (TS032) –  $\lambda_B = 0,044 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;
- расчетная теплопроводность металла –  $\lambda_B = 58 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;
- расчетная теплопроводность обшивки (листы из гипсокартона) –  $\lambda_B = 0,36 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Граничные условия:

- расчетный коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены –  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ ;
- расчетный коэффициент теплоотдачи наружной поверхности –  $\alpha_n = 10,8 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ ;

Расчетная схема

Расчет выполнен для участка стены без проемов с применением компьютерной программы расчета трехмерных температурных полей ограждающих конструкций зданий.

Размеры расчетной области конструкции при определении приведенного сопротивления теплопередаче приняты по осям симметрии (рисунок Б.3а).

Минимальный шаг разбиения отдельных элементов – 0,2 мм.

Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередаче рассматриваемого на рисунках Б.1, Б.2 фрагмента стеновой конструкции, приведены в таблице Б.1, распределение температур по поперечному сечению представлено на рисунке Б.3б.

**Таблица Б.1 – Результаты расчета приведенного сопротивления теплопередаче**

$t_i$ , °C	$\alpha_i$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	$\tau_i$ , °C	$A_i$ , м <sup>2</sup>	$Q_i$ , Вт
- 26,0	10,8	- 24,13	0,0300	0,6074
18,0	8,7	+ 15,67	0,0300	0,6074

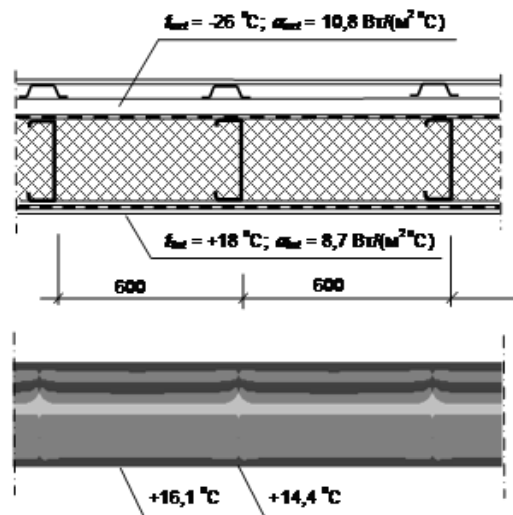


Рисунок Б.3 – Расчетная схема (а) и результаты расчета распределения температур (б) по сечению стены

#### Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

На основании данных, представленных в таблице Б.1, рассчитаем термическое сопротивление рассматриваемого неоднородного фрагмента стеновой конструкции:

$$R_T^{np} = \frac{(\tau_в - \tau_н) \cdot A_i}{Q_i} = \frac{[15,67 - (-24,13)] \cdot 0,03}{0,6074} = 1,97 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right).$$

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче рассматриваемого фрагмента составляет:

$$R_0^{np} = \frac{1}{\alpha_в} + R_T^{np} + \frac{1}{\alpha_н} = \frac{1}{8,7} + 1,97 + \frac{1}{10,8} = 2,18 \left( \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \right).$$

#### Нормативные требования

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{mp}$  составляет 2,40 м<sup>2</sup>·°С/Вт, нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче  $R_0^{норм}$  – 1,51 м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Следовательно,

$$R_0^{mp} > R_0^{np} > R_0^{норм}.$$

#### Заключение

Требование п/п «а» п. 5.1 СП 50.13330 выполнено.

Для обеспечения условия  $R_0^{np} > R_0^{норм}$  толщину слоя теплоизоляции следует увеличить до 150 мм с соответствующим подбором сечения термопрофиля.





ПРИМЕР РАСЧЕТА ИНДЕКСА  
ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА  
КАРКАСНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ  
ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ  
В СТРОИТЕЛЬНУЮ ЭКСПЕРТИЗУ



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример определения индекса изоляции воздушного шума каркасной перегородки

### Исходные данные:

- каркасная перегородка из листов гипсокартона (далее – ГКЛ) плотностью 900 кг/м<sup>3</sup>;
- толщина ГКЛ – 12,5 мм;
- ширина профиля каркаса – 50 мм;
- звукопоглощающий наполнитель – стекловолоконистые плиты плотностью 15 кг/м<sup>3</sup>;
- толщина звукопоглощающего слоя 50 мм.

Расчет произведен по методике СП 23-103.

### Частотная характеристика звукоизоляции одного листа ГКЛ (п.3.5)

Из таблицы 11 СП 23-103 находим:  $f_b=19000/h=19000/12,5=1520$  Гц округляя до ближайшей среднегеометрической частоты третьоктавной полосы, получим  $f_b=1600$  Гц;

$$f_c=38000/h=38000/12,5=3040 \text{ Гц} \approx 3150 \text{ Гц};$$

$$R_b=35 \text{ дБ};$$

$$R_c=29 \text{ дБ}.$$

Строим частотную характеристику (рисунок В.1, п.1)

### 1. Увеличение звукоизоляции каркасной перегородки за счет увеличения массы конструкции (п.3.6,а)

$$m_{\text{общ}}=m_1+m_2+m_{\text{зап}}=900 \cdot 0,0125+900 \cdot 0,0125+15 \cdot 0,05=11,25+11,25+0,75=23,25 \text{ кг/м}^2.$$

$m_{\text{общ}}/m_1=23,25/11,25=2,07$  из табл. 12 СП 23-103 получаем, что  $DR_1 = 4,5$  дБ.

Строим частотную характеристику (рисунок В.1, п.2)

### 2. Увеличение звукоизоляции за счет промежутка между обшивками (п.3.6, б-в)

Частота резонанса конструкции определяется по формуле (9):

$$f_p = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{d m_1 m_2}} = 60 \sqrt{\frac{11,25 + 11,25}{0,05 \cdot 11,25 \cdot 11,25}} = 113,1 \approx 125 \text{ Гц}.$$

На частоте 125 Гц значение звукоизоляции снижается на 4 дБ

На частоте  $8f_p=1000$  Гц звукоизоляция на величину  $N$  должна быть больше чем на частоте 125 Гц. Из табл. 13 СП 23-103 определяем что  $N=24$  дБ.

На частоте 3150 Гц звукоизоляция увеличивается на величину  $DR_2$ .  $DR_2$  – дополнительная звукоизоляции на частоте  $8f_p$  для каркасной перегородки за счет учета промежутка между обшивками.  $DR_2=6,5$  дБ.

Строим частотную характеристику (рисунок В.1, п.3)

### 3. Увеличение звукоизоляции за счет наличия звукопоглотителя между обшивками

Из табл. 14 СП 23-103 определяем, что величина звукоизоляции, на частотах начиная с  $1,6f_p$ , увеличится на величину  $DR_4=5$  дБ.

Строим частотную характеристику (рисунок В.1, п.4)

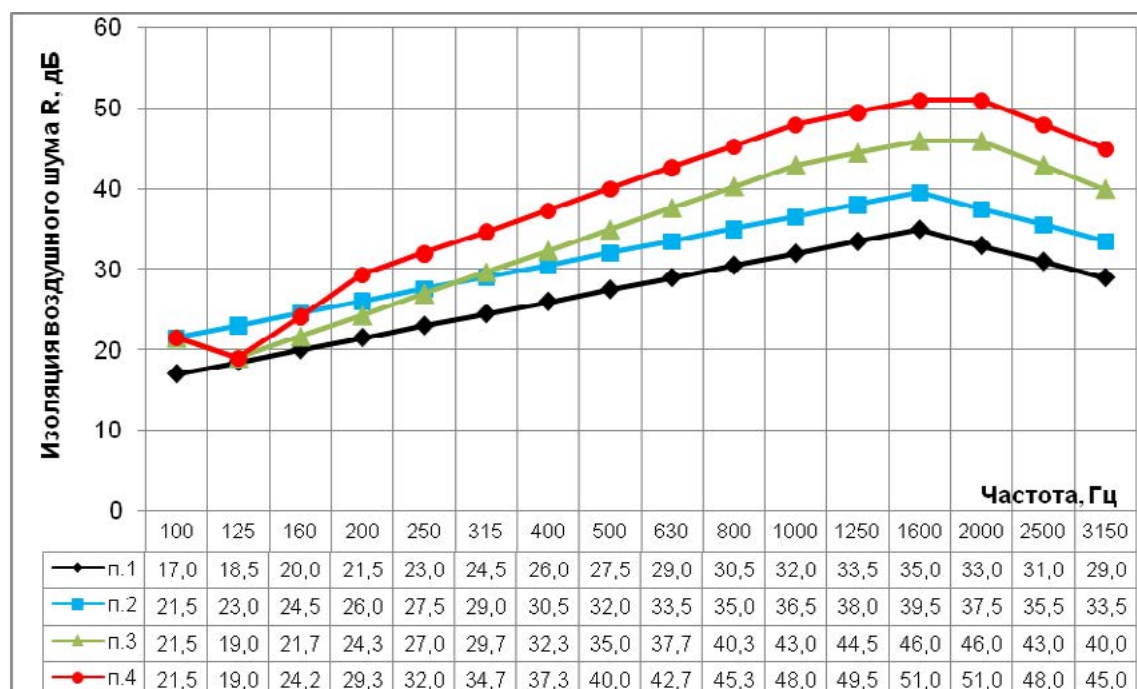


Рисунок В.1. Построение частотной характеристики звукоизоляции каркасной перегородки с заполнением звукопоглощающим материалом

### 4. Расчет индекса звукоизоляции

Согласно методике (п. 2.1) определяется индекс звукоизоляции (см. рисунок В.2) по построенной (расчетной) частотной характеристике звукоизоляции (рисунок В.1).

На графике с рассчитанной частотной характеристикой звукоизоляции наносится оценочная характеристика звукоизоляции  $N$ . Затем происходит смещение этой кривой по направлению к расчетной характеристики с шагом 1 дБ таким образом, что бы сумма неблагоприятных отклонений оказалась меньше 32 дБ. Значение на частоте 500 Гц смещенной таким образом оценочной кривой, является величиной индекса звукоизоляции.

Таким образом, величина индекса звукоизоляции рассматриваемой каркасной перегородки составляет  $R_w=42$  дБ.

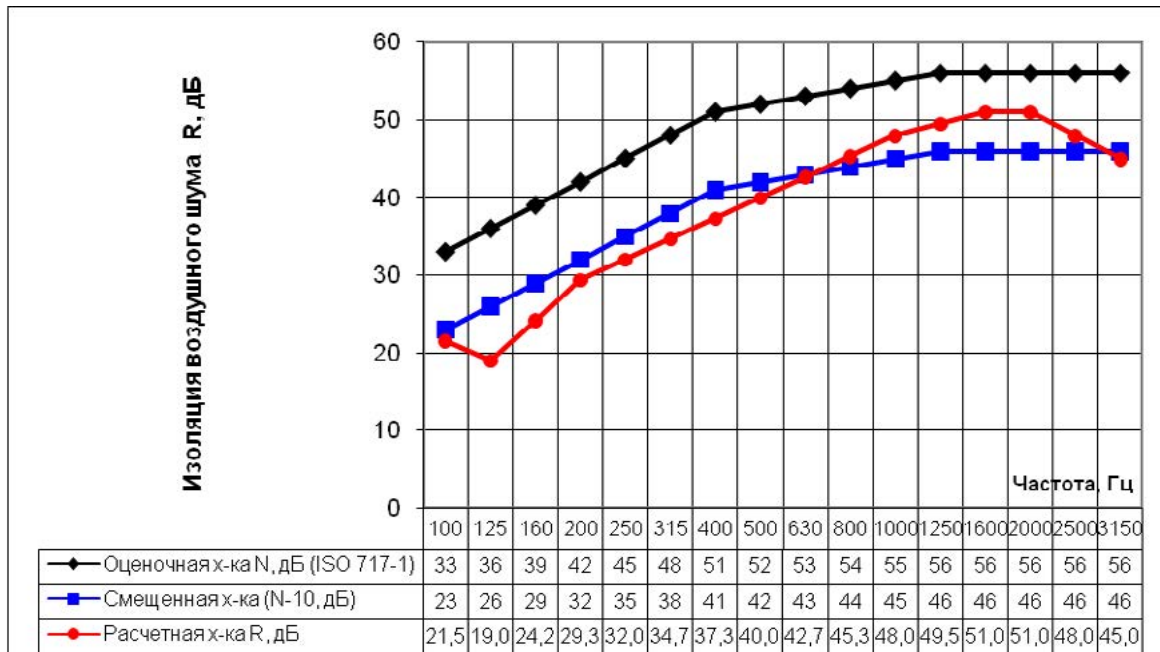


Рисунок В.2. Определение индекса звукоизоляции каркасной перегородки с заполнением звукопоглощающим материалом



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума двойных перегородок

### Г.1 Методика и пример расчета

Расчеты выполнены с учетом заполнения пустотного пространства минераловатным звукоизоляционным изделием на основе стекловолокна, изготовленного по технологии ECOSE на органическом связующем марок AS/AR (без применения фенол-формальдегидных и акриловых смол), с торговым наименованием «Акустическая перегородка плита», «Акустическая перегородка рулон» производства ООО «Кнауф Инсулейшн» по ТУ 5763-001-73090654-2009 с изм. 1,2,3,4.

Для двойных перегородок из стеновых панелей и блоков с воздушным промежутком использована методика «Рекомендации по обеспечению нормативной звукоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий».

Показатель звукоизоляции  $E_{e1}$  двойных ограждений с эквивалентной массой каждого элемента  $m_{e1}$  и  $m_{e2}$  в соответствии с «Рекомендациями» определяется по формуле:

$$E_{e1} = E_{e0} + \Delta E_{e2}, \quad (\text{Г.1})$$

где  $E_{e0} = 131 \lg(m_{e1} + m_{e2}) - 37$  при  $m_{e1} + m_{e2} < 200 \text{ кг/м}^2$ ;

$$E_{e0} = 231 \lg(m_{e1} + m_{e2}) - 60 \text{ при } m_{e1} + m_{e2} > 200 \text{ кг/м}^2;$$

$\Delta E_{e2}$  – поправка, учитывающая влияние промежутка между элементами двойной перегородки. Поправка  $\Delta E_{e2}$  определяется по таблице Г.2 в зависимости от величины промежутка  $h$ , мм.

Соотношение между показателем звукоизоляции  $E_{e1}$  и индексом изоляции воздушного шума  $R_w$ :

$$R_w = E_{e1} + 52. \quad (\text{Г.2})$$

Эквивалентная поверхностная плотность  $m_e$ , кг/м<sup>2</sup>, элементов ограждения определяется по формуле:

$$m_e = K \cdot m,$$

где  $m$  – поверхностная плотность, кг/м<sup>2</sup>;

$K$  – коэффициент, учитывающий относительное увеличение изгибной жесткости ограждения из бетонов на легких заполнителях, поризованных бетонов и т.п. по отношению к конструкциям из тяжелого бетона с той же поверхностной плотностью.

Значение коэффициента  $K$  определяется по таблице Г.1

Для сплошных ограждающих конструкций плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup> и выше  $K = 1$ .

**Пример.** Рассчитать индекс изоляции воздушного шума монолитной стеной толщиной 60 мм с 4-х слойной гипсокартонной обшивкой на основе 50 мм с заполнением промежутка звукопоглощающими плитами 50 мм AS.

Плотность монолитного бетона 2400 кг,  $K = 1$

плотность гипсокартона 1100 кг/м<sup>3</sup>,  $K = 1,45$

$$m_{s1} = 2400 \times 0,06 \times 1 = 144 \text{ кг/м}^2,$$

$$m_{s2} = 1100 \times 0,05 \times 1,45 = 80 \text{ кг/м}^2,$$

$$E_{e0} = 13 \lg(144 + 80) - 60 = -6 \text{ дБ.}$$

По таблице Г.2 для толщины промежутка 50 мм определяем  $\Delta E_{e2} = 4,6 \text{ дБ.}$

$$E_{e1} = E_{e0} + \Delta E_{e2} = -6,0 + 4,6 = -1,4 \text{ дБ.}$$

$$R_w = E_{e1} + 52 = -1,4 + 52,0 = 50,6 \text{ дБ.}$$

Таблица Г.1. Значения коэффициента  $K$

Вид материала	Класс	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	$K$
Керамзитобетон	В 7,5	1500 - 1550	1,1
		1300 - 1450	1,2
		1200	1,3
		1100	1,4
	В 12,5 - В 15	1700 - 1750	1,1
		1500 - 1650	1,2
		1350 - 1450	1,3
		1250	1,4
Шлакопемзобетон	В 7,5	1600 - 1700	1,2
	В 12,5	1700 - 1800	1,2
Газобетон, пенобетон, газосиликат	В 5,0	1000	1,5
		800	1,6
		600	1,7
Кладка из кирпича, пустотелых керамических блоков		1500 - 1600	1,1
		1200 - 1400	1,2
Гипсбетон, гипс (в том числе поризованный или с легкими заполнителями)	В 7,5	1300	1,3
		1200	1,4
		1000	1,5
		800	1,6

Таблица Г.2. Численные значения поправки, учитывающей влияние промежутка между элементами двойной перегородки

$h$ , мм	30	40	50	60	70	80	100	120	140	160 и более
$\Delta E_{e2}$ , дБ	2	3,4	4,6	5,4	6,0	6,4	7,0	7,4	7,8	8,0

## Г.2 Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума двойных перегородок

В таблице Г.3 приведены сравнительные результаты натуральных измерений индекса изоляции двойных перегородок и расчетных значений по методике «Рекомендации по обеспечению нормативной звукоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий».

В таблице Г.4 приведены результаты расчета двойных перегородок из стеновых материалов в соответствии с тех заданием к договору № 49-16-25 от 26.04.2016 г.

Таблица Г.3. Сравнительные результаты натуральных измерений

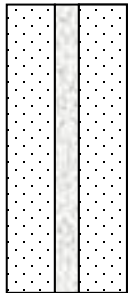
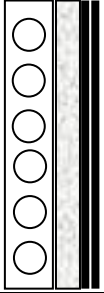
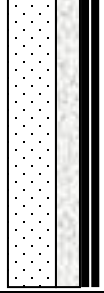
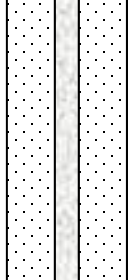
№ п/п	Конструкция перегородки	Наименование элементов	Толщина конструкции мм	Поверхностная плотность кг/м <sup>2</sup>	R <sub>w</sub> расчет дБ	R <sub>w</sub> измер. дБ
1		1. <i>Siporex 88</i> 2. Промежуток 40 мм с минватой 3. <i>Siporex 88</i>	216	90	47	47
2		1. АСО92 2. Промежуток 40 мм с минватой 3. 2 слоя гипсокартона 2x12.5 мм	157	137	48	48
3		1. <i>Siporex 88</i> 2. Промежуток 50 мм с минватой 3. 2 слоя гипсокартона 2x12.5 мм	163	70	47	48
4		1. Гипсовые пазогребневые блоки 80 мм 2. Промежуток 60 мм с минватой 3. Гипсовые пазогребневые блоки 80 мм	220	216	53	54



Таблица Г.4. Результаты расчета двойных перегородок из стеновых материалов

№ п/п	Наименование элементов конструкции перегородки	толщина элементов, мм	Толщина конструкции, мм	Поверхностная плотность, кг/м <sup>2</sup>	Индекс изоляции воздушного шума R <sub>w</sub> , дБ
<b>Перегородки из силикатного кирпича плотностью 1900 кг/м<sup>3</sup></b>					
1	Силикатный кирпич	120	290	456	57.8
	50 мм AS	50			
2	Силикатный кирпич	120	180	247	51.6
	50 мм AS	65			
3	Силикатный кирпич	88	226	334	54.7
	50 мм AS	50			
4	Силикатный кирпич	138	326	524	59.2
	50 мм AS	50			
<b>Перегородки из газобетона плотностью 600 кг/м<sup>3</sup></b>					
5	Блоки из газобетона	100	250	120	49.7
	50 мм AS	50			
6	Блоки из газобетона	150	350	180	53.8
	50 мм AS	50			
<b>Перегородки из керамзитобетона плотностью 800 кг/м<sup>3</sup></b>					
7	Блоки из керамзитобетона (пустотные)	90	230	144	50.9
	50 мм AS	50			
<b>Перегородки из блоков керамических поризованных плотностью 800 - 900 кг/м<sup>3</sup></b>					
8	Блоки керамические поризованные 900кг/м <sup>3</sup>	120	290	216	52.1
	50 мм AS	50			
9	Блоки керамические поризованные 800кг/м <sup>3</sup>	80	210	128	48.0
	50 мм AS	50			
10	Блоки керамические поризованные 800кг/м <sup>3</sup>	120	290	192	50.9
	50 мм AS	50			
	Блоки керамические поризованные 800кг/м <sup>3</sup>	120			

№ п/п	Наименование элементов конструкции перегородки	толщина элементов, мм	Толщина конструкции, мм	Поверхностная плотность, кг/м <sup>2</sup>	Индекс изоляции воздушного шума Rw, дБ
<b>Перегородки из пазогребневых гипсовых блоков плотностью 1000 - 1350 кг/м<sup>3</sup></b>					
11	Гипсовые влагостойкие 1100 кг/м <sup>3</sup>	80	210	176	52.0
	50 мм AS	50			
12	Гипсовые обычные 1350 кг/м <sup>3</sup>	80	210	216	52.5
	50 мм AS	50			
13	Гипсовые обычные 1000 кг/м <sup>3</sup>	80	210	160	51.3
	50 мм AS	50			
<b>Перегородки из пазогребневых силикатных блоков плотностью 1450 кг/м<sup>3</sup></b>					
14	Блоки стеновые силикатные	80	210	232	52.0
	50 мм AS	50			
<b>Перегородки из монолитного бетона плотностью 2400 кг/м<sup>3</sup> с элементами на отnose</b>					
16.1	Монолитный бетон	60	190	252	52.8
	50 мм AS	50			
16.2	Монолитный бетон	60	190	224	52.3
	50 мм AS	50			
16.3	Монолитный бетон	60	160	199	50.6
	50 мм AS	50			
17.1	ГКЛ (4x12.5)	50	210	300	54.4
	Монолитный бетон	80			
17.2	50 мм AS	50	210	272	54.0
	Монолитный бетон	80			
17.3	Гипсовые обычные 1350 кг/м <sup>3</sup>	80	180	198	52.6
	50 мм AS	50			
17.3	ГКЛ (4x12.5)	50	180	198	52.6
	Монолитный бетон	80			



A photograph of three men in a construction setting. They are wearing hard hats (two white, one yellow) and safety vests. They are looking upwards and to the right with smiles, appearing to be in a positive and collaborative mood. They are holding and looking at a large sheet of paper, likely blueprints. The background shows a brick wall and some structural elements of a building under construction.

ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА  
КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ  
В СТРОИТЕЛЬНУЮ ЭКСПЕРТИЗУ

## 11. ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В ГОДОВОМ ЦИКЛЕ

Настоящий раздел разработан на основании стандартов СТО 73090654.001 и ISO 13788.

Раздел распространяется на проектирование ограждающих конструкций вновь строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданий с нормируемыми температурой и относительной влажностью воздуха в холодный период года.

Раздел содержит методику расчетной оценки влажностного режима многослойных ограждающих конструкций в годовом цикле с одномерным влагопереносом по механизму диффузии водяного пара при стационарных граничных условиях.

Стандарт не распространяется на проектирование светопрозрачных ограждающих конструкций.

### 11.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем разделе использованы следующие термины и определения:

**теплопередача** – перенос теплоты через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней среды с более высокой температурой к среде с более низкой температурой;

**влагопередача** – перенос влаги через ограждающую конструкцию от взаимодействующей с ней среды с более высоким потенциалом влажности к среде с более низким потенциалом влажности;

**потенциал влажности** – характеристика состояния влаги в материале ограждающей конструкции;

**стационарный тепловлажностный режим** – режим, при котором все рассматриваемые тепло- и влагофизические характеристики не изменяются во времени;

**многослойная ограждающая конструкция** – теплотехнически однородная конструкция, состоящая из нескольких материальных слоев, расположенных перпендикулярно направлению теплового потока;

**однородный (гомогенный) материал** – материал, плотность которого постоянна по всему объему;

**микроклимат помещения** – состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое температурой воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха;

**влажностное состояние ограждающей конструкции** – состояние ограждающей конструкции, характеризующееся влажностью материалов, из которых она состоит;

**влажностный режим помещения** – характеристика влажности воздушной среды помещения;

**зона влажности пункта строительства** – характеристика влажности воздушной среды пункта строительства проектируемого здания;

**условия эксплуатации ограждающих конструкций** – характеристика совокупного воздействия внешней и внутренней среды, оказывающего существенное влияние на влажностное состояние ограждающей конструкции;

**внутренние избытки влаги** – отношение выделений влаги в помещении к кратности воздухообмена и объему помещения:  $\Delta v = v_{\text{int}} - v_{\text{ext}} = G_m^{\text{int}} / (n_a V)$ ;

**средние значения климатических параметров** (среднемесячная температура и влажность воздуха) — сумма среднемесячных значений членов ряда (лет) наблюдений, деленная на их общее число;

**относительная влажность воздуха** – отношение парциального давления водяного пара в воздухе при данной температуре к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:  $\varphi = p / p_{\text{sat}}$ ;

**зона конденсации влаги в ограждающей конструкции** – участок ограждающей конструкции, на котором выполняется условие конденсации влаги:  $p > p_{\text{sat}}$ ;

**плоскость конденсации влаги в ограждающей конструкции** – сечение ограждающей конструкции в зоне конденсации, в котором отклонение  $p$  от  $p_{\text{sat}}$  достигает максимального значения.

## 11.2. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

### Обозначения

Обозначение	Определение	Единица
t	температура по шкале Цельсия	°С
p	парциальное давление водяного пара	Па
φ	относительная влажность	—
Δp	внутреннее избыточное давление водяного пара, $\Delta p = p_{int} - p_{ext}$	Па
Δv	внутренние избытки влаги, $\Delta v = v_{int} - v_{ext}$	кг/м <sup>3</sup>
v	абсолютная влажность воздуха	кг/м <sup>3</sup>
R <sub>w</sub>	газовая постоянная водяного пара, $R_w \approx 462$	Па·м <sup>3</sup> /(К·кг)
T	термодинамическая температура	К
G <sub>m</sub> <sup>int</sup>	внутренние влаговыделения	кг/ч
n <sub>a</sub>	кратность воздухообмена	ч <sup>-1</sup>
V	объем помещения	м <sup>3</sup>
ρ <sub>o</sub>	плотность материала в сухом состоянии	кг/м <sup>3</sup>
λ	теплопроводность материала	Вт/(м·К)
μ	паропроницаемость материала	мг/(м·ч·Па)
R <sub>h</sub>	сопротивление теплопередаче (теплообмену) ограждающей конструкции	м <sup>2</sup> ·К/Вт
R <sub>v</sub>	сопротивление паропроницанию (влагообмену) ограждающей конструкции	м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг
q	плотность теплового потока	Вт/м <sup>2</sup>
g	плотность потока водяного пара	мг/(м <sup>2</sup> ·ч)
δ	толщина слоя материала	м
x	координата	м

### Сокращения

ext	наружный (применительно к воздуху)	sat	насыщенный
int	внутренний (применительно к воздуху)	inp	входящий (применительно к потоку влаги)
se	наружный (применительно к поверхности)	out	выходящий (применительно к потоку влаги)
si	внутренний (применительно к поверхности)		

## 11.3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

Исходными данными для расчета являются:

- параметры наружного климата;
- параметры микроклимата в помещении;
- теплотехнические показатели строительных материалов и изделий;
- граничные условия.

### 11.3.1. ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО КЛИМАТА

Параметры наружного климата принимаются для пункта строительства проектируемого здания.



### Температура наружного воздуха

В расчетах используются среднемесячные значения температуры наружного воздуха  $t_{ext}$ , принимаемые согласно СП 131.13330.

### Влажность наружного воздуха

В расчетах используются среднемесячные значения парциального давления водяного пара наружного воздуха  $p_{ext}$ , определяемые по среднемесячным значениям температуры и относительной влажности по формуле:

$$p_{ext} = \varphi_{ext} p_{sat}(t_{ext}). \quad (11.1)$$

Среднемесячные значения относительной влажности наружного воздуха  $\varphi_{ext}$  принимаются по результатам многолетних натуральных наблюдений (за период не менее 10 лет). При отсутствии этих данных значения  $\varphi_{ext}$  могут быть приняты в соответствии со справочными данными СНиП II–А.6–72 «Строительная климатология и геофизика».

Парциальное давление насыщенного водяного пара наружного воздуха  $p_{sat}(t_{ext})$  вычисляется по температуре наружного воздуха согласно п. 8.6 СП 50.13330.2012 или приложению Е стандарта ISO 13788.

### 11.3.2. ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Параметры микроклимата помещений принимаются в соответствии с функциональным назначением проектируемого здания.

Для оценки температурно-влажностного режима жилых и офисных помещений может быть использован упрощенный подход при определении температуры и относительной влажности внутреннего воздуха на основе температуры наружного воздуха согласно стандарту ISO 13788.

### Температура внутреннего воздуха

В расчетах используются среднемесячные значения температуры внутреннего воздуха.

Для жилых и офисных помещений температура внутреннего воздуха может быть определена по температуре наружного воздуха на основании данных, приведенных в приложении А стандарта ISO 13788, по формуле:

$$t_{int} = \begin{cases} 20, & -20 \leq t_{ext} \leq 10; \\ 15 + 0,5t_{ext}, & 10 < t_{ext} \leq 20. \\ 25, & 20 < t_{ext} \leq 30. \end{cases} \quad (11.2)$$



## Влажность внутреннего воздуха

В расчетах используются среднемесячные значения парциального давления водяного пара внутреннего воздуха.

Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха  $p_{int}$  отапливаемых зданий может быть определено одним из следующих способов:

а) по формуле

$$p_{int} = p_{ext} + \Delta p, \quad (11.3)$$

где значения  $\Delta p$  определяются в соответствии с ожидаемыми условиями эксплуатации здания по формуле:

$$\Delta p = \Delta v R_w T_{int} = \frac{G_m^{int}}{n_a V} R_w T_{int}; \quad (11.4)$$

б) используя среднемесячные значения  $\varphi_{int}$  внутреннего воздуха по формуле:

$$p_{int} = \varphi_{int} p_{sat}(t_{int}); \quad (11.5)$$

Для жилых и офисных помещений относительная влажность внутреннего воздуха может быть определена по температуре наружного воздуха на основании данных, приведенных в приложении А стандарта ISO 13788, по формуле:

$$\varphi_{int} = \begin{cases} 0,30, & -20 \leq t_{ext} \leq -10; \\ 0,4 + 0,01 t_{ext}, & -10 < t_{ext} \leq 20. \\ 0,6, & 20 < t_{ext} \leq 30. \end{cases} \quad (11.6)$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара внутреннего воздуха  $p_{sat}(t_{int})$  вычисляется по температуре внутреннего воздуха в соответствии с п. 8.6 СП 50.13330.2012 или приложением Е стандарта ISO 13788.

### 11.3.3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

При оценке влажностного режима ограждающих конструкций используются расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий, принимаемые по данным соответствующих стандартов либо на основании результатов сертификационных испытаний, полученных в аккредитованных лабораториях (таблица 14).

Таблица 14

**Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий**

Показатель	Обозначение	Расчетное значение
Теплопроводность (коэффициент теплопроводности) материала	$\lambda$	По данным соответствующего стандарта либо определяется согласно ГОСТ 7076–99
Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции	$R_h$	
Паропроницаемость (коэффициент паропроницаемости) материала	$\mu$	По данным соответствующего стандарта либо определяется согласно ГОСТ 25898–2012
Сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции	$R_v$	
<p>Примечание. Для замкнутых воздушных прослоек термическое сопротивление принимается согласно ГОСТ Р 54851–2011, сопротивление паропроницанию принимается равным <math>0,014 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}</math> независимо от толщины слоя воздуха и угла наклона воздушной прослойки.</p>		

**11.3.4. ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ**

Граничные условия характеризуются сопротивлениями тепло- и влагообмену ограждающей конструкции с окружающей средой.

**Сопротивления теплообмену ограждающей конструкции**

Согласно п. 4.4.1 стандарта ISO 13788 сопротивление теплообмену у наружной поверхности ограждающей конструкции  $R_h^{se}$  следует принимать равным  $0,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ .

При использовании хорошо-вентилируемой воздушной прослойки согласно стандарту ISO 6946 слои конструкции, лежащие между прослойкой и наружным воздухом, в расчете не учитываются. При этом сопротивление теплообмену у наружной поверхности ограждающей конструкции  $R_h^{se}$  принимается таким же, как и внутренней поверхности.

В соответствии с п. 4.4.1 стандарта ISO 13788 при оценке конденсации влаги в толще ограждений сопротивление теплообмену у внутренней поверхности ограждающей конструкции  $R_h^{si}$  принимается согласно таблице 15.

Таблица 15

**Сопротивление теплообмену у внутренней поверхности ограждающих конструкций**

Направление теплового потока	Сопротивление теплообмену $R_h^{si}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Вверх	0,10
Горизонтально	0,13
Вниз	0,17

**Сопротивление влагообмену ограждающей конструкции**

Согласно справочным данным сопротивление влагообмену у наружной поверхности ограждающей конструкции  $R_v^{se}$  принимается равным  $3,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , у внутренней поверхности –  $R_v^{si} = 11,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ .

#### 11.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОСКОСТИ КОНДЕНСАЦИИ ВЛАГИ В ОГРАЖДЕНИИ

Определение плоскости конденсации влаги в ограждении производится с целью выявления опасного, с точки зрения влажностного режима, сечения конструкции.

Условие конденсации влаги в ограждающей конструкции имеет следующий вид:

$$p > p_{sat}, \quad (11.7)$$

где  $p$  – парциальное давление водяного пара в конструкции;

$p_{sat}$  – давление насыщенного водяного пара.

Условие (11.7) определяет зону конденсации влаги в ограждении.

Если ограждающая конструкция имеет более одной зоны конденсации, то она называется конструкцией с мультizonальной конденсацией влаги.

Плоскость конденсации влаги – сечение ограждающей конструкции в зоне конденсации, в котором отклонение  $p$  от  $p_{sat}$  достигает максимального значения.

Зоны конденсации влаги в ограждении определяются на основе профилей парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара согласно приложению Д.

Для каждой зоны конденсации влаги определяется функция

$$\Phi_i(x) = p_i(x) - p_i^{sat}(x). \quad (11.8)$$

Расчет плоскости конденсации в  $i$ -й зоне конденсации производится численным методом, на основе табулирования функции  $\Phi_i(x)$ . Для этого  $i$ -я зона конденсации разбивается на  $N_i$  равных отрезков. Число  $N_i$  зависит от заданной точности вычислений. Вычисляются значения функции  $\Phi_i(x)$  в указанных точках разбиения. Определяется плоскость конденсации влаги в  $i$ -й зоне конденсации как сечение, в котором функция  $\Phi_i(x)$  принимает максимальное значение.

Указанная процедура повторяется для каждой зоны конденсации влаги в конструкции.

При расчете ограждающей конструкции на конденсацию влаги возможны следующие варианты:

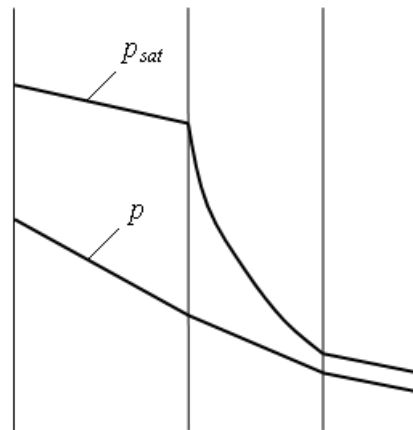
в конструкции нет плоскости конденсации (рисунок 11.1);

в конструкции имеется одна плоскость конденсации (рисунок 11.2);

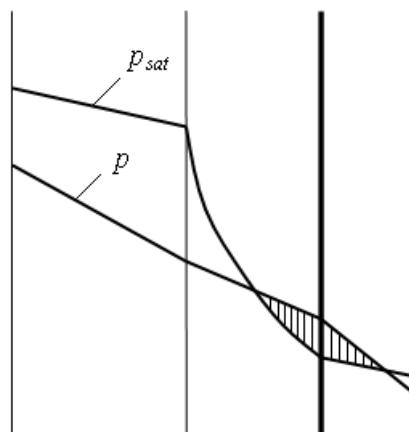
в конструкции более одной плоскости конденсации (рисунок 11.3).

В отличие от других способов определения плоскости конденсации влаги в ограждении указанный метод нагляден и доступен широкому кругу проектировщиков.

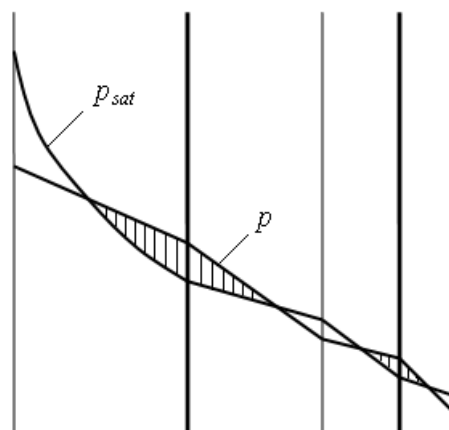
Приведенный алгоритм расчета может быть использован для оценки влагонакопления в ограждающей конструкции в годовом цикле согласно п. 11.5.



**Рисунок 11.1. Отсутствие плоскости конденсации влаги в ограждении**



**Рисунок 11.2. Одна плоскость конденсации влаги в ограждении**



**Рисунок 11.3. Две плоскости конденсации влаги в ограждении**

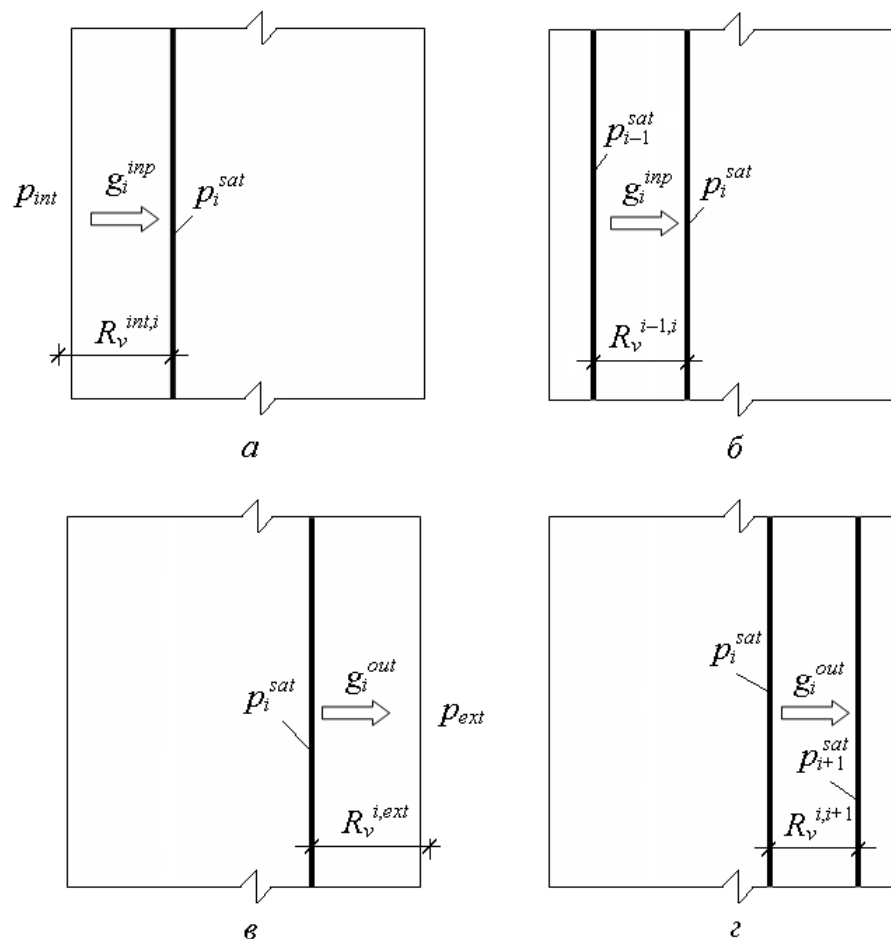
## 11.5. РАСЧЕТ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ В ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ В ГОДОВОМ ЦИКЛЕ

Расчет влагонакопления в ограждающей конструкции в годовом цикле производится с целью оценки годового баланса влаги в следующей последовательности.

11.5.1. Определяются плоскости конденсации влаги в ограждающей конструкции в наиболее холодный месяц года согласно 11.4.

Определение плоскостей конденсации влаги производится на основе расчета профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара по толщине ограждающей конструкции согласно приложению Д.

11.5.2. Производится оценка влажностного режима ограждающей конструкции по месяцам в годовом цикле в плоскостях конденсации влаги, определенных в п. 11.5.1.



**Рисунок 11.4. Схема потоков влаги в плоскости конденсации для определения приращения влаги в конструкции за месяц**

Если в ограждении плоскости конденсации влаги отсутствуют, то влагонакопления в течение года не происходит. В противном случае для каждого месяца года на основании баланса влаги находится количество влаги, накапливаемой в каждой плоскости конденсации.

За начало расчета может быть принят любой месяц года.

Пронумеруем плоскости конденсации в направлении от внутреннего воздуха к наружному,  $i$  – номер плоскости конденсации.

По температуре в плоскости конденсации (определенной на основании  $t_{int}$  и  $t_{ext}$  для данного месяца) определяется давление насыщенного водяного пара в этой плоскости согласно 11.3.2.

Плотность потока влаги  $g_i^{inp}$ , входящего в плоскость конденсации, определяется следующим образом.

11.5.3. Если нет плоскости конденсации, предшествующей данной, т.е. рассматриваемая плоскость является первой (рисунок 11.4, а), то

$$g_i^{inp} = \frac{p_{int} - p_i^{sat}}{R_v^{int,i}}, \quad (11.9)$$

где  $p_{int}$  – среднемесячное парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, определяемое согласно п. 11.3.2;

$p_i^{sat}$  – давление насыщенного водяного пара в  $i$ -й плоскости конденсации;  $R_v^{int,i}$  – сопротивление паропрооницанию в границах от внутреннего воздуха до  $i$ -й плоскости конденсации.

Сопротивление паропрооницанию  $R_v^{int,i}$  определяется по формуле

$$R_v^{int,i} = R_v^{si} + \sum_j \frac{\delta_j}{\mu_j}, \quad (11.10)$$

где  $R_v^{si}$  – сопротивление влагообмену у внутренней поверхности ограждения, определяемое согласно п. 11.3.4;

$\delta_j$ ,  $\mu_j$  – соответственно толщина и паропрооницаемость слоев, лежащих в границах от внутренней поверхности до  $i$ -й плоскости конденсации.

11.5.4. При наличии плоскости конденсации, предшествующей данной (рисунок 11.4, б)

$$g_i^{inp} = \frac{p_{i-1}^{sat} - p_i^{sat}}{R_v^{i-1,i}}, \quad (11.11)$$

где  $p_{i-1}^{sat}$  – давление насыщенного водяного пара в  $(i-1)$ -й плоскости конденсации;

$R_v^{i-1,i}$  – сопротивление паропрооницанию в границах от (i–1)-й до i-й плоскости конденсации, определяемое по формуле:

$$R_v^{i-1,i} = \sum_j \frac{\delta_j}{\mu_j}, \quad (11.12)$$

где  $\delta_j$ ,  $\mu_j$  – соответственно толщина и паропрооницаемость слоев, лежащих в границах от i–1 до i-й плоскости конденсации.

Плотность потока влаги  $g_i^{out}$ , выходящего из плоскости конденсации, определяется следующим образом.

11.5.5. Если нет плоскости конденсации, следующей за данной, т.е. рассматриваемая плоскость является последней (рисунок 10.4, в), то

$$g_i^{out} = \frac{p_i^{sat} - p_{ext}}{R_v^{i,ext}}, \quad (10.13)$$

где  $p_{ext}$  – среднемесячное парциальное давление водяного пара наружного воздуха, определяемое согласно п. 11.3.1;

$R_v^{i,ext}$  – сопротивление паропрооницанию в границах от i-й плоскости конденсации до наружного воздуха, определяемое по формуле

$$R_v^{i,ext} = \sum_j \frac{\delta_j}{\mu_j} + R_v^{se}, \quad (10.14)$$

где  $\delta_j$ ,  $\mu_j$  – соответственно толщина и паропрооницаемость слоев, лежащих в границах от i-й плоскости конденсации до наружного воздуха;

$R_v^{se}$  – сопротивление влагообмену у наружной поверхности ограждения, определяемое согласно п. 11.3.4.

11.5.6. При наличии плоскости конденсации, следующей за данной (рисунок 11.4, г)

$$g_i^{out} = \frac{p_i^{sat} - p_{i+1}^{sat}}{R_v^{i,i+1}}, \quad (11.15)$$

где  $p_{i+1}^{sat}$  – давление насыщенного водяного пара в (i+1)-й плоскости конденсации;

$R_v^{i,i+1}$  – сопротивление паропрооницанию в границах от i-й до (i+1)-й плоскости конденсации.

11.5.7. Приращение влаги  $\Delta g_i$ , кг/м<sup>2</sup>, в i-й плоскости конденсации в текущем месяце определяется по разности плотностей потока влаги, входящего в эту плоскость, и выходящего из нее:

$$\Delta g_i = 24 \cdot 10^{-6} (g_i^{inp} - g_i^{out}) z_m, \quad (11.16)$$

где  $Z_m$  – число суток в данном месяце.

При  $\Delta g_i > 0$  в  $i$ -й плоскости конденсации происходит накопление влаги, при  $\Delta g_i < 0$  — сушка.

11.5.8. Определяется количество влаги  $G_i$ , кг/м<sup>2</sup>, накопленной в ограждении с начала расчета для каждой плоскости конденсации.

На начало расчета количество влаги, накопленной в  $i$ -й плоскости конденсации, принимается равным нулю.

Количество влаги, накопленной в  $i$ -й плоскости конденсации за период с начала расчета до текущего месяца включительно, определяется по формуле

$$G_i = G_i^* + \Delta g_i, \quad (11.17)$$

где  $G_i^*$  – количество влаги, накопленной в  $i$ -й плоскости конденсации за предыдущие месяцы с начала расчета.

Если значение  $G_i$ , определенное по формуле (11.17), для какого-либо месяца года окажется меньше нуля, то для этого месяца принимается  $G_i = 0$ .

## 11.6 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

По результатам расчета влажностного режима ограждающих конструкций в годовом цикле выполняется оценка соответствия влагозащитных характеристик ограждения нормативным требованиям п. 8 «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» СП 50.13330 исходя из двух условий:

а) недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации;

б) ограничения влаги в ограждающей конструкции за период влагонакопления.

При оценке результатов расчета возможны варианты, представленные в п. 11.6.1–11.6.3.

11.6.1. Плоскости конденсации отсутствуют в наиболее холодный месяц года. В этом случае делается вывод о том, что конденсации влаги в ограждающей конструкции не происходит. Ограждающая конструкция отвечает нормативным требованиям по защите от переувлажнения.

11.6.2. Конденсация влаги происходит в одной или нескольких плоскостях конденсации, но влагонакопление в каждой плоскости конденсации к концу расчета в годовом цикле отсутствует. Это означает, что систематического влагонакопления в ограждающей конструкции за годовой период не происходит, конструкция отвечает условию а).



Если максимальное количество влаги в каждой плоскости конденсации не превышает  $200 \text{ г/м}^2$  (требование стандарта ISO 13788), то переувлажнения ограждающей конструкции в период влагонакопления не происходит, конструкция отвечает условию б).

В этом случае ограждающая конструкция отвечает нормативным требованиям по защите от переувлажнения.

Если максимальное количество влаги в какой-либо плоскости конденсации превышает  $200 \text{ г/м}^2$ , то конструкция не отвечает условию б). В этом случае существует риск ухудшения теплозащитных свойств и деградации строительных материалов, примыкающих к плоскости конденсации, связанный с просачиванием воды. Ограждающая конструкция не отвечает нормативным требованиям по защите от переувлажнения.

11.6.3. К концу расчета в годовом цикле существует влагонакопление в какой-либо плоскости конденсации. В этом случае в ограждающей конструкции имеет место систематическое влагонакопление за годовой период. Конструкция не отвечает условию а) нормативных требований по защите от переувлажнения.

11.6.4. Расчет профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции представлен в Приложении Д.

11.6.5. Пример расчета влажностного режима многослойной стеновой конструкции представлен в Приложении Е.

11.6.6. Пример определения плоскости конденсации в ограждении представлен в Приложении Ж.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Расчет профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции

Расчет профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара по толщине ограждающей конструкции производится с целью общей оценки температурно-влажностного режима.

Рассматривается многослойная ограждающая конструкция, состоящая из  $n$  материальных слоев. Нумерация слоев принята от внутреннего воздуха,  $i$  — номер слоя. Введем координатную ось с началом на внутренней поверхности ограждающей конструкции (рисунок Д.1).

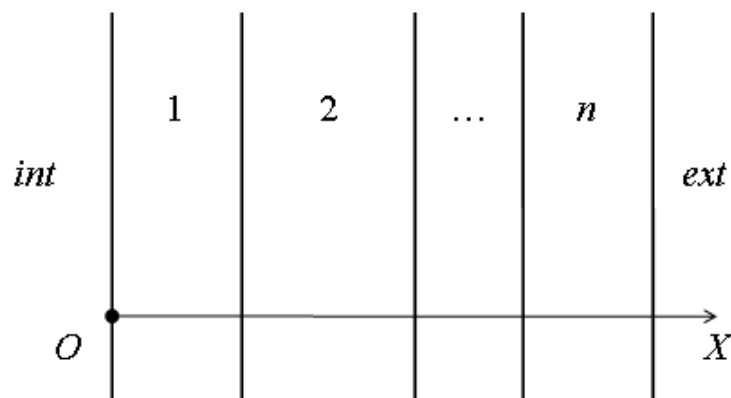


Рисунок Д.1. **Схема нумерации слоев многослойной ограждающей конструкции**

Расчет профиля температуры по толщине ограждающей конструкции производится по формулам:

- для первого слоя ( $i = 1$ )

$$t_1(x) = a_1 x + b_1, \quad 0 \leq x \leq \delta_1, \quad (\text{Д.1})$$

где  $a_1, b_1$  - коэффициенты, определяемые по формулам:

$$a_1 = -\frac{q}{\lambda_1}, \quad (\text{Д.2})$$

$$b_1 = t_{int} - qR_h^{si}; \quad (\text{Д.3})$$

- для  $i$ -го слоя ( $1 < i \leq n$ ):

$$t_i(x) = a_i \left( x - \sum_{j=1}^{i-1} \delta_j \right) + b_i, \quad \sum_{j=1}^{i-1} \delta_j < x \leq \sum_{j=1}^i \delta_j, \quad (\text{Д.4})$$

с коэффициентами

$$a_i = -\frac{q}{\lambda_i}, \quad (\text{Д.5})$$

$$b_i = t_{int} - q \left( R_h^{si} + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{\delta_j}{\lambda_j} \right). \quad (\text{Д.6})$$

Плотность теплового потока через ограждающую конструкцию  $q$ , Вт/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$q = \frac{t_{int} - t_{ext}}{R_h}. \quad (\text{Д.7})$$

Сопrotивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_h$ , м<sup>2</sup>·К/Вт, определяется по формуле

$$R_h = R_h^{si} + \sum_{k=1}^n \frac{\delta_k}{\lambda_k} + R_h^{se}. \quad (\text{Д.8})$$

По профилю температуры определяется профиль давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции.

Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры определяется по формуле (10.3).

Расчет профиля парциального давления водяного пара по сечению ограждающей конструкции производится по формулам:

- для первого слоя ( $i = 1$ )

$$p_1(x) = c_1 x + d_1, \quad 0 \leq x \leq \delta_1, \quad (\text{Д.9})$$

где  $c_1$ ,  $d_1$  — коэффициенты, определяемые по формулам:

$$c_1 = -\frac{g}{\mu_1}, \quad (\text{Д.10})$$

$$d_1 = p_{int} - g R_v^{si}; \quad (\text{Д.11})$$

- для  $i$ -го слоя ( $1 < i \leq n$ )

$$p_i(x) = c_i \left( x - \sum_{j=1}^{i-1} \delta_j \right) + d_i, \quad \sum_{j=1}^{i-1} \delta_j < x \leq \sum_{j=1}^i \delta_j, \quad (\text{Д.12})$$

с коэффициентами

$$c_i = -\frac{g}{\mu_i}, \quad (\text{Д.13})$$

$$d_i = p_{int} - g \left( R_v^{si} + \sum_{j=1}^{i-1} \frac{\delta_j}{\mu_j} \right). \quad (\text{Д.14})$$

Плотность потока парообразной влаги через ограждающую конструкцию  $g$ , мг/(м<sup>2</sup>·ч), определяется по формуле

$$g = \frac{p_{int} - p_{ext}}{R_v}. \quad (\text{Д.15})$$

Сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции  $R_v$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, определяется по формуле

$$R_v = R_v^{si} + \sum_{k=1}^n \frac{\delta_k}{\mu_k} + R_v^{se}. \quad (\text{Д.16})$$

Метод позволяет производить расчет искомых профилей в масштабе толщины ограждения без промежуточных построений в масштабе сопротивления паропрооницанию, что снижает трудоемкость вычислений.

Приведенный алгоритм расчета может быть использован для определения плоскости конденсации влаги в ограждающей конструкции согласно методике, представленной в п. 10.4.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Пример расчета влажностного режима многослойной стеновой конструкции

#### Е.1 Введение

В настоящем приложении представлена оценка температурно-влажностного режима трехслойной стеновой конструкции с наружным слоем из лицевого керамического кирпича, с использованием теплоизоляционных изделий из стеклянного штапельного волокна марки TS 034-Aquastatik производства ООО «КНАУФ Инсулейшн».

Расчеты выполнены применительно для трех населенных пунктов — Москвы, Санкт-Петербурга и Казани, отличающихся по наружным климатическим данным и условиям эксплуатации ограждающих конструкций. Рассмотрены два варианта расчета — с невентилируемой и с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой (см. п. Е.2), расположенной между теплоизоляционным слоем и лицевым слоем кирпичной кладки. Для сравнительной оценки влажностного режима указанных вариантов конструктивное исполнение наружных стен принято идентичным, с одной и той же толщиной теплоизоляционного слоя (150 мм).

Показано, что наружный климат оказывает влияние на влажностный режим наружных стен, создавая прирост влаги в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой в период влагонакопления. Использование в конструкциях наружных стен хорошо-вентилируемой воздушной прослойки позволяет значительно улучшить влажностный режим ограждающих конструкций в различных влажностно-климатических зонах и рекомендуется для практического применения.

#### Е.2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является многослойная наружная стеновая конструкция с облицовочным кирпичным слоем. С целью оценки влияния конструктивного решения наружных стен на их влажностный режим расчет выполнен для двух вариантов конструктивного исполнения ограждения:

с невентилируемой воздушной прослойкой (вариант 1, см. рисунок Е.1);

с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой (вариант 2, см. рисунок Е.2).

Воздушную прослойку следует рассматривать как невентилируемую (замкнутую) в случае, если между прослойкой и наружной средой отсутствуют отверстия, либо площадь отверстий не превышает (см. п. 5.3.2 стандарта ISO 6946):

500 мм<sup>2</sup> на 1 погонный метр протяженности фасада для вертикальной воздушной прослойки (при горизонтальном направлении воздушного потока);

500 мм<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности горизонтальной воздушной прослойки.

*Примечание. Дренажные отверстия (weep holes) в виде незаполненных раствором вертикальных швов в лицевом слое из кирпича обычно удовлетворяют*

указанным выше критериям и по этой причине могут не рассматриваться как вентиляционные отверстия.

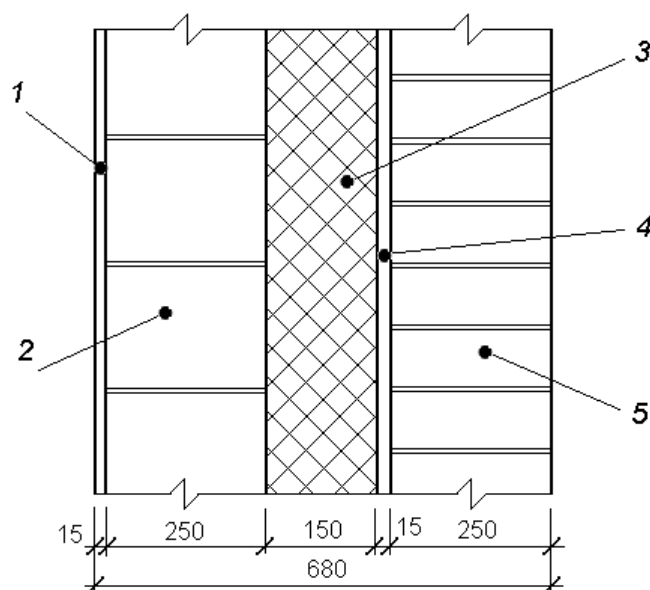
Хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой называется воздушная полость с открытыми отверстиями между ней и наружной средой, площадь отверстий которой составляет (см. п. 5.3.4 стандарта ISO 6946):

более 1500 мм<sup>2</sup> на 1 погонный метр протяженности фасада для вертикальной воздушной прослойки (при горизонтальном направлении воздушного потока);

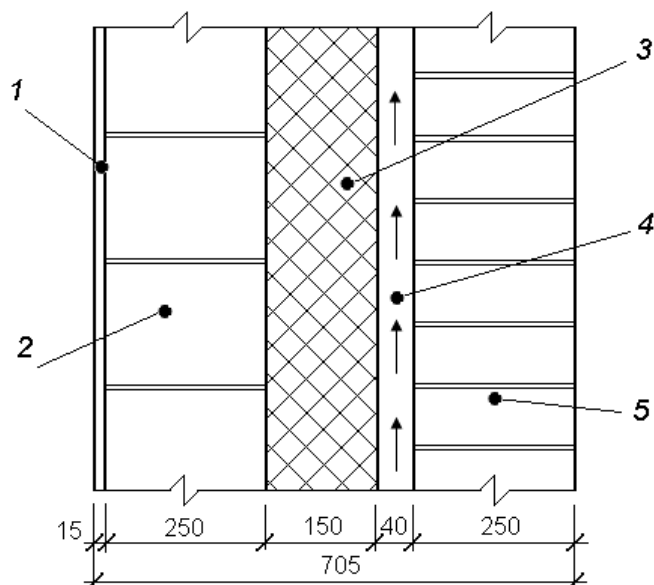
более 1500 мм<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади поверхности горизонтальной воздушной прослойки.

*Примечание.* При наличии в составе ограждающей конструкции хорошо-вентилируемой воздушной прослойки ее термическое сопротивление, а также термическое сопротивление слоев, расположенных между прослойкой и наружной средой, при расчете общего сопротивления теплопередаче не учитывается.

Требуемый уровень тепловой защиты наружных стен обеспечивается применением эффективного утеплителя в виде теплоизоляционных плит из стеклянного штапельного волокна «КНАУФ Инсулейшн» марки TS 034-Aquastatik.



**Рисунок Е.1** Расчетная схема наружной стены с невентилируемой воздушной прослойкой: 1 — внутренняя штукатурка; 2 — внутренний слой кирпичной кладки; 3 — теплоизоляция; 4 — невентилируемая воздушная прослойка (технологический зазор); 5 — лицевой кирпичный слой



**Рисунок Е.2 Расчетная схема наружной стены с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой: 1 — внутренняя штукатурка; 2 — внутренний слой кирпичной кладки; 3 — теплоизоляция; 4 — воздушная прослойка, вентилируемая наружным воздухом; 5 — лицевой кирпичный слой**

Для оценки влияния условий наружного климата на влажностный режим рассматриваемых вариантов многослойной стены расчет выполнен для пунктов, расположенных в различных влажностно-климатических зонах: Москва (нормальная зона); Санкт-Петербург (влажная зона); Казань (нормальная зона).

Оценка влажностного режима ограждающих конструкций выполнена в соответствии с требованиями Международного стандарта ISO 13788. Расчетная оценка влажностного режима основана на определении максимального количества влаги в зоне конденсации в годовом цикле.

### Е.3 Расчет влажностного режима ограждающих конструкций

#### Е.3.1 Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета приняты согласно п. 10.3 настоящего Альбома.

##### Е.3.1.1 Параметры наружного климата

Среднемесячные значения температуры наружного воздуха для указанных пунктов строительства приняты согласно СП 131.13330.2012. Ввиду отсутствия в указанном документе данных по среднемесячным значениям относительной влажности наружного воздуха эти характеристики приняты в соответствии со справочными данными СНиП II–А.6–72. Параметры наружного климата (температура  $t_{ext}$  и относительная влажность воздуха  $\varphi_{ext}$ ) приведены в таблице Е.1.

**Таблица Е.1. Параметры наружного климата для расчета влажностного режима ограждающей конструкции**

Месяц	Параметры наружного климата					
	Москва		Санкт-Петербург		Казань	
	$t_{ext}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{ext}$	$t_{ext}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{ext}$	$t_{ext}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{ext}$
Январь	-7,8	0,84	-6,6	0,86	-11,6	0,84
Февраль	-7,1	0,81	-6,3	0,84	-10,9	0,81
Март	-1,3	0,78	-1,5	0,78	-4,3	0,80
Апрель	6,4	0,65	4,5	0,73	5,3	0,73
Май	13,0	0,58	10,9	0,66	13,2	0,62
Июнь	16,9	0,59	15,7	0,68	17,6	0,62
Июль	18,7	0,63	18,3	0,71	19,7	0,68
Август	16,8	0,68	16,7	0,77	17,4	0,71
Сентябрь	11,1	0,73	11,4	0,81	11,5	0,75
Октябрь	5,2	0,78	5,7	0,84	4,2	0,81
Ноябрь	-1,1	0,82	0,2	0,87	-3,2	0,84
Декабрь	-5,6	0,85	-3,9	0,88	-8,9	0,85

### Е.3.1.2. Параметры микроклимата в помещении

Среднемесячные значения температуры и относительной влажности внутреннего воздуха вычислены в зависимости от температуры наружного воздуха согласно п. 10.3.2 настоящего Альбома.

Параметры микроклимата в помещении (температура  $t_{int}$  и относительная влажность внутреннего воздуха  $\varphi_{int}$ ) приведены в таблице Е.2.

**Таблица Е.2. Параметры микроклимата в помещении для расчета влажностного режима ограждающей конструкции**

Месяц	Параметры микроклимата в помещении					
	Москва		Санкт-Петербург		Казань	
	$t_{int}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{int}$	$t_{int}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{int}$	$t_{int}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_{int}$
Январь	20,0	0,32	20,0	0,33	20,0	0,30
Февраль	20,0	0,33	20,0	0,34	20,0	0,30
Март	20,0	0,39	20,0	0,39	20,0	0,36
Апрель	20,0	0,46	20,0	0,45	20,0	0,45
Май	21,5	0,53	20,5	0,51	21,6	0,53
Июнь	23,5	0,57	22,9	0,56	23,8	0,58
Июль	24,4	0,59	24,2	0,58	24,9	0,60
Август	23,4	0,57	23,4	0,57	23,7	0,57
Сентябрь	20,6	0,51	20,7	0,51	20,8	0,52
Октябрь	20,0	0,45	20,0	0,46	20,0	0,44
Ноябрь	20,0	0,39	20,0	0,40	20,0	0,37
Декабрь	20,0	0,34	20,0	0,36	20,0	0,31

### Е.3.1.3 Расчетные теплотехнические характеристики материалов

Расчетные теплотехнические характеристики материалов ограждающей конструкции приведены в таблице Е.3.



Таблица Е.3. Расчетные теплотехнические характеристики материалов

Номер слоя	Материал	Плотность материала в сухом состоянии $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/(м·К), при условиях эксплуатации		Паропроницаемость $\mu$ , мг/(м·ч·Па)
			А	Б	
1	Раствор сложный	1700	0,7	0,87	0,098
2	Кладка из камня пустотелого 2,1 НФ ( $\rho_0 = 800$ кг/м <sup>3</sup> ) на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530–2012)	960	0,27	0,35	0,14
3	Плиты теплоизоляционные из стеклянного штапельного волокна «КНАУФ Инсулейшн» марки TS 034–Aquistatik	22,2	0,037	0,039	0,389
4	Воздушная прослойка	—	—	—	—
5	Кладка из кирпича пустотелого ( $\rho_0 = 1400$ кг/м <sup>3</sup> ) на цементно-песчаном растворе (ГОСТ 530–2012)	1480	0,49	0,55	0,13

Согласно требованиям п. 9.32 СП 15.13330.2012 в конструкциях со средним слоем из эффективного утеплителя и гибким соединением слоев следует предусматривать применение лицевого кирпичного слоя толщиной 250 мм.

Теплопроводность материалов принята в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций согласно п. 4.4 СП 50.13330.2012. Условия эксплуатации ограждающих конструкций определяются влажностным режимом помещения и зоной влажности. На основании данных СП 54.13330.2011 (п. 9.3) влажностный режим помещений сухой (при температуре внутреннего воздуха 20 °С и относительной влажности 50 %). Согласно СП 131.13330.2012 (приложение В) Москва находится в нормальной зоне, Санкт-Петербург — во влажной, Казань — в нормальной. Условия эксплуатации ограждающих конструкций: для Москвы — А, для Санкт-Петербурга — Б, для Казани — А.

Расчетные теплотехнические показатели материалов ограждающих конструкций, приведенные в таблице Е.3, приняты на основании следующих нормативно-инструктивных документов:

- для слоя 1 – согласно данным таблицы Т.1 СП 50.13330;

- для слоя 2 – согласно данным таблицы Г.1 ГОСТ 530;
- для слоя 3: теплопроводность – по протоколу сертификационных испытаний НИИСФ РААСН от 05.08.2011 № 72, паропроницаемость – по протоколу испытаний от 19.03.2010 № 603/ГС (испытательный центр «Политест»);
- для слоя 4: термическое сопротивление невентилируемой воздушной прослойки (вариант 1) принято равным 0,15 м<sup>2</sup>·К/Вт (таблица Е.1 СП 50.13330), влияние хорошо-вентилируемой воздушной прослойки (вариант 2) учтено при задании граничных условий (п. 5.4);
- для слоя 5 – согласно таблице Г.1 ГОСТ 530.

#### Е.3.1.4 Граничные условия

Граничные условия тепло- и влагообмена ограждающих конструкций с окружающей средой приняты согласно п. 10.3.4 раздела 10 настоящего Альбома.

Сопротивление теплообмену у наружной поверхности ограждающих конструкций принято равным: по варианту 1 –  $R_h^{se} = 0,04$  м<sup>2</sup>·К/Вт; по варианту 2 –  $R_h^{se} = 0,1$  м<sup>2</sup>·К/Вт (по справочным данным). Согласно принятым допущениям (см. п. 10.3.4) при использовании хорошо-вентилируемой воздушной прослойки слои конструкции, лежащие между прослойкой и наружным воздухом, в расчете не учитываются.

Сопротивление теплообмену у внутренней поверхности ограждающих конструкций принято согласно данным, представленным в таблице 16 (при горизонтальном направлении теплового потока),  $R_h^{si} = 0,13$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

Согласно данным, представленным в разделе 10, сопротивление влагообмену у наружной поверхности ограждающей конструкции  $R_v^{se}$  принято равным  $3,7 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, у внутренней поверхности –  $R_v^{si} = 11,1 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>·ч·Па/мг.

#### Е.3.2 Расчет влагонакопления в ограждающих конструкциях в годовом цикле

Расчет влагонакопления в ограждающих конструкциях в годовом цикле выполнен в соответствии с методикой, приведенной в разделе 10 настоящего Альбома.

За начало расчета принят октябрь.

Определение плоскости конденсации влаги в рассматриваемых ограждающих конструкциях выполнено по предельно допустимому состоянию увлажнения в наиболее холодный месяц года согласно п. 10.4 раздела 10 настоящего Альбома.

Определение плоскости конденсации влаги выполнено на основании расчета профилей парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара в ограждении согласно приложению Д.

Оценка влажностного режима ограждающих конструкций выполнена на основе годового баланса влаги.

### Е.3.3 Результаты расчета и обсуждение

#### Е.3.3.1 Конструкция с невентилируемой воздушной прослойкой, Москва

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 1 (рисунок Е.1) для Москвы плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года расположена на стыке невентилируемого воздушного зазора и наружного слоя кирпичной кладки. Координата плоскости конденсации  $x = 0,43$  м, отклонение  $p$  от  $p_{sat}$  в этой плоскости максимально и равно 74,8 Па.

Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле приведены в таблице Е.4.

Таблица Е.4. Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле для климатических условий Москвы (вариант 1)

Месяц	Приращение влаги в течение месяца, кг/м <sup>2</sup>	Количество влаги с начала расчета, кг/м <sup>2</sup>
Октябрь	-0,08537	0
Ноябрь	$7,74 \cdot 10^{-3}$	$7,74 \cdot 10^{-3}$
Декабрь	0,04251	0,05025
Январь	0,05288	0,10313
Февраль	0,04328	0,14641
Март	$2,72 \cdot 10^{-3}$	0,14913
Апрель	-0,15062	0
Май	-0,34094	0
Июнь	-0,42859	0
Июль	-0,46823	0
Август	-0,37404	0
Сентябрь	-0,2128	0

Результаты расчета показывают, что в период с ноября по март в рассматриваемой конструкции происходит влагонакопление. Максимальное приращение влаги в конструкции за месяц отмечается в январе (0,05288 кг/м<sup>2</sup>), максимальное количество влаги с начала расчета — в марте (0,14913 кг/м<sup>2</sup>). Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в конструкции в течение года не происходит. В период влагонакопления отмечается прирост влаги на внутренней поверхности лицевого слоя кирпичной кладки.

### Е.3.3.2 Конструкция с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой, Москва

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 2 (рисунок Е.2) для Москвы плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года отсутствует. Влагонакопление в течение года также отсутствует. Таким образом, устройство хорошо-вентилируемой воздушной прослойки позволяет существенно улучшить влажностный режим наружной стены.

### Е.3.3.3 Конструкция с невентилируемой воздушной прослойкой, Санкт-Петербург

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 1 (рисунок Е.1) для Санкт-Петербурга плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года расположена на стыке невентилируемого воздушного зазора и наружного слоя кирпичной кладки. Координата плоскости конденсации  $x = 0,43$  м, отклонение  $p$  от  $p_{sat}$  в этой плоскости максимально и равно 71 Па.

Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле приведены в таблице Е.5.

Таблица Е.5. Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле для климатических условий Санкт-Петербурга (вариант 1)

Месяц	Приращение влаги в течение месяца, кг/м <sup>2</sup>	Количество влаги с начала расчета, кг/м <sup>2</sup>
Октябрь	-0,067640	0
Ноябрь	$6,09351 \cdot 10^{-3}$	$6,09351 \cdot 10^{-3}$
Декабрь	0,0412	0,04729
Январь	0,05023	0,09752
Февраль	0,04609	0,14361
Март	$7,46311 \cdot 10^{-3}$	0,15107
Апрель	-0,08104	0,07003
Май	-0,24876	0
Июнь	-0,34185	0
Июль	-0,39531	0
Август	-0,30258	0
Сентябрь	-0,18582	0

Результаты расчета показывают, что в период с ноября по март в рассматриваемой конструкции происходит влагонакопление. Максимальное приращение влаги в конструкции за месяц отмечается в январе (0,05023 кг/м<sup>2</sup>), максимальное количество влаги с начала расчета — в марте (0,15107 кг/м<sup>2</sup>). Анализ годового баланса влаги показывает, что

систематического влагонакопления в конструкции в течение года не происходит. Вместе с тем, в период влагонакопления отмечается прирост влаги на внутренней поверхности лицевого кирпичного слоя.

### **Е.3.3.4 Конструкция с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой, Санкт-Петербург**

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 2 (рисунок Е.2) для Санкт-Петербурга плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года отсутствует. Влагонакопление в течение года также отсутствует. Таким образом, устройство хорошо-вентилируемой воздушной прослойки позволяет существенно улучшить влажностный режим наружной стены.

### **Е.3.3.5 Конструкция с невентилируемой воздушной прослойкой, Казань**

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 1 (рисунок Е.1) для Казани плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года расположена на стыке невентилируемого воздушного зазора и наружного слоя кирпичной кладки. Координата плоскости конденсации  $x = 0,43$  м, отклонение  $p$  от  $p_{sat}$  в этой плоскости максимально и равно 109,3 Па.

Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле приведены в таблице Е.6.

**Таблица Е.6. Результаты расчета влажностного режима наружной стены в годовом цикле для климатических условий Казани (вариант 1)**

Месяц	Приращение влаги в течение месяца, кг/м <sup>2</sup>	Количество влаги с начала расчета, кг/м <sup>2</sup>
Октябрь	-0,05988	0
Ноябрь	0,02915	0,02915
Декабрь	0,05891	0,08806
Январь	0,07729	0,16535
Февраль	0,061	0,22635
Март	0,03147	0,25782
Апрель	-0,10152	0,15663
Май	-0,32438	0
Июнь	-0,44082	0
Июль	-0,4586	0
Август	-0,37349	0
Сентябрь	-0,21178	0

Результаты расчета показывают, что в период с ноября по март в рассматриваемой конструкции происходит влагонакопление. Максимальное приращение влаги в конструкции за месяц отмечается в январе ( $0,07729 \text{ кг/м}^2$ ), максимальное количество влаги с начала расчета — в марте ( $0,25782 \text{ кг/м}^2$ ). Анализ годового баланса влаги показывает, что систематического влагонакопления в течение года не происходит. Однако, прирост влаги в конструкции в период влагонакопления указывает на возможность переувлажнения наружного слоя кирпичной кладки. Кроме того, поскольку максимальное количество влаги в плоскости конденсации превышает  $200 \text{ г/м}^2$ , то согласно п. 10.6 настоящего Альбома для рассматриваемой конструкции существует риск ухудшения теплозащитных свойств и деградации строительных материалов, примыкающих к плоскости конденсации, связанный с просачиванием воды.

### **Е.3.3.6 Конструкция с хорошо-вентилируемой воздушной прослойкой, Казань**

Расчет показывает, что в ограждающей конструкции по варианту 2 (рисунок Е.2) для Казани плоскость конденсации в наиболее холодный месяц года отсутствует. Влагонакопление в течение года также отсутствует. Таким образом, устройство хорошо-вентилируемой воздушной прослойки позволяет существенно улучшить влажностный режим наружной стены.

### **Е.3.3.7 Сравнительная оценка влажностного режима ограждающих конструкций для Москвы, Санкт-Петербурга и Казани**

Сравнительная оценка влажностного режима в годовом цикле для наружной стены по варианту 1, выполненная для Москвы, Санкт-Петербурга и Казани, показывает большее влагонакопление для конструкции в Казани. Это объясняется влиянием более низкой температуры наружного воздуха в период влагонакопления в Казани, при сопоставимых значениях относительной влажности. Для конструкции по варианту 2 влагонакопление отсутствует для всех рассматриваемых пунктов строительства.

Кроме того, как показывают результаты исследований, наличие хорошо-вентилируемой воздушной прослойки между лицевым кирпичным слоем и слоем теплоизоляции приводит к выравниванию градиента температур по толщине лицевого кирпичного слоя, что уменьшает разницу абсолютных значений деформации внутренней и наружной поверхностей лицевого кирпичного слоя и тем самым увеличивает его эксплуатационный срок службы и долговечность.

#### **Е.4 Заключение**

На основании представленных выше расчетов сформулированы следующие **основные выводы:**

Е.4.1 Наружный климат оказывает влияние на влажностный режим ограждений, создавая прирост влаги в конструкции с невентилируемой воздушной прослойкой в период влагонакопления. Более низкая температура наружного воздуха приводит к большему накоплению влаги в конструкции.

Е.4.2 Использование в конструкции наружных стен хорошо-вентилируемой воздушной прослойки позволяет значительно улучшить влажностный режим ограждений в различных влажностно-климатических зонах и рекомендуется для практического применения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Примеры расчета профилей температуры, парциального давления и определения плоскости конденсации в ограждающей конструкции

Ж.1. Пример расчета профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции

Расчет профилей температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара производится согласно приложению Д.

В качестве примера рассматриваемся многослойная стеновая конструкция с невентилируемой воздушной прослойкой (рисунок Е.1).

Расчет выполнен для офисного помещения в наиболее холодный период года для Москвы.

Температура наружного воздуха  $t_{ext} = -7,8$  °С, относительная влажность  $\varphi_{ext} = 0,84$ .

Температура внутреннего воздуха  $t_{int} = 20$  °С, относительная влажность  $\varphi_{int} = 0,32$ .

Теплотехнические показатели строительных материалов приняты из таблицы Е.3.

Граничные условия приняты согласно п. 10.3.4:

сопротивление теплообмену ограждающей конструкции с окружающей средой: у наружной поверхности –  $R_h^{se} = 0,04$  м<sup>2</sup>·К/Вт, у внутренней поверхности –  $R_h^{si} = 0,13$  м<sup>2</sup>·К/Вт;

сопротивление влагообмену ограждающей конструкции с окружающей средой: у наружной поверхности –  $R_v^{se} = 3,7 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, у внутренней поверхности –  $R_v^{si} = 11,1 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>·ч·Па/мг.

По формуле (Д.8) сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_h = 5,83$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

По формуле (Д.7) плотность теплового потока через ограждающую конструкцию  $q = 4,77$  Вт/м<sup>2</sup>.

По формуле (Д.16) сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции  $R_v = 4,25$  м<sup>2</sup>·ч·Па/мг.

По формуле (Д.15) плотность потока парообразной влаги через ограждающую конструкцию  $g = 106,4$  мг/(м<sup>2</sup>·ч).

Расчет профиля температуры по толщине ограждающей конструкции производится следующим образом.

По формулам (Д.2) и (Д.3) определяются коэффициенты  $a_1$  и  $b_1$  для первого слоя конструкции:  $a_1 = -6,81$ ,  $b_1 = 19,38$ .

Используя формулы (Д.5) и (Д.6) определяются коэффициенты  $a_i$  и  $b_i$  для последующих слоев конструкции:

2-го слоя –  $a_2 = -17,656$ ,  $b_2 = 19,278$ ;

3-го слоя –  $a_3 = -128,841$ ,  $b_3 = 14,864$ ;

4-го слоя –  $a_4 = -47,671$ ,  $b_4 = -4,462$ ;

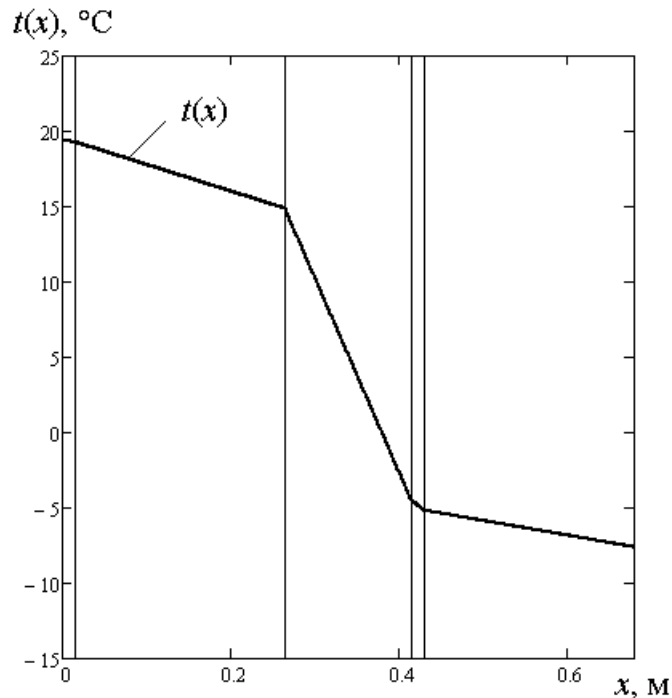


5-го слоя —  $a_5 = -9,729$ ,  $b_5 = -5,177$ .

С учетом приведенных выше данных профиль температуры  $t(x)$  в ограждающей конструкции описывается формулой

$$t(x) = \begin{cases} -6,81x + 19,38, & 0 \leq x \leq 0,015; \\ -17,656(x - 0,015) + 19,278, & 0,015 < x \leq 0,265; \\ -128,841(x - 0,265) + 14,864, & 0,265 < x \leq 0,415; \\ -47,671(x - 0,415) - 4,462, & 0,415 < x \leq 0,43; \\ -9,729(x - 0,43) - 5,177, & 0,43 < x \leq 0,68. \end{cases} \quad (\text{Ж.1})$$

Профиль температуры, полученный расчетом по формуле (Е.1), приведен на рисунке Ж.1.



**Рисунок Ж.1 Профиль температуры по толщине ограждающей конструкции**

Используя зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры, данную формулой (10.2), по профилю температуры определяется профиль давления насыщенного водяного пара в ограждающей конструкции (рисунок Ж.2).

Расчет профиля парциального давления водяного пара по толщине ограждающей конструкции производится следующим образом.

По формулам (Д.10) и (Д.11) определяются коэффициенты  $s_1$  и  $d_1$  для первого слоя конструкции:  $s_1 = -1,086 \cdot 10^3$ ,  $d_1 = 740,734$ .

Используя формулы (Д.13) и (Д.14) определяются коэффициенты  $s_i$  и  $d_i$  для последующих слоев конструкции:

2-го слоя —  $c_2 = -759,971$ ,  $d_2 = 724,448$ ;

3-го слоя —  $c_3 = -273,511$ ,  $d_3 = 534,456$ ;

4-го слоя —  $c_4 = -1,064 \cdot 10^{-4}$ ,  $d_4 = 493,429$ ;

5-го слоя —  $c_5 = -818,43$ ,  $d_5 = 493,429$ .

С учетом приведенных выше данных профиль парциального давления водяного пара  $p(x)$  в ограждающей конструкции описывается формулой

$$p(x) = \begin{cases} -1,086 \cdot 10^3 x + 740,734, & 0 \leq x \leq 0,015; \\ -759,971(x - 0,015) + 724,448, & 0,015 < x \leq 0,265; \\ -273,511(x - 0,265) + 534,456, & 0,265 < x \leq 0,415; \\ -1,064 \cdot 10^{-4}(x - 0,415) + 493,429, & 0,415 < x \leq 0,43; \\ -818,43(x - 0,43) + 493,429, & 0,43 < x \leq 0,68. \end{cases} \quad (\text{Ж.2})$$

Профиль парциального давления водяного пара по толщине ограждающей конструкции, полученный расчетом по формуле (Ж.2), приведен на рисунке Ж.2.

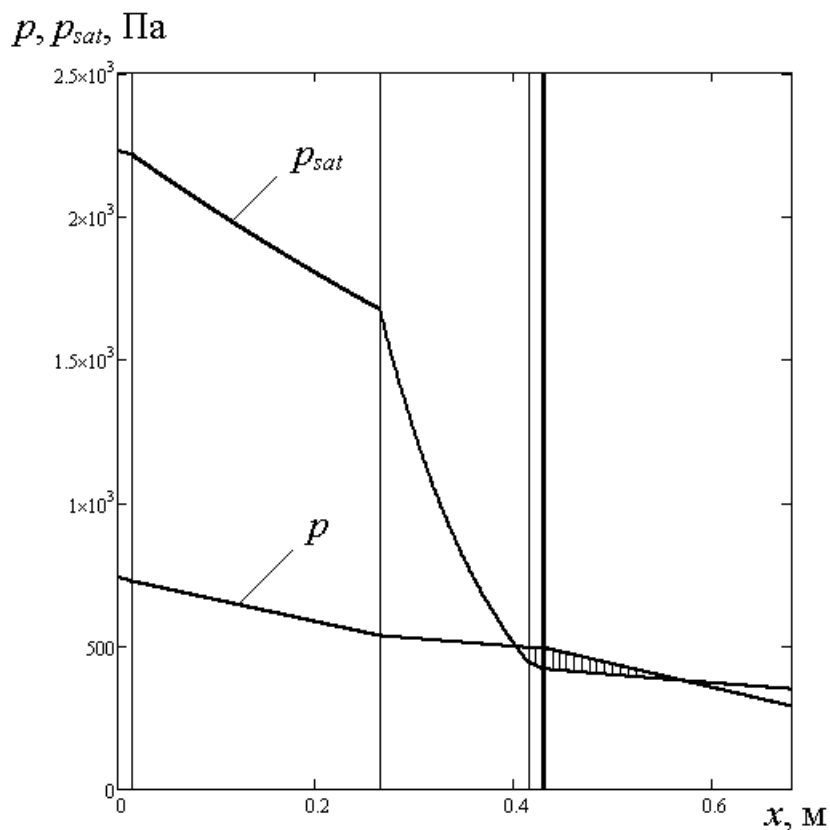


Рисунок Ж.2 Профили парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара по толщине ограждающей конструкции

Полученные расчетом профили температуры, парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара позволяют выполнить общую оценку температурно-влажностного режима ограждающей конструкции.

#### Ж.2. Пример определения плоскости конденсации в ограждении

Определение плоскости конденсации в ограждении производится с целью выявления наиболее опасного, с точки зрения влажностного режима, сечения конструкции согласно методике, приведенной в п.10.4.

Расчет производится для ограждающей конструкции, рассмотренной в примере приложения Е.

Результаты расчета профилей парциального давления водяного пара и давления насыщенного водяного пара показывают (рисунок Ж.2), что ограждающая конструкция имеет одну зону конденсации ( $0,402 \leq x \leq 0,571$ ).

Определяется функция

$$\Phi(x) = p(x) - p_{sat}(x).$$

Расчет плоскости конденсации производится на основе табулирования функции  $\Phi(x)$ . Для этого зона конденсации разбивается на  $10^3$  равных отрезков. Вычисляются значения функции  $\Phi(x)$  в указанных точках разбиения. Определяется плоскость конденсации влаги как сечение, в котором функция  $\Phi(x)$  принимает максимальное значение.

В рассматриваемом примере плоскость конденсации определяется сечением  $x = 0,43$  м. В этом сечении функция  $\Phi$  принимает максимальное значение:  $\Phi = 74,8$  Па.

### Перечень нормативных документов

Ниже представлен перечень нормативных и методических документов, на которые имеются ссылки в настоящем Альбоме:

СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-22-81;

СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*;

СП 17.13330.2011 «Кровли». Актуализированная редакция СНиП II-26-76;

СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*;

СП 28.13330.2011 «Защита строительных конструкций от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85;

СП 29.13330.2011 «Полы». Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88;

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания». Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87\*;

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003;

СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;

СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные». Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003;

СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные». Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001;

СП 56.13330.2011 «Производственные здания». Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001;

СП 57.13330.2011 «Складские здания». Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001;

СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции». Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003;

СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-25-80;

СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции». Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87;

СП 105.13330.2012 «Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». Актуализированная редакция СНиП 2.10.02-84;

СП 106.13330.2012 «Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения». Актуализированная редакция СНиП 2.10.03-84;

СП 107.13330.2011 «Теплицы и парники». Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85;

СП 113.133330.2012 «Стоянки автомобилей». Актуализированная редакция СНиП 21-02-99;

СП 118.13330.2011 «Общественные здания и сооружения». Актуализированная редакция объединенных СНиП 31-06-2009 и СНиП 31-05-2003;

СП 128.13330.2012 «Алюминиевые конструкции». Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85;

СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*;

СНиП III-4-80\* «Техника безопасности в строительстве»;

СНиП 2.11.02 «Холодильники»;

СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;

ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

ГОСТ 379-2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия»;

ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества»;

ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»;

ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия»;

ГОСТ 1147-80 «Шурупы. Общие технические условия»;

ГОСТ 1491-2008 «Винты с цилиндрической головкой. Конструкции и размеры»;

ГОСТ 3134-78\* «Уайт-спирит. Технические условия»;

ГОСТ 4784-97\* «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки»;

ГОСТ 5582-75 «Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия»;

ГОСТ 5632-72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки»;

ГОСТ 7076–99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме»;

ГОСТ 7798-2008 «Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры»;

ГОСТ 8486-86\* «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия»;

ГОСТ 8829-94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости»;

ГОСТ 9045-93 «Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки. Технические условия»;

ГОСТ 10354-82\* «Пленка полиэтиленовая. Технические условия»;

ГОСТ 10618-80 «Винты самонарезающие для металла и пластмассы. Общие технические условия»;

ГОСТ 13996-93 «Плитки керамические фасадные и ковры из них. Технические условия»;

ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия»;

ГОСТ 17474-80 «Винты с полупотайной головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры»;

ГОСТ 18124-2012 «Листы хризотилцементные плоские. Технические условия»;

ГОСТ 24045-2010 «Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия»;

ГОСТ 25898–2012 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию»

ГОСТ 25772-83\* «Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общие технические условия»;

ГОСТ 26816-86 «Плиты цементностружечные. Технические условия»;

ГОСТ 27772-88\* «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия»;

ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»;

ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции";

ГОСТ 30403-2012 «Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности»;

ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;

ГОСТ 31913-2011 (ЕН ИСО 9229:2004) «Материалы и изделия теплоизоляционные. Термины и определения»;

ГОСТ Р 54257–2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования»;

ГОСТ Р 54851–2011 «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче» СП 55-101-2000 «Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов»;

СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»;

СП 55-101-2000 «Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов»;

СП 55-102-2001 «Конструкции с применением гипсоволокнистых листов»;

СанПиН 2.1.2.1002 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям»;

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;

ISO 717-1:1996 "Акустика. Оценка звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Часть 1 – Изоляция воздушного шума";

ISO 717-2:1996 "Акустика. Оценка звукоизоляции в зданиях и строительных элементах. Часть 1 – Изоляция ударного шума";

ISO 6946 «Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method»;

ISO 13788 «Hygrothermal performance of building components and building elements — Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation — Calculation methods»;

СТО 73090654.001-2015 «Оценка влажностного режима ограждающих конструкций в годовом цикле»;

СО-002-02495342-2005 «Кровли зданий и сооружений. Проектирование и строительство»  
М.: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2005 г.





# **KNAUF**INSULATION

**ООО «КНАУФ Инсулейшн»**  
**Центральный офис в России**  
тел.: +7 (495) 933 61 30  
факс: +7 (495) 933 61 31  
e-mail: [info.russia@knaufinsulation.com](mailto:info.russia@knaufinsulation.com)

Телефон бесплатной горячей линии:  
**8-800-700-600-5**

Узнать больше о теплоизоляции всего  
дома вы можете, зайдя на сайт  
**[www.knaufinsulation.ru](http://www.knaufinsulation.ru)**

