«ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОСТЕКОЛЬНОГО ГРАВИЯ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ СТЕН»

Материалы для проектирования и чертежи узлов

Пермь - 2015

Оглавление

1. Общие положения 3
2. Область применения 4
3. Применяемые материалы 8
4. Конструктивные решения тепловой изоляции стен 8
4.1 Трехслойные стены 8
4.2 Колодцевая кирпичная кладка 10
4.3 Каркасные стены 11
4.4 Утепление стен засыпкой 13
РАЗДЕЛ 1. Трехслойные стены 15
РАЗДЕЛ 2. Колодцевая кирпичная кладка 22
РАЗДЕЛ 3. Каркасные стены 30
РАЗДЕЛ 4. Утепление стен засыпкой 36
Приложение 1. Расчет толщины теплоизоляционного слоя из пеностекольного гравия 39

1. Общие положения

Альбом содержит материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов утепления и возведения стен зданий различного назначения с теплоизоляцией гранулированным пеностеклом.

Материалы разработаны для следующих условий:

- здания одно- и многоэтажные высотой до 75 м, I - IV степени огнестойкости с сухим и нормальным температурно-влажностным режимом для строительства на всей территории страны;
- стены несущие или самонесущие из штучных материалов (кирпич, камни, бетонные блоки) или монолитного железобетона;
- температура холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 - до минус 55 °С.

Проектирование следует вести с учетом указаний следующих действующих нормативных документов:

- СП 54.13330.2011 «СНиП 31-01-2003 Здания жилые многоквартирные»;
- СП 118.13330.2012 «СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного назначения»;
- СП 56.13330.2011 «СНиП 31-03-2001 Производственные здания»;
- СП 44.13330.2011 «СНиП 2.09.04-87* Административные и бытовые здания»;
- СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий»;
- СП 15.13330.2012 «СНиП II-22-81 Каменные и армокаменные конструкции»;

- СП 112.13330.2012 «СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология».

2. Область применения

Ограждающие конструкции зданий и сооружений – это то, что ограждает внутреннее пространство от окружающей среды. То есть, это стены, потолки, пол и, в некоторых случаях, крыши. Самую большую площадь занимают стены. Через них потери тепла составляют около 40% всех потерь через ограждающие конструкции. Поэтому, утепление стен позволяет значительно снизить теплопотери.

Трехслойные стены

Согласно действующим нормам по тепловой защите зданий и сооружений толщина стен жилых зданий, изготовленных только из конструкционных материалов должна составлять больше 1 м для большинства регионов России. Поэтому, широкое распространение получили многослойные конструкции стен. Многослойные стены состоят из вертикально уложенных слоев из различных материалов. Каждый слой выполняет различные функции. Несущий слой из высокопрочных материалов несет нагрузку, слой материала с хорошими изоляционными свойствами обеспечивает тепловую и акустическую защиту стен, облицовочный слой защищает стены дома от внешних воздействий и придает ему эстетичный вид.

Возведение многослойных наружных стен дома, в дополнение к сокращению расходов на отопление, также обеспечивает достаточную прочность, оптимальный тепловой режим в сечении стены. Кроме того, такое решение увеличивает рентабельность строительства дома, благодаря возможности возводить наружные стены в несколько этапов. Оно также дает

свободу использования любого материала для устройства несущего слоя, материал должен только отвечать соответствующим требованиям прочности.

Конструкции трехслойных стен с утеплителем в качестве внутреннего слоя при утепление дома обладают рядом несомненных достоинств, таких как сравнительно небольшая толщина и, соответственно, вес; огнестойкость; привлекательный внешний вид. Слоистая кладка при утепление часто внешне практически ничем не отличается от монолитной кирпичной кладки, а такие стены традиционно считаются надежными и долговечными. Квартиры в домах, облицованных кирпичом, легко распродаются, поскольку некоторые даже не догадываются, что перед ними вовсе даже не кирпичный дом, а по сути дела его имитация. Конечно же простой набор материалов, привычный способ монтажа конструкций и возможность вести строительно-монтажные работы круглый год.

Колодцевая кирпичная кладка

Одним из частных решений конструкций многослойных стен является эффективная колодцевая кирпичная кладка. Колодцевая кладка состоит из двух параллельных кирпичных стенок, между которыми оставляют пустое пространство. Стенки соединены между собой поперечными стенками, располагаемыми через 650 - 1200мм. Таким образом, получаются колодцы, которые заполняют утеплителем. Существуют различные варианты эффективных колодцевых кладок, рассчитанные на тот или иной вид утеплителя. Несмотря на значительно лучшие показатели теплоизоляции по сравнению со сплошной кладкой, колодцевая, все же обладает недостатком в виде тех самых поперечных стенок, которые образуют мостики холода.

Не следует путать колодцевую кладку с обкладкой несущих стен кирпичом (трехслойные стены). Разница между ними состоит в том, что у эффективной колодцевой кладки наружная и внутренняя стенки жестко связаны и представляют собой единую несущую конструкцию. В свою очередь, облицовка кирпичом предполагает связь наружной кирпичной стенки, с несущей стеной,

только с помощью тонких гибких связей. При этом наружная кирпичная стенка держится за несущую, и не воспринимает никаких нагрузок, кроме собственного веса, а колодцевая кирпичная кладка является единой конструкцией.

Каркасные стены

Каркасная технология строительства весьма широко распространена на территории Канады, Японии, США, и северной части Европы. В конце двадцатого века эта технология пришла и в Россию. Благодаря отточенным конструкционным решениям, дома построенные по данной технологии обладают сравнительной дешевизной, технологичностью. Наибольшее распространение данная технология получила в строительстве одноквартирных, частных, домов высотой до трех этажей.

Стены каркасного дома своим строением напоминают сэндвич. Начинкой такого сэндвича обычно служит утеплитель. С внешней стороны утеплитель зашивается влагостойкой фанерой или плитами ОСП, которые облицовываются фасадной штукатуркой, либо обшиваются сайдингом, по желанию могут быть выложены облицовочным кирпичом. Внутренняя отделка каркасного дома чаще всего выполняется гипсокартоном. Швы тщательно шпаклюются и штукатурятся. На выровненную поверхность наносится краска, или наклеиваются обои.

Каркасные стены наиболее экономичные, как по трудоемкости изготовления, так и по затраченным материалам. Для их изготовления требуется в 2 раза меньше древесины, чем для изготовления бревенчатых и брусчатых стен. А если использовать эффективные утеплительные материалы, то каркасные стены во столько же раз и легче. Помимо этого каркасные стены не имеют усадки и работы по их отделки можно выполнять сразу после установки стен. Срок службы каркасной стены, с качественными утеплительными материалами и выполненной биологической защитой древесины, составляет не менее 40-50 лет.

Утепление существующих стен

Утепление стен дома может быть наружным и внутренним.

Утепление стен изнутри выгодно лишь в тех случаях, когда невозможно провести наружные фасадные работы, т.е. в случае утепления лоджии, либо одной квартиры в многоквартирном доме. Данный подход имеет следующие плюсы: работы проводятся в любую погоду без специального оборудования; низкие единовременные материальные затраты. Минусы данного подхода: наличие мостиков холода – зон промерзания стены; часть свободной площади помещения уйдет под утепление; необходимо устраивать сплошную пароизоляцию; помещение быстро остываете при проветривании и после долго нагревается – эффект барачных строений (нет теплых каменных конструкций, аккумулирующих тепло); несущие конструкции дома находятся в зоне переменных температур, что снижает долговечность.

Расположив утеплитель на наружной поверхности стены, отсекается проникновение в стену теплового потока с отрицательными температурами. Внутренний тепловой поток с положительными температурами при этом прогревает стену и в зависимости от толщины утеплителя отодвигает нулевую температуру к внешней границе стены или в слой утеплителя. Температура точки росы также отодвигается к внешней поверхности стены. При условии, что паропроницаемость утеплителя выше, чем паропроницаемость материала стены, водяной пар, диффундирующий через стену из помещения на улицу, беспрепятственно проходит через стену и удаляется в атмосферу. Такой способ утепления закрывает мостики холода в местах опирания плит перекрытия, стыкований внутренних стен с наружными и места установки оконных перемычек. При проведении некоторых дополнительных работ закрываются мостики холода и на оконных откосах.

Наиболее оптимальным является внешнее утепление, так как в этом случае практически исключается возникновение эффекта «потения стен», в результате

накопления конденсата в порах стены из перепадов температуры внутри помещения и снаружи.

3. Применяемые материалы

В качестве материала тепловой изоляции технологического оборудования применяют пеностекольный гравий имеющий следующие технические характеристики:

- Основных фракций – 3 – 20 мм;
- Насыпная плотность – не более 200 кг/м^3;
- Прочность – от 3 кг/см^2;
- Влагостойкость по ГОСТ при кипячении – не менее 2х часов;
- Теплопроводность – не более 0.07 Вт/м·°С.

4. Конструктивные решения тепловой изоляции стен

4.1 Трехслойные стены

4.1.1 Утепленная пеностекольным гравием трехслойная стена состоит из несущей стены, выполненной из кирпича, керамзитобетонных блоков, монолитного железобетона, сборных железобетонных панелей и т.п., облицовочного слоя из кирпича и слоя утеплителя. Несущая стена и облицовочный слой кирпича соединены между собой гибкими связями.

4.1.2 Для исключения продуваемости конструкции, вертикальные и горизонтальные швы кладки стен следует тщательно заполнять кладочным раствором с последующей их расшивкой или затиркой (при выполнении оштукатуривания поверхности стен с наружной или с внутренней стороны).

4.1.3 Для предотвращения накопления влаги, несущая стена конструкции должна иметь сопротивление паропроницанию не меньше, чем слой

облицовочного кирпича (совместно с дополнительными слоями штукатурки, облицовочными слоями и конструкциями, слоями гидро- и пароизоляции и т.п.).

4.1.4 Для теплоизоляционной засыпки может применяться пеностекольный гравий достаточной прочности со следующими характеристиками:

- объёмное водопоглощение не более 5%;
- коэффициент размягчения не менее 0,8;

4.1.5 Размеры и шаг размещения гибких связей должны обеспечивать возможность засыпки пеностекольного гравия без образования полостей, и его удобного послойного разравнивания и уплотнения.

4.1.6 Гибкие связи несущей стены и облицовочного слоя кирпича, и вспомогательные материалы, использующиеся при их монтаже, должны быть изготовлены из коррозионностойких материалов, срок службы которых соответствует сроку службы прилегающих конструкций.

4.1.7 Для достижения лучшей укладки материала теплоизоляционного слоя в процессе засыпки, его послойного разравнивания и уплотнения, рекомендуется использовать пеностекольный гравий с формой гранул близкой к шарообразной.

4.1.8 Средний размер гранул пеностекольного гравия не должен превышать 1/10 от толщины слоя засыпки (ширины зазора между несущей стеной и слоем из облицовочного кирпича.

4.1.9 В процессе засыпки пеностекольного гравия, его следует разравнивать и послойно уплотнять трамбованием без усилий, превышающих прочность материала.

4.1.10 Для исключения ухудшения эксплуатационных характеристик засыпного слоя теплоизоляции, не допускается попадание посторонних предметов и кладочного раствора в слой теплоизоляционного материала.

4.2 Колодцевая кирпичная кладка

4.2.1 Утепленная кирпичная колодцевая кладка состоит из трех слоев: наружной и внутренней стен, жестко связанных между собой вертикальными диафрагмами из кладочного кирпича, и слоя теплоизоляции стены, расположенного между ними. При возведении диафрагм, между кирпичами диафрагмы оставляют расстояние, которое позже заполняется насыпной теплоизоляцией. Дополнительно к этому, внутренняя и наружная части кладки связываются между собой специальными закладными деталями.

4.2.2 Для исключения продуваемости конструкции, вертикальные и горизонтальные швы кладки стен следует тщательно заполнять раствором с последующей их расшивкой или затиркой (при выполнении оштукатуривания поверхности стен с наружной или с внутренней стороны кладки).

4.2.3 Для предотвращения накопления влаги, внутренняя стена конструкции (совместно с дополнительными слоями штукатурки, облицовочными слоями и конструкциями, и т.п.) должна иметь сопротивление паропроницанию не меньше, чем наружная стена конструкции.

4.2.4 Для теплоизоляционной засыпки может применяться пеностекольный гравий достаточной прочности со следующими характеристиками:

- объёмное водопоглощение не более 5%;
- коэффициент размягчения не менее 0,8;

4.2.5 Размеры и шаг размещения закладных деталей колодцевой кладки должны обеспечивать возможность засыпки пеностекольного гравия без образования полостей, и его удобного послойного разравнивания и уплотнения.

4.2.6 Для достижения лучшей укладки материала теплоизоляционного слоя в процессе засыпки, его послойного разравнивания и уплотнения,

рекомендуется использовать пеностекольный гравий с формой гранул близкой к шарообразной.

4.2.7 Средний размер гранул пеностекольного гравия не должен превышать 1/10 от толщины слоя засыпки (ширины зазора между наружным и внутренним слоями кладки).

4.2.8 В процессе засыпки пеностекольного гравия, его следует разравнивать и послойно уплотнять трамбованием без усилий, превышающих прочность материала.

4.2.9 Для исключения ухудшения эксплуатационных характеристик засыпного слоя теплоизоляции, не допускается попадание посторонних предметов и кладочного раствора в слой теплоизоляционного материала.

4.3 Каркасные стены

4.3.1 Утепленная пеностекольным гравием каркасная стена представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из наружной обшивки, слоя ветро- и гидроизоляции, слоя утеплителя и внутренней обшивки. Наружная и внутренняя обшивка соединены между собой с помощью силовых вспомогательных элементов таким образом, что создается прочная несущая каркасная конструкция требуемой прочности.

4.3.2 Для предотвращения накопления влаги, сопротивление паропроницанию стены (изнутри наружу) не должно увеличиваться (совместно с дополнительными слоями штукатурки, облицовочными слоями и конструкциями, слоями гидро- и пароизоляции и т.д.). При использовании снаружи стены декоративных облицовочных панелей с высоким сопротивлением паропроницанию, внутренняя часть стены также должна быть изготовлена из материалов, имеющих высокое сопротивление паропроницанию, и, кроме того, с внутренней стороны наружных облицовочных панелей должен

быть сформирован зазор, обеспечивающий необходимую эффективность удаления влаги из конструкции.

4.3.3 Для теплоизоляционной засыпки может применяться пеностекольный гравий достаточной прочности со следующими характеристиками:

- объёмное водопоглощение не более 5%;
- коэффициент размягчения не менее 0,8;

4.3.4 Размеры, шаг и способ расположения силовых вспомогательных элементов, а также конструкция обшивки стены должны обеспечивать возможность засыпки пеностекольного гравия без образования полостей и его удобного послойного разравнивания и уплотнения.

4.3.5 Материалы силовых вспомогательных элементов и обшивок стены, а также способы их предварительной обработки (например, антисептической или антикоррозионной) и взаимного крепления, должны обеспечивать необходимую прочность конструкции в течение всего проектного срока эксплуатации стены.

4.3.6 Для достижения лучшей укладки материала теплоизоляционного слоя в процессе засыпки, его послойного разравнивания и уплотнения, рекомендуется использовать пеностекольный гравий с формой гранул близкой к шарообразной.

4.3.7 Средний размер гранул пеностекольного гравия не должен превышать 1/10 от толщины слоя засыпки.

4.3.8 В процессе засыпки пеностекольного гравия, его следует разравнивать и послойно уплотнять трамбованием без усилий, превышающих прочность материала.

4.3.9 Для исключения ухудшения эксплуатационных характеристик засыпного слоя теплоизоляции, не допускается попадание посторонних предметов в слой теплоизоляционного материала.

4.4 Утепление стен засыпкой

4.4.1 Стена, утепленная засыпкой пеностекольного гравия, представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из наружной обшивки, слоя ветро- и гидроизоляции, слоя утеплителя и утепляемой несущей стены здания или сооружения. Наружная обшивка и несущая стена соединены между собой с помощью силовых вспомогательных элементов.

4.4.2 Для предотвращения накопления влаги, сопротивление паропроницанию утепленной конструкции стены (изнутри наружу) не должно увеличиваться (совместно с дополнительными слоями штукатурки, облицовочными слоями и конструкциями, слоями гидро- и пароизоляции и т.д.).

4.4.3 Для теплоизоляционной засыпки может применяться пеностекольный гравий достаточной прочности со следующими характеристиками:

- объёмное водопоглощение не более 5%;
- коэффициент размягчения не менее 0,8;

4.4.4 Размеры, шаг и способ расположения и крепления силовых вспомогательных элементов, а также конструкция обшивки стены должны обеспечивать возможность засыпки пеностекольного гравия без деформации обшивки, образования полостей и с возможностью его удобного послойного разравнивания и уплотнения.

4.4.5 Материалы силовых вспомогательных элементов и обшивки стены, а также способы их предварительной обработки (например, антисептической или антикоррозионной) и крепления, должны обеспечивать необходимую прочность конструкции в течение всего проектного срока эксплуатации стены.

4.4.6 Для достижения лучшей укладки материала теплоизоляционного слоя в процессе засыпки, его послойного разравнивания и уплотнения,

рекомендуется использовать пеностекольный гравий с формой гранул близкой к шарообразной.

4.4.7 Средний размер гранул пеностекольного гравия не должен превышать 1/10 от толщины слоя засыпки.

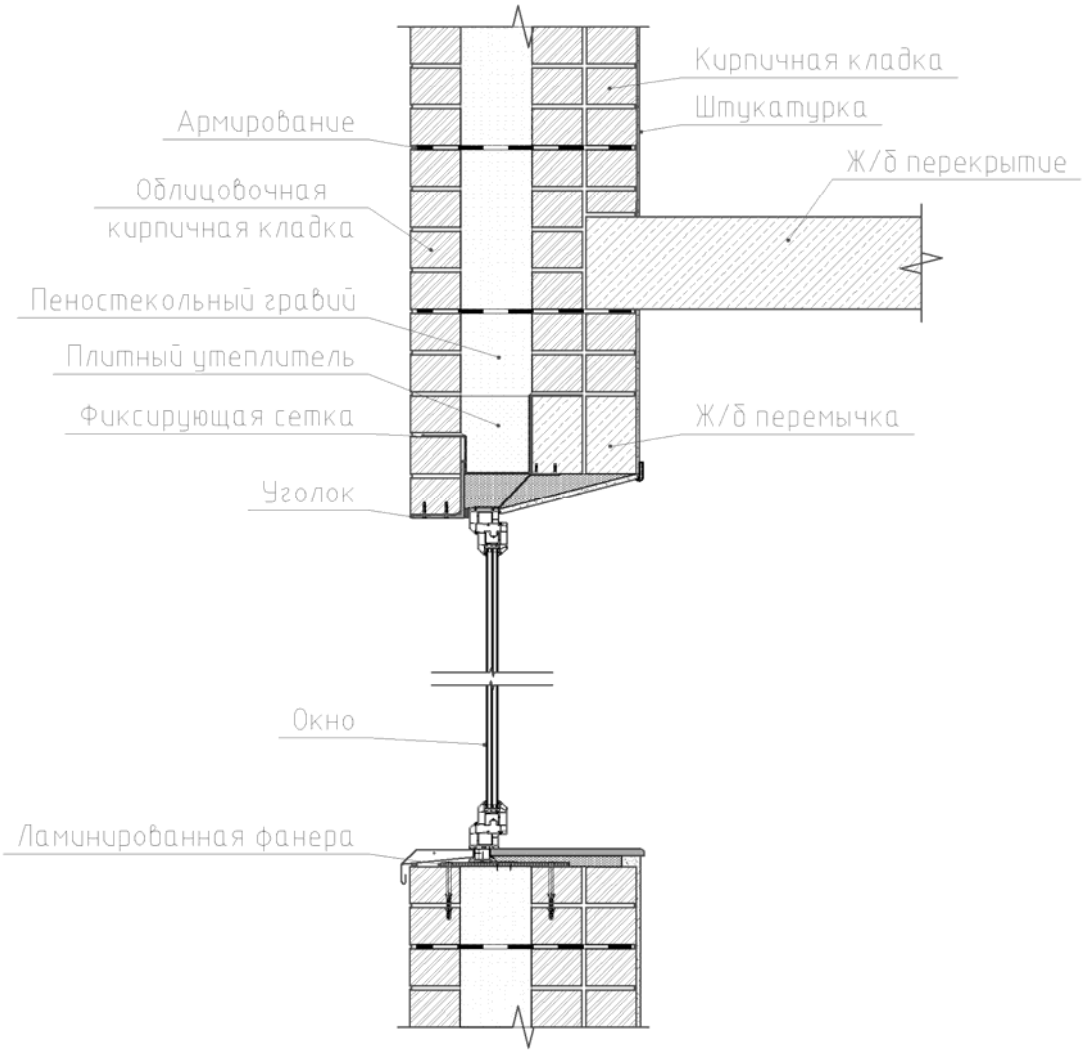
4.4.8 В процессе засыпки пеностекольного гравия, его следует разравнивать и послойно уплотнять трамбованием без усилий, превышающих прочность материала.

4.4.9 Для исключения ухудшения эксплуатационных характеристик засыпного слоя теплоизоляции, не допускается попадание посторонних предметов в слой теплоизоляционного материала.

Раздел 1

Трехслойные стены

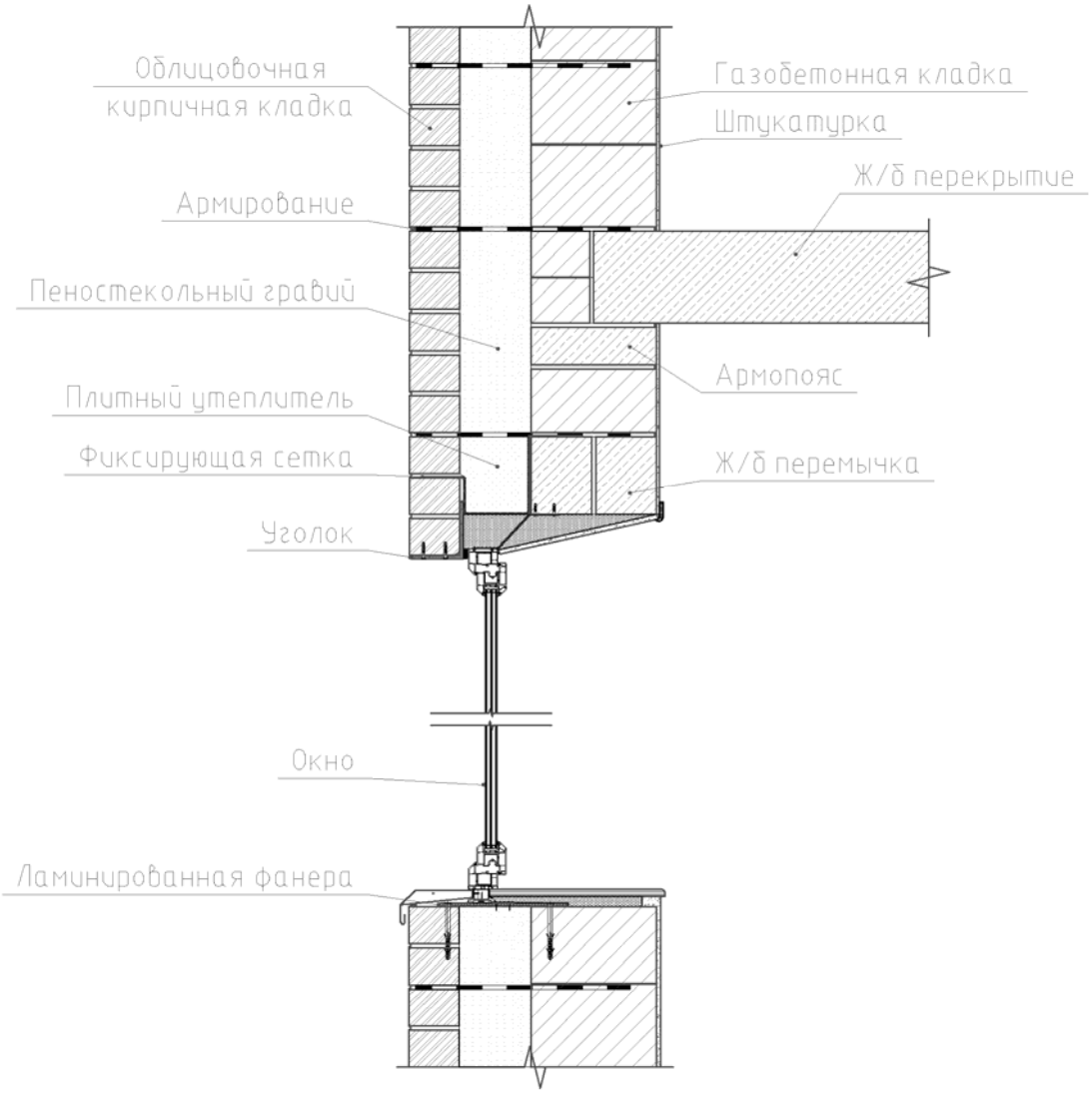
Несущая кирпичная стена



Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата				
						Трехслойные стены	Стадия	Лист	Листов
							МП	1	6
							ПНИПУ		

Формат А4

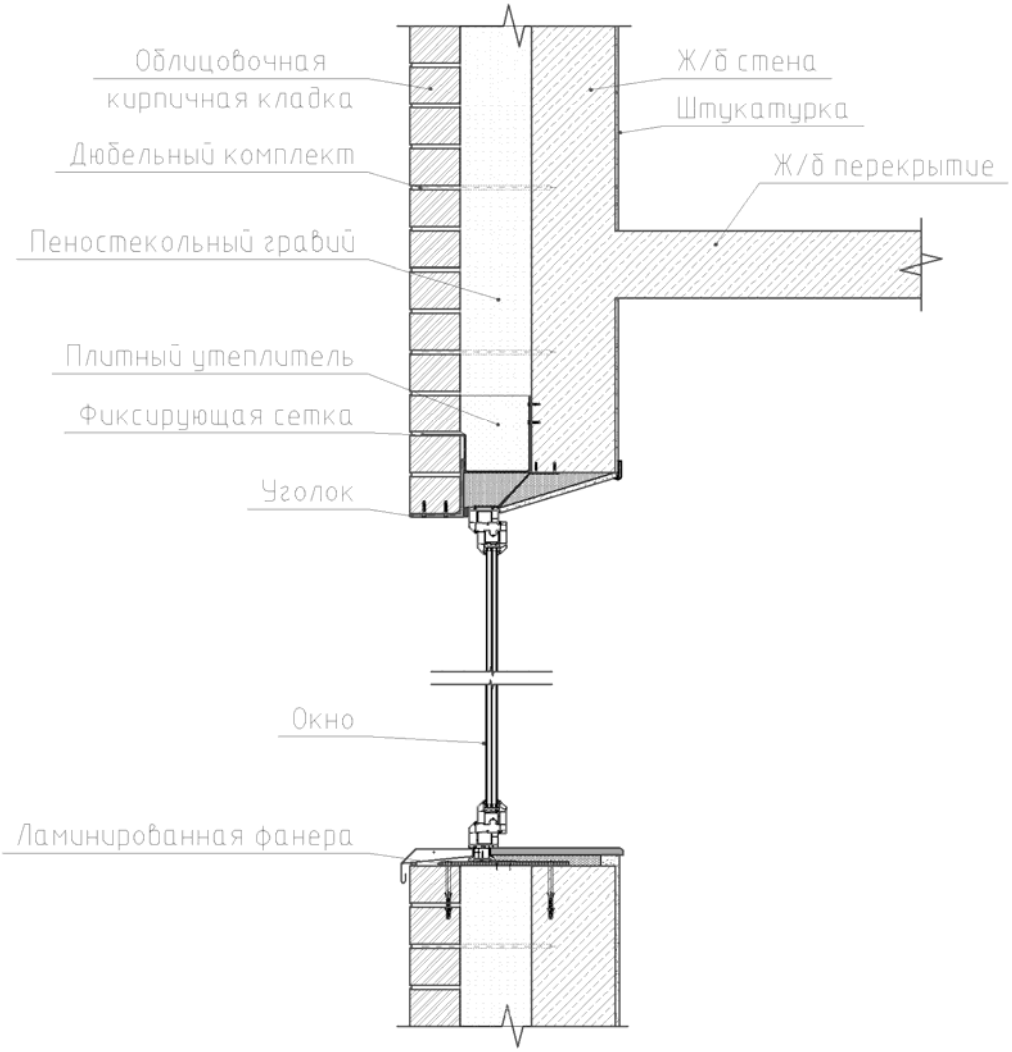
Несущая газобетонная стена



						Трехслойные стены	Лист
							2
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Формат А4

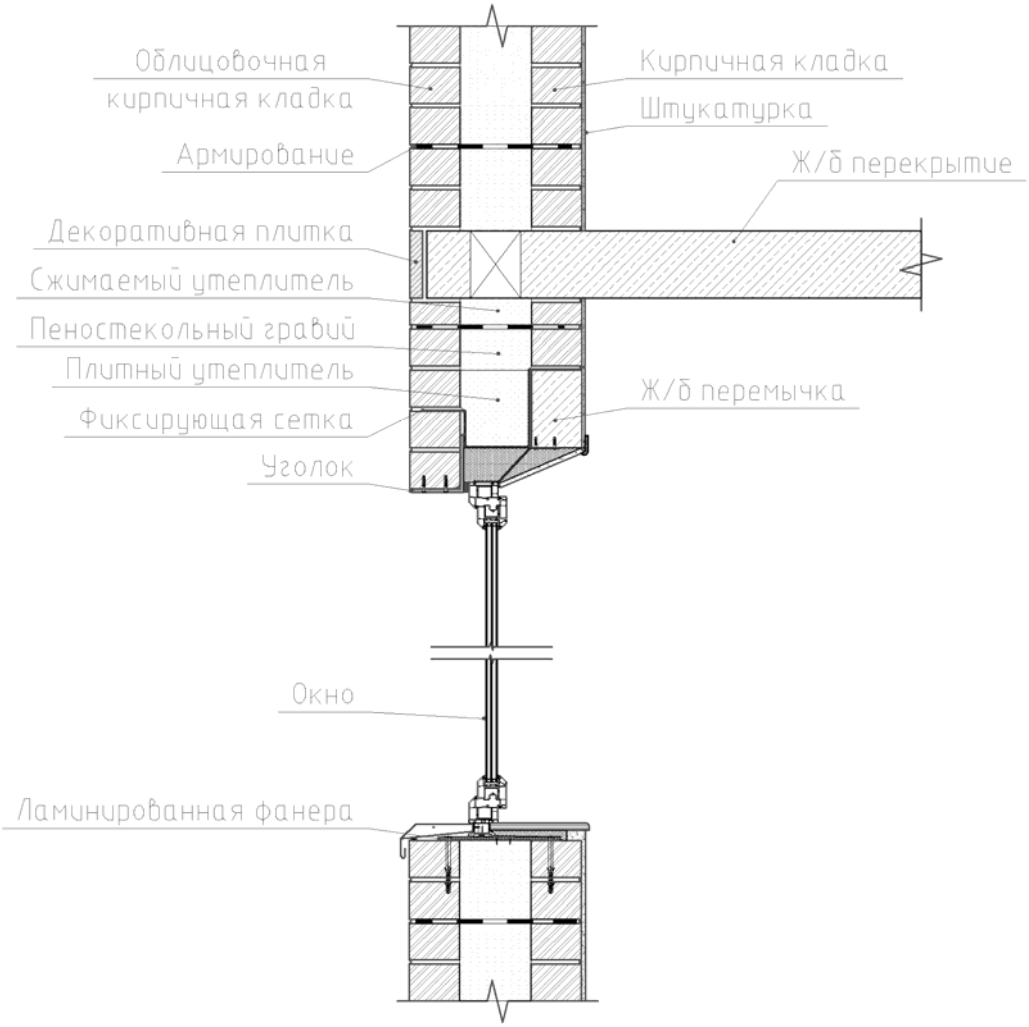
Несущая железобетонная стена



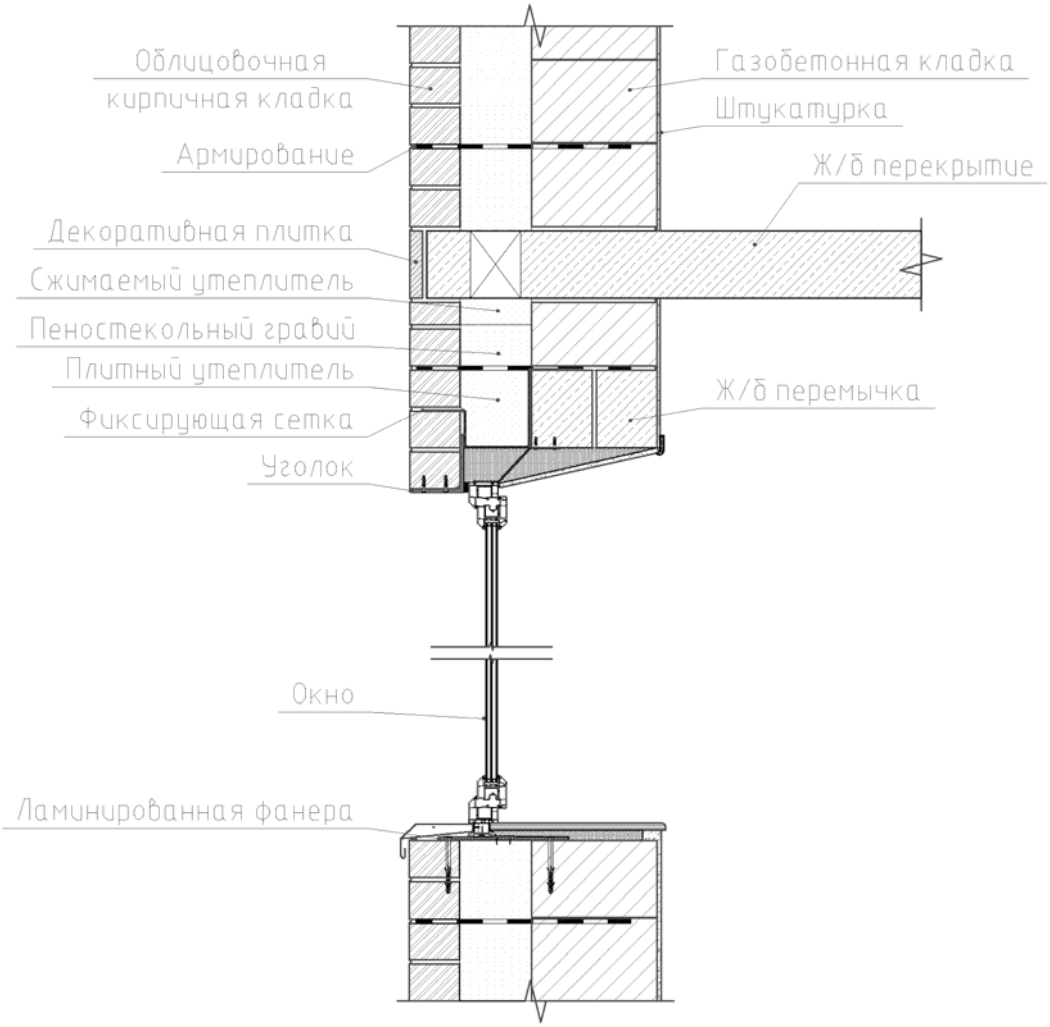
						Трехслойные стены	Лист
							3
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата		

Формат А4

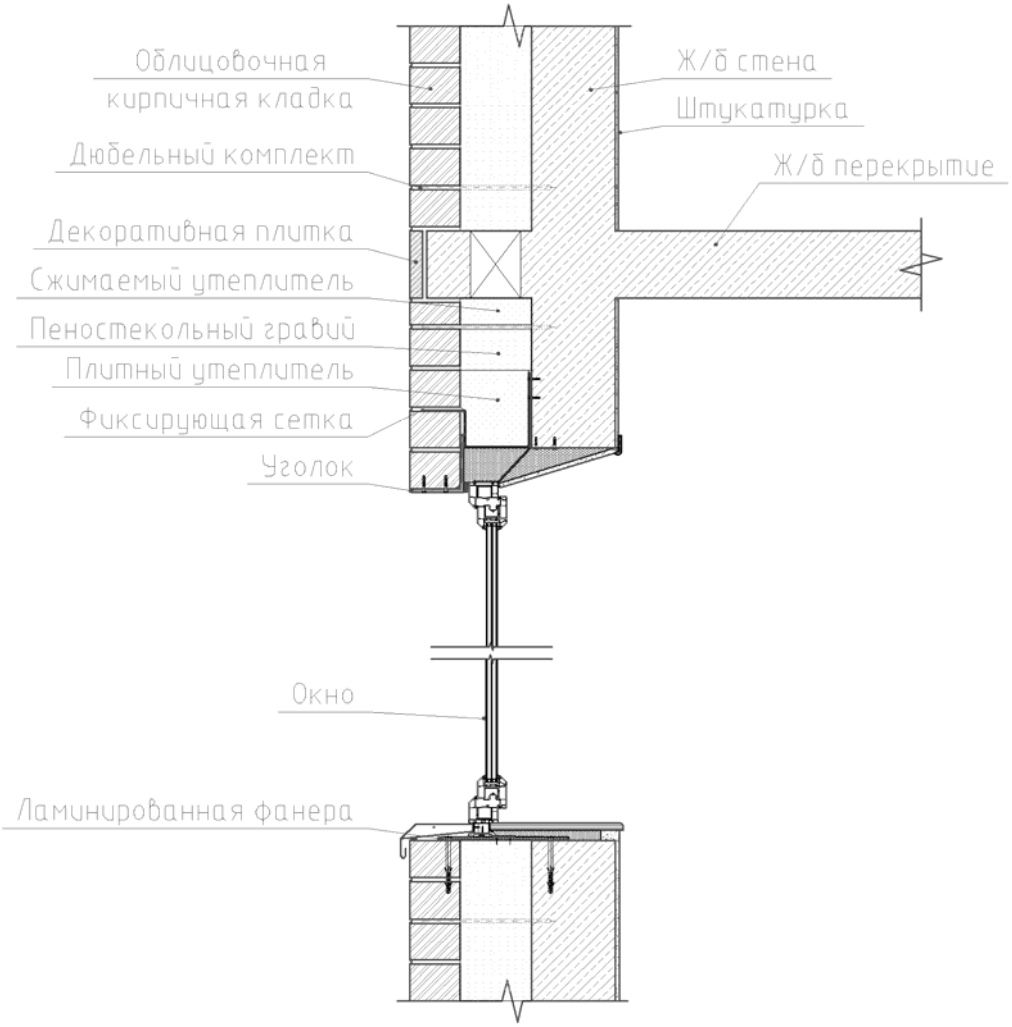
Наружные ненесущие кирпичные стены в каркасных зданиях



Наружные ненесущие газобетонные стены в каркасных зданиях



Наружные ненесущие железобетонные стены в каркасных зданиях

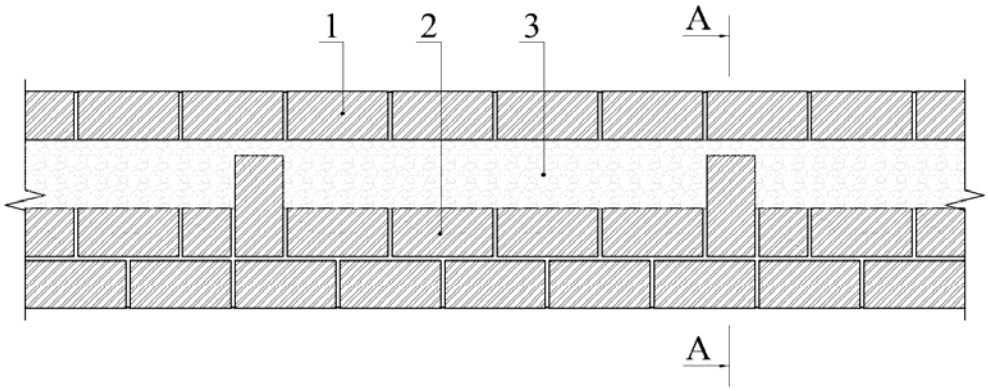


Раздел 2

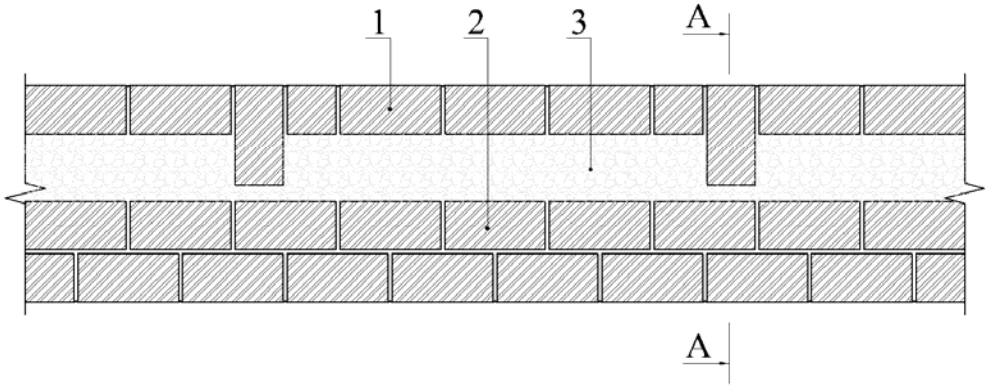
Колодцевая кирпичная кладка

Прямой участок

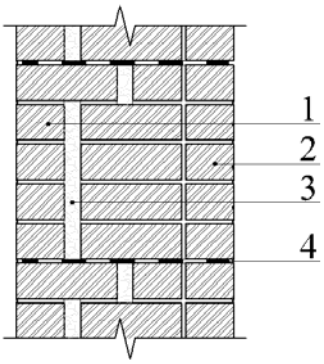
Основной ряд



Перевязочный ряд



А-А



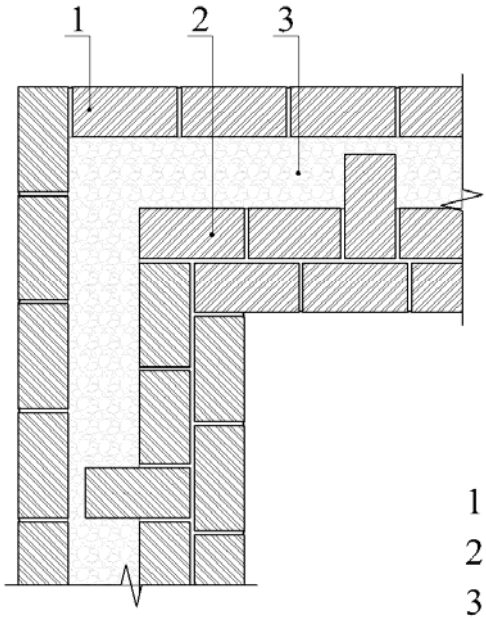
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий
4. Армирование

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата			
						Колодцевая кирпичная кладка	Стадия	Лист	Листов
							МП	1	7
							ПНИПУ		

Формат А4

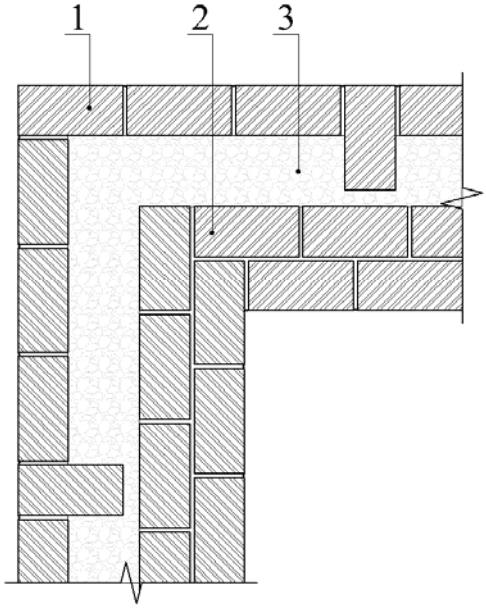
Внешний угол 90°

Основной ряд



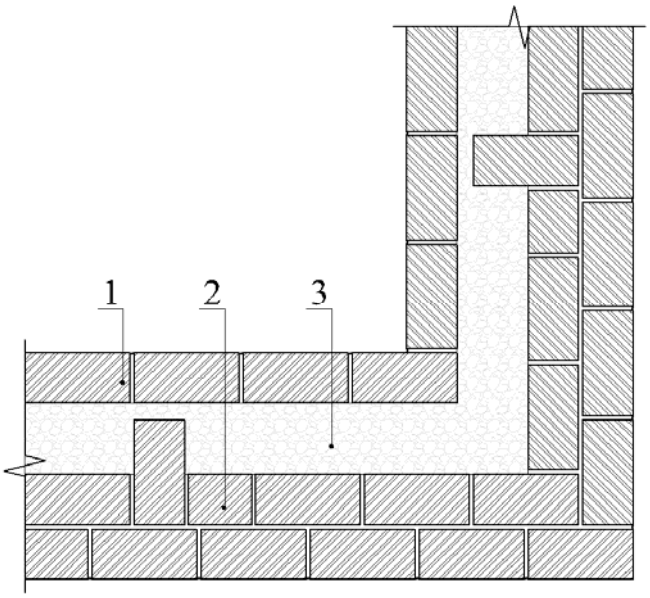
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий
4. Армирование

Перевязочный ряд



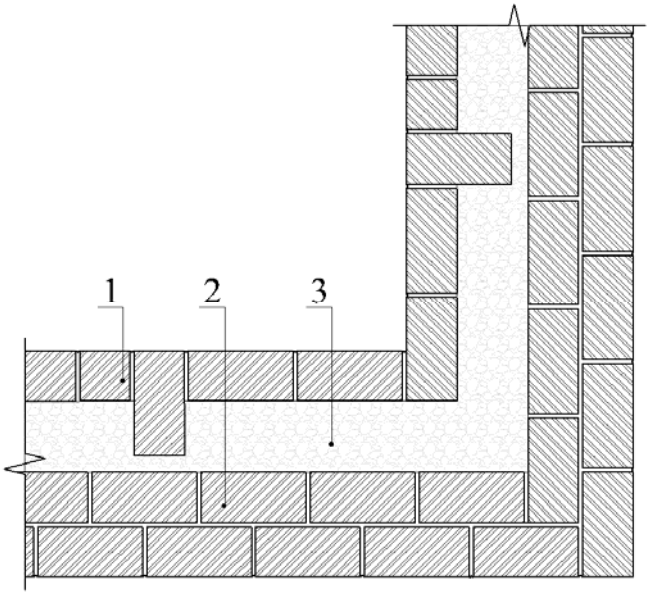
Внутренний угол 90°

Основной ряд



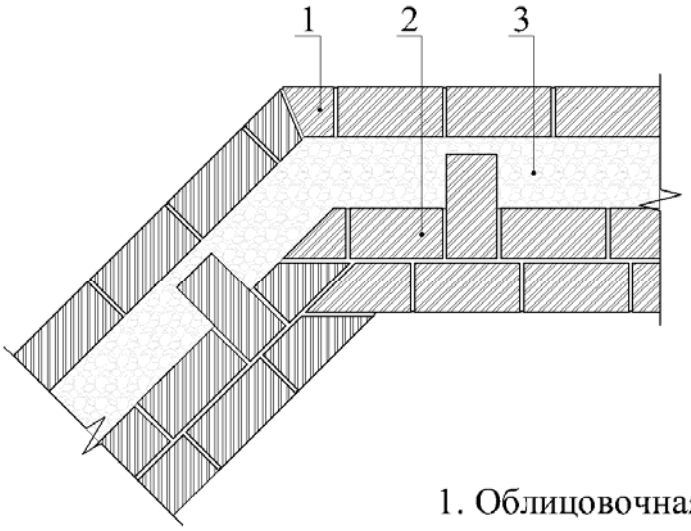
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий

Перевязочный ряд



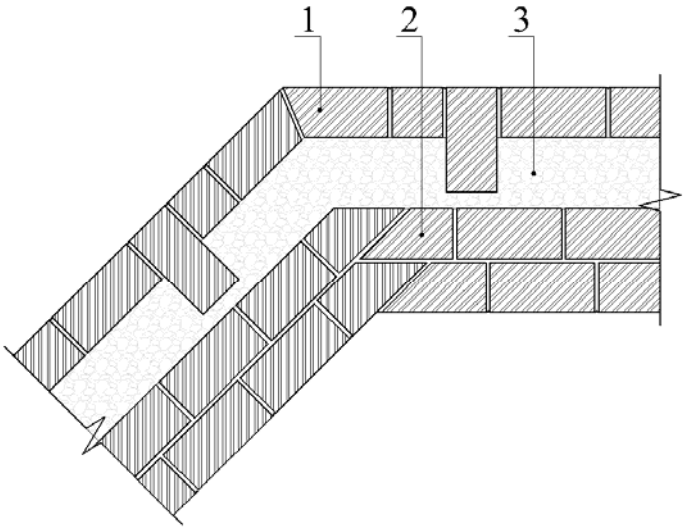
Внешний угол 45°

Основной ряд



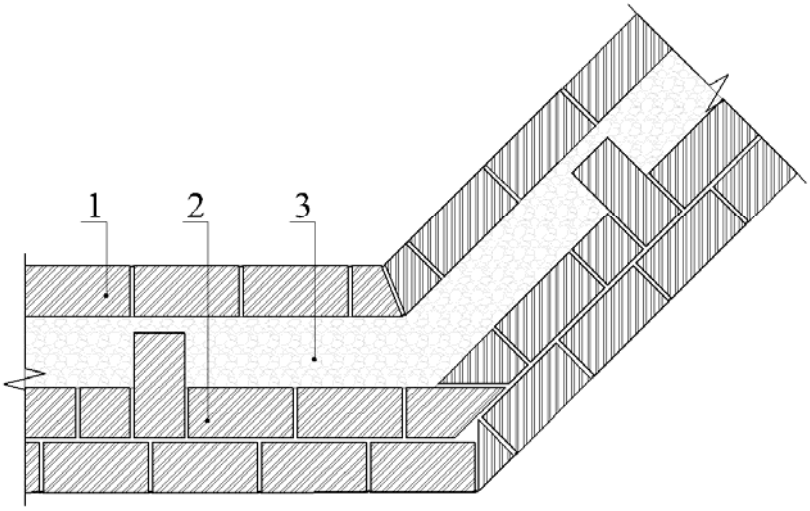
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий

Перевязочный ряд



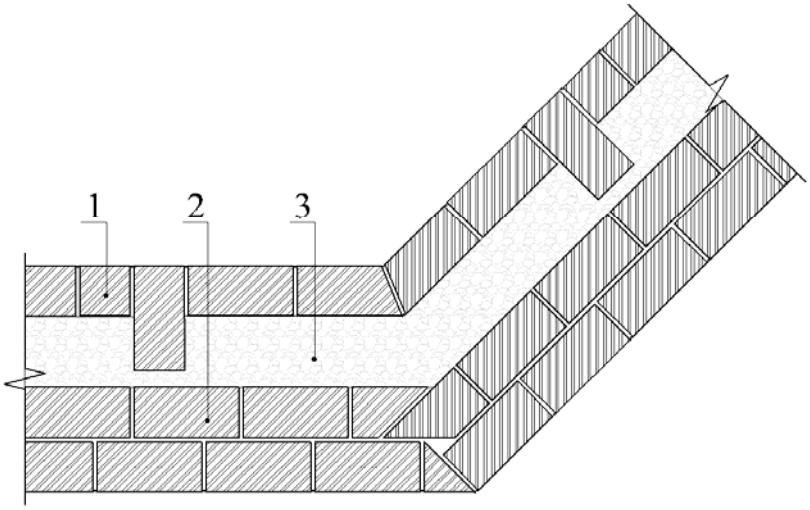
Внутренний угол 45°

Основной ряд



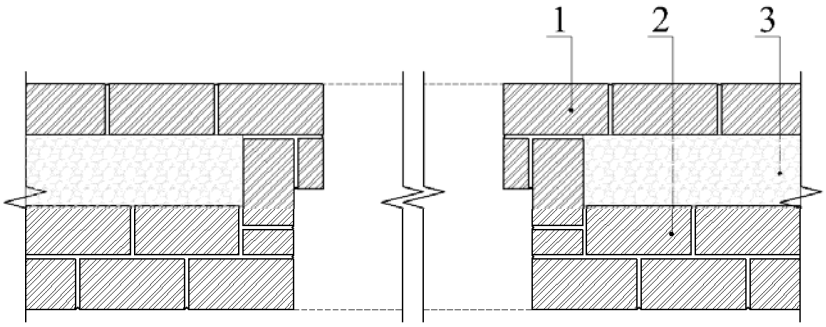
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий

Перевязочный ряд

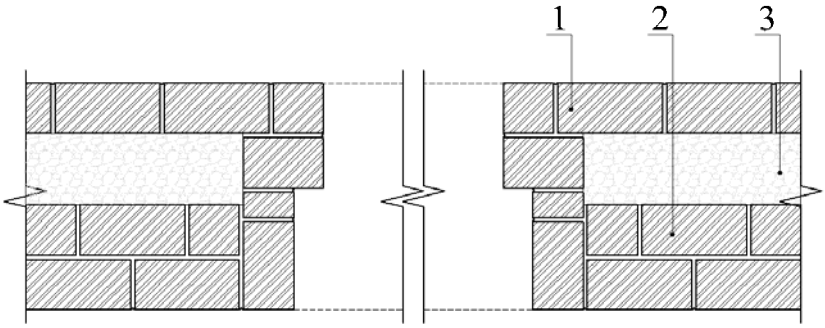


Проём

1-й ряд

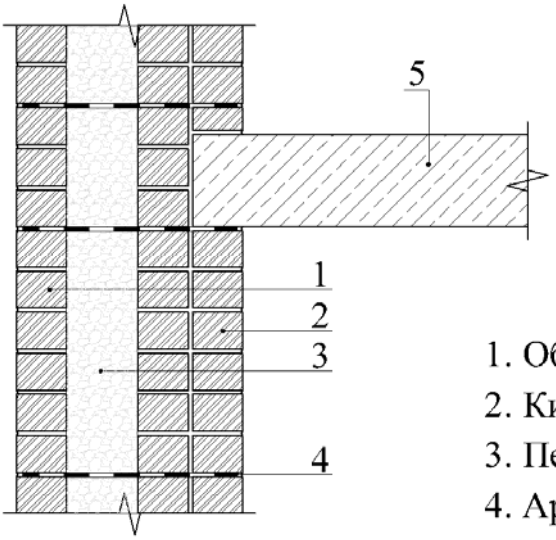


2-й ряд



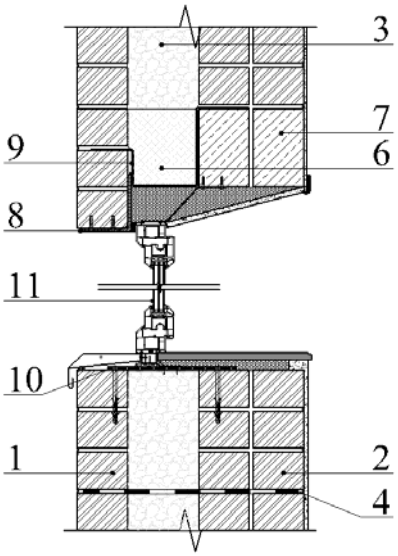
1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий

Перекрытия



1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий
4. Армирование
5. Плита перекрытия

Окно

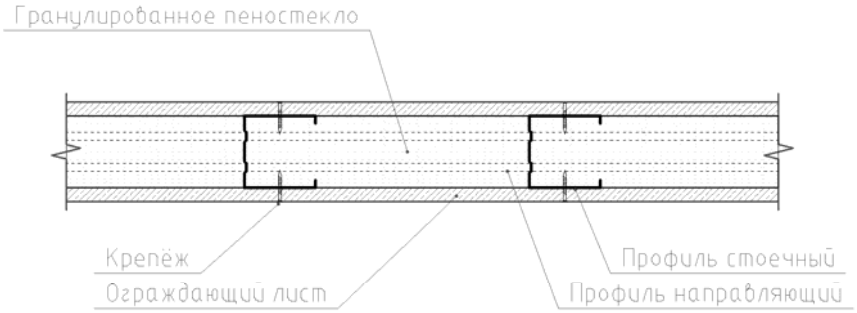


1. Облицовочная кирпичная кладка
2. Кирпичная кладка
3. Пеностекольный гравий
4. Армирование
6. Плитный утеплитель
7. Ж/б перемычка
8. Уголок
9. Фиксирующая сетка
10. Ламинированная фанера
11. Окно

Раздел 3

Каркасные стены

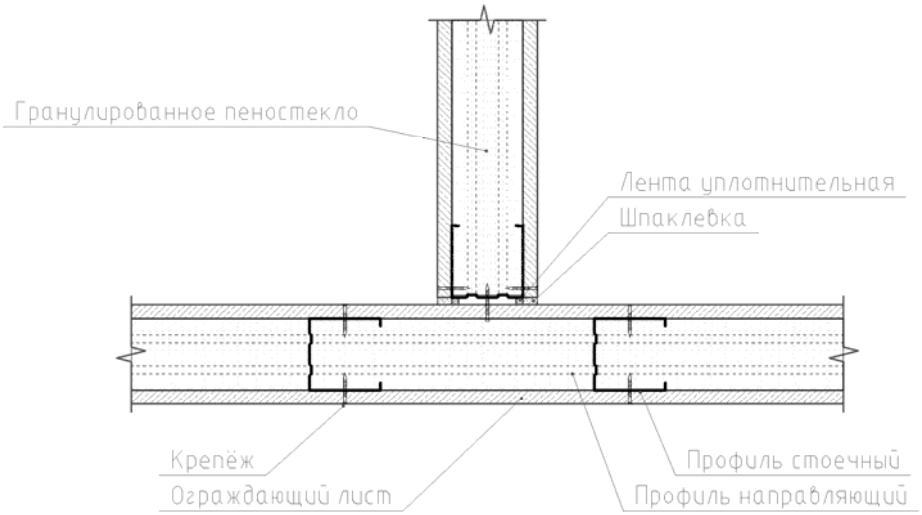
Прямой участок



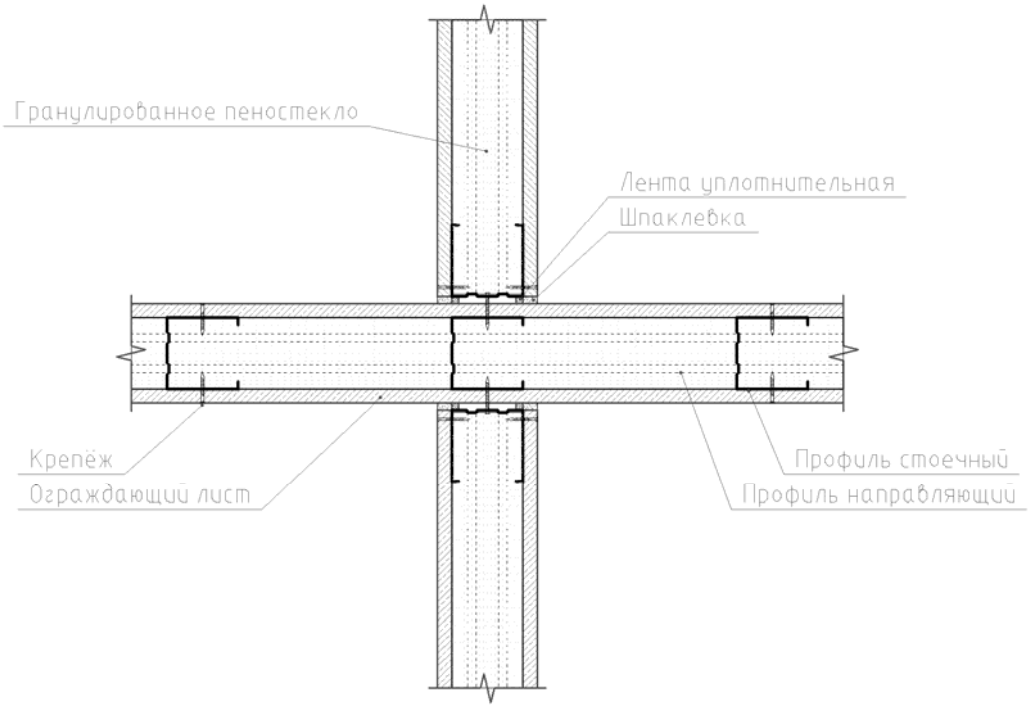
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата				
						Каркасные стены	Стадия	Лист	Листов
							МП	1	5
							ПНИПУ		

Формат А4

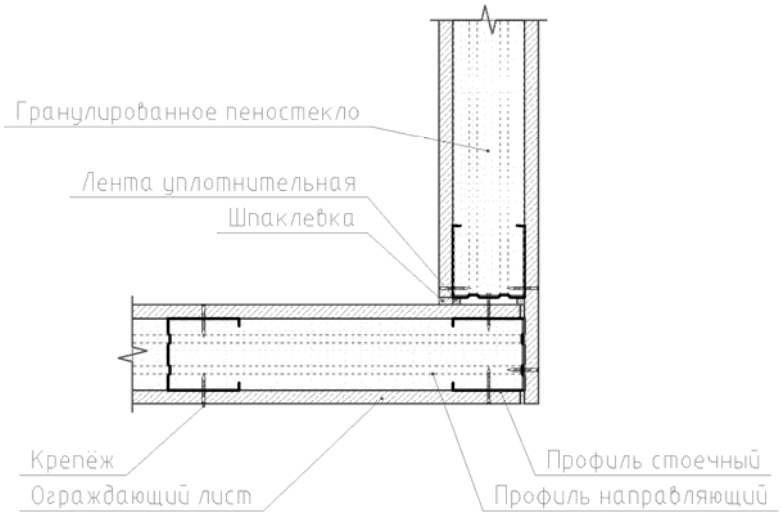
Примыкание стены



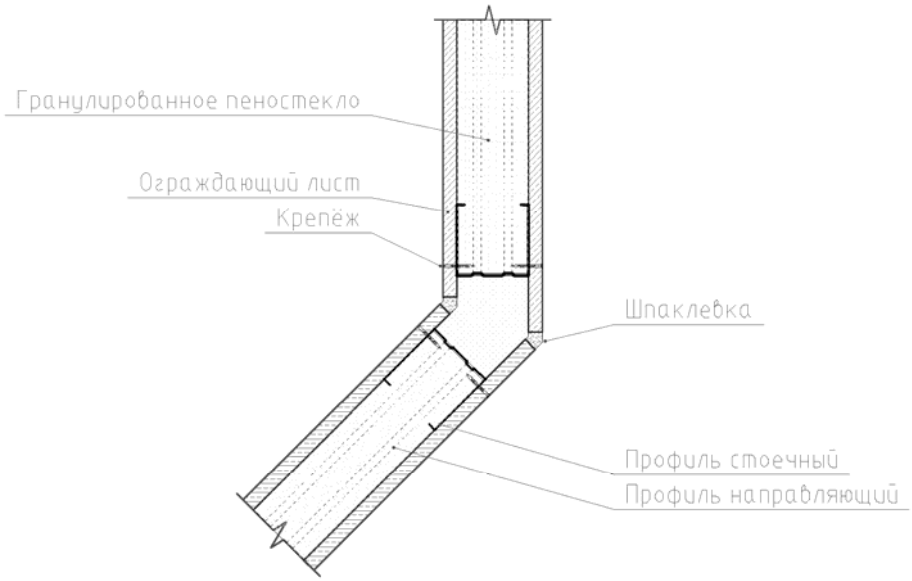
Пересечение стен



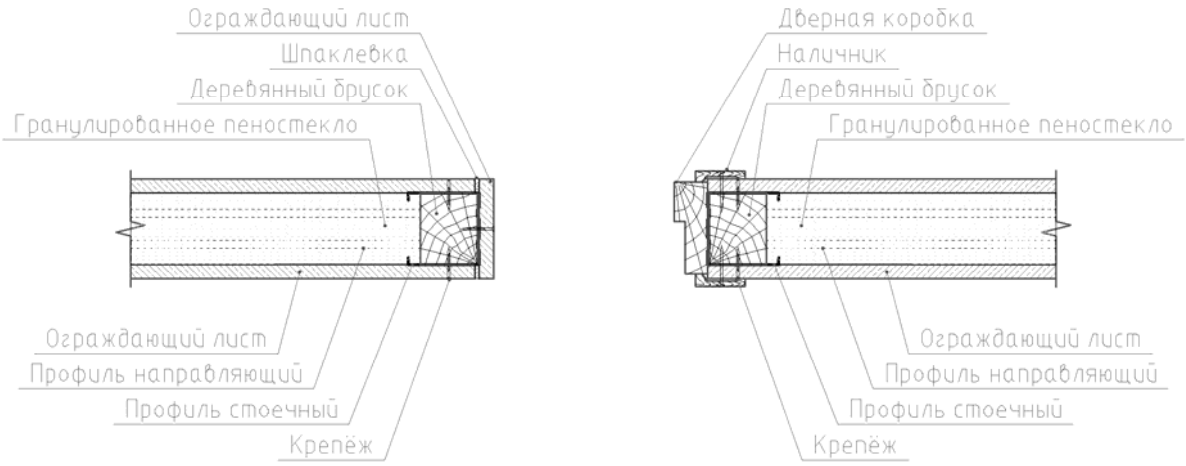
Угол 90°



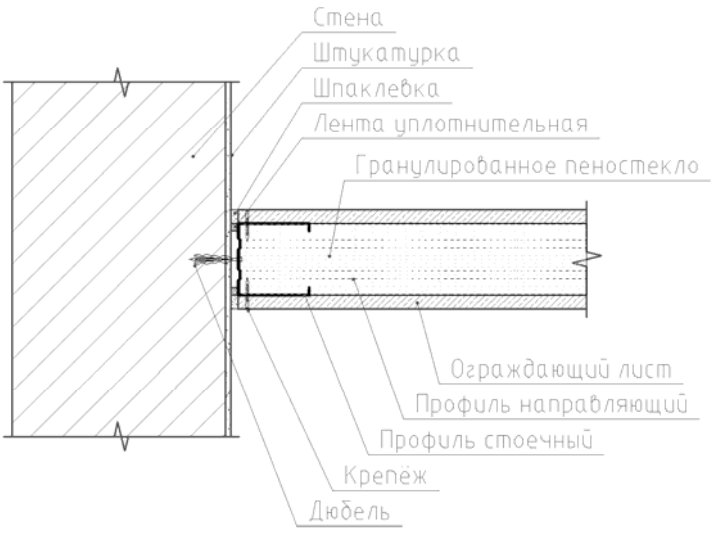
Угол 135°



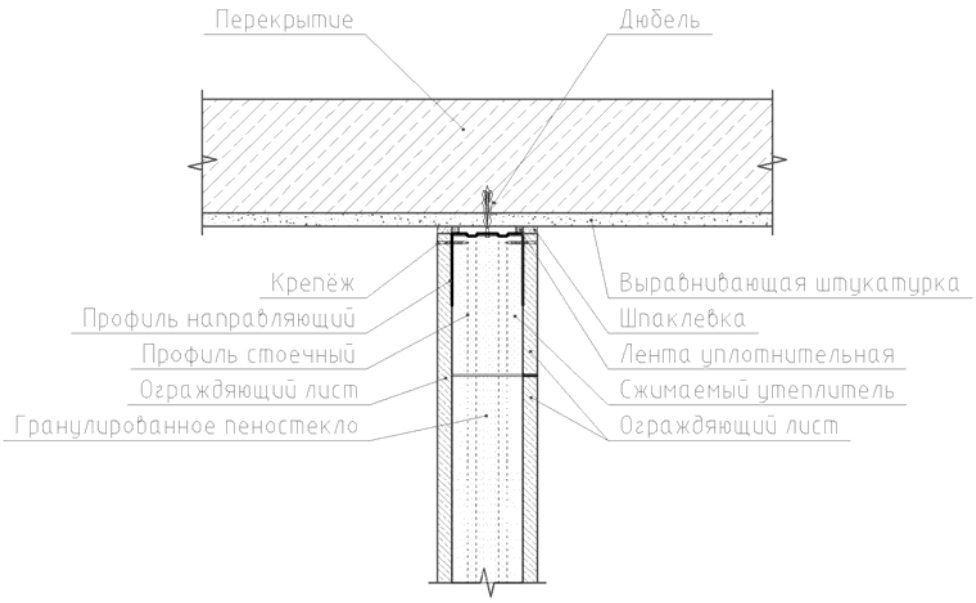
Проём



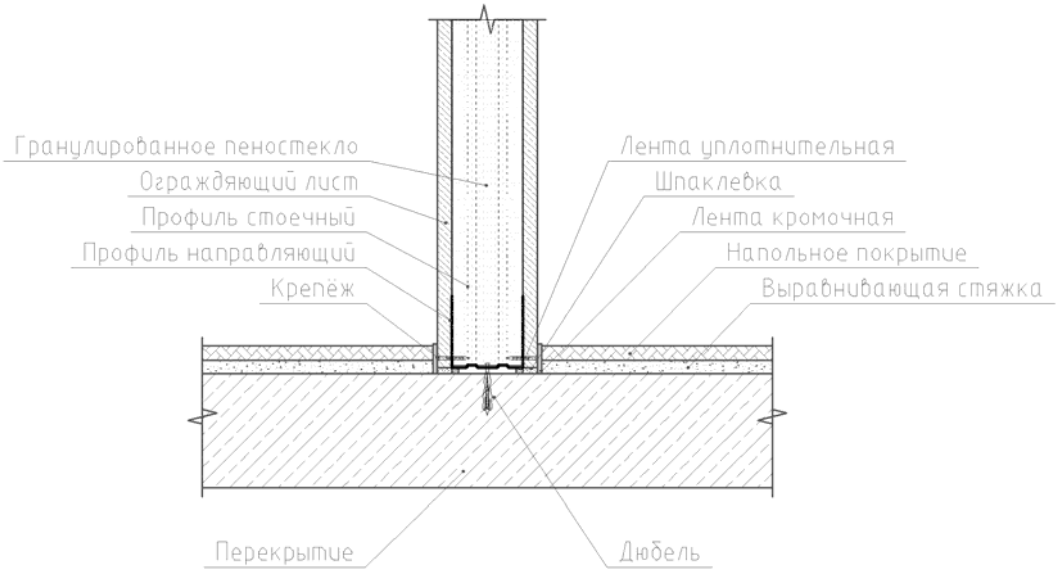
Примыкание к капитальной стене



Примыкание к потолку



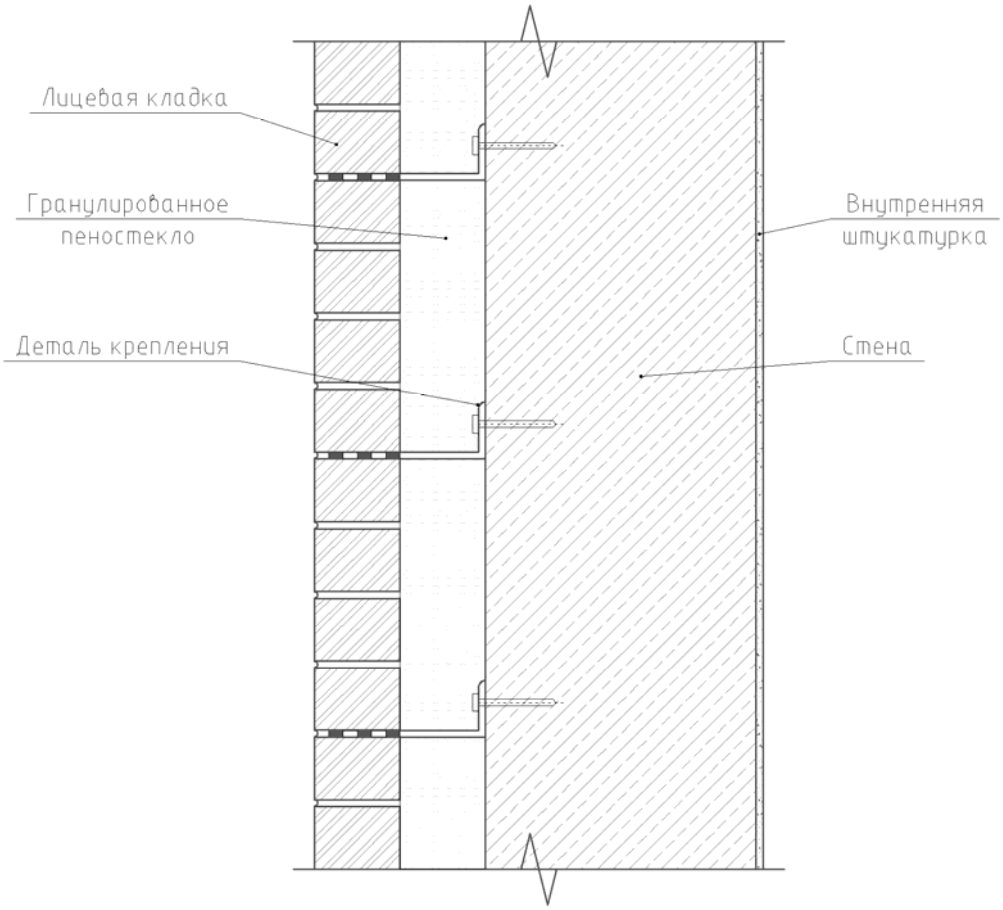
Примыкание к полу



Раздел 4

Утепление стен засыпкой

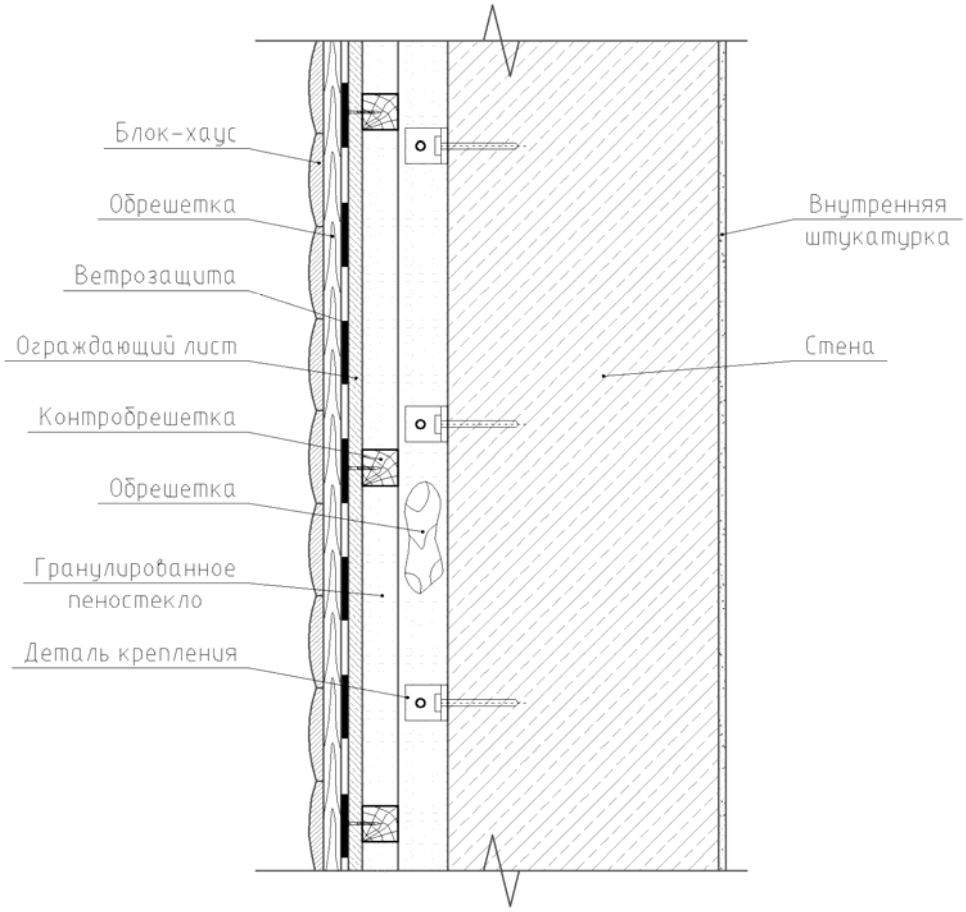
Отделка фасада кирпичом



Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подпись	Дата			
						Утепление стен засыпкой	Стадия	Лист	Листов
							МП	1	2
							ПНИПУ		

Формат А4

Отделка фасада блок-хаусом



Приложение 1

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из пеностекольного гравия

Основные цели утепления – обеспечить комфортную температуру внутри помещения в любое время года, сократить затраты на отопление и кондиционирование, уменьшить стоимость строительства. При этом, толщина теплоизоляционного слоя будет зависеть от типа здания, его месторасположения и будет определяться требуемым сопротивлением теплопередаче конструкции. Минимально допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий расположенных в разных климатических поясах регламентировано СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Здания по своему назначению подразделяют на 3 группы:

1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития;
2. Общественные, административные и бытовые, производственные и другие здания не с влажным режимом;
3. Производственные здания с сухим и нормальным режимами.

Ограждающие конструкции разделяют на 5 групп:

1. Стены
2. Покрытия и перекрытия над проездами
3. Перекрытия чердачные, над неотапливаемыми подпольями и подвалами
4. Окна и балконные двери, витрины и витражи
5. Фонари с вертикальным остеклением

Теплоизоляционный слой в каждой конструкции R_o должен обеспечивать сопротивление теплопередаче не ниже значения $R_{треб.}$, которое рассчитывается для каждой группы зданий для каждого климатического района РФ в зависимости от значения градусо-суток отопительного периода.

Градусо-сутки отопительного периода D_d рассчитываются по формуле:

$$D_d = (t_в - t_{от.пер.}) \cdot z_{от.пер.},$$

где $t_в$ – температура внутреннего воздуха (ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»);

$t_{от.пер.}, z_{от.пер.}$ – средняя температура и продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°С по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{треб.}$ определяется согласно табл. 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» в зависимости от значений градусо-суток отопительного периода D_d:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_o должно быть не ниже требуемого сопротивления теплопередаче $R_{треб.}$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н},$$

где α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций определяемый по табл.4 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

α_{ext} – коэффициент теплоотдачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции определяемый по табл. 6 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;

$R_к$ – термическое сопротивление ограждающей конструкции является суммой сопротивлений теплопередаче составляющих её слоёв и определяется по формуле:

$$R_к = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5},$$

где δ – толщина слоя по проекту;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя (характеристика материала).

Пример расчета утепления стен

Расчёт толщины теплоизоляционного слоя из пеностекольного гравия для условий утепления трехслойных стен дома построенного в Московской области. Стены дома состоят из несущей газобетонной кладки толщиной 300мм, теплоизоляционная засыпка из пеностекольного гравия и облицовочная кирпичная кладка толщиной 120мм.

Предварительно рассчитываются градусо-сутки отопительного периода по формуле:

$$D_d = (t_в - t_{от.пер.}) \cdot z_{от.пер.}.$$

Исходя из условий:

- Место строительства – г. Москва.
- Продолжительность отопительного периода $z_{от.пер.}$ = 205 суток;
- Средняя расчетная температура отопительного периода $t_{от.пер.}$ = –2,2ºС;
- Температура внутреннего воздуха $t_в$ = +20ºС;
- Влажность внутреннего воздуха 55 %;
- Влажностный режим помещения – нормальный.

определяем:

$$D_d = (20 - (-2.2)) \cdot 205 = 4551.$$

Требуемое сопротивление теплопередаче определяем по формуле:

$$R_{req} = a \cdot D_d + b.$$

Для жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов, гостиниц и общежитий для стен коэффициенты принимаются равными α = 0.00035 и b = 1.4.

$$R_{req} = a \cdot D_d + b = 0.00035 \cdot 4551 + 1.4 = 2.99 \text{ м}^2 \cdot °\text{С/Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н},$$

где α_{int} = 8.7 Вт/(м^2·°С);

α_{ext} = 23 Вт/(м^2·°С).

Слои в предлагаемой конструкции:

№ п/п	Наименование материала	Плотность, кг/м^3	Коэфф. теплопроводности, Вт/(м·°С)	Толщина, м
1	Штукатурный слой	1700	0,87	0.02
2	Кирпичная кладка	1400	0.58	0.250
3	Гранулированное пеностекло	150	0.048	X
4	Кирпичная кладка	1400	0.58	0.120

Суммарное уравнение для определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции будет иметь вид:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{ext}}.$$

и оно должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче R_{req}:

$$R_0 = R_{req}.$$

$$\frac{1}{8.7} + \frac{0.02}{0.87} + \frac{0.250}{0.58} + \frac{X}{0.048} + \frac{0.120}{0.58} + \frac{1}{23} = 2.99$$

Из уравнения определяем X = 0.105 м.

Таким образом, минимальная толщина теплоизоляции из пеностекольного гравия в предлагаемой конструкции стены составляет 105 мм.