

**ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЕНОСТЕКЛА**

Правила проектирования и устройства

**ЦЕПЛАВАЯ ІЗАЛЯЦЫЯ АГАРОДЖВАЮЧЫХ КАНСТРУКЦЫЙ
БУДЫНКАЎ І ЗБУДАВАННЯЎ З КАРЫСТАННЕМ
МАТЭРЫЯЛАЎ З ПЕНАШКЛА**

Правілы праектавання і ўстройвання

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Минск 2006

Ключевые слова: тепловая изоляция, ограждающие конструкции зданий и сооружений, теплоизоляционный блок из пеностекла, пенокрошка, теплоизоляционный слой, клеевой слой, армированный слой, защитно-отделочный слой, окрасочный слой, гидроизоляция, клеевой состав, штукатурный состав, окрасочный состав, крепежный элемент, анкерное устройство, армирующий материал, проектирование, производство работ, контроль качества, оборудование, инструмент, требования безопасности, охрана окружающей среды.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 РАЗРАБОТАН Научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»), Техническим комитетом по стандартизации в области архитектуры и строительства «Проектирование зданий и сооружений» (ТКС 04)

ВНЕСЕН Управлением строительной науки и нормативов Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от _____ 200__ г. № _____.

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий технический кодекс установившейся практики входит в блок 3.02 «Жилые, общественные и производственные здания и сооружения, благоустройство территорий».

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	3
4	Общие требования	4
5	Характеристика материалов, применяемых для тепловой изоляции	4
6	Конструктивные решения	6
	Тепловая изоляция трехслойных стен	6
	Тепловая изоляция двухслойных стен	7
	Легкая штукатурная система утепления стен	8
	Тяжелая штукатурная система утепления стен	9
	Внутренняя тепловая изоляция стен	10
	Тепловая изоляция полов и надподвальных перекрытий	11
	Тепловая изоляция кровель и чердачных перекрытий	12
	Тепловая изоляция цоколей	14
7	Теплотехнический расчет	15
	Сопrotивление теплопередаче	15
	Сопrotивление паропрооницанию	16
8	Технология выполнения работ по устройству тепловой изоляции	21
	Общие требования	21
	Тепловая изоляция трехслойных стен	21
	Тепловая изоляция двухслойных стен	23
	Легкая штукатурная система утепления стен	24
	Тяжелая штукатурная система утепления стен	25
	Внутренняя тепловая изоляция стен	26
	Тепловая изоляция полов и перекрытий	26
	Тепловая изоляция кровель	28
9	Механизмы, инструменты и приспособления для тепловой изоляции	29
10	Контроль качества и приемка работ	31
	Общие положения	31
	Контроль качества проектной документации	31
	Входной контроль качества продукции	32
	Операционный контроль качества	33
	Авторский, технический надзор и приемка работ	34
11	Техника безопасности при проведении тепловой изоляции	36
12	Охрана окружающей среды	38
	Приложение А	41
	Примеры конструктивных решений тепловой изоляции ограждающих конструкций зданий с использованием материалов из пеностекла	41
	Приложение Б	61
	Величины климатических параметров для расчета паропрооницания тепловой изоляции с использованием материалов из пеностекла	61
	Приложение В	66
	Примеры расчета ограждающих конструкций зданий и сооружений с тепловой изоляцией из материалов с использованием пеностекла по определению требуемого сопротивления паропрооницанию	66
	Библиография	78

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ
ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ ИЗ
ПЕНОСТЕКЛА**

Правила проектирование и устройства

**ЦЕПЛАВАЯ ІЗОЛЯЦЫЯ АГАРОДЖВАЮЧЫХ КАНСТРУКЦЫЙ
БУДЫНКАЎ І ЗБУДАВАННЯЎ З КАРЫСТАННЕМ МАТЭРЫЯЛАЎ З ПЕНАШКЛА**

Правілы праектавання і ўстройвання

Heat insulation barriering design of the buildings and buildings
with use material from spume glass. The Rules designing and device

Дата введения 2006- -

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) распространяется на тепловую изоляцию наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием материалов из пеностекла (блоков теплоизоляционных и пенокрошки) и устанавливает правила ее проектирования и устройства.

Настоящий технический кодекс не распространяется на проектирование и устройство тепловой изоляции зданий холодильников.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты¹ (далее – ТНПА) в области технического нормирования и стандартизации:

СТБ 1072-97 Составы полимерминеральные. Технические условия

СТБ 1322-2002 Блоки теплоизоляционные из пеностекла

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.046-85 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площа-

щадок

¹ СНБ, СНиП и пособия к СНиП имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации»

ТКП 45-1.03-...-2006

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.028-76 ССБТ. Респираторы ШБ-1 «Лепесток». Технические условия

ГОСТ 12.4.041-89 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования

ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 24258-88 Средства подмащивания. Общие технические условия

ГОСТ 27321-87 Леса стоечные приставные для строительно-монтажных работ. Технические условия

ГОСТ 27372-87 Люльки для строительно-монтажных работ. Технические условия

ГОСТ 28012 Подмости передвижные сборно-разборные. Технические условия.

ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытания на горючесть

СНБ 1.03.02-96 Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве

СНБ 1.03.02-96 Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве

СНБ 2.04.01-97 Строительная теплотехника

СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия

СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции

СНиП II-22-81 Каменные и армокаменные конструкции

СНиП III-4-80* изд.1989г. Техника безопасности в строительстве

Пособие ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01-87 Проектирование и устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций жилых зданий

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 анкерное устройство: Конструктивный элемент, предназначенный для крепления блоков теплоизоляционных к подоснове.

3.2 армирующий материал: Конструктивный элемент, устанавливаемый в армированный слой и предназначенный для компенсации в нем, а также в защитно-отделочном слое растягивающих напряжений.

3.3 армированный слой: Конструктивный элемент, состоящий из армирующего материала, заделанного в клей и предназначенный для защиты утеплителя и создания основы для декоративно-защитного слоя.

3.4 декоративно-защитный слой – по ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

3.5 дюбель-анкер: Конструктивный элемент, предназначенный для крепления профилей, водоотводящих и других элементов к подоснове.

3.6 клей: Сухая смесь, затворяемая жидкостью на строительной площадке, или готовая к применению масса, предназначенная для приклеивания блоков и других элементов утепления ограждающих конструкций.

3.7 клеевой слой – по ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

3.8 легкая штукатурная система утепления стен: Конструктивно-технологическая система тепловой изоляции стен, при которой армированный и декоративно-защитный слои выполняются общей толщиной не более 10мм с использованием полимерминеральных материалов и стеклосеток.

3.9 окрасочный состав: Силикатная, акриловая или плиолитовая краска, готовая к применению, для окраски оштукатуренных поверхностей.

3.10 подоснова – по ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

3.11 система утепления – по ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

3.12 теплоизоляционный слой – по ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

3.13 тяжелая штукатурная система утепления стен: Конструктивно-технологическая система тепловой изоляции стен, при которой армированный и декоративно-защитный слои выполняются общей толщиной от 20 до 50мм с использованием цементно-песчаного раствора и металлических сеток.

4 Общие требования

4.1 Теплоизоляционные материалы из пеностекла следует применять для тепловой изоляции наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений любой степени огнестойкости на всей территории Республики Беларусь без ограничения, вне зависимости от типа здания, при строительстве, реконструкции и тепловой модернизации.

4.2 Конструктивные решения наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений с применением теплоизоляционных материалов из пеностекла должны соответствовать требованиям действующих ТНПА.

4.3 В ограждающих конструкциях следует применять строительные материалы по действующим ТНПА, имеющие соответствующие сертификаты, паспорта и прошедшие испытания в установленном порядке.

4.4 Проектная документация должна быть разработана в соответствии с требованиями СНБ 1.03.02 с учетом требований настоящего технического кодекса.

4.5 Расчет сопротивления теплопередаче и паропроницанию наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений, утепленных материалами из пеностекла, следует выполнять в соответствии с требованиями СНБ 2.04.01 и настоящего технического кодекса.

4.6 Стальные связи и анкеры, а также стальные сетки должны быть защищены от коррозии горячим оцинкованием с толщиной покрытия не менее 60 мкм или другим способом в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11.

5 Характеристика материалов, применяемых для тепловой изоляции

5.1 Блоки теплоизоляционные из пеностекла (далее – блоки) изготавливаются по СТБ 1322 размером 475×400 мм и толщиной от 80 до 120мм и поставляются на строительную площадку упакованными в полиэтилен, на деревянных поддонах. По согласованию с изготовителем допускается применение блоков меньшей толщины.

5.2 Пенокрошка образуется при производстве блоков (при обрезке) и представляет собой куски пеностекла различных размеров и формы. Пенокрошка должна соответствовать [1].

5.3 При теплотехническом расчете наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений значения расчетных технических показателей теплоизоляционных

материалов из пеностекла следует принимать по таблице 1.

Таблица 1 – Значения расчетных технических показателей теплоизоляционных материалов из пеностекла

Наименование показателя	Значение
Плотность, кг/м ³	170
Предел прочности при сжатии, МПа	0,7
Модуль упругости при сжатии, МПа	650
Предел прочности при растяжении, МПа	0,16
Коэффициент теплопроводности при условиях эксплуатации А, Вт/(м·°С)	0,08
Коэффициент теплопроводности при условиях эксплуатации Б, Вт/(м·°С)	0,09
Массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации А, %	1
Массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации Б, %	2
Приращение влаги в материале, %	1,5
Коэффициент паропроницаемости при условиях эксплуатации А и Б, мг/(м·ч·Па)	0,003
Группа горючести по ГОСТ 30244	НГ
Водопоглощение за 24 ч, % по объему, не более	5
Коэффициент линейного расширения 10 ⁻⁷ град ⁻¹	35
Примечание – Условия эксплуатации зданий следует принимать по таблице 4.2 СНБ2.04.01	

5.4 Для приклеивания блоков следует использовать полимерминеральные клеи, соответствующие требованиям СТБ 1072 и таблицы 2.

Таблица 2 – Значения технических показателей клея

Наименование показателя	Значение
Адгезия к основанию (бетон, кирпич, штукатурка) и пеностеклу, МПа, не менее	0,8
Предел прочности клеевого соединения бетон(кирпич)-утеплитель при равномерном отрыве, МПа	0,2
Коэффициент паропроницаемости армированного и других наружных слоев, мг/(м ² ·ч·Па), не менее	0,02
Коэффициент паропроницаемости клеевого слоя и внутренних отделочных слоев	не нормируется
Морозостойкость армированного и других наружных слоев, циклы, не менее	75
Морозостойкость клеевого слоя и внутренних отделочных слоев	не нормируется

5.5 Для устройства армированного слоя лёгких штукатурных систем утепления следует использовать армирующую сетку ССШ-160 изготовленную по [2] или аналогичную, с соответствующими техническими показателями. Для устройства армированного слоя тяжёлых штукатурных систем утепления следует использовать металлическую сварную оцинкованную армирующую сетку с размерами ячеек не менее 13мм и

не более 50 мм, диаметром проволоки от 0,8 до 2 мм и толщиной цинкового покрытия не менее 30мкм.

5.6 Для крепления теплоизоляционных блоков следует использовать анкерные устройства, изготовленные по [3] или [4].

5.7 Для защиты теплоизоляционных блоков следует использовать элементы, изготовленные по [5], [6], [7] (алюминиевые уголки; оконные, парпетные, карнизные и другие отливы; элементы деформационных швов и т.п.)

6 Конструктивные решения

Тепловая изоляция трехслойных стен

6.1 Блоки следует применять в качестве среднего слоя трехслойных кирпичных стен, выполненных из керамического или силикатного кирпича на цементно-песчаном или цементно-известковом растворе, а также из других мелкоштучных материалов, например, конструктивных легких бетонов (плотностью от 700 до 1200 кг/м³): ячеистого бетона, газобетона, газосиликата и т.п. При этом трехслойная кладка должна выполняться на гибких связях, блоки приклеиваются к несущей части стены, между блоками и облицовкой следует обеспечивать температурный зазор по рисунку А.1 (см. приложение А).

6.2 Марку мелкоштучных материалов стен и растворов следует назначать в соответствии с требованиями СНиП II-22. Внутренний слой в несущих кирпичных наружных стенах, как правило, выполняется толщиной 250 или 380мм, самонесущих - толщиной 120 или 250 мм. Внутренний слой из легких бетонных блоков следует выполнять толщиной от 200 до 400мм.

6.3 Наружный слой (облицовку) стены, как правило, следует выполнять толщиной 120 мм. В зданиях до 2 этажей, или с поэтажным (через этаж) опиранием облицовки - ее толщина может быть уменьшена.

6.4 Конструкция стены должна быть рассчитана в соответствии с требованиями СНиП II-22 на действие всех сочетаний нагрузок, принимаемых по СНиП 2.01.07. При этом площадь гибких связей должна быть не менее 0,4 см² на 1м² стены.

6.5 Каждый слой стены следует рассчитывать отдельно на воспринимаемые им нагрузки. Расчет внутреннего (несущего) слоя по прочности и деформациям следует выполнять без учета несущей способности блоков и облицовки.

6.6 В нижней части облицовки каждый третий вертикальный шов кладки из кирпича следует не заполнять раствором, создавая таким образом возможность отвода сконденсировавшейся влаги.

Тепловая изоляция двухслойных стен

6.7 Блоки следует применять в качестве тепловой изоляции двухслойных стен, по рисунку А.2.

6.8 Внутренний (несущий) слой стены выполняется из материалов аналогично несущему слою трехслойных стен по 6.1 и 6.2.

6.9 Тепловую изоляцию двухслойных стен, как правило, следует выполнять из двух слоев блоков толщиной не более 100 мм каждый. Толщину первого слоя следует принимать от 40 до 60 мм, второго - от 60 до 100мм.

6.10 Для приклеивания блоков следует применять клеи по СТБ 1072 с техническими показателями по таблице 2. Перед приклеиванием поверхности должны быть подготовлены и грунтованы в соответствии с правилами применения клея.

6.11 Дополнительное крепление блоков анкерными устройствами рекомендуется выполнять с использованием стальных «Г-образных» связей диаметром до 5мм, заделываемых в кладку в процессе ее возведения или при помощи анкерных устройств, устанавливаемых после приклеивания первого слоя блоков. Расчет прочности и деформаций анкерного устройства следует выполнять в соответствии с ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01. При этом крепится первый слой блоков. Второй слой блоков приклеивается к первому с перекрытием швов.

6.12 Заполнение торцевых швов между блоками клеем не допускается. В случае необходимости швы могут быть заполнены пенокрошкой.

6.13 Наружную отделку стен следует выполнять с использованием минеральных или полимерминеральных штукатурок и паропроницаемых красок. При этом в штукатурке рекомендуется устраивать горизонтальные усадочные швы (в уровне междуэтажных перекрытий) толщиной от 5 до 10 мм с заполнением их герметиками и последующей окраской.

6.14 Перед нанесением составов штукатурок и паропроницаемых красок поверхности должны быть подготовлены и грунтованы в соответствии с правилами применения состава.

6.15 Конструкция внутреннего (несущего) слоя стены должна быть рассчитана

по прочности и деформациям в соответствии с требованиями СНиП II-22 на действие всех сочетаний нагрузок по СНиП 2.01.07. При этом расчет следует выполнять без учета несущей способности пеностекла и облицовки.

Легкая штукатурная система утепления стен

6.16 Блоки следует применять в качестве теплоизоляционного слоя легких штукатурных систем утепления стен, выполняемых в соответствии с ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01 и другими ТНПА на системы утепления.

6.17 Наружное утепление ограждающих стен с применением блоков, как правило, следует выполнять с уровня отмостки или ниже ее. Утепление следует начинать с устройства опор по отмостке или по подбетонке с выравнивающей цементно-песчаной стяжкой.

6.18 При выполнении тепловой изоляции над оконными или дверными проемами под нижний ряд приклеенных блоков следует устанавливать временные опоры.

6.19 Теплоизоляционный слой легких штукатурных систем утепления стен может быть выполнен из одного или двух слоев блоков. Не следует использовать блоки толщиной более 100мм.

6.20 Для приклеивания блоков к подоснове и для склеивания слоев блоков между собой рекомендуется применять клеи в соответствии с 6.10. Клей рекомендуется наносить по всей прилегающей поверхности блока.

6.21 При использовании по толщине тепловой изоляции одного слоя блоков по рисунку А.3 их приклеивают к подоснове, располагая вплотную, друг к другу. Приклеивание выполняется по всей прилегающей поверхности блока. Заполнение торцевых швов между блоками клеем не допускается. В случае необходимости швы могут быть заполнены пенокрошкой. Каждый блок следует крепить анкерными устройствами, рассчитываемыми и устанавливаемыми в соответствии с требованиями ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

6.22 При использовании по толщине тепловой изоляции двух слоев блоков по рисунку А.4, блоки второго слоя должны перекрывать швы блоков первого слоя. Толщину блоков следует назначать по 6.9. Первый слой блоков следует крепить анкерными устройствами, рассчитываемыми в соответствии с ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01. Головки анкерных устройств должны быть утоплены заподлицо с поверхностью блоков.

6.23 Блоки первого слоя следует приклеивать по контуру. Блоки следующего

слоя приклеиваются по всей прилегающей поверхности и анкерами не закрепляются.

6.24 Выравнивание поверхности теплоизоляционного слоя клеем рекомендуется выполнять одновременно с устройством армированного слоя. Углы проемов следует усиливать диагональными накладками, которые необходимо приклеивать до устройства армированного слоя. Углы и оконные откосы при устройстве теплоизоляционного слоя из блоков допускается не усиливать. На наружных и внутренних углах зданий для обеспечения их вертикальности следует устанавливать металлические уголки.

6.25 Декоративно-защитный слой следует выполнять после устройства армированного слоя в соответствии с требованиями ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01 или других ТНПА на устройство систем утепления.

Тяжелая штукатурная система утепления стен

6.26 При расчетной толщине теплоизоляционного слоя менее 120 мм, тепловая изоляция стен может быть выполнена с применением конструкции тяжелой штукатурной системы утепления. Проектирование и выполнение работ следует вести в соответствии с ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01. При этом следует применять вариант конструкции тяжелой штукатурной системы утепления с прямыми анкерными устройствами и с приклеиванием блоков к стене по рисунку А.5. Армированный и декоративно-защитный слои могут выполняться толщиной от 20 до 50 мм из цементно-песчаного раствора или, из полимерминеральных растворов, учитывая требования по расчету сопротивления паропрооницанию, изложенные в разделе 7.

6.27 Теплоизоляционный слой тяжелой штукатурной системы утепления стен выполняется аналогично теплоизоляционному слою легкой штукатурной системы утепления (вариант из одного слоя блоков).

6.28 В качестве армирующего материала следует использовать плоскую оцинкованную металлическую сетку с ячейками от 15 до 50 мм из проволоки толщиной от 1 до 3 мм.

6.29 Армирующий материал следует крепить анкерными устройствами к стене (через теплоизоляционный слой). В качестве анкерного устройства в тяжелой штукатурной системе утепления из блоков следует применять винтовые анкерные устройства. Металлическую сетку следует крепить к сердечнику анкерного устройства металлической шайбой.

6.30 Армированный слой следует наносить механизированным способом или

вручную. Декоративно-защитный слой следует выполнять с использованием паропроницаемых красок.

6.31 В армированном слое до окраски рекомендуется прорезать температурно-усадочные швы толщиной от 3 до 5 мм на всю глубину слоя до блоков с последующим заполнением их силиконовой или пенополиуретановой мастикой. Вертикальные швы рекомендуется выполнять через 10 – 15 м, горизонтальные – через этаж. Кроме этого, на расстоянии от 1 до 2 м от углов зданий рекомендуется выполнять вертикальные температурно-усадочные швы.

Внутренняя тепловая изоляция стен

6.32 Блоки допускается использовать для тепловой изоляции наружных стен с внутренней («теплой») стороны при условии недопустимости накопления влаги в конструкции стены за годовой срок ее эксплуатации. Как правило, внутренняя тепловая изоляция наружных стен выполняется по достаточно паропроницаемым материалам, например, кирпичная кладка, легкий бетон и т.п. При применении блоков следует выполнить проверку прочности стен на усилия, возникающие при температурных деформациях.

6.33 Тепловую изоляцию наружных стен с внутренней стороны следует выполнять на всю высоту помещения кладкой из одного или двух слоев блоков по рисунку А.6.

6.34 Для недопущения выпадения конденсата в местах примыкания теплоизоляционного слоя к перекрытиям и перегородкам следует предусматривать вкладыши из материалов с близкими величинами коэффициентов теплопроводности материала утепляемой стены. Размеры вкладышей следует назначать исходя из расчета температурного и влажностного полей.

6.35 Между утепляемой поверхностью стен и блоками следует предусматривать температурный шов толщиной 10 мм.

6.36 Внутреннюю отделку стен, как правило, следует выполнять малопроницаемыми материалами, полимерными штукатурками, малопаропроницаемыми красками или обоями.

6.37 При выполнении тепловой изоляции с внутренней стороны стены следует обеспечить нормируемый воздухообмен по всему утепляемому помещению с установкой в необходимых случаях дополнительных нагревательных приборов.

Тепловая изоляция полов и надподвальных перекрытий

6.38 Блоки и пенокрошку следует применять в качестве тепло- и звукоизоляции при устройстве полов на перекрытиях жилых, общественных и производственных зданий. Пенокрошка также может использоваться в качестве выравнивающих подсыпок.

6.39 При устройстве полов на перекрытиях из железобетонных плит пенокрошку допускается укладывать непосредственно на бетон. При устройстве обогреваемого («теплого») пола на уложенную пенокрошку монтируются армирующая сетка и нагревательные элементы. Затем следует выполнять стяжку и покрытие пола по рисунку А.7. Если обогрев «теплого» пола не предусматривается, то для обеспечения требуемого теплоусвоения полов, стяжку, как правило, следует выполнять из легкого бетона.

6.40 При использовании блоков в конструкции пола их следует укладывать на предварительно выровненную поверхность с использованием полимерминерального клея или специальных мастик по рисунку А.8.

6.41 При устройстве полов по грунту с бетонным основанием, как правило, следует применять блоки (рисунок А.9), с основанием из насыпных материалов – пенокрошку (рисунок А.10). Пенокрошку следует укладывать на предварительно грунтованную битумом бетонную подготовку или слой уплотненного насыпного материала (гравий, щебень, керамзит, шлак и т.п.). При устройстве полов по грунту следует выполнять гидроизоляцию из рулонных или пленочных материалов.

6.42 В случае необходимости устройства пароизоляции ее следует выполнять по дополнительно устраиваемой по поверхности пенокрошки или блоков выравнивающей цементно-песчаной стяжке.

6.43 Пенокрошку следует применять в качестве теплоизолирующего и выравнивающего материала в «сухих» полах, устраиваемых на обычных перекрытиях или, например, на легких металлических междуэтажных перекрытиях по рисунку А.11.

6.44 При устройстве дощатых полов лаги следует устанавливать на блоки через гидроизолирующие прокладки по рисунку А.12.

6.45 При устройстве тепловой изоляции дощатых перекрытий блоки или пенокрошку следует укладывать на слой из рулонных материалов по рисунку А.13.

6.46 Тепловую изоляцию полов, расположенных над холодными подвалами или над проездами, следует предусматривать, как правило, с внутренней («теплой») стороны ограждающей конструкции, не допуская накопления влаги за годовой срок ее эксплуатации в соответствии с расчетами, приведенными в разделе 7. В случае если ус-

ловия не выполняются, тепловую изоляцию следует выполнять с наружной («холодной») стороны конструкции. Пеностекло следует приклеивать к перекрытию полимерминеральным клеем или мастиками с дополнительной установкой анкерных устройств по рисунку А.14. Отделка производится полимерминеральными штукатурками по армированному слою, выполняемому с использованием стеклосетки, заделанной в слой. В оштукатуривания поверхности блоков цементно-песчаным раствором следует использовать специальные анкерные устройства для крепления к ним армирующей сетки по рисунку А.15.

Тепловая изоляция кровель и чердачных перекрытий

6.47 Блоки и пенокрошку следует применять для тепловой изоляции неэксплуатируемых и эксплуатируемых плоских кровель.

6.48 При устройстве неэксплуатируемых кровель пенокрошку следует укладывать на бетонные плиты покрытия. Для создания уклона слой пенокрошки может быть выполнен переменной толщины. Конструкция, приведенная на рисунке А.16, выполняется при уклонах до 25%. Водоизоляционный ковер следует выполнять из рулонных материалов, укладываемых на горячих или холодных мастиках. При уклонах от 10 до 25% верхний слой водоизоляционного ковра должен иметь крупную посыпку заводского изготовления. Допускается нанесение дополнительного окрасочного покрытия составами отражательных эффектов. Цементно-песчаную стяжку следует выполнять из цементно-песчаного раствора марки по прочности не менее М100, толщиной 40 мм. В стяжке должны быть нарезаны деформационные швы. Требуемое сопротивление паропроницанию, как правило, обеспечивается низкой паропрооницаемостью материала из пеностекла. В случае необходимости пароизоляции по расчету ее следует устраивать под материалом из пеностекла из одного или нескольких слоев пленки.

6.49 Для утепления совмещенной плоской кровли, необходимый уклон которой обеспечивается конструкцией покрытия, следует использовать блоки, уложенные на слой цементно-песчаного раствора по рисунку А.17. При уклонах кровли более 25% нижний слой блоков следует крепить анкерными устройствами по рисунку А.18.

6.50 В случае необходимости допускается создавать уклон кровли, укладывая по блокам пенокрошку. В этом случае блоки могут укладываться непосредственно на бетонное основание по рисунку А.19.

6.51 В совмещенных эксплуатируемых кровлях следует использовать блоки.

Распределенная нагрузка на эти кровли с утеплителем из блоков не должна превышать 600 кПа. Уклон эксплуатируемой кровли, приведенной на рисунке А.20, должен быть не более 5%. Защитное покрытие следует выполнять из бетонных плит толщиной не менее 60 мм, по подготовке из крупнозернистого песка или сухого раствора М100. В случае если кровля эксплуатируется под автомобильные нагрузки, следует дополнительно выполнять подготовку толщиной не менее 50 мм из мелкозернистого бетона класса по прочности на сжатие не менее В15, армированного металлической сеткой 3В-I с ячейкой 100×100 мм. Дренарующий слой выполняется из песчано-гравийной смеси толщиной не менее 60 мм. По поверхности водоизоляционного ковра следует укладывать демпферный слой - специальный комплексный многослойный полимерный материал с внешними перфорированными слоями из полимеров и внутренним слоем из полимерной стружки. Для водоизоляционного ковра следует применять рулонные битумно-полимерные, битумные с армирующей синтетической основой или эластомерные пленочные материалы. Первый слой свободно укладывается на поверхность стяжки. Стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора прочностью на сжатие не менее 10 МПа.

6.52 При устройстве инверсионных кровель следует использовать блоки, поверхность которых обработана специальными составами, препятствующими капиллярному водопоглощению. Блоки следует укладывать не менее чем в 2 слоя с перекрытием швов. Уклон кровли, приведенной на рисунке А.21, должен быть от 2 до 5%. Для этого следует выполнять разуклонку из легкого бетона. Пригруз следует выполнять из мелкогазобетонных (железобетонных) плит, выполненных из бетона класса по прочности на сжатие не менее В15, морозостойкостью не менее F100, толщиной не менее 40мм, и уложенных по слою песчаной подготовки толщиной не менее 20мм. Первый слой водоизоляционного ковра свободно укладывается по выровненной поверхности несущей конструкции, последующие слои наклеиваются на грунтовку или навариваются. На водоизоляционный ковер укладывается геотекстиль и насыпается слой крупнозернистого песка, на который и укладываются блоки.

6.53 Допускается выполнять пригруз из мелкозернистого гравия, укладываемого на разделительный слой из геотекстиля по рисунку А.22.

6.54 Инверсионная кровля может быть выполнена с озеленением в соответствии с рисунком А.23. Толщина слоя растительного грунта должна быть не менее 150 мм. Водоудерживающий слой выполняется из керамзитового гравия мелких фракций с крупностью гранул не более 10 мм. Гравий должен быть пропитан специальными составами, препятствующими прорастанию корней.

6.55 Тепловую изоляцию эксплуатируемых чердачных перекрытий рекомендуется выполнять из блоков с устройством одной из конструкций пола по рисунку А.24. Тепловую изоляцию не эксплуатируемых чердачных перекрытий допускается выполнять с применением пенокрошки по рисунку А.25 с устройством по ней ходовых мостиков.

Тепловая изоляция цоколей

6.56 Для тепловой изоляции цоколей выше уровня отмостки следует применять легкую или тяжелую системы утепления. При этом опорная часть выполняется по выравнивающей цементно-песчаной стяжке по рисунку А.26.

6.57 Нижний ряд блоков следует приклеивать не только к стене, но и к стяжке с укладкой в клеевой слой армирующей стеклосетки. На поверхность стяжки должна быть предварительно нанесена защитная штукатурная гидроизоляция. В уровне существующей гидроизоляции в системе утепления также следует выполнить горизонтальную гидроизоляцию.

6.58 При выполнении армированного слоя, предварительно клеенную стеклосетку следует соединить с основной сеткой в армированном слое.

6.59 Поверхность армированного слоя и стяжки на высоту до 500 мм от отмостки следует защищать штукатурной гидроизоляцией.

6.60 При тепловой изоляции стен ниже отмостки армированный и декоративно-защитный слои не выполняются. Анкерные устройства допускается не устанавливать по рисунку А.27. При определении толщины теплоизоляционного слоя ниже отмостки следует учитывать термическое сопротивление грунта.

6.61 При наличии грунтовых вод тепловую изоляцию из блоков следует защищать, выполняя гидроизоляцию традиционными для данного случая способами.

7 Теплотехнический расчет

7.1 Значения расчетных технических показателей теплоизоляционных материалов из пеностекла следует принимать по таблице 1, прочих материалов – в соответствии с таблицей А.1 СНБ 2.04.01 с учетом условий эксплуатации А или Б.

Сопротивление теплопередаче

7.2 Сопротивление теплопередаче конструкций R , $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, следует определять с учетом их термической неоднородности. Для этого необходимо выделить участки с различными теплопроводными включениями (связи, анкерные устройства, выступающие конструкции балконов и лоджий, оконные и дверные откосы, выступающие архитектурные детали, карнизы и т.п.). Для каждого из участков следует определить приведенное сопротивление теплопередаче R_i , $\text{м}^2\text{°C/Вт}$.

7.3 Приведенное сопротивление теплопередаче конструкции R , $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, следует определять с учетом теплопроводных включений по формуле

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n (A_i / R_i)}, \quad (1)$$

где R_i – приведенное сопротивление теплопередаче термически однородных участков конструкции, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

A_i – площади термически однородных участков конструкции, м^2 ;

n – число термически однородных участков конструкции.

7.4 Приведенное сопротивление теплопередаче по участкам следует определять расчетом температурных полей с использованием специальных компьютерных программ.

7.5 Приведенное сопротивление теплопередаче на участках со связями или анкерными устройствами, R_i , $\text{м}^2\text{°C/Вт}$, допускается определять по формуле

$$R = R_0 \cdot r^n, \quad (2)$$

где R_0 – сопротивление теплопередаче термически однородного участка конструкции, $\text{м}^2\text{°C/Вт}$;

r – коэффициент термической неоднородности, принимаемый по таблице 3;

n – количество связей, устанавливаемых на 1 м^2 стены.

7.6 Сопротивление теплопередаче термически однородных участков конструк-

ций R_0 , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, следует определять по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (1)$$

где α_e - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, принимаемый по таблице 5.4 СНБ 2.04.01;

δ_i – толщина i -го слоя материала, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя материала, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$, принимаемый для пеностекла в соответствии с таблицей 1 для пеностекла и с таблицей А.1 СНБ 2.04.01 для прочих материалов;

n – количество слоев материалов;

α_n - коэффициент теплоотдачи поверхности наружной поверхности принимаемый по таблице 5.7 СНБ 2.04.01.

Таблица 3 - Значения коэффициентов термической неоднородности

Диаметр металлической связи или металлической части анкерного устройства, мм	Коэффициент термической неоднородности r при толщине теплоизоляционного слоя, мм		
	100	150	200
4	0,98	0,96	0,93
5	0,96	0,94	0,92
6	0,94	0,92	0,90

Сопrotивление паропрооницанию

7.7 Сопrotивление паропрооницанию слоя многослойной ограждающей конструкции R_{vp} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$ следует определять по формуле

$$R_{vp} = \frac{\delta}{\mu}, \quad (4)$$

где δ - толщина слоя многослойной ограждающей конструкции, м;

μ - расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя многослойной ограждающей конструкции, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$;

7.8 Сопrotивление паропрооницанию нескольких слоев следует определять как сумму сопротивлений паропрооницанию отдельных слоев.

7.9 Сопrotивление паропрооницанию R_{vp} , $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$, части многослойной ограждающей конструкции с утеплителем из материалов с использованием пеностекла (в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) должно

быть не менее:

1) требуемого сопротивления паропрооницанию R_{nmp} , м²·ч·Па/мг, определяемого в соответствии с разделом 9 СНБ 2.04.01 (из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за отопительный период);

2) требуемого сопротивления паропрооницанию R_{vp1}^{red} , м²·ч·Па/мг (из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{vp1}^{red} = R_{vp}^e \frac{e_{int} - E}{E - e_{ext}}, \quad (2)$$

где e_{int} - упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемая в соответствии с 7.12;

e_{ext} - средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, за годовой период, определяемая в соответствии с 7.13;

E - средняя упругость насыщенного водяного пара, Па, за годовой период эксплуатации, в плоскости возможной конденсации, определяемая в соответствии с 7.15;

R_{vp}^e - сопротивление паропрооницанию, м²·ч·Па/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации;

3) требуемого сопротивления паропрооницанию R_{vp2}^{red} , м²·ч·Па/мг (из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднемесячной температурой наружного воздуха не выше 0°C), определяемого по формуле

$$R_{vp2}^{red} = \frac{0,0024 \cdot z_0 (e_{int} - E_0)}{\gamma_w \cdot \delta_w \cdot \Delta w_{av} + \eta}, \quad (3)$$

где z_0 - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°C;

e_{int} - упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетной температуре и относительной влажности этого воздуха, определяемая в соответствии с 7.12;

E_0 - упругость насыщенного водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации, принимаемая в зависимости от температуры воздуха в плоскости возможной конденсации (t , °C), определяемой в соответствии с 7.11;

γ_w - расчетная плотность пеностекла, кг/м³;

δ_w - толщина теплоизоляционного слоя (пеностекла), м;

Δw_{av} - предельно допустимое приращение расчетного массового отношения вла-

ги, принимаемое равной 1,5%;

η - коэффициент, определяемый в соответствии с 7.18.

7.10 Плоскостью возможной конденсации следует считать плоскость, совпадающую с наружной поверхностью утеплителя (пеностекла).

7.11 Значение расчетной температуры в плоскости возможной конденсации τ , °С, следует определять по формуле

$$\tau = t_{int} - \frac{t_{int} - t_j^{ext}}{R_0} \left(\frac{I}{\alpha_i} + R_k^i \right), \quad (4)$$

где t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t_j^{ext} - расчетная температура наружного воздуха, принимаемая равной средней температуре воздуха периода со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°С или равной средним температурам наружного воздуха, для зимнего (t_{ext1}), весенне-осеннего (t_{ext2}) и летнего (t_{ext3}) периодов в соответствии с указаниями 7.17;

α_i - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м²°С;

R_k^i - сумма термических сопротивлений слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации, м²°С/Вт.

7.12 Упругость водяного пара внутреннего воздуха e_{int} , Па, следует определять по формуле

$$e_{int} = 0,01 \cdot \varphi_{int} \cdot E_{int}, \quad (5)$$

где φ_{int} - расчетная относительная влажность внутреннего воздуха, %;

E_{int} - упругость насыщенного водяного пара, Па, принимаемая в зависимости от расчетной температуры внутреннего воздуха t_{int} .

7.13 Среднюю упругость водяного пара наружного воздуха e_{ext} , Па, за годовой период, следует определять по формуле

$$e_{ext} = 0,01 \cdot \varphi_{ext} \cdot E_{ext}, \quad (6)$$

где φ_{ext} - средняя годовая относительная влажность наружного воздуха, %;

E_{ext} - упругость насыщенного водяного пара, Па, принимаемая в зависимости от средней годовой температуры наружного воздуха t_{ext} .

7.14 Среднюю упругость водяного пара наружного воздуха e_0^{ext} , Па, периода со среднемесячной температурой не выше 0°С, следует определять по формуле

$$e_0^{ext} = 0,01 \cdot \varphi_0^{ext} \cdot E_0^{ext} \quad (7)$$

где φ_0^{ext} - средняя относительная влажность наружного воздуха, %, периода с отри-

цательными среднемесячными температурами;

E_o^{ext} - упругость насыщенного водяного пара, Па, принимаемая в зависимости от средней температуры наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами.

7.15 Средняя упругость насыщенного водяного пара E , Па, за годовой период эксплуатации в плоскости возможной конденсации следует определять по формуле

$$E = \frac{E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3}{12}, \quad (8)$$

где E_1, E_2, E_3 - упругости насыщенного водяного пара, Па, принимаемые в зависимости от температуры в плоскости возможной конденсации;

z_1, z_2, z_3 - продолжительность, мес., зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая по СНБ 2.04.02 в соответствии с указаниями 7.17 .

7.16 При определении E_3 для летнего периода температуру в плоскости возможной конденсации во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, упругость водяного пара внутреннего воздуха e_{int} - не ниже средней упругости водяного пара наружного воздуха за этот период.

7.17 К зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5°C. К весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5°C. К летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5°C.

7.18 Коэффициент η следует определять по формуле

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (E_o - e_o^{ext}) \cdot z_o}{R_{vp}^e}, \quad (9)$$

где R_{vp}^e - сопротивление паропроницанию, м²·ч·Па/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации;

E_o - упругость насыщенного водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации, принимаемая в зависимости от температуры воздуха в плоскости возможной конденсации;

z_o - продолжительность периода влагонакопления, сут, принимаемая равной периоду со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°C

e_o^{ext} - средняя упругость водяного пара наружного воздуха e_o^{ext} , Па, периода со среднемесячной температурой не выше 0°C.

7.19 В случае, если e_o^{ext} больше E_o следует принимать $\eta=0$.

7.20 Если сопротивление паропроницанию ниже требуемого, рекомендуется

увеличить толщину утеплителя.

7.21 Справочная информация по величинам климатических параметров для Республики Беларусь, используемых в рекомендуемой методике расчета паропроницаемости, приведена в таблицах Б.1 и Б.2 (приложение Б).

7.22 Упругость насыщенного водяного пара следует определять в зависимости от температуры по таблицам Б.3 и Б.4.

7.23 Расчетные значения температуры внутреннего воздуха t_{int} , расчетные значения относительной влажности внутреннего воздуха φ_{int} , а также соответствующие значения упругости насыщенного водяного пара E_{int} и упругости водяного пара внутреннего воздуха e_{int} рекомендуется принимать по таблице 4.

Таблица 4 - Расчетные значения параметров внутреннего воздуха

Здания, помещения	Расчетные значения			
	Температура внутреннего воздуха $t_{int}, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi_{int}, ^\circ\text{C}$	Упругость насыщенного водяного пара внутреннего воздуха $E_{int}, \text{Па}$	Упругость водяного пара внутреннего воздуха $e_{int}, \text{Па}$
Жилые здания	18	55	2064	1135
Общественные здания (кроме дошкольных и детских лечебных учреждений, помещений с влажным и мокрым режимом)	18	50	2064	1032
Дошкольные и детские лечебные учреждения	21	50	2488	1244
Залы ванн бассейнов	27	67	3567	2390
Спортивные залы	18	50	2064	1032
Административные и бытовые помещения	18	50	2064	1032

7.24 Примеры расчета по определению требуемого сопротивления паропропусканию ограждающих конструкций зданий и сооружений с тепловой изоляцией из материалов с использованием пеностекла приведены в приложении В.

8 Технология выполнения работ по устройству тепловой изоляции

Общие требования

8.1 Вертикальные поверхности изолируемых конструкций (подоснов) должны соответствовать требованиям 10.9 ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01. Подготовку подоснов следует выполнять в соответствии с требованиями 8.2.1-8.2.3 ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

8.2 Блоки следует укладывать на ровное основание. Блоки при укладке нельзя пристукивать, достаточно их прижать руками. В работе нельзя применять твердые замазки, прочно прилипающие к поверхности блоков и имеющие другие характеристики температурных и усадочных деформаций, нельзя использовать щетки, шпатели, метелки или другие инструменты, способные повредить поверхность блоков.

8.3 Для крепления блоков следует применять полимерминеральные клеи и композиции. Цементно-песчаные штукатурки следует применять только по предварительно закрепленной сетке.

8.4 Следует обеспечивать необходимый технологический перерыв после нанесения растворов, шпатлевок и других материалов, условием затвердевания которых является испарение воды или растворителя, поскольку при установке блоков влага, которая попадет внутрь, практически не может быть удалена.

8.5 При укладке тепловой изоляции на горизонтальные поверхности следует использовать настилы и подмости из досок для распределения нагрузки. По уложенной тепловой изоляции следует передвигаться в обуви с мягкой податливой подошвой. Складирование материалов, перемещение тележек и т.п. на уложенной тепловой изоляции запрещается.

Тепловая изоляция трехслойных стен

8.6 Любая кладка, подлежащая изоляции, должна быть ровной, с заглаженными швами без выступов и углублений. Все швы на наружной поверхности несущей стены, кроме оговоренных в 6.6, должны быть заполнены раствором. Для надежного крепления наружной облицовки с несущей стеной следует применять некорродирующие металлические связи, устанавливаемые в соответствии с проектом.

8.7 При возведении трехслойных стен сначала следует выложить несущую стену высотой в один этаж, укрепить на ней изоляцию из блоков, а затем выложить облицовку. При возведении несущей стены с расчетным шагом по горизонтали и вертикали в кладку следует заложить некорродирующие связи (скобы), которые должны проходить через швы между блоками и закрепляться затем в наружной облицовке. Допускается в блоках высверливать отверстия для пропуска связей.

8.8 Блоки приклеиваются к подоснове горизонтальными рядами с перевязкой блоков в смежных рядах. На приклеиваемую грань блока наносят клей по контуру непрерывной полосой шириной от 2 до 5 см, блок плотно прижимают к стене, обеспечивая ровность наружной поверхности тепловой изоляции.

8.9 При приклеивании блоков их грани должны плотно прилегать друг к другу. Перед приклеиванием блоки следует насухо разместить на фасаде для проверки правильности примыкания к соседним блокам. В случае необходимости следует выполнить подгонку блоков друг к другу, стачивая грани.

8.10 Ширина щелей между блоками, образование которых избежать невозможно, не должна быть более 3мм. После нанесения клея блок прикладывается к стене и прижимается с некоторым смещением (2 – 3 см) до установки в проектное положение. Блок следует плотно прижать штукатурной деревянной теркой длиной не менее 500 мм, добиваясь при этом совпадения наружной плоскости приклеиваемого блока с наружными плоскостями соседних блоков. Если клей выдавился из-под блока и попал на торцевую грань, его следует удалить.

8.11 Ровность поверхности, образуемой блоками, следует проверять деревянной рейкой длиной не менее 2400 мм.

8.12 Незначительные неровности и несовпадения плоскостей соседних блоков, следует выравнять шлифованием.

8.13 Не допускается смещать уже наклеенные блоки, заполнять швы между торцами блоков клеем, выравнять плоскости соседних блоков клеем.

8.14 В случае неправильного приклеивания, блок допускается оторвать, затем тщательно удалить клей с блока и подосновы и повторить приклеивание.

8.15 По высоте блоки следует приклеивать с перевязкой на величину не менее 50 мм. Не допускается стыковать блоки на углах проемов. В этом случае блок должен вырезаться по месту.

8.16 На углах стен блоки следует приклеивать с перевязкой и с напуском, который после полного твердения клея (не менее 48 часов) следует обрезать.

8.17 Для тепловой изоляции откосов оконных и дверных проемов следует при-

менять блоки толщиной не менее 20 мм. Блоки приклеиваются на подоснову у откоса таким образом, чтобы они выступали над откосом. После полного твердения клея в проемы монтируются оконные или дверные блоки. Приклеенные блоки, выступающие над откосом, обрезаются заподлицо с поверхностью блоков, приклеенных к откосу. Блоки, приклеенные к откосам, анкерами допускается не крепить.

8.18 Все стыки блоков с выступающими элементами конструкций (балконные плиты, карнизы, козырьки и т.п.) должны выполняться с использованием герметика.

8.19 При кладке наружной облицовки необходимо следить за тем, чтобы между ней и поверхностью блоков оставался температурный шов толщиной около (5 ± 1) мм. Температурный шов запрещается заполнять раствором, клеем или другими материалами.

Тепловая изоляция двухслойных стен

8.20 При изоляции двухслойных стен, устройство теплоизоляционного слоя рекомендуется выполнять не ранее чем через 6 месяцев после возведения стен. В случае необходимости поверхность стен следует выравнивать цементно-песчаными или полимерминеральными растворами, или клеем и грунтовать.

8.21 Блоки приклеиваются к стене горизонтальными рядами в направлении снизу-вверх, с перевязкой блоков в смежных рядах. При устройстве тепловой изоляции из двух слоев блоков, вначале приклеивается первый слой. Не менее чем через 48 часов первый слой блоков закрепляется анкерами и затем приклеивается второй слой блоков. Анкера должны быть полностью утоплены заподлицо с поверхностью блоков.

8.22 При приклеивании первого слоя блоков клей наносится по контуру приклеиваемой грани каждого блока полосой шириной от 2 до 5 см. Второй слой блоков приклеивается по всей его грани, причем блоки второго слоя следует располагать таким образом, чтобы обеспечивалось перекрытие швов (щелей) блоков первого слоя и перевязка блоков второго слоя. При приклеивании блоки плотно прижимаются к стене, обеспечивая ровность наружной поверхности. Порядок выполнения работ должен соответствовать приведенному в 8.9 - 8.18.

8.23 Устройство наружных армированных и декоративно-защитных слоев по поверхности приклеенных блоков допускается не ранее чем через 48 часов.

Легкая штукатурная система утепления стен

8.24 Установку первого ряда блоков следует выполнять при помощи клея по цементно-песчаной стяжке, выполненной по отмостке или подбентонке. Клей наносится на приклеиваемую к стене грань блока полосой по контуру (при двухслойной изоляции) или сплошным слоем (при однослойной изоляции). На грань блока, приклеиваемую к цементно-песчаной стяжке, клей наносится на всю ее поверхность.

8.25 При устройстве тепловой изоляции от отмостки поверхность цементно-песчаной стяжки должна быть предварительно защищена гидроизоляционным штукатурным составом и к ее поверхности должна быть приклеена полоса стеклосетки для дополнительного армирования низа теплоизоляционного слоя.

8.26 Второй ряд блоков приклеивается только к стене. Технологический пере́рыв для схватывания клея на первом ряду блоков не требуется.

8.27 Анкерные устройства устанавливаются через 48 часов после приклеивания блоков. Высота участка с приклеенными блоками, не закрепленными анкерными устройствами не должна превышать 5 м.

8.28 В легких штукатурных системах утепления следует использовать распорные анкерные устройства. Для установки анкерных устройств следует производить сверление отверстий с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия. Расположение отверстий и расстояние между ними должно соответствовать указанным в проектной документации. Диаметр отверстий должен соответствовать наружному диаметру втулки анкерного устройства. Глубина отверстий должна быть как минимум на 15 мм больше требуемой глубины заделки анкерного устройства.

8.29 В просверленные отверстия устанавливаются распорные анкерные устройства. Прижимная шайба должна быть утоплена заподлицо с наружной гранью блока. Сердечник следует досылать до проектного положения с помощью специального пробойника.

8.30 Правильность установки и прочность фиксации анкерных устройств подлежит проверке и приемке с составлением акта на скрытые работы.

8.31 Перед устройством армированного слоя на углах следует установить металлические защитные уголки. Клей наносится по всей внутренней поверхности угол-

ка. Зазор между уголками должен быть от 3 до 5 мм.

8.32 Устройство армированного и декоративно-защитного слоев следует выполнять по ровной и обеспыленной поверхности в соответствии с требованиями 8.2.25 - 8.2.39 ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01 или других ТНПА на легкие штукатурные системы утепления стен. Толщина армированного слоя не должна превышать 5 мм, а общая толщина армированного и декоративно-защитного слоев, устраиваемых по блокам, не должна превышать 10 мм. Армирование мест, подверженных в процессе эксплуатации механическим воздействиям, следует осуществлять с помощью установки дополнительного слоя стеклосетки.

8.33 При устройстве тепловой изоляции двумя слоями блоков, в местах не подверженных механическим воздействиям в период эксплуатации, допускается окрашивание поверхности блоков специальными красками, без выполнения армированного и декоративно-защитного слоев.

Тяжелая штукатурная система утепления стен

8.34 Блоки следует приклеивать к подоснове аналогично блокам первого слоя в легкой штукатурной системе утепления в соответствии с требованиями 8.9 - 8.18. Для анкерного крепления используются анкерные устройства с двумя шайбами. Первая шайба служит для крепления блока, вторая – для крепления армирующего материала, как правило, металлической сетки.

8.35 Приклейку блоков и установку анкерных устройств следует производить на всю высоту здания по захваткам. После этого следует приступить к креплению армирующего материала (металлической сетки). Армирующий материал монтируется вертикально, сверху - вниз от карниза здания. Вместо крепления второй шайбой допускается армирующий материал крепить прижимными пластинами. Нахлест полотнищ армирующего материала при их соединении должен быть не менее 100 мм.

8.36 На углах проемов под углом 45° к вертикали устанавливаются дополнительные полосы армирующего материала размером 300×500 мм. Дополнительные полосы следует крепить к основному армирующему материалу.

8.37 Устройство армированного и декоративно-защитного слоев, а также де-

формационных швов тяжелой штукатурной системы утепления стен материалом из пеностекла следует выполнять в соответствии с 8.2.47 - 8.2.52 ПЗ-2000 к СНиП 3.03.01.

Внутреннее тепловая изоляция стен

8.38 Внутренне утепление стен следует выполнять путем устройства самонесущей кладки из блоков, устраиваемой на расстоянии от 10 до 30 мм от внутренней поверхности стены. Кладку следует выполнять на полимерминеральном клее из одного или двух слоев блоков. Клей следует наносить на все соединяемые друг с другом грани блоков. При однослойной кладке следует использовать блоки толщиной не менее 10 см. Высота внутреннего утепления стен не должна превышать 4 м.

8.39 При устройстве внутреннего утепления стен на плиту перекрытия, как правило, следует уложить материал, близкий по своим свойствам к материалу стены. Обычно выполняется кладка из нескольких рядов мелкоштучных материалов. Аналогично выполняются верхние ряды кладки и участки, примыкающие к перегородкам.

8.40 Блоки следует укладывать горизонтальными рядами, плотно прижимая их друг к другу и обращая особое внимание на качество вертикальных швов: все швы должны быть хорошо заполнены клеем, причем швы должны чередоваться по рядам.

8.41 Кладку из блоков следует закреплять к поперечным стенам и верхнему перекрытию связями, устанавливаемыми не менее чем через 500 мм.

8.42 Внутреннюю поверхность утепляемой стены следует армировать стеклосеткой в слое клея и оштукатуривать полимерными или полимерминеральными составами с низкой паропроницаемостью. Допускается оштукатуривание тепловой изоляции цементно-песчаным раствором толщиной до 20 мм с последующей отделкой малопаропроницаемыми материалами.

Тепловая изоляция полов и перекрытий

8.43 Бетонная подоснова, предназначенная для укладки пенокрошки, должна быть хорошо очищена, по возможности, ровной не иметь трещин и выступов. Допускается наличие углублений до 50 мм, которые должны быть заполнены пенокрошкой.

Пенокрошка укладывается проектной толщины и разравнивается.

8.44 Бетонная подоснова, предназначенная для укладки блоков, должна быть ровной, без трещин, выступов и углублений, хорошо очищенной и не иметь масляных пятен. На грани блоков, укладываемых на бетонную подоснову, следует нанести полимерминеральный клей или мастику. Блоки укладывают и сдвигают так, чтобы зазоры между ними были минимальными. Ряды блоков укладывают параллельно друг другу, чтобы швы между рядами блоков не совпадали. При необходимости на первый слой блоков укладывают следующие слои аналогичным способом, причем швы соседних слоев не должны совпадать.

8.45 К укладке второго и последующих слоев блоков, а также устройству цементно-песчаных стяжек по блокам следует приступать после отвердения клея или мастики.

8.46 При устройстве гидроизоляции поверхность блоков сначала следует выровнять цементно-песчаным раствором, и покрыть мастикой. Затем на покрытие следует уложить гидроизоляцию.

8.47 При изоляции деревянных настилов, поверхность, предназначенная для изоляции, должна быть ровной и гладкой, все доски должны быть хорошо прибиты. Настил должен быть чистым и сухим. На настил следует уложить подкладку из слоя пергамина или другого рулонного материала с шириной нахлестки (10 ± 2) см. Концы рулонного материала прибивают гвоздями, чтобы при укладке изоляционного материала он не сдвигался. Пенокрошку следует насыпать на подкладку, а блоки – укладывать на мастику так же, как и при изоляции полов с бетонной подосновой.

8.48 При тепловой изоляции перекрытий с нижней стороны в блоке предварительно высверливаются отверстия для анкерных устройств. Блок следует насухо приложить к месту его установки и наметить отверстие в подоснове. После этого следует высверлить отверстия в подоснове необходимой глубины, нанести на приклеиваемую поверхность блока клей, установить блок в проектное положение и через отверстие закрепить его анкерными устройствами. Любая последующая отделка поверхности блоков допускается после отвердения клея.

Тепловая изоляция кровель

8.49 Изолируемая поверхность должна быть гладкой, ровной, чистой, сухой, без выступов, вмятин, трещин и отверстий.

8.50 У деревянных покрытий следует прибить все не прибитые доски, затем на всей ее поверхности укрепляют обычным способом рулонный материал.

8.51 Стыки сборных железобетонных плит покрытий должны быть заполнены цементно-песчаным раствором, а рабочая поверхность очищена и выровнена.

8.52 Поверхность металлических покрытий должна быть очищенной и загрунтованной, на ней не должно быть отверстий, выступов болтов, шурупов, гаек и т. п. неровностей.

8.53 У покрытий из профилированной стали углубления заполняют пенокрошкой с выравниванием поверхности.

8.54 Пенокрошка насыпается и разравнивается непосредственно на плиты покрытий. Уклоны кровли до 5% могут быть созданы пенокрошкой.

8.55 Блоки укладывают параллельными рядами с чередованием стыков на выровненную поверхность плит или разуклонки. При применении нескольких слоев блоков каждый последующий слой должен перекрывать стыки между блоками уложенного слоя. В местах контакта изоляции с вертикальными или наклонными поверхностями (края световых фонарей, труб, шахт, обмуровок и т. п.) блоки подрезают, чтобы обеспечить их плотное примыкание к выступающим поверхностям.

8.56 Блоки укладывают на клей или мастику, которые наносятся на приклеиваемую грань блока. При укладке блоки сдвигают так, чтобы зазоры между ними были минимальными. Возможные возникающие зазоры допускается тщательно заполнять пенокрошкой.

8.57 Для надежного соединения кровельного материала и тепловой изоляции необходимо, чтобы материал с использованием пеностекла и подоснова были сухими. Следует планировать захватки по изоляции кровли на такую площадь, на которой еще в день укладки можно провести окончательную обработку поверхности. После укладки последнего слоя изоляции всю поверхность необходимо защитить от атмосферных воздействий.

Поверхность блоков следует покрыть битумными материалами и уложить водо-

непроницаемый кровельный материал.

При разуклонке кровли пенокрошкой по ее поверхности устраивают стяжку из цементно-песчаного раствора толщиной до 3 см с температурными швами через 20 – 25 м. На стяжку следует уложить водонепроницаемый кровельный материал.

8.58 В эксплуатируемых кровлях по утеплителю укладывают цементно-песчаную стяжку. По стяжке выполняется гидроизоляционный ковер, укладывается демпферный слой из геотекстиля. Затем выполняется подсыпка из гравийно-песчаной смеси, по которой устраивается эксплуатируемое покрытие.

Если в эксплуатируемых кровлях требуется асфальтированная поверхность, то вместо цементно-песчаной стяжки блоки допускается покрывать слоем горячего асфальтобетона, с последующим устройством покрытия в соответствии с проектной документацией.

8.59 При устройстве инверсионных кровель блоки следует укладывать на слой песка, поверхность тепловой изоляции также покрывается слоем песка, на который свободно укладываются плиты. В случае если вместо плит используется пригруз из гравия, его следует укладывать на разделительный слой из геотекстиля.

8.60 При устройстве инверсионных кровель с озеленением по поверхности тепловой изоляции устраивается усиленный водоизоляционный ковер и далее кровля в соответствии с проектной документацией.

9 Механизмы, инструменты и приспособления для тепловой изоляции

9.1 При устройстве тепловой изоляции с использованием материалов из пено-стекла следует применять механизмы, механизированный и ручной инструмент, различные средства и приспособления, обеспечивающие безопасное и качественное выполнение работ.

9.2 Перечень основных механизмов, механизированного и ручного инструмента, средств и приспособлений, которые, как правило, следует применять при устройстве тепловой изоляции с использованием материалов из пеностекла, приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Механизмы, механизированный и ручной инструмент, приспособления

Наименование	Назначение
Мешалка корзиночного типа с электрическим приводом	Приготовление клеевых, выравнивающих, защитно-отделочных и других составов
Электроперфоратор с различными насадками, режимами работы и реверсом	Сверление и вырезка отверстий в блоках, в подоснове, в защитных элементах
Циркулярная пила с диском-ножом	Резка блоков
Ручная (стационарная) отрезная электрическая машина	Резка каменных и металлических материалов
Электрошлифовальная ленточная машина	Шлифовка стыков блоков, участков армированного слоя, обработка углов
Пылесос	Очистка поверхностей от пыли
Электрогайковерты	Крепеж анкерных устройств
Теодолит, нивелир	Разметка
Рулетка, линейка и угольник	Разметка
Уровень из алюминиевого сплава длиной 2000 (2500) мм	Установка маяков
Отвес стальной строительный, шнур разметочный	Установка маяков
Молоток	Установка временных опорных конструкций, установка сердечников анкеров
Емкость из нейтрального материала (пластмассы, нержавеющей стали и т.п.)	Приготовление, перемещение и кратковременное хранение составов
Мастерок штукатурный из нержавеющей стали	Нанесение составов
Терка стальная зубчатая из нержавеющей стали	Нанесение составов
Терка стальная гладкая из нержавеющей стали	Нанесение, выравнивание и заглаживание составов
Полутерок стальной гладкий из нержавеющей стали	Нанесение, выравнивание и заглаживание составов
Ножовка ручная с мелкими зубьями или специальный нож для резки утеплителя	Резка блоков
Приспособление шлифовальное (деревянные полутерок или терка с наждачной бумагой)	Шлифовка торцов, стыков и выступающих углов блоков
Портняжные ножницы или ножи, ножницы по металлу	Резка армирующего материала (стеклопластиковой и металлической сетки)
Плоскогубцы, круглогубцы, кусачки, скобосшиватель	Вязка соединений металлической сетки
Шатры и экраны защитные	Защита рабочей зоны от неблагоприятных атмосферных условий

Окончание таблицы 5

Наименование	Назначение
Блок подвесной	Подъем грузов
Лопата подборочная, метла	Уборка мусора
Щетка, веник	Удаление пыли с поверхностей слоев
Пленка полиэтиленовая, щиты укрывочные	Защита проемов и конструкций

10 Контроль качества и приемка работ

Общие положения

10.1 Качество и надежность тепловой изоляции должны обеспечиваться заказчиками, проектными и строительными организациями путем осуществления комплекса технических, экономических и организационных мер, разделения ответственности и эффективного контроля на всех стадиях инвестиционного строительного процесса.

10.2 Качество тепловой изоляции зависит от качества проектно-сметной документации и применяемых материалов, технологической дисциплины при производстве работ, действенности операционного, технического и авторского надзора.

10.3 Устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций должно подвергаться контролю, включающему:

- контроль качества проектной документации;
- входной контроль качества применяемых материалов, конструкций и изделий;
- операционный контроль отдельных строительных процессов и производственных операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Контроль качества проектной документации

10.4 Проектная документация на устройство тепловой изоляции ограждающих конструкций должна быть разработана в соответствии с СНБ 1.03.02 и требованиями настоящего технического кодекса.

10.5 При приемке проектной документации заказчиком и подрядчиком должна производиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней тех-

нической информации для производства работ.

Входной контроль качества продукции

10.6 Входной контроль качества материалов, конструкций и изделий, поставляемых для выполнения тепловой изоляции ограждающих конструкций, следует осуществлять в соответствии с ТНПА на их производство.

10.7 Качество материалов, конструкций и изделий должно соответствовать требованиям ТНПА на их производство, настоящего технического кодекса и проектной документации.

10.8 Технические характеристики поставляемых материалов должны указываться в сопроводительных документах о качестве этих материалов, выдаваемых их производителями или уполномоченными ими поставщиками.

10.9 Качество материалов, конструкций и изделий, а также их комплектность должны гарантироваться организацией, выдавшей документ о качестве.

10.10 Поставка, приемка и применение материалов, не имеющих документа о качестве, запрещается.

10.11 При входном контроле качества строительных материалов производитель работ обязан проверить содержание сопроводительных документов о качестве этих материалов. Указанные в них технические характеристики должны соответствовать требованиям ТНПА на производство этих материалов. Кроме того, производитель работ должен произвести визуальный контроль качества принимаемого материала и, если это необходимо, убедиться в наличии инструкции по его применению. Результаты входного контроля качества материалов должны фиксироваться в журнале входного контроля продукции.

10.12 В случае возникновения у любого из участников инвестиционного строительного процесса сомнений в качестве поставленного материала, он обязан сообщить об этом его поставщику, и имеет право за свой счет произвести контрольные испытания такого материала в аккредитованных лабораториях. В случае подтверждения ненадлежащего качества поставленного материала все возникшие издержки возлагаются на организацию, выдавшую документ о качестве этого материала при усло-

вии соблюдения надлежащих правил его транспортировки и хранения.

Операционный контроль качества

10.13 Операционный контроль качества при устройстве тепловой изоляции ограждающих конструкций должен осуществляться в ходе выполнения работ и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

10.14 При выполнении работ необходимо соблюдение строгой технологической дисциплины и ответственности на всех этапах производства работ. Работы должны производиться квалифицированными специалистами.

10.15 Операционный контроль качества следует осуществлять по каждой технологической операции в соответствии с перечнем операций, способами контроля и ответственными лицами, приведенными в таблице 6. Кроме того, каждая из операций, выполняемая рабочими, должна постоянно контролироваться звеньевыми в процессе выполнения работ.

Таблица 6 – Операционный контроль качества

Операции, подлежащие контролю	Ответственные лица и периодичность контроля
1 Сдача-приемка подосновы и ее поверхности	Подрядчик, авторы проекта, заказчик.
2 Приемка материалов и изделий	Производитель работ – при приемке.
3 Контрольные испытания материалов	Аккредитованные лаборатории по заявке.
4 Подготовительные работы	Бригадир – один раз в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке
5 Устройство выравнивающих слоев, разуклонок, пароизоляции, настилов и т.п.	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.
6 Приготовление составов	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически
7 Нанесение клеевых составов	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически.
8 Устройство тепловой изоляции из материалов с использованием пеностекла	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.

Окончание таблицы 6

Операции, подлежащие контролю	Ответственные лица и периодичность контроля
9 Установка крепежных элементов, анкерных устройств и связей	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.
10 Устройство армированных слоев	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.
11 Установка защитных элементов проемов, карнизов, водосборных воронок и т.п.	Бригадир – один раз в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.
12 Устройство армированных, гидроизоляционных и водоизоляционных слоев	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.
13 Устройство декоративно-защитных и окрасочных слоев	Бригадир – два раза в день в процессе выполнения работ; производитель работ – периодически и при завершении работ на захватке.

10.16 Сведения о выполнении технологических операций, применяемых при этом материалах, зонах выполнения работ, климатических условиях и т.п. должны ежедневно отражаться в журнале производства работ.

Авторский, технический надзор и приемка работ

10.17 На объекте, в соответствии с требованиями СНБ 1.03.01 и СНБ 1.03.03, должен быть организован технический и авторский надзоры.

10.18 Представители авторского, технического надзора и производитель работ в процессе устройства тепловой изоляции ограждающих конструкций должны осуществлять промежуточное освидетельствование, с составлением актов на скрытые работы следующих завершенных этапов работ на каждой захватке:

- подготовка поверхности (подоснов) к устройству тепловой изоляции из материалов с использованием пеностекла;
- послойное устройство тепловой изоляции из материалов с использованием пеностекла с установлением усиливающих элементов;
- устройство декоративно-защитного или гидроизоляционного слоя в соответствии с требованиями проектной документации и таблицы 7.

Таблица 7 – Допустимые геометрические отклонения поверхностей конструкций, утепленных материалами с использованием пеностекла.

Наименование отклонения	Значение
Отклонения плоскости подосновы не более:	
– по вертикали, мм/м	5
– по вертикали на один этаж, мм	10
– по горизонтали, мм/м	5
Число неровностей плоскости подосновы плавного очертания на длине 1 м не более, шт:	2
Ширина трещин на поверхности подосновы не более, мм:	2
Отклонения наружной плоскости систем не более:	
– по вертикали, мм/м	2
– по вертикали на один этаж, мм	5
– по горизонтали, мм/м	2
Число неровностей наружной плоскости систем плавного очертания не более:	
– по вертикали, шт/м	2
– по горизонтали, шт/м	1

10.19 Окончательную приемку тепловой изоляции ограждающих конструкций должны выполнять представители заказчика, авторского и технического надзора в присутствии производителя работ после завершения всех операций и работ по утеплению с оформлением акта о приемке, к которому должны быть приложены следующие документы:

- проектная документация с отметкой-гарантией производителя работ о соответствии исполнения проектным решениям;
- документы о качестве использованных материалов и изделий;
- акты приемки скрытых работ;
- журнал входного контроля продукции;
- журнал производства работ;
- журнал авторского надзора.

11 Техника безопасности при проведении тепловой изоляции

11.1 При устройстве тепловой изоляции следует соблюдать требования СНиП III-4.

11.2 Работы по устройству тепловой изоляции из материалов с применением пеностекла должны выполняться специально обученными рабочими под руководством и контролем инженерно-технических работников. К производству работ допускаются рабочие, прошедшие медицинский осмотр, комплекс инструктажей по правилам безопасности в строительстве и пожарной безопасности, ознакомленные с проектом производства работ (ППР).

11.3 Во избежание порезов рук при монтаже блоков следует работать в рукавицах. Рабочие должны иметь спецодежду, респираторы, каски, предохранительные пояса, безвредные моющие средства, защитные пасты и т.д., иметь соответствующую квалификацию. О проведении инструктажей должны быть сделаны отметки в специальных журналах с подписями проинструктированных. Журналы должны храниться на объекте и в строительной (ремонтной) организации.

11.4 Все работники должны быть обучены правилам пожарной безопасности и действиям в случае пожара. Бытовые, складские и подсобные помещения, а также места производства работ должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения.

11.5 К работе с горючими веществами и материалами допускаются лица, прошедшие обучение по программам пожарно-технического минимума, успешно сдавшие экзамены и проинструктированные перед началом работ о мерах пожарной безопасности.

11.6 К работе с механизмами и механизированным ручным инструментом допускаются рабочие, прошедшие специальную подготовку. Применение неисправных механизмов, инструментов и приспособлений не допускается.

11.7 Перед началом работ строительная площадка должна быть подготовлена в соответствии с ППР, действующими нормами и правилами: огорожена, оборудована временными зданиями, сооружениями, складами, инженерными сетями и т.п.

11.8 Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды, места приготовления составов и композиций в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046.

11.9 Оборудование для устройства тепловой изоляции и временные склады следует располагать вне опасной зоны здания, не загромождая проходы, проезды, пожарные гидранты.

11.10 Не допускается складирование и хранение материалов в подвалах, на лестничных клетках, проходах и других местах, доступных для жильцов.

11.11 Приготовление и использование полимерминеральных составов, полимерминеральных и минеральных композиций следует осуществлять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.010. К работам по приготовлению и применению полимерминеральных составов, полимерминеральных и минеральных композиций не следует допускать лиц, имеющих заболевания кожных покровов, глаз или дыхательных путей. Лица, задействованные в технологическом процессе по изготовлению композиций, должны проходить медицинские осмотры в соответствии с периодичностью, установленной Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

11.12 Погрузочно-разгрузочные работы следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009.

11.13 При приготовлении и использовании полимерминеральных составов, полимерминеральных и минеральных композиций следует применять индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.4.028, ГОСТ 12.4.041, ГОСТ 12.4.103.

11.14 Строительная площадка и опасные зоны производства работ должны быть ограждены в соответствии с требованиями ГОСТ 23407. На ограждении необходимо устанавливать предупреждающие плакаты и знаки, а в ночное время - сигнальное освещение. Места прохода людей через траншеи должны быть оборудованы переходными мостиками, освещаемыми в ночное время. Входы в здание должны быть защищены в соответствии с ППР.

11.15 В зоне выполнения работ запрещается присутствие посторонних. Запрещается проводить любые работы за пределами строительной площадки.

11.16 Рабочие места маляров, штукатуров-сопловщиков и рабочего-машиниста должны быть связаны сигнализацией.

11.17 Переносные токоприемники должны работать от сети с напряжением не более 36В. Не допускается сушка и обогрев поверхностей жаровнями, огнеметами, продуктами сгорания топлива и их смесью с воздухом.

11.18 Средства подмащивания и другие приспособления, обеспечивающие безопасность производства работ, должны соответствовать требованиям СНиП III-4 главы 4, ГОСТ 27321, ГОСТ 24258, ГОСТ 28012, ГОСТ 27372. На установку и перестановку средств подмащивания должен быть разработан ППР.

11.19 Все работы следует производить с инвентарных средств подмащивания. Перед началом смены необходимо проверить исправность средств подмащивания, механизмов, инструментов и приспособлений. Все обнаруженные неисправности следует устранить до начала работ. При обнаружении во время выполнения работ любых неисправностей в механизмах, средствах подмащивания и других приспособлениях, работу следует немедленно прекратить.

12 Охрана окружающей среды

12.1 Раздел охраны окружающей среды следует предусматривать в составе проектной документации при наличии и на основании экологических условий, выданных Комитетом ресурсов и охраны окружающей среды.

12.2 Должен быть разработан экологический паспорт проекта и определены затраты на мероприятия по охране природы.

12.3 В экологическом паспорте проекта должны быть приведены:

- годовая экономия топлива и оценка снижения концентрации вредных веществ в воздушном бассейне после завершения работ;
- фоновое загрязнение района строительной площадки с указанием источника

определения загрязнения и уровень концентрации вредных веществ в воздушном бассейне района производства работ;

- объемы потребления чистой воды, в том числе: на хозяйственно-питьевые нужды и на производственные нужды и схема отвода ливневых вод со строительной площадки;
- краткая экологическая характеристика района, где располагается строительная площадка, с указанием произрастающих на территории строительной площадке деревьев, кустарников и редких видов растений;
- указания по определению мест стоков вод от различных потребителей (канализация или сборный резервуар и т.п.);
- объем сточных вод в т.ч. хозяйственно фекальных и производственных;
- площади насаждений, подлежащих изъятию и мероприятия по озеленению после завершения работ.
- методы утилизации отходов;
- данные по отходам строительных материалов (по видам материалов), проектные решения по способам их утилизации, а также технические решения по внедрению малоотходных технологий;
- оценка влияния проводимых работ на экологическое состояние окружающей среды района (города).

12.4 Производство и применение теплоизоляционных материалов с использованием пеностекла и других строительных материалов не должны являться источником загрязнения воды, почвы и воздуха.

12.5 При выполнении строительных работ должны быть предусмотрены:

- мероприятия по восстановлению (рекультивации) земельного участка, используемого для размещения временных зданий и сооружений строительного городка, и по использованию удаляемого плодородного слоя почвы;

- мероприятия, исключающие возможность попадания строительных материалов, других вредных веществ в систему водоснабжения существующих зданий;
- отдельные источники водоснабжения существующих зданий и строительной площадки;
- мероприятия, исключающие попадания строительных материалов, других вредных веществ и загрязнений в систему бытовой и ливневой канализации,
- мероприятия по сохранению существующей инфраструктуры и озеленению территории. Удаление деревьев и кустарников должно быть согласовано с природоохранными органами;
- специальные места для мытья инструмента и механизмов с резервуарами для сбора грязной воды. Запрещается мыть инструмент и механизмы вне специально отведенных для этого мест;
- организационную схему сбора и вывоза мусора. Запрещается складировать строительный мусор на территории строительной площадки, закапывать его в землю или использовать бытовые мусоросборники, предназначенные для обслуживания населения.

12.6 При устройстве тепловой изоляции строительные материалы не должны попадать внутрь помещений, на предметы, эксплуатируемые жильцами, или сотрудниками организаций, размещенных в здании, загрязнять окружающую среду. В случае необходимости следует применять защитные и укрывающие материалы.

Директор РУП «Стройтехнорм», к.т.н., с.н.с. Ю.В. Феофилов

Научный руководитель разработки,
директор УП «Институт НИПТИС» к. т. н., доцент В.М. Пилипенко

Руководитель ВНК,
зав. отделом УП «Институт НИПТИС», к.т.н., с.н.с. А.П. Пашков

Ответственный разработчик,
зав. лабораторией УП «Институт НИПТИС» Р.В. Кузьмичев

Ответственный разработчик,
зам. начальника отдела РУП «Стройтехнорм» А.К. Аксючиц

Приложение А

(справочное)

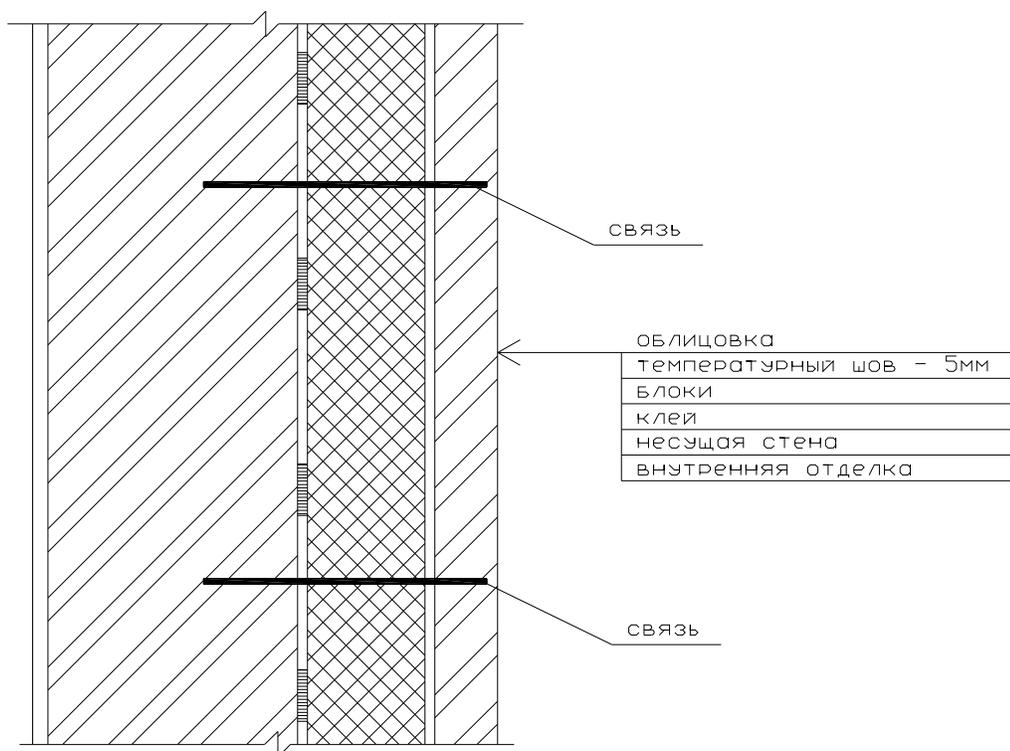
**Примеры конструктивных решений тепловой изоляции
ограждающих конструкций зданий с использованием материалов из пеностекла**

Рисунок А.1 – Тепловая изоляция трехслойной стены

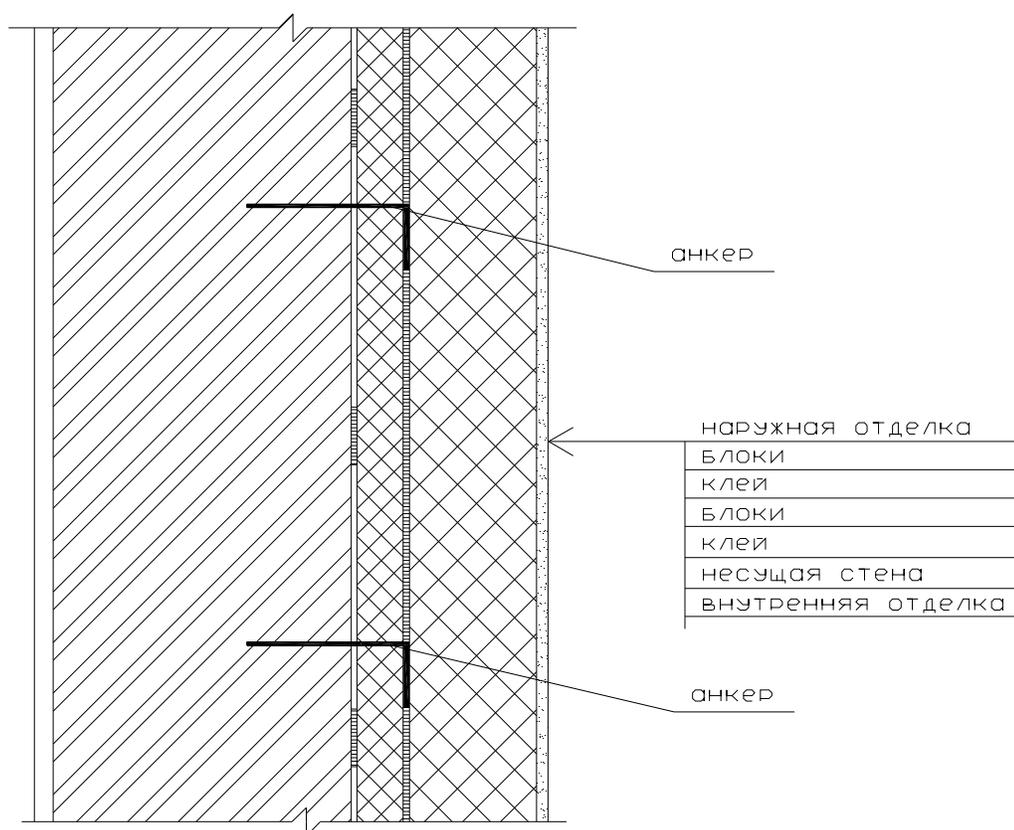


Рисунок А.2 – Тепловая изоляция двухслойной стены

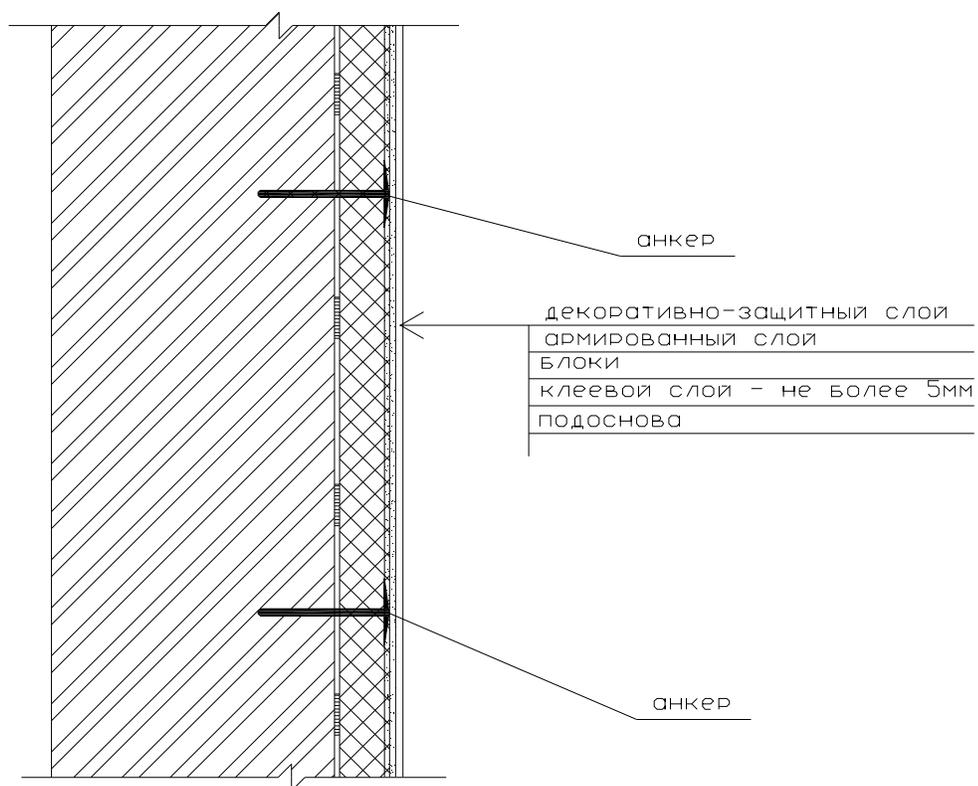


Рисунок А.3 – Легкая штукатурная система утепления стен из блоков в один слой

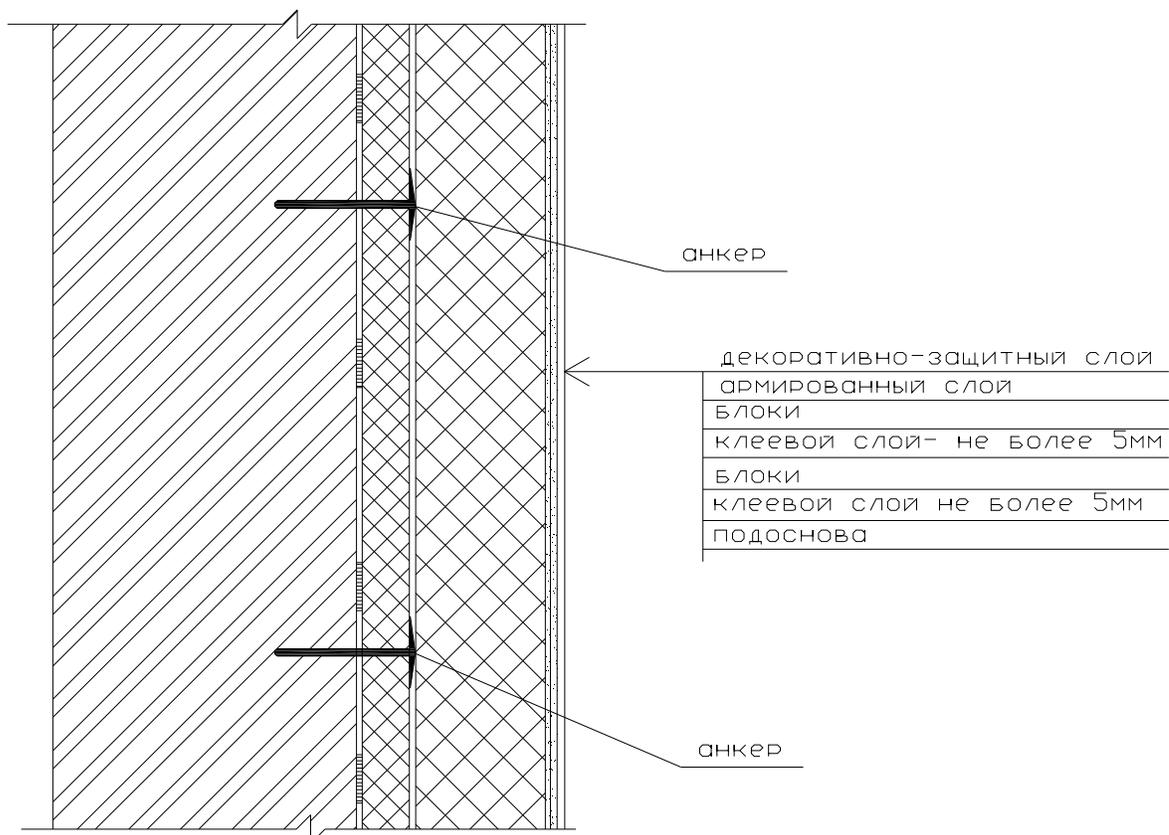


Рисунок А.4 - Легкая штукатурная система утепления стен из блоков в два слоя

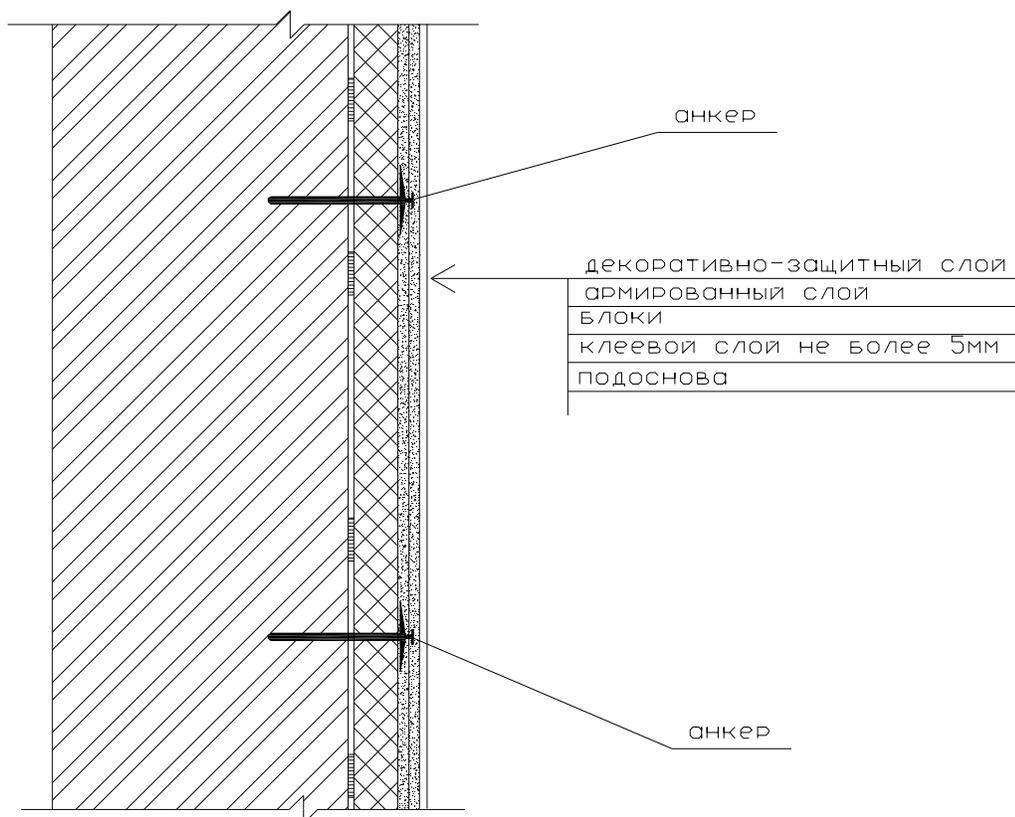


Рисунок А.5 – Тяжелая штукатурная система утепления стен

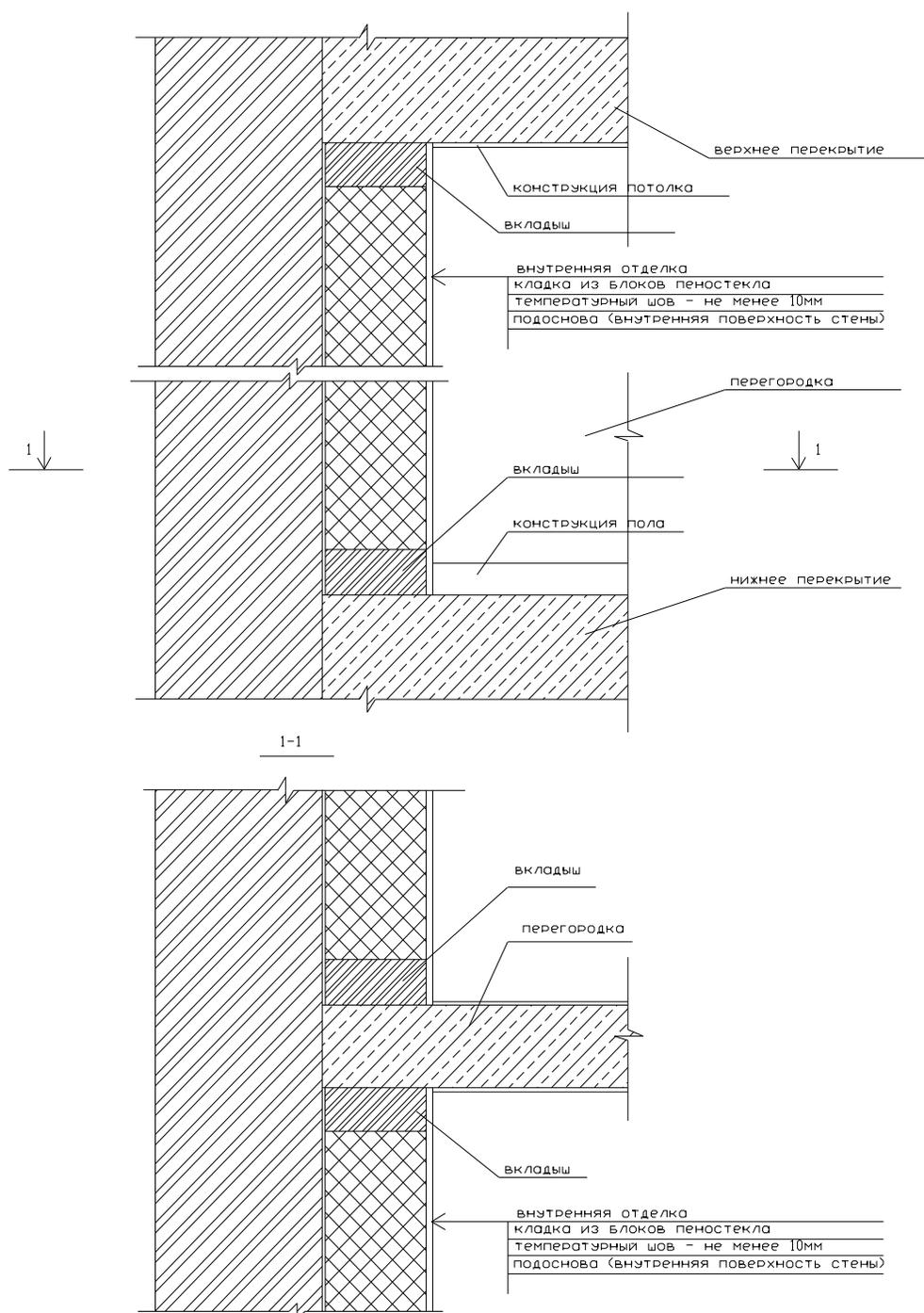


Рисунок А.6 – Внутренняя тепловая изоляция стен

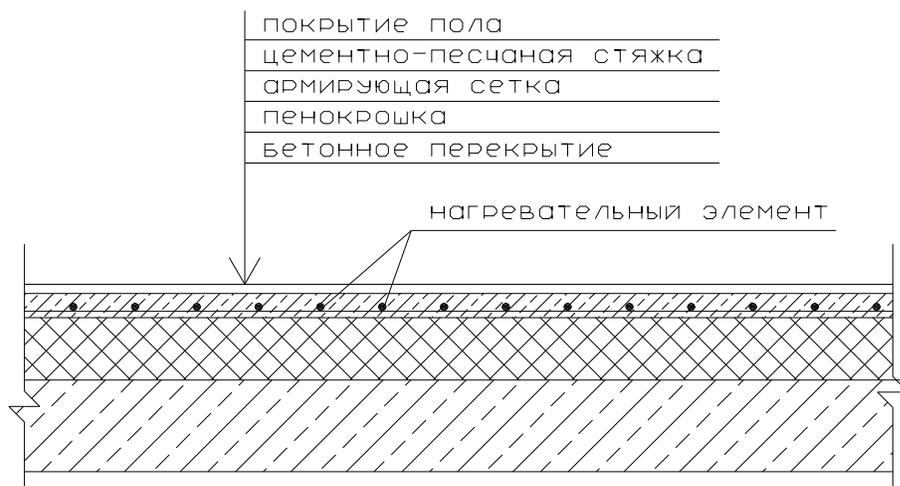


Рисунок А.7 – Тепловая изоляция пола из пенокрошки на перекрытии



Рисунок А.8 – Тепловая изоляция пола из блоков на перекрытии

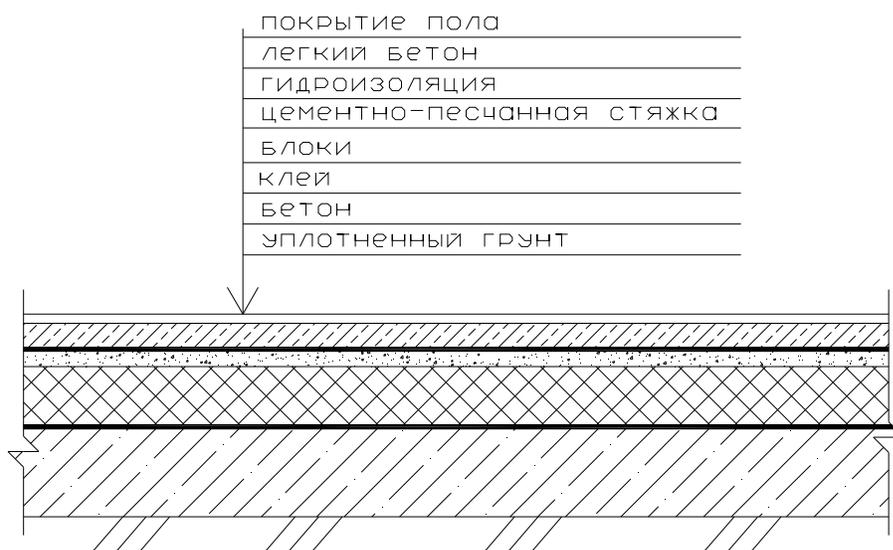


Рисунок А.9 – Тепловая изоляция пола из блоков по грунту

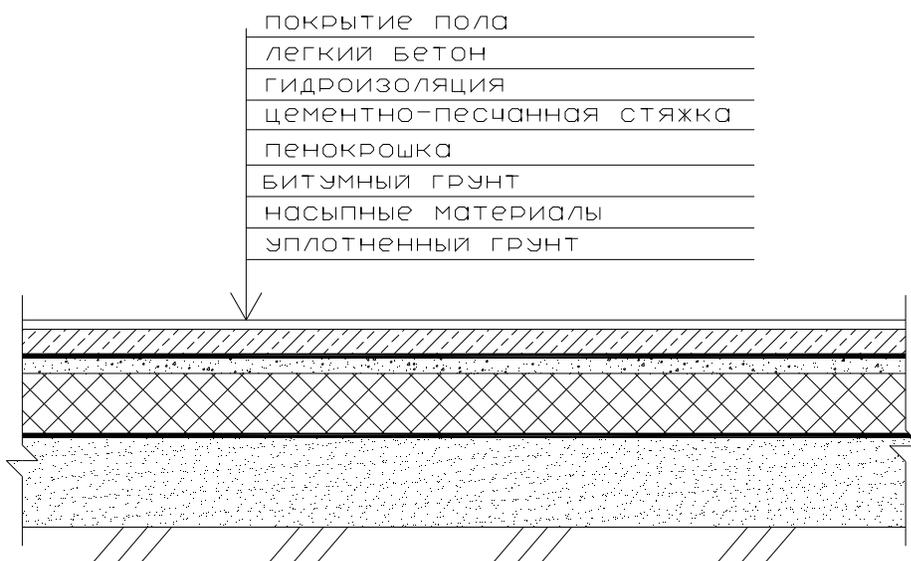


Рисунок А.10 – Тепловая изоляция пола из пенокрошки по грунту

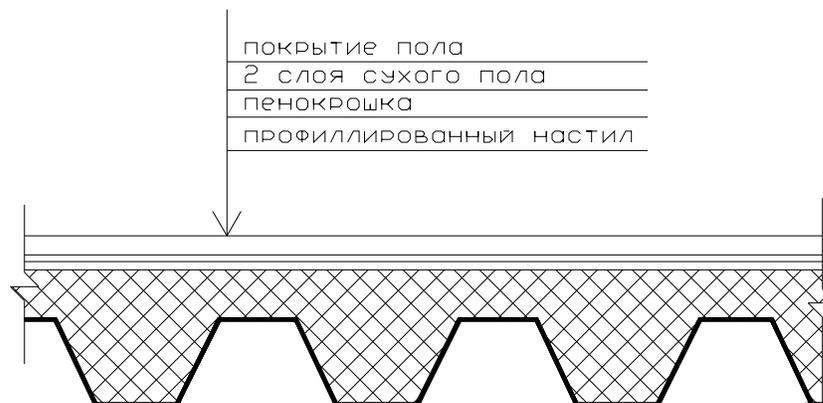


Рисунок А.11 – Выравнивание пенокрошкой основания под сухой пол

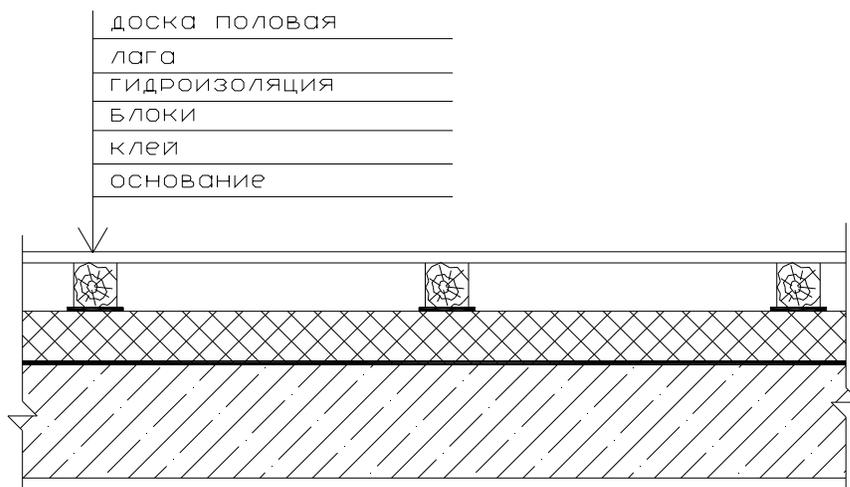


Рисунок А.12 – Тепловая изоляция дощатого пола

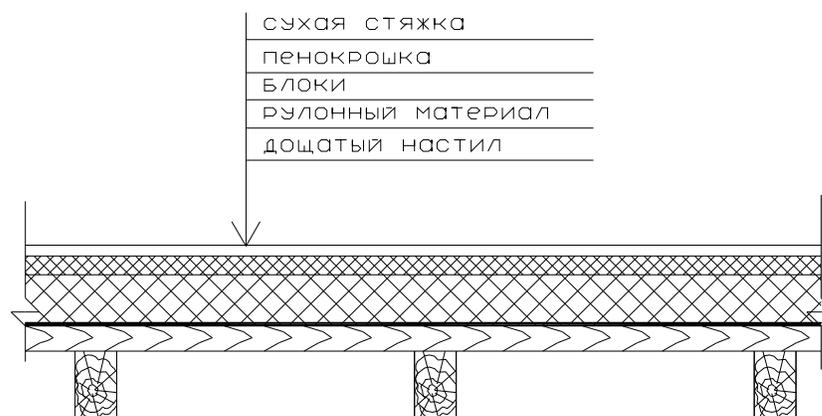


Рисунок А.13 – Тепловая изоляция дощатого чердачного перекрытия

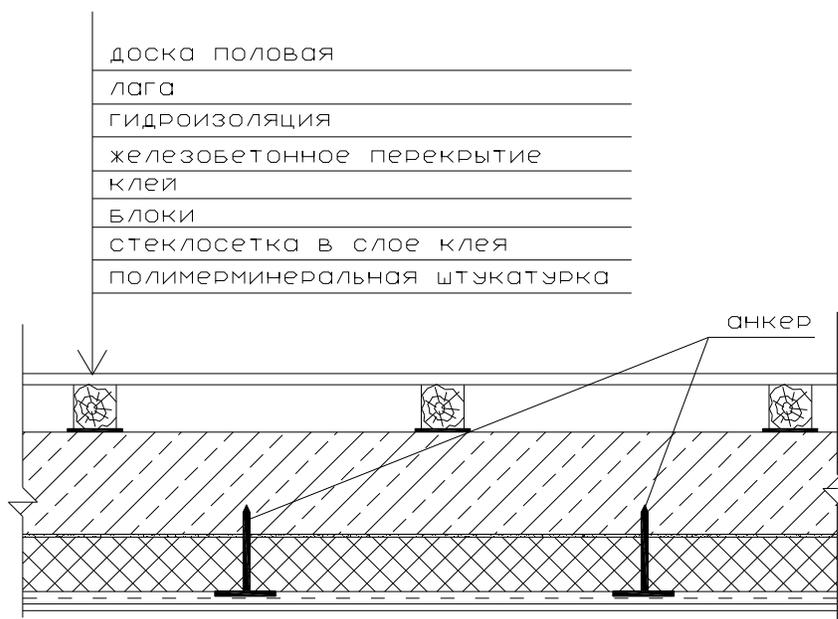
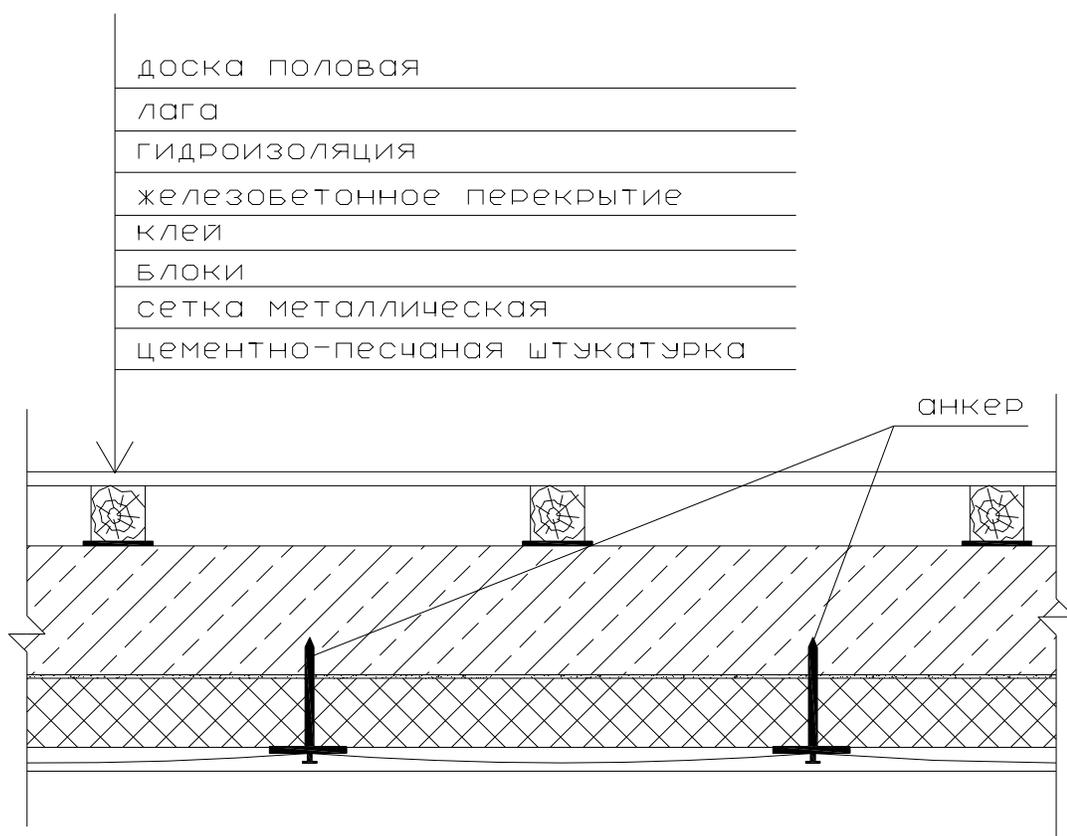


Рисунок А.14 – Наружная тепловая изоляция перекрытия с отделкой полимерминеральными материалами



**Рисунок А.15 – Наружная тепловая изоляция перекрытия
с отделкой цементно-песчаным раствором**

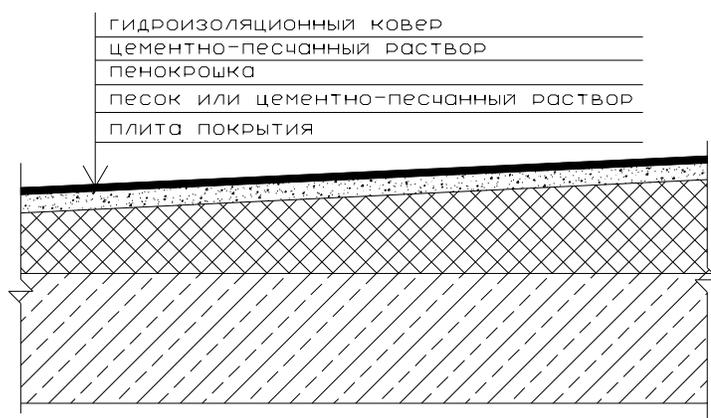


Рисунок А.16 – Тепловая изоляция совмещенной плоской кровли из пенокрошки

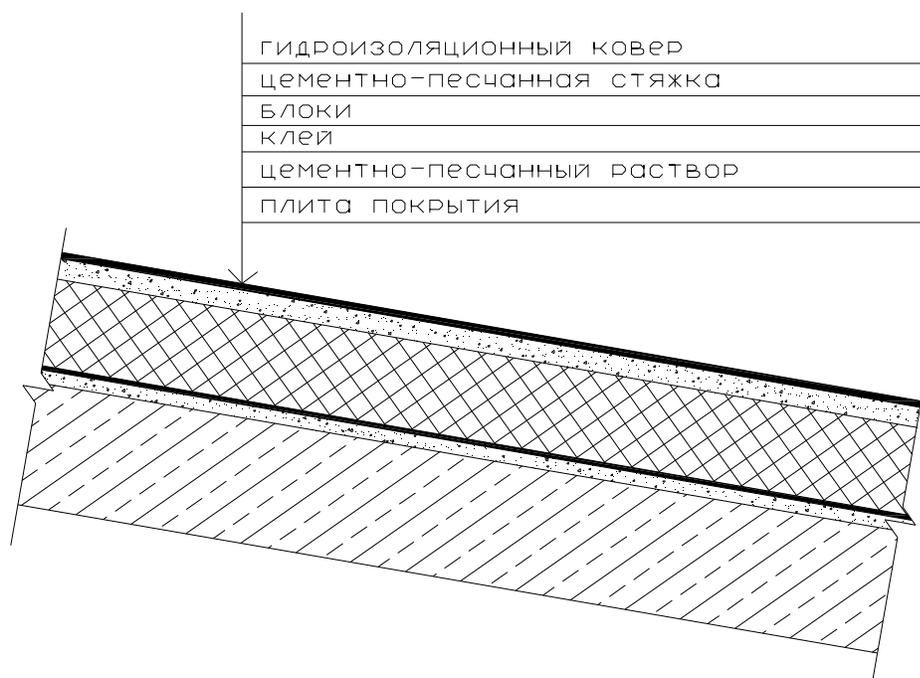


Рисунок А.17 – Тепловая изоляция совмещенной плоской кровли из блоков

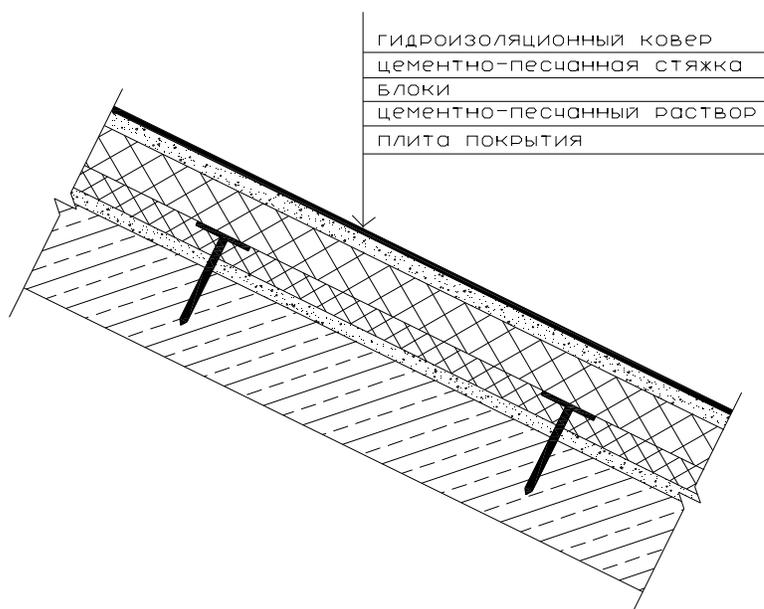


Рисунок А.18 – Тепловая изоляция совмещенной кровли с уклоном более 25%

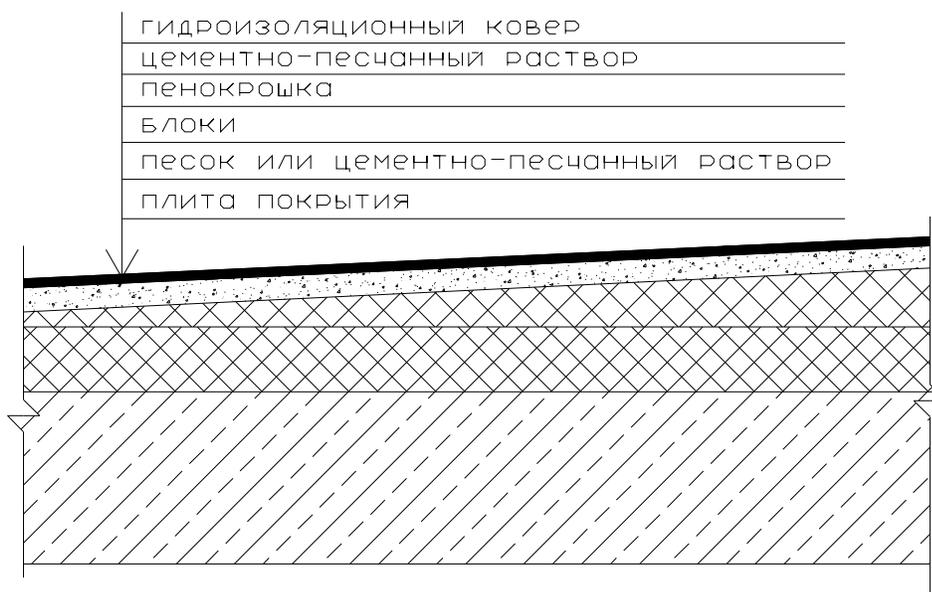


Рисунок А.19 – Тепловая изоляция совмещенной плоской кровли из блоков с разуклонкой из пенокрошки

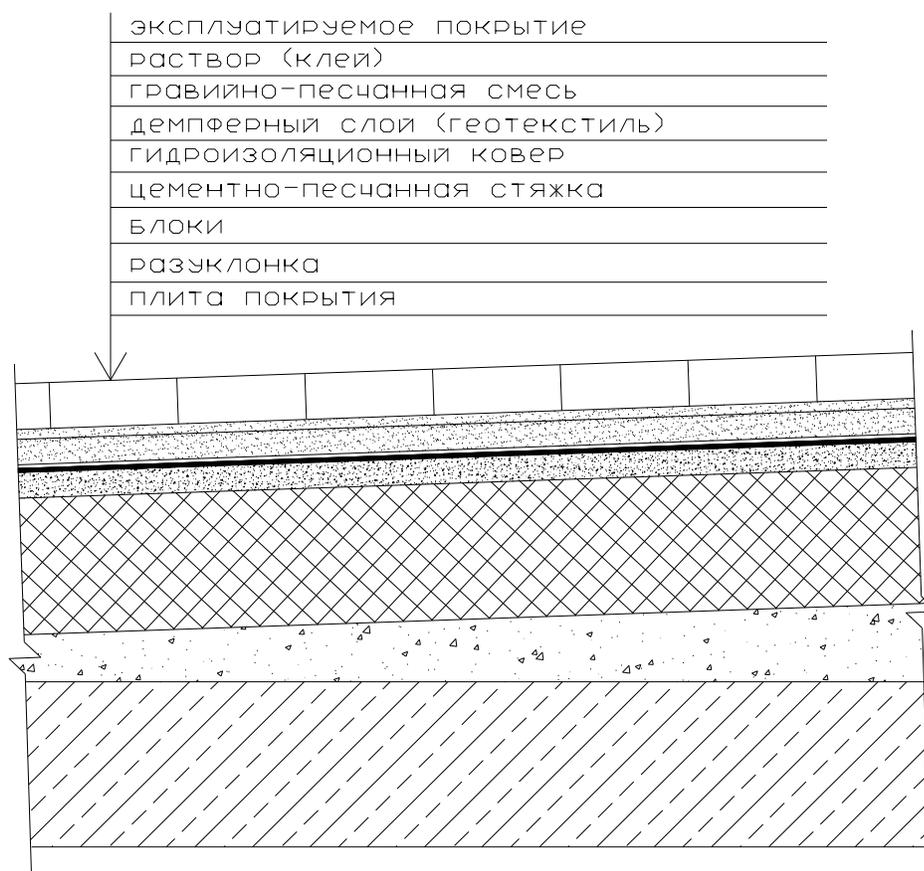


Рисунок А.20 – Тепловая изоляция в совмещенной эксплуатируемой кровле

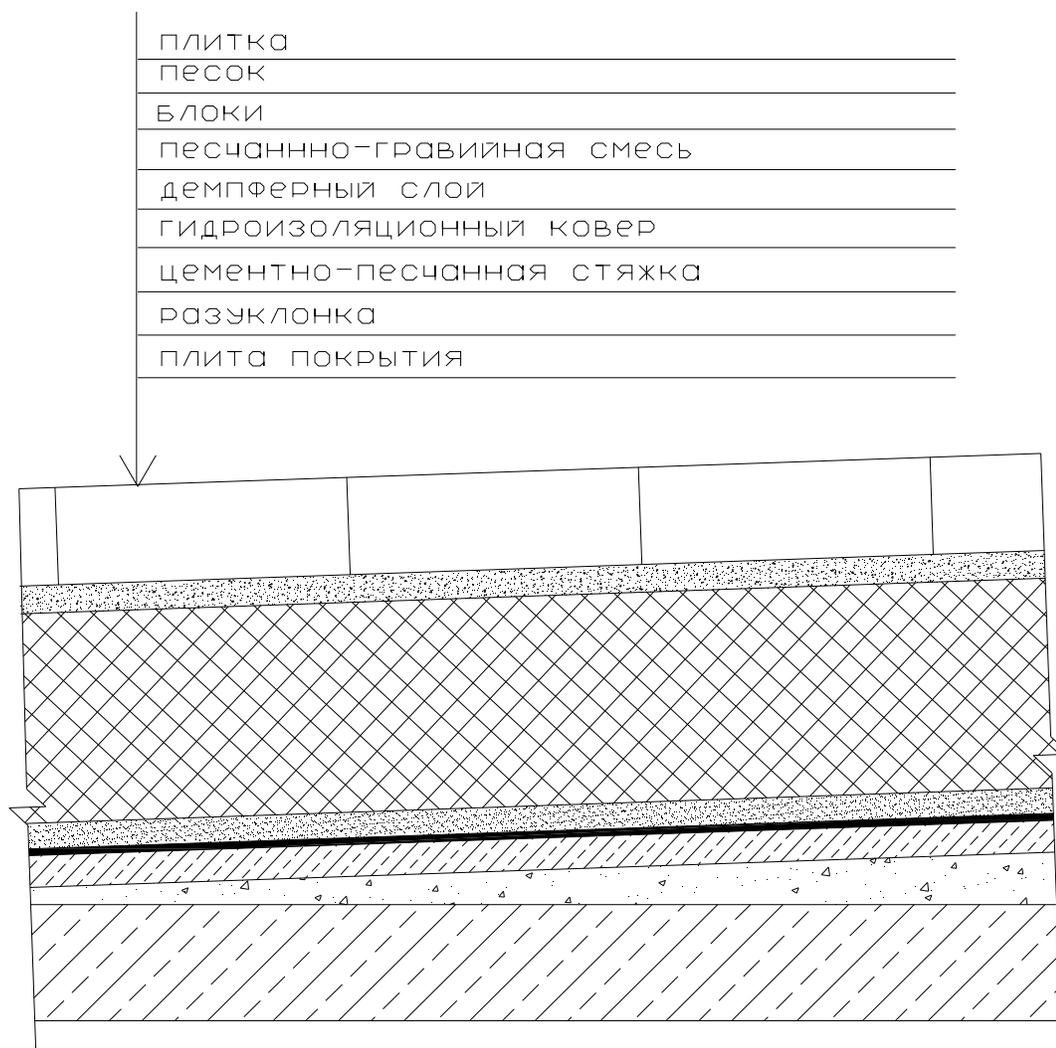


Рисунок А.21 – Тепловая изоляция в инверсионной кровле

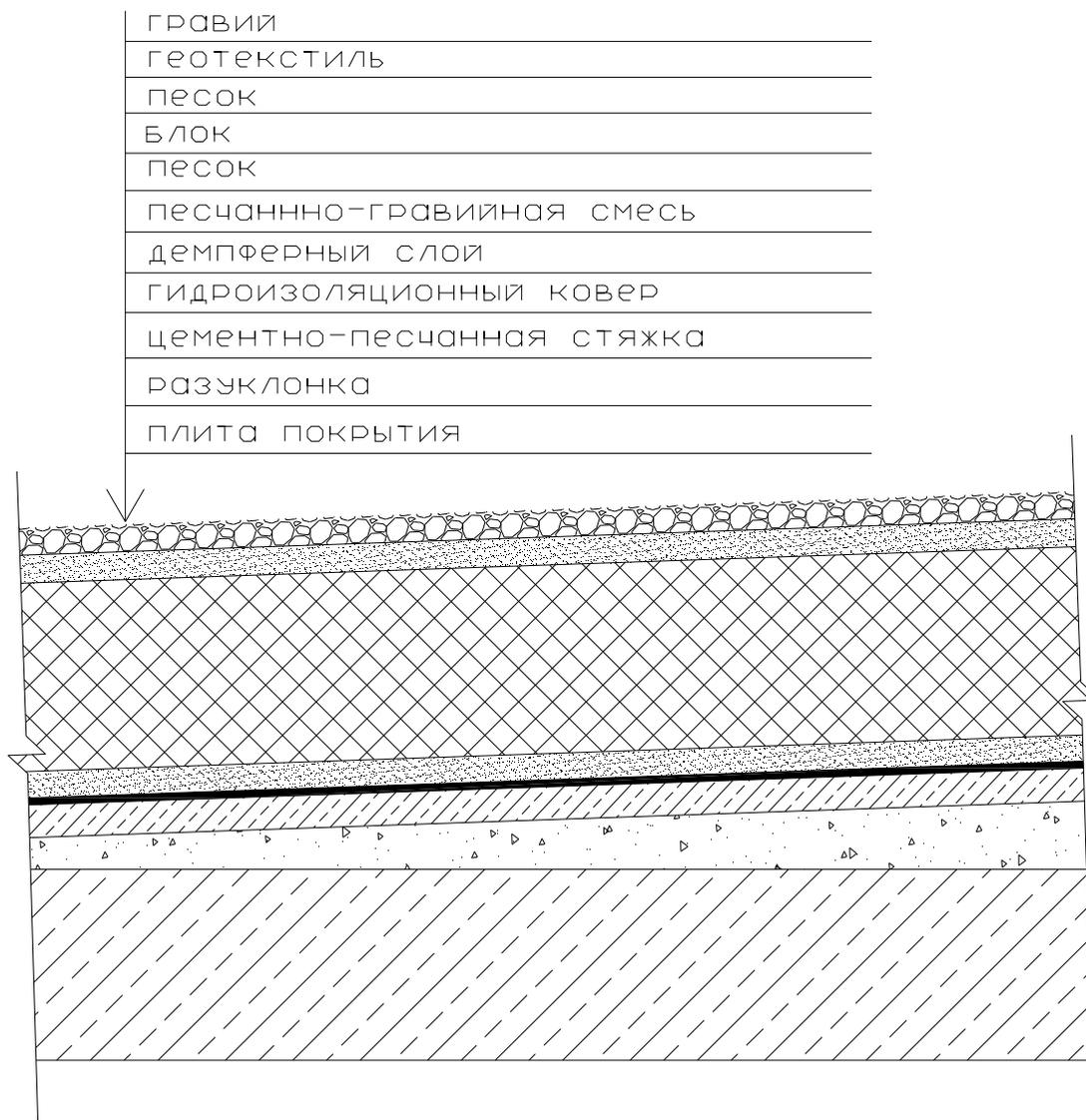


Рисунок А.22 – Тепловая изоляция в инверсионной кровле с пригрузом из гравия

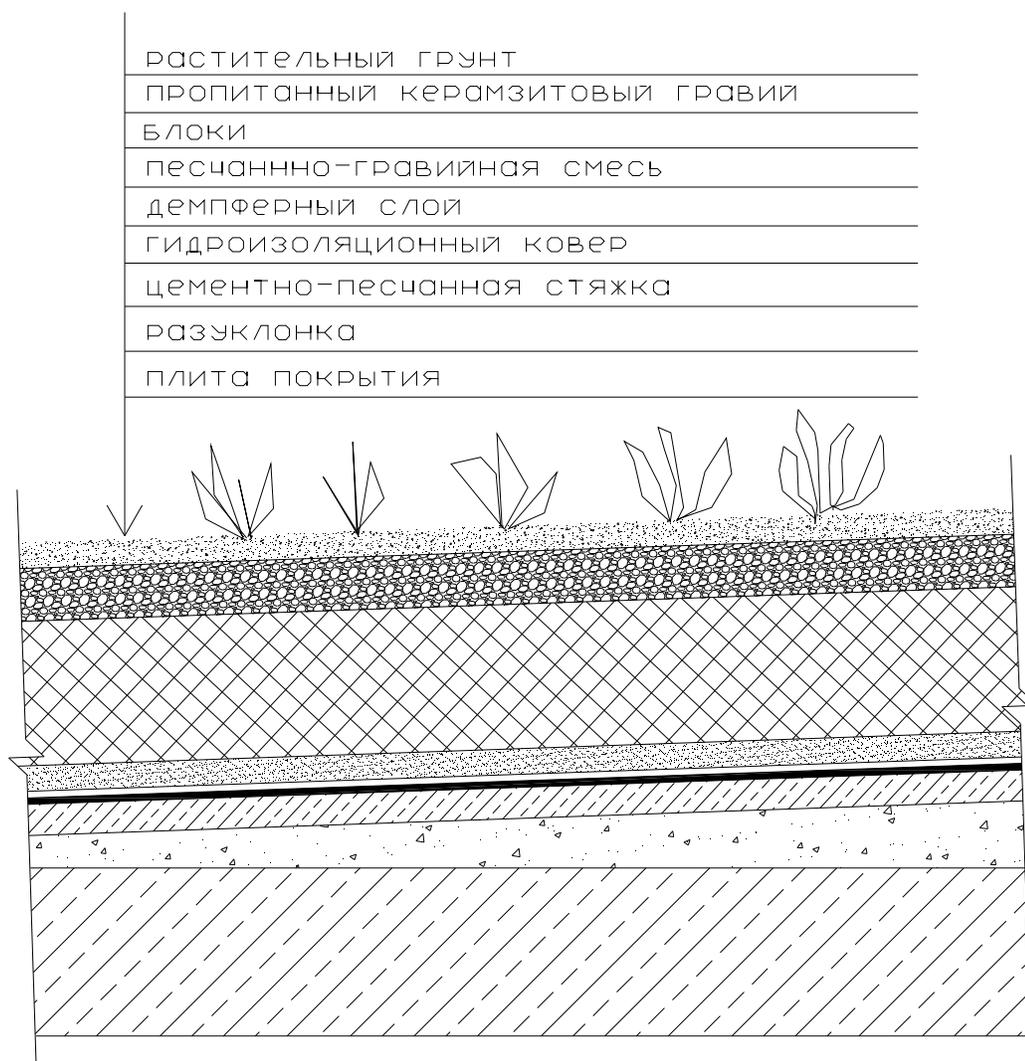


Рисунок А.23 – Тепловая изоляция в инверсионной кровле с озеленением

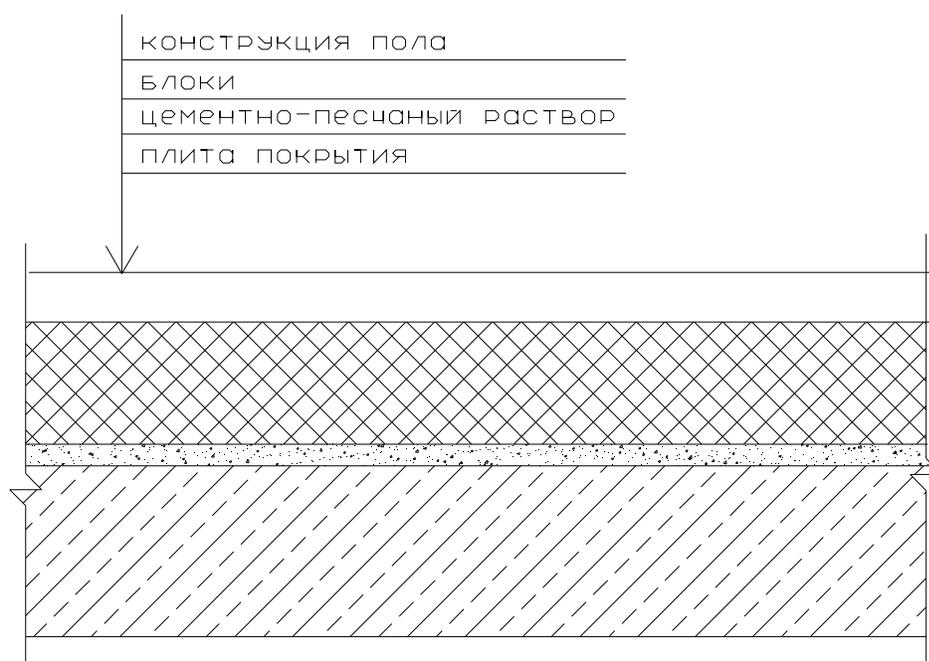


Рисунок А.24 - Тепловая изоляция эксплуатируемого чердачного перекрытия

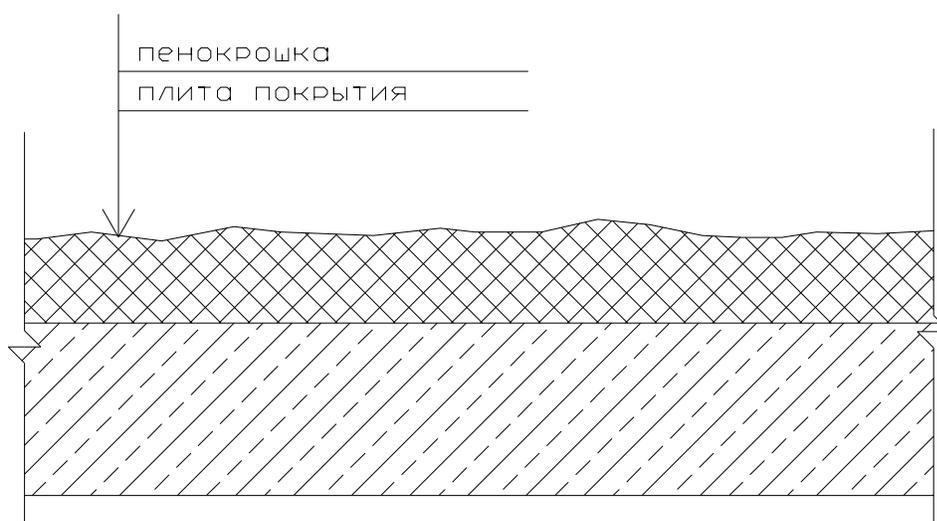


Рисунок А.25 - Тепловая изоляция не эксплуатируемого чердачного перекрытия

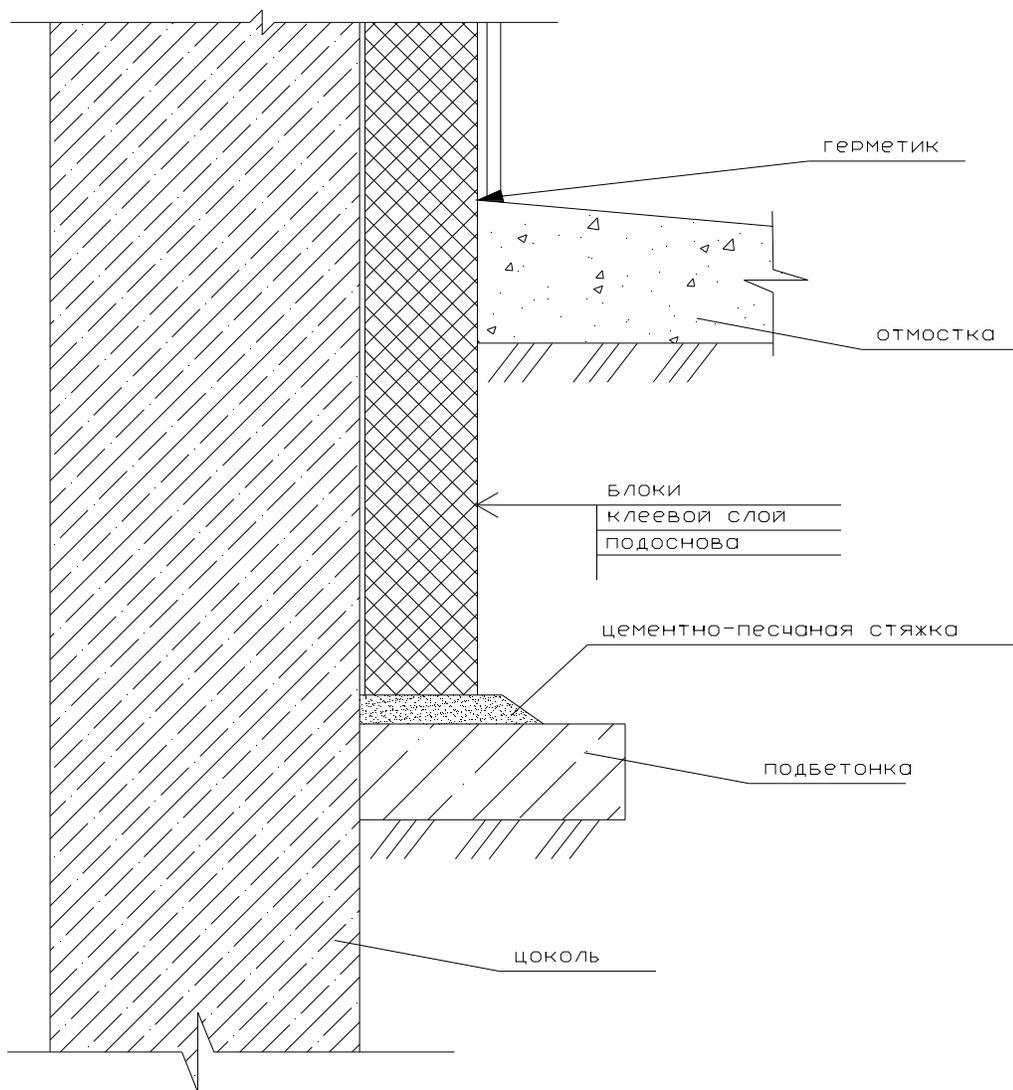


Рисунок А.27 – Тепловая изоляция цоколя ниже отмостки

Руководитель ВНК,
зав. отделом УП «Институт НИПТИС», к.т.н., с.н.с.

А.П. Пашков

Приложение Б

(справочное)

**Величины климатических параметров для расчета паропроницаемости
тепловой изоляции с использованием материалов из пеностекла**

Таблица Б.1 – Расчетные значения климатических параметров средних за год и за период со среднемесячными температурами ниже 0°C

Населенный пункт	Средние значения за год		Средние значения за период со среднемесячными температурами ниже 0°C		
	Температура, t_{ext} , °C	Упругость водяного пара, e_{ext} , Па	Температура, t_1^{ext} , °C	Упругость водяного пара, e_{ext}^0 , Па	Продолжительность, z_0 , сут
Витебская область					
Езерище	4,7	682	-4,9	340	151
Верхнедвинск	5,1	707	-5,3	331	121
Полоцк	5,2	720	-5,3	329	121
Шарковщина	5,3	719	-5,1	340	121
Витебск	5,1	695	-4,6	350	151
Лынтупы	5,2	716	-4,9	350	121
Докшицы	5,0	694	-5,4	323	121
Лепель	5,3	709	-5,2	333	121
Сенно	5,2	703	-4,4	356	151
Орша	5,1	701	-4,7	352	151
Минская область					
Вилейка	5,7	724	-4,5	354	121
Борисов	5,6	718	-4,9	344	121
Воложин	5,5	720	-4,7	353	121
Минск	5,5	712	-4,9	344	121
Березино	5,7	724	-4,8	344	121
Столбцы	5,8	731	-4,4	360	121
Марьино Горка	5,7	736	-4,7	354	121
Слуцк	6,0	742	-4,2	364	121
Гродненская область					
Ошмяны	5,4	721	-4,6	356	121
Лида	6,1	755	-3,9	374	121
Гродно	6,5	777	-3,2	402	121
Новогрудок	5,5	730	-4,5	365	121
Волковыск	6,7	766	-3,1	397	121
Могилевская область					
Горки	4,8	694	-5,1	345	151
Могилев	5,4	712	-4,4	363	151
Кричев	5,7	725	-4,9	339	121
Славгород	5,5	714	-4,4	360	151
Костюковичи	5,3	707	-4,7	348	151
Бобруйск	5,9	735	-4,7	350	121

Окончание таблицы Б.1

Населенный пункт	Средние значения за год		Средние значения за период со среднемесячными температурами ниже 0°C		
	Температура, t_{ext} , °C	Упругость водяного пара, e_{ext} , Па	Температура, t_1^{ext} , °C	Упругость водяного пара, e_{ext}^0 , Па	Продолжительность, Z_0 , сут
Брестская область					
Барановичи	6,1	751	-4,1	371	121
Ганцевичи	6,3	764	-3,7	377	121
Ивацевичи	6,6	771	-3,4	389	121
Пружаны	6,7	791	-3,1	404	121
Высокое	7,0	793	-2,8	413	121
Полесский	6,5	773	-3,5	382	121
Брест	7,3	800	-3,3	397	90
Пинск	6,9	786	-3,2	395	121
Гомельская область					
Жлобин	6,1	738	-4,8	346	121
Чечерск	5,8	728	-5,1	335	121
Октябрь	6,1	744	-4,4	357	121
Гомель	6,2	730	-4,7	343	121
Василевичи	6,4	747	-4,2	357	121
Житковичи	6,0	728	-3,7	368	121
Мозырь	6,6	749	-4,0	366	121
Лельчицы	6,7	759	-3,6	374	121
Брагин	6,3	759	-4,3	360	121

Таблица Б.2 – Расчетные значения климатических параметров средних за зимний, весенне-осенний и летний период

Населенный пункт	Средние значения за период					
	зимний		весенне-осенний		летний	
	Продолжительность, Z_1 , мес.	Температура, t_{ext1} , °C	Продолжительность, Z_2 , мес.	Температура, t_{ext2} , °C	Продолжительность, Z_3 , мес.	Температура, t_{ext3} , °C
Витебская область						
Езерище	3	-6,9	3	0,3	6	12,8
Верхнедвинск	2	-7,1	4	-0,5	6	13,0
Полоцк	2	-7,1	4	-0,5	6	13,1
Шарковщина	2	-6,8	4	-0,4	6	13,2
Витебск	3	-6,7	2	-1,5	7	12,0
Лынтупы	2	-6,5	4	-0,4	6	12,7
Докшицы	2	-7,1	4	-0,7	6	12,7
Лепель	2	-7,0	3	-2,3	7	12,1
Сенно	2	-7,3	3	-2,5	7	12,1
Орша	3	-6,8	3	0,6	6	13,2
Минская область						
Вилейка	2	-6,3	3	-1,7	7	12,2
Борисов	2	-6,6	3	-2,0	7	12,4
Воложин	2	-6,4	3	-1,8	7	12,1
Минск	2	-6,6	3	-2,0	7	12,2
Березино	2	-6,6	3	-2,0	7	12,5
Столбцы	2	-6,0	3	-1,6	7	12,4
Марьино Горка	2	-6,5	3	-1,8	7	12,3
Слуцк	2	-6,0	3	-1,4	7	12,6

Окончание таблицы Б.2

Населенный пункт	Средние значения за период					
	зимний		весенне-осенний		летний	
	Продолжительность, z_1 , мес.	Температура, t_{ext1} , °C	Продолжительность, z_2 , мес.	Температура, t_{ext2} , °C	Продолжительность, z_3 , мес.	Температура, t_{ext3} , °C
Гродненская область						
Ошмяны	2	-6,3	3	-1,8	7	11,8
Лида	2	-5,5	3	-1,1	7	12,4
Гродно	1	-5,1	4	-1,5	7	12,8
Новогрудок	2	-6,1	3	-1,8	7	12,0
Волковыск	0	-	5	-2,1	7	12,9
Могилевская область						
Горки	3	-7,2	3	0,3	6	13,0
Могилев	2	-7,3	3	-2,4	7	12,3
Кричев	2	-6,7	3	-2,0	7	12,5
Славгород	2	-7,3	3	-2,4	7	12,6
Костюковичи	2	-7,8	3	-2,7	7	12,5
Бобруйск	2	-6,4	3	-1,7	7	12,7
Брестская область						
Барановичи	2	-5,8	3	-1,3	7	12,7
Ганцевичи	1	-5,8	3	-0,9	7	12,7
Ивацевичи	1	-5,5	4	-1,7	7	13,0
Пружаны	1	-5,2	4	-1,4	7	13,0
Высокое	0	-	5	-1,8	7	13,2
Полесский	1	-5,6	4	-1,8	7	12,9
Брест	0	-	5	-1,3	7	13,5
Пинск	1	-5,3	4	-1,4	7	13,3
Гомельская область						
Жлобин	2	-6,6	3	-1,7	7	13,0
Чечерск	2	-7,0	3	-2,0	7	12,9
Октябрь	2	-6,2	3	-1,4	7	12,9
Гомель	2	-6,6	3	-1,6	7	13,2
Василевичи	2	-6,1	3	-1,2	7	13,2
Житковичи	1	-6,0	3	-0,8	7	13,3
Мозырь	2	-5,8	3	-1,0	7	13,3
Лельчицы	1	-5,9	4	-1,7	7	13,3
Брагин	2	-6,3	3	-1,3	7	13,2

Таблица Б.3 – Расчетные значения упругости насыщенного водяного пара для температуры от 0 до 30 °C при давлении воздуха 0,1 МПа.

t , °C	E , Па										t , °C
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
0	611	615	620	624	629	633	639	643	648	652	0
1	657	661	667	671	676	681	687	691	696	701	1
2	705	711	716	721	727	732	737	743	748	753	2
3	759	764	769	775	780	785	791	796	803	808	3
4	813	819	825	831	836	843	848	855	860	867	4
5	872	879	885	891	897	904	909	916	923	929	5
6	935	941	948	956	961	968	975	981	988	995	6
7	1001	1009	1016	1023	1029	1037	1044	1051	1059	1065	7
8	1072	1080	1088	1095	1103	1189	1117	1125	1132	1140	8

Окончание таблицы Б.3

t °C	E, Па										t °C
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
9	1148	1156	1164	1172	1180	1188	1196	1204	1212	1220	9
10	1228	1236	1244	1253	1261	1269	1279	1287	1285	1304	10
11	1312	1321	1331	1339	1348	1355	1365	1375	1384	1393	11
12	1403	1412	1421	1431	1440	1449	1459	1468	1479	1488	12
13	1497	1508	1517	1527	1537	1547	1557	1568	1577	1588	13
14	1599	1609	1619	1629	1640	1651	1661	1672	1683	1695	14
15	1705	1716	1727	1739	1749	1761	1772	1784	1795	1807	15
16	1817	1829	1841	1853	1865	1877	1889	1901	1913	1925	16
17	1937	1949	1962	1974	1986	2000	2012	2025	2037	2050	17
18	2064	2077	2089	2102	2115	2129	2142	2156	2169	2182	18
19	2197	2210	2225	2238	2252	2266	2281	2294	2309	2324	19
20	2338	2352	2366	2381	2396	2412	2426	2441	2456	2471	20
21	2488	2502	2517	2538	2542	2564	2580	2596	2612	2628	21
22	2644	2660	2676	2691	2709	2725	2742	2758	2776	2792	22
23	2809	2826	2842	2860	2877	2894	2913	2930	2948	2965	23
24	2984	3001	3020	3038	3056	3074	3093	3112	3130	3149	24
25	3168	3186	3205	3224	3244	3262	3282	3301	3321	3341	25
26	3363	3381	3401	3421	3441	3461	3481	3502	3523	3544	26
27	3567	3586	3608	3628	3649	3672	3692	3714	3736	3758	27
28	3782	3801	3824	3846	3869	3890	3913	3937	3960	3982	28
29	4005	4029	4052	4076	4100	4122	4146	4170	4194	4218	29
30	4246	4268	4292	4317	4341	4366	4390	4416	4441	4466	30

Таблица Б.4 - Расчетные значения упругости насыщенного водяного пара для температур от 0 до минус 30°C при давлении воздуха 0,1 МПа.

t °C	E, Па										t °C
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
0	611	606	601	597	592	587	581	577	573	545	0
-1	563	558	553	549	544	539	535	531	527	263	-1
-2	517	513	509	505	500	496	492	488	484	480	-2
-3	476	472	468	464	460	456	452	449	445	441	-3
-4	437	433	429	426	423	419	415	411	408	405	-4
-5	401	398	395	391	388	385	381	378	375	371	-5
-6	368	365	363	359	356	353	351	347	344	341	-6
-7	337	335	332	329	327	324	321	318	315	312	-7
-8	309	307	304	301	299	296	293	291	289	287	-8
-9	284	281	279	276	273	271	268	266	264	262	-9
-10	260	257	255	253	251	248	245	243	241	239	-10
-11	237	235	233	231	229	227	225	223	221	219	-11
-12	217	215	213	211	209	208	207	205	203	201	-12
-13	199	197	195	193	191	189	188	186	184	183	-13
-14	181	180	179	177	175	173	172	170	168	167	-14
-15	165	164	163	161	159	157	156	155	153	152	-15
-16	151	149	148	147	145	144	143	141	140	139	-16
-17	137	136	135	133	132	131	129	129	128	127	-17
-18	125	124	123	121	120	119	117	117	116	115	-18
-19	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	-19

Окончание таблицы Б.4

t , °C	E , Па										t , °C
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
-20	103	102	101	100	99	99	98	97	95	94	-20
-21	93,3	92,5	91,7	90,9	90,1	89,3	88,5	87,7	86,9	86,1	-21
-22	85,3	84,5	83,7	82,9	82,1	81,3	80,5	79,7	78,9	78,1	-22
-23	77,3	76,5	75,7	74,9	74,1	73,3	72,5	71,7	70,9	70,1	-23
-24	69,3	68,5	67,7	66,9	66,1	65,3	64,8	64,3	63,7	63,2	-24
-25	62,7	62,1	61,6	61,1	60,5	60,0	59,2	58,4	57,6	56,8	-25
-26	56,0	55,5	54,9	54,4	53,9	53,3	52,8	52,3	51,7	51,2	-26
-27	50,7	50,1	49,6	49,1	48,5	48,0	47,5	46,9	46,4	45,9	-27
-28	45,3	44,9	44,5	44,1	43,7	43,3	42,9	42,5	42,1	41,7	-28
-29	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,1	37,7	-29
-30	37,3	37,0	36,6	36,2	35,8	35,5	35,1	34,7	34,3	34,0	-30

Руководитель ВНК,
зав. отделом УП «Институт НИПТИС», к.т.н., с.н.с.

А.П. Пашков

Приложение В

(справочное)

Примеры расчета ограждающих конструкций зданий и сооружений с тепловой изоляцией из материалов с использованием пеностекла по определению требуемого сопротивления паропрооницанию

В.1 Пример расчета 1

Определить требуемое сопротивление паропрооницанию трехслойной кирпичной стены жилого здания, построенного в г. Витебске. Конструкция стены соответствует рисунку А.1

Исходные данные

Конструктивное решение стены по слоям (от внутренней поверхности):

1 Цементно-песчаная штукатурка толщиной 20 мм

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_1 = 0,09 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

2 Кладка из керамического кирпича плотностью $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ толщиной 380мм

$$\delta_2 = 0,38 \text{ м}; \lambda_2 = 0,78 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_2 = 0,14 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

3 Утеплитель – теплоизоляционные блоки из пеностекла толщиной 130 мм

$$\delta_w = 0,13 \text{ м}; \lambda_3 = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_3 = 0,003 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}); \gamma_w = 170 \text{ кг}/\text{м}^3; \Delta w_{av} = 1,5\%.$$

4 Облицовка из силикатного кирпича толщиной 120мм (плотность кладки $1600 \text{ кг}/\text{м}^3$)

$$\delta_4 = 0,12 \text{ м}; \lambda_4 = 1,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_4 = 0,12 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Расчет

Плоскость возможной конденсации многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,38/0,78 + 0,13/0,09 + 0,12/1,28 + 1/23 = 2,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_K^i = 0,02/0,93 + 0,38/0,78 + 0,13/0,09 = 1,95 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Сопротивление паропрооницанию слоев, расположенных между внутренней по-

верхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_{vp} = 0,02/0,09 + 0,38/0,14 + 0,13/0,003 = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

Сопrotивление паропроницанию слоев конструкции, расположенных между плоскостью возможной конденсации и наружной поверхностью конструкции:

$$R_{vp}^e = 0,12/0,12 = 1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}.$$

По таблице 4: $t_{int} = t_e = 18^\circ\text{C}$, $\varphi_{int} = \varphi_e = 55\%$, $E_{int} = E_e = 2064 \text{ Па}$, $e_{int} = e_e = 1135 \text{ Па}$.

В.1.1 Проверка по СНБ 2.04.01 из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за отопительный период.

По таблице 4.4 СНБ 2.04.01: $t_{н\text{ом}} = -2,0^\circ\text{C}$; $e_n = 424 \text{ Па}$.

Температура в плоскости возможной конденсации (средняя за отопительный период, определяемая по формуле 9.3 СНБ 2.04.01):

$$t_k = 18 - \frac{18 + 2}{2,2} \left(\frac{1}{8,7} + 1,95 \right) = -0,755^\circ\text{C}$$

Максимальное парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации, принимаемое по приложению Ж СНБ 2.04.01: $E_k = 575 \text{ Па}$;

Требуемое сопротивление паропроницанию (формула 9.1 СНБ 2.04.01)

$$R_{н\text{тр}} = 1 \cdot \frac{1135 - 575}{575 - 424} = 3,717 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ - условие выполнено.

В.1.2 Проверка из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации

По таблице Б.1: $e_{ext} = 695 \text{ Па}$,

по таблице Б.2: $t_{ext1} = -6,7^\circ\text{C}$, $t_{ext2} = -1,5^\circ\text{C}$, $t_{ext3} = 12,0^\circ\text{C}$, $z_1 = 3 \text{ мес}$, $z_2 = 2 \text{ мес}$, $z_3 = 7 \text{ мес}$.

Температуры в плоскости возможной конденсации для зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов по формуле (7):

$$\tau_1 = 18 - \frac{18 + 6,7}{2,2} \left(\frac{1}{8,7} + 1,95 \right) = -5,2^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{18 + 1,5}{2,2} \left(\frac{1}{8,7} + 1,95 \right) = -0,287^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{18 - 12}{2,2} \left(\frac{1}{8,7} + 1,95 \right) = 12,373^\circ\text{C}$$

Соответствующие упругости насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации по таблицам Б.3 и Б.4: $E_1 = 397 \text{ Па}$; $E_2 = 597 \text{ Па}$, $E_3 = 1438 \text{ Па}$.

Среднее значение упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации по формуле (11):

$$E = \frac{397 \cdot 3 + 597 \cdot 2 + 1438 \cdot 7}{12} = 1038 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации по формуле (5):

$$R_{vp1}^{req} = 1 \cdot \frac{1135 - 1038}{1038 - 695} = 0,285 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.1.3 Проверка из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднемесечной температурой наружного воздуха не выше 0°C.

По таблице Б.1: $t_1^{ext} = -4,6^\circ\text{C}$, $e_{ext}^0 = 350 \text{ Па}$, $z_0 = 151 \text{ сут}$.

Средняя температура в плоскости возможной конденсации при средней температуре воздуха периода со среднемесечной температурой воздуха не выше 0°C по формуле (7):

$$\tau = 18 - \frac{18 + 4,6}{2,2} \left(\frac{1}{8,7} + 1,95 \right) = -3,194^\circ\text{C}$$

По таблицам Б.3 и Б.4 упругость насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации $E_0 = 468 \text{ Па}$.

Коэффициент η по формуле (12)

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (468 - 350) \cdot 151}{1,0} = 42,925$$

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднесуточной температурой наружного воздуха не выше 0°C по формуле (6):

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot 151 (1135 - 468)}{170 \cdot 0,13 \cdot 1,5 + 42,925} = 3,176 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

Вывод – В данной конструкции стены требуемое сопротивление паропрооницанию обеспечено.

В.2 Пример расчета 2

Определить требуемое сопротивление паропрооницанию для бетонной стены, утепленной с внутренней стороны до сопротивления теплопередаче не менее $3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, для жилого здания, расположенного в г. Гомеле. Конструкция стены соответствует рисунку А.6

Исходные данные

Конструктивное решение стены по слоям (от внутренней поверхности):

1 Цементно-песчаная штукатурка толщиной 20 мм

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}); \mu_1 = 0,09 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

2 Утеплитель – теплоизоляционные блоки из пеностекла толщиной 250 мм

$$\delta_w = 0,25 \text{ м}; \lambda_3 = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}); \mu_3 = 0,003 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \gamma_w = 170 \text{ кг}/\text{м}^3; \Delta w_{av} = 1,5\%.$$

3 Железобетонная стеновая панель толщиной 120 мм

$$\delta_4 = 0,12 \text{ м}; \lambda_4 = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}); \mu_4 = 0,03 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

Расчет

Плоскость возможной конденсации многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,25/0,09 + 0,12/2,04 + 1/23 = 3,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_k^i = 0,02/0,93 + 0,25/0,09 = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление паропрооницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_{vp} = 0,02/0,09 + 0,25/0,003 = 83,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Сопротивление паропрооницанию слоев конструкции, расположенных между плоскостью возможной конденсации и наружной поверхностью конструкции:

$$R_{vp}^e = 0,12/0,03 = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

По таблице 4: $t_{int} = t_e = 18^\circ\text{C}$, $\varphi_{int} = \varphi_e = 55\%$, $E_{int} = E_e = 2064 \text{ Па}$, $e_{int} = e_e = 1135 \text{ Па}$.

В.2.1 Проверка по СНБ 2.04.01 из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за отопительный период.

По таблице 4.4 СНБ 2.04.01: $t_{н om} = -1,6^\circ\text{C}$; $e_n = 444 \text{ Па}$.

Температура в плоскости возможной конденсации (средняя за отопительный период, определяемая по формуле 9.3 СНБ 2.04.01):

$$t_k = 18 - \frac{18 + 1,6}{3} \left(\frac{1}{8,7} + 2,8 \right) = -0,935^\circ C$$

Максимальное парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации, принимаемое по приложению Ж СНБ 2.04.01: $E_k = 566$ Па;

Требуемое сопротивление паропрооницанию (формула 9.1 СНБ 2.04.01)

$$R_{n\text{тр}} = 4 \cdot \frac{1135 - 566}{566 - 444} = 18,7 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 83,55 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.2.2 Проверка из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации

По таблице Б.1: $e_{ext} = 730$ Па,

по таблице Б.2: $t_{ext1} = -6,6^\circ C$, $t_{ext2} = -1,6^\circ C$, $t_{ext3} = 13,2^\circ C$, $z_1 = 2$ мес, $z_2 = 3$ мес, $z_3 = 7$ мес.

Температуры в плоскости возможной конденсации для зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов по формуле (7):

$$\tau_1 = 18 - \frac{18 + 6,6}{3} \left(\frac{1}{8,7} + 2,8 \right) = -5,766^\circ C$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{18 + 1,6}{3} \left(\frac{1}{8,7} + 2,8 \right) = -0,935^\circ C$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{18 - 13,2}{3} \left(\frac{1}{8,7} + 2,8 \right) = 13,36^\circ C$$

Соответствующие упругости насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации по таблицам Б.3 и Б.4: $E_1 = 376$ Па; $E_2 = 566$ Па, $E_3 = 1534$ Па.

Среднее значение упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации по формуле (11)

$$E = \frac{376 \cdot 2 + 566 \cdot 3 + 1534 \cdot 7}{12} = 1099 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации по формуле (5)

$$R_{vp1}^{req} = 1 \cdot \frac{1135 - 1099}{1099 - 730} = 0,391 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.2.3 Проверка из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднемесячной температурой наружного воздуха не выше 0°C.

По таблице Б.1: $t_j^{ext} = -4,7^\circ\text{C}$, $e_{ext}^0 = 343 \text{ Па}$, $z_0 = 121 \text{ сут}$.

Средняя температура в плоскости возможной конденсации при средней температуре воздуха периода со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°C по формуле (7):

$$\tau = 18 - \frac{18 + 4,7}{3} \left(\frac{1}{8,7} + 2,8 \right) = -3,93^\circ\text{C}$$

По таблицам Б.3 и Б.4 упругость насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации $E_0 = 440 \text{ Па}$.

Коэффициент η по формуле (12):

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (440 - 343) \cdot 121}{4,0} = 7,02$$

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднесуточной температурой наружного воздуха не выше 0°C по формуле (6):

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot 121(1135 - 440)}{170 \cdot 0,25 \cdot 1,5 + 7,02} = 5,37 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 46,27 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

Вывод – В данной конструкции стены требуемое сопротивление паропрооницанию обеспечено..

В.3 Пример расчета 3

Определить требуемое сопротивление паропрооницанию кирпичной стены с легкой штукатурной системой утепления для жилого здания, построенного в г. Минске. Конструкция стены соответствует рисунку А.4.

Исходные данные

Конструктивное решение стены по слоям (от внутренней поверхности):

- 1 Цементно-песчаная штукатурка толщиной 20 мм

$$\delta_1 = 0,02 \text{ м}; \lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_1 = 0,09 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

2 Кладка из керамического кирпича плотностью $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ толщиной 510 мм
 $\delta_2 = 0,38 \text{ м}; \lambda_2 = 0,78 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_2 = 0,14 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$

3 Утеплитель – теплоизоляционные блоки из пеностекла толщиной 120 мм
 $\delta_w = 0,13 \text{ м}; \lambda_3 = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_3 = 0,003 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \gamma_w = 170 \text{ кг}/\text{м}^3; \Delta w_{av} = 1,5\%.$

4 Армированный слой из полимерминерального клея толщиной 5 мм
 $\delta_4 = 0,05 \text{ м}; \lambda_4 = 0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_4 = 0,02 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$

5 Армированный слой из полимерминеральной штукатурки толщиной 5 мм
 $\delta_4 = 0,05 \text{ м}; \lambda_4 = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_4 = 0,02 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$

6 Краска $\delta_4 = 0,001 \text{ м}; \mu_4 = 0,005 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$

Расчет

Плоскость возможной конденсации многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопrotивление теплопередаче:

$$R_0 = 1/8,7 + 0,02/0,93 + 0,51/0,78 + 0,12/0,09 + 0,05/0,6 + 0,05/0,05 + 1/23 = 2,16 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_K^i = 0,02/0,93 + 0,51/0,78 + 0,12/0,09 = 1,99 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}.$$

Сопrotивление паропрооницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации:

$$R_{vp} = 0,02/0,09 + 0,51/0,14 + 0,12/0,003 = 44,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Сопrotивление паропрооницанию слоев конструкции, расположенных между плоскостью возможной конденсации и наружной поверхностью конструкции:

$$R_{vp}^e = 0,005/0,02 + 0,005/0,02 + 0,001/0,005 = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

По таблице 4: $t_{int} = t_e = 18^\circ\text{С}, \varphi_{int} = \varphi_e = 55\%, E_{int} = E_e = 2064 \text{ Па}, e_{int} = e_e = 1135 \text{ Па}.$

В.3.1 Проверка по СНБ 2.04.01 из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за отопительный период.

По таблице 4.4 СНБ 2.04.01: $t_{н\text{ом}} = -1,6^\circ\text{С}; e_n = 455 \text{ Па}.$

Температура в плоскости возможной конденсации (средняя за отопительный период, определяемая по формуле 9.3 СНБ 2.04.01)

$$t_k = 18 - \frac{18 + 2}{2,16} \left(\frac{1}{8,7} + 1,99 \right) = -1,04^\circ\text{С}$$

Максимальное парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации, принимаемое по приложению Ж СНБ 2.04.01: $E_k = 561$ Па;

Требуемое сопротивление паропрооницанию (формула 9.1 СНБ 2.04.01)

$$R_{н\text{тп}} = 1 \cdot \frac{1135 - 561}{561 - 455} = 3,79 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 44,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.3.2 Проверка из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации

По таблице Б.1: $e_{ext} = 712$ Па,

по таблице Б.2: $t_{ext1} = -6,6^\circ\text{C}$, $t_{ext2} = -2,0^\circ\text{C}$, $t_{ext3} = 12,2^\circ\text{C}$, $z_1 = 2$ мес, $z_2 = 3$ мес, $z_3 = 7$ мес.

Температуры в плоскости возможной конденсации для зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов по формуле (7):

$$\tau_1 = 18 - \frac{18 + 6,6}{2,16} \left(\frac{1}{8,7} + 1,99 \right) = -5,9^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{18 + 2}{2,16} \left(\frac{1}{8,7} + 1,99 \right) = -1,43^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{18 - 12,2}{2,16} \left(\frac{1}{8,7} + 1,99 \right) = 12,366^\circ\text{C}$$

Соответствующие упругости насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации по таблицам Б.3 и Б.4: $E_1 = 372$ Па; $E_2 = 543$ Па, $E_3 = 1437$ Па.

Среднее значение упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации по формуле (11):

$$E = \frac{372 \cdot 2 + 543 \cdot 3 + 1437 \cdot 7}{12} = 1036 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации по формуле (5)

$$R_{vp1}^{req} = 1 \cdot \frac{1135 - 1036}{1036 - 712} = 0,213 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 44,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.3.3 Проверка из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднемесячной температурой наружного воздуха не выше 0°C.

По таблице Б.1: $t_1^{ext} = -4,9^\circ\text{C}$, $e_{ext}^0 = 344 \text{ Па}$, $z_0 = 121 \text{ сут}$.

Средняя температура в плоскости возможной конденсации при средней температуре воздуха периода со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°C по формуле (7)

$$\tau = 18 - \frac{18 + 4,9}{2,16} \left(\frac{1}{8,7} + 1,99 \right) = -4,246^\circ\text{C}$$

По таблицам Б.3 и Б.4 упругость насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации $E_0 = 428 \text{ Па}$.

Коэффициент η по формуле (12)

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (428 - 344) \cdot 121}{0,7} = 35,01$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднесуточной температурой наружного воздуха не выше 0°C по формуле (6):

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot 121(1135 - 428)}{170 \cdot 0,12 \cdot 1,5 + 35,01} = 3,13 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 44,8 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

Вывод – В данной конструкции стены требуемое сопротивление паропроницанию обеспечено.

В.4 Пример расчета 4

Определить требуемое сопротивление паропроницанию совмещенной кровли с тепловой изоляцией из материалов с использованием пеностекла для жилого здания, расположенного в г. Гомеле. Конструкция кровли соответствует рисунку А.17.

Исходные данные

Конструктивное решение стены по слоям (от внутренней поверхности):

1 Железобетонная плита толщиной 120 мм

$\delta_1 = 0,12 \text{ м}$; $\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; $\mu_1 = 0,03 \text{ мг} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$.

2 Цементно-песчаная стяжка толщиной 30 мм

$$\delta_2 = 0,03 \text{ м}; \lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_1 = 0,09 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

3 Полимерминеральный клей толщиной 3 мм

$$\delta_3 = 0,003 \text{ м}; \lambda_1 = 0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_1 = 0,02 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

4 Утеплитель – теплоизоляционные блоки из пеностекла толщиной 250 мм

$$\delta_w = 0,25 \text{ м}; \lambda_4 = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_4 = 0,003 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}), \gamma_w = 170 \text{ кг}/\text{м}^3; \Delta w_{av} = 1,5\%.$$

5 Цементно-песчаная стяжка толщиной 40 мм

$$\delta_5 = 0,04 \text{ м}; \lambda_5 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}); \mu_5 = 0,09 \text{ мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}).$$

5 Водоизоляционный ковер с сопротивлением паропроницанию $R = 6,6 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$

Расчет

Плоскость возможной конденсации многослойной конструкции совпадает с наружной поверхностью утеплителя.

Сопротивление теплопередаче

$$R_0 = 1/8,7 + 0,12/2,04 + 0,03/0,93 + 0,003/0,6 + 0,25/0,09 + 0,04/0,93 + 1/23 = 3,12 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}.$$

Термическое сопротивление слоев конструкции, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации

$$R_k^i = 0,12/2,04 + 0,03/0,93 + 0,003/0,6 + 0,25/0,09 = 2,92 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}.$$

Сопротивление паропроницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью конструкции и плоскостью возможной конденсации

$$R_{vp} = 0,02/0,09 + 0,25/0,003 = 83,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Сопротивление паропроницанию слоев конструкции, расположенных между плоскостью возможной конденсации и наружной поверхностью конструкции

$$R_{vp}^e = 0,04/0,09 + 6,6 = 7,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

По таблице 4: $t_{int} = t_e = 18^\circ\text{С}$, $\varphi_{int} = \varphi_e = 55\%$, $E_{int} = E_e = 2064 \text{ Па}$, $e_{int} = e_e = 1135 \text{ Па}$.

В.4.1 Проверка по СНБ 2.04.01 из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за отопительный период.

По таблице 4.4 СНБ 2.04.01: $t_{н om} = -1,6^\circ\text{С}$; $e_n = 444 \text{ Па}$.

Температура в плоскости возможной конденсации (средняя за отопительный период, определяемая по формуле 9.3 СНБ 2.04.01)

$$t_k = 18 - \frac{18 + 1,6}{3,12} \left(\frac{1}{8,7} + 2,92 \right) = -1,057^\circ\text{С}$$

Максимальное парциальное давление водяного пара в плоскости возможной конденсации, принимаемое по приложению Ж СНБ 2.04.01: $E_k = 560$ Па;

Требуемое сопротивление паропроницанию (формула 9.1 СНБ 2.04.01)

$$R_{нтр} = 6,6 \cdot \frac{1135 - 560}{560 - 444} = 34,9 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 88,67 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.4.2 Проверка из условия недопущения накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации

По таблице Б.1: $e_{ext} = 730$ Па,

по таблице Б.2: $t_{ext1} = -6,6^\circ\text{C}$, $t_{ext2} = -1,6^\circ\text{C}$, $t_{ext3} = 13,2^\circ\text{C}$, $z_1 = 2$ мес, $z_2 = 3$ мес, $z_3 = 7$ мес.

Температуры в плоскости возможной конденсации для зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов по формуле (7):

$$\tau_1 = 18 - \frac{18 + 6,6}{3,12} \left(\frac{1}{8,7} + 2,92 \right) = -5,92^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = 18 - \frac{18 + 1,06}{3,12} \left(\frac{1}{8,7} + 2,92 \right) = -1,057^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 - \frac{18 - 13,2}{3,12} \left(\frac{1}{8,7} + 2,92 \right) = 13,3^\circ\text{C}$$

Соответствующие упругости насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации по таблицам Б.3 и Б.4: $E_1 = 371$ Па; $E_2 = 560$ Па, $E_3 = 1531$ Па.

Среднее значение упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации по формуле (11)

$$E = \frac{371 \cdot 2 + 560 \cdot 3 + 1531 \cdot 7}{12} = 1095 \text{ Па}$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации по формуле (5)

$$R_{vp1}^{req} = 6,6 \cdot \frac{1135 - 1095}{1095 - 730} = 0,773 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 88,67 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

В.4.3 Проверка из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднемесячной температурой наружного воздуха не выше 0°C.

По таблице Б.1: $t_i^{ext} = -4,7^\circ\text{C}$, $e^0_{ext} = 343 \text{ Па}$, $z_0 = 121 \text{ сут}$.

Средняя температура в плоскости возможной конденсации при средней температуре воздуха периода со среднемесячной температурой воздуха не выше 0°C по формуле (7)

$$\tau = 18 - \frac{18 + 4,7}{3,12} \left(\frac{1}{8,7} + 2,92 \right) = -4,07^\circ\text{C}$$

По таблицам Б.3 и Б.4 упругость насыщенного водяного пара в плоскости возможной конденсации $E_0 = 434 \text{ Па}$.

Коэффициент η по формуле (12):

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (434 - 343) \cdot 121}{6,6} = 3,77$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения накопления влаги в ограждающей конструкции за период со среднесуточной температурой наружного воздуха не выше 0°C по формуле (6):

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0,0024 \cdot 121(1135 - 434)}{170 \cdot 0,25 \cdot 1,5 + 3,77} = 3,01 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг},$$

что меньше фактического $R_{vp} = 88,67 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ – условие выполнено.

Вывод – В данной конструкции совмещенной кровли требуемое сопротивление паропроницанию обеспечено.

Руководитель ВНК,
зав. отделом УП «Институт НИПТИС», к.т.н., с.н.с.

А.П. Пашков

Библиография

- [1] Технические условия Республики Беларусь
ТУ 21 БССР 281-87* Материалы теплоизоляционные из пеностекла
- [2] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 05780349.017-97 Сетка стеклянная марки ССШ
- [3] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 07517963.013-98 Дюбели с гвоздями из пластических масс и металла для строительства
- [4] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 190444571.002-2004 Дюбель-анкер крепежный
- [5] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 100831916.269-2001 Изделия холодногнутые из тонколистового металлического проката для строительных конструкций и систем
- [6] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 101387145.001-2004 Изделия холодногнутые из металлического проката
- [7] Технические условия Республики Беларусь
ТУ РБ 190444571.004-2004 Изделия из металлического проката и профиля