
**ЗАО «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский
и технологический институт «ВНИИжелезобетон»
(ЗАО «ВНИИжелезобетон»)**



**С Т А Н Д А Р Т
О Р Г А Н И З А Ц И И**

**СТО
86549669-
001-2012**

**РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С СИСТЕМОЙ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ "ЮНИКОН-2"
ИЗ ОСОБО ЛЕГКОГО ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА**

Издание официальное

Москва
2012

**ЗАО «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский
и технологический институт «ВНИИжелезобетон»
(ЗАО «ВНИИжелезобетон»)**



**С Т А Н Д А Р Т
О Р Г А Н И З А Ц И И**

**СТО
86549669-
001-2012**

Утверждаю:
Генеральный директор
ЗАО «ВНИИжелезобетон»

В.А.Рахманов
" ____ " _____ 2012 г.

**РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С СИСТЕМОЙ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ "ЮНИКОН-2"
ИЗ ОСОБО ЛЕГКОГО ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА**

Издание официальное

Дата введения — с 1 июля 2013 г.

Москва
2012

Предисловие

Сведения о стандарте

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организаций Российской Федерации – ГОСТ Р 1.4-2004 "Стандарты организаций. Основные положения»

1. РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт «ВНИИжелезобетон» (ЗАО «ВНИИжелезобетон») при участии ГУП г. Москвы «МНИИТЭП»

2. СОГЛАСОВАН: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, НИИСФ РААСН, ОАО «ЦНИИЭП жилища», ГУП г.Москвы «НИИМосстрой» и ЗАО «Юникон-ЗСК»

3 УТВЕРЖДЕН генеральным директором ЗАО "ВНИИжелезобетон"

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения разработчика стандарта (ЗАО «ВНИИжелезобетон»)

Содержание

	Стр.
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	3
4 ОСОБО ЛЕГКИЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОН И ПОЛИСТИРОЛБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ	5
4.1 Общие требования к полистиролбетону.....	5
4.2 Полистиролбетон для сборных изделий.....	8
4.3 Полистиролбетон для монолитных конструкций.....	10
4.4 Полистиролбетонные изделия.....	11
5 СИСТЕМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ "ЮНИКОН-2"	14
5.1 Классификация ограждающих конструкций и состав системы.....	14
5.2 Особенности применения ограждающих конструкций.....	15
5.3 Требования к материалам и элементам ограждающих конструкций.....	17
5.3.1 Клеевые композиции для кладки полистиролбетонных изделий.....	17
5.3.2 Кладка из полистиролбетонных блоков.....	18
5.3.3 Облицовочные и комплектующие материалы.....	19
5.3.4 Связевые и связево-монтажные элементы.....	20
5.3.5 Опалубочные элементы для конструкций из монолитного полистиролбетона.....	21
6 ТРЕБОВАНИЯ К ОГРАЖДАЮЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ	21
6.1 Общие требования.....	21
6.2 Раскладка полистиролбетонных блоков и перемычек в наружных стенах.....	24
6.3 Ненесущие наружные стены.....	24
6.4 Несущие наружные стены.....	39
6.5 Утепляемые покрытия и перекрытия.....	43
6.6 Узлы креплений в наружных стенах.....	47
6.6.1 Крепление оконных и дверных блоков.....	47
6.6.2 Крепление облицовочных слоев.....	49
6.6.3 Крепление криволинейных и ломанных в плане полистиролбетонных перемычек.....	53
6.6.4 Крепление наружных стен зданий на стадиях возведения и эксплуатации.....	54
6.6.5 Крепление навесного оборудования.....	59
7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	62
7.1 Общие требования.....	62
7.2 Прочность и деформативность.....	63
7.2.1 Основные расчетные требования.....	63
7.2.2 Расчет ненесущих стен по прочности и деформациям при ветровых нагрузках..	64
7.2.3 Расчет креплений полистиролбетонных стен к несущим конструкциям здания и оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам.....	71
7.2.4 Расчет стен из полистиролбетонных блоков в стадии возведения.....	75
7.2.5 Расчет полистиролбетонных перемычек.....	79
7.2.6 Расчет несущих наружных стен.....	79

7.3 Теплозащита.....	82
7.3.1 Общие положения и исходные данные.....	82
7.3.2 Проектирование и оптимизация конструктивно-технических решений наружных стен по условиям теплосбережения и снижения их стоимости.....	83
7.3.3 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.....	85
7.3.4 Расчет нестационарного влажностного режима стеновых ограждающих конструкций здания.....	88
7.3.5 Расчет сопротивления воздухопроницанию наружной стены.....	91
7.3.6 Теплотехнический расчет утепленных покрытий и перекрытий.....	91
7.4 Звукоизоляция.....	91
7.5 Противопожарная защита.....	92
7.6 Санитарно-гигиенические требования и экологическая безопасность...	93
8 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ.....	94
Приложение А (справочное) Комплектная номенклатура полистиролбетонных изделий.....	96
Приложение Б (справочное) Примеры расчетов ограждающих конструкций.....	98
Б.1 Расчеты на прочность и деформативность при ветровой нагрузке.....	98
Б.1.1 Пример расчета несущей стены из полистиролбетонных блоков в стадии эксплуатации.....	98
Б.1.2 Пример расчета прочности несущей стены из полистиролбетонных блоков в стадии возведения.....	105
Б.1.3 Пример расчета несущей стены по деформациям.....	107
Б.1.4 Пример расчета несущей стены.....	108
Б.2 Пример расчета креплений полистиролбетонных стен к несущим конструкциям здания и оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам.....	110
Б.3 Примеры расчетов полистиролбетонных перемычек на прочность и деформативность.....	112
Б.3.1 Расчет перемычки со стальным арматурным каркасом.....	112
Б.3.2 Расчет перемычки с П-образным стальным оцинкованным профилем.....	117
Б.4 Теплотехнические расчеты.....	121
Б.4.1 Примеры расчетов по температурным полям приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен из полистиролбетонных блоков.....	121
Б.4.2 Примеры оценочных расчетов приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен из полистиролбетонных блоков.....	135
Б.4.3 Пример расчета нестационарного влажностного режима наружных стен из полистиролбетонных блоков.....	137
Б.4.4 Пример расчета сопротивления воздухопроницанию глухого участка наружной стены из полистиролбетонных блоков.....	140
Б.4.5 Пример теплотехнического расчета совмещенного покрытия административного здания с утеплением монолитным полистиролбетоном.....	141
Б.5 Пример расчета звукоизоляции наружной стены из полистиролбетонных блоков, оштукатуренной с двух сторон.....	143
Б.6 Примеры расчетов предела огнестойкости полистиролбетонных перемычек.....	147
Б.6.1 Расчет перемычки со стальным арматурным каркасом.....	147
Б.6.2 Расчет перемычки с П-образным стальным оцинкованным профилем.....	150
Приложение В (справочное) Техничко-экономические показатели.....	154
Приложение Г (справочное) Условные графические обозначения.....	155
Библиография	156

Введение

Настоящий Стандарт разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (ст.1 п. 4, ст. 3 п.2, п.6 (7)) и предназначен для разъяснения порядка применения требований указанного ФЗ в части обеспечения повышенной теплозащиты строящихся жилых и общественных зданий.

Положения настоящего Стандарта правил применяются при реализации требований ст.7, ст.8 п.1, ст.10 п.1, п.2 (1, 5, 6, 7), ст.13, ст.16 п.1, п.2, п.3, п.4, п.5, п.7 (2), ст.17 п.2, ст.19, ст.24 п.1 (1), п.3, ст.25 п.1, ст.29 (1-5), п.2, ст.31 п.1, ст.33 п.3, ст.34 п.1 и п.2, ст.36 указанного ФЗ.

Настоящий Стандарт носит рекомендательный (кроме обязательных п.п. 8.5 и 8.6) характер и подлежит применению при проектировании и строительстве энергоэффективных зданий в г. Москве и Московской области и прилегающих к ним регионах России в целях, указанных в ст.12 Федерального закона №184-ФЗ, в том числе:

- энергосбережения при эксплуатации зданий с повышением уровня теплозащиты наружных стен до 40% (в комплексе с инженерными мероприятиями);
- рационального использования материальных, трудовых и денежных ресурсов при строительстве зданий (без их увеличения при повышении энергоэффективности);
- обеспечения научно-технического прогресса за счет использования особо легкого полистиролбетона с повышенными физико-механическими характеристиками и оптимизированных технических решений ограждающих конструкций;
- обеспечения комфорта, пожарной и экологической безопасности при эксплуатации зданий.

При разработке Стандарта правил использованы новые прогрессивные решения ограждающих конструкций с применением особо легкого полистиролбетона с повышенными физико-механическими характеристиками для строительства энергоэффективных зданий, отвечающих требованиям Федерального закона от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и Московской программы по энергосбережению (Постановление Правительства Москвы от 05 октября 2010 г. №900-ПП) с обеспечением приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий $R_0 \geq 3,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Стандарт разработан с учетом многолетнего опыта производства и применения полистиролбетона для сборных и монолитных конструкций, получившего широкое распространение при строительстве энергосберегающих зданий различного назначения на территории Москвы, Московской области, Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Уральского и других регионов Российской Федерации.

Авторский коллектив: член-кор. РААСН, проф. *В.А.Рахманов* (руководитель), канд. техн. наук *В.И.Мелихов* (заместитель руководителя), канд. техн. наук *Б.Т.Гликман*, инж. *А.А.Сафонов*, канд. техн. наук *А.И.Козловский*, канд. техн. наук *Н.Е.Мишуков*, канд. техн. наук *Г.С.Савельева* (ЗАО "ВНИИжелезобетон").

В разработке стандарта приняли участие: действительный член РААСН, проф. *Ю.П.Григорьев*, инж. *Г.И.Шапиро* (МНИИТЭП); член-кор. РААСН, докт.техн.наук, проф. *В.Г.Гагарин* (НИИСФ РААСН); канд.техн.наук *О.И.Пономарев* (ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко).

Замечания и предложения просим направлять по адресу:

111141, Москва, ул. Плеханова, д.7, стр.1, ЗАО "ВНИИжелезобетон", тел. 309-09-15, 309-10-77(тел./факс), 672-18-02.

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

**РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С СИСТЕМОЙ ОГРАЖДАЮЩИХ
КОНСТРУКЦИЙ "ЮНИКОН-2" ИЗ ОСОБО ЛЕГКОГО ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА**

*Дата введения 2013-06-01***1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1 Настоящий стандарт (СТО) распространяется на оптимизированную энергосберегающую строительную систему ограждающих конструкций сборных и монолитных из особо легкого полистиролбетона (система "Юникон-2"), применяемую в жилых и общественных зданиях, в т.ч. административных, и устанавливает требования к ее проектированию, расчету и применению.

Применение системы для других типов зданий может быть допущено при технико-экономическом обосновании и согласовании с разработчиком настоящего стандарта.

1.2 Положения настоящего стандарта используются при проектировании и строительстве зданий на территории г. Москвы, Московской области и прилегающих к ним регионов России.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 12.01.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»

ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»

ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамический. Общие технические условия»

ГОСТ 3826-82 «Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия»

ГОСТ 4640-93 «Вата минеральная. Технические условия»

ГОСТ 5802-99 «Растворы строительные. Методы испытаний»

ГОСТ 6727-80 "Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия"

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

ГОСТ 9573-96 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия»

ГОСТ 10632-2007 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия»

ГОСТ 12730.1-78 «Бетоны. Методы определения плотности»

ГОСТ 13015-2003 «Изделия железобетонные и бетонные для строительства»

ГОСТ 14759-69 «Клеи. Метод определения прочности при сдвиге»

ГОСТ 22950-95 "Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем. Технические условия"

ГОСТ 23789-79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний»

ГОСТ 24700-99 «Блоки оконные деревянные со стеклопакетами. Технические условия»

ГОСТ 26816-86 «Плиты цементностружечные. Технические условия»

ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия»

ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов»

ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть»

ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Методы испытаний на воспламеняемость»

ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»

ГОСТ 30971-2002 «Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия»

ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема»

ГОСТ 310.4-81 «Цемент. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии»

ГОСТ Р 51263-2012 «Полистиролбетон. Технические условия»

ГОСТ Р 51829-2001 «Гипсоволокнистые листы. Технические условия»

ГОСТ Р 52085-2003 «Опалубка. Общие технические условия»

ГОСТ Р 52749-2007 «Швы монтажные с паропроницаемыми и саморасширяющимися лентами. Технические условия»

ГОСТ Р 53338-2009 «Ленты паропроницаемые и саморасширяющиеся самоклеющиеся строительного назначения. Технические условия»

СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99)

СП 2.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»

СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции»

СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»

СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»

СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»

СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»

СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии»

СП 48.13330.2011 «Организация строительства»

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

СП 51.13330.2011 «Защита от шума»

СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные»

СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 82-101-98 «Свод правил на приготовление растворов строительных»

СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»

СНиП 2.03.03-85 «Армоцементные конструкции»

СТО НОСТРОЙ 2.6.15-2011 «Конструкции сборно-монолитные железобетонные. Элементы сборные»

СТО НОСТРОЙ 2.7.16-2011 «Конструкции сборно-монолитные железобетонные. Стены и перекрытия с пространственным арматурным каркасом. Правила выполнения, приемки и контроля монтажных, арматурных и бетонных работ»

СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 «Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля»

СТО 36554501-013-2008 «Методы расчета лицевого слоя из кирпичной кладки наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий»

СанПиН 2.1.2.729-99 «Полимерные и полимерсодержащие строительные материалы, изделия и конструкции. Гигиенические требования безопасности»

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»

СанПиН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства»

СанПиН 2.2.3.1385-03 «Гигиенические требования к предприятиям производства строительных материалов и конструкций»

ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»

ГН 2.2.5.1313-03 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны»

Примечание – При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и сводов правил в информационной системе общего пользования – на официальных сайтах национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемым информационным указателям, опубликованным по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться новым (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем СТО применяются следующие термины с соответствующими определениями и сокращениями:

3.1 полистиролбетон (ПСБ) – особо легкий бетон поризованной структуры на цементном вяжущем и заполнителе из полистирола вспененного гранулированного с использованием воздухововлекающих добавок, поризующих цементный камень, и других добавок-модификаторов свойств бетона.

[ГОСТ Р 51263-2012, глава 3, п.3.1]

3.2 сборные полистиролбетонные изделия – блоки стеновые, плиты теплоизоляционные, перемычки армированные надпроемные и другие теплоизолирующие элементы ограждающих конструкций зданий, изготавливаемые из полистиролбетона в заводских условиях.

3.2.1 блоки стеновые – полистиролбетонные изделия, включающие рядовые, простеночные, подоконные и доборные блоки.

3.2.2 рядовые блоки – наиболее широко применяемые в наружных стенах зданий неармированные изделия из полистиролбетона плотностью 225-600 кг/м³, изготавливаемые в заводских условиях.

3.2.3 простеночные и подоконные блоки – полистиролбетонные неармированные изделия стеновые с четвертями, предназначенными для формирования (совместно с перемычками) оконных или дверных проемов, и обеспечивающими проектное положение оконных (дверных) блоков.

3.2.4 доборные изделия – полистиролбетонные блоки или плиты, имеющие ограниченное применение при возведении ограждающих конструкций зданий, которые изготавливаются в заводских условиях или выпиливаются в строительных условиях из рядовых блоков или плит теплоизоляционных.

3.2.5 плиты теплоизоляционные – изделия толщиной не более 250 мм из полистиролбетона плотностью менее 250 кг/м³, применяемые для утепления железобетонных покрытий и перекрытий.

3.2.6 перемычки – армированные изделия из полистиролбетона плотностью 250-500 кг/м³, предназначенные для перекрытия оконных или дверных проемов в наружных стенах.

3.3. монолитный полистиролбетон – полистиролбетон, изготавливаемый в построечных условиях или товарный (изготавливаемый в заводских условиях или на централизованных бетоносмесительных установках) и применяемый для бетонирования монолитных ограждающих конструкций зданий.

3.4 ограждающие конструкции – ненесущие или несущие наружные стены, покрытия и перекрытия, утепляемые сборными полистиролбетонными изделиями или монолитным полистиролбетоном, образующие теплосберегающую оболочку здания.

3.4.1 ненесущие наружные стены – ограждающие конструкции зданий с облицовочными слоями, утепляемые полистиролбетонными блоками и перемычками или монолитным полистиролбетоном, поэтажно опирающиеся на железобетонные перекрытия в пределах одного этажа высотой не более 6 м, воспринимающие собственный вес, а также ветровую нагрузку.

3.4.2 несущие полистиролбетонные наружные стены – ограждающие конструкции малоэтажных (до 2-х этажей) зданий, утепляемые с использованием изделий или монолита из конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона плотностью 400-600 кг/м³, воспринимающие нагрузки от собственного веса, ветра и вышележащих конструкций.

3.4.3 несущие железобетонные наружные стены – конструкции зданий, утепляемые полистиролбетонными блоками или монолитным полистиролбетоном.

3.4.4 железобетонные покрытия и перекрытия (чердачные, над холодными подвалами, подпольями, проездами) – несущие конструкции зданий, утепляемые полистиролбетонными плитами или монолитным полистиролбетоном по горизонтальным поверхностям и в торцах перекрытий плитами из полистиролбетона или термовкладышами из полужесткой минеральной ваты.

3.5 облицовочные слои – наружные (из штукатурки, кирпичной кладки или декоративных фасадных плит) или внутренние (из штукатурки или ГВЛ) конструктивные слои наружных стен (с основным утепляющим слоем из полистиролбетонных изделий), выполняющих огнезащитные, а также (со стороны фасада) архитектурные функции.

3.6 клеевые композиции – сухие смеси, затворяемые водой в построечных условиях и применяемые в ограждающих конструкциях для кладки полистиролбетонных изделий.

3.7 листы гипсоволокнистые обычные (ГВЛ) - гипсоволокнистые листы, применяемые преимущественно для внутренней отделки зданий и помещений с сухим и нормальным влажностными режимами. [ГОСТ Р 51829-2001, Приложение Б]
--

3.8 листы гипсоволокнистые влагостойкие (ГВЛВ) - гипсоволокнистые листы, лицевая и тыльная поверхности которых обладают повышенным сопротивлением проникновению влаги. [ГОСТ Р 51829-2001, Приложение Б]
--

3.9 связевые элементы – детали из проволоки или штукатурных сеток (стальных, базальтовых), укладываемые в горизонтальные швы кладок из полистиролбетонных блоков и перемычек с выпусками в совпадающие швы кирпичной кладки или в штукатурку, а также (при применении монолитного полистиролбетона) устанавливаемые горизонтально и закрепляемые в опалубочных элементах стен, обеспечивающие в наружных стенах надежную совместную работу облицовочных слоев и теплоизолирующего слоя из полистиролбетонных изделий или монолитного полистиролбетона.

3.10 связево-монтажные элементы – стальные детали плоского прямоугольного или круглого сечения, в т.ч. с использованием дюбелей, стальные перфорированные ленты, применяемые для крепления кладки из полистиролбетонных изделий или монолитного полистиролбетона к несущим конструкциям здания или оконных (дверных) блоков и навесного оборудования к кладке из полистиролбетонных изделий.

3.11 энергоэффективное здание – жилое или общественное, в т.ч. административное здание, характеризующееся пониженным (отвечающим новейшим требованиям по энергосбережению) расходом тепла на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, обеспечиваемым теплоизолирующей оболочкой наружных ограждающих конструкций из полистиролбетона в комплексе с инженерными мероприятиями (поквартирный учет расхода тепла на отопление и горячее водоснабжение, утилизация тепла вентиляционных выбросов, применение неметаллических внутренних трубопроводов и др.).

4 ОСОБО ЛЕГКИЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОН И ПОЛИСТИРОЛБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

4.1 Общие требования к полистиролбетону

4.1.1 Полистиролбетон, применяемый в ограждающих конструкциях системы "Юникон-2", должен отвечать требованиям ГОСТ Р 51263.

4.1.2 Полистиролбетон по назначению подразделяют на материал:

- для сборных изделий заводского изготовления, применяемых в условиях строительного производства при монтаже ограждающих конструкций зданий;

- для монолитных ограждающих конструкций зданий (монолитный полистиролбетон), изготавливаемый и применяемый в условиях строительного производства. Для бетонирования монолитных конструкций также может применяться товарный полистиролбетон, изготавливаемый в заводских условиях или на централизованных бетоносмесительных установках.

4.1.3 По степени теплозащитных и конструктивных качеств полистиролбетон подразделяют на: теплоизоляционный плотностью 150-225 кг/м³, теплоизоляционно-конструкционный плотностью 250-350 кг/м³ и конструкционно-теплоизоляционный плотностью 400-600 кг/м³.

4.1.4 По показателям средней плотности для полистиролбетона установлены следующие марки: D150; D175; D200; D225; D250; D300; D350; D400; D450; D500; D550 и D600.

4.1.5 Прочность теплоизоляционно-конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона в 28-суточном проектном возрасте характеризуют классами по прочности на сжатие: B0,35; B0,5; B0,75; B1,0; B1,5; B2,0 и B2,5.

Коэффициент вариации прочности на сжатие теплоизоляционно-конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона для сборных изделий заводского изготовления должен быть не более 12 %, а для полистиролбетона из смесей товарных и изготавливаемых в условиях строительного производства и применяемых для монолитных конструкций - не должен превышать 18 %.

4.1.6 Прочность теплоизоляционного полистиролбетона, характеризуют марками по прочности на сжатие: M2; M2,5; M3,5; M5. Коэффициент вариации прочности на сжатие теплоизоляционного полистиролбетона должен быть не более 18%.

4.1.7 Для полистиролбетона, применяемого в изделиях и конструкциях, подвергающихся в процессе эксплуатации попеременному замораживанию и оттаиванию, назначают следующие марки по морозостойкости: F25; F35; F50; F75; F100; F150 и F200.

Марка полистиролбетона по морозостойкости принимают как для ячеистых бетонов по числу циклов замораживания и оттаивания образцов в воздушно-влажной среде над водой.

4.1.8 Характеристики по прочности, морозостойкости и теплопроводности полистиролбетона для сборных изделий приведены в разделе 4.2 и для монолитных конструкций – в разделе 4.3.

4.1.9 Пожарно-технические характеристики полистиролбетона приведены в таблице 4.1.

Изделия и конструкции из полистиролбетона должны иметь сертификаты пожарной безопасности.

Т а б л и ц а 4.1 – Пожарно-технические характеристики полистиролбетона

Марка полистиролбетона по средней плотности	Группа горючести по ГОСТ 30244	Группа воспламеняемости по ГОСТ 30402	Группа дымообразующей способности по ГОСТ 12.1.044 (п. 14.18)	Группа токсичности по ГОСТ 12.1.044 (п. 4.20)
D150	Г1	В1	Д2	Т2
D175				
D200				
D225				
D250				
D300				
D350				
D400			Д1	
D450				
D500				
D550				
D600				

Для обеспечения пожарной безопасности зданий не допускается использование полистиролбетона без защиты его негорючими материалами (кирпич, цементно-песчаная штукатурка, ГВЛ и др.). При этом полистиролбетон должен изготавливаться с использованием ПВГ, получаемого из гранул (бисера) полистирола самозатухающего марки ПСВ-С.

Пожарная безопасность ограждающих конструкций зданий, включающих полистиролбетон, обеспечивается техническими решениями, отраженными в нормативной и проектной документации, утвержденной в установленном порядке и согласованной с соответствующими органами пожарнадзора.

Требования по противопожарной защите ограждающих конструкций с применением полистиролбетона приведены в разделе 7.4 настоящего СТО.

4.1.10 Полистиролбетон обладает необходимой биостойкостью, которая подтверждается отечественным и зарубежным опытом эксплуатации зданий с использованием этого материала, не зафиксировавшим случаев его повреждения грызунами (в отличие от плитного пенополистирольного утеплителя) и образования грибковой плесени на его поверхности.

4.1.11 Полистиролбетон имеет улучшенные звукоизолирующие свойства (по сравнению с другими материалами одинаковой плотности).

Динамический модуль упругости для расчетов звукоизоляции конструкций из полистиролбетонов плотностью D250-D300 составляет $E_d=8,5 \cdot 10^5$ Па.

4.1.12 Полистиролбетон в армированных конструкциях (например, перемычках) с расходом цемента не менее 200 кг/м³ (плотностью не менее D250) обеспечивает при обычных условиях эксплуатации сохранность стальной арматуры от коррозии, т.е. она не нуждается в специальных антикоррозионных обмазках.

4.1.13 Экологически безопасное использование полистиролбетона обеспечивается соблюдением требований, изложенных в разделе 6 ГОСТ Р 51263, а также положений п.7.5 настоящего СТО.

4.1.14 Для изготовления особо легких полистиролбетонов плотностью D450 и ниже не допускается замена ПВГ на заполнитель, получаемый дроблением от-

ходов пенополистирольной тары (упаковок) или лома пенополистирольных плит, а также во всех случаях не допускается использование в качестве заполнителя для полистиролбетона строительного песка, порошкообразных добавок и промышленных отходов, снижающих качество и повышающих плотность полистиролбетонов заданной прочности.

4.2 Полистиролбетон для сборных изделий

4.2.1 В зависимости от марки по средней плотности полистиролбетон для сборных изделий его классы по прочности на сжатие, прочность на растяжение при изгибе и марка по морозостойкости должна быть не ниже значений, приведенных в таблице 4.2

Т а б л и ц а 4.2 – Нормируемые показатели значений плотности, прочности и морозостойкости полистиролбетона для сборных изделий

Марка по средней плотности	Класс (марка) по прочности на сжатие	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по морозостойкости
D150	M2	0,09	F35
D175	M2,5	0,11	F50
D200	M3,5	0,17	F75
D225	B0,35 (M5)	0,27	F75
D250	B0,5	0,38	F100
D300	B0,75	0,53	F150
D350	B1,0	0,63	F150
D400	B1,5	0,65	F150
D450	B1,5	0,68	F200
D500	B2,0	0,70	F200
D550	B2,0	0,74	F200
D600	B2,5	0,76	F300

4.2.2 Теплотехнические показатели полистиролбетона для сборных изделий, изготавливаемых в заводских условиях, должны приниматься по данным таблицы 4.3.

Т а б л и ц а 4.3 – Теплотехнические показатели полистиролбетона для сборных изделий

Марка по средней плотности	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м°С)	Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации, %		Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации		
		А	Б	Теплопроводности, Вт/(м°С)		Паропроницаемости, мг/мчПа, (А и Б)
				А	Б	
D150	0,052	3,0	4,0	0,056	0,058	0,135
D175	0,060	3,0	4,0	0,066	0,067	0,128
D200	0,064	3,0	4,5	0,068	0,071	0,120
D225	0,068	3,0	4,7	0,073	0,075	0,115
D250	0,072	3,0	5,0	0,077	0,080	0,110
D300	0,084	3,5	5,6	0,089	0,096	0,100
D350	0,095	3,5	6,0	0,105	0,112	0,090
D400	0,105	3,5	7,0	0,115	0,124	0,085
D450	0,115	4,0	8,0	0,125	0,135	0,080
D500	0,125	4,0	8,0	0,135	0,150	0,075
D550	0,135	4,0	8,0	0,155	0,175	0,070
D600	0,145	4,0	8,0	0,175	0,200	0,068

4.2.3 Допускается для теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона заданной прочности, применяемого в сборных изделиях, использование пониженных до 15% расчетных коэффициентов теплопроводности по сравнению с приведенными в таблице 4.3 при изготовлении полистиролбетона по специальной технологии, согласованной с разработчиком настоящего СТО.

4.2.4 Нормативные и расчетные сопротивления, а также начальный модуль упругости полистиролбетона, необходимые при расчете и проектировании изделий из полистиролбетона заводского изготовления, принимают по данным таблиц 4.4-4.6.

Т а б л и ц а 4.4 – Нормативные и расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний второй группы

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления полистиролбетона и расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний второй группы, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие						
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0	B2,5
Сжатие осевое (призмная прочность), R_{bn} и $R_{b,ser}$	0,40	0,57	0,84	1,10	1,61	2,07	2,50
Растяжение осевое, R_{bt} и $R_{bt,ser}$	0,14	0,19	0,24	0,28	0,34	0,37	0,41
Растяжение при изгибе, R_{btf} и $R_{btf,ser}$	0,25	0,34	0,44	0,51	0,61	0,68	0,74

Т а б л и ц а 4.5 – Расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний первой группы

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний первой группы, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие						
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0	B2,5
Сжатие осевое (призмная прочность), R_b	0,29	0,41	0,60	0,79	1,15	1,48	1,79
Растяжение осевое, R_{bt}	0,08	0,11	0,14	0,16	0,20	0,22	0,24
Растяжение при изгибе, R_{btf}	0,16	0,21	0,28	0,32	0,38	0,43	0,46

Т а б л и ц а 4.6 – Начальный модуль упругости при сжатии и растяжении полистиролбетона

Марка полистиролбетона по средней плотности	Начальный модуль упругости полистиролбетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие						
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0	B2,5
D225	0,42	—	—	—	—	—	—
D250	—	0,50	—	—	—	—	—
D300	—	—	0,65	—	—	—	—
D350	—	—	—	0,85	—	—	—
D400	—	—	—	—	1,1	—	—
D450	—	—	—	—	1,3	—	—
D500	—	—	—	—	—	1,55	—
D550	—	—	—	—	—	1,75	—
D600	—	—	—	—	—	—	2,1

4.3. Полистиролбетон для монолитных конструкций

4.3.1 В зависимости от марки по средней плотности полистиролбетона для монолитных конструкций его класса по прочности на сжатие, прочность на растяжение при изгибе должны быть не ниже значений, приведенных в таблице 4.7.

Т а б л и ц а 4.7 – Нормируемые показатели значений плотности, прочности и морозостойкости полистиролбетона для монолитных конструкций

Марка по средней плотности	Класс (марка) по прочности на сжатие	Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Марка по морозостойкости
D175	M2	0,09	F35
D200	M2,5	0,11	F50
D225	M3,5	0,17	F75
D250	B0,35 (M5)	0,27	F75
D300	B0,5	0,38	F100
D350	B0,75	0,53	F150
D400	B1,0	0,63	F150
D450	B1,5	0,65	F150
D500	B1,5	0,68	F200
D550	B2,0	0,70	F200
D600	B2,0	0,74	F200

4.3.2 Для расчетов монолитных конструкций теплотехнические характеристики полистиролбетона принимаются по данным таблицы 4.8.

Т а б л и ц а 4.8 – Теплотехнические характеристики полистиролбетона для монолитных конструкций

Марка по средней плотности	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии, Вт/(м°С)	Расчетное массовое отношение влаги в материале при условиях эксплуатации, %		Расчетные коэффициенты при условиях эксплуатации		
		А	Б	Теплопроводности, Вт/(м°С)		Паропроницаемости, мг/мчПа, (А и Б)
				А	Б	
D175	0,062	3,0	4,3	0,067	0,069	0,128
D200	0,066	3,0	4,6	0,071	0,073	0,120
D225	0,070	3,0	4,9	0,075	0,078	0,115
D250	0,078	3,3	5,3	0,083	0,088	0,110
D300	0,090	3,5	5,8	0,097	0,104	0,100
D350	0,100	3,5	6,5	0,110	0,118	0,090
D400	0,110	3,7	7,5	0,120	0,130	0,085
D450	0,120	4,0	8,0	0,130	0,143	0,080
D500	0,130	4,0	8,0	0,140	0,163	0,075
D550	0,140	4,0	8,0	0,160	0,188	0,070
D600	0,150	4,0	8,0	0,180	0,203	0,068

4.3.3 Для полистиролбетона из смесей товарных и изготавливаемых в условиях строительного производства нормативные и расчетные сопротивления материала для предельных состояний второй группы принимают по данным таблицы 4.9, расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы – по данным таблицы 4.10 и начальный модуль упругости при сжатии и растяжении – по таблице 4.11.

Т а б л и ц а 4.9 – Нормативные и расчетные сопротивления монолитного полистиролбетона для предельных состояний второй группы

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления полистиролбетона и расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний второй группы, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие					
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0
Сжатие осевое (призменная прочность), R_{bn} и $R_{b,ser}$	0,33	0,49	0,71	0,97	1,36	1,84
Растяжение осевое, R_{btn} и $R_{bt,ser}$	0,12	0,17	0,22	0,26	0,31	0,36
Растяжение при изгибе, R_{bfn} и $R_{btf,ser}$	0,21	0,30	0,39	0,48	0,56	0,65

Т а б л и ц а 4.10 – Расчетные сопротивления монолитного полистиролбетона для предельных состояний первой группы

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления полистиролбетона для предельных состояний первой группы, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие					
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0
Сжатие осевое (призменная прочность), R_b	0,24	0,35	0,51	0,70	0,97	1,32
Растяжение осевое, R_{bt}	0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,21
Растяжение при изгибе, R_{btf}	0,14	0,19	0,25	0,30	0,35	0,41

Т а б л и ц а 4.11 – Начальный модуль упругости при сжатии и растяжении монолитного полистиролбетона

Марка полистиролбетона по средней плотности	Начальный модуль упругости полистиролбетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие					
	B0,35	B0,5	B0,75	B1,0	B1,5	B2,0
D250	0,39	—	—	—	—	—
D300	—	0,46	—	—	—	—
D350	—	—	0,58	—	—	—
D400	—	—	—	0,75	—	—
D450	—	—	—	—	0,98	—
D500	—	—	—	—	1,20	—
D550	—	—	—	—	—	1,43
D600	—	—	—	—	—	1,65

4.4 Требования к полистиролбетонным изделиям

4.4.1 Полистиролбетонные изделия, поставляемые на строительную площадку, должны отвечать техническим условиям изготовителя, утвержденным в установленном порядке.

4.4.2 Полистиролбетонные изделия должны иметь габаритные размеры и вес (не более 30 кг для блоков и 80 кг – для перемычек), обеспечивающими возможность их ручного монтажа.

4.4.3 В ограждающих конструкциях зданий рекомендуется использование полистиролбетонных изделий комплектной номенклатуры, состоящей из: блоков стеновых плотностью 250-350 кг/м³ (для ненесущих наружных стен) и 400-600 кг/м³ (для несущих наружных стен), перемычек армированных надпроемных

плотностью 250-600 кг/м³, плит теплоизоляционных плотностью 150-225 кг/м³, а также доборных изделий из блоков или плит.

4.4.4 В комплектную номенклатуру полистиролбетонных блоков стеновых входят: рядовые блоки, блоки с четвертями (простеночные и подоконные), а также доборные блоки, получаемые резкой рядовых блоков.

Особый вид полистиролбетонных изделий представляют блоки стеновые повышенной заводской готовности - с облицовкой цементно-песчаным штукатурным слоем толщиной 15-25 мм, использование которых существенно упрощает устройство наружных стен.

4.4.5 Стеновые блоки рекомендуется использовать в однорядной кладке толщиной, определяемой теплотехническим расчетом по СП 50.13330, высотой 295(298) или 375 мм, длиной 595(598) мм. Допускается применение в наружных стенах 2-х рядной кладки из полистиролбетонных блоков, укладываемых с перевязкой.

При однорядной блочной кладке толщиной 375 мм из ПСБ плотностью D250 приведенное сопротивление теплопередаче несущей наружной стены достигает величин 4,0-4,1 м²°C/Вт.

Для несущих наружных стен при двухрядной блочной кладке толщиной не менее 590 мм из ПСБ плотностью D500 обеспечивается предельное сопротивление теплопередаче стены не менее 3,5 м²°C/Вт.

4.4.6 Для повышения теплотехнической однородности наружных стен используются полистиролбетонные перемычки высотой 180-295 мм толщиной 115-180 мм и длиной 1,2-3,0 м, армированные по рабочим чертежам, разработанным или согласованным разработчиками настоящего Стандарта.

Разработанные и запатентованные ВНИИжелезобетоном перемычки подразделяются на 2 типа в зависимости от их армирования:

- с плоским сварным арматурным каркасом, расположенным в растянутой зоне изделия с нижним защитным слоем из полистиролбетона толщиной 25-30 мм (рисунок 4.1);

- с П-образным стальным оцинкованным профилем, располагаемым в растянутой зоне изделия из полистиролбетона (рисунок 4.2).

4.4.7 Полистиролбетонные плиты теплоизоляционные толщиной 50-200 мм плотностью 150-225 кг/м³ и прочностью 0,2-0,5 МПа используются при утеплении крыш с мягкой кровлей и перекрытий над подвалами без устройства толстой бетонной армированной стяжки, а также для утепления торцов несущих железобетонных перекрытий в зданиях с оштукатуриваемым или вентилируемым фасадом.

4.4.8 Допуски по габаритным размерам полистиролбетонных изделий (кроме их толщины и длины перемычек), предназначенных для монтажа на клею, не должны превышать 1,5-2,0 мм.

Допускается получение на стройплощадке доборных изделий резкой рядовых блоков или плит при обязательном использовании кондукторов, обеспечивающих получение изделий с допусками по габаритным размерам согласно Технических условий.

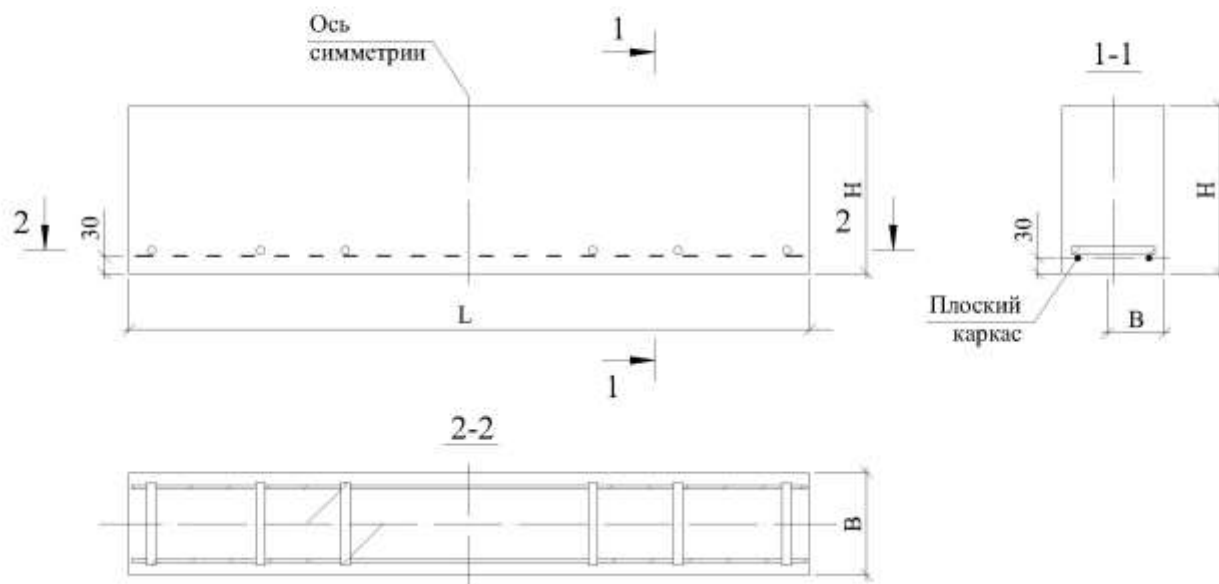


Рисунок 4.1 Полистиролбетонная перемычка , армированная плоским стальным каркасом

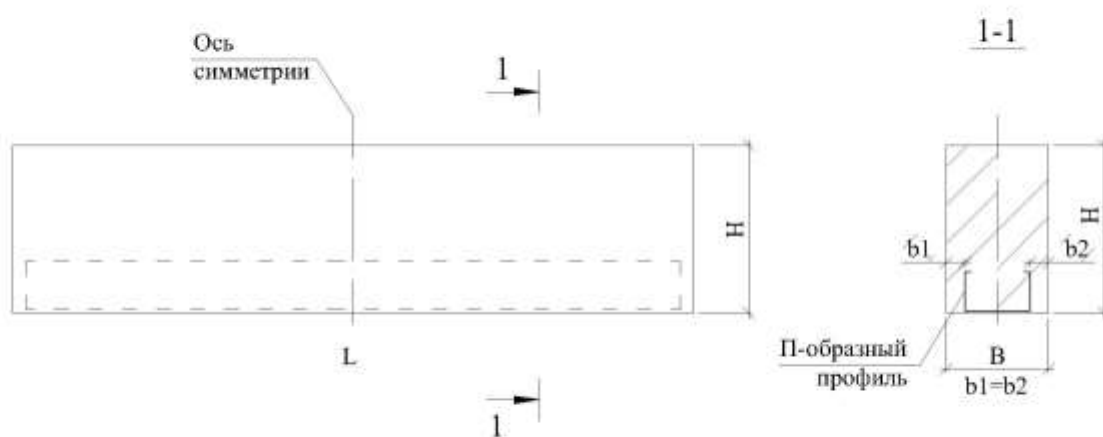


Рисунок 4.2 Полистиролбетонная перемычка , армированная П-образным стальным оцинкованным профилем

4.4.9 Рекомендуемая комплектная номенклатура изделий из особо легкого полистиролбетона для ограждающих конструкций зданий, приведена в Приложении А.

4.4.10 Полистиролбетонные изделия поставляются на стройплощадку автотранспортом. Их рекомендуется хранить и транспортировать на деревянных поддонах в пакетах (до 6-и блоков по высоте с их перевязкой), защищенных водонепроницаемой полиэтиленовой пленкой.

4.4.11 Партии полистиролбетонных изделий, поступающих на строительную площадку, должны быть снабжены паспортами согласно ГОСТ 13015, в которых для полистиролбетона указывается в соответствии с ГОСТ Р 51263: его фактическая плотность (D) в кг/м^3 , прочность при сжатии (B) в МПа, морозостойкость (F) в циклах и теплопроводность в сухом состоянии (λ_0) в $\text{Вт/(м}^\circ\text{C)}$.

5 СИСТЕМА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ "ЮНИКОН-2"

5.1 Классификация ограждающих конструкций и состав системы

5.1.1 Ограждающие конструкции зданий, в которых применяются изделия из особо легкого полистиролбетона, подразделяются на:

- наружные стены несущие из полистиролбетонных блоков и перемычек или монолитного полистиролбетона, с утеплением полистиролбетонными теплоизоляционными плитами торцов железобетонных перекрытий;

- наружные стены несущие полистиролбетонные малоэтажных зданий из сборного или монолитного конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона повышенной плотности и прочности;

- наружные стены несущие железобетонные многоэтажных зданий, утепляемые полистиролбетонными блоками и перемычками или монолитным полистиролбетоном;

- железобетонные покрытия и перекрытия: чердачные, над холодными подвалами, подпольями и также проездами, утепляемые полистиролбетонными плитами или монолитным теплоизоляционным полистиролбетоном.

5.1.2 Применение полистиролбетонных изделий из особо легкого полистиролбетона в наружных стенах, покрытиях и перекрытиях образует для зданий теплосберегающую оболочку по т.н. системе "Юникон" (Техническое свидетельство № 2832-10 от 22.03.2010 г. [1]).

Строительная система ограждающих конструкций "Юникон-2" отражает модернизацию и развитие системы "Юникон", в частности использование особо легкого полистиролбетона нового поколения с повышенными физико-механическими характеристиками, отраженными в пересмотренном ГОСТе Р 51263 (редакция 2012 г.), и оптимизированных конструктивно-технических решений на основе накопленного в 2000-2012 г.г. опыта проектирования и строительства зданий с применением полистиролбетона и результатов натурных прочностных и теплотехнических испытаний фрагментов и узлов ограждающих конструкций, проведенных в 2010-2012 г.г.

5.1.3 Строительная система ограждающих конструкций "Юникон-2" из особо легкого полистиролбетона включает следующие основные элементы:

- полистиролбетонные сборные изделия: блоки, армированные перемычки, теплоизоляционные плиты и архитектурные элементы фасадов зданий;
- монолитный полистиролбетон для заполнения и формирования теплоизоляционных элементов ограждающих конструкций (альтернативный вариант применению сборных полистиролбетонных изделий);
- клеевые композиции для кладки сборных полистиролбетонных изделий;
- облицовочные негорючие слои стеновых ограждающих конструкций:
- наружные – в виде кирпичной кладки, или армированной штукатурки, или декоративных плиток, в т.ч. монтируемых на основе для вентилируемых фасадов;
- внутренние – из гипсоволокнистых листов (ГВЛ и ГВЛВ) или армированной штукатурки;
- стальные связевые (штукатурные сетки, проволочные хомуты) и связево-монтажные (штыри, пластины, перфорированные ленты) элементы для армирования кладки и соединения элементов ограждающих конструкций между собой или со слоями облицовки.

5.1.4 В конструкциях и частях зданий, смежных с элементами системы, предусмотрено использование:

- бетонов тяжелых, в т.ч. мелкозернистых, а также легких конструкционных;
- стальных изделий (закладных, арматурных сеток, уголков);
- теплоизоляционных материалов (негорючих минераловатных плит) для устройства термовкладышей, заполнения зазоров под перекрытием, полостей между перемычками и под оконными или дверными блоками;
- базальтовых матов для огнезащиты полистиролбетонных блоков в зданиях с навесным вентилируемым фасадом;
- герметизирующих изделий (втулки, шнуры, мастики);
- энергоэффективных оконных стеклопакетов ($R_o \geq 0,8 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$) и дверных блоков, уплотняемых по контуру монтажной пеной и паропроницаемыми саморасширяющимися лентами;
- крепежных элементов (дюбелей, шурупов, шайб, планшайб).

5.2 Особенности применения ограждающих конструкций

5.2.1 Ограждающие конструкции зданий с применением сборных изделий из особо легкого полистиролбетона используются в зданиях с несущими железобетонными элементами (фундаментами, стенами, колоннами, пилонами, ригелями, перекрытиями) в монолитном исполнении, устраиваемыми в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.6.54, или в сборно-монолитном исполнении в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.7.16 или в сборном исполнении в соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.6.15.

5.2.2 Ограждающие конструкции с применением особо легкого полистиролбетона используются в зданиях с кирпичным, оштукатуриваемым и навесным вентилируемым фасадами.

5.2.3 Основные рекомендуемые параметры зданий приведены в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1 – Рекомендуемые параметры жилых и общественных зданий с ограждающими конструкциями из особо легкого полистиролбетона

№№ пп	Параметры	Единица измерения	Номинальные значения размеров, параметров
1.	Шаги в продольном направлении между несущими стенами (колоннами)	мм	3300, 3600, 4200, 4800, 5400, 6000, 6600, 7200
2.	Высота этажа	мм	2800, 3000, 3300
3.	Усредненная высота оконного проема	м	1,2; 1,5; 1,8
4.	Усредненная ширина проемов (без учета толщины четверти и оштукатуривания откосов)	м	0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,1; 2,4; 2,7
5.	Толщина перекрытий	мм	140, 160, 180, 200, 220, 250
6.	Толщина внутренних несущих стен	мм	140, 160, 180, 200
7.	Число этажей, не более	-	25
8.	Расстояние между температурными швами, не более	м	100
П р и м е ч а н и е . Приведенная в таблице высота этажа Н и оконных проемов h _{ок} относится к жилым зданиям.			

5.2.4 Рекомендации по применению сборных полистиролбетонных изделий в ограждающих конструкциях зданий приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Рекомендуемые области применения полистиролбетонных изделий в ограждающих конструкциях зданий

Вид полистиролбетона	Исполнение	Область применения	Показатели полистиролбетона по	
			средней плотности	прочности на сжатие
Теплоизоляционный	Плиты, монолит	Теплоизоляция: покрытий; перекрытий чердачных, над проездами, холодными подвалами и подпольями; торцов желе- зобетонных перекрытий; цоколей и фундаментов*)	D150-D225	M2- M5(B0,35)
Теплоизоляционно- конструкционный	Блоки, перемычки, монолит	Наружные ненесущие стены зданий высотой до 75 м включительно**)	D250-D350	B0,5-B1,0
Конструкционно- теплоизоляционный	Блоки, монолит	Наружные несущие стены малоэтажных (1-2 этажа) зданий***)	D400-D600	B1,5-B2,5
	Перемычки	Наружные ненесущие и несущие стены		

*) При устройстве гидроизоляционной защиты от грунтовых вод.

**) При технико-экономическом обосновании допускается применять блоки плотностью D225 и прочностью B0,35-B0,5 в наружных ненесущих стенах зданий.

***)) При технико-экономическом обосновании возможно применение в зданиях большей этажности.

5.2.5 Не рекомендуется применение особо легкого полистиролбетона для внутренних стен и перегородок зданий, а также межэтажных перекрытий (кроме утепляемых чердачного и нижнего, устраиваемых над проездами, холодными подпольями и неотапливаемыми подвалами).

5.2.6 В наружных стенах помещений с влажным и мокрым влажностным режимом воздуха (по классификации СП 50.13330) применение особо легкого полистиролбетона допускается при устройстве специальной пароизоляции между внутренней облицовкой и полистиролбетонным слоем стены, что должно отражаться в проектах конкретных зданий.

5.2.7 Для зданий с ограждающими конструкциями из особо легкого полистиролбетона не допускается:

- крепление несущих реечных металлоконструкций к блокам из полистиролбетона при устройстве системы навесных вентилируемых фасадов на отnose;
- применение без специальной гидроизоляции полистиролбетона в подземных и цокольных этажах зданий.

5.3 Требования к материалам и элементам ограждающих конструкций

5.3.1 Клеевые композиции для кладки полистиролбетонных изделий

5.3.1.1 Для кладки и склеивания полистиролбетонных элементов рекомендуется использовать "теплые" клеевые композиции плотностью 600-800 кг/м³ (в затвердевшем состоянии) из сухих смесей по ТУ 5745-005-86549669 [2].

При использовании указанных клеев в кладке из полистиролбетонных блоков при заданных толщинах кладочных швов (не более 4-5 мм) их усадка практически не проявляется и сквозные трещины в них не образуются (при этом поверхностные усадочные трещины должны повторно затираться), вследствие чего при этих условиях в затвердевших клеевых композициях (растворах) обеспечивается повышенная воздухопроницаемость швов.

5.3.1.2 Клеевые композиции применяются при положительных температурах (от +5 до +40 °С) и в зимнем варианте (при температурах от -20 до +5 °С). Их жизнеспособность (начало схватывания по ГОСТ 310.3) в зависимости от температуры применения составляет 15-120 мин.

5.3.1.3 Технические требования к "теплым" клеевым композициям для кладки полистиролбетонных элементов и их основным показателям в затвердевшем состоянии приведены в таблице 5.3.

5.3.1.4 Допускается использование для кладки полистиролбетонных изделий "холодных" клеев (плотностью 1600-1700 кг/м³) с показателями не ниже, указанных в таблице 5.3, кроме теплопроводности.

Т а б л и ц а 5.3 – Технические требования к клеевым композициям

№№ пп	Наименование показателя затвердевшей клеевой композиции	Значение показателя		Методы испытаний
1.	Объемная масса (плотность), кг/м ³	600	800	ГОСТ 12730.1
2.	Прочность на сжатие в 28 сут, МПа, не менее	2,0	2,5	ГОСТ 310.4
3.	Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	0,5	0,6	ГОСТ 310.4
4.	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С), не более: - в сухом состоянии - для условий эксплуатации "Б"	0,17 0,20	0,19 0,22	ГОСТ 7076
5.	Морозостойкость, не менее	F35	F50	ГОСТ 5802
6.	Горючесть	негорючий		ГОСТ 30244
7.	Адгезионная прочность к полистиролбетону, МПа, не менее	0,1		ГОСТ 14759
8.	Токсичность композиции и ее компонентов	Нетоксичны, экологи- чески безопасны		ГОСТ 12.1.007
9.	Коэффициент водостойкости, не менее	0,95		ГОСТ 23789
10.	Рекомендуемая толщина клеевого шва, мм	2-4		

5.3.2 Кладка из полистиролбетонных блоков

5.3.2.1 При расчете стен с применением кладки из полистиролбетонных блоков влияние клеевых швов между блоками учитывается с помощью коэффициента условий работы K , на который умножаются расчетные сопротивления полистиролбетона:

- сопротивление сжатию R_b при кладке на "тяжелом" ($\gamma=1600\div1700$ кг/м³) клею – $K=0,7$;
- то же при кладке на "теплом" ($\gamma=600\div800$ кг/м³) клею – $K=0,8$;
- сопротивление растяжению при изгибе R_{btf} на "тяжелом" клею – $K=0,85$;
- то же при кладке на "теплом" клею – $K=0,9$.

При расчете конструкций из монолитного полистиролбетона коэффициент условий работы $K=1$.

5.3.2.2 Расчетные характеристики кладки из полистиролбетонных блоков, учитывающие понижающие коэффициенты условий работы, приведены в таблице 5.4.

Т а б л и ц а 5.4 – Расчетные характеристики кладки из полистиролбетонных блоков

Марка ПСБ по средней плотности	Класс бетона по прочности на сжатие	Модуль упругости кладки, $E_0 \cdot 10^{-3}$, МПа	Модуль деформа- ции кладки, $E_1 \cdot 10^{-3}$, МПа	Расчетное сопротивление кладки из ПСБ блоков, МПа			
				Сжатию, R_b ,		Растяжению при изгибе, R_{btf}	
				На "теплом" клею	На "тяжелом" клею	На "теплом" клею	На "тяжелом" клею
D225	B0,35	270	135	0,23	0,20	0,14	0,13
D250	B0,5	330	165	0,33	0,29	0,19	0,18
D300	B0,75	390	195	0,48	0,42	0,25	0,24
D350	B1,0	540	270	0,63	0,55	0,29	0,27
D400	B1,5	720	360	0,92	0,81	0,34	0,32
D450	B2,0	900	450	1,18	1,04	0,39	0,37
D500	B2,5	1100	550	1,43	1,25	0,41	0,39

5.3.2.3 Характеристики теплотехнической однородности кладок из полистиролбетонных блоков с учетом их размеров, теплопроводности полистиролбетона и клеевых швов, а также толщины последних, приведены в таблице 5.5.

Т а б л и ц а 5.5 – Расчетный коэффициент теплотехнической однородности кладки из полистиролбетонных блоков D250

Толщина горизонтального кладочного шва, мм	Толщина вертикального кладочного шва, мм	Значение расчетного коэффициента кладки, $\gamma_{\text{кл}}$			
		На "теплом" клею, $\lambda_{\text{Б}}=0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$		На "холодном" клею, $\lambda_{\text{Б}}=0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$	
		Армирование горизонтального шва			
		Базальтовая сетка	Стальная сетка	Базальтовая сетка	Стальная сетка
3	2	0,977/0,981	0,895/0,913	0,928/0,937	0,834/0,860
	3	0,975/0,978	0,892/0,911	0,896/0,909	0,822/0,851
4	2	0,972/0,976	0,891/0,910	0,886/0,903	0,817/0,846
	3	0,969/0,974	0,888/0,907	0,876/0,893	0,809/0,837
	4	0,961/0,971	0,881/0,905	0,867/0,883	0,801/0,829
5	3	0,964/0,969	0,883/0,903	0,857/0,877	0,792/0,823
	4	0,961/0,967	0,881/0,901	0,848/0,868	0,785/0,815
	5	0,959/0,964	0,878/0,899	0,839/0,858	0,777/0,806
Примечание: В числителе указаны значения $\gamma_{\text{кл}}$ при высоте блока Н=295 мм, в знаменателе – при высоте блока Н=375 мм с L=595 мм.					

5.3.3 Облицовочные и комплектующие материалы

5.3.3.1 Для фасадной облицовки стен применяют лицевой кирпич керамический, отвечающий требованиям ГОСТ 530 марки по прочности не ниже М100 и по морозостойкости не ниже F75 полнотелый или пустотелый с ограниченной пустотностью (не более 25%) и утолщенной (не менее 20 мм) наружной стенкой.

Для кирпичной кладки используется раствор марки не ниже М50.

5.3.3.2 Штукатурный слой на наружной или внутренней поверхности стен выполняют по стальной сетке цементно-песчаным или цементно-песчано-известковым раствором класса по прочности на сжатие не ниже М50, морозостойкости не ниже F50, отвечающие требованиям ГОСТ 28013 и СП 82-101.

5.3.3.3 Для внутренней облицовки стен используются гипсоволокнистые листы типа ГВЛ или ГВЛВ по ГОСТ Р 51829 или цементно-песчаная, или цементно-песчано-известковая штукатурка, упомянутые в п.5.3.3.2.

5.3.3.4 В качестве комплектующих материалов (теплоизолирующих, герметизирующих, уплотняющих, шпаклевочных, крепежных) используют:

- негорючие минераловатные плиты полужесткие по ГОСТ 9573, ГОСТ 22950 плотностью 125 кг/м^3 для устройства противопожарных рассечек и термовкладышей;

- негорючие прокладки из мягкой минваты по ГОСТ 4640 плотностью 55-75 кг/м³ для устройства сжимаемого теплоизолирующего шва под перекрытием и заполнения щелей между переключками и подоконными сливами;

- герметизирующие прокладки "Вилатерм", тиоколовую мастику – для гидроизоляции сжимаемой прокладки (шва);

- клеевую смесь "Перлфикс" (KNAUF) для приклеивания ГВЛ к полистиролбетонным блокам;

- шовно-шпаклевочную мастику безусадочную на основе сухих смесей типа "Юникон-Стена ШШБ" по ТУ 5745-005-86549669 [2] для заделки швов между ГВЛ и цементно-песчаной облицовкой полистиролбетонных блоков повышенной заводской готовности;

- стальные саморезы диаметром 6 мм длиной 25-40 мм для крепления слоев ГВЛ друг к другу.

5.3.3.5 В качестве специальных огнезащитных материалов используют:

- базальтовые маты или плиты толщиной 20-50 мм, устанавливаемые с наружной стороны кладки из полистиролбетонных блоков для стен с вентилируемым навесным фасадом;

- асбестовые прокладки толщиной 5 мм, устанавливаемые в обрамлениях деревянных или пластиковых оконных и дверных стеклопакетов.

5.3.4 Связевые и связево-монтажные элементы

5.3.4.1 Крепление слоев наружных стен из сборных полистиролбетонных блоков осуществляют связевыми элементами, расположенными в совпадающих горизонтальных швах кладок кирпичной и блочной полистиролбетонной (при кирпичной облицовке) или во всех горизонтальных швах блочной полистиролбетонной кладки (при штукатурной облицовке).

5.3.4.2 В качестве горизонтальных связей в блочной кладке используют сетки стальные штукатурные из проволоки Ø1,0-1,2 мм с ячейкой 20х20 мм, или базальтовые Ø1 мм с ячейкой 25х25 мм огнестойкие, например с бентонитовым замасливателем. Допускается использование в качестве гибких связей стальных анкеров из проволоки Ø3 Вр-I по ГОСТ 6727.

5.3.4.3 Для крепления базальтовых огнезащитных матов к полистиролбетонным блокам в стенах с вентфасадом используются стальные дюбели, тарельчатые шайбы и шурупы.

5.3.4.4 Для соединения несущих стен, колонн и перекрытий с полистиролбетонными элементами, для закрепления оконных (дверных) блоков и навесного оборудования рекомендуется использование связево-монтажных элементов: стальных крепежных пластин, перфорированных стальных лент сечением 26х1 мм типа РВАН, дюбелей, шайб и шурупов.

5.3.4.5 В наружных стенах из монолитного полистиролбетона в качестве связевых элементов между облицовочными слоями, например, кирпичными или оставляемой опалубкой, рекомендуется использовать "шпильки" из щелостойкого базальтопластика диаметром 5 мм ($\lambda_B=0,35$ Вт/(м°С)) по ТУ 2296-003-23475912-00 [3].

5.3.5 Опалубочные элементы для конструкций из монолитного полистиролбетона

5.3.5.1 Опалубка для устройства наружных стен из монолитного полистиролбетона должна отвечать требованиям ГОСТ Р 52085.

5.3.5.2 Для ускорения твердения монолитного полистиролбетона, особенно в зимний период, рекомендуется применять термоопалубку с разогревом полистиролбетона не более, чем до 70 °С.

5.3.5.3 Рекомендуется применять унифицированную мелкощитовую или крупнощитовую сборно-переставную опалубку, отличающуюся взаимозаменяемостью элементов, имеющих повышенную жесткость и инвентарные приспособления (схватки, замковые соединения и др.), облегчающие монтаж.

5.3.5.4 Для устройства наружных стен из монолитного полистиролбетона рекомендуется в качестве оставляемой (несъемной) опалубки использовать кирпичную кладку (с фасадной стороны) и цементно-стружечные плиты (ЦСП) по ГОСТ 26816 с внутренней стороны. Использование гипсокартонных листов (ГКЛ) для опалубки не допускается.

5.3.5.5 Допускается для зданий высотой не более 15 м использовать оставляемые (несъемные) щитовые опалубки из ДСП по ГОСТ 10632 или ЦСП с внешней и внутренней сторон наружной стены, соединенные друг с другом жесткими стальными или базальтопластиковыми стержневыми связями.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ОГРАЖДАЮЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ

6.1 Общие требования

6.1.1 На фасадах наружных стен зданий с использованием особо легкого полистиролбетона в обязательном порядке должны устраиваться температурно-деформационные швы: вертикальные для кирпичного фасада с шагом 3-9 м, рассчитываемого по СТО 36554501-013, а при – оштукатуривании через 3 м, и горизонтальные – под перекрытиями.

6.1.2 Соединение (связь) облицовочных слоев наружных стен с кладкой из полистиролбетонных блоков и перемычек осуществляется штукатурной сеткой (стальной, базальтовой), устанавливаемой в каждом горизонтальном шве кладки. Допускается применение для этих целей специальных хомутов (скоб) из арматурной проволоки Ø 3 мм Вр-I.

6.1.3 Для снижения теплотерь зданий с кирпичным или вентилируемым фасадом через железобетонные перекрытия у их торцов (в пределах толщины наружных стен) устраиваются термовкладыши из негорючей минеральной ваты толщиной не менее 175 мм и длиной до 1,2 м.

При этом ширина сечения железобетонных шпонок должна быть минимальной, определяемой расчетом, но не менее 80 мм. Рекомендуемые размеры железобетонных шпонок приведены в таблице 6.1.

При оштукатуривании фасадов здания торцы железобетонных перекрытий утепляются доборными полистиролбетонными плитами.

Т а б л и ц а 6.1 – Параметры шпонок между термовкладышами в железобетонных плитах перекрытий для зданий с кирпичным фасадом

Высота сечения железобетонной плиты перекрытия, мм	Ширина сечения железобетонной шпонки, мм	
	Облицовка в 1 кирпич	Облицовка в 0,5 кирпича
140	160	120
160	160	120
180	120	100
200	120	100
220	100	80
250	100	80

П р и м е ч а н и я:

1. Шаг шпонок принят 1200 мм.
2. Железобетонная плита перекрытия из бетона класса по прочности В25.
3. Армирование шпонок выполнять стальными каркасами с продольной арматурой А500, поперечной - А240, согласно СП 63.13330.
4. Шаг поперечных стержней из Ø6 А240 - 50 мм.
5. Высота сечения шпонок соответствует принятой высоте сечения железобетонной плиты перекрытия.

6.1.4 В ненесущих стенах между верхом кладки из полистиролбетонных блоков и перекрытием должен быть зазор величиной 20-30 мм, обеспечивающий независимость деформаций плит перекрытия и наружных стен. Зазор рекомендуется заполнять негорючей мягкой минеральной ватой D75.

6.1.5 В ненесущих стенах крепление верха кладки из полистиролбетонных блоков к примыкающей к ней плите перекрытия осуществляется металлическими штырями или полосами, забиваемыми в блочную кладку у торцов плит перекрытий или через отверстия в перекрытиях для термовкладышей. Расстояние от места установки пластины до края полистиролбетонного блока принимается не менее 100 мм.

6.1.6 Для зданий с кирпичным фасадом кирпичная облицовка может использоваться в одном из 2-х вариантов: кладка в 0,5 кирпича с усиленными связями или в 1 кирпич.

При использовании кирпичной облицовки в 0,5 кирпича она должна опираться на железобетонные перекрытия всей поверхностью без свеса, а при облицовке в 1 кирпич допускается свес до 25 мм.

6.1.7 Для безопасной эксплуатации наружных стен с фасадной облицовкой в 0,5 кирпича при проектировании жилых и общественных зданий необходимо выполнять комплекс требований и решений, отраженных в Методическом пособии по проектированию "Технические решения многослойных продольных и торцевых наружных стен, облицованных кирпичом толщиной 120 мм (с утолщенной наружной стенкой или ограниченной пустотностью – до 13%) для строительства жилых и общественных зданий высотой до 75 м" (ЦНИИЭПжилища и ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 2010 г.) [4].

В частности, необходимо обеспечивать:

- устройство температурно-деформационных швов (конструкция вертикального шва в облицовочном кирпичном слое принимается по решениям ЦНИИЭПжилища, горизонтального на уровне перекрытия – по техническим решениям, предоставленным в п. 6.4 настоящего СТО);
- армирование горизонтальных швов кирпичной облицовки, в т.ч. в углах и

Z-образных простенках по расчету на температурно-влажностные воздействия с учетом конструктивных требований к их армированию;

- усиление крепежных соединений кирпичной облицовки к несущим конструкциям здания в угловых зонах, по периметру проемов и в местах вертикальных деформационных швов;

- защиту кирпичного фасада, в т.ч. горизонтальных деформационных швов от атмосферной воды, например, за счет устройства дополнительных сливов.

Запрещается использование стальных уголков или пластин для опирания кирпичной облицовки на уровне перекрытий.

6.1.8 При проектировании внутренней облицовки наружных стен выбор между ГВЛ и армированной штукатуркой должен производиться с учетом требований и результатов прочностных расчетов на ветровые нагрузки, изложенных в п.7.2.2 настоящего СТО. Условия применения внутренних облицовочных слоев наружных стен в зданиях, строящихся в Центральном регионе России, отражены в таблице 6.2.

Т а б л и ц а 6.2 – Условия применения внутренней облицовки наружных стен зданий

№№ п.п.	Конструкция облицовочных слоев		Высота здания	
	Наружный слой	Внутренний слой, мм	H≤50 м (до 16 эт.)	H=51÷75 м (17-25 эт.)
1	Армированная штукатурка 20-25 мм	ГВЛ 2х10 ГВЛ 2х12,5	+ +	– +
2	Облицовка в 0,5 или 1 кирпич	ГВЛ 2х10 ГВЛ 2х12,5	+ +	– +
3	Навесной фасад (армиро- ванная штукатурка 20-25 мм или огнезащитные ба- зальтовые маты или плиты 20-50 мм)	ГВЛ 2х10 ГВЛ 2х12,5	+ +	– +
4	Цементно-стружечные плиты (ЦСП) 20-24 мм	ГВЛ 2х10 ГВЛ 2х12,5	+ +	– –
5	Армированная штукатурка 20-25 мм	Армированная штукатурка	20 25	+ +

П р и м е ч а н и я:

1. Ветровая нагрузка принята по СП 20.13330 для 1-го ветрового района России.
2. Для зданий высотой до 40 м пульсационная составляющая ветрового давления не учитывалась, принят тип местности А (открытая местность). При применении ЦСП высота здания – не более 15 м.
3. Для зданий высотой более 40 м учитывалась пульсационная составляющая, принят тип местности В (городская застройка).
4. Во всех случаях ветровая нагрузка рассчитывалась для простенка шириной 60 см на уровне середины верхнего этажа здания.
5. Принятая в расчетах высота этажа составляла 3,0 и 3,3 м.
6. Основной слой стены принят из ПСБ блоков толщиной 375 мм класса по прочности В0,35.

6.1.9 В наружных стенах из полистиролбетонных блоков с облицовкой фасадной стороны кирпичом или армированной штукатуркой и (ГВЛ с внутренней стороны) балконные плиты выполняются как продолжение плиты перекрытия с термовкладышами.

В местах расположения двери для балкона или лоджии устраивается порог с использованием полистиролбетонного стенового блока (или его части), облицованного на толщину 20-25 мм мелкозернистым бетоном класса по прочности не ниже

В20 с армированием в два ряда мелкоячеистой стальной сеткой (с целью защиты порога от ударов, которые возможны при эксплуатации балкона (лоджии)).

6.1.10 Для обеспечения антивандальной защиты наружных стен с применением полистиролбетона рекомендуется для первых этажей зданий фасадную облицовку выполнять из полнотелого кирпича марки не менее М75 или керамогранитных (гранитных) плит.

6.1.11 Наружные стены зданий в помещениях со свободным доступом, например, лестничные клетки, рекомендуется облицовываться с внутренней стороны кирпичом или утолщенной керамической плиткой, а также армированной штукатуркой толщиной 20-30 мм.

6.2 Раскладка полистиролбетонных блоков и перемычек в наружных стенах

6.2.1 На рисунках 6.1 и 6.2 приведены технические решения раскладки полистиролбетонных блоков и перемычек по фасаду в ненесущих стенах соответственно для блоков высотой 295 и 375 мм.

Блоки, прилегающие к оконным (дверным) проемам и к внутренним несущим стенам, имеют четверти. В зоне прилегания к несущим стенам по всей высоте этажа здания расположены противопожарные рассечки из полужесткой негорючей минваты D125 толщиной 50 мм.

6.2.2 Приведенные на рисунках 6.1 и 6.2 технические решения раскладки полистиролбетонных блоков применимы к ненесущим стенам зданий с различными видами фасадов и внутренними железобетонными поперечными несущими стенами, колоннами и пилонами.

6.2.3 Для несущих стен зданий исключается горизонтальный шов из сжимаемой минваты под железобетонным перекрытием.

6.3 Ненесущие наружные стены зданий

6.3.1 Технические решения ненесущих наружных стен из полистиролбетонных блоков и перемычек для зданий с кирпичной фасадной облицовкой и несущими железобетонными стенами приведены на рисунках 6.3, 6.3.1 и 6.4.

На рисунке 6.3 представлена ненесущая стена из ПСБ блоков с наружной кирпичной облицовкой толщиной в 0,5 кирпича, на рисунке 6.4 – толщиной в 1 кирпич.

Представленные решения для полистиролбетонных блоков высотой 295 и 375 мм увязаны с примером раскладки блоков и перемычек, показанных на рисунках 6.1 и 6.2.

6.3.2 Кирпичная кладка и полистиролбетонные блоки отстоят друг от друга на расстоянии 2-3 мм, и между ними может предусматриваться: воздушный зазор (что улучшает теплозащитные свойства) или кладочный клей (раствор), необходимость в котором определяется как требованиями пожарной безопасности, так и требованиями по обеспечению сопротивления ветровым нагрузкам. Воздушный зазор между кладками должен предусматриваться на максимально возможной площади глухой части фасада здания, но не более 3 м², в секциях, разделяемых полосами из негорючей клеевой композиции шириной 10-20 мм на всю толщину воздушного зазора.

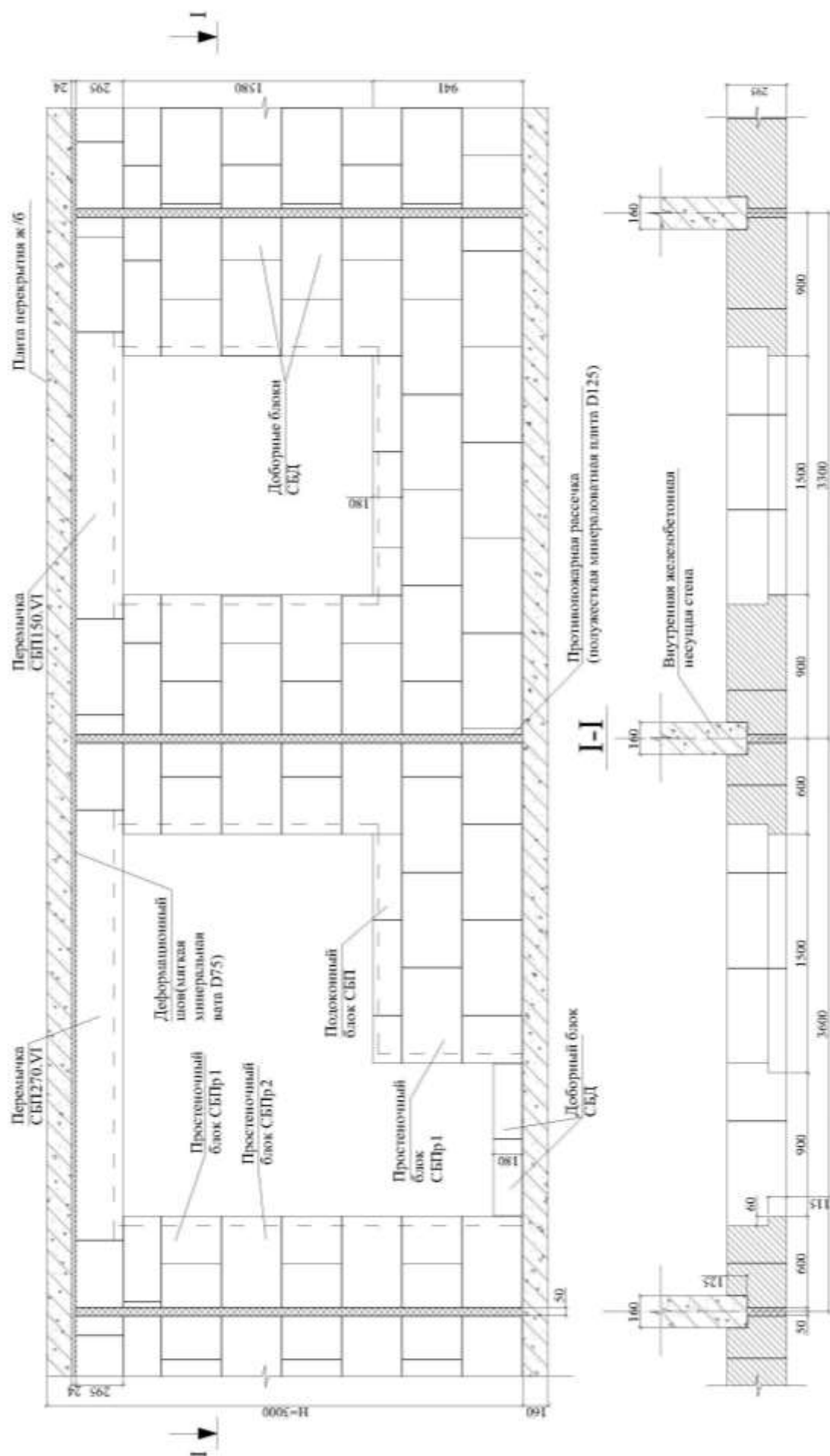


Рисунок 6.1 Пример раскладки ПСБ блоков и перемычек производства ЗАО "Юникон - ЗСК" при монтаже наружной стены здания с кирпичным фасадом (толщина блоков 295 мм)

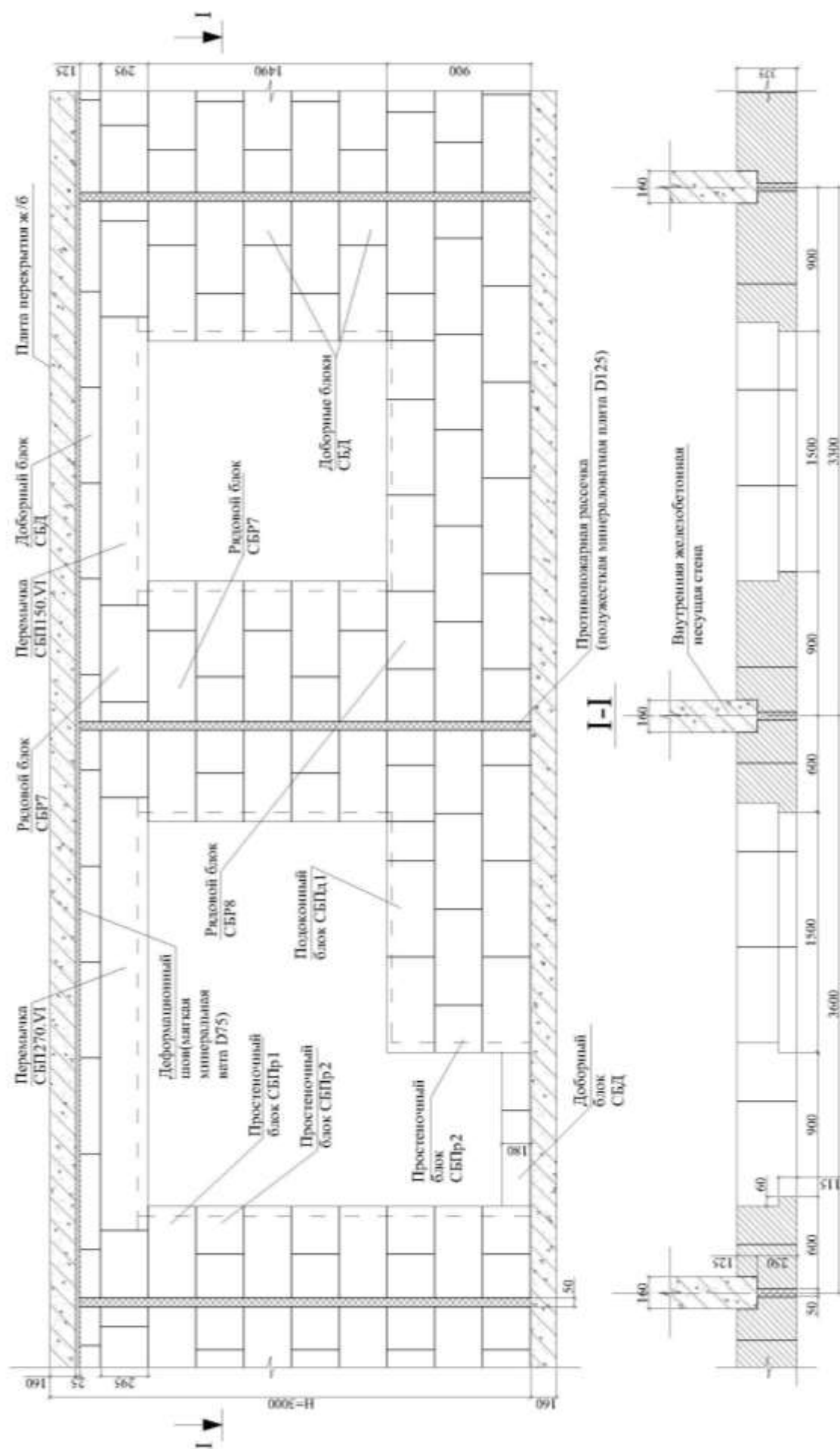


Рисунок 6.2 Пример раскладки ПСБ блоков и перемычек производства ЗАО "ЮНИКОН-ЗСК" при монтаже наружной стены здания с кирпичным фасадом (толщина блоков 375 мм)

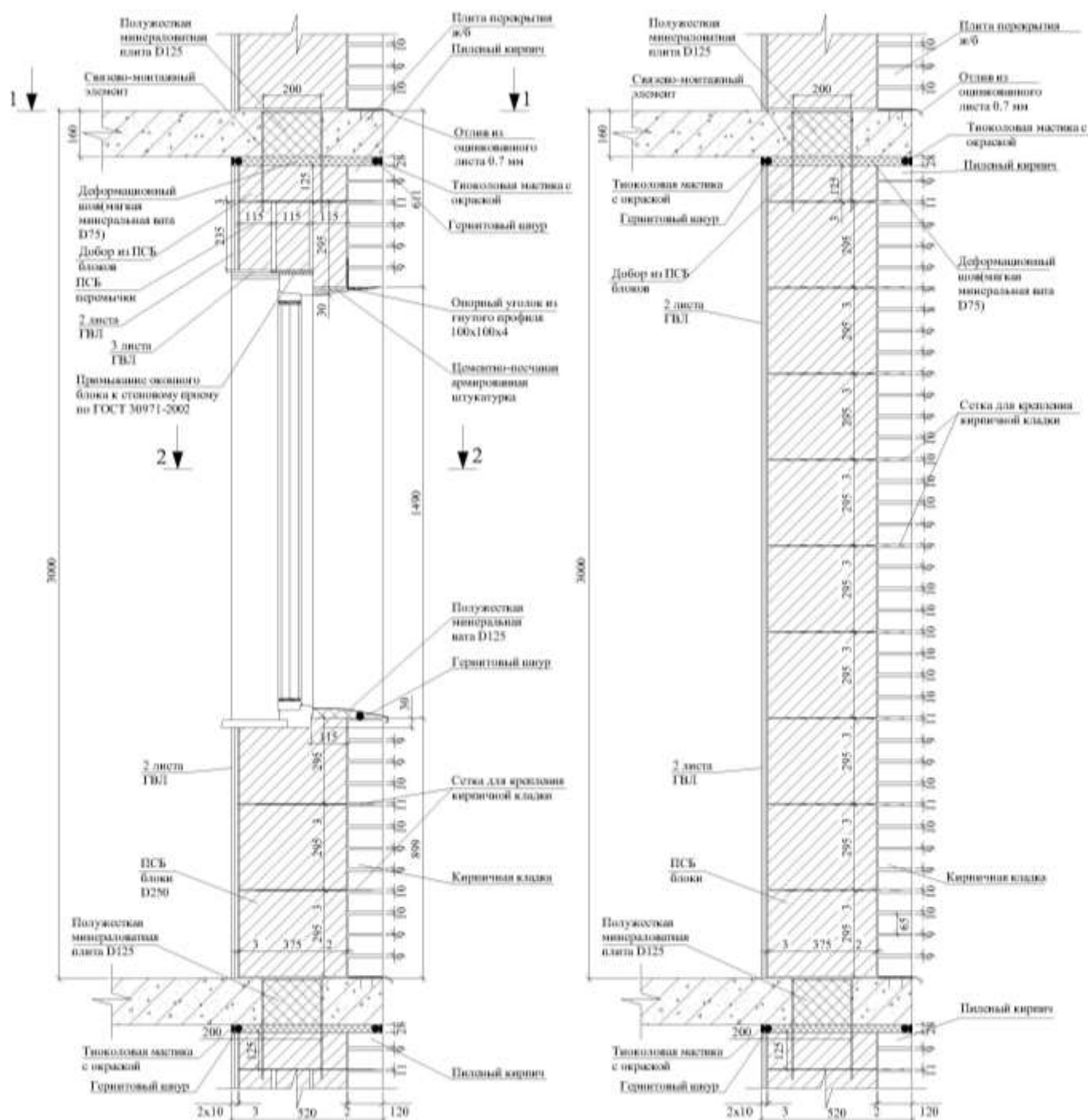


Рисунок 6.3 Несущая стена из ПСБ блоков с наружной облицовкой толщиной 120 мм и внутренне облицовкой ГВЛ. Вертикальные разрезы по оконному проему и глухому простенку

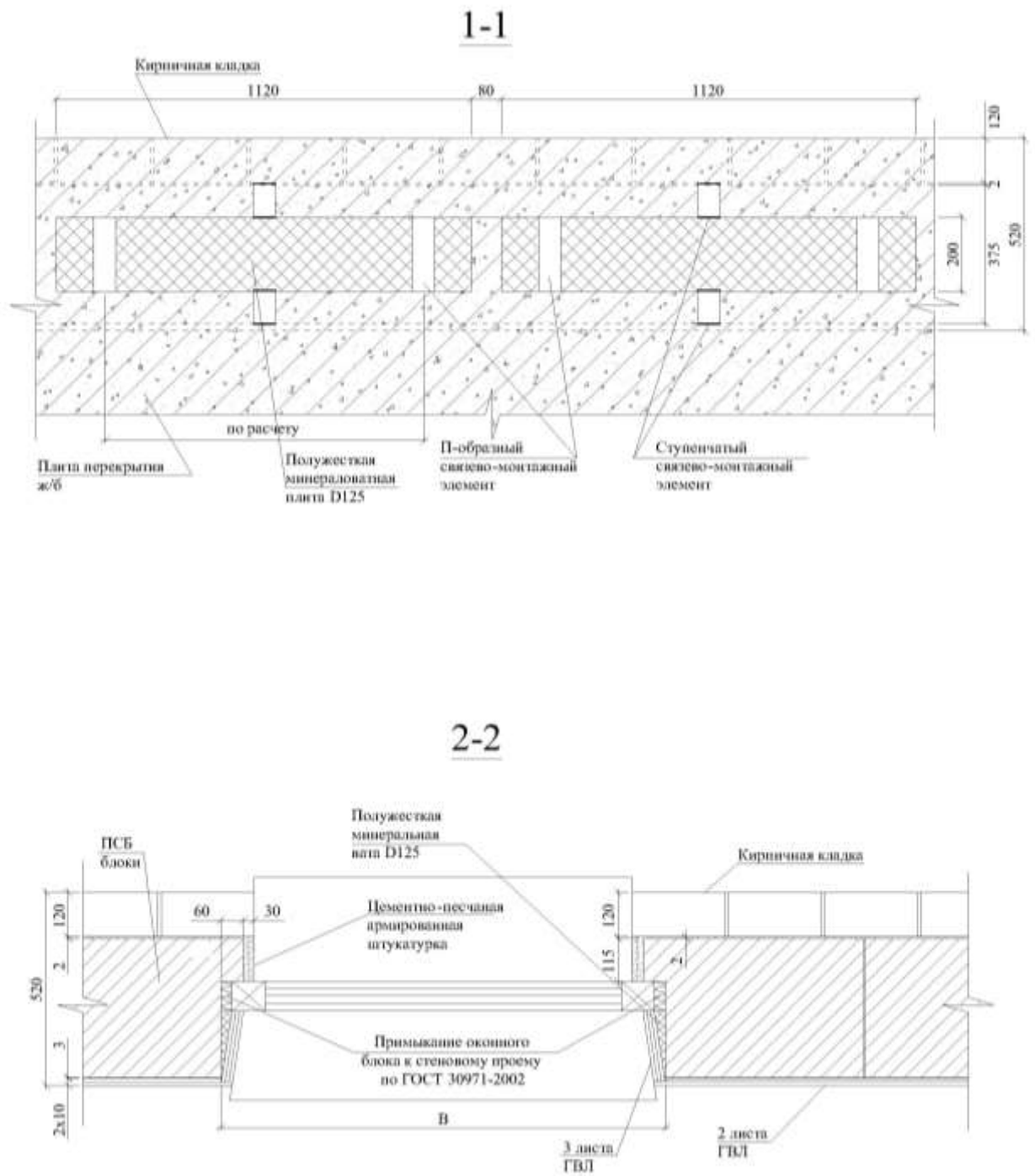


Рисунок 6.3.1 Горизонтальные разрезы по оконному проему и перекрытию

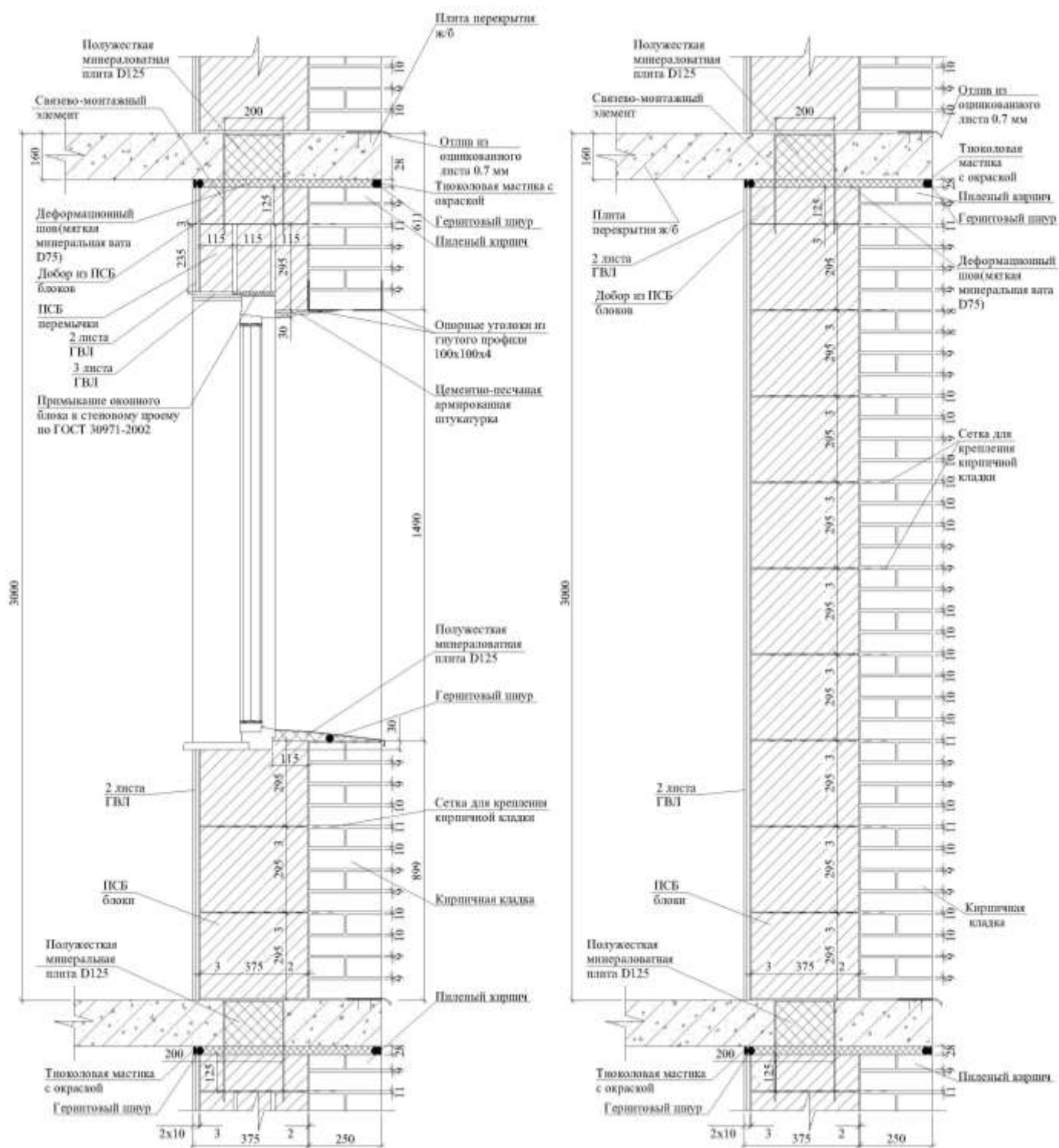


Рисунок 6.4 Ненесущая стена из ПСБ блоков с наружной кирпичной облицовкой толщиной 250 мм и внутренней облицовкой ГВЛ. Вертикальные разрезы по оконному проему и глухому простенку

6.3.3 На участке между перекрытием и верхом оконного (дверного) проема кирпичная облицовка опирается на окрашенный стальной уголок 100x100x4 мм, расположенный над проемом, или на железобетонную перемычку.

Уголок для большей устойчивости имеет опорные пластины из стального листа, привариваемого к нему на концевых участках и заходящего в горизонтальные швы кладки из полистиролбетонных элементов (блоков, перемычек) в простенках. Опорные пластины крепятся к полистиролбетонным блокам дюбелями FUR 8x80T. При ширине проема более 1,5 м опорный стальной уголок должен дополнительно закрепляться в перемычку с использованием дюбеля FUR 8x80T, устанавливаемого в середине пролета на монтажной пене, в который через раззенкованное отверстие в уголке заворачивается стальной шуруп с потайной головкой.

Опорные стальные уголки над проемами применяются с обязательной антикоррозионной покраской в соответствии со СП 28.13330, либо оцинкованными.

На рисунках 6.3 и 6.4 также показано опирание фасадной кирпичной кладки на перекрытия. Предусматривается полное опирание (без консольных свесов) полистиролбетонных стеновых блоков и фасадной кирпичной облицовки на перекрытие, что повышает их устойчивость, в т.ч. в стадии возведения под действием ветрового давления.

6.3.4 На рисунке 6.5 приведено техническое решение ненесущей стены из ПСБ блоков для здания с несущими железобетонными колоннами и кирпичной облицовкой фасада.

6.3.5 Техническое решение ненесущей стены из полистиролбетонных блоков с заводской цементно-песчаной облицовкой для зданий с кирпичной фасадной облицовкой представлено на рисунке 6.6.

Швы между заводской цементно-песчаной облицовкой, образующееся на внутренней стороне стены после монтажа блоков, заделывается заглаживанием специальной безусадочной шапклечной мастикой типа "ЮНИКОН Стена-ШШБ", отвечающей требованиям ТУ 5745-005-86549669 [2].

6.3.6 При применении деревянных и пластиковых оконных (дверных) коробов они должны отделяться от контакта с полистиролбетонными блоками негорючими прокладками, а в качестве теплоизоляционных вкладышей необходимо использовать негорючую минеральную вату.

6.3.7 Облицовка внутренней стороны полистиролбетонных стен гипсоволокнистыми листами (ГВЛ), имеющих толщину 10 (12,5) мм, состоит из двух листов общей толщиной 20 (25) мм на вертикальных участках стен или трех листов общей толщиной 30 мм на откосах. Первый слой ГВЛ крепится к полистиролбетонным блокам с использованием клеевых маяков, приготовленных из сухой клеевой смеси "Перлфикс". Второй слой ГВЛ крепится к первому стальными саморезами.

6.3.8 Кирпичная облицовка связана с полистиролбетонными блоками с помощью гибких металлических или базальтовых сеток, которые устанавливаются в каждый горизонтальный клеевой шов между стеновыми полистиролбетонными блоками с выпусками на 2/3 толщины кирпичной облицовки.

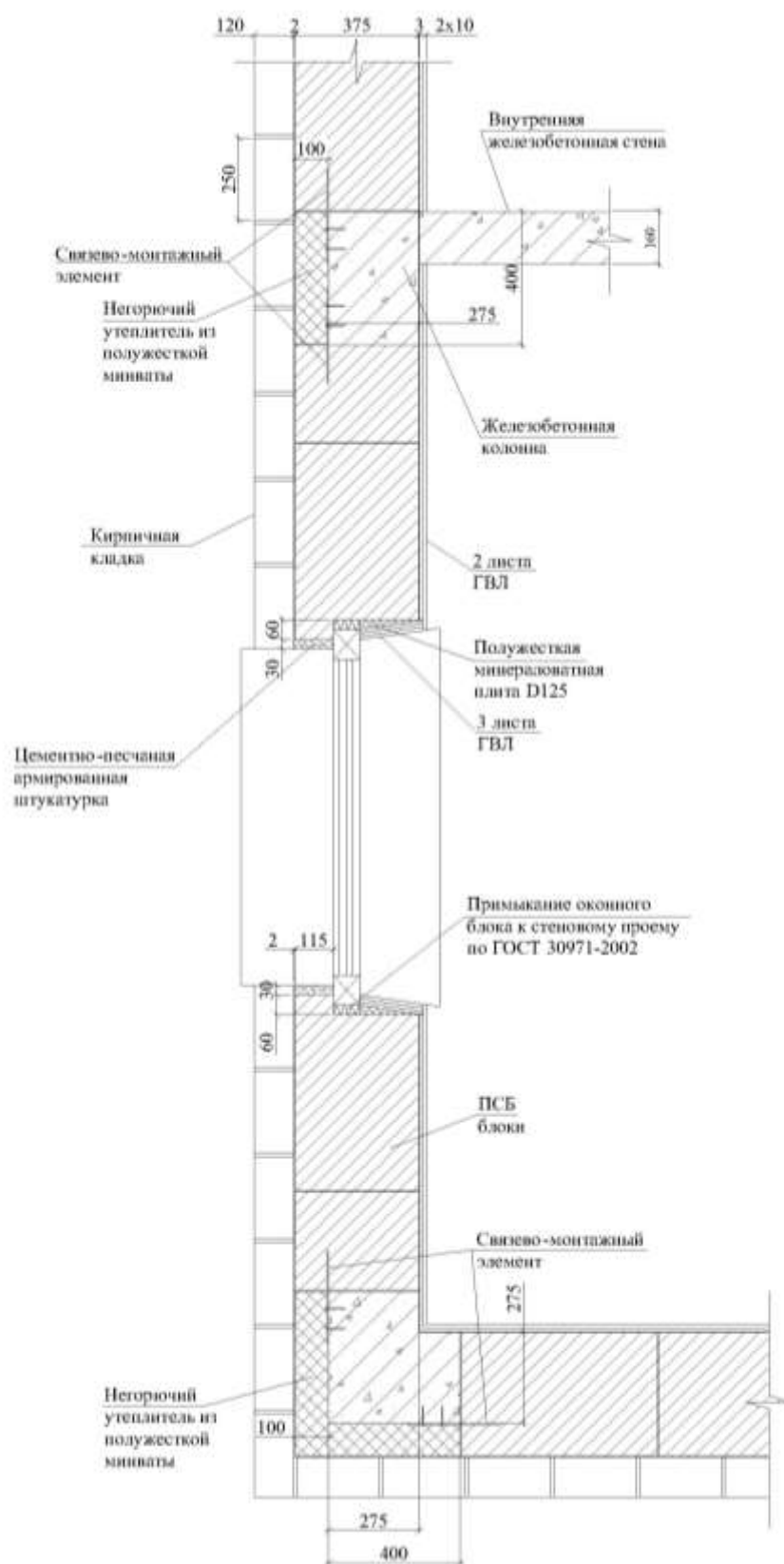


Рисунок 6.5 Ненесущая стена из ПСБ блоков с несущими железобетонными колоннами и кирпичной облицовкой фасада. Горизонтальный разрез

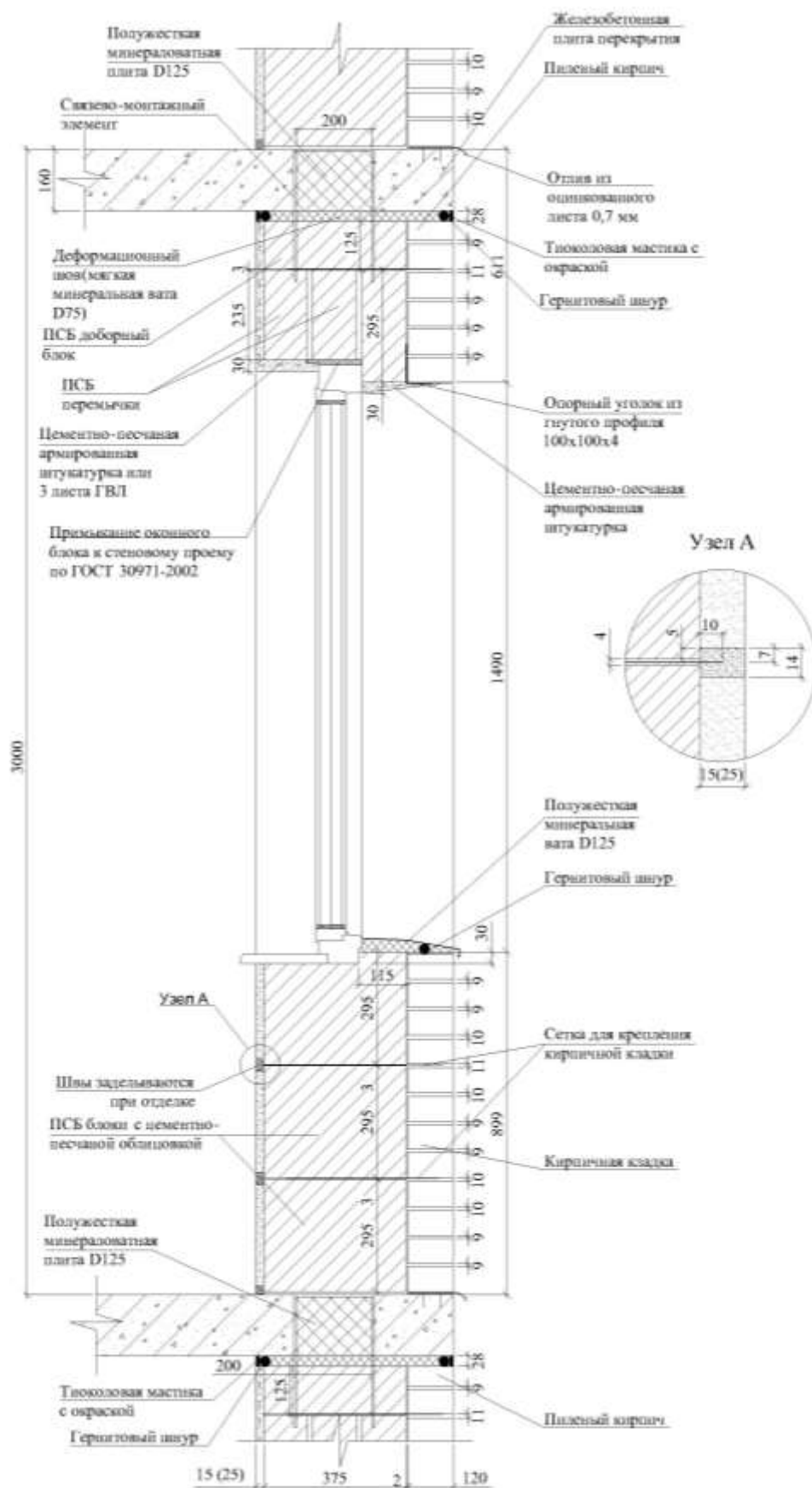


Рисунок 6.6 Ненесущая стена из ПСБ блоков с заводской цементно-песчаной и наружной кирпичной облицовкой толщиной в 0,5 кирпича. Вертикальный разрез по оконному проему

6.3.9 Номинальная толщина вертикальных клеевых швов кладки из полистиролбетонных блоков составляет 2 мм, толщина горизонтальных швов – 3 мм. Расчетная толщина шва между плитами перекрытий и первым рядом кладки из полистиролбетонных блоков составляет 5-8 мм, так как в этот шов укладывается штукатурная сетка, например по ГОСТ 3826.

6.3.10 В подоконной части стены при высоте блоков 295 мм они укладываются в три ряда, причем верхние блоки, прилегающие к проему, имеют четверти размером 30x115 мм. Простеночные блоки, с боковых сторон проемов также имеют четверти размером 60x115 мм.

6.3.11 В надоконной части стены для устройства четверти укладываются несколько (в зависимости от толщины блоков) разновысоких полистиролбетонных перемычек шириной 115-180 мм, одна высотой 295 и остальные высотой 235 мм с воздушными прослойками между ними. При этом перемычка высотой 295 мм выполняет функции верхней горизонтальной четверти проема. На перемычки укладываются доборные полистиролбетонные блоки.

6.3.12 Между перекрытием и доборными стеновыми блоками предусмотрен зазор толщиной 20-30 мм, заполняемый сжимаемым негорючим материалом (например, негорючей минеральной ватой плотностью 55-75 кг/м³ по ГОСТ 4640), предназначенный для того, чтобы не допустить передачу давления на полистиролбетонные элементы стен при прогибе железобетонной плиты перекрытия.

6.3.13 На горизонтальных разрезах по перекрытию (рисунок 6.3.1) показано, что в плитах перекрытия предусматриваются термовкладыши из эффективного негорючего утеплителя толщиной не менее 175 мм. Между термовкладышами расположены железобетонные шпонки, соединяющие основную и консольную части плиты перекрытия.

6.3.14 Техническое решение наружной стены из полистиролбетонных блоков для зданий с оштукатуриваемым фасадом приведено на рисунке 6.7.

6.3.15 Для обеспечения несущей способности оштукатуриваемых стен при воздействии ветровых нагрузок штукатурка толщиной 20-25 мм выполняется из цементно-песчаного раствора марки 100 и выше для фасадов и марки не ниже 50 с внутренней стороны и при этом он армируется стальной оцинкованной (с фасадной стороны здания) и неоцинкованной (с внутренней стороны) сеткой из проволоки диаметром 1...1,2 мм с ячейкой не более 10x10 мм. Эта сетка должна быть надежно закреплена вязальной проволокой (со стороны фасадов - вязальной оцинкованной проволокой) к выпускам связевой сетки или арматурной проволоки, расположенных в горизонтальных швах кладки из полистиролбетонных блоков.

6.3.16 Для ненесущих наружных стен с оштукатуриванием фасадной стороны рекомендуется использовать неполное опирание полистиролбетонных блоков на перекрытия или фасадные ригели. При этом консольный свес нижнего ряда блоков стены верхнего этажа не должен превышать 1/3 ширины блока. Для блоков толщиной 375 мм рекомендуется применять свес на 100 мм.

Толщина слоя штукатурки на откосах проемов должна быть не менее 30 мм у оконных и дверных блоков и не менее 20 мм у края откосов с обязательным армированием штукатурного слоя стальными сетками.

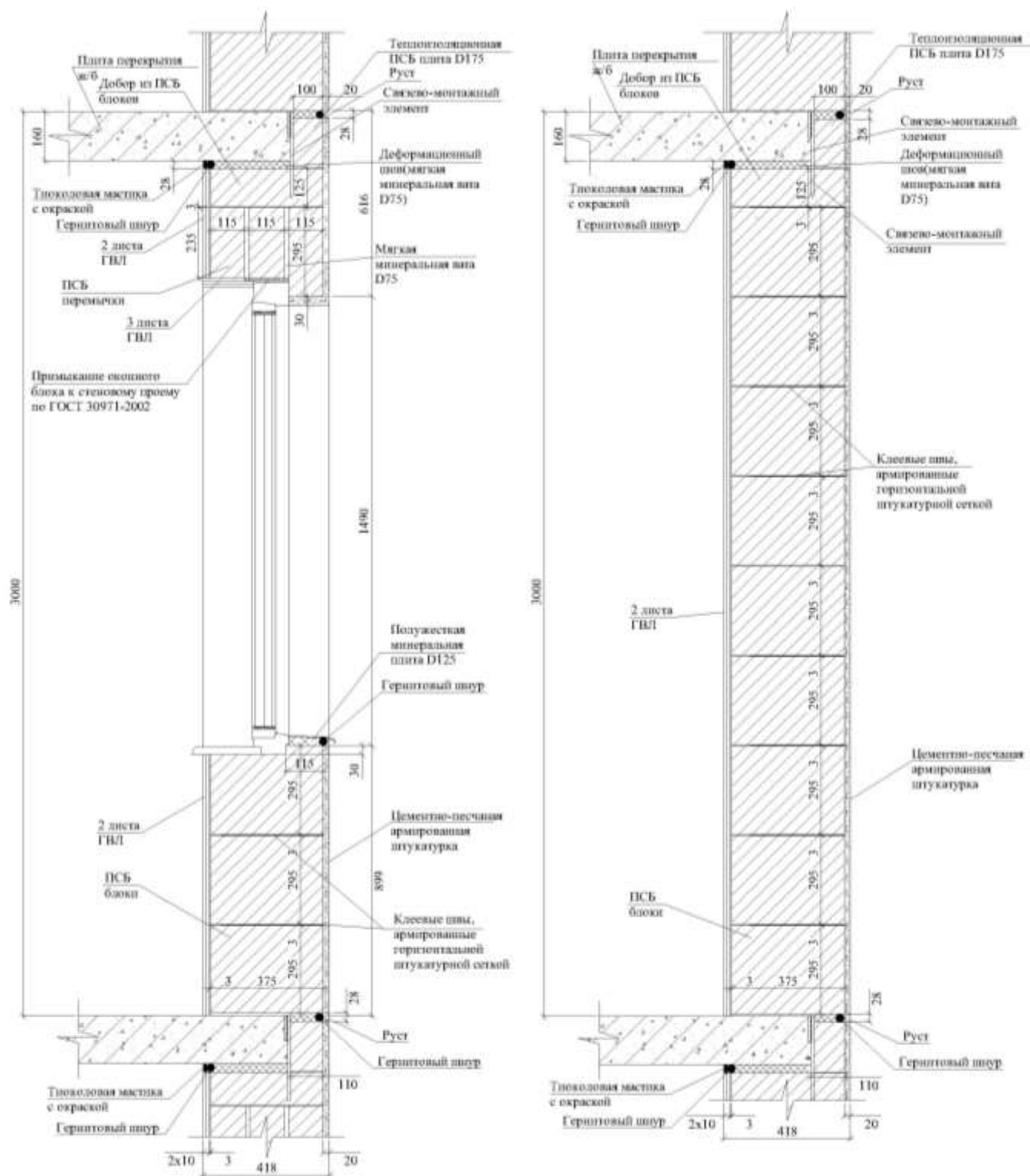


Рисунок 6.7 Ненесущая стена из ПСБ блоков с наружной штукатуркой и внутренней облицовкой ГВЛ. Вертикальные разрезы по оконному проему и глухому простенку

Перемычки разновысокие оштукатуриваются с боковой и нижней сторон по стальной мелкоячеистой сетке, при этом нижний штукатурный слой имеет толщину 30 мм. Со стороны внутреннего горизонтального откоса вместо штукатурки может использоваться ГВЛ в 3 слоя по 10 мм.

Торец фасадной части перекрытия утепляется вставкой из полистиролбетона плотностью D150-D200 или слоем негорючего эффективного утеплителя.

6.3.17 Техническое решение наружной несущей стены здания с навесным вентилируемым фасадом приведено на рисунках 6.8 и 6.8.1.

Для таких стен предусматривается:

- крепление несущих реечных металлоконструкции только к торцам железобетонных перекрытий;

- огнезащита кладки из полистиролбетонных блоков и перемычек облицовкой толщиной не менее 20 мм из базальтовых матов (плит) или цементно-песчаной штукатурки, армированной стальной сеткой, в т.ч. при применении ПСБ блоков с заводской цементно-песчаной облицовкой.

6.3.18 Внутренние несущие железобетонные стены в узлах стыковки с наружными полистиролбетонными входят в эти стены не менее, чем на 40 мм (включая штукатурный слой). Рекомендуется осуществлять врезку внутренних железобетонных стен в наружные при условии утепления торца термовкладышем из негорючего материала толщиной не менее 50 мм, выполняющего функцию противопожарных рассечек.

6.3.19 Монолитные несущие наружные стены из полистиролбетона рекомендуется опирать на плиты перекрытий с термовкладышами. Монолитные стены должны иметь расчетную и конструктивную арматуру в соответствии с указаниями. Кроме того, необходимо предусмотреть противоосадочную арматуру в виде горизонтальных сеток с шагом по высоте не более 600 мм. Арматурный каркас стен включает армирование перемычек.

На рисунке 6.9 представлено техническое решение устройства наружных стен из монолитного полистиролбетона, где в качестве оставляемой (несъемной) опалубки используется кирпичная кладка (с фасадной стороны) и цементно-стружечные плиты (ЦСП) с внутренней стороны.

6.3.20 Для несущих наружных стен из монолитного полистиролбетона, формируемого в съемной опалубке, с последующим оштукатуриванием наружной или внутренней стороны по стальной сетке рекомендуется их полное опирание на перекрытие с термовкладышами (без свесов). При этом термовкладыш из эффективного негорючего утеплителя защищается от увлажнения асбестоцементным листом.

Для крепления штукатурной сетки, армирующую облицовочную штукатурку, из монолитного полистиролбетона делаются выпуски из проволоки Ø3 Вр-I, которые пропускаются через отверстия в опалубке и после ее снятия отгибаются для образования крючков. В теле стены выпуски привязываются к арматуре, расположенной в монолитном полистиролбетоне и располагаются с шагом не более 600 мм по горизонтали и не более 400 мм по вертикали.

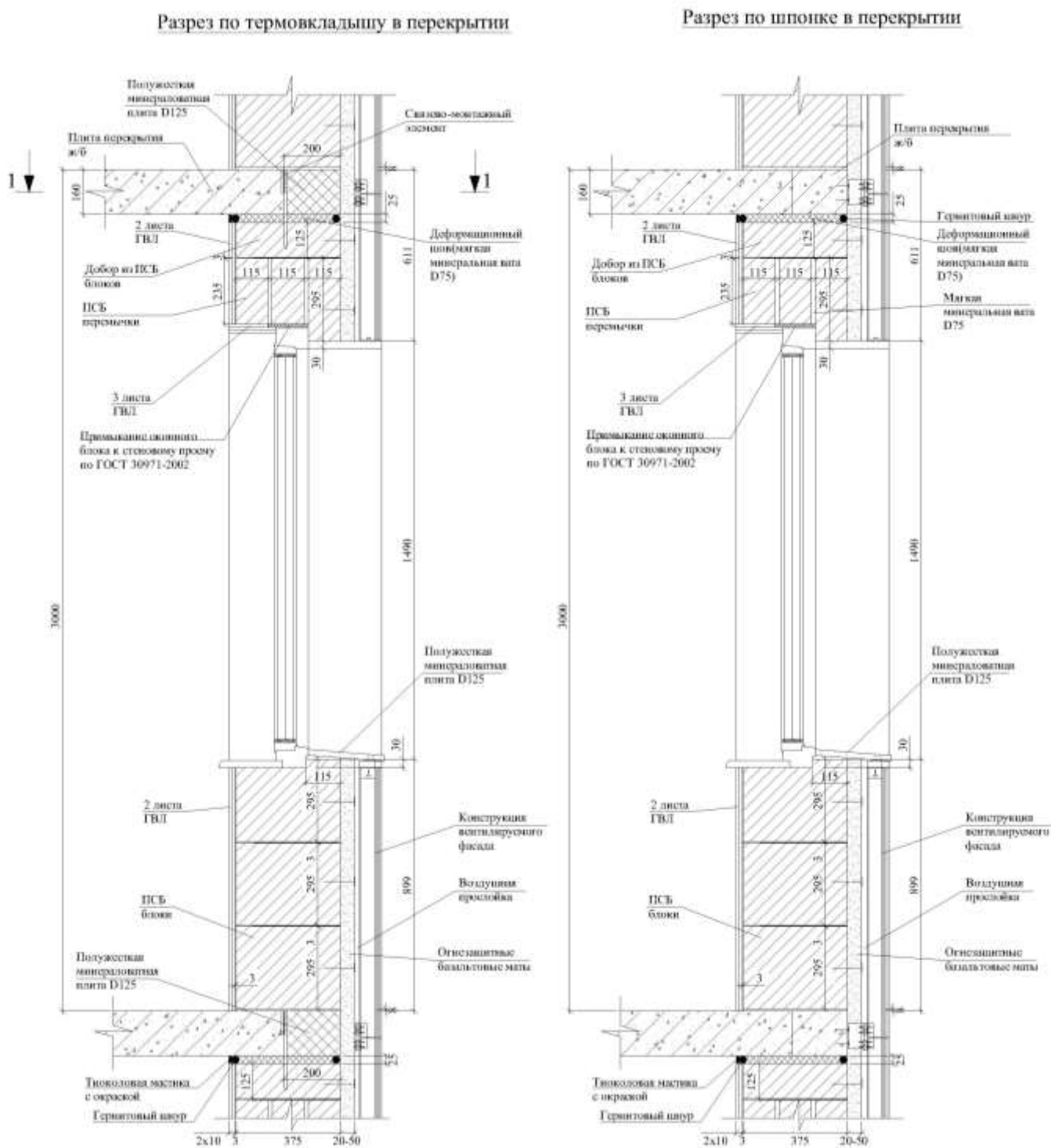


Рисунок 6.8 Ненесущая стена из ПСБ блоков с вентилируемым фасадом. Вертикальные разрезы по оконному проему (термовкладышу и шпонке в перекрытии)

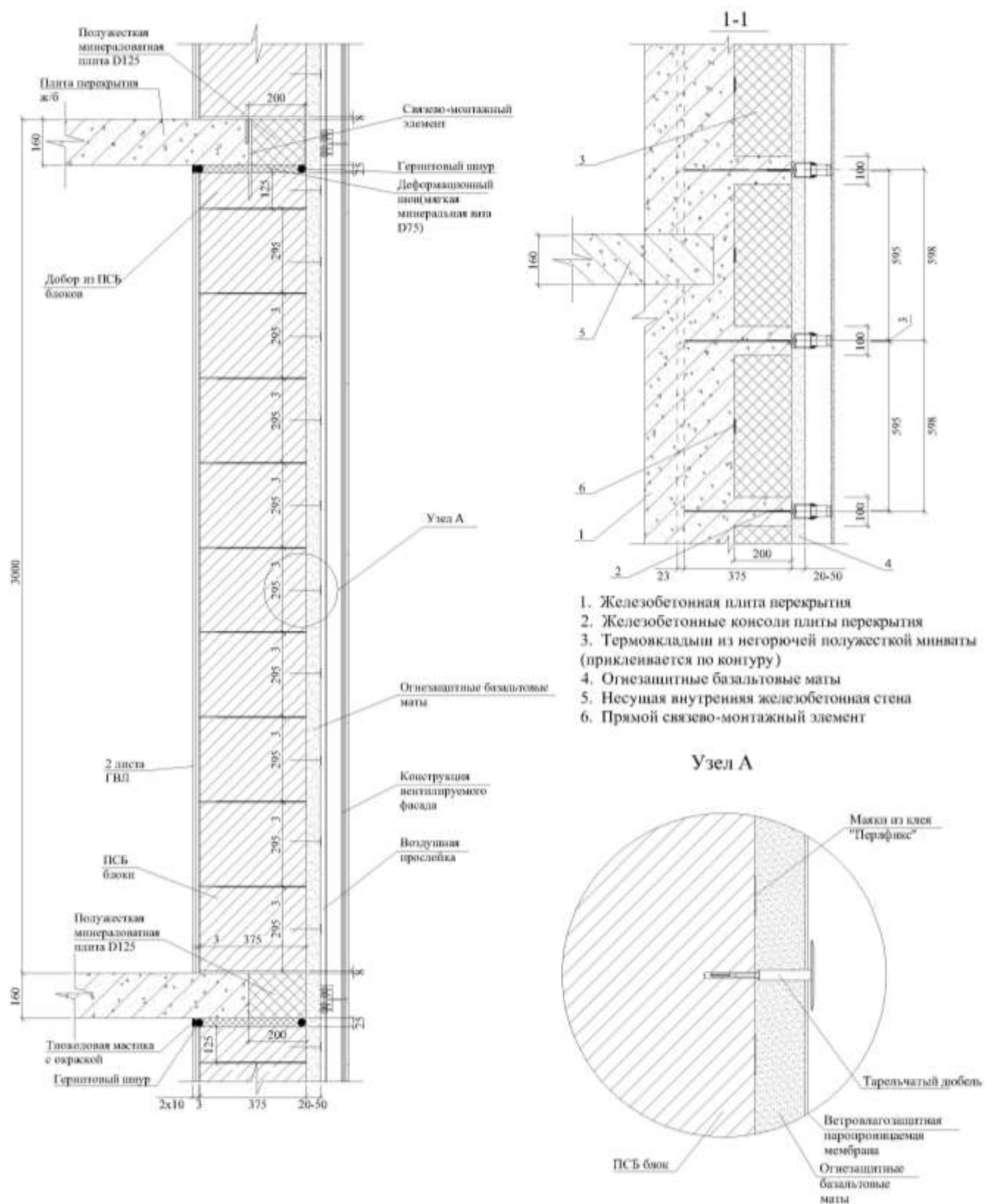


Рисунок 6.8.1 Вертикальный разрез по глухому простенку и горизонтальный разрез по перекрытию

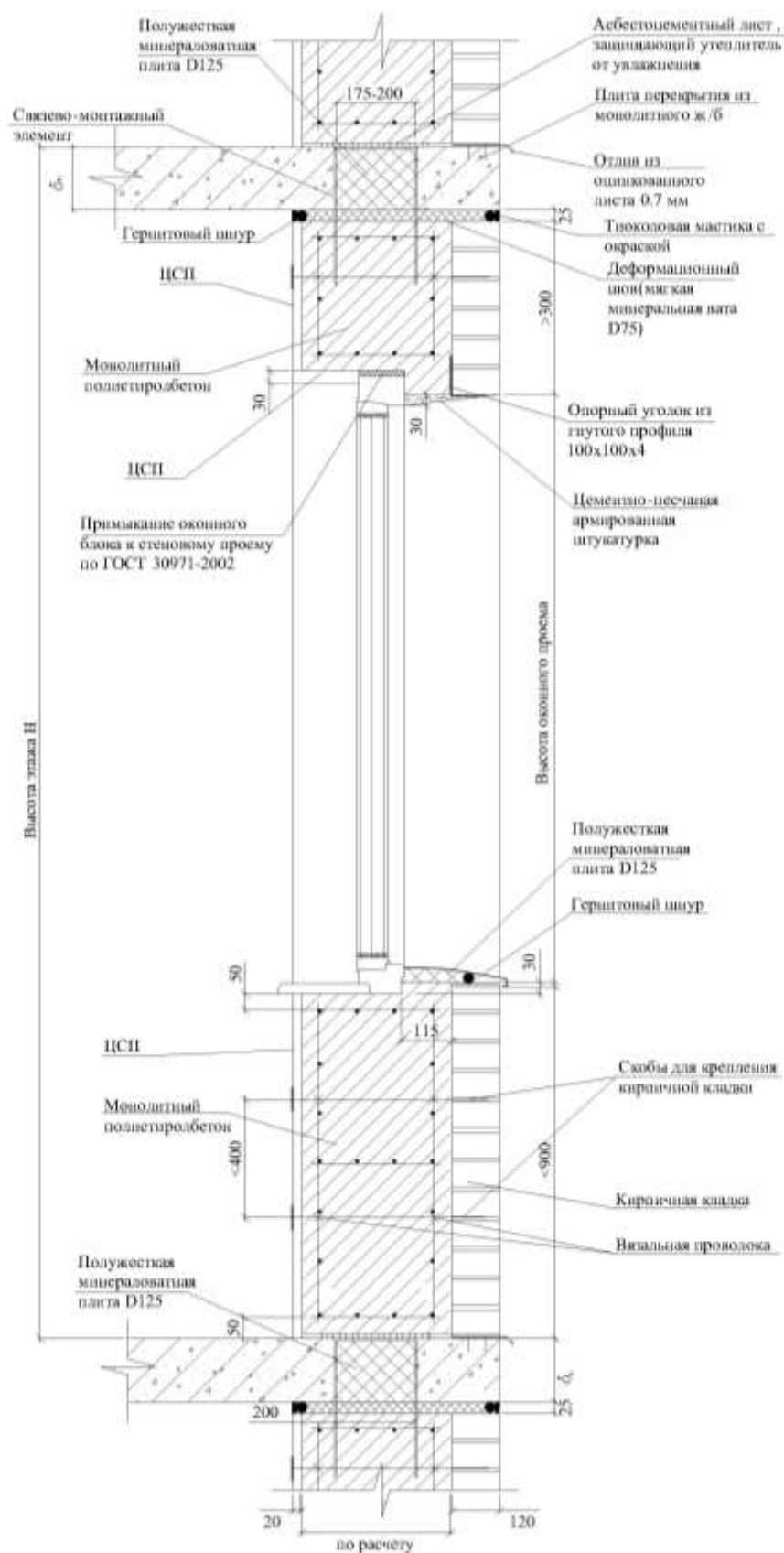


Рисунок 6.9 Ненесущая стена из монолитного полистиролбетона с кирпичной облицовкой фасада и несъемной опалубкой из ЦСП. Вертикальный разрез по оконному проему

6.3.21 В случае необходимости для восприятия ветровых нагрузок стена из полистиролбетонных блоков может быть усилена стальным фахверком. Стойки фахверка устанавливаются с внутренней стороны стены.

Стальные стойки фахверка рассчитываются на восприятие ветровой нагрузки, как правило, без участия стены по условиям прочности и жесткости. Рекомендуется, чтобы их прогиб не превышал $1/500$ пролета.

6.4 Несущие наружные стены зданий

6.4.1 Техническое решение несущей, в частности торцевой, железобетонной стены, утепляемой полистиролбетонными блоками, с кирпичной фасадной облицовкой представлено на рисунке 6.10.

Связь блоков с железобетонной стеной обеспечивается Г-образной перфорированной стальной лентой типа PVAN толщиной 1 мм, один конец, которой размещается в горизонтальном клеевом шве блочной кладки, а другой – пристреливается стальными дюбелями и закрепляется стальной планшайбой толщиной 3 мм.

Связь между блочной и кирпичной кладкой обеспечивается стальной или базальтовой штукатурной сеткой по аналогии с решениями, показанными на рисунках 6.3 и 6.4.

6.4.2 При утеплении монолитных несущих железобетонных наружных стен сплошными полистиролбетонными блоками с отделочным армированным штукатурным слоем с фасадной стороны, плита перекрытия выпускается консолью за грань фасадной поверхности монолитной железобетонной несущей стены. Фасадная (торцевая) сторона консоли утепляется полистиролбетонной теплоизоляционной плитой. Полистиролбетонные блоки имеют неполное опирание на железобетонную консоль по аналогии с решением, принятым для ненесущей стены (п. 6.3.14).

6.4.3 Несущие стены из сплошных полистиролбетонных блоков плотностью 450-500 кг/м³ с фасадным оштукатуриванием наружной стороны по стальной сетке или кирпичной облицовкой в 0,5 кирпича рекомендуется применять для зданий высотой 1-2 этажа с использованием сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий.

6.4.4 Техническое решение несущей стены из полистиролбетонных блоков здания с кирпичным фасадом представлено на рисунке 6.11 и с оштукатуренным фасадом на рисунке 6.12.

6.4.5 Для обеспечения нормируемого приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены при использовании полистиролбетонных блоков с плотностью 450-600 кг/м³ принята двухслойная блочная кладка общей толщиной, определяемой теплотехническим расчетом. Кладка блоков выполняется с их взаимной перевязкой.

6.4.6 Железобетонная плита перекрытия опирается на полистиролбетонные блоки и усиленные полистиролбетонные перемычки или на доборные стеновые полистиролбетонные элементы, уложенные на эти перемычки. Полистиролбетонные перемычки усиливаются в растянутой зоне внешним армированием из стальных уголков 100x100x8 мм, позволяющим передавать на перемычки нагрузку от плиты перекрытия вместе с полезной нагрузкой.

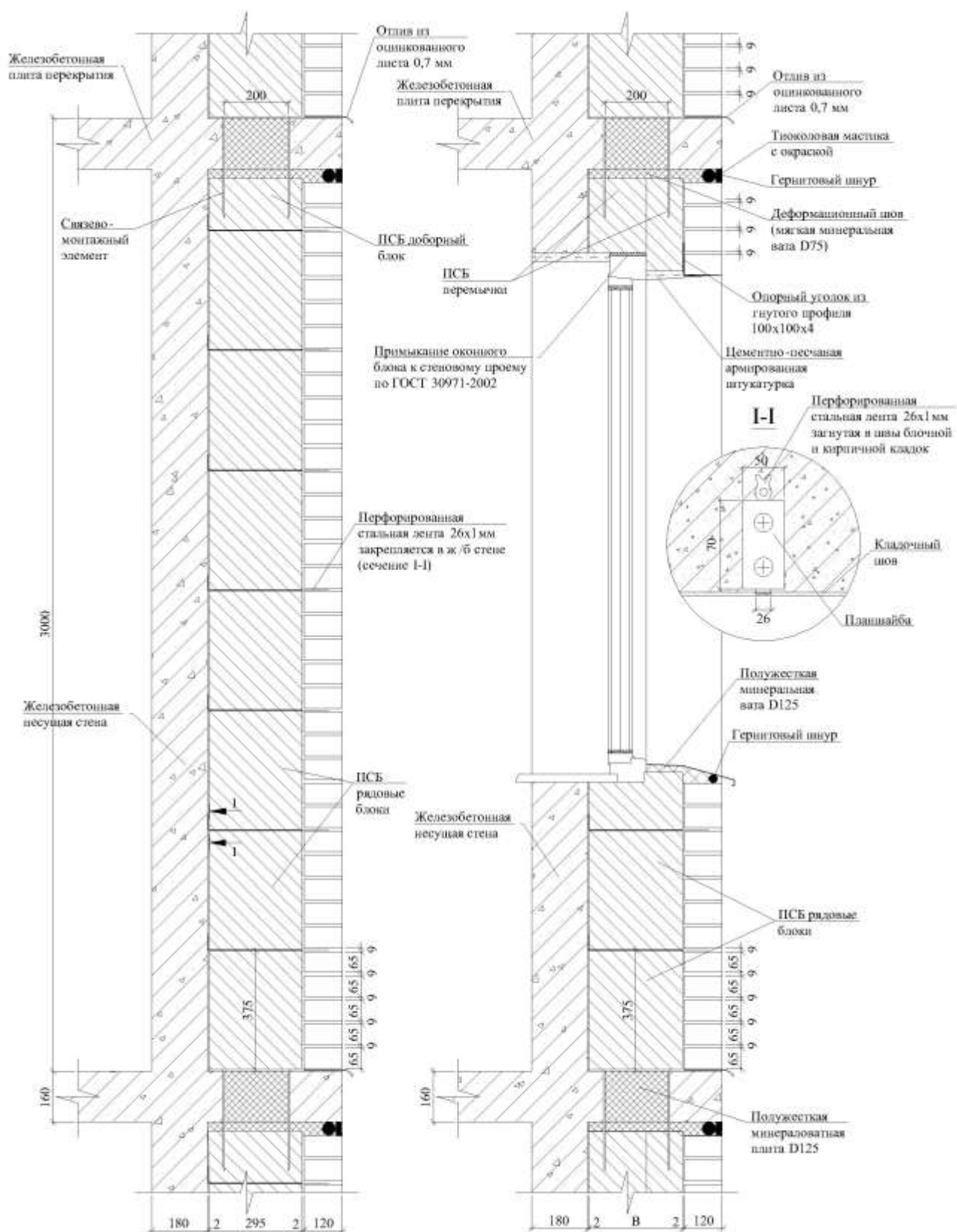


Рисунок 6.10 Несущая железобетонная стена с утеплением из ПСБ блоков и наружной кирпичной облицовкой толщиной в 0,5 кирпича

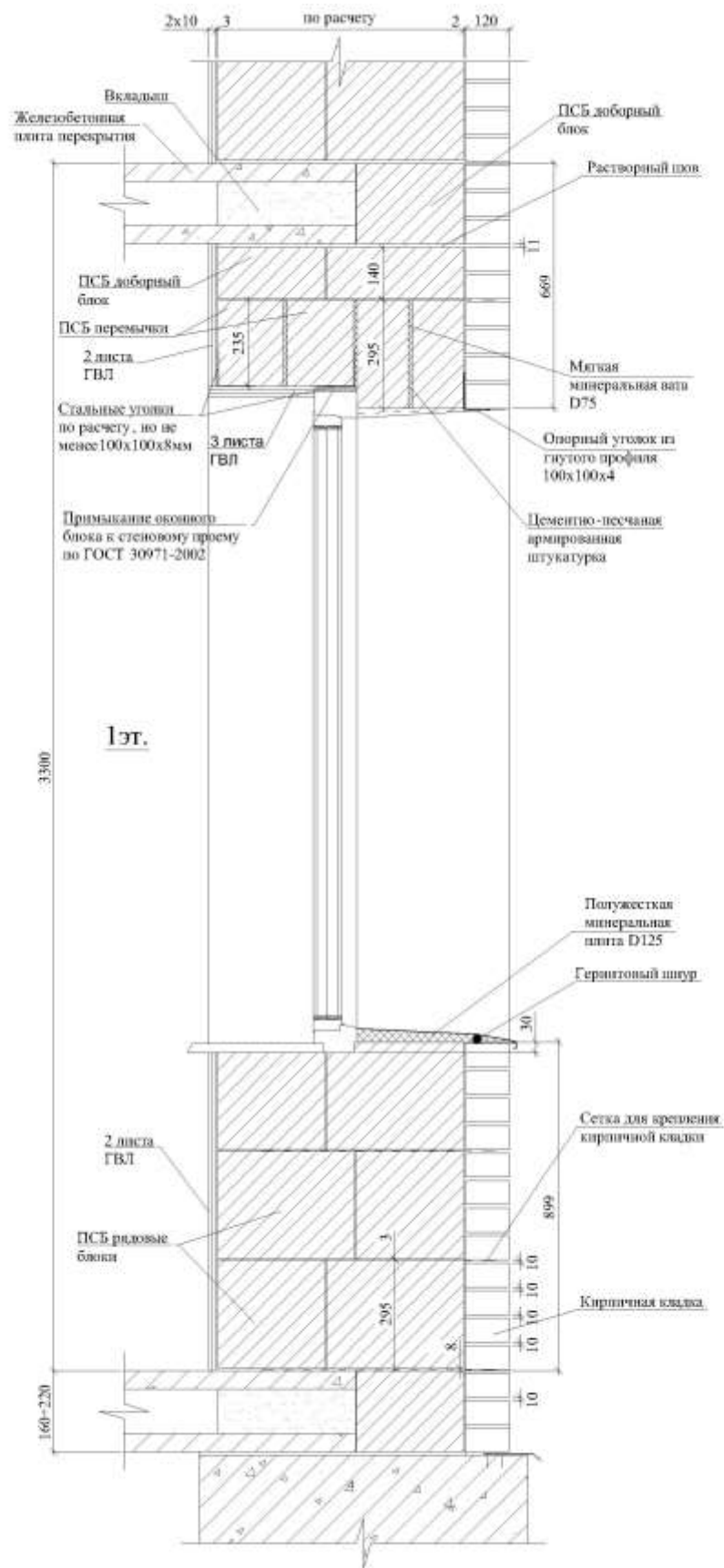


Рисунок 6.11 Несущая стена из полистиролбетонных блоков с фасадной облицовкой толщиной в 0,5 кирпича. Вертикальный разрез по оконному проему

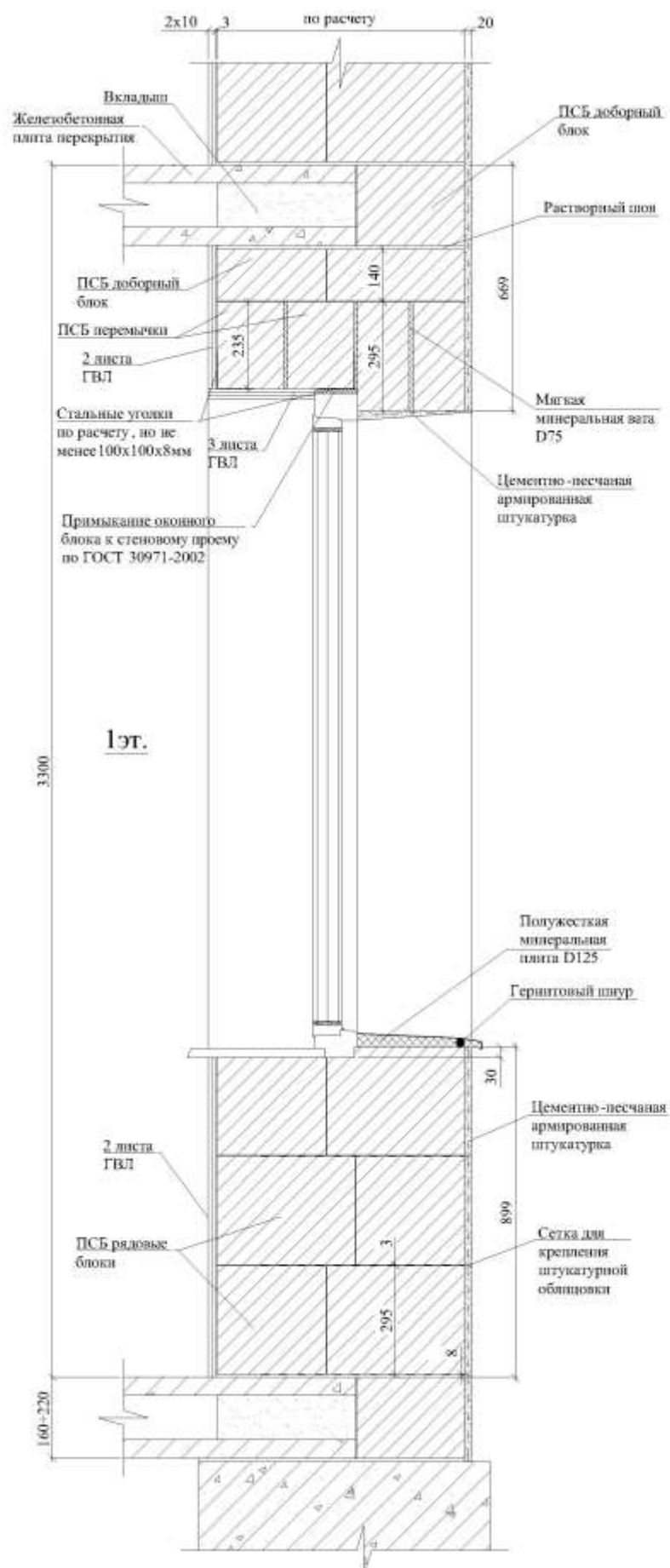


Рисунок 6.12 Несущая стена из полистиролбетонных блоков с фасадной штукатуркой. Вертикальный разрез по оконному проему

Глубина опирания плит перекрытия на стену должна быть не менее одной трети толщины стены (без учета облицовочного слоя). По противопожарным требованиям все пустоты сборных плит перекрытия, ориентированные к наружной стене, заделываются на глубину опирания плиты минеральной ватой, смоченной в цементно-песчаном растворе, или закладываются бетонными вкладышами.

6.4.7 Кирпичная облицовка несущих стен из сплошных полистиролбетонных блоков опирается на фундаментные железобетонные конструкции зданий.

6.4.8 Торец железобетонного перекрытия утепляется доборным полистиролбетонным элементом.

6.5 Утепляемые покрытия и перекрытия

6.5.1 На рисунках 6.13-6.15 представлены решения по утеплению кровельных покрытий зданий, чердачных перекрытий и перекрытий над холодными подвалами (подпольями, проездами) полистиролбетонными теплоизоляционными плитами и монолитным полистиролбетоном.

Для утепления используются плиты из полистиролбетона плотностью 150-225 кг/м³, марки по прочности на сжатие М2-М5, укладываемые с перекрытием вертикальных швов.

Толщина теплоизоляционного слоя, в частности число слоев теплоизоляционных плит, определяется теплотехническим расчетом по СП 50.13330.

6.5.2 Утепляемое покрытие над отапливаемым чердаком рекомендуется устраивать из полистиролбетона плотностью 150-200 кг/м³ с образованием уклонов для водостока монолитным полистиролбетоном (рисунок 6.13) или (при использовании полистиролбетонных плит) керамзитовым или обычным строительным песком.

Полистиролбетон плотностью 150-200 кг/м³ (марки по прочности на сжатие не менее М2) имеет прочность, позволяющую выполнять кровельное покрытие без устройства специальной армированной толстой растворной стяжки. В то же время может быть использована выравнивающая растворная стяжка толщиной не более 8 мм.

6.5.3 При утеплении полистиролбетонными теплоизоляционными плитами перекрытия неотапливаемого чердака на теплоизоляционный слой укладывается армированная растворная стяжка толщиной 15-25 мм, распределяющая на полистиролбетон нагрузку от людей и оборудования в чердачном помещении (рисунок 6.14).

6.5.4 Нагрузки от людей и оборудования, передаваемые на перекрытие над неотапливаемым подвалом (холодным подпольем, проездом), могут быть значительными. Поэтому по теплоизоляционному слою из плитного полистиролбетона выполнена армированная цементно-песчаная стяжка толщиной 40 мм (рисунок 6.14).

6.5.5 При утеплении чердачного и нижнего железобетонного перекрытия возможно также использование монолитного полистиролбетона, толщина слоя которого определяется теплотехническим расчетом.

6.5.6 Во всех приведенных вариантах теплоизоляционный слой из полистиролбетона укладывается на железобетонное перекрытие по слою пароизоляции,

СТО 86549669-001-2012

предохраняющей полистиролбетон от увлажнения.

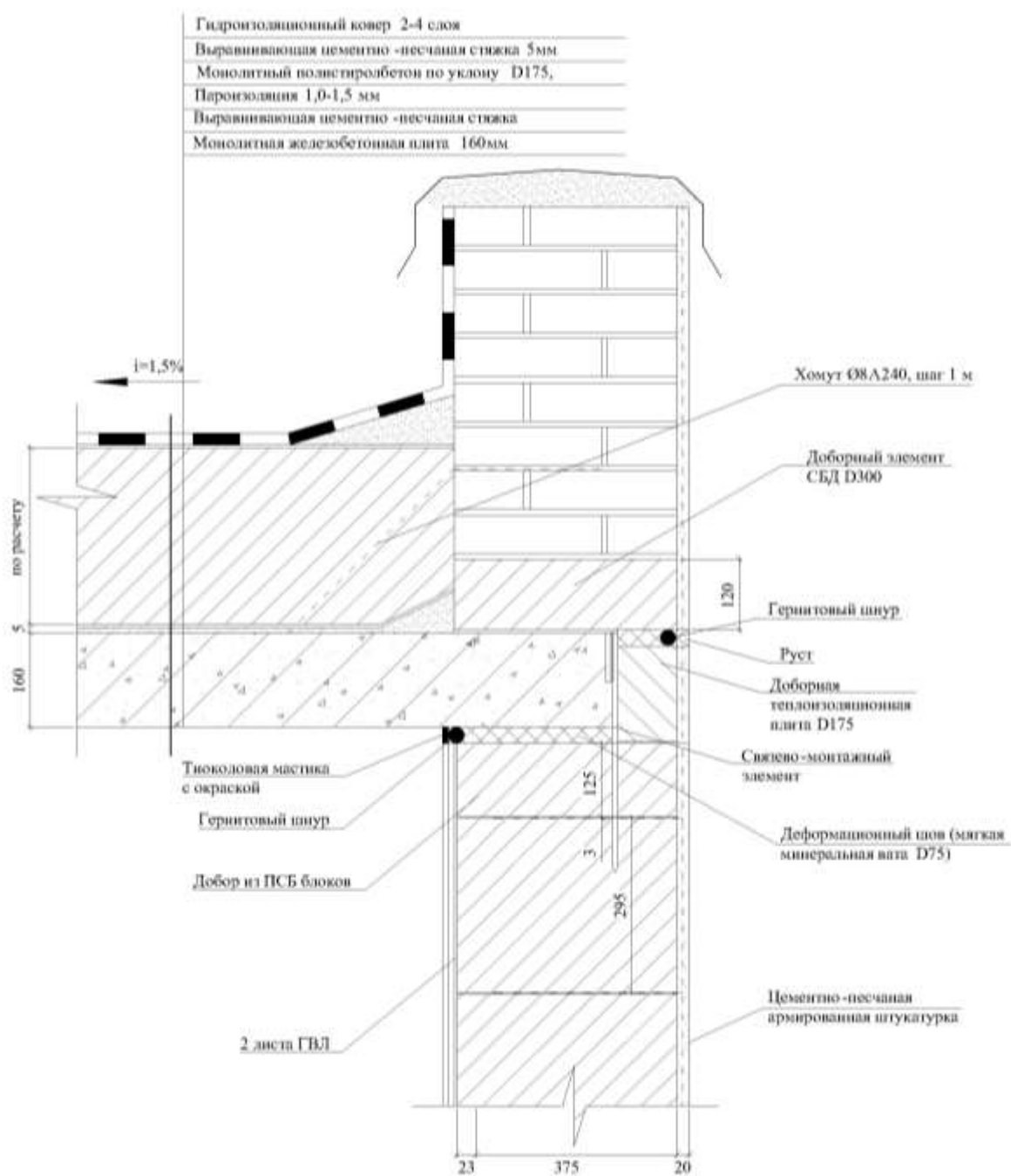


Рисунок 6.13 Утепление покрытия здания с использованием монолитного полистиролбетона

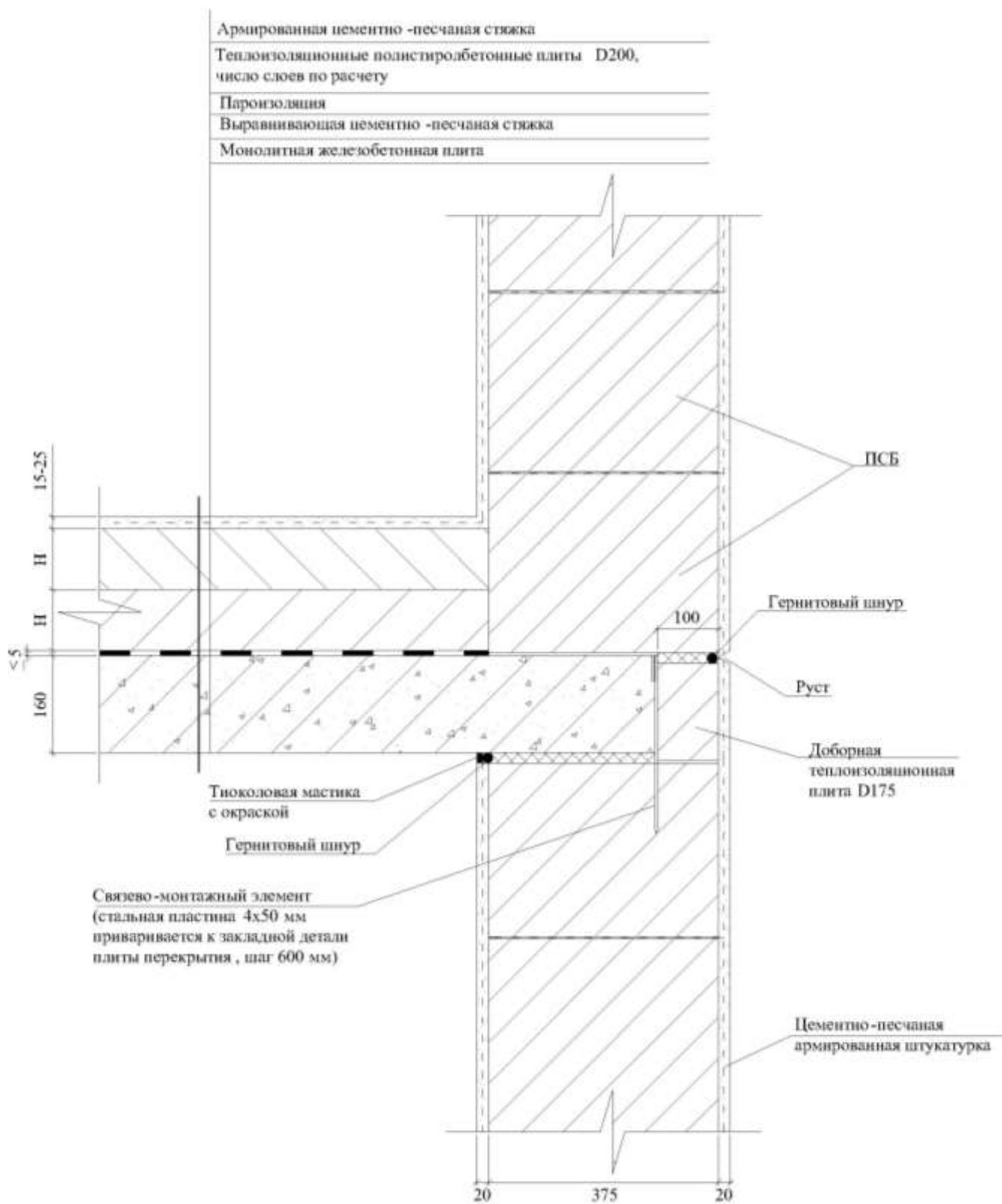


Рисунок 6.14 Утепление чердачного перекрытия с использованием теплоизоляционных плит или монолитного полистиролбетона

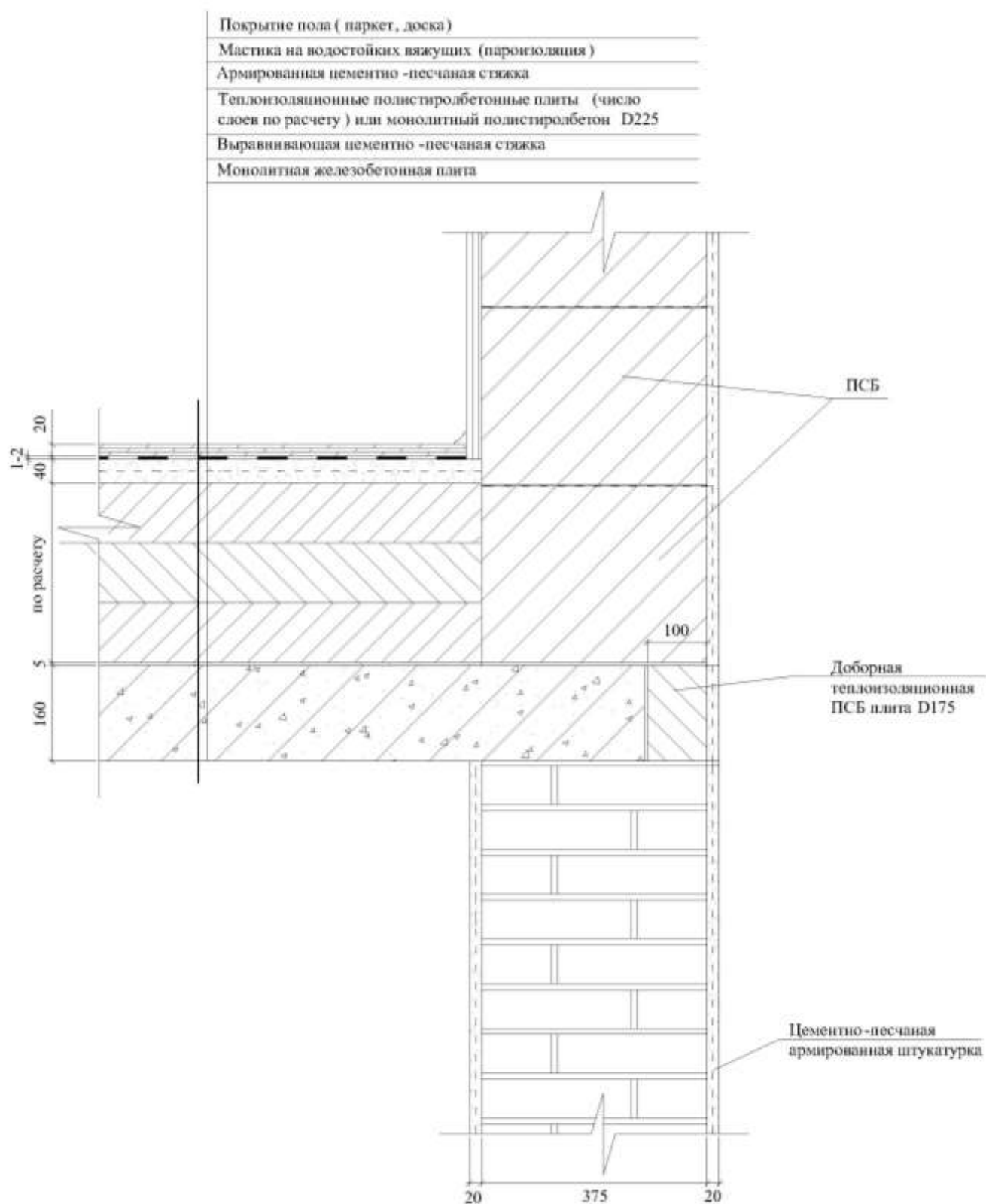


Рисунок 6.15 Утепление перекрытия над холодными подвалами (подпольями, проездами) с использованием теплоизоляционных плит или монолитного полистиролбетона

6.6 Узлы крепления в наружных стенах

6.6.1 Крепления оконных и дверных блоков

6.6.1.1 Деревянные и пластиковые оконные и дверные блоки крепятся к полистиролбетонной перемычке круглыми стальными штырями $\varnothing 16$ А-I с заостренными концами, забиваемыми в полистиролбетон перемычки с шагом, определяемым в зависимости от нагрузки на штыри из условия недопущения смятия полистиролбетона. Допустимый шаг штырей составляет $a=40\div 115$ см в зависимости от высоты расположения окна (двери) над уровнем земли и соответствующего ветрового давления.

6.6.1.2 Боковые и нижние рамы оконных и дверных блоков допускается крепить к стенам из полистиролбетонных блоков с помощью стальных круглых штырей диаметром не более 20 мм или плоских штырей толщиной 4-5 мм и шириной 40-75 мм. Длина заделки штырей в полистиролбетон, размеры их сечения и количество определяется расчетом из условия недопущения смятия полистиролбетона от нагрузки на штыри, вызванной воздействием ветрового давления, и прочности штырей при их изгибе. Количество штырей принимается для оконных блоков не менее, чем по три штуки на вертикальные и две на горизонтальные стороны, для дверных блоков – не менее, чем четыре штуки на вертикальную и две на горизонтальную стороны.

Расстояние от штыря до поверхности полистиролбетонного блока не должно превышать 100 мм.

Принципиальная схема рекомендуемого расположения крепежных штырей приведена на рисунке 6.16.

6.6.1.3 Рекомендуется расстояние от угла оконных и дверных блоков до первого стержня (штыря) принимать не более 250 мм и не менее 150 мм.

6.6.1.4 Одним из вариантов крепления оконных и дверных блоков с деревянной обвязкой является применение плоских штырей с "шляпкой" на конце. Деревянная обвязка вокруг проемов с помощью саморезов крепится к "шляпкам" забитых в полистиролбетон плоских штырей, а к обвязке гвоздями 5-6 мм прибивается оконный (дверной) блок. Такое решение рекомендуется использовать в тех случаях, когда устройство пазов в оконных (дверных) блоках затруднено.

6.6.1.5 Крепление оконных и дверных блоков к ломаным или криволинейным перемычкам из полистиролбетона, собранным из прямолинейных перемычек, с "подвеской" узлов их сопряжения к перекрытиям, рекомендуется проектировать по аналогии с креплением этих блоков к прямолинейным перемычкам.

6.6.1.6 По периметру оконных и дверных блоков следует устанавливать противопожарную прокладку из базальтового волокна (или асбестокартона) толщиной не менее 5 мм.

Допускается для уплотнения зазоров между стеной и оконными (дверными) блоками по периметру применять монтажные пены при наличии сертификата, разрешающего их применение для этих целей.

6.6.1.7 Примыкание оконных и дверных блоков к четвертям проемов рекомендуется осуществлять с использованием паропроницаемых и саморасширяющихся, в т.ч. самоклеющихся лент, отвечающих требованиям ГОСТ 30971, ГОСТ Р 52749 и ГОСТ Р 53338.

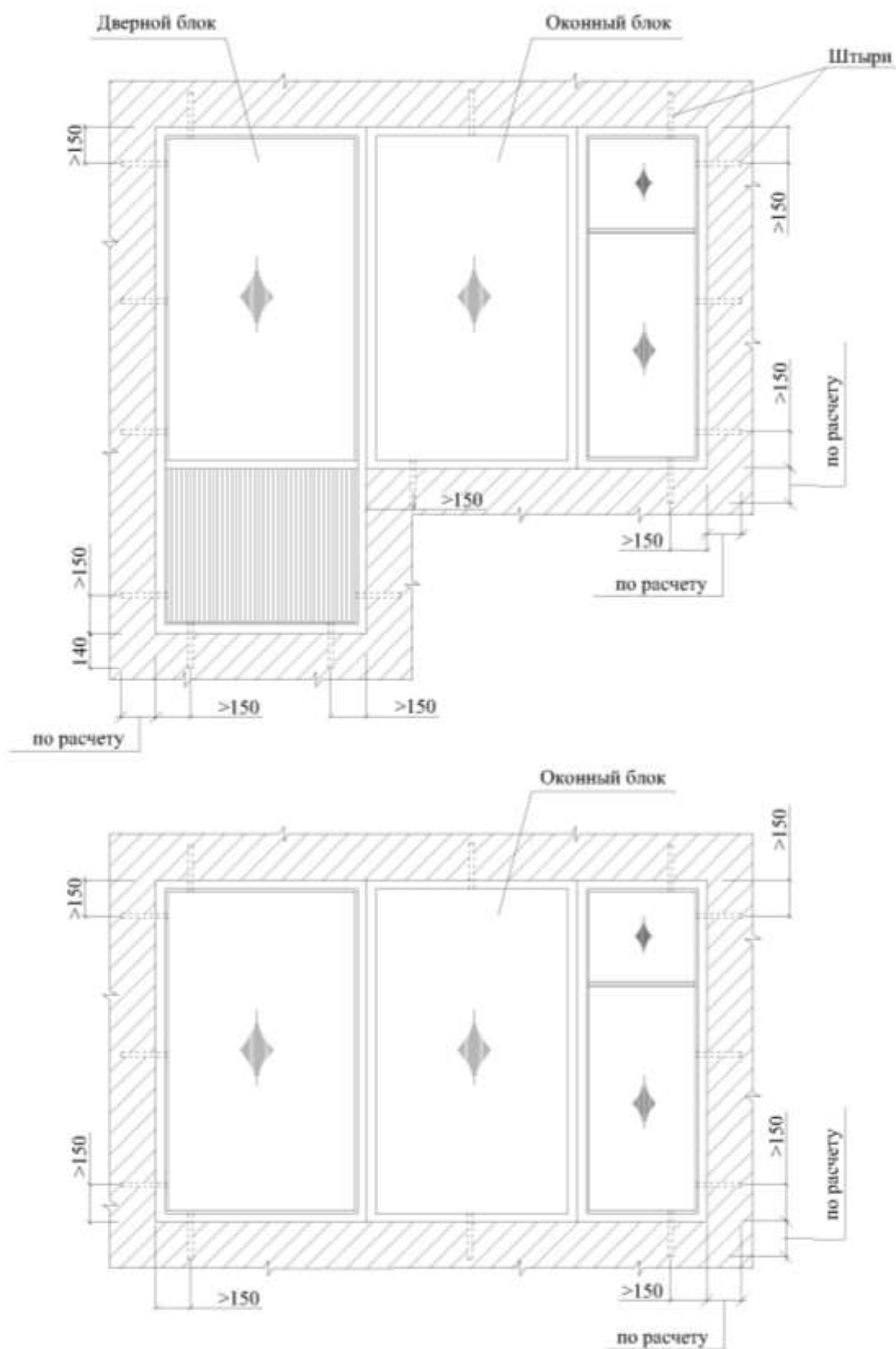


Рисунок 6.16 Крепление оконных (дверных) блоков к стена из полистиролбетона

6.6.2 Крепление облицовочных слоев

6.6.2.1 Связевые сетки (стальные или базальтовые) располагаются в каждом горизонтальном клеевом шве кладки из полистиролбетонных блоков сплошным "ковром" (без разрывов) на глубину шва не менее 250 мм (при внутренней облицовке ГВЛ) или на всю толщину блоков (при 2-х стороннем оштукатуривании стены) и должны иметь выпуски для связи с кирпичной или штукатурной облицовкой.

6.6.2.2 Кладка кирпичной облицовки в горизонтальных растворных швах на уровне горизонтальных клеевых швов между полистиролбетонными блоками должна иметь стальные оцинкованные сетки из 3-х продольных проволок $\varnothing 5$ мм Вр-I (ВІ) и поперечных $\varnothing 3$ мм ВІ (Вр-I), за которые с подгибом заводятся выпуски связевой сетки или проволочных хомутов $\varnothing 3$ мм из горизонтальных швов блочной кладки, закрепляемые оцинкованной вязальной проволокой (рисунки 6.17 и 6.18).

6.6.2.3 Крепление кирпичного облицовочного слоя в углах и Z-образных простенках наружных стен из ПСБ блоков должно обеспечиваться двумя слоями штукатурных сеток по п.6.6.2.1, устанавливаемых друг на друга в горизонтальных швах кладки. При этом дополнительная сетка размещается на длину 0,5-0,7 м в обе стороны от угла здания.

6.6.2.4 Крепление штукатурной сетки рекомендуется выполнять вязальной проволокой (оцинкованной с фасадной стороны) к выпускам горизонтальной штукатурной сетки или загнутых вверх связевых проволок $\varnothing 3$ мм с шагом не более 300 мм. Отклонение армирующей штукатурной сетки от вертикальной плоскости не должно превышать 5 мм на расстоянии 1 м.

6.6.2.5 Для обеспечения надежного сцепления отделочного слоя с кладкой из полистиролбетонных блоков оштукатуриваемых стен, сетки в горизонтальных швах кладки рекомендуется устанавливать с выпусками проволок горизонтальных сеток на 10 мм из плоскости кладки с загибом их за вертикальные штукатурные сетки, а для стен с кирпичным фасадом длина выпусков горизонтальных связевых сеток или лент должна быть не менее 120 мм и обеспечиваться загиб на 30-40 мм за сетку, армирующих кирпичную кладку.

6.6.2.6 Штукатурные слои на откосах оконных и дверных блоков следует выполнять в месте примыкания к оконным (дверным) блокам толщиной не менее 30 мм, а на наружном крае поперечного сечения откоса – толщиной не менее 20 мм.

6.6.2.7 При использовании ГВЛ (ГВЛВ) в качестве внутренней облицовки наружных стен из полистиролбетонных блоков связевые сетки в горизонтальных швах устанавливаются также, как указано в п.6.6.2.1, кроме 2-х сеток в горизонтальных швах нижнего и верхнего рядов блоков, которые выпускаются на длину 100-150 мм.

6.6.2.8 При использовании ГВЛ (ГВЛВ) (2-х-3-х листов толщиной по 10 мм или 2-х листов по 12,5 мм) в качестве внутренней облицовки наружных стен из полистиролбетонных блоков крепления производится: 1-го слоя, прилегающего к блокам, на клеевых "маяках", а 2-го (и 3-го на откосах) с помощью стальных саморезов $\varnothing 5$ мм длиной не менее 30 мм (рисунок 6.19).

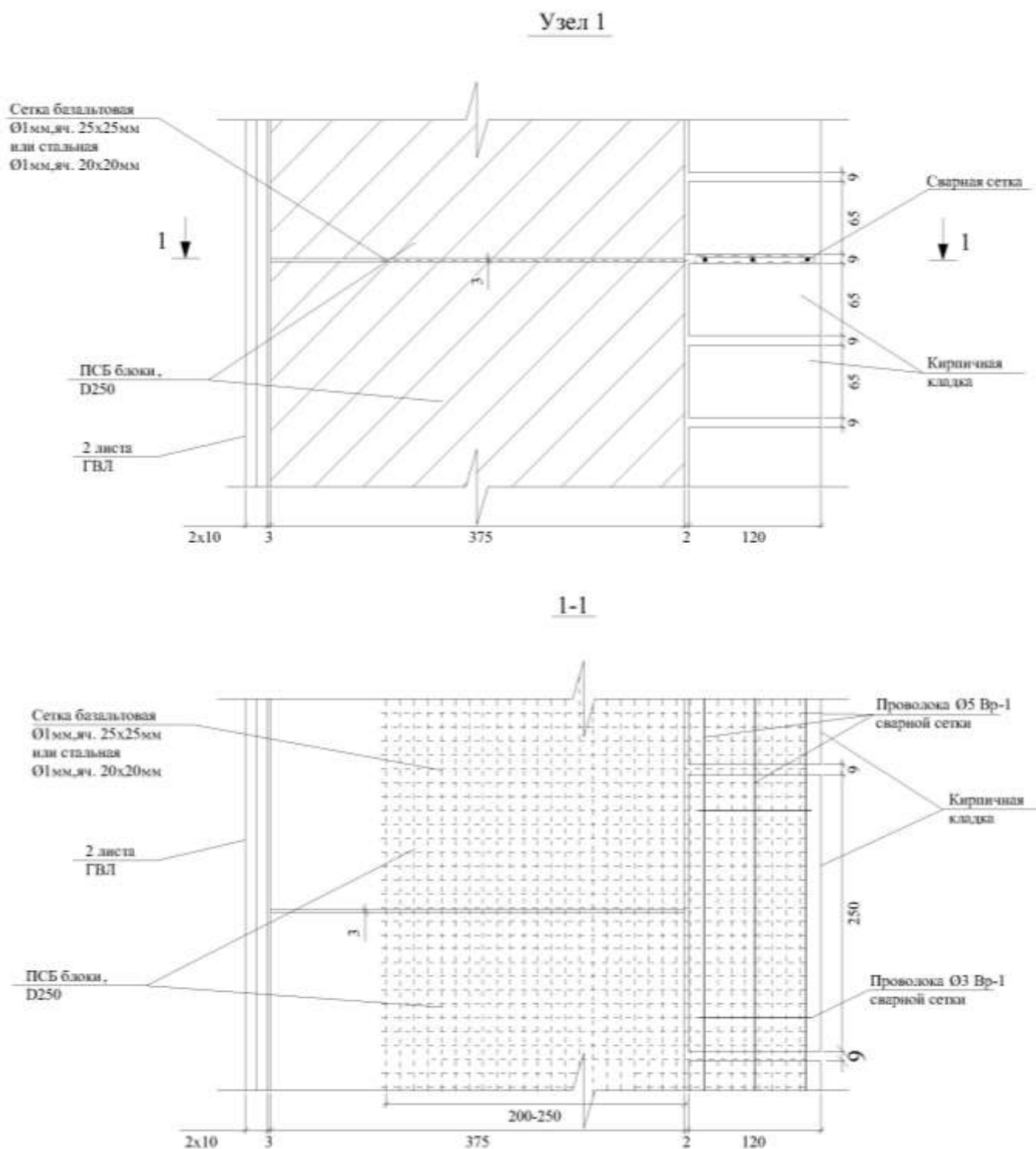


Рисунок 6.17 Крепление кирпичного облицовочного слоя к стене из ПСБ блоков с использованием штукатурной сетки

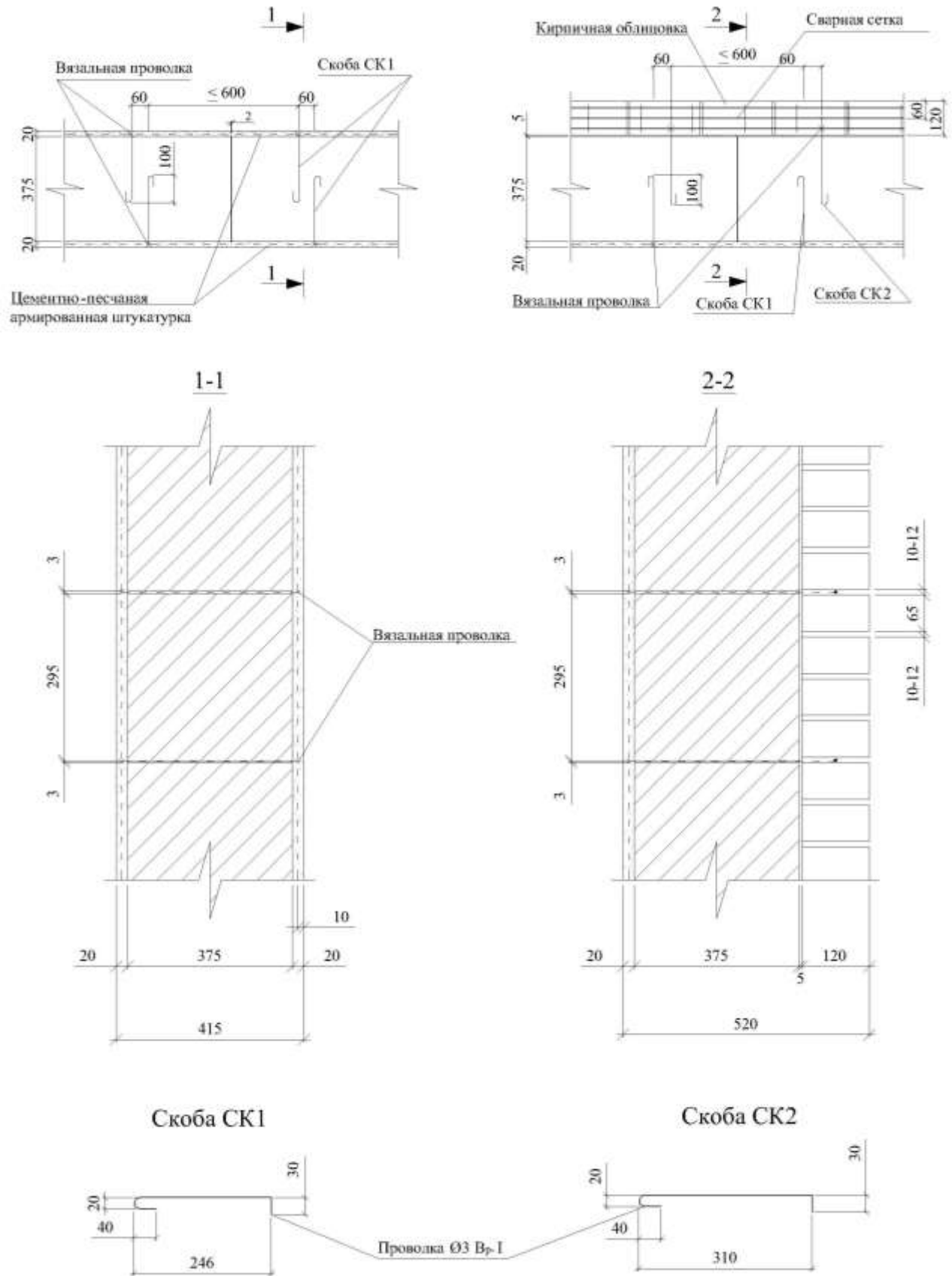


Рисунок 6.18 Крепление облицовочных штукатурных и кирпичных слоев к стена из ПСБ блоков с использованием проволоочных хомутов

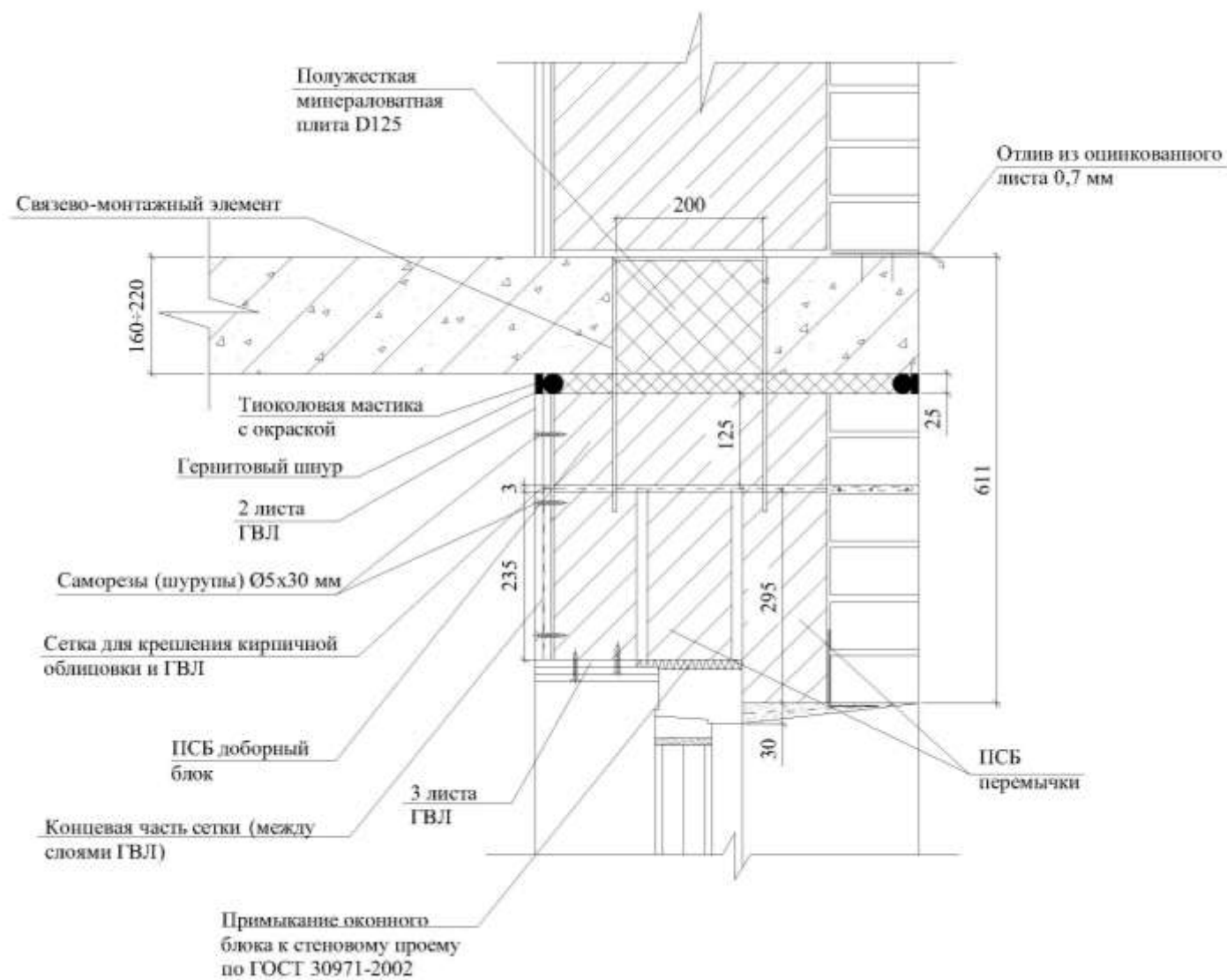


Рисунок 6.19 Крепление ГВЛ к кладке из ПСБ блоков с использованием штукатурной сетки

6.6.2.9 Перед монтажом ГВЛ (ГВЛВ) раскраиваются (нарезаются) таким образом, чтобы стыковые швы слоев не совпадали и отстояли друг от друга на расстояние не менее 100 мм. При этом для 1-го слоя ГВЛ (ГВЛВ) нарезаются листы высотой, равной высоте блока. Они приклеиваются к верхнему и нижнему рядам блоков и при установке 2-го слоя ГВЛ выпуски связевой сетки заводятся в щель между 1-м и 2-м слоем ГВЛ (ГВЛВ), закрепляемым стальными саморезами (рисунок 6.19).

6.6.2.10 Крепление оштукатуренных базальтовых матов к полистиролбетонной блочной кладке (для зданий с навесными вентилируемыми фасадами) производится при помощи стальных дюбелей диаметром 8-10, в которые ввинчиваются шурупы диаметром 6-8 мм, длиной 80-100 мм, прижимающие и фиксирующие маты посредством стальных тарельчатых шайб наружным диаметром 80-100 мм (см. рисунок 6.8.1). Дюбеля с тарельчатыми шайбами устанавливаются с шагом 0,5-0,7 м.

6.6.3 Крепление криволинейных и ломанных в плане полистиролбетонных перемычек

6.6.3.1 Крепление ломанных и криволинейных в плане перемычек из монолитного полистиролбетона к плитам перекрытия рекомендуется осуществлять с помощью арматурных выпусков. Выпуски должны соединять арматурный каркас перемычек с перекрытием, при этом не передавать нагрузки на полистиролбетонные перемычки.

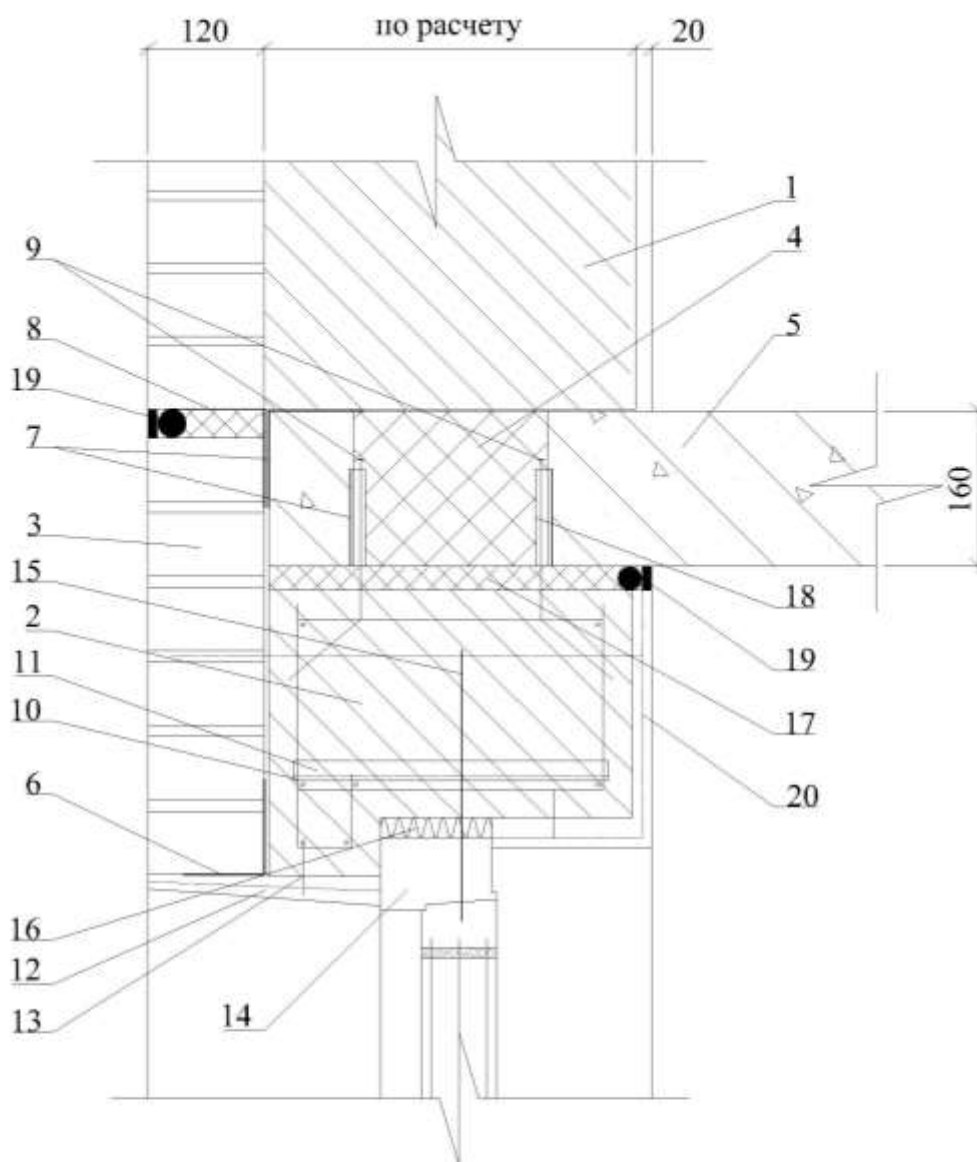
6.6.3.2 Крепление ломанных перемычек, составленных из сборных прямолинейных перемычек, к несущим конструкциям здания рекомендуется осуществлять с помощью металлических тяг. Тяги могут быть запроектированы, например, из полосовой стали, и соединять узлы сопряжения прямолинейных перемычек с закладными деталями плит перекрытий. При наличии облицовки из кирпича, его опирание осуществляется на металлический уголок, который в пролете "подвешивается" к несущим конструкциям. Между перемычками и расположенными под ними конструкциями следует оставлять зазор заполненный мягким негорючим материалом (рисунок 6.20).

В качестве подвешиваемых к перекрытию сборных полистиролбетонных перемычек рекомендуется использовать перемычки, армированные П-образным стальным оцинкованным профилем (рисунок 6.20.1).

6.6.4 Крепление стен зданий на стадиях возведения и эксплуатации

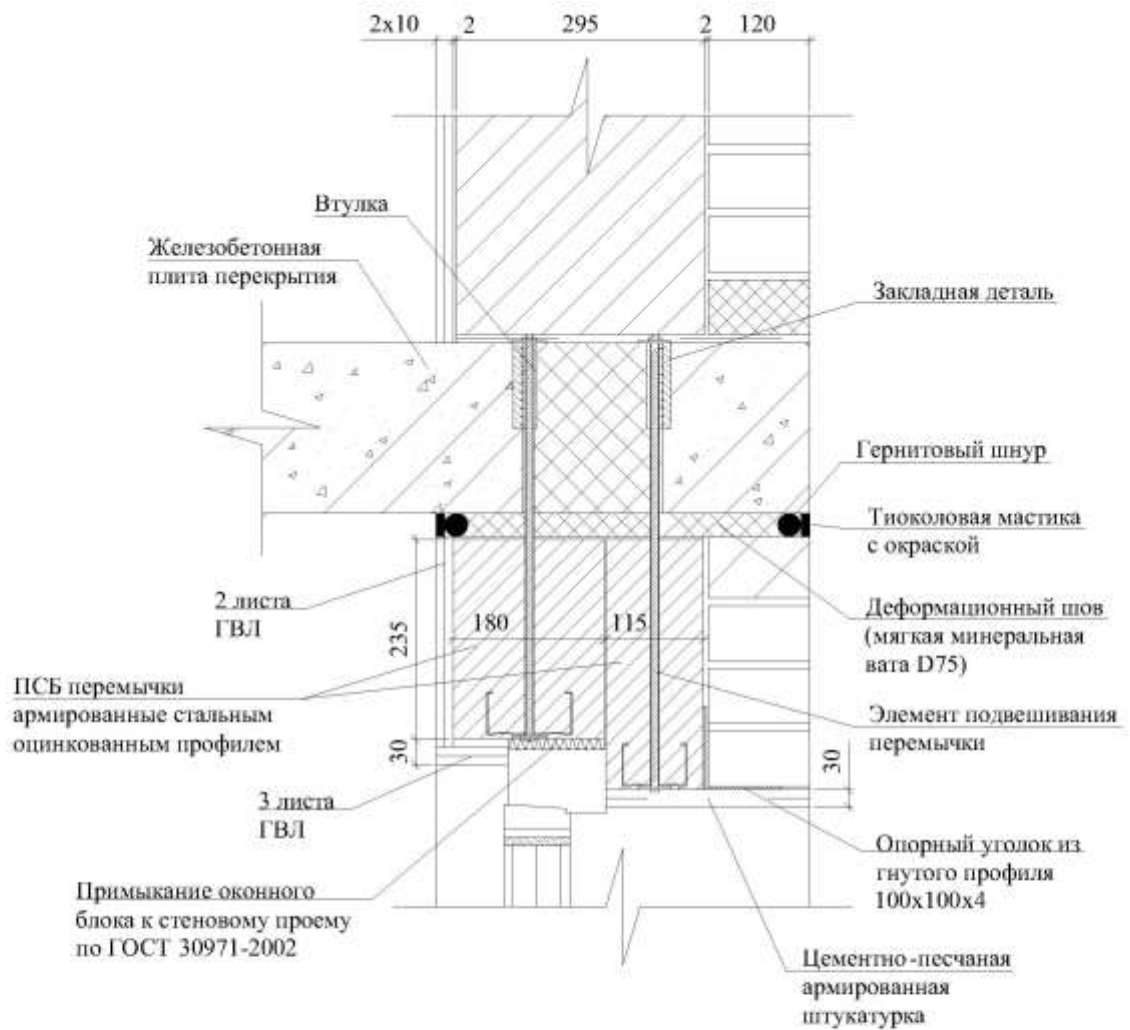
6.6.4.1 Основным способом крепления наружных стен из полистиролбетонных блоков или монолитного полистиролбетона к несущим элементам каркаса здания заключается в установке связево-монтажных элементов, забиваемых в полистиролбетон непосредственно при монтаже, либо закладываемых по проекту в случае применения монолитного полистиролбетона.

Крепежные элементы представляют собой прямые, П-образной либо ступенчатые формы штыри прямоугольного или круглого сечения, которые также могут привариваться к закладным деталям полистиролбетонных конструкций (рисунок 6.21).



1 - полистиролбетонные блоки; 2 - полистиролбетонная монолитная перемычка; 3 - облицовочный кирпич; 4 - полужесткая минераловатная плита D125; 5 - железобетонная плита перекрытия; 6 - уголок-опора кирпичного облицовочного слоя; 7 - закладная деталь железобетонной плиты; 8 - опорный уголок облицовочного слоя; 9 - выпуски арматуры каркаса перемычки; 10 - арматурный каркас перемычки; 11 - уголок анкеровки продольной арматуры перемычки; 12 - цементно-песчаная армированная штукатурка; 13 - выпуск вязальной проволоки для крепления сеток откосов; 14 - оконный блок; 15 - штырь крепления оконного блока; 16 - Примыкание оконного блока к стеновому проему по ГОСТ 30971-2002; 17 - деформационный шов (мягкая минеральная вата D75); 18 - втулки, приваренные к закладной детали; 19 - гермитовый шнур и тиоколовая мастика с окраской; 20 - цементно-стружечная плита

Рисунок 6.20 Вариант узла крепления в пролете монолитной полистиролбетонной ломаной перемычки



План-схема расположения элементов подвешивания перемычек

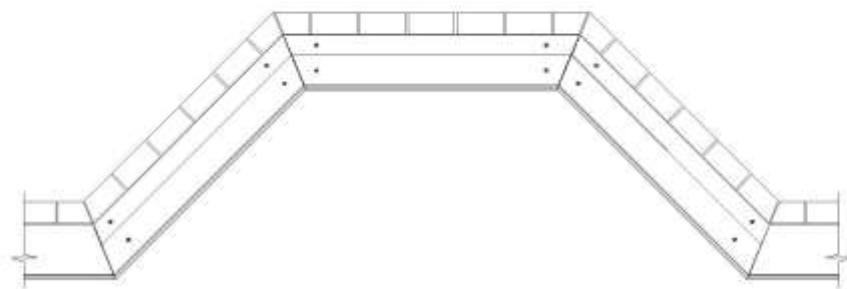


Рисунок 6.20.1 Техническое решение крепления сборных перемычек к железобетонным перекрытиям в местах устройства эркеров

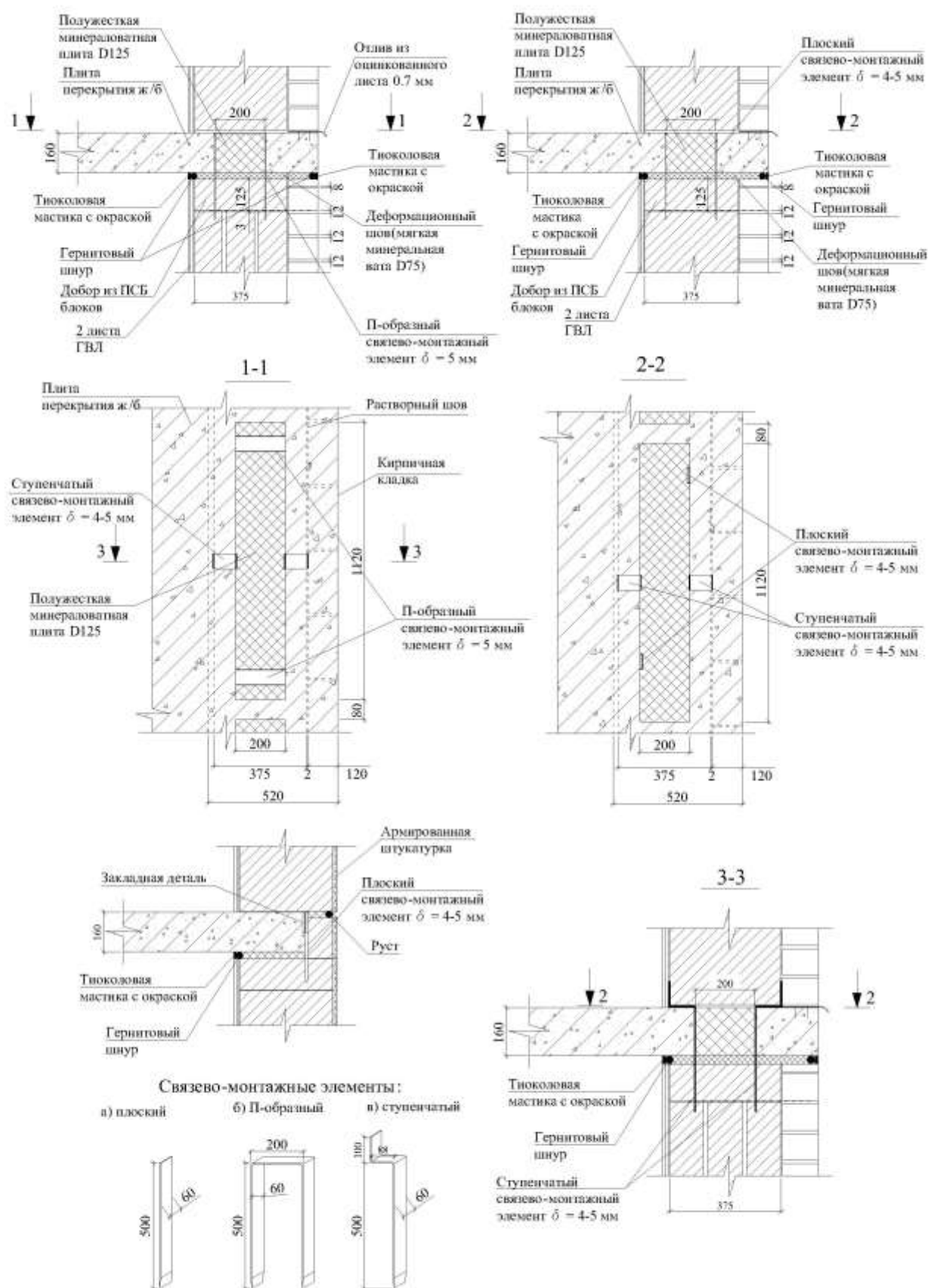


Рисунок 6.21 Крепление кладки из ПСБ блоков к железобетонным перекрытиям

Рисунок 6.21 Крепление кладки из ПСБ блоков к железобетонным перекрытиям

Такой способ крепления рекомендуется для соединения ненесущих стен к перекрытию при неполном опирании полистиролбетонных блоков, а также опорных участков перемычек из полистиролбетона с вышележащими железобетонными перекрытиями.

6.6.4.2 Для обеспечения устойчивости наружных стен из полистиролбетонных блоков при воздействии ветровых нагрузок в многоэтажных зданиях крепление стены осуществляется как к верхнему, так и к нижнему перекрытиям.

При этом используются ступенчатые плоские штыри, забиваемые в стеновые блоки нижнего этажа и фиксирующие положение блоков верхнего этажа. Облицовочные слои закрывают такие элементы с двух сторон стены.

Расчет крепежных элементов производится на опорные реакции стены от ветрового воздействия. Размещаются они в шахматном порядке с шагом 0,3-0,5 м.

Такое соединение не требует выполнения сварных работ.

6.6.4.3 При использовании монолитного полистиролбетона крепление штырей к плите перекрытия допускается осуществлять с помощью специальных направляющих, например металлических трубок, замоноличенных в вертикальном положении в плите перекрытия. Отверстия трубок закрываются паклей, и после кладки полистиролбетонных блоков стен через трубки забиваются круглые штыри, входящие в верхние ряды полистиролбетонных блоков, доборных стеновых элементов или перемычку. Зазор между трубкой и штырем замоноличивается цементно-песчаным раствором (рисунок 6.20).

6.6.4.4 Крепление ненесущих полистиролбетонных стен к внутренним несущим железобетонным стенам (колоннам, пилонам) производится с применением перфорированных стальных лент сечением 26х1 мм типа РВАН, состоящих из 2-х согнутых под углом 90° частей, при этом одна часть ленты размещается и анкерится в горизонтальном шве кладки, а другая крепится с помощью просверленного в железобетоне отверстия с использованием стальных планшайб, дюбелей и шурупов (рисунок 6.22).

Допускается вариант крепления стены к железобетонным несущим конструкциям с использованием плоских стальных связево-монтажных элементов толщиной 4-5 мм с заостренным концом и отверстиями на другом конце, которые совмещаются с плоскостью железобетонной конструкции, забиваются в полистиролбетонные изделия на глубину 200-250 мм и закрепляются дюбелями и шурупами в просверленном в железобетоне отверстии, ось которого совмещена с осью отверстия в связево-монтажном элементе.

Запрещается использование пристреливаемых дюбелей для креплений полистиролбетонных элементов к железобетонным конструкциям.

6.6.4.5 Связево-монтажные элементы, забиваемые в полистиролбетон наружных стен, должны находиться не ближе 100 мм от поверхности блока из полистиролбетона.

6.6.4.6 Крепление полистиролбетонных стен к опорным участкам железобетонных плит перекрытий рекомендуется осуществлять клеем толщиной до 8 мм, применяемым для кладки стен из полистиролбетонных блоков. При этом опорный участок железобетонных плит должен иметь ровную гладкую поверхность с "минусовыми" допусками (-5 мм).

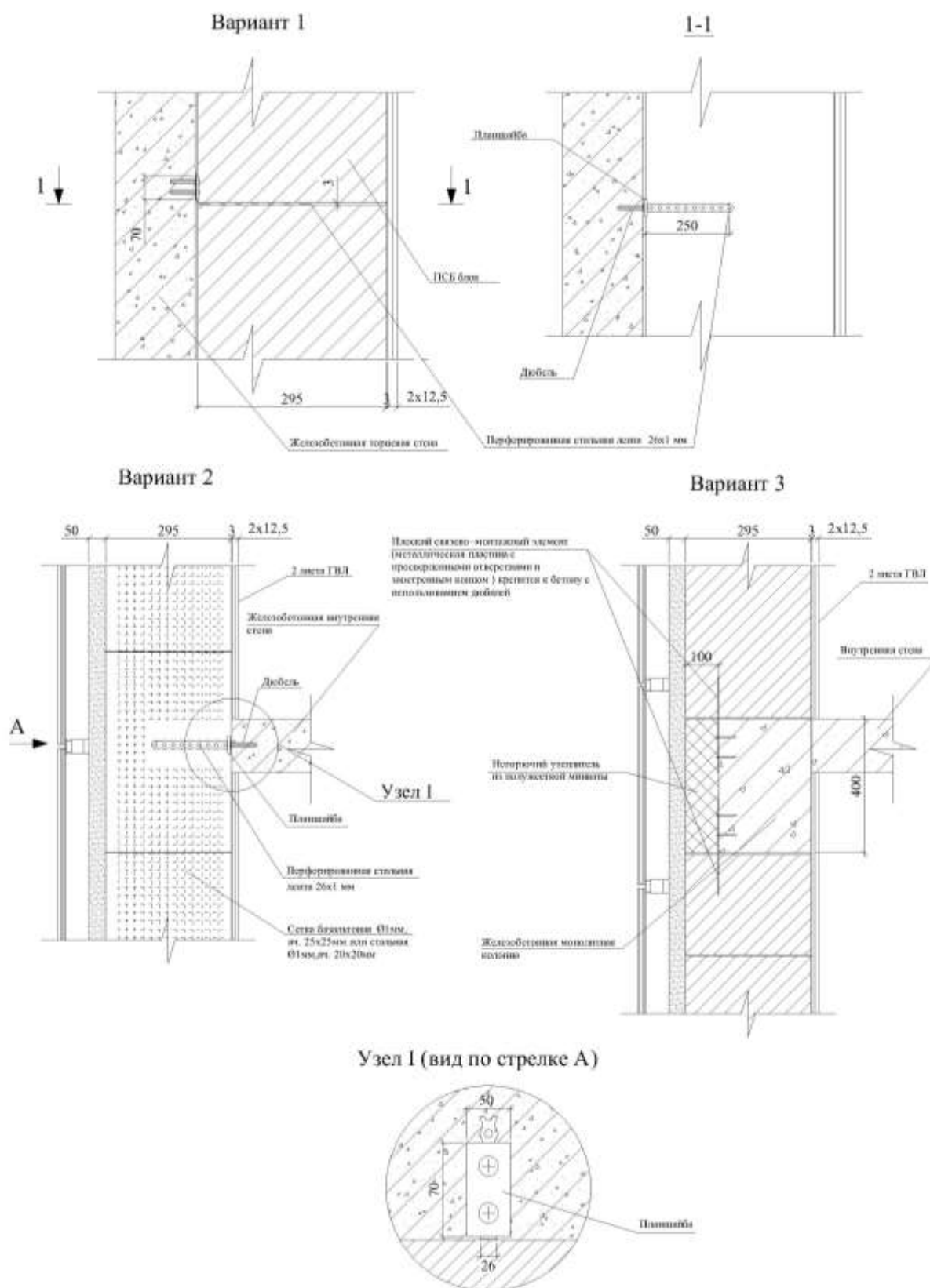


Рисунок 6.22 Крепление кладки из ПСБ блоков к несущим железобетонным стенам и колоннам

6.6.4.7 Крепление стен из полистиролбетонных блоков в процессе строительства здания рекомендуется осуществлять с помощью временных приспособлений, например, деревянных или стальных раскосов, соединяющих верх возводимой кладки с железобетонными перекрытиями.

6.6.5 Крепление навесного оборудования

6.6.5.1 Крепление навесного оборудования и устройств (кондиционеры, растяжки, тарельчатые антенны) к внешней стороне наружных стен рекомендуется осуществлять к торцам железобетонных перекрытий.

6.6.5.2 При необходимости крепления навесного оборудования к кирпичному фасаду здания в зоне над перекрытием часть стены рекомендуется выполнить из утолщенной кладки из полнотелого кирпича и вставки из полистиролбетона плотностью D150-D225. Кладка усиливается горизонтальными и вертикальными арматурными стержнями, которые привариваются к закладным деталям плиты перекрытия или заанкериваются в ней (рисунок 6.23).

6.6.5.3 Крепление навесного оборудования, например, приборов отопления и других устройств к внутренней стороне полистиролбетонных стен рекомендуется выполнять (см. рисунок 6.24) с использованием дюбелей диаметром не менее 8 мм и длиной 120-160 мм, укрепляемых монтажной пеной, с расчетными нагрузками на крепежные элементы, принимаемыми с учетом коэффициентов надежности, согласованных с ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, которые приведены в таблицах 6.3 и 6.4.

Т а б л и ц а 6.3 – Расчетные нагрузки на крепежные элементы

Тип крепежного элемента	Глубина заделки в стену, мм	Расчетные нагрузки, кгс							
		Осевое выдергивание шурупа				Изгиб при приложении усилия на шуруп в 10 мм от стены			
		Фасадная сторона стены		Внутренняя сторона стены		Фасадная сторона стены		Внутренняя сторона стены	
		Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене
FUR 10x80SS	80	18	40	40	100	35	46	105	155
FUR 8x120SS	120	4	24	10	55	18	35	38	90
FUR 8x80T	80	14	32	25	80	28	40	75	130
FUR 10x160T	160	5	30	17	70	21	45	50	110

П р и м е ч а н и я:

1. Значения расчетных нагрузок относятся к стеновым полистиролбетонным блокам с маркой по средней плотности D250, оштукатуренным цементно-песчаным раствором М100 толщиной 20-25 мм по стальной сетке из проволоки Ø 1 мм с ячейкой 10x10 мм. При марках полистиролбетона D300 и D350 значения допускаемых нагрузок увеличиваются соответственно в 1,1 и 1,25 раза.

2. В качестве монтажной пены принята пена "Пенфикс".

Устройство для крепления растяжек к кирпичному фасаду



Устройство для крепления кронштейна к оштукатуренному фасаду



Устройство для крепления растяжек (при расчетном обосновании)

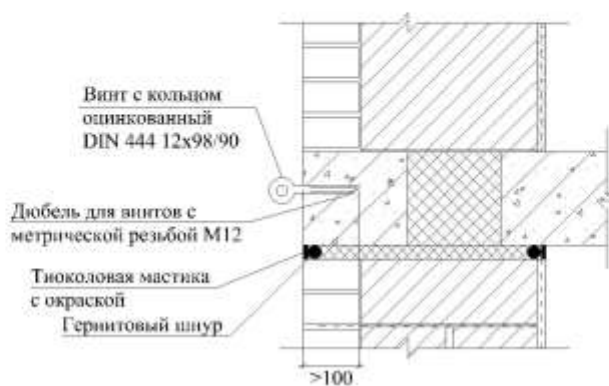


Рисунок 6.23 Крепление навесных устройств к фасадам стен

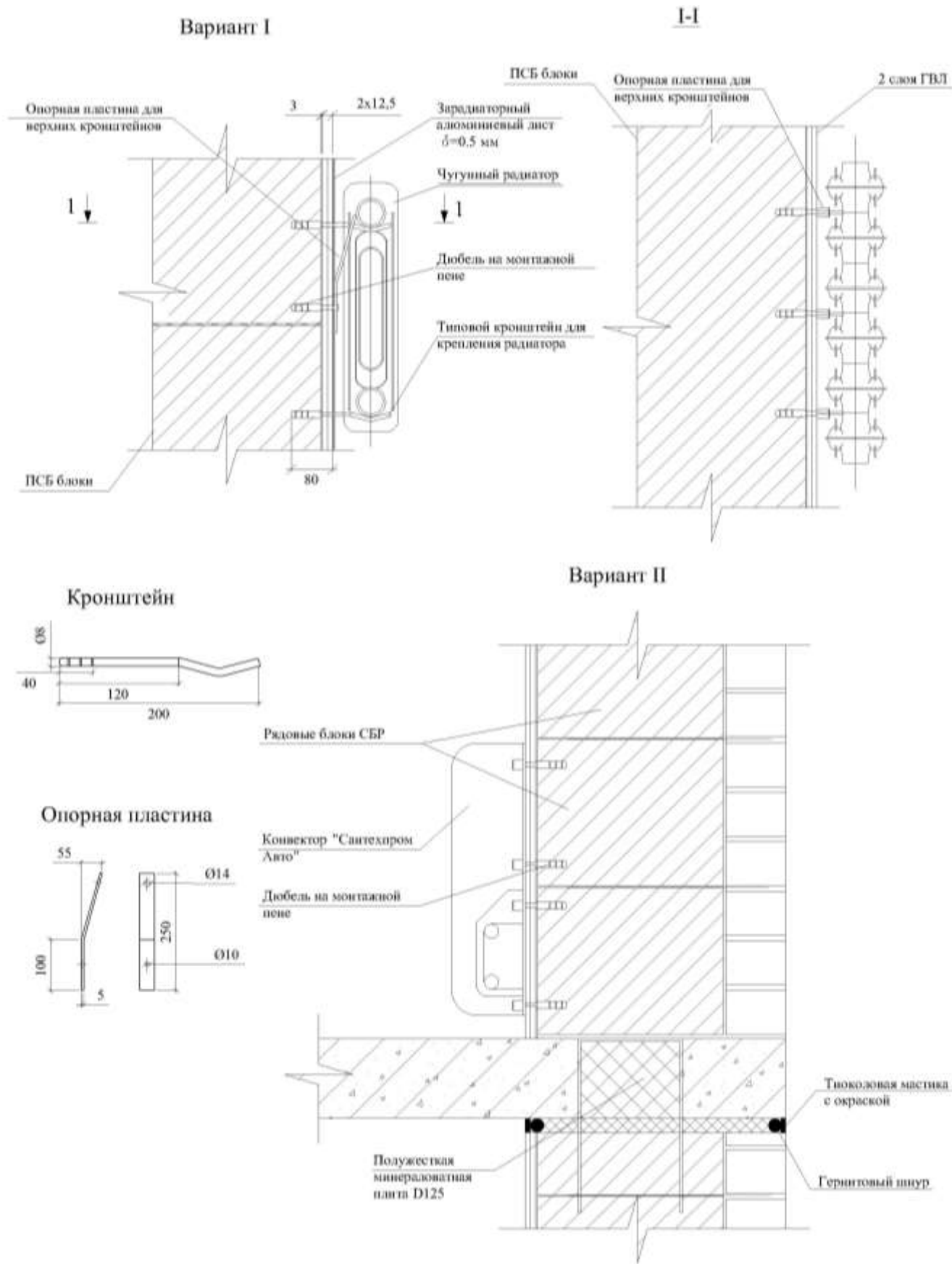


Рисунок 6.24 Крепление отопительного оборудования

Т а б л и ц а 6.4 – Коэффициенты надежности заделки

Тип крепежного элемента	Коэффициенты надежности заделки							
	Осевое выдергивание шурупа				Изгиб при приложении усилия на шуруп в 10 мм от стены			
	Фасадная сторона стены		Внутренняя сторона стены		Фасадная сторона стены		Внутренняя сторона стены	
	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене	Заделка насухо	Заделка на монтажной пене
FUR 10x80SS	7	5	3	2	6	5	2	1,5
FUR 8x120SS	10	7	4	3	7	5	3	2
FUR 8x80T	7	5	3	2	6	5	2	1,5
FUR 10x160T	10	7	4	3	7	5	3	2

6.6.5.4 Для снижения потерь тепла при отоплении здания рекомендуется на внутренней стороне наружной стены, облицованной ГВЛ или штукатуркой, перед приборами отопления, устанавливать теплоотражающие экраны из алюминиевого листа толщиной 0,5 мм, закрепляемого к облицовке на стальных шурупах.

6.6.5.5 Технические решения крепления навесного оборудования к ограждениям лоджий и балконов для зданий с ограждающими конструкциями из полистиролбетона разрабатываются при проектировании зданий аналогично решениям, применяемым для зданий с любыми другими типами наружных стен.

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

7.1 Общие требования

7.1.1 Обязательные требования к проектированию ограждающих конструкций энергоэффективной системы содержатся в нормативных документах (гл.2).

7.1.2 Помимо этих требований необходимо выполнить расчеты, учитывающие специфику зданий с ограждающими конструкциями из полистиролбетона для подтверждения соответствия комплексу физико-технических требований.

Так, наружные стены из полистиролбетона должны удовлетворять требованиям по несущей способности и деформативности, теплотехническим требованиям по приведенному сопротивлению теплопередаче и паропрооницанию, требованиям звукоизоляции, пожарной и экологической безопасности, а также долговечности.

7.1.3 Исходные данные и расчетные характеристики применяемых материалов и изделий должны соответствовать указанным в гл. 4 и п.5.3 или приведенным в действующих российских нормативных документах, или основываться на результатах стандартных испытаний.

7.1.4 Расчеты вертикальных температурно-деформационных швов в фасадной облицовке зданий в 0,5 кирпича должны производиться с учетом темпера-

турно-влажностных воздействий согласно СТО 36554501-013, разработанного ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко.

7.1.5 Основные требования к проектированию и методам проведения расчетов по прочности и деформативности, теплозащите, паропроницанию и обеспечению звукоизоляции наружных стен системы, приведены в разделах 7.2-7.4.

7.1.6 Требования к противопожарной защите ограждающих конструкций из полистиролбетона приведены в разделе 7.5.

7.1.7 Требования по экологической безопасности системы приведены в разделе 7.6.

7.1.8 Требования по долговечности должны обеспечиваться применением полистиролбетона и фасадных отделочных слоев необходимой морозостойкости и использованием конструктивных решений, удовлетворяющих нормируемым параметрам температурно-влажностного режима ограждающих конструкций.

7.2 Прочность и деформативность

7.2.1 Основные расчетные требования

Расчет ограждающих конструкций зданий (наружных стен), в состав которых входит кладка из полистиролбетонных блоков (в качестве основного слоя), производится по предельным состояниям первой группы (по прочности) согласно п.4 и второй группы (по деформациям) согласно СП 15.13330.

Расчет конструкций стенового ограждения выполняется на действие горизонтальной ветровой нагрузки и собственного веса стены, определяемых в соответствии с СП 20.13330.

Ограждающие конструкции энергоэффективных зданий системы "Юникон-2" выполняются многослойными: в виде кладки из полистиролбетонных блоков, усиленных армированными штукатурными слоями снаружи и изнутри, либо с наружной облицовкой керамическим кирпичом, а изнутри армированным штукатурным слоем толщиной 20-25 мм, либо гипсоволокнистыми листами (ГВЛ) толщиной 2х10 или 2х12,5 мм с взаимным перекрытием швов, использование которых упрощает производство работ и улучшает теплозащитные свойства системы, а также с применением стеновых блоков из полистиролбетона повышенной заводской готовности (с оштукатуренными поверхностями). Расчет таких стен ведется по приведенному сечению, учитывающему влияние штукатурных слоев.

Ненесущие стены из полистиролбетонных блоков, усиленных армированными штукатурными слоями и горизонтальными сетками в швах кладки, рассчитываются по прочности нормальных сечений и по раскрытию нормальных трещин в растянутом армированном штукатурном слое, либо швах кладки.

При этом сопротивление армированных штукатурных слоев учитывается при выполнении следующих условий:

а) прочность цементно-песчаного или клеевого раствора на сжатие $R_{шт}$ выше соответствующей прочности полистиролбетона R_b ($R_{шт} > R_b$);

б) обеспечена прочность на сдвиг контактного шва сопряжения полистиролбетонного блока и штукатурного слоя по формуле

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I_b} \leq 2R_{btf}, \quad (7.1)$$

здесь τ – касательное напряжение, определяемое как для упругого материала;

Q – поперечная сила в нормальном сечении стены;

b – ширина сечения полистиролбетонной части стены;

I – момент инерции прямоугольного сечения полистиролбетонной части стены;

S – статический момент инерции полистиролбетонной части стены относительно ее центра тяжести;

R_{btf} – расчетное сопротивление кладки из полистиролбетонных блоков растяжению при изгибе, принимаемое по таблице 5.4 с учетом коэффициентов условий работы кладки "К".

При применении в качестве наружного облицовочного слоя керамического кирпича (толщиной в половину кирпича) несущая способность наружной облицовки, как правило, не учитывается.

При применении вместо внутреннего армированного штукатурного слоя листов ГВЛ возможны два случая расчета многослойной стены:

а). Наружный облицовочный слой принят в виде армированной штукатурки, при этом несущая способность ГВЛ не учитывается;

б). Наружный облицовочный слой принят толщиной в половину керамического кирпича, в этом случае учитывается работа только одного внутреннего листа ГВЛ (прилегающего к блокам из ПСБ).

В случаях, когда несущая способность стены с внутренними слоями ГВЛ недостаточна для восприятия ветровых нагрузок, следует либо изменить сечение основного слоя стены, либо использовать вместо ГВЛ внутренний армированный штукатурный слой по расчету.

Отделочные слои полистиролбетонных стен могут быть соединены между собой заанкеренными штукатурными сетками или проволочными $\varnothing 3$ мм стальными связями.

Различную жесткость и упругие свойства слоев многослойной стены, а также неполное использование прочности при их совместной работе в стене следует учитывать путем приведения площади сечения наружного и внутреннего слоев к материалу основного слоя. Действие всех нагрузок должно определяться относительно центра тяжести приведенного сечения.

Связи должны выполняться с закреплениями в основном и облицовочном слое путем отгибов и фиксаций вязальной проволокой.

7.2.2 Расчет ненесущих стен по прочности и деформациям при ветровых нагрузках

Ненесущие стены из сплошных блоков выполняются высотой на один этаж и прикрепляются к верхнему и нижнему перекрытиям, а также к поперечным несущим стенам с помощью стальных связево-монтажных элементов. Эти стены воспринимают преимущественно горизонтальную ветровую нагрузку. Оконные и прочие проемы перекрываются армированными полистиролбетонными перемычками, которые воспринимают кроме собственного веса также вес доборных стеновых элементов между перемычкой и перекрытием, а также вес штукатурных слоев и навесного оборудования. Методы расчета этих перемычек приведены в п.8.2.5.

Простенки, располагаемые вне несущих поперечных стен, рассчитываются как свободно опертые балки на действие равномерно распределенной нагрузки от ветра, определяемой согласно СП 20.13330.

При этом следует учитывать следующие воздействия ветра:

а. Основной тип ветровой нагрузки.

б. Пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления.

Что касается влияния резонансного вихревого возбуждения и аэродинамических неустойчивых колебаний здания, то их учет в данном документе не рассматривается, т.к. стеновые ограждения из полистиролбетонных блоков для зданий, у которых высота больше чем в 10 раз превосходит поперечный размер нецелесообразны, и не применяются.

Нормативное значение ветровой нагрузки w (в качестве основного типа ветрового воздействия) следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих

$$w = w_m + w_p, \quad (7.2)$$

где нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m определяется в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли по формуле

$$w_m = w_0 k(z_e) c, \quad (7.3)$$

здесь w_0 – нормативное значение ветрового давления по табл.11.1 СП 20.13330 для I ветрового района; $k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления на высоте z_e по табл. 11.2 СП 20.13330; c – аэродинамический коэффициент, принимаемый согласно таблица Д.2 Приложения Д к СП 20.13330.

Эквивалентная высота z_e , для которой определяется повышающий коэффициент ветрового давления $k(z_e)$, вычисляется для зданий в зависимости от отношения высоты h к поперечному размеру d :

при $h \leq d$ принимается $z_e = h$

для малоэтажных зданий, при $h \leq 2d$, значение эквивалентной высоты принимается

для $0 < z < h-d$, $z_e = d$

для $z \geq h-d$, $z_e = h$;

для многоэтажных зданий, при $h > 2d$, значение эквивалентной высоты принимается

для нижней части $0 < z \leq d$, $z_e = d$

для верхней части $z \geq h-d$, $z_e = h$;

для остальной части $z_e = z$ – фактической высоте.

При определении нормального давления w_e , приложенного к внешней поверхности здания, а также при определении ветровой нагрузки на поверхность внутренних стен при отсутствии наружного ограждения (на стадии монтажа) следует использовать аэродинамические коэффициенты внешнего давления c_e , определенные согласно Приложения Д.1 СП 20.13330.

Так для прямоугольных в плане жилых и общественных зданий с вертикальными стенами следует использовать табл. Д.2 указанного приложения.

Значения аэродинамических коэффициентов составляют при активном давлении ветра $c=0,8$ – для наветренной стены и $c=-0,5$ для подветренной; для боковых стен учитывается отрицательное значение ветра с различными значениями аэродинамического коэффициента от $c=-0,5$ до $c=-1,0$ в зависимости от расположения участка стены по отношению к фронтальной плоскости активного давления.

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки w_p на эквивалентной высоте z_e следует определять в зависимости от соотношения частот собственных колебаний f_i , Гц здания и предельного значения собственной частоты f_ℓ , которая согласно таблица 11.5 СП 20.13330 составляет 0,95 Гц:

а) для зданий, у которых первая частота больше предельного значения собственной частоты f_ℓ по формуле

$$w_p = w_m \zeta(z_e) v, \quad (7.4)$$

где $\zeta(z_e)$ – коэффициент пульсации давления ветра, принимаемый по табл. 11.4 СП 20.13330 для эквивалентной высоты z_e ; v – коэффициент пространственной корреляции пульсаций ветрового давления по табл. 11.6 СП 20.13330 при параметрах $X=N$ – высота здания и $\rho=B$ – ширина здания с наветренной стороны в метрах.

б) для всех зданий и их конструктивных элементов, у которых первая частота собственных колебаний f_1 , Гц меньше предельной f_ℓ по формуле, учитывающей динамичность ветрового воздействия с помощью коэффициента динамичности ξ

$$w_p = w_m \xi \zeta(z_e) v, \quad (7.4a)$$

где ξ – коэффициент динамичности, определяемый по графику на рисунке 11.1 СП 20.13330 при логарифмическом декременте колебаний $\delta = 0,3$ в зависимости от параметра $\varepsilon = 0,004T\sqrt{w_0}$. (T – период собственных колебаний, сек⁻¹, который приближенно можно принять равным 0,021Н), при $\varepsilon \leq 0,05$ значение ξ можно определять по формуле

$$\xi = 1,18 + 10\varepsilon. \quad (7.4б)$$

в) для всех зданий (и их конструктивных элементов), у которых вторая часть собственных колебаний f_2 меньше предельной f_ℓ , необходимо производить динамический расчет здания по компьютерной программе с выявлением трех первых форм собственных колебаний. Поскольку такой расчет достаточно сложен, можно принимать максимальное значение коэффициента динамичности $\xi=2,0$.

При расчете многоэтажных зданий высотой до 40 м пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается определять без учета динамического коэффициента ξ по формуле (7.4)

За расчетный пролет простенка ℓ принимается расстояние в свету между перекрытиями (рисунок 7.1). Ветровая нагрузка собирается с грузовой площади шириной, равной расстоянию между серединами смежных проемов. Погонная расчетная нагрузка q , действующая на простенок, вычисляется по формуле

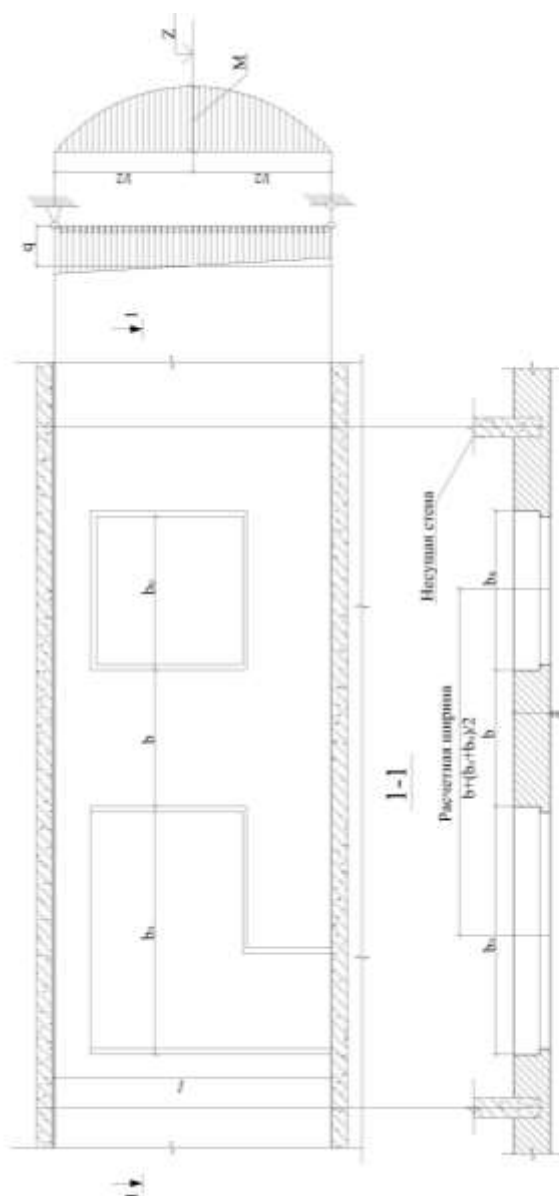


Рисунок 7.1. К расчету простенка на ветровую нагрузку

$$q = w(b + \frac{b_{\text{л}} + b_{\text{п}}}{2})\gamma_f\gamma_n, \quad (7.5)$$

где b – ширина простенка;

$b_{\text{л}}$ и $b_{\text{п}}$ – ширина левого и правого проемов;

w – ветровая нагрузка, определяемая по формуле (7.2);

$\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по нагрузке;

γ_n – коэффициент надежности по назначению, принимаемый равным – 1,0.

Расчетный момент простенка вычисляется как для однопролетной балки по формуле

$$M = q\ell^2 / 8. \quad (7.6)$$

Простенок с двумя штукатурными армированными слоями (внутренним и внешним) рассчитывается на действие изгибающего момента M , при аэродинамическом коэффициенте $s = 0,8$ (положительное давление ветра). При этом учитываются сжатый внешний штукатурный слой и арматура в растянутом (внутреннем) штукатурном слое.

Расчет ведется из условия

$$M \leq R_s A_s (h_{\text{п}} + h_{\text{шт}}), \quad (7.7)$$

где $h_{\text{п}}$ и $h_{\text{шт}}$ – толщина соответственно полистиролбетонной кладки и штукатурного слоя.

Для армирования штукатурного слоя используются стальные сетки, рекомендуемые для армоцементных конструкций СНиП 2.03.03, Приложение 2, с расчетным сопротивлением $R_s = 250$ МПа. Штукатурный слой выполняется из цементно-песчаного или цементно-известково-песчаного раствора марки не ниже 50. Кроме того, класс по прочности полистиролбетона должна быть не ниже В0,35. Простенок с кирпичной облицовкой и внутренним штукатурным армированным слоем рассчитывается на действие изгибающего момента M , как при $c = 0,8$ (положительное давление ветра), так и при $c = -0,5$ (отрицательное давление ветра)¹.

Сначала расчет выполняется без учета кирпичной облицовки. При положительном давлении ветра из условия

$$M \leq R_s A_s (h_o - x/2), \quad (7.8)$$

где h_o – рабочая высота сечения, равная $h_{\text{п}} + h_{\text{шт}}/2$;

x – высота сжатой зоны, равная $x = R_s A_s / (\bar{R}_b b)$;

$\bar{R}_b$ – приведенное расчетное сопротивление сжатию полистиролбетонной блочной кладки, учитывающее влияния клеевых швов и условий работы

$$\bar{R}_b = \gamma_o R_b = 0,9 R_b, \quad (7.8a)$$

где R_b – расчетное сопротивление кладки из полистиролбетонных блоков, принимаемое по данным таблицы 5.4;

$\gamma_o = 0,9$ – коэффициент условий работы.

При отрицательном давлении ветра расчет ведется из условия

$$M \leq \bar{R}_{\text{btf}} W_{\text{red}}, \quad (7.9)$$

где $\bar{R}_{\text{btf}} = \gamma_o R_{\text{btf}}$ – приведенное расчетное сопротивление кладки из полистиролбетонных блоков растяжению при изгибе, учитывающее влияние клеевых швов (R_{btf} принимается по таблице 5.4) и условия работы ($\gamma_o = 0,9$);

W_{red} – момент сопротивления приведенного сечения, включающего в себя площадь полистиролбетона, а также площадь сжатого штукатурного слоя, умноженную на отношение модулей упругости раствора и полистиролбетона $E_{\text{шт}}/E_b$.

Модуль упругости штукатурки $E_{\text{шт}}$ принимается по таблице 6.11 СП 63.13330 как для мелкозернистого бетона группы А – естественного твердения в зависимости от класса бетона $B = 0,07M$, где M – марка раствора, или по таблице 7.1.

Предельный модуль упругости полистиролбетона равен

$$\bar{E}_b = 0,8 E_b \text{ (значения } E_b \text{ принимаются по таблице 4.6).}$$

Модуль упругости кладки из полистиролбетонных блоков E_o и модуль деформаций E_1 принимают по таблице 5.4.

¹⁾ Знак "плюс" у аэродинамического коэффициента (c) соответствует направлению давления ветра на соответствующую поверхность, знак "минус" – от поверхности.

Т а б л и ц а 7.1 – Характеристики раствора штукатурного слоя

Марка раствора	$R_{бш}$, МПа (кгс/см ²)	$E_{ш} \cdot 10^{-3}$, МПа (кгс/см ²)
50	1,93 (19,3)	7,14 (71,4)
75	2,7 (27,0)	10,71 (107,1)
100	3,86 (38,6)	12,8 (128,8)

П р и м е ч а н и я:

1. Расчетное сопротивление раствора $R_{бш}$ принято по табл. 6.8 СП 63.13330 как для мелкозернистого бетона класса В = 0,07М, где М - марка раствора, с учетом условий работы ($\gamma_{б2} = 0,9$).
2. Модуль упругости раствора $E_{ш}$ принят по табл. 6.11 СП 63.13330 как для мелкозернистого бетона группы А – естественного твердения класса, равного 0,07 от марки раствора.

Значение W_{red} определяется по формуле

$$W_{red} = I_{red} / y_{red}, \quad (7.10)$$

где I_{red} – момент инерции приведенного сечения;

y_{red} – расстояние от центра тяжести приведенного сечения до растянутой грани полистиролбетонного блока у кирпичной облицовки.

В случае, если условия (7.8) или (7.9) не удовлетворяются, момент М можно уменьшить, распределив его между кирпичной облицовкой и основной частью стены пропорционально их жесткостям, определив момент следующим образом:

$$\text{жесткость облицовки } B_{обл} = \alpha R_{бш} h_{обл}^3 / 12, \quad (7.11)$$

где α – упругая характеристика кладки, принимаемая по таблице 16 СП 15.13330;

R – расчетное сопротивление сжатию кладки, принимаемое по таблице 2 СП 15.13330;

$h_{обл}$ – толщина кирпичной облицовки.

$$\text{Жесткость основной части стены } B_{ст} = \overline{E}_b I_{red}. \quad (7.12)$$

При этом следует проверить прочность кирпичной облицовки из условия

$$M \frac{B_{обл}}{B_{обл} + B_{ст}} \leq (0,85 \cdot R_{tb} + \frac{0,9G}{bh_{обл}}) W_{обл}, \quad (7.13)$$

где R_{tb} – расчетное сопротивление кирпичной кладки растяжению при изгибе по неперевязанному сечению, принимаемое по таблице 11 СП 15.13330. Коэффициент 0,85 при R_{tb} вводится для исключения недопустимых растягивающих напряжений в неперевязанных швах кирпичной кладки;

G – вес облицовки, расположенной выше расчетного сечения.

$$W_{обл} = bh_{обл}^2 / 6. \quad (7.14)$$

При выполнении условия (7.13) кирпичная облицовка объединяется гибкими связями с полистиролбетонной частью стены. При этом сплошная приклейка облицовки к основной части стены не требуется. Однако необходимо предусматривать противопожарные рассечки в образовавшейся воздушной неventedируемой прослойке толщиной до 5 мм.

При невыполнении условий (7.8), (7.9) или (7.13) расчет стены с кирпичной облицовкой, объединенной с полистиролбетонной частью стены гибкими связями и приклеенной к ней клеевым швом (2-5 мм) или цементно-песчаным раствором (10 мм), при действии ветровой нагрузки (положительном (напор) или отрицательном (отсос) давлении) производится как элемента комплексного сечения, включающего кирпичную облицовку, цементно-песчаный или клеевой шов, поли-

стиролбетонную часть стены и армированный слой штукатурки. При этом принимается гипотеза плоских сечений и напряжения в различных точках сечения определяются по схеме приведенного сечения, причем растягивающие напряжения в неперевязанных (горизонтальных) швах кирпичной облицовки не должны превышать $0,85 R_{tb}$.

Расчет наружных стен по деформациям

Расчет конструкций наружного стенового ограждения по предельным состояниям второй группы (по образованию трещин в растянутой зоне стены и деформациям растянутых поверхностей) следует производить, пользуясь основными положениями СП 15.13330.

Расчет по раскрытию трещин (швов кладки) выполняется по условному краевому напряжению растяжения, которое характеризует величину раскрытия трещин в растянутой зоне.

Для внецентренно сжатых неармированных стеновых конструкций кладки расчет следует производить по формуле

$$N \leq \frac{\gamma_r AR_{btf}}{\frac{A(h-y)e_o}{I} - 1}, \quad (7.15)$$

где A – площадь сечения кладки;

R_{btf} – расчетное сопротивление кладки растяжению при изгибе по неперевязанному сечению;

γ_r – коэффициент условий работы кладки;

I – момент инерции сечения в плоскости действия изгибающего момента;

y – расстояние от центра тяжести сечения до сжатого его края;

e_o – эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки от собственного веса кладки.

Кирпичная кладка, в которой по условиям эксплуатации не может быть допущено появление трещин в кладочном растворе, должна быть проверена по деформации растянутых поверхностей.

Расчет по деформациям растянутых поверхностей для неармированной кладки производится по формулам:

при внецентренном сжатии

$$N \leq \frac{\bar{E}_b A \varepsilon_{и}}{\frac{A(h-y)e_o}{I} - 1}; \quad (7.16)$$

при изгибе

$$M \leq \frac{\bar{E}_b I \varepsilon_{и}}{h-y}, \quad (7.17)$$

здесь N и M – продольная сила и изгибающий момент от нормативных нагрузок;

$\varepsilon_{и}$ – предельная относительная деформация кладочного раствора, которую рекомендуется принимать равной $\varepsilon_{и}=0,8 \cdot 10^{-4}$. При армировании кладки сеткой $\varepsilon_{и}$ допускается увеличивать на 25%;

7.2.3 Расчет креплений полистиролбетонных стен к несущим конструкциям здания и оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам

Для элементов ограждения и узлов их крепления необходимо учитывать пиковые положительные w_+ и отрицательные w_- воздействия ветровой нагрузки, нормативные значения которых определяются по формуле

$$w_{+(-)} = w_0 k(z_e) [1 + \xi(z_e)] C_{p,+(-)} v_{+(-)}, \quad (7.18)$$

где w_0 – расчетное значение ветрового давления;

z_e – эквивалентная высота;

$C_{p,+(-)}$ – пиковое значение аэродинамических коэффициентов положительного давления (+) или отсоса (-);

$k(z_e)$ и $\xi(z_e)$ – коэффициенты, учитывающие, соответственно, изменение давления и пульсации давления на высоте z_e ;

$v_{+(-)}$ – коэффициенты корреляции ветровой нагрузки, приведенные в таблице 11.8 СП 20.13330 в зависимости от площади ограждения, с которой собирается ветровая нагрузка.

Аэродинамические коэффициенты $C_{p,+}$ и $C_{p,-}$ для прямоугольных в плане зданий можно принимать по схеме Д.1.17 Приложения Д.1 к СП 20.13330. При расчете стен пиковое положительное значение аэродинамического коэффициента $C_{p,+}=1,2$, а значения отрицательного коэффициента $C_{p,-}$ зависят от рассматриваемого участка стены. Так, в углах здания (на расстоянии $1/10b$) эти значения равны $C_{p,-}=-2,2$, а в остальной части $C_{p,-}=-1,2$.

Элемент крепления – штырь прямоугольного или круглого сечения, забиваемый в полистиролбетон на расстоянии не менее 100 мм от боковой (перпендикулярной ветровому напору) поверхности полистиролбетонной части стены, рассчитывается как балка на упругом основании, нагруженная силой N и моментом $M=N \cdot \ell_3$ как показано на рисунке 7.2 (ℓ_3 – толщина зазора между покрытием и верхом кладки). При этом проверяется прочность полистиролбетона на смятие из

$$\text{условия} \quad N < \frac{R_b b \ell}{1/\alpha_v + \ell_3 \varphi / (\alpha_m \cdot \ell)} \quad (7.19)$$

и прочность самого элемента крепления на изгиб из условия

$$N \cdot (\ell_3 + 0,5\lambda) \varphi \leq R_y W, \quad (7.20)$$

где N – предельная сила, приходящаяся на элемент крепления (рисунок 7.3);

R_b – расчетное сопротивление сжатию полистиролбетона, принимаемое по таблице 4.5;

b и ℓ – ширина и глубина заделки в полистиролбетон элемента крепления;

α_v и α_m – коэффициенты, принимаемые по графикам на рисунке 7.4 в зависимости от приведенной длины балки ℓ/λ ;

λ – упругая характеристика элемента крепления (см), как балки на упругом основании, равная

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}}, \quad (7.21)$$

где k – отпорность полистиролбетонного основания штыря, принимаемая равной $E_b b / 300$;

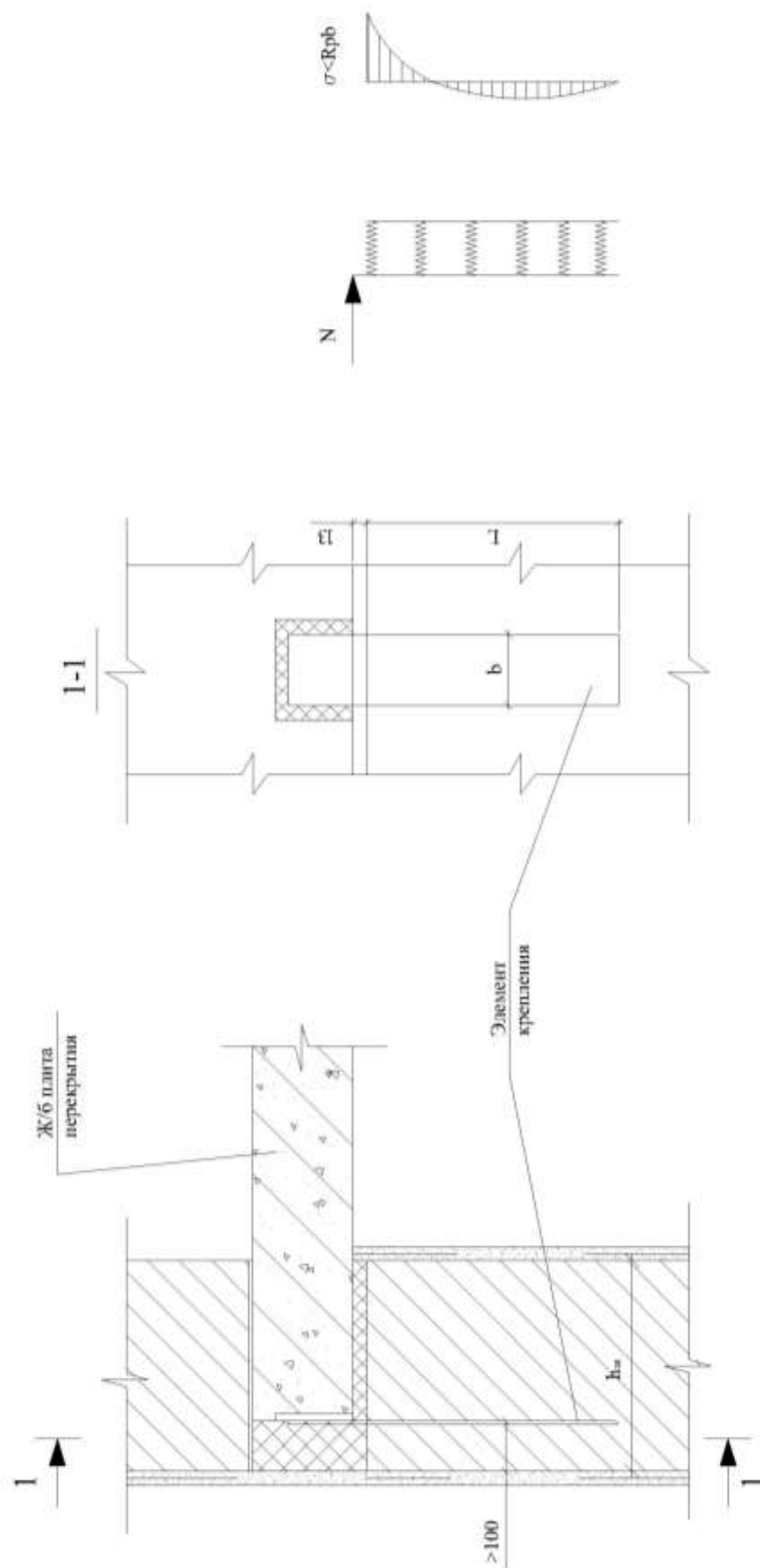


Рисунок 7.2. К расчету полистиролбетонных стен

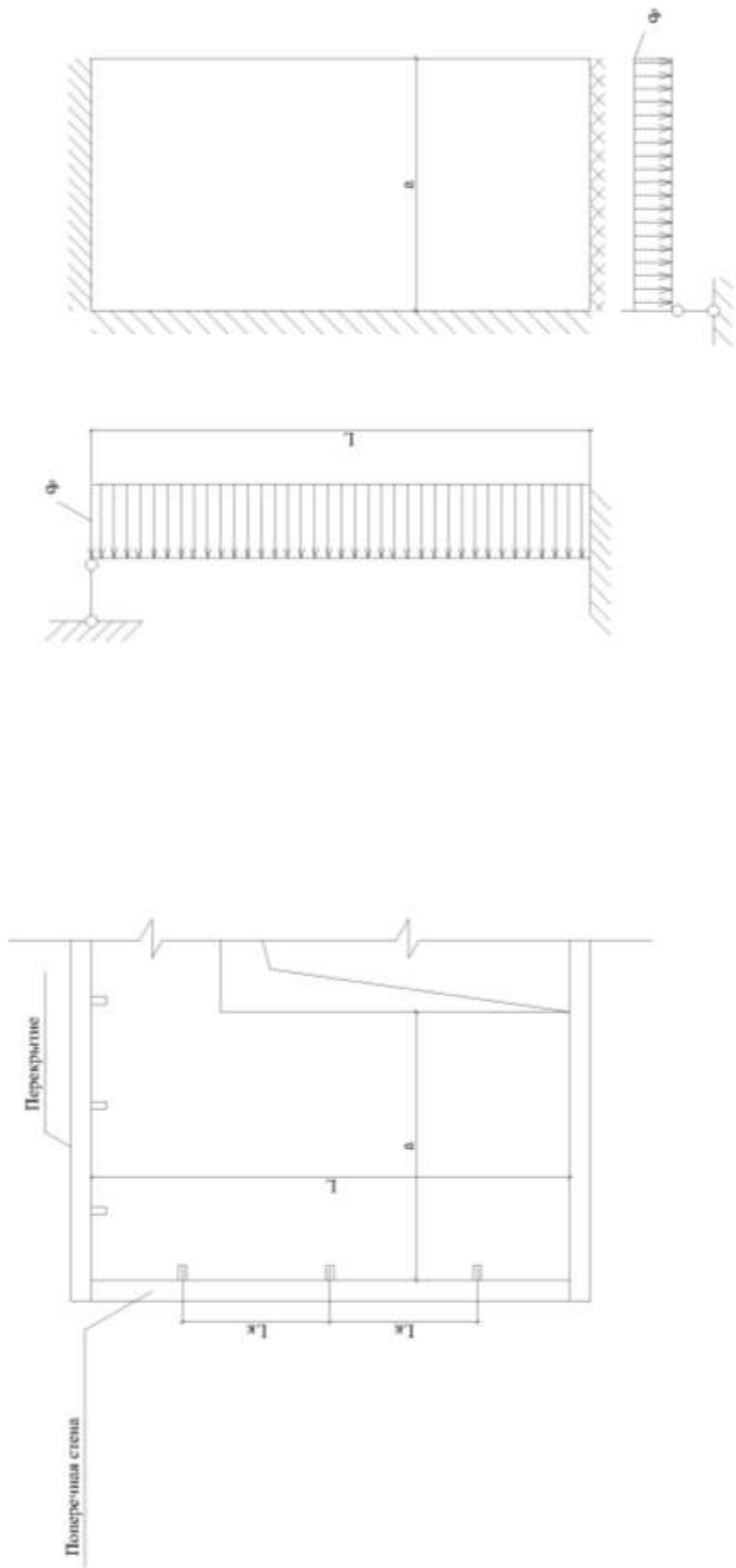


Рисунок 7.3. К расчету силы N

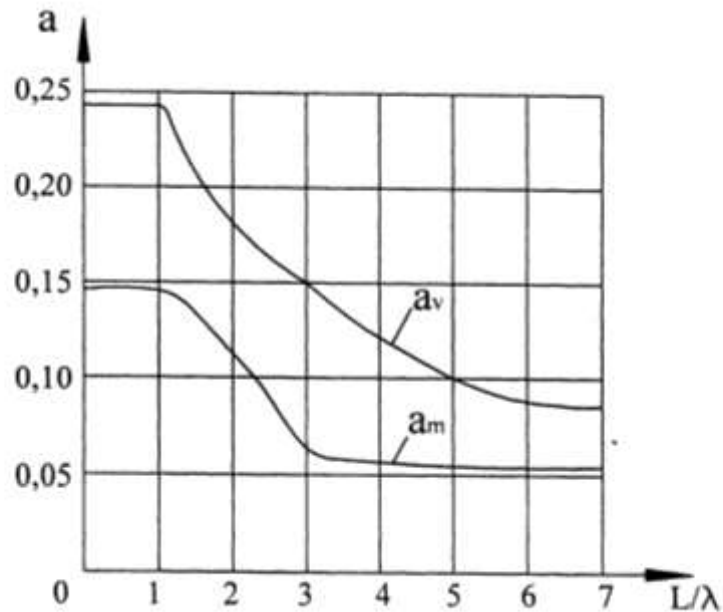


Рисунок 7.4. График зависимости a_v и a_m от приведенной длины балки

R_y – расчетное сопротивление стального штыря изгибу по пределу текучести, принимаемое по СП 16.13330;

W – момент сопротивления сечения штыря;

φ – коэффициент, учитывающий защемленность незабитого конца штыря. При свободном конце $\varphi=1$; при защемленном конце, приваренном к закладной детали или забетонированной в "окне" перекрытия $\varphi=0,5$;

EI – жесткость элемента крепления; для элемента крепления в виде пластин толщиной t $EI = 2,1 \cdot 10^6 bt^3/12$; для элемента крепления круглого сечения $EI = 2,1 \cdot 10^6 \pi d^4/64$.

Проверка прочности элементов крепления производится по формулам (7.19 и 7.20) как в случае креплений полистиролбетонных стен к несущим элементам здания, так и в случае крепления оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам.

При креплении стены к верхнему перекрытию сила N принимается равной

$$N = \frac{qL}{2n} \quad (7.22)$$

где q , L – погонная нагрузка и пролет стены, при этом ветровое давление рассчитывается как пиковая ветровая нагрузка согласно п. 11.2 СП 20.13330 в зависимости от места расположения крепления. К нижнему перекрытию стеновые элементы крепятся с помощью клеевой композиции;

n – число элементов крепления на расчетном участке шириной b .

При креплении наружной стены к несущей внутренней поперечной стене и к верхнему и нижнему перекрытиям сила N определяется по опорной реакции стены, как пластины, опертой по трем сторонам (рисунок 7.3) и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой $q_p = w\gamma_f\gamma_n$, МПа (кгс/м²). Тогда наибольшая

сила N , действующая на крепление, расположенное посередине высоты этажа, равна

$$N = k_1 q_p \ell \cdot \ell_k, \quad (7.23)$$

где k_1 – см. таблицу 7.2;

ℓ_k – расстояние между креплениями.

Т а б л и ц а 7.2

a/ℓ	$\leq 0,5$	0,67	0,71	0,77	0,83	0,90	1,0	1,20	1,3	$\geq 1,50$
k_1	0,401	0,450	0,460	0,467	0,474	0,478	0,487	0,494	0,497	0,501

Такой расчет дает завышенную величину силы N . Поэтому в случае необходимости силу N можно снизить, рассчитав стену как пластину с отверстиями с помощью компьютерных программ (например, по программе “Ли́ра” и ее модификациям).

Расстояние между креплениями ℓ_k находится из условия

$$\ell_k \leq \frac{N_{\text{пр}}}{k_1 \cdot q_p \cdot \ell}, \quad (7.23a)$$

где $N_{\text{пр}}$ – предельное усилие, воспринимаемое креплением, и определяемое по формулам (7.19) и (7.20) из условия прочности полистиролбетона на смятие и прочности элемента крепления на изгиб.

Элементы крепления, как правило, рекомендуется принимать в виде пластины толщиной 4-5 мм и длиной 150-250мм. Рекомендуемая ширина пластины – 50-70мм.

7.2.4 Расчет стен из полистиролбетонных блоков в стадии возведения

Помимо расчета стенового ограждения в стадии эксплуатации, прочность стены также должна быть проверена в стадии возведения без учета штукатурных слоев на действие ветровой нагрузки w , определенной согласно п. 7.2.2 и уменьшенной на 20%. Следует рассмотреть вариант положительного (напор) давления ветра ($c=+0,8$) и отрицательного (отсос) ветрового давления ($c=-0,5$).

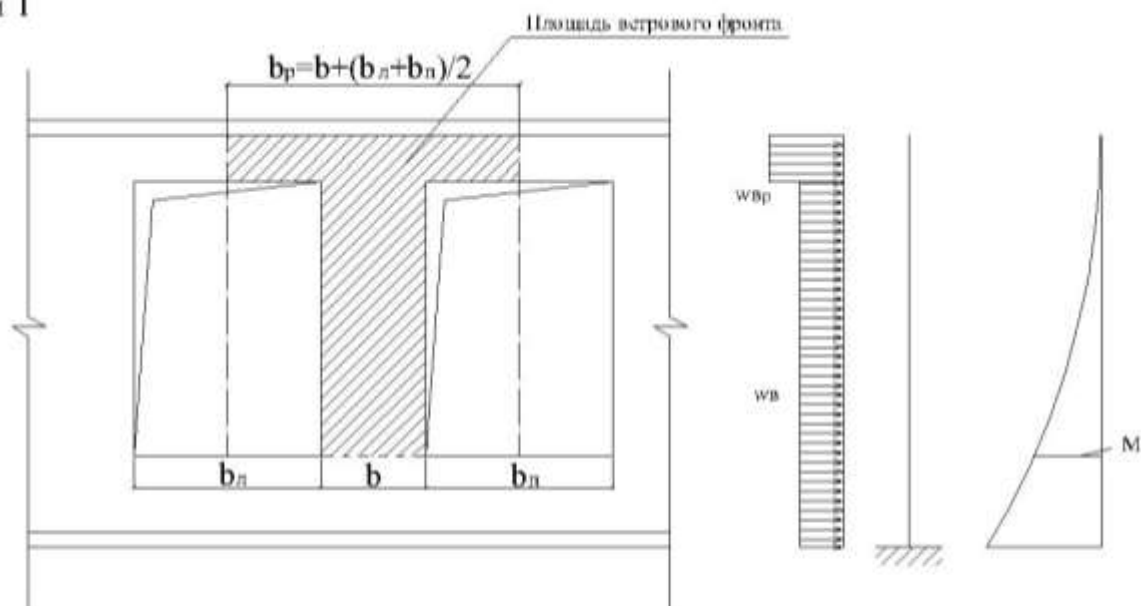
При расчете простенка, расположенного вне несущих поперечных стен, рассматриваются 2 случая (рисунок 7.5):

Случай 1. Кладка из полистиролбетонных блоков возведена до перекрытия, но не закреплена за него. Остекленные оконные (дверные) блоки еще не установлены.

Простенок рассчитывается как консоль с расчетным сечением по низу смежных проемов на действие ветровой нагрузки, собранной с площади стены шириной $b_p = b + \frac{b_{\text{л}} + b_{\text{п}}}{2}$ без учета проемов и длиной от низа смежных проемов до низа перекрытия (см. рисунок 7.5). При этом аэродинамический коэффициент (c) принимается равным 0,8 для бескаркасных зданий (ветровая нагрузка с фасадной стороны) и 1,4 для каркасных зданий (ветровая нагрузка с двух сторон: 0,8+0,6).

Случай 2. Кладка из полистиролбетонных блоков возведена до перекрытия и закреплена за него.

Случай 1



Случай 2

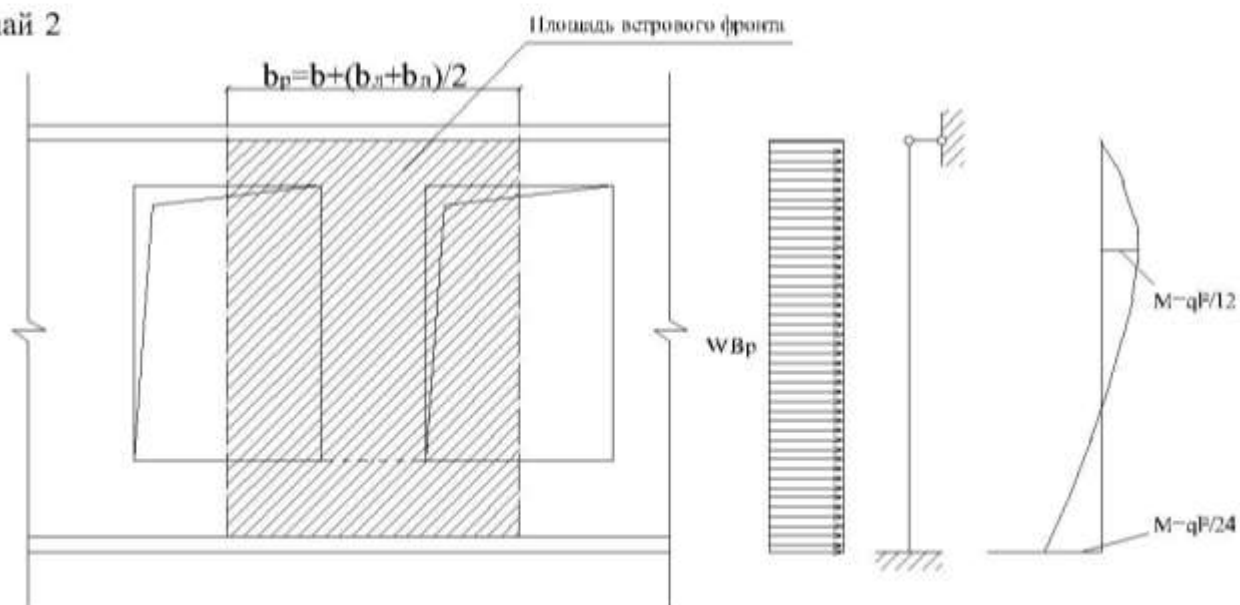


Рисунок 7.5. К расчету простенка, расположенного вне несущих поперечных стен, в стадии возведения

Оконные (дверные) блоки установлены, штукатурка еще не выполнена. Кладка кирпичной облицовки выполняется одновременно с кладкой полистирол-бетонных блоков.

Простенок рассчитывается как балка с расчетным сечением посередине высоты этажа пролетом ℓ на действие момента $M = q\ell^2/12$, где q – ветровая нагрузка, собранная с площади шириной b_p , включающей проемы; при этом принимается $c = 0,8$ для любого типа здания.

Для случаев 1 и 2 расчет ведется из условия

$$M \leq (R_{btf} + \frac{G}{bh_n})bh_n^2/6, \quad (7.23)$$

где R_{btf} – см. п. 7.2.3;

b, h_n – см. п. 7.2.2;

G – вес стены шириной b_p , расположенной выше расчетного сечения с учетом коэффициента $\gamma_f = 0,9$.

При наличии кирпичной облицовки момент M может быть уменьшен путем его распределения между облицовкой и основной частью стены пропорционально их жесткостям аналогично указаниям п. 7.2.2. В этом случае следует проверить также прочность облицовки из условия 7.13.

При расчете части простенка, расположенного между поперечной несущей стеной и балконной дверью, рассматривается случай, когда неоштукатуренная стена доведена до перекрытия, но не закреплена за него. Стена рассчитывается как пластина, жестко заделанная внизу, шарнирно опертая сбоку и неопертая по двум другим сторонам (рисунок 7.6), на действие равномерно распределенной нагрузки $q_p = w\gamma_n\gamma_f$ МПа (кгс/м²). Максимальный момент на ширине 1 м у неопертого бокового края простенка определяется по формуле

$$M = k_n q_p \ell^2, \quad (7.24)$$

где k_n – см. таблицу 7.3.

Т а б л и ц а 7.3

a/ℓ	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	$\geq 3,0$
k_n	0,065	0,140	0,215	0,284	0,337	0,388	0,445	0,485

Расчет ведется из условия

$$M \leq (R_{btf} + \gamma_n \ell)h_n^2/6, \quad (7.25)$$

где γ_n – плотность полистиролбетонной кладки.

При наличии кирпичной облицовки момент M также может быть уменьшен аналогично расчету простенка вне поперечной стены.

В случае невыполнения условия (7.23) или условия (7.25) стена до закрепления ее постоянными креплениями должна быть усилена инвентарными устоями или иными связями, препятствующими ее горизонтальным смещениям.

Крепление с помощью инвентарных устоев или других временных связей стен следует предусмотреть до затвердения штукатурных слоев в случае, если прочность стены в рассматриваемой стадии обеспечивается только при учете армированного штукатурного слоя.

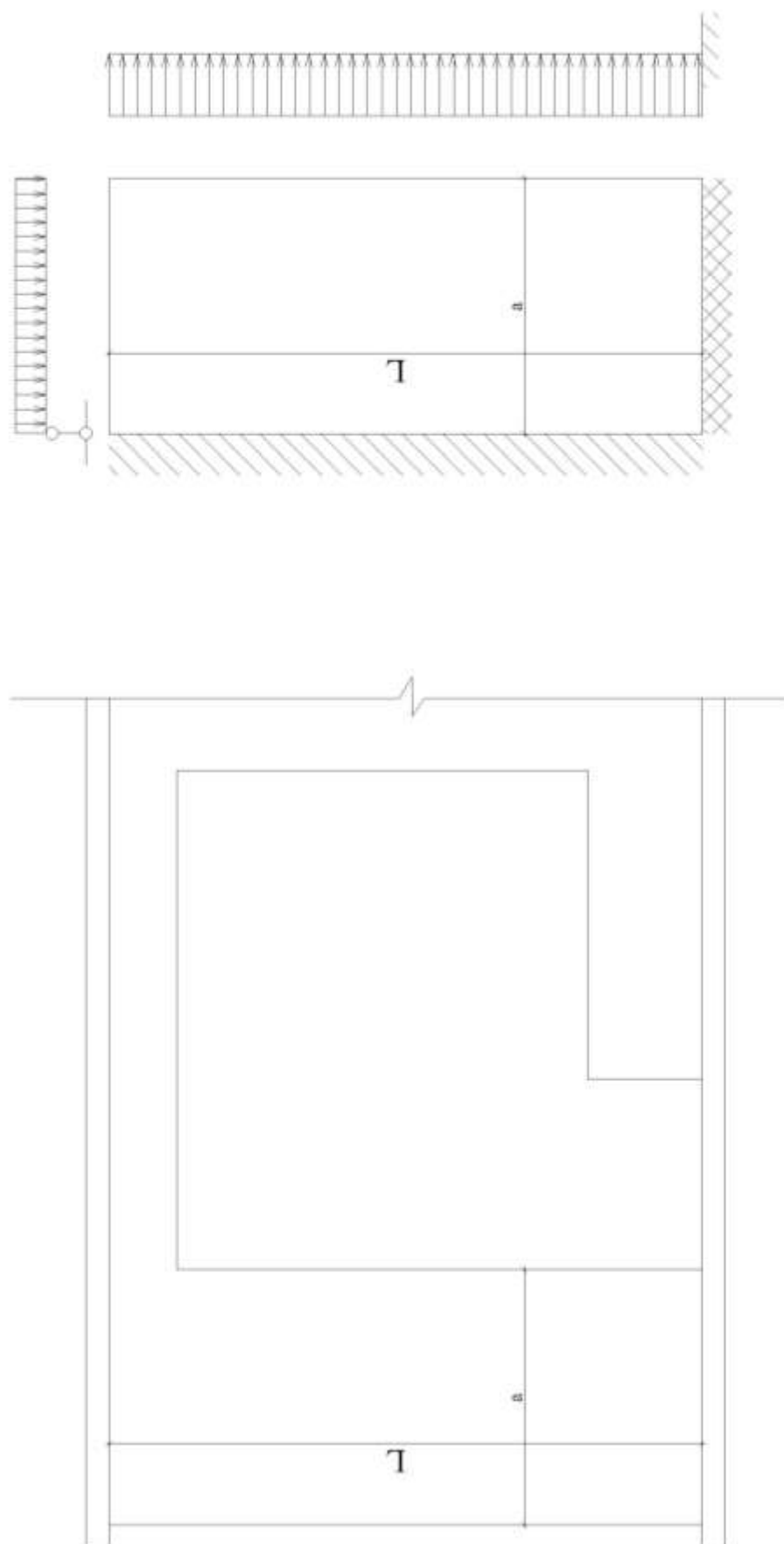


Рисунок 7.6. К расчету части простенка между стеной и балконной дверью

Кроме того, в процессе возведения кладки с клеевой композицией, еще не набравшей прочности, требуется установка временных креплений.

7.2.5 Расчет полистиролбетонных перемычек

Армирование полистиролбетонных перемычек, выпускаемых в настоящее время промышленными предприятиями, выполняется в двух вариантах: в растянутой зоне устанавливается плоский стержневой арматурный каркас, либо в растянутой зоне устанавливается стальной оцинкованный П-образный профиль (см. рисунки 4.1 и 4.2).

В первом случае расчет производится по "Указаниям по проектированию перемычек из полистиролбетона для наружных стен зданий системы "Юникон", 2000 г. [5], разработанным ВНИИжелезобетон и согласованным НИИЖБом.

Согласно этим указаниям методика прочностных расчетов таких перемычек учитывает особенности деформативно-прочностных свойств полистиролбетона и заанкеривание в нем стальной стержневой арматуры. Она сводится в основном к подбору количества, расположения и диаметра поперечных стержней в концевых частях перемычки при заданных характеристиках полистиролбетона.

Во втором случае расчет выполняется согласно "Указаниям по проектированию полистиролбетонных перемычек, армированных П-образным стальным оцинкованным профилем для ограждающих конструкций зданий системы "Юникон", 2011 г. [6], разработанным ВНИИжелезобетоном и согласованным НИИЖБом.

Расчет этих перемычек выполняется по методике СП 63.13330 с учетом особенностей совместной работы полистиролбетона и стального армирующего профиля, положение которого фиксируется по нижней грани перемычки. Сцепление поверхности П-образного профиля с полистиролбетоном обеспечивается, помимо значительной площади поверхности контакта, рифлением на вертикальных стенках профиля размерами 1х3 мм, глубиной порядка 0,1 мм по 8 шт. на 1 см². В отдельных случаях, при больших пролетах перемычек (2,4÷3,0 м) и значительных нагрузках (более 100 кгс/м) выполняется заанкеривание стенок и полки профиля, после его разрезки на лепестки, путем загибания их в торцах перемычки.

Анкерные приспособления должны обеспечивать передачу давления от продольной растянутой стержневой арматуры или П-образного стального профиля на полистиролбетон при условии недопущения его смятия.

7.2.6 Расчет несущих наружных стен

Несущие стены из сплошных полистиролбетонных блоков плотностью 450-500 кг/м³ применяются для малоэтажных (не более 2-х этажей) жилых зданий высотой до конька кровли 10 м, как правило, с перекрытиями из железобетона.

Наружные стены таких зданий воспринимают ветровую нагрузку, нагрузки от собственного веса, перекрытий и покрытия, а также эксплуатационные нагрузки.

Простенки, располагаемые вне поперечных несущих стен, рассчитываются на внецентренное сжатие, а в местах опирания плит перекрытия на местное смятие. Грузовая площадь, с которой собирается нагрузка от перекрытий, зависит от

расположения внутренних несущих стен здания. В случае контурного опирания перекрытий грузовая площадь передачи вертикальной нагрузки представляет собой трапецию либо треугольник. При применении в перекрытии сборных многопустотных плит нагрузка от них передается в виде реакции однопролетной балки.

Ширина рассчитываемой стены вычисляется по формуле

$$b_{\text{ст}} = b + \frac{b_{\text{л}} + b_{\text{н}}}{2}. \quad (7.26)$$

Суммарная продольная сила N складывается из нагрузки от ближайшего перекрытия $N_{\text{пер}}$ (местное смятие), суммы нагрузок от других перекрытий и покрытия $N_{\text{в}}$ и от веса стены $N_{\text{ст}}$ на участке высотой от рассматриваемого сечения до верха стены.

Очертания грузовых площадей принимаются по рисунку 7.7. Сила $N_{\text{пер}}$ прикладывается в соответствии со схемой на рисунке 7.8. Силы $N_{\text{в}}$ и $N_{\text{ст}}$ прикладываются в центре тяжести сечения несущей стены простенка.

Рассматриваются два случая:

- сечение 1 располагается на уровне верха проема 1-го этажа, при этом момент от ветровой нагрузки не учитывается;

- сечение 2 располагается на уровне середины высоты этажа. При этом учитывается момент от ветровой нагрузки равный $M_w = \frac{q\ell^2}{12}$.

В расчете учитывается только несущая способность стены из ПСБ.

Несущая способность стены определяется по методике СП 15.13330 с учетом физико-механических характеристик полистиролбетонной кладки по таблице 5.4.

Расчет на внецентренное сжатие неармированной кладки стены выполняется по формуле

$$N_{\text{max}} \leq m_{\text{дл}} \phi_c R_b A_c, \quad (7.27)$$

где A_c – площадь сжатой части сечения;

R_b – расчетное сопротивление кладки из ПСБ на сжатие;

ϕ_c – коэффициент продольного изгиба стены, принимаемый в зависимости от гибкости элемента (может быть принят по таблице 19 СП 15.13330);

$m_{\text{дл}}$ – коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки.

При гибкости стены прямоугольного сечения $\lambda_h = \frac{\ell_p}{h_{\text{ст}}} \leq 10$ принимается $m_{\text{дл}} = 1,0$.

Места опирания железобетонного перекрытия на полистиролбетонную кладку должны быть проверены на смятие из условия

$$N_c \leq \psi R_c A_c, \quad (7.28)$$

где ψ – коэффициент полноты эпюры давления от местной нагрузки. При треугольной эпюре давления $\psi = 0,5$;

A_c – площадь смятия, равная $\ell_{\text{оп}} \cdot b_{\text{ст}}$;

R_c – расчетное сопротивление кладки на смятие, определяемое из выражения

$$R_c = \xi R_b, \quad (7.29)$$

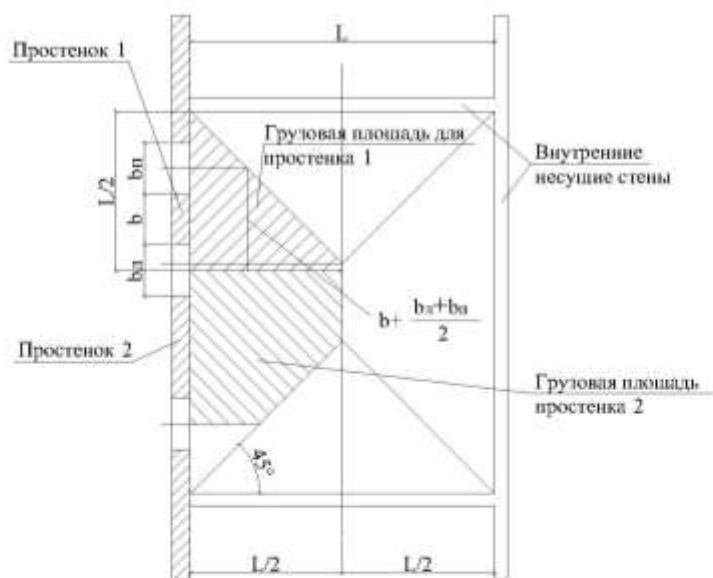
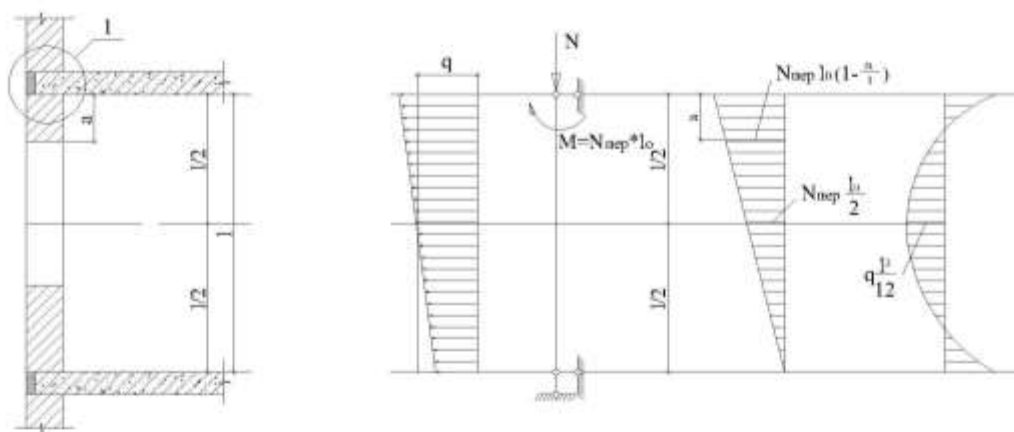


Рисунок 7.7 Схема определения грузовой площади стены



Узел 1

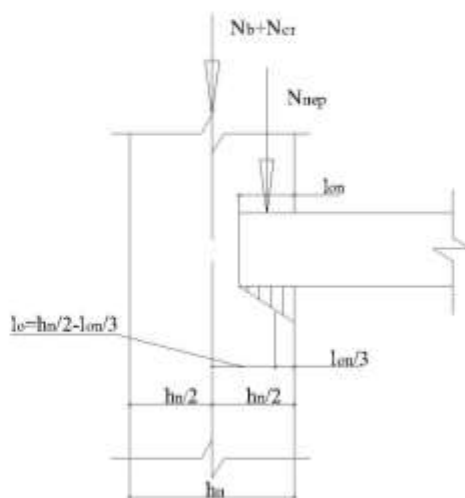


Рисунок 7.8 Конструктивная и расчетная схемы несущей части стены

где

$$\xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \leq 1,2, \quad (7.30)$$

здесь $A = b_{\text{ст}} h_{\text{п}}$ – расчетная площадь всего сечения простенка толщиной $h_{\text{п}}$.

Участки глухих стен, отстоящие от поперечных несущих стен далее, чем на $\ell/2$, рассчитываются, принимая ширину простенка b и ширину грузовых площадей для вертикальных и ветровых нагрузок равную 1 пог.м.

При этом расчетное сечение принимается на уровне опирания верхнего перекрытия.

7.3 Теплозащита

7.3.1 Общие положения и исходные данные

7.3.1.1 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций из полистиролбетона включают:

- определение приведенного сопротивления теплопередаче для всех типов утепленных ограждающих конструкций (наружные стены, утепленные покрытия и перекрытия) и сравнение их с требованиями таблицы 3 СП 50.13330 с учетом данных СП 131.13330;

- определение сопротивлений воздухопроницанию и паропроницанию наружных стен и проверку их соответствия нормативным требованиям СП 50.13330;

- проверку обеспечения условия не выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций для наружных стен и утепленных покрытий, в т.ч. совмещенных.

7.3.1.2 Расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха, относительная влажность воздуха внутри здания, температура точки росы на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций и градусо-сутки отопительного периода (ГСОП) принимаются по данным СП 131.13330, ГОСТ 30494 и СП 23-101 и МГСН 2.01 [7] с дополнениями (для г. Москвы).

Например, для г. Москвы в соответствии с СНиП 23-01 нормируемые климатические параметры холодного периода года: расчетная температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 $t_{\text{н}} = -28$ °С, средняя температура воздуха за отопительный период - $t_{\text{от.пер.}} = -3,1$ °С, температура точки росы на внутренней поверхности наружной стены жилого здания - $t_{\text{д}} = 10,7$ °С, продолжительность отопительного периода - $z_{\text{от.пер.}} = 214$ сут./год, при температуре внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 20$ °С ГСОП = 4943 °С·сут. При этом согласно Постановления Правительства Москвы от 09.06.2009 г. N 536-ПП требуемое приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен жилых зданий, строящихся в г. Москве, составляет 3,5 м²°С/Вт.

Для других видов ограждающих конструкций и типов зданий нормируемое сопротивление теплопередаче принимается по требованиям СП 50.13330 и МГСН 2.01 [7].

7.3.1.3 Теплотехнические характеристики полистиролбетона, необходимые для теплотехнических расчетов, приведены в таблицах 4.3 и 4.8.

7.3.1.4 Теплотехнические характеристики материалов (кроме полистиролбетона), используемых в рассматриваемых энергоэффективных ограждающих конструкциях, принимаются по данным таблицы 7.4.

Таблица 7.4 – Расчетные теплотехнические коэффициенты материалов

№№ пп	Наименование материала	Плотность, кг/м ³	Расчетные коэффициенты для условий эксплуатации «Б»	
			Теплопроводность, Вт/(м·°C)	Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)
1.	Железобетон	2500	2,04	0,03
2.	Цементно-песчаный раствор (штукатурный)	1800	0,93	0,09
3.	Кладка из облицовочного керамического кирпича с ограниченной пустотностью на цементно-песчаном растворе	1600	0,64	0,14
4.	Пенополиуретан (монтажная пена)	40	0,04	0,05
5.	Минераловатные плиты негорючие	75	0,044	0,34
		125	0,045	0,33
6.	Гипсоволокнистые листы (ГВЛ, ГВЛВ)	1150	0,40	0,10
7.	Кладочный клей			
	- "холодный"	1500-1650	0,7	0,12
	- "теплый"	600	0,20	0,17
		800	0,22	0,17
8.	Филизол (рубероид)	600	0,17	0,001
9.	Битум кровельный	1400	0,27	0,008
10.	Сталь	7850	58	0
11.	Древесина (сосна, ель поперек волокон)	500	0,18	0,06
12.	Полиэтилен	920	0,42	0

7.3.1.5 Сопротивление воздухопроницанию полистиролбетона для расчетов ограждающих конструкций зданий составляет $R_{и}=120 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ на толщину 100 мм. Это значение допускается принимать для стеновой кладки из полистиролбетонных блоков при условии использования безусадочных кладочных клеев, например, по ТУ 5745-005-86549669 [2].

7.3.1.6 Расчетные коэффициенты теплоусвоения полистиролбетона для условий эксплуатации «Б», составляют для материала плотностью D250 - $s=1,51 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и D300 - $s=1,79 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$.

7.3.2 Проектирование и оптимизация конструктивно-технических решений наружных стен по условиям теплосбережения и снижения их стоимости

В таблице 7.5 приведен перечень мероприятий по оптимизации конструктивно-технических решений несущих наружных стен из полистиролбетонных блоков для зданий с монолитным несущим железобетонным каркасом (остовом), направленных на выполнение требований по приведенному сопротивлению теплопередаче, повышение коэффициента теплотехнической однородности, а также обеспечение условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающей конструкции при минимизации стоимостных затрат.

Таблица 7.5 – Мероприятия по оптимизации конструктивно-технических решений несущих наружных стен полистиролбетонных блоков

№№ пп	Группа и наименование мероприятий	Характер мероприятия
1	2	3

I. Общие конструктивные решения здания

- | | | |
|----|--|---------------|
| 1. | Применение несущих каркасов без фасадных ригелей | Рекомендуемое |
| 2. | Примыкание к наружной стене внутренней (поперечной) железобетонной несущей стены с врезкой ее не менее, чем на 40 мм (включая штукатурный слой или ГВЛ). При этом торец железобетонной утепляется термовкладышем из негорючей минераловатной плиты толщиной не менее 50 мм | Обязательное |
| 3. | Застекление лоджий | Рекомендуемое |
| 4. | Крепление навесных конструкций стен с вентилируемым фасадом к торцам железобетонных перекрытий | Обязательное |

II. Общие конструктивные решения наружных стен

- | | | |
|-----|--|--|
| 5. | Использование не менее двух разновысоких надпроемных полистиролбетонных перемычек разделенных слоями мягкой минеральной ваты толщиной 5-20 мм | Обязательное |
| 6. | Применение для оконных и дверных проемов обрамляющих четвертей: из оштукатуренных полистиролбетонных простеночных блоков с четвертями, образующих вертикальные и нижнюю горизонтальную четверти, и разновысоких перемычек, образующих верхнюю горизонтальную четверть | Обязательное для вертикальных и верхней горизонтальной четвертей, рекомендуемое для нижней горизонтальной четверти |
| 7. | Применение оконных и дверных стеклопакетов из дерева или пластика толщиной не менее 125 мм с 3-4-я стеклами | Обязательное |
| 8. | Применение теплоизоляционных проставок толщиной не менее 100 мм между наружной облицовкой и торцами перекрытий из полистиролбетонных или минераловатных теплоизоляционных плит плотностью 175-225 кг/м ³ (при наружном оштукатуривании стен или стен с вентилируемым фасадом) | Обязательное для стен с оштукатуриваемым фасадом |
| 9. | Применение в железобетонных перекрытиях над стенами термовкладышей (рекомендуемый шаг – 1200 мм) из полужестких негорючих минераловатных плит (для зданий с кирпичным фасадом и для плит перекрытий, переходящих в плиты лоджий или балконов). При этом ширина железобетонных шпонок между термовкладышами должна приниматься минимально возможной по прочностному расчету (но не менее 80 мм), а толщина термовкладышей – максимальной с учетом надежного опирания полистиролбетонных блоков (но не менее 175 мм) | Обязательное для стен с кирпичным фасадом |
| 10. | Устройство консолей толщиной не менее 100 мм в торцах железобетонного перекрытия (для зданий с вентилируемым фасадом), между которыми устанавливаются термовкладыши из негорючей минваты D125 толщиной не менее 300 мм с шагом порядка 600 мм | Рекомендуемое для стен с навесным вентилируемым фасадом |
| 11. | При применении термовкладышей в перекрытии по п.п.10 и 11 примыкание внутренней (поперечной) железобетонной стены не должно переходить в шпонки, а располагаться напротив средней части термовкладыша | Обязательное |

1	2	3
12.	Применение для внутренней облицовки ГВЛ или ГВЛВ в 2-3 слоя по 10 или 12,5 мм с взаимным перекрытием и заделкой швов, монтируемых на клеевых "маяках" с образованием неventилируемых полостей толщиной 2-3 мм	Рекомендуемое
III. Конструктивные решения кладки из полистиролбетонных блоков		
13.	Применение блоков толщиной не менее 375 мм плотностью D250-D300 (для зданий с вентилируемым фасадом толщиной не менее 295 мм)	Рекомендуемое
14.	Устройство кладочных швов минимальной толщины: горизонтальных (со связевыми анкерами) – 3-4 мм и вертикальных – 2-3 мм при средней расчетной толщине – 3 мм	Обязательное
15.	Применение специальных кладочных клеев (использование кладочных растворов запрещается)	Обязательное
16.	Применение "теплых" кладочных клеев плотностью 600-800 кг/м ³	Рекомендуемое
17.	Запрещается использование стандартных арматурных сеток из проволок Ø 3 мм и более в горизонтальных кладочных швах для анкеровки штукатурки или фасадной кирпичной кладки	Обязательное
18.	Применение для анкеровки штукатурки или кирпичной кладки штукатурных сеток из проволоки диаметром не менее 1 мм: стальных с ячейкой не более 20х20 мм, или базальтовых с ячейкой не более 25х25 мм, располагаемых в горизонтальных клеевых швах	Обязательное
IV. Конструктивные решения кирпичной фасадной облицовки		
19.	Использование лицевого щелевого или с круглыми пустотами (пустотностью не более 25%) кирпича минимальной объемной плотности с лицевой стенкой толщиной не менее 20 мм (пустоты должны быть расположены перпендикулярно тепловому потоку)	Обязательное
20.	Устройство неventилируемых воздушных прослоек толщиной 3-5 мм между кирпичом и полистиролбетонными блоками	Рекомендуемое
21.	Применение полуторного кирпича или пустотелых керамических камней с использованием "теплых" кладочных растворов	Рекомендуемое

7.3.3 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены

7.3.3.1 Определение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен и проверка обеспечения условия невыпадения конденсата на их внутренней поверхности должны, как правило, производиться по температурным полям, рассчитываемым по специальным компьютерным программам в 2-х мерных координатах.

7.3.3.2 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен следует рассчитывать без учета заполнений светопроемов: в целом для здания, либо для одного промежуточного этажа (фрагмента ограждающей конструкции здания) с проверкой зон теплопроводных включений, углов и откосов проемов на температуру точки росы на внутренней поверхности стен.

7.3.3.3 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания R_o^{np} , м²·°C следует определять по формуле

$$R_o^{np} = \frac{\sum_i A_i}{\sum_i \frac{A_i}{R_{o,i}} + \sum_j L_j \Psi_j}, \quad (7.31)$$

где R_{oi} – сопротивление теплопередаче однородной части фрагмента i -го вида, $(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$;

Ψ_j – удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность j -го вида, $Вт/(м \cdot ^\circ C)$;

A_i – суммарная площадь однородных частей i -го вида в рассматриваемом фрагменте, m^2 ;

L_j – суммарная протяженность всех линейных теплотехнических неоднородностей j -го вида в рассматриваемом фрагменте, $м$;

1) Сопротивление теплопередаче однородной части стены определяется либо экспериментально, либо расчетом по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (7.32)$$

где α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемый равным $8,7 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$;

α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности конструкции, $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$, принимаемый равным $23 Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$;

R_s – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, $(м^2 \cdot ^\circ C)/Вт$, определяемое для материальных слоев по формуле:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s},$$

где δ_s – толщина слоя, $м$;

λ_s – теплопроводность материала слоя, $Вт/(м \cdot ^\circ C)$.

R_s – неветилируемых вертикальных воздушных прослоек (зазоров) расчетной толщиной 2-3 мм принимается:

- для зазора между блочной и фасадной кирпичной кладками – $0,09 м^2 \cdot ^\circ C/Вт$;
- для зазора между блочной кладкой и ГВЛ – $0,08 м^2 \cdot ^\circ C/Вт$.

2) Удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций:

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_b - t_n}, \quad (7.33)$$

где t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, $^\circ C$;

t_n – расчетная температура наружного воздуха, $^\circ C$;

ΔQ_j^L – дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность j -го вида, приходящиеся на один погонный метр, $Вт/м$, которые находятся по формуле:

$$\Delta Q_j^L = Q_j^L - Q_j, \quad (7.34)$$

где Q_j^L – потери теплоты через расчетную область с линейной теплотехнической неоднородностью j -го вида, приходящиеся на один погонный метр, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт/м;

Q_j – потери теплоты через участок однородных частей фрагмента, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля области с линейной теплотехнической неоднородностью j -го вида, Вт/м, определяемые по формуле

$$Q_j = \frac{t_b - t_n}{R_{o,j} \cdot 1v} S_j, \quad (7.35)$$

где S_j – площадь однородных частей конструкции, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля, m^2 .

Примеры расчетов по температурным полям приведенного сопротивления теплопередаче вариантов наружных стен приведены в Приложении Б.4.1.

7.3.3.4 Для предварительной оценки приведенного сопротивления теплопередаче и выбора толщины наружных стен из полистиролбетонных блоков плотностью D250-D300 допускается производить расчет по формуле:

$$R_o^{пр} = r \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_{ПСБ}}{\lambda_{ПСБ}} r_{кл} + \sum R_{обл} + \sum R_{в.п.} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (7.36)$$

где r – значение коэффициента теплотехнической однородности наиболее представительного фрагмента фасада здания (принимается для стен с кирпичным фасадом $r=0,74$, вентилируемым фасадом – $r=0,75$ и с оштукатуриваемым фасадом – $r=0,77$);

$\delta_{ПСБ}$ – толщина полистиролбетонного блока, м;

$\lambda_{ПСБ}$ – расчетный коэффициент теплопроводности полистиролбетона для условий эксплуатации «Б», Вт/($m^{\circ}C$), принимаемый по данным таблицы 6.5;

$\sum R_{обл}$ – суммарное термическое сопротивление облицовочных слоев;

$R_{в.п.}$ – термическое сопротивление невентилируемых воздушных прослоек, принимаемое по данным п.7.3.3.3, согласованным с НИИСФ РААСН, с понижающими коэффициентами: 0,9 – для воздушной прослойки между кирпичной и блочной кладками и 0,7 – для прослойки между блочной кладкой и ГВЛ (понижающие коэффициенты учитывают уменьшение расчетных площадей прослоек из-за наличия противопожарных рассечек и клеевых "маяков");

$r_{кл}$ – коэффициент теплотехнической однородности блочной кладки, зависящий от высоты и длины блоков, расчетной теплопроводности полистиролбетона и клеевых швов, толщины последних и их армирования. Для его вычисления используется формула

$$r_{кл} = \frac{(\alpha_{шв} L^{-1} + \alpha_{шг} H^{-1} + 1) \lambda_{ПСБ}}{\alpha_{шв} \lambda_k L^{-1} + \alpha_{шг} \lambda_{шг} H^{-1} + \lambda_{ПСБ}}, \quad (7.37)$$

где $\alpha_{шв}$ и $\alpha_{шг}$ – толщина соответственно вертикального и горизонтального швов;

L и H – ширина и высота блоков;

λ_k – расчетный коэффициент теплопроводности клея, принимаемый по таблице 7.4;

$\lambda_{шг}$ – расчетная теплопроводность горизонтального кладочного шва.

Для горизонтального неармированного шва или армированного базальтовой штукатурной сеткой $\lambda_{шт} = \lambda_k$, а для армированного стальной штукатурной сеткой $\lambda_{шт}$ определяется по формуле

$$\lambda_{шт} = \frac{58F_a}{\alpha_{шт}L} + \lambda_k, \quad (7.38)$$

где F_a – площадь поперечного сечения проволок в клеевом шве длиной L ;

58 – теплопроводность стали (λ_c), Вт/(м°C).

Значения расчетного коэффициента кладки из полистиролбетонных блоков плотностью D250 для разных толщин клеевых швов, на "теплом" и "холодном" клею с различным армированием, вычисляемые по формулам 7.37 и 7.38 приведены в таблице 5.5.

Примеры оценочного расчета приведенного сопротивления вариантов наружных стен из полистиролбетонных блоков приведены в Приложении Б.4.2.

7.3.3.5 Наружные стены зданий из блоков или монолитного полистиролбетона, оштукатуренные с фасада и облицованные ГВЛ с внутренней стороны или оштукатуренные с обеих сторон, ввиду незначительной толщины и высокой паропроницаемости штукатурных слоев и ГВЛ при рассмотрении вопроса паропроницаемости условно относятся к однослойным ограждающим конструкциям.

Наружные стены зданий из полистиролбетона, облицованные снаружи кирпичной кладкой и оштукатуренные (или облицованные ГВЛ) с внутренней стороны, при рассмотрении вопроса паропроницаемости условно относятся к двухслойным конструкциям, внутренний слой которых имеет сопротивление паропроницанию более $2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$.

В наружных стенах зданий из полистиролбетона с внутренним несущим железобетонным слоем, указанный слой значительно увеличивает сопротивление паропроницаемости стены, являясь дополнительным элементом с очень высоким сопротивлением паропроницанию (более $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$). Вследствие этого для всех приведенных выше видов наружных стен жилых зданий и большинства типов общественных зданий (за исключением бассейнов, банно-прачечных комбинатов и т.п.), имеющих внутренние помещения с сухим и нормальным влажностным режимом, определять и проверять сопротивление паропроницанию конструкции не требуется.

7.3.3.6 Для наружных стен зданий, имеющих помещения с влажным и мокрым режимом, следует предусматривать устройство пароизоляции перед внутренней поверхностью полистиролбетонного слоя, а определение и проверку сопротивления паропроницанию конструкции необходимо проводить в обязательном порядке.

7.3.4. Расчет нестационарного влажностного режима стеновых ограждающих конструкций здания

7.3.4.1. Математическая модель нестационарного влагопереноса

Расчет нестационарного влажностного режима проводится в соответствии с методикой, разработанной в НИИСФ и достаточно полно отражающей многочисленные факторы, влияющие на влажностный режим конструкций, и опирающуюся на следующую модель влагопереноса в ограждающей конструкции.

Уравнение одномерного перемещения влаги в материале конструкции имеет вид:

$$\gamma \frac{\partial w}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{\partial w}{\partial x} + \mu \frac{\partial (\varphi p_s)}{\partial x} \right), \quad (7.39)$$

где p_s - давление насыщенного водяного пара, зависящее от температуры, Па;

x - пространственная координата, м;

β - коэффициент влагопроводности кг/(м ч);

γ - плотность материала, кг/м³;

φ - относительная влажность воздуха в порах материала, доли единицы;

τ - время, ч;

μ - коэффициент паропроницаемости, кг/(м ч Па);

w - влажность материала, кг/кг или %.

Поток влаги через конструкцию всюду непрерывен. При влажности ниже максимальной сорбционной величина φ связана с влажностью материала w при помощи изотермы равновесного влагосодержания, т.е. изотермы сорбции или десорбции водяного пара материалом. На стыке двух различных материалов их влажности соответствуют равновесным, в частности в зоне сорбционного увлажнения - по изотермам сорбции, при сверхсорбционном увлажнении они являются пропорциональными среднесуточным скоростям капиллярного всасывания.

На поверхностях конструкции влагообмен с окружающим воздухом описывается уравнениями граничных условий 3-го вида, т.е. поток влаги из внутреннего воздуха в конструкцию равен:

$$G_i = \frac{1}{R_{vi}} (p_{si} \varphi_i - p_{sis} \varphi_i), \quad (7.40)$$

а поток влаги из конструкции в наружный воздух равен:

$$G_e = \frac{1}{R_{ve}} (p_{ses} \varphi_i - p_{se} \varphi_e), \quad (7.41)$$

где индексы обозначают:

s - насыщение;

e - наружный;

i - внутренний;

si - внутренняя поверхность;

se - наружная поверхность.

Так как процессы влагопереноса более инерционны, чем теплопереноса, температурное поле в конструкции предполагается стационарным в любой момент времени. Однако, температура и относительная влажность наружного воздуха принимаются переменными в течение года. При этом полагается, что эти величины изменяются одинаково каждый год.

Эта модель была положена в основу при создании численного метода расчета влажностного режима, который реализован в виде программы на ПЭВМ. Метод позволяет проводить расчет нестационарного одномерного влагопереноса в многослойной ограждающей конструкции.

7.3.4.2 Описание исходных данных для расчета влажностного режима

Уравнение (7.39) решается в конечных разностях по явной схеме. При этом для проведения расчета необходимы данные, которые можно разделить на четыре группы:

1. Данные об условиях эксплуатации конструкции. К ним относятся значения температуры и относительной влажности воздуха, как с наружной, так и с внутренней стороны конструкции. Эти величины принимаются переменными в течение года.

2. Данные о характеристиках материалов, из которых изготовлена конструкция. Эти данные следующие:

- плотность материала в сухом состоянии,
- изотерма сорбции или десорбции водяного пара (т.е. влажность материала равновесная с воздухом различной влажности при увлажнении или сушке материала),
- паропроницаемость в зависимости от влажности материала,
- влагопроводность в зависимости от влажности материала,
- теплопроводность в зависимости от влажности материала,
- среднесуточная скорость капиллярного всасывания.

3. Данные о конструкции. К ним относятся толщина и порядок расположения однородных слоев в конструкции, места расположения пароизоляционных слоев и величина их сопротивления паропроницаемости, значения коэффициентов тепло- и влагообмена на наружной и внутренней поверхностях конструкции, начальная влажность материалов конструкции.

4. Данные об условиях проведения расчета. К ним относятся: месяц, начиная с которого следует проводить расчет, число лет, для которых следует проводить расчет, и периодичность (чаще всего один месяц), с которой следует фиксировать результаты расчета.

Результатами расчета являются распределения влажности по толщине конструкции в любой момент времени ее эксплуатации. Другими словами, в результате расчета определяется эксплуатационная влажность материалов конструкции.

7.3.4.3 Список результатов расчета нестационарного влажностного режима исследуемой стены

В результате расчетов должно быть получено распределение весовой влажности материалов по толщине ограждающей конструкции в различные моменты времени. Основными параметрами, характеризующими конструкцию, являются:

- время установления квазистационарного режима – время, за которое конструкция переходит от начального распределения влажности (чаще всего избыточного увлажнения в результате строительных работ) к распределению влажности, вызванному условиями эксплуатации и регулярно повторяющемуся из года в год;

- месяц наибольшего увлажнения;
- слой наибольшего увлажнения;
- максимальная влажность, достигаемая материалом в процесс эксплуатации (период начального увлажнения не учитывается);
- средняя влажность слоя утеплителя в месяц наибольшего увлажнения.

Пример расчета нестационарного влажностного режима наружных стен из полистиролбетонных блоков приведен в Приложении Б.4.3.

7.3.5 Расчет сопротивления воздухопроницанию наружной стены

Расчет сопротивления воздухопроницанию глухих участков полистиролбетонных наружных стен производится по методикам, изложенным в СП 50.13330 и СП 23-101 (гл. 12), с учетом данных п.7.3.1.5.

Пример расчета воздухопроницания наружной стены административного здания приведен в Приложении Б.4.4.

7.3.6 Теплотехнический расчет утепленных покрытий и перекрытий

Для расчетов сопротивления теплопередаче утепленных покрытий и перекрытий используются формулы (6)-(8) СП 23-101.

При этом коэффициент теплотехнической однородности покрытия или перекрытия принимается: при использовании монолитного полистиролбетона – $\gamma=1,0$, плитного – $\gamma=0,97$ при укладке плит на "теплом" клею и $\gamma=0,95$ – на "холодном" клею.

Допускается для расчетов утепленных покрытий с негоризонтальными наружными поверхностями, обеспечивающими внутренний водосток, принимать среднюю величину толщины слоя полистиролбетонного утеплителя. При этом, при проверке условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности утепленного покрытия в расчете используется минимальная проектная толщина утеплителя.

Пример теплотехнического расчета совмещенного покрытия административного здания с утеплением из монолитного полистиролбетона приведен в Приложении Б.4.5.

7.4 Звукоизоляция

7.4.1 При проектировании ограждающих конструкций с использованием полистиролбетона защиту от шума (звукоизоляцию наружных стен) необходимо проверять в соответствии с нормативами и правилами, установленными в СНиП 23-03.

В соответствии с п. 6.4 СП 51.13330 и СП 23-103 устанавливаются нормативные требования по уровню шума в жилых и общественных зданиях в зависимости от его категории, которая утверждается в техническом задании на проектирование.

7.4.2 Нормируемым параметром звукоизоляции внутренних помещений жилых и общественных зданий является индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w , дБ.

Нормируемым параметром звукоизоляции наружных ограждающих конструкций (в том числе окон, витрин и других видов остеклений) является звукоизоляция $R_{Атран}$, дБА, представляющая собой изоляцию внешнего шума, производимого потоком городского транспорта.

7.4.3 Расчет звукоизоляции наружных стен из полистиролбетона должен проводиться на основании СП 23-103 при разработке новых конструктивных решений.

При проектировании определяются частотные характеристики ограждающих конструкций, расчетные значения индексов звукоизоляции, которые сравнивают с нормируемыми значениями.

Пример расчета звукоизоляции наружных стен приведен в Приложении Б.5.

7.5 Противопожарная защита

7.5.1 Требования по обеспечению пожарной безопасности конструкций из полистиролбетона должны соответствовать положениям, установленным для ограждающих конструкций зданий Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [8] и СП 2.13130. В частности, предел огнестойкости наружных ограждающих конструкций принимается по таблице 21 Федерального закона № 123-ФЗ [8].

7.5.2 Показатели по горючести, воспламеняемости и дымообразующей способности полистиролбетона приведены в п.4.1.9. Для обеспечения пожарной безопасности энергоэффективных зданий полистиролбетонные изделия должны изготавливаться только с использованием гранул полистирола вспененного самозатухающего марки ПСВ-С.

Полистиролбетон имеет группу горючести Г-1 и при проектировании ограждающих конструкции на его основе должны предусматриваться противопожарные мероприятия, зависящие от этажности и функционального назначения здания.

Основные рекомендации в части обеспечения пожарной безопасности ограждающих конструкций системы "Юникон" с применением сборного и монолитного полистиролбетона изложены в совместном Заключении от 25.12.2000 г. Госстроя РФ (№9-18/604) и МВД РФ (№20/22/4578) [9] и Заключении ВНИИПО от 13.04.2011 г. №13-2-04/1830 [10]. При этом должны учитываться положения и требования СП 54.13330.

Согласно этим рекомендациям полистиролбетонные изделия и элементы, а также монолитный полистиролбетон системы могут быть использованы в жилых и общественных зданиях различных степеней огнестойкости, в т.ч. I-ой, и классов конструктивной пожарной опасности, в т.ч. СО.

Защита полистиролбетона от внешних и внутренних огневых воздействий в наружных стенах для жилых и общественных зданий II-IV степеней огнестойкости с классом пожарной опасности КО (15) и конструктивной пожарной опасности СО обеспечивается оштукатуриванием толщиной не менее 20 мм по металлической сетке или использованием ГВЛ в 2 слоя по 10 мм для внутренней облицовки, или облицовкой кирпичом (не менее, чем в одну четверть).

Для обеспечения в жилых зданиях высотой 51-75 м (I степени огнестойкости) класса пожарной опасности КО (30) необходимо для внутренней облицовки наружных стен использовать ГВЛ (ГВЛВ) толщиной не менее 25 мм (2х12,5 мм) или армированную металлической сеткой цементно-песчаную штукатурку толщиной не менее 25 мм.

Откосы оштукатуриваются по сетке на 30 мм или (с внутренней стороны) облицовываются ГВЛ (ГВЛВ) в 3 слоя по 10 мм.

7.5.3 При выполнении условий, указанных в п.7.5.2 проектирование и строительство зданий с энергоэффективной системой ограждающих конструкций из особо легкого полистиролбетона допускается для жилых домов классов функциональной пожарной опасности Ф 1.3 высотой не более 75 м, Ф 1.2 и Ф 1.4, а также общественных зданий, кроме класса Ф 4.1, высотой не более 50 м.

Допускается строительство зданий классов пожарной функциональной опасности Ф 1.1 высотой не более 3-х этажей при условии облицовки наружных стен с обеих сторон армированной цементно-песчаной штукатуркой толщиной не менее 30 мм.

7.5.4 При облицовке стен из полистиролбетонных блоков керамическим кирпичом с воздушным зазором толщиной не более 10 мм, данный зазор разделяется на секции площадью не более 3 м² полосами из негорючей клеевой композиции шириной 10-20 мм на всю толщину зазора.

7.5.5 Примеры использования негорючих материалов в узлах наружных стен из полистиролбетонных блоков, примыкающих к оконным (дверным) проемам, приведены в гл. 6 настоящего СТО. Так, при применении деревянных и пластиковых оконных (дверных) коробок они должны отделяться от контакта с полистиролбетонными блоками негорючими прокладками, а в качестве теплоизоляционных термовкладышей необходимо использовать негорючую минеральную вату.

7.5.6 Для проверки пожарной безопасности применяемых в наружных стенах блоков и армированных перемычек из особо легкого полистиролбетона необходимо руководствоваться Рекомендациями НИИЖБ по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций (1986 г.) [11] с уточнениями, касающихся полистиролбетона (1998 г.)

Пожарная безопасность использования армированных полистиролбетонных надпроемных перемычек подтверждена Заключением НИИЖБ от 1997 г. [12] (при условии защиты их цементно-песчаной штукатуркой толщиной не менее 20 мм).

Примеры расчета предела огнестойкости полистиролбетонных перемычек приведены в Приложении Б.6.

7.6 Санитарно-гигиенические требования и экологическая безопасность

7.6.1 При изготовлении особо легкого полистиролбетона, изделий на его основе, а также при строительстве и эксплуатации зданий с системой ограждающих конструкций из особо легкого полистиролбетона необходимо соблюдать санитарное и природоохранное законодательство, отраженное в Федеральных законах от 04.05.99 г. № 96-ФЗ [13] и от 12.01.2002 г. № 7-ФЗ [14] и их изменениях.

7.6.2 Полистиролбетон в изделиях и в конструкциях не должен выделять во внешнюю среду вредные химические вещества в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК), установленных ГН 2.1.6.1338 и ГН 2.2.5.1313.

7.6.3 Экологическая безопасность полистиролбетонных изделий и конструкций достигается путем использования полистирольного бисера в качестве

исходного сырья для получения пенополистирольного заполнителя с содержанием свободного стирола, не превышающим ПДК.

7.6.4 При изготовлении полистиролбетонных изделий и конструкций соблюдение требований по недопущению превышения ПДК загрязняющих и вредных веществ, указанных в ГН 2.1.6.1338 и ГН 2.2.5.1313, должно подтверждаться санитарно-гигиеническими заключениями соответствующих органов санитарного надзора.

7.6.5 При изготовлении изделий и конструкций из полистиролбетона гигиенические требования безопасности, указанные в СанПиН 2.1.2.729, СанПиН 2.2.2.1385 и СанПиН 2.1.7.1322, должны отражаться в технических условиях на эти изделия и конструкции.

7.6.6 При проведении монтажно-отделочных работ для зданий с ограждающими конструкциями из полистиролбетона гигиенические требования к организации строительного производства, изложенные в СанПиН 2.2.3.1384, должны отражаться в соответствующих технологических картах или ППР.

7.6.7 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ сырьевых материалов, применяемых для приготовления полистиролбетонов, не должна превышать предельных значений, Бк/кг, в зависимости от области применения полистиролбетона. При этом соблюдение требований ГОСТ 30108 и СП 2.6.1.758 должно подтверждаться санитарно-гигиеническими заключениями соответствующих органов санитарного надзора.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

8.1 На строящиеся с применением полистиролбетона многоэтажные жилые или общественные здания должны быть разработаны проекты производства работ (ППР) с разделом монтажно-отделочных работ для утепляемых полистиролбетонном ограждающих конструкций или соответствующие технологические карты.

8.2 При проектировании и строительстве зданий с ограждающими конструкциями из полистиролбетона в виде сборных изделий и монолита на основе настоящего СТО, производители и застройщики обязаны согласовывать их производство и применение с ЗАО "ВНИИжелезобетон".

8.3 Работы не могут выполняться:

- без ограждения рабочей зоны, защищающего от атмосферных осадков;
- при среднесуточной температуре в рабочей зоне ниже $+5^{\circ}\text{C}$, а при условии применения специальных кладочных клеев – не ниже -15°C ;
- во время дождя и непосредственно после дождя с использованием мокрых полистиролбетонных изделий, впитавших воду;
- в открытых помещениях при ветре, скорость которого превышает 12 м/сек.

8.4 При монтаже наружных стен зданий с кирпичной фасадной облицовкой и использованием полистиролбетонных блоков для обеспечения совпадения горизонтальных швов кирпичной и блочной кладок и размещения в них связевых элементов в проектном положении, рекомендуется кирпичную и блочную кладку производить, укладывая последовательно: по одному горизонтальному ряду блоков, соответствующие ему ряды кирпичной кладки и связевую сетку в совпадаю-

щие горизонтальные швы кладок. Допускается выполнять сначала кладку из блоков, оставляя выпуски связевой сетки или проволоки из горизонтальных рядов, а затем кирпичную кладку, обеспечивая горизонтальное (без уступов) расположение связевой сетки в шве кирпичной кладки.

В рабочей документации обязательно указание о порядке кладки полистиролбетонных блоков и кирпичной облицовки, а также типе используемых при этом лесов или подмостей.

8.5 Склеиваемые поверхности полистиролбетонных изделий должны быть предварительно подготовлены, в частности обеспылены и при наличии цементной корки, последняя должна быть устранена металлической щеткой.

8.6 При выполнении сварочных и других процессов, связанных с применением открытого огня, необходимо предусматривать мероприятия, исключающие его воздействие на изделия и конструкции из полистиролбетона.

8.7 Передачу временной нагрузки от подмостей, складываемых материалов и других факторов на возводимые стены необходимо во избежание аварийных ситуаций осуществлять в соответствии с проектом производства работ.

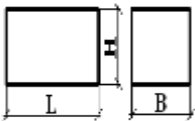
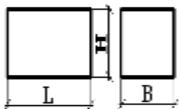
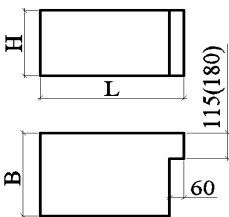
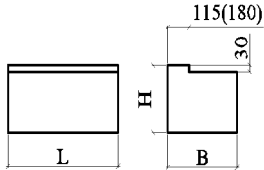
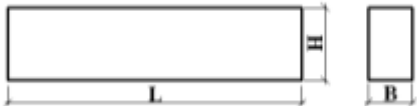
8.8 При выполнении работ по отделке фасадов зданий крепление лесов следует производить только к капитальным конструктивным элементам.

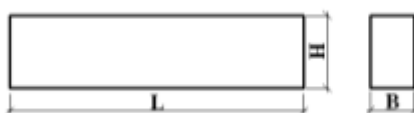
8.9 При производстве работ с полистиролбетоном в виде сборных изделий или монолита должны применяться меры по исключению попаданий на них органических растворителей и нефтепроизводных продуктов.

8.10 Технология работ при применении монолитного полистиролбетона должна отвечать требованиям соответствующих разделов Рекомендаций, разработанных МНИИТЭП и НИИЖБ и утвержденных Москомархитектуры [15] в 2006 г.

Приложение А
(справочное)

КОМПЛЕКТНАЯ НОМЕНКЛАТУРА ПОЛИСТИРОЛБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
(на примере производства ЗАО «Юникон-ЗСК»)

Вид и эскиз изделий	Сокращенное обозначение марки	Размеры, мм			Класс (марка) по прочности на сжатие	Марка по средней плотности
		В	Н	Л		
1	2	3	4	5	6	7
Рядовые блоки 	СБР6	295÷375	375	595 (598)	В0,35-В0,75	D250-D300
	СБР7		375	297 (299)		
	СБР8		295	595 (598)		
	СБР9		295	297 (299)		
Доборные блоки 	СБД	295÷375	60÷145	375	В0,35-В0,75	D250-D300
Простеночные блоки 	СБПр1	375	295	595 (598)	В0,35-В0,75	D250-D300
	СБПр2			297 (299)		
Подоконные блоки 	СБПд1	375	295	595 (598)	В0,35-В0,75	D250-D300
	СБПд2			297 (299)		
Перемычки 	СБП 120.I	180	295	1198 (1195)	В0,35-В0,75	D250-D350
	СБП120.II	140	295			
	СБП120.III	180	235			
	СБП120.IV	140	235			
	СБП120.VI	115	295			
	СБП120.VIII	140	180			
	СБП120.IX	115	235			
	СБП 150.I	180	295	1498 (1495)	В0,35-В0,75	D250-D350
	СБП150.II	140	295			
	СБП150.III	180	235			
	СБП150.IV	140	235			
	СБП150.VI	115	295			
	СБП150.VIII	140	180			
	СБП150. IX	115	235			

1	2	3	4	5	6	7
Перемычки 	СБП.180I	180	295	1798 (1795)	B0,35- B0,75	D250- D350
	СБП.180II	140	295			
	СБП.180III	180	235			
	СБП.180IV	140	235			
	СБП.180VI	115	295			
	СБП.180VIII	140	180			
	СБП180. IX	115	235			
	СБП 210.I	180	295	2098 (2095)	B0,35- B0,75	D250- D350
	СБП210.II	140	295			
	СБП210.III	180	235			
	СБП210.IV	140	235			
	СБП210.VI	115	295			
	СБП210.VIII	140	180			
	СБП210. IX	115	235			
	СБП 240.I	180	295	2398 (2395)	B0,35- B1,5	D250- D500
	СБП240.II	140	295			
	СБП240.III	180	235			
	СБП240.IV	140	235			
	СБП240.VI	115	295			
	СБП240.VIII	140	180			
	СБП240. IX	115	235			
	СБП 270.I	180	295	2698 (2695)	B0,35- B1,5	D250- D500
	СБП270.II	140	295			
	СБП270.III	180	235			
	СБП270.IV	140	235			
	СБП270.VI	115	295			
	СБП270.VIII	140	180			
	СБП270. IX	115	235			
	СБП 300.I	180	295	2900; 2998 (2995)	B0,35- B1,5	D250- D500
	СБП300.II	140	295			
	СБП300.III	180	235			
	СБП300.IV	140	235			
	СБП300.VI	115	295			
	СБП300.VIII	140	180			
	СБП300. IX	115	235			
Плиты теплоизоляционные	ПТ-2	600	100 (200)	900	M2-M7,5	D175- D225

Примечания:

1. При возведении стен изделия всех видов (кроме перемычек, подоконных и простеночных блоков с четвертями) могут укладываться в любом положении.
2. Основные марки перемычек приняты в соответствии с Альбомами рабочих чертежей (шифры 22-2000К, 22-2008Д и 22-2011П) "Полистиролбетонные перемычки для теплоэффективных стен зданий системы "Юникон" ВНИИжелезобетона".
3. Допускается изготовление полистиролбетонных блоков и теплоизоляционных плит, в т.ч. доборных, других размеров, классов (марок) по прочности и марок по плотности, удовлетворяющих требованиями ТУ 5741-254-00284807 (Изм. 1 и 2) [16]. При наличии рабочих чертежей, утвержденных в установленном порядке и согласованных в разработчиком настоящего СТО, допускается изготовление перемычек других типоразмеров и несущей способности.
4. В скобках указаны размеры изделий, выпускаемые ЗАО "Юникон-ЗСК" по согласованию с проектной или строительной организацией.

Приложение Б

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Б.1 Расчеты прочности и деформативности при ветровой нагрузке

Б.1.1 Пример расчета прочности несущей стены из полистиролбетонных блоков в стадии эксплуатации.

Рассматриваются два варианта стенового ограждения: многослойная стена с внутренним штукатурным слоем, армированным стальной сеткой и стеновые блоки повышенной заводской готовности (оштукатуренные без применения армирования).

При этом согласно СП 20.13330 следует оценить прочность наружного стенового ограждения как для наветренной и подветренной стен, так и для боковых стен, т.к. участки боковых стен, расположенные на расстоянии $b=3,0$ м от фронта ветрового воздействия, рассчитываются с повышенными значениями аэродинамического коэффициента.

Дано: Рассматривается несущая многослойная наружная стена по схеме на рис.7.1; стена состоит из основного слоя полистиролбетонных блоков толщиной $h_n=37,5$ см., внутреннего армированного штукатурного слоя толщиной $h_{шт}=2$ см и наружной кирпичной облицовки толщиной в полкирпича – 12 см: здание каркасное жилое 25-ти этажное, расположенное в г. Москве; высота всех этажей 3,0 м; ширина здания $d=30$ м; полистиролбетон класса по прочности В0,5; марка по средней плотности D250; штукатурный раствор марки 50, армированный стальной штукатурной сеткой; кирпичная кладка фасадной облицовки из полнотелого кирпича марки 75 на растворе марки 50; швы полистиролбетонной кладки образованы затвердевшей "теплой" клеевой композицией.

Требуется: проверить прочность стены в стадиях эксплуатации и возведения, рассчитать и запроектировать крепление стены к верхнему перекрытию и к поперечным несущим стенам каркаса здания, а также выполнить расчет на деформативность.

Расчет. Проверяем прочность межоконного простенка в стадии эксплуатации согласно п.7.2.2. Для этого предварительно определим ветровую нагрузку, действующую на простенок, расположенный на верхнем 25-м этаже здания, согласно п.11 СП 20.13330.

Высота здания составляет $H=25 \cdot 3=75$ м.

Ветровая нагрузка рассчитывается как сумма средней и пульсационной составляющих

$$w=w_m+w_p.$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m на высоте Z над поверхностью земли определяем по формуле:

$$w_m = w_0 k(z_e) c,$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления для 1-го ветрового района (г.Москва), равное 23 кгс/м²;

$k(z_e)$ – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты z_e ;

c - аэродинамический коэффициент.

Принимая тип местности В (городская застройка) по табл.11.2 СП 20.13330 определяем интерполяцией коэффициент $k(z_e)$.

Эквивалентная высота согласно п.11.1.5 СП 20.13330 при $H=75$ м $>2d=2\cdot30=60$ м для $z>75-30=45$ м принимается по максимальной высоте здания $z_e=75$ м.

$$k(z_e)=1,3 + \frac{75-60}{80-60} \cdot 0,15=1,41.$$

Аэродинамический коэффициент C при активном давлении ветра, с наветренной стороны, принимается равным $+0,8$, с подветренной равен $-0,5$.

$$w_m=0,8\cdot1,41\cdot23=26 \text{ кгс/м}^2 \text{ (нормативное значение).}$$

Пульсационную составляющую ветровой нагрузки w_p рассчитываем по приближенной формуле (7.4а)

$$w_p = W_m \xi \zeta (Z_e) v,$$

где ξ - коэффициент динамичности, определяемый в зависимости от периода собственных колебаний здания по рис.11.1 СП 20.13330.

Коэффициенты ζ и v принимаем по табл. 11.4 и 11.6 СП 20.13330.

По приближенным формулам для периода собственных колебаний T , логарифмического декремента колебаний $\delta=0,3$ и параметра ϵ по графику рис.11.1 СП 20.13330 вычисляем коэффициент динамичности ξ .

$$T=0,021H=0,021\cdot75=1,576 \text{ сек};$$

$$\text{параметр } \epsilon=0,004T\sqrt{w_0}=0,004\cdot1,576\cdot\sqrt{23}=0,031<0,05;$$

$$\text{коэффициент динамичности } \xi=1,50.$$

В случае, если частоту собственных колебаний здания необходимо определить из динамического расчета, что во многих случаях затруднительно, можно в первом приближении принять максимальное значение коэффициента динамичности ξ по графику рисунка 11.1 СП 20.13330, равным $\xi=2,1$.

Вычисляем коэффициенты пульсаций ζ и пространственной корреляции пульсаций ветрового давления v .

По табл. 11.6 СП 20.13330 для параметров $\rho=b=30$ м и $\chi=h=75$ м вычисляем коэффициент пространственной корреляции пульсаций ветрового давления v_1 двойной интерполяцией.

Вначале для $\rho=30$ м и $\chi=40$ м

$$v_1 = \frac{0,73 + 0,67}{2} = 0,70,$$

$$\text{а для } \chi=80 \text{ м} \quad v_2 = \frac{0,68 + 0,63}{2} = 0,655.$$

Затем для заданной высоты $\chi=75$ м значение v составляет

$$v=0,655 + \frac{(0,7 - 0,655)(80 - 75)}{80 - 40} = 0,66.$$

Нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки определяем с учетом рассчитанных выше коэффициентов по формуле (7.4а)

$$w_p=1,50 \cdot 26 \cdot 0,705 \cdot 0,66 = 18,15 \text{ кгс/м}^2.$$

Полное расчетное значение активного ветрового давления составит:

$$w = \gamma_f(w_m + w_p) = 1,4(26 + 18,15) = 61,8 \text{ кгс/м}^2.$$

Здесь $\gamma_f = 1,4$ – коэффициент надежности по ветровой нагрузке. Вычисляем погонную ветровую нагрузку на ширине расчетного сечения простенка, равной $b = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см}$ (рис. 7.1).

Ветровая нагрузка собирается с грузовой площади шириной равной расстоянию между серединами смежных проемов:

$$b_{\text{ст}} = b + \frac{b_n + b_{\text{л}}}{2} = 0,6 + \frac{1,5 + 2,1}{2} = 2,4 \text{ м}.$$

При этом учитывается коэффициент надежности по назначению, принимаемый для жилых зданий равным 1,0.

Расчетная погонная ветровая нагрузка на простенок составит

$$q = w b_{\text{ст}} = 61,8 \cdot 2,4 = 148,34 \text{ кгс/м}.$$

Поскольку простенок располагается вне несущих поперечных стен, он рассматривается как свободно опертая балка и максимальный изгибающий момент в середине пролета при положительном давлении ветра вычисляется по формуле

$$M_p^{\text{акт}} = \frac{q \ell^2}{8} = \frac{148,34 \cdot 2,84^2}{8} = 149,56 \text{ кгс} \cdot \text{м} \approx 14960 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

(при положительном давлении ветра ($C = +0,8$)). Здесь $\ell = 3,0 - 0,16 = 2,84 \text{ м}$ – расчетный пролет между опорами стены в уровне перекрытий.

При отрицательном давлении ветра (отсос) расчетный изгибающий момент составит ($C = -0,5$)

$$M_p^{\text{отс}} = \frac{149,6}{0,8} \cdot 0,5 = 93,5 \text{ кгс} \cdot \text{м} \approx 9350 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Проверяем прочность простенка на активное давление ветра (напор) без учета облицовки, при этом в расчете учитывается сечение полистиролбетонной части стены и внутренний штукатурный армированный слой.

В армированном штукатурном слое располагается вертикальная рабочая арматура сетки $\varnothing 1 \text{ мм}$, шагом 10 мм, т.е. при ширине простенка 60 см – 60 стержней.

Условие прочности стены записывается для нормального сечения изгибаемого элемента стены в виде

$$M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5x),$$

$$\text{где } h_0 = h_n + \frac{h_{\text{шт}}}{2} = 37,5 + \frac{2,0}{2} = 38,5 \text{ см};$$

x – высота сжатой зоны сечения, равная

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b};$$

здесь $R_s = 2500 \text{ кгс/см}^2$; $R_b = 3,3 \text{ кгс/см}^2$ (по табл. 5.4); $\bar{R}_b = 0,9 \cdot 3,3 = 2,97 \text{ кгс/см}^2$;

$A_s = 60 \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,471 \text{ см}^2$ – суммарная площадь сечения растянутой арматуры в штукатурном слое.

$$x = \frac{2500 \cdot 0,471}{2,97 \cdot 60} = 6,61 \text{ см.}$$

$$R_s A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = 2500 \cdot 0,471 \left(38,5 - \frac{6,61}{2} \right) = 41442,11 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 414,4 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

$M_w = M_p^{\text{акт}} = 149,6 \text{ кгс} \cdot \text{м} < 414,4 \text{ кгс} \cdot \text{м}$, т.е. прочность стены при положительном давлении ветра обеспечена без учета кирпичной облицовки.

В случае значительных ветровых нагрузках возможно учесть влияние кирпичной облицовки. При этом проверка прочности кирпичной облицовки производится на часть ветровой нагрузки, передаваемой пропорционально жесткости облицовки в составе многослойной стены

$$M_{k.o} = M_w \frac{B_{k.o}}{B_{k.o} + B_{ст}}$$

Жесткость кирпичной облицовки $h_{обл} = 12 \text{ см}$ определяем с учетом упругой характеристики $\alpha = 1000$ согласно табл.16 СП 15.13330 по формуле

$$B_{k.o} = \alpha R_{кл} b h_{обл}^3 / 12, \text{ где}$$

$$R_{кл} = 13 \text{ кгс/см}^2 \text{ (по табл.2 СП 15.13330)}$$

$$B_{k.o} = 1000 \cdot 13 \cdot \frac{60 \cdot 12^3}{12} = 11,232 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2$$

Жесткость части стены из полистиролбетонных блоков с внутренним штукатурным слоем определяем по приведенному сечению

$B_{ст} = \bar{E}_b \cdot I_{ред}$; здесь $\bar{E}_b = 0,8 \cdot E_b = 0,8 \cdot 3300 = 2640 \text{ кгс/см}^2$; $I_{ред}$ – момент инерции приведенного сечения (для В0,5 и D250).

Модуль упругости штукатурного слоя для раствора марки 50 согласно табл. 7.1 $E_{шт} = 71400 \text{ кгс/см}^2$.

$$A_{ред} = b h_n + b h_{шт} \frac{E_{шт}}{E_b} \text{ или}$$

$$A_{ред} = 60 \cdot 37,5 + 60 \cdot 2 \cdot \frac{71400}{2640} = 2250 + 3240 = 5490 \text{ см}^2$$

(здесь учтен коэффициент приведения сечения штукатурного слоя к сечению полистиролбетона по формуле $\beta_b = \frac{E_{шт}}{E_b} = \frac{71400}{2640} = 27$)

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до растянутой грани штукатурного слоя

$$y_{ред} = \frac{S_{ред}}{A_{ред}} = \frac{\beta_b b h_{шт} \frac{h_{шт}}{2} + b h_n \left(\frac{h_n}{2} + h_{шт} \right)}{b h_n + b h_{шт} \frac{E_{шт}}{E_b}} =$$

$$= \frac{60 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 27 + 60 \cdot 37,5 \left(\frac{37,5}{2} + 2,0 \right)}{5490} = \frac{3240 + 46687,5}{5490} = 9,09 \text{ см.}$$

Момент инерции приведенного сечения

$$I_{\text{red}} = \frac{bh_n^3}{12} + bh_n \left(\frac{h_n}{2} + h_{\text{шт}} - y_{\text{red}} \right)^2 + bh_{\text{шт}} \frac{E_{\text{шт}}}{E_b} \left(y_{\text{red}} - \frac{h_{\text{шт}}}{2} \right)^2 =$$

$$= \frac{60 \cdot 37,5^3}{12} + 2250 \cdot (20,75 - 9,09)^2 + 3240 \cdot (9,09 - 1,0)^2 = 263672 + 305900 + 212052 = 781624 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления $W_{\text{red}} = I_{\text{red}} / y_{\text{red}} = 781624 / 9,09 = 85987 \text{ см}^3$.

Жесткость при изгибе $B_{\text{ст}} = 2640 \cdot 85987 = 227 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2$.

На кирпичную облицовку передается изгибающий момент

$$M_{\text{к.о}} = M_p^{\text{акт}} \frac{B_{\text{к.о}}}{B_{\text{к.о}} + B_{\text{ст}}} = 149,6 \frac{11,2 \cdot 10^7}{11,2 \cdot 10^7 + 227 \cdot 10^7} = 7,07 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Прочность кладки облицовки на растяжение при изгибе раствора марки 50

$R_{\text{тб}} = 1,2 \text{ кгс/см}^2$ (табл. 11 СП 15.13330).

Предельный изгибающий момент, воспринимаемый облицовкой

$$M_{\text{к.о}}^{\text{пред}} = 0,85 R_{\text{тб}} b h_{\text{об}}^2 / 6 = 0,85 \cdot 1,2 \cdot 60 \cdot 12^2 / 6 = 14,69 \text{ кгс} \cdot \text{м} > M_{\text{к.о}} = 7,43 \text{ кгс} \cdot \text{м}$$

Следовательно, прочность кирпичной облицовки обеспечена.

Проверяем прочность многослойной стены при отрицательном давлении ветра (отсос $C = -0,5$)

Расчетный изгибающий момент $M_p^{\text{отс}} = 93,5 \text{ кгс} \cdot \text{м}$. От действия ветровой нагрузки растяжение будет в наружном слое кладки приведенного сечения из полистиролбетонных блоков и внутреннего штукатурного слоя.

Момент сопротивления относительно растянутого волокна ПСБ

$$W_{\text{red}} = I_{\text{red}} / (h_n + h_{\text{шт}} - y_{\text{red}}) =$$

$$= \frac{781624}{37,5 + 2,0 - 9,09} = \frac{781624}{30,41} = 25702,9 \text{ см}^3$$

Для $B_{0,5}$ по табл.5.4 $R_{\text{бтф}} = 1,9 \text{ кгс/см}^2$ и $K = 0,9$ согласно (7.8а)

$\bar{R}_{\text{бтф}} = R_{\text{бтф}} \cdot K = 1,9 \cdot 0,9 = 1,71 \text{ кгс/см}^2$ (растяжение кладки при изгибе с учетом влияния теплых клеевых швов и условий работы).

Условие прочности на изгиб - $M_{\text{ст}} = M_p^{\text{отс}} \leq \bar{R}_{\text{бтф}} \cdot W_{\text{red}}$

$$\bar{R}_{\text{бтф}} W_{\text{red}} = 1,71 \cdot 25702,9 = 43952 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 439,5 \text{ кгс} \cdot \text{м} > M_{\text{ст}} = 93,5 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Таким образом, прочность простенка без учета кирпичной облицовки обеспечена при любом направлении ветра.

Проверяем прочность стены из полистиролбетонных блоков с заменой внутреннего армированного штукатурного слоя на два слоя ГВЛ (гипсоволокнистые листы)

А. Вариант стены без учета наружной облицовки кирпичом

Ветровая нагрузка – напор – растяжение на внутренней стороне стены из ПСБ.

$M_p^{\text{акт}} = 149,6 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 14960 \text{ кгс} \cdot \text{см}$ – расчет ведем без учета влияния внутренних слоев ГВЛ.

Условие прочности изгибаемого элемента стены из ПСБ

$$M_p^{акт} \leq M_{пред}^{ст} = \bar{R}_{btf} \cdot W = 1,71 \cdot \frac{60 \cdot 37,5^2}{6} = 24047 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$M_p^{акт} = 14960 \text{ кгс} \cdot \text{см} < M_{пред}^{ст} = 24047 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Условие прочности выполняется.

Б. Вариант стены с облицовкой снаружи полнотелым керамическим кирпичом толщиной 120 мм

Ветровая нагрузка – отсос. Вычисляем интенсивность ветрового давления при $C=-0,5$. Активное давление при $C=0,8$ $w=61,8 \text{ кгс/м}^2$

$$w_p^{отс} = \frac{61,8}{0,8} 0,5 = 38,62 \text{ кгс/м}^2.$$

Пролетный изгибающий момент в среднем сечении простенка

$$M_p^{отс} = w_p^{отс} b_{ст} \frac{\ell^2}{8} = 38,62 \cdot 2,4 \frac{2,84^2}{8} = 93,45 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 9345 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Снижаем ветровую нагрузку на многослойную стену из полистиролбетона вследствие передачи части нагрузки на наружный облицовочный слой из кирпича. Изгибную жесткость стены из ПСБ рассчитываем по полному сечению

$$B'_{ст} = \bar{E}_b \frac{bh_n^3}{12} = 2640 \frac{60 \cdot 37,5^3}{12} = 69,6 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2;$$

$$M_{ст}^{отс} = M_p^{отс} \frac{B'_{ст}}{B'_{ст} + B_{к.о}} = 93,45 \frac{69,6}{69,6 + 11,2} = 80,5 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Условие прочности стены из ПСБ выполняется:

$$M_{ст}^{отс} = 80,5 \text{ кгс} \cdot \text{м} < M_{пред}^{ст} = 240,47 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Рассмотрим вариант расчета несущей способности стены из ПСБ повышенной заводской готовности (с отделкой внутренним штукатурным слоем).

Сечение стенового блока $h=295 \text{ мм}$, толщина штукатурного слоя $h_{шт}=20 \text{ мм}$, плотность полистиролбетона D250, класс прочности B0,5.

Согласно СП 20.13330 в зависимости от расположения расчетного участка стены по периметру здания возможны различные значения аэродинамического коэффициента C для боковых стен (с отрицательным значением).

Наибольшие значения аэродинамического коэффициента $C=-1,0$ – для участков боковых стен, расположенных по бокам здания со стороны наветренной стены, на расстоянии $\ell = \frac{1}{5} \cdot 30 = 6 \text{ м}$.

Сечение простенка и грузовая площадь передачи ветрового давления те же, что и в предыдущем примере.

$$\text{Ветровая нагрузка – отсос } w_p^{отс} = \frac{61,8}{0,8} 1,0 = 77,25 \text{ кгс/м}^2.$$

$$\text{Расчетный изгибающий момент – } M_p^{отс} = 77,25 \cdot 2,4 \frac{2,84^2}{8} = 186,92 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Во внутреннем штукатурном слое стеновых блоков от действия ветрового отсоса сжатие.

Расчет ведем по приведенному сечению, т.е. с учетом коэффициента приведения штукатурного слоя к полистиролбетону

$$\beta_b = \frac{E_{шт}}{E_b} = \frac{71400}{2640} = 27;$$

$$A_{red} = 60 \cdot 29,5 + 60 \cdot 2 \cdot 27 = 1770 + 3240 = 5010 \text{ см}^2.$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до растянутой наружной грани блока

$$y_{red} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{60 \cdot 29,5 \frac{29,5}{2} + 60 \cdot 2,0 \cdot 27(29,5 + 1,0)}{5010} = 24,94 \text{ см.}$$

Момент приведенного сечения стенового блока

$$\begin{aligned} I_{red} &= \frac{bh_n^3}{12} + bh_n \left(y_{red} - \frac{h_n}{2} \right)^2 + bh_{шт} \frac{E_{шт}}{E_b} \left(h_n + \frac{h_{шт}}{2} - y_{red} \right)^2 + b \frac{h_{шт}^3}{12} = \\ &= \frac{60 \cdot 29,5^3}{12} + 60 \cdot 29,5 \left(24,94 - \frac{29,5}{2} \right)^2 + 60 \cdot 2,0 \cdot 27 \left(29,5 + \frac{2}{2} - 24,94 \right)^2 + 60 \frac{2^3}{12} = \\ &= 404356 \text{ см}^4. \end{aligned}$$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно крайнего растянутого волокна стенового блока

$$W_{red} = I_{red} / y_{red} = \frac{404956}{24,94} = 16533,8 \text{ см}^3.$$

Несущая способность

$$M_{ст}^{np} = 1,71 \cdot 16533,8 = 28272,7 \text{ кгс} \cdot \text{см} = 282,7 \text{ кгс} \cdot \text{м} > M_p^{отс} = 186,92 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Принятое сечение стенового блока $h=295$ мм с оштукатуренной внутренней поверхностью $h_{шт}=20$ мм достаточно для восприятия ветрового давления при высоте этажа $h_{эт}=3$ м.

Рассмотрим возможность применения стенового ограждения из ПСБ с оштукатуренной поверхностью при максимальном значении интенсивности ветрового воздействия для I ветрового района (г. Москва и Московская область).

Интенсивность ветрового давления при максимальном значении коэффициента динамичности для железобетонных и каменных сооружений $\xi=2,1$ составляет

$$W_{max}^{акт} = 1,4(26 + 2,1 \cdot 26 \cdot 0,705 \cdot 0,66) = 72 \text{ кгс/м}^2$$

(при аэродинамическом коэффициенте $C=+0,8$).

В пересчете на пассивное давление ветра (отсос)

$$W_{max}^{отс} = \frac{72}{0,8} 1,0 = 90 \text{ кгс/м}^2.$$

Расчетный изгибающий момент

$$M_p^{отс} = (90 \cdot 2,4) \frac{2,84^2}{8} = 217,8 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Наружные стены из ПСБ сечением $h=295$ мм с одной оштукатуренной поверхностью изнутри имеют несущую способность на изгиб, проверяемую по условию:

$M_{ст}^{np}=282,7 \text{ кгс}\cdot\text{м} > M_p^{отс}=217,8 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ – условие прочности выполняется.

Таким образом, применение стеновых блоков повышенной заводской готовности (с оштукатуренными поверхностями) сечением не менее 295 мм и классом В0,5 при максимальном ветровом воздействии обеспечивает требуемую несущую способность.

В дальнейших примерах расчетное значение ветрового давления учитывается при максимальном коэффициенте динамичности $\xi = 2,1$, т.е. $W_{max}^{акт}=72 \text{ кгс/м}^2$ (при $c=+0,8$) и $W_{max}^{отс}=90 \text{ кгс/м}^2$ (при $c=-1,0$).

Рассмотрим вариант стенового блока с двумя оштукатуренными поверхностями $h_{шт}=20 \text{ мм}$.

Параметры приведенного сечения

$$A_{red}=60\cdot 29,5+60\cdot 2\cdot 2\cdot 27=7794 \text{ см}^2.$$

Центр тяжести приведенного сечения совпадает с осью симметрии

$$y_{red}=\frac{29,5+2\cdot 2}{2}=16,75 \text{ см}.$$

Момент инерции

$$I_{red}=\frac{60\cdot 29,5^3}{12}+60\cdot 2\cdot 2\cdot 27(16,75-1,0)^2=1735807 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления

$$W_{red}=\frac{1735807}{16,75}=103630 \text{ см}^3.$$

Несущая способность

$$M_{ст}^{np}=1,71\cdot 103630=177207 \text{ кгс}\cdot\text{см}=1772,07 \text{ кгс}\cdot\text{м} > 217,8 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

Б.1.2 Пример расчета прочности ненесущей стены из полистиролбетонных блоков в стадии возведения

А. До закрепления стены за верхнее перекрытие (рис.7.6, случай 1)

Прочность стены проверяется без учета облицовочных слоев на действие ветровой нагрузки w , уменьшенной на 20 %.

Рассматриваются два варианта ветрового давления: положительное (напор) с коэффициентом $C=0,8$ и отрицательное (отсос) с коэффициентом $C=-0,5$.

Расчетное значение активной ветровой нагрузки принимаем из предыдущего расчета – $w=72,0 \text{ кгс/м}^2$. Толщина кладки из полистиролбетонных блоков $h_{п}=37,5 \text{ см}$.

1. Расчет простенка, расположенного вне несущих поперечных стен (рис.7.6)

Поскольку здание каркасное, учитываем ветровую нагрузку с двух сторон, т.е. $C=0,8+0,5=1,3$ и снижаем ее на 20%. Интенсивность ветрового давления на простенок

$$q_{п}=w_{max}^{акт}\cdot\frac{1,3}{0,8}\cdot 0,8=72\cdot 1,3=93,6 \text{ кгс/м}^2.$$

Площадь стены, учитываемая при расчете простенка, равна

$$A_{\text{ст}} = 1,8 \cdot 0,6 + (2,4 - 0,6) \cdot 0,3 = 1,08 + 0,54 = 1,62 \text{ м}^2,$$

здесь 1,8 и 0,6 м высота и ширина простенка, 1,5 м – высота окон, 0,3 м – высота от верха окна до перекрытия и 2,4 м – ширина стены.

За расчетное сечение принимаем сечение по низу оконных проемов.

Изгибающий момент от ветровой нагрузки рассчитываем как для консоли по формуле

$$M_p = q_n \cdot S,$$

где S – статический момент грузовой площади относительно расчетного сечения.

$$M_p = 93,6 \left[1,08 \frac{1,8}{2} + 0,54 \cdot \left(1,8 - \frac{0,3}{2} \right) \right] = 174,37 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 17437 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Учитываем вертикальную нагрузку от веса стены

$$G_{\text{ст1}} = A_{\text{ст}} h_n \rho_{\text{ПСБ}} = 1,62 \cdot 0,375 \cdot 250 = 151,9 \text{ кгс} \approx 152 \text{ кгс}.$$

Проверяем условие прочности нормального сечения по (7.23)

$$M_p \leq \left(R_{\text{бтф}} + \frac{0,9G}{bh_n} \right) W = \left(1,9 + \frac{0,9 \cdot 152}{60 \cdot 37,5} \right) \frac{60 \cdot 37,5^2}{6} = 27574 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$M_p = 17437 \text{ кгс} \cdot \text{см} < M_{\text{пр}} = 27574 \text{ кгс} \cdot \text{см}$, т.е. при неучете кирпичной облицовки прочность простенка достаточна для восприятия расчетной ветровой нагрузки. Однако, можно также учесть кирпичную облицовку и уменьшить изгибающий момент от ветровой нагрузки за счет перераспределения нагрузки между кирпичной облицовкой и стеной:

- жесткость кирпичной облицовки

$$B_{\text{ко}} = 1000 \cdot 13 \frac{60 \cdot 12^3}{12} = 11,2 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2;$$

- жесткость полистиролбетонной стены

$$B_{\text{ст}} = 2800 \cdot 60 \frac{37,5^3}{12} = 73,83 \cdot 10^7 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2.$$

Момент, действующий на стену будет в этом случае равен

$$M_{\text{ст}} = 174,37 \frac{73,83}{73,83 + 11,2} = 151,42 \text{ кгс} \cdot \text{м} < M_{\text{пр}}^{\text{ст}} = 212,34 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

т.е. прочность стены из полистиролбетонных блоков в стадии возведения обеспечена при ее устройстве одновременно с фасадной кирпичной облицовкой.

Б. Проверка прочности стены после закрепления ее за верхнее перекрытие (рис. 7.6, случай 2)

В этом случае ветровая нагрузка собирается с участка шириной $b_{\text{ст}} = 2,4 \text{ м}$, аэродинамический коэффициент принимается равным $C = +0,8$ и учитывается снижение ветровой нагрузки на 20 %.

Расчетное ветровое давление

$$q_w = w C b_{\text{ст}} = 72 \cdot 0,8 \cdot 2,4 = 138,24 \text{ кгс/м}.$$

Изгибающий момент в расчетном сечении (в середине пролета простенка) составит

$$M_p = \frac{q_w \ell^2}{12} = \frac{138,24 \cdot 2,84^2}{12} = 92,92 \text{ кгс} \cdot \text{м} < 212,34 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

т.е. прочность простенка в стадии возведения обеспечена и инвентарные устои можно снимать сразу после закрепления стен за верхнее перекрытие.

Б.1.3 Пример расчета ненесущей наружной стены по деформациям

Рассматривается многослойная ненесущая стена наружного ограждения здания с основным слоем из полистиролбетонных блоков плотностью D250, класса по прочности В0,5 толщиной $h_n=37,5$ см., с внутренним армированным штукатурным слоем толщиной $h_{шт}=20$ мм и наружной кирпичной облицовкой в полкирпича.

Расчет выполняется по второй группе предельных состояний: по образованию трещин в растянутом слое и по деформациям растянутых поверхностей (по аналогии с методикой СП 15.13330). Расчетная нагрузка – равномерно распределенная ветровая нагрузка с нормативным значением давления, интенсивность которого вычислена ранее в примере расчета несущей способности стены (Приложение Б.1.1). Поскольку при активном давлении ветра на растяжение работает внутренний армированный штукатурный слой, вполне достаточный для восприятия ветровой нагрузки, расчет кладки из ПСБ ведем на пассивное давление ветра (отсос).

Интенсивность ветровой нагрузки на простенок шириной $b=60$ см при отсосе составляет (нормативное значение)

$$q_w^H = \frac{W_{\max}^{\text{акт}} \cdot 2,4}{\gamma_f} = \frac{90 \cdot 2,4}{1,4} = 154,3 \text{ кгс/м}$$

где γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,4.

Изгибающий момент в середине пролета простенка, определяемый как для однопролетной статически определимой балки равен

$$M_w = 0,125 q_w^H \ell^2 = 0,125 \cdot 154,3 \cdot 2,84^2 = 155,6 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 15560 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Проверяем вероятность появления трещин в крайнем растянутом волокне кладки. Для внецентренно сжатых неармированных элементов кладки используем формулу (7.15)

$$N \leq \frac{\gamma_r A_{\text{red}} R_{\text{btf}}}{\frac{A_{\text{red}} (h - y) e_o}{I_{\text{red}}} - 1},$$

где γ_r – коэффициент условий работы кладки;

A_{red} – площадь приведенного сечения;

I_{red} – моменты инерции приведенного сечения;

y – расстояние от центра тяжести сечения до сжатого его края;

$e_o = \frac{M}{N}$ – эксцентриситет приложения вертикальной нагрузки от собственного

веса стены;

R_{btf} – расчетное сопротивление кладки растяжению при изгибе.

Вычисляем вес кладки из ПСБ в расчетном сечении в середине пролета

$$N = Q_{\text{ПСБ}} = 0,6 \cdot 0,375 \cdot 1,4 \cdot 250 = 80 \text{ кгс};$$

(здесь 250 кг/м^3 – плотность кладки, $0,6 \text{ м}$ – ширина простенка, $0,375 \text{ м}$ – толщина кладки, $1,4 \text{ м}$ – половина пролета стены)

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{15560}{80} = 194,5 \text{ см.}$$

- эксцентриситет приложения нагрузки от собственного веса стены.

Для предварительного расчета влияние наружного облицовочного слоя не учитываем.

Находим характеристики приведенного сечения для слоя из ПСБ и штукатурки. Марка раствора штукатурного слоя М50. По табл. 7.1. модуль упругости штукатурного слоя $E_{шт} = 71400 \text{ кгс/см}^2$.

Для кладки стены из полистиролбетонных блоков В0,5 по таблице 5.4 модуль упругости $E_b = 330 \text{ МПа} = 3300 \text{ кгс/см}^2$, $\bar{E}_b = 0,8 \cdot 3300 = 2640 \text{ кгс/см}^2$.

Коэффициент приведения толщины штукатурного слоя к сечению полистиролбетонной части стены

$$\beta_b = \frac{E_{шт}}{E_b} = \frac{71400}{2640} = 27;$$

$$A_{red} = 60 \cdot 37,5 + 27 \cdot 60 \cdot 2,0 = 5490 \text{ см}^2;$$

$$R_{btf} = 1,71 \text{ кгс/см}^2;$$

$$y_{red} = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{60 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 27 + 60 \cdot 37,5 \left(\frac{37,5}{2} + 2,0 \right)}{5490} = 9,09 \text{ см.}$$

$$I_{red} = \frac{60 \cdot 37,5^3}{12} + 60 \cdot 37,5 \left(39,5 - 9,09 - \frac{37,5}{2} \right)^2 + 23,7 \left[\frac{60 \cdot 2^3}{12} + 60 \cdot 2,0 (9,09 - 1,0)^2 \right] = 781624 \text{ см}^4.$$

Проверяем условие (7.15)

$$\frac{0,9 \cdot 5490 \cdot 1,4}{5490(39,5 - 9,09)194,5 - 1} = 170,2 \text{ кгс} > N = 80 \text{ кгс}$$

Условие недопущения возникновения трещин в швах кладки выполняется с большим запасом. Поскольку трещины в швах кладки не образуются, необходимость расчета по деформациям растянутых поверхностей по формуле (7.16) отпадает.

Б.1.4 Пример расчета несущей стены

Дано: жилое 2-х этажное здание с несущими стенами из сплошных блоков ПСБ. Общая толщина стены из двух блоков размером $h_n = 375 + 295 = 670 \text{ мм}$. Стеновые блоки из ПСБ класса по прочности В2,0, марки по плотности D450, укладываемые на "тяжелом" клее.

Перекрытие из железобетонных многопустотных плит пролетом $L_{пл} = 9,0 \text{ м}$, расчетным весом 360 кгс/м^2 , полезная нагрузка на перекрытие 200 кгс/м^2 .

Покрытие из железобетонных ребристых плит с утеплителем и гидроизоляционным ковром.

Требуется: проверить прочность межкомнатного простенка шириной $b=90$ см, ограниченного с двух сторон оконными проемами шириной $b_{\text{л}}=b_{\text{п}}=210$ см.

Расчет. Проверяем прочность простенка 1-го этажа вне поперечных стен в сечении на уровне верха окон.

Высота окон 180 см; высота этажа 3,30 м.

Собираем вертикальную нагрузку на простенок с грузовой площади шириной $b_{\text{ст}}=90+\frac{210\cdot 2}{2}=300$ см=3,0 м и с половины пролета перекрытия и покрытия, равного $\frac{900}{2}=450$ см=4,5 м.

Местная нагрузка от перекрытия над первым этажом:

- многпустотная железобетонная плита – 360 кгс/м²;
- пол – 100 кгс/м²;
- временная полезная нагрузка – $200\cdot 1,2=240$ кгс/м².

Итого: $360+100+240=700$ кгс/м²=0,7 тс/м²

На простенок передается реакция плиты перекрытия

$$N_{\text{пер}}=0,7\cdot 3,0\cdot \frac{9,0}{2}=9,45 \text{ тс.}$$

Расчетная нагрузка от покрытия:

- железобетонная плита – $200\cdot 1,1=220$ кгс/м²;
- слой утеплителя из полистиролбетона
толщиной 300 мм – $0,3\cdot 200\cdot 1,2=72$ кгс/м²;
- гидроизоляционный ковер – $50\cdot 1,3=65$ кгс/м²;
- снеговая нагрузка для 3-го района – $130\cdot 1,4=180$ кгс/м²(СП 20.13330).

Итого: $220+72+65+180=537$ кгс/м²

На простенок передается вертикальная нагрузка

$$N_b=0,537\cdot 3,0\cdot 4,5=7,25 \text{ тс.}$$

Находим вес стены и оконного заполнения от верха окон 1-го этажа до верха покрытия при высоте стены $H_{\text{ст}}=3,3+0,5=3,8$ м.

Общая площадь стены, передающая нагрузку на кладку в месте расчетного сечения, составляет $A_{\text{ст}}=3,0\cdot 3,8=11,4$ м²; за вычетом площади окна и учетом веса его 10 кгс/м² нагрузка составит

$$N_{\text{ст}}=1,2[500\cdot 0,67\cdot (11,4-2,1\cdot 1,8)+2,1\cdot 1,8\cdot 10]=3109 \text{ кгс}=3,1 \text{ тс.}$$

Полная сжимающая сила:

$$N_{\text{max}}=N_{\text{ст}}+N_{\text{пер}}+N_b=3,1+9,45+7,25=19,8 \text{ тс.}$$

Изгибающий момент от внецентренного приложения нагрузки от перекрытия при длине опирания $\ell_{\text{оп}}=24,0$ см и расстоянии расчетного сечения от опоры по высоте $a=50$ см

$$M=N_{\text{пер}}\left(\frac{h_n}{2}-\frac{\ell_{\text{оп}}}{3}\right)\cdot\left(1-\frac{a}{H_{\text{ст}}}\right)=9,45\left(\frac{0,67}{2}-\frac{0,24}{3}\right)\cdot\left(1-\frac{0,5}{3,3}\right)=2,05 \text{ тс}\cdot\text{м}=205000 \text{ кгс}\cdot\text{см.}$$

Расчет на смятие под плитой перекрытия

По (7.28) $N_c\leq\psi R_c A_c$, где $\psi=0,5$;

по (7.29) $R_c=\xi R_b$ (здесь $R_b=10,4$ кгс/см² по табл. 5.4);

по (7.30) $\xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \leq \xi_1 = 1,2$; $A = b_{\text{ст}} h_{\text{п}} = 300 \cdot 67 = 20100 \text{ см}^2$ – расчетная площадь

всего сечения простенка;

$A_c = b_{\text{ст}} \ell_{\text{оп}} = 300 \cdot 24 = 7200 \text{ см}^2$ – площадь смятия под плитой перекрытия, равная площади ее опирания.

$$\xi = \sqrt[3]{\frac{20100}{7200}} = \sqrt[3]{2,79} = 1,4. \text{ Принимаем } \xi = \xi_1 = 1,2; R_c = 10,4 \cdot 1,2 = 12,48 \text{ кгс/см}^2$$

$$N_c = 0,5 \cdot 12,48 \cdot 7200 = 44928 \text{ кгс} > N_{\text{пер}} = 9450 \text{ кгс}.$$

Расчет на внецентренное сжатие

По (7.27) $N_{\text{max}} \leq m_{\text{дл}} \phi_c R_b A_c$,

здесь $R_b = 1,04 \text{ МПа} = 10,4 \text{ кгс/см}^2$ – расчетное сопротивление кладки из полистиролбетонных блоков сжатию по табл. 5.4 настоящего СТО;

$m_{\text{дл}} = 1,0$ – коэффициент влияния длительной нагрузки;

$A_c = h_{\text{п}} b = 67 \cdot 90 = 6030 \text{ см}^2$ – площадь сжатой части сечения (в данном случае все сечение простенка сжато);

$\phi = 0,96$ – коэффициент продольного изгиба стены в зависимости от ее гибкости $\lambda_h = \frac{320}{67} = 4,9$.

$$N = 1,0 \cdot 0,96 \cdot 10,4 \cdot 6030 = 60203,5 \text{ кгс} > N_{\text{max}} = 19800 \text{ кгс}.$$

Несущая способность простенка обеспечивает со значительным запасом восприятие внешней нагрузки.

Б.2. Пример расчета креплений полистиролбетонных стен к несущим конструкциям здания и оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам

Согласно п.11 СП 20.13330 при расчете на ветровые воздействия конструктивных элементов ограждения и элементов их крепления необходимо учитывать пиковые значения ветровой нагрузки.

Эти значения вычисляются отдельно для положительного давления ветра (+) и отсоса (-) по методике приведенной в п.7.2.3.

Ветровую нагрузку на простенок вычисляем для наиболее неблагоприятного его расположения в приугловой зоне здания при максимальном значении отрицательной пиковой нагрузки ($C_p = -2,2$).

$$w_{(-)} = 1,4 w_0 k(z_e) [1 + \xi(z_e)] 2,2 v_{(-)},$$

здесь 1,4 – коэффициент надежности согласно п.11.1.12 СП 20.13330

$$w_0 = 23 \text{ кгс/м}^2 \text{ (для I ветрового района);}$$

$$k(z_e) = 1,41; \xi(z_e) = 0,705; v_{(-)} = 0,66.$$

Отсюда $w_{(-)} = 1,4 \cdot 23 \cdot 1,41 (1 + 0,705) 2,2 \cdot 0,66 = 112,4 \text{ кгс/м}^2$ – интенсивность пикового значения ветрового давления.

Размещение креплений принято согласно рисунка 7.3.

Элемент крепления принимается в виде пластины сечением 50x5 мм с длиной забивки $\ell = 200 \text{ мм}$.

Часть креплений межоконного простенка перед приваркой к закладной де-

тали верхнего перекрытия забивается непосредственно в простенок из ПСБ блоков плотностью D250, а часть в опорные зоны полистиролбетонных перемычек, укладываемых на простенок. Класс полистиролбетона по прочности B0,5 принимается, как для простенка, так и для перемычки ($R_b=4,1$ кгс/см² по табл. 4.5).

Зазор между плитой перекрытия и расположенным ниже полистиролбетонным блоком равен $\ell_3=20$ мм.

Элемент крепления рассчитывается как балка на упругом основании, нагруженная силой N и моментом $M=N \cdot \ell_3$.

Упругая характеристика элемента крепления, как балки на упругом основании, вычисляется по формуле (7.20):

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{K}},$$

где K – отпорность полистиролбетонного основания штыря, для плотности D250, равная ($E_b=5000$ кгс/см² по табл.4.6)

$$K = \frac{E_b b}{300} = \frac{5000 \cdot 5}{300} = 83,3 \text{ кгс/см}^2.$$

$$\text{Жесткость штыря } EJ = 2,1 \cdot 10^6 \cdot \frac{5 \cdot 0,5^3}{12} = 109375 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 109375}{83,3}} = 8,51 \text{ см}$$

$$\text{Приведенная длина балки } \frac{\ell}{\lambda} = \frac{20}{8,51} = 2,35$$

По графику на рис. 7.4 находим коэффициенты a_v и a_m

$$a_v = 0,17; \quad a_m = 0,1.$$

Для подбора количества элементов креплений необходимо вычислить предельное усилие на одно крепление по формуле (7.18)

$$N_{кр} = \frac{R_b b \ell}{1/\alpha_v + \frac{\ell_3 \cdot \varphi}{\alpha_m \cdot \ell}} = \frac{4,1 \cdot 5 \cdot 20}{\frac{1}{0,17} + \frac{2,0 \cdot 0,5}{0,1 \cdot 20}} = \frac{410}{6,38} = 64,26 \text{ кгс}.$$

Здесь φ – коэффициент, учитывающий защемленность незабитого конца штыря, равный 0,5, так как защемленный конец приварен к закладной перекрытия.

Прочность самого элемента крепления на изгиб проверяем из условия (7.19)

$$N_{кр} (\ell_3 + 0,5\lambda) \varphi \leq R_y W,$$

где R_y – расчетное сопротивление стали штыря изгибу по пределу текучести, принимаем $R_y = 2300$ кгс/см²;

W – момент сопротивления сечения штыря.

$$W = \frac{5 \cdot 0,5^2}{6} = 0,208 \text{ см}^3.$$

$$\text{По (7.19) } 64,26(2,0+0,5 \cdot 8,51)0,5 = 401,9 \text{ кгс} \cdot \text{см} < R_y W = 2300 \cdot 0,208 = 478,4 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

Таким образом, прочность элементов крепления из условия смятия полистиролбетона и изгибной прочности самого крепежного элемента обеспечивается,

как в случае креплений полистиролбетонных стен к несущим элементам здания (перекрытиям), так и в случае крепления оконных (дверных) блоков к полистиролбетонным стенам.

Определим необходимое количество креплений при действии ветровой нагрузки (напора) равной $q_w=160,54$ кгс/п.м.

При расчете простенка, как свободно опертой в уровне перекрытий балки, опорная реакция от ветровой нагрузки составит

$$Q = \frac{q\ell}{2} = \frac{160,54 \cdot 2,8}{2} = 224,8 \text{ кгс.}$$

Принимаем, что 2 крепления забиты в простенок между перемычками и по 1 креплению забито в каждую опираемую на простенок перемычку. Тогда суммарное предельное усилие креплений равно

$$N_{кр}=(2+2) \cdot 64,26=257,0 \text{ кгс} > Q=224,8 \text{ кгс.}$$

Таким образом, простенок крепится к перекрытию с помощью 2-х креплений и по 1 креплению забито в каждую опираемую на простенок перемычку.

Теперь определяем необходимый шаг крепления к несущей поперечной стене и к верхнему перекрытию участка наружной стены, примыкающего к поперечной несущей стене, по формуле 7.22а. Действующая на наружную стену из полистиролбетона сила N определяется по опорной реакции стены, как пластины, опертой по трем сторонам и загруженной равномерно распределенной нагрузкой:

$$w=70,41 \text{ кгс/м}^2 \text{ (см. пример Б.1.1).}$$

Сила N , действующая на крепление, вычисляется по формуле:

$$N = K_1 \cdot q_p \cdot \ell \cdot \ell_k,$$

где ℓ_k – расстояние между креплениями;

K_1 – коэффициент опорной реакции для пластины, опертой по трем сторонам.

При соотношении сторон пластины

$$\frac{a}{\ell} = \frac{120}{280} = 0,43 < 0,5; \quad K_1 = 0,401 \text{ (по табл. 7.2)}$$

$N_{кр} = 64,26$ кгс при плотности D250.

$$\ell_k = \frac{64,26}{0,401 \cdot 280 \cdot 70,41 \cdot 10^{-4}} = 81,3 \text{ см.}$$

Размещаем крепления на поперечной стене шагом 75 см. Следовательно, при креплении наружной стены из полистиролбетона к поперечной несущей стене требуется всего три крепления шагом по высоте 75 см. Для креплений к перекрытиям требуется по 2 штыря и по 1 штырю в каждую перемычку.

Б.3 Примеры расчета полистиролбетонных перемычек на прочность и деформативность

Б.3.1 Расчет перемычки со стальным арматурным каркасом

Дано: Перемычка $\frac{\text{СПБ} - 240.\text{II}}{150\text{Б}}$ по альбому рабочих чертежей "Полистирол-

бетонные армированные перемычки для теплоэффективных стен зданий системы "Юникон" ВНИИжелезобетона" (шифр 22-2000) (рис. 6.1).

Перемышка прямоугольного сечения прямолинейная в плане высотой $h=295$ мм, шириной $b=140$ мм, длиной $L=2395$ мм, $L_o=L-120=2395-120=2275$ мм; полистиролбетон марки по плотности D350 и класса по прочности на сжатие B1,0; расчетная нагрузка на перемышку с учетом собственного веса $q=150$ кгс/м.

Армирование перемышки предусмотрено горизонтальным плоским сварным каркасом только в растянутой зоне. Продольная арматура из стальной проволоки 2 Ø5 ВрI. Для анкеровки каркаса в массиве полистиролбетона к ее концам приваривают концевые анкерные приспособления в виде трех поперечных стержней Ø16 А240. Для обеспечения совместной работы полистиролбетона и растянутой арматуры по длине перемышки, кроме концевых анкерных приспособлений, к продольной арматуре привариваются промежуточные анкерные приспособления в виде четырех поперечных стержней Ø16 А240 (на полудлине перемышки).

Площадь поперечного сечения продольных стержней 2 Ø5 ВрI равна $A_s=0,393$ см². Поперечные анкерующие стержни имеют длину 7 см, площадь поверхности, через которую передается давление на полистиролбетон концевых анкерных стержней $A_{s,anc}^{кон}=7 \cdot 1,6 \cdot 3=33,6$ см², то же промежуточных анкерных стержней $A_{s,anc}^{пром}=7 \cdot 1,6 \cdot 4=44,8$ см².

Расчет выполняется согласно методики "Указаний по проектированию перемычек..." (ВНИИжелезобетон, 2000 г.) [5] и рис. Б.3.1.

1. Расчет прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

Находим изгибающий момент в сечении, расположенном в середине пролета

$$M = \frac{qL_o^2}{8} = \frac{150 \cdot 2,275^2}{8} = 97 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Коэффициент условий работы растянутой арматуры, определяемый по формуле

$$\gamma_s = \frac{R_b (A_{s,anc}^{кон} + A_{s,anc}^{пром})}{R_s A_s} \leq 0,8,$$

при $R_b=7,9$ кгс/см² (для B1,0 по табл. 4.5) и $R_s=3700$ кгс/см² (по СП 63.13330) равен

$$\gamma_s = \frac{7,9(33,6 + 44,8)}{3700 \cdot 0,393} = \frac{619,4}{1454} = 0,426.$$

Расчетное сопротивление арматуры с учетом коэффициента условий работы γ_s равно

$$\overline{R_s} = 3700 \cdot 0,426 = 1576 \text{ кгс/см}^2.$$

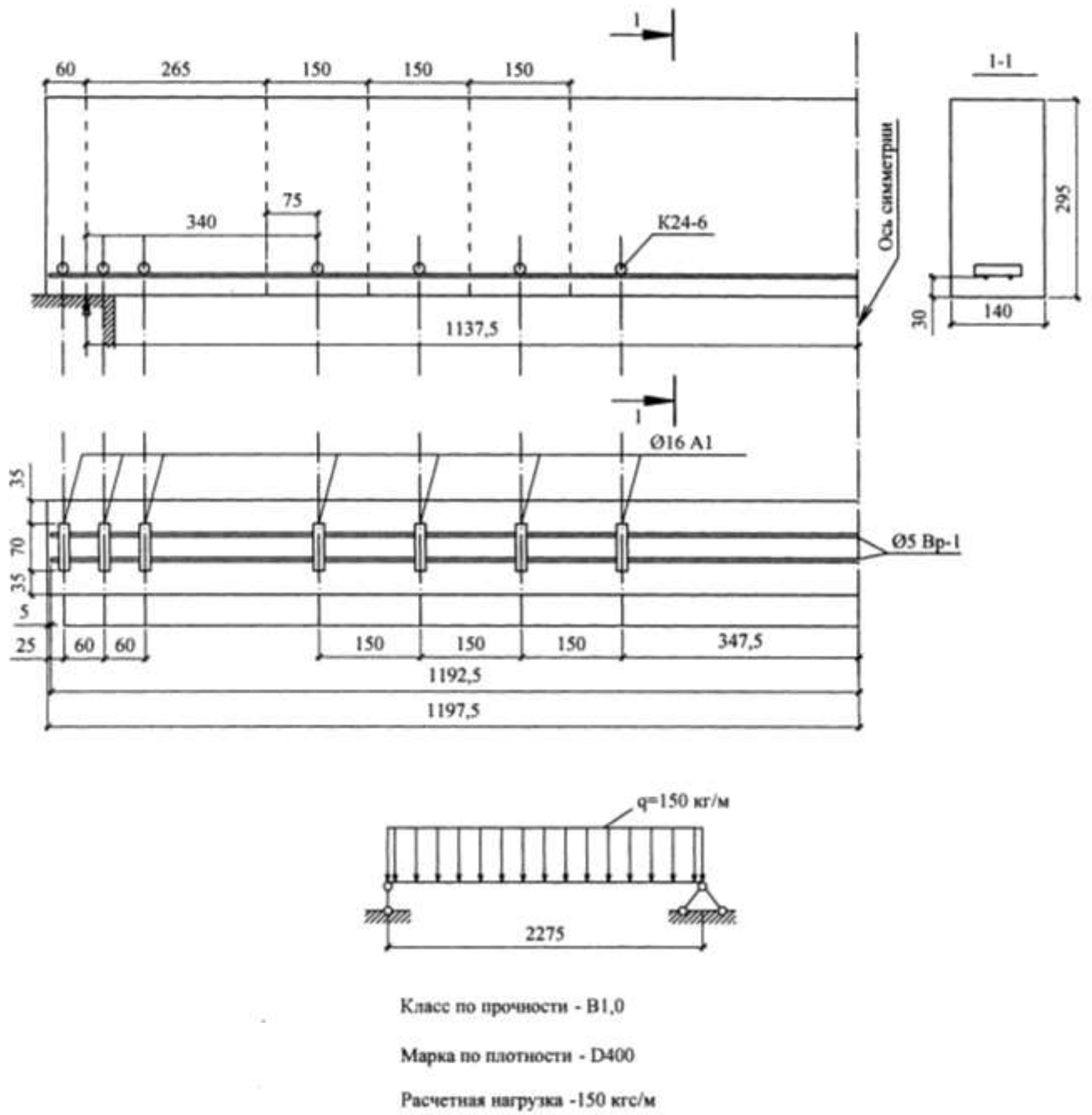


Рисунок Б.3.1. Армирование и расчет перемычки СБП-240П/150Б

Определяем предельный по прочности момент по формуле

$$M_{\text{пред}} = \overline{R}_s A_s (h_0 - 0,5x),$$

$$\text{где } h_0 = 29,5 - 3 = 26,5 \text{ см; } x = \frac{\overline{R}_s A_s}{R_b b} = \frac{1576 \cdot 0,393}{7,9 \cdot 14} = 5,6 \text{ см;}$$

$$M_{\text{пред}} = 1576 \cdot 0,393 \cdot (26,5 - 0,5 \cdot 5,6) = 146,8 \text{ кгс} \cdot \text{м} > 97 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

т.е. прочность по нормальному сечению в середине пролета обеспечена.

2 Расчет прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

2.1 Расчет наклонных сечений на действие поперечной силы.

Находим максимальную поперечную силу Q_{max}

$$Q_{\text{max}} = \frac{qL_o}{2} = \frac{150 \cdot 2,275}{2} = 170,63 \text{ кгс}.$$

Предельная поперечная сила по прочности наклонного сечения по формуле равна

$$Q_{\text{пред}} = 0,4 R_{bt} b h_0,$$

где R_{bt} - расчетное сопротивление полистиролбетона осевому растяжению с учетом коэффициента условий работы $\gamma_{b2} = 0,9$, равное $R_{bt} = 1,6 \cdot 0,9 = 1,44 \text{ кгс/см}^2$.

$$Q_{\text{пред}} = 0,4 \cdot 1,44 \cdot 14 \cdot 26,5 = 213,7 \text{ кгс} > 170,63 \text{ кгс},$$

т.е. прочность наклонных сечений на действие поперечной силы обеспечена.

2.2 Расчет наклонных сечений на действие изгибающего момента

Момент в конце наклонного сечения определяем по формуле

$$M = Qy - \frac{qy^2}{2},$$

где y - меньшее из двух значений:

y_1 - расстояние от точки приложения опорных реакции до первого промежуточного анкерного приспособления; согласно рис. Б.3.1 - $y_1 = 34 \text{ см}$;

$y_2 = c + d$, $c = 2h_0 = 2 \cdot 26,5 = 53 \text{ см}$; d - расстояние от точки приложения опорной реакции до грани опоры, $d = 3 \text{ см}$; $y_2 = 53 + 3 = 56 \text{ см}$.

Отсюда в расчет вводим $y = 34 \text{ см}$,

$$M = 170,63 \cdot 34 - \frac{1,5 \cdot 34^2}{2} = 49,33 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Предельный момент в нормальном сечении, расположенном в конце наклонного сечения на расстоянии 34 см от точки приложения опорной реакции, равен

$$M_{\text{пред}} = \overline{R}_s A_s (h_0 - 0,5X);$$

$$\gamma_s = \frac{R_b A_{s, \text{кон}}}{R_s A_s} = \frac{7,9 \cdot 33,6}{3700 \cdot 0,393} = 0,182; \quad \overline{R}_s = R_s \cdot \gamma_s = 3700 \cdot 0,182 = 673,4 \text{ кгс/см}^2;$$

$$X = \frac{\overline{R}_s A_s}{R_b b} = \frac{673,4 \cdot 0,393}{7,9 \cdot 14} = 2,39 \text{ см; } h_0 - 0,5X = 26,5 - 2,39/2 = 25,3 \text{ см;}$$

$$M_{\text{пред}} = 673,4 \cdot 0,393 \cdot 25,3 = 66,96 \text{ кгм} > 49,33 \text{ кгм},$$

т.е. прочность наклонных сечений на действие изгибающего момента обеспечена.

3 Расчет по образованию нормальных трещин

Момент от нормативных нагрузок в сечении, расположенном в середине пролета, при коэффициенте надежности по нагрузке $\gamma_f=1,2$ определяем по формуле

$$M_n = \frac{qL_o^2}{8\gamma_f} = \frac{97}{1,2} = 80,8 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Момент, воспринимаемый сечением при образовании нормальных трещин (при $R_{bt.ser}=2,8 \text{ кгс/см}^2$ по табл. 4.4), найдем по формуле

$$M_{cr} = \frac{R_{bt.ser}bh^2}{3,5} = \frac{2,8 \cdot 14 \cdot 29,5^2}{3,5} = 97,47 \text{ кгс} \cdot \text{м} > 80,8 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

т.е. нормальные трещины в перемычке не образуются. Так как $M_{пред}=139,24 \text{ кгс} \cdot \text{м} > M_{cr}=97,47 \text{ кгс} \cdot \text{м}$, то опасность хрупкого разрушения отсутствует.

4 Расчет по образованию наклонных трещин

Максимальная поперечная сила от нормативных нагрузок равна

$$Q_n = \frac{qL_o}{2\gamma_f} = \frac{170,63}{1,2} = 142,2 \text{ кгс}.$$

Поперечную силу, воспринимаемую сечением при образовании наклонных трещин, найдем по формуле

$$Q_{cr} = \frac{2}{3}R_{bt.ser}bh = \frac{2}{3} \cdot 2,8 \cdot 14 \cdot 29,5 = 770,93 \text{ кгс} > 142,2 \text{ кгс},$$

т.е. наклонные трещины в перемычке не образуются.

5 Расчет по деформациям

Поскольку отсутствуют нормальные и наклонные трещины от действия нормативных нагрузок, кривизну определяем (при $E_b=8,5 \cdot 10^4 \text{ кгс/см}^2$ по табл. 4.6) по формулам

$$\frac{1}{r} = \frac{M\varphi_{b2}}{\varphi_{b1}E_bJ}; \quad \varphi_{b1}=0,5; \quad \varphi_{b2}=2; \quad E_b=8,5 \cdot 10^4 \text{ кгс/см}^2.$$

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{14 \cdot 29,5^3}{12} = 29951 \text{ см}^4;$$

$$\frac{1}{r} = \frac{80,8 \cdot 10^2 \cdot 2}{0,5 \cdot 8,5 \cdot 10^4 \cdot 29951} = 1,27 \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}.$$

Прогиб перемычки равен

$$f = \frac{5}{48} \frac{1}{r} L_o^2 = \frac{5}{48} \cdot 1,27 \cdot 10^{-4} \cdot 227,5^2 = 0,685 \text{ см} < \frac{\ell}{200} = \frac{227,5}{200} = 1,14 \text{ см},$$

т.е. прогиб перемычки меньше предельно допустимого.

6 Расчет анкеровки

Половина пролета перемычки разбивается на 5 участков длиной a_i : $a_1=265 \text{ мм}$, $a_2=a_3=a_4=150 \text{ мм}$, $a_5=422,5 \text{ мм}$.

Находим изгибающие моменты в конце каждого участка по формуле

$$M_i = Q \sum a_i - \frac{q(\sum a_i)^2}{2};$$

$$M_1 = 170,63 \cdot 26,5 - \frac{1,5 \cdot 26,5^2}{2} = 40 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 170,63 \cdot 41,5 - \frac{1,5 \cdot 41,5^2}{2} = 57,9 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 170,63 \cdot 56,5 - \frac{1,5 \cdot 56,5^2}{2} = 72,47 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = 170,63 \cdot 71,5 - \frac{1,5 \cdot 71,5^2}{2} = 83,66 \text{ кгс} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = M = 97 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Требуемая площадь передачи давления с анкера на полистиролбетон $A_{s,anc,i}$ определяется по формуле

$$A_{s,anc,i} = \frac{M_i - M_{i-1}}{R_b Z_o}; Z_o \approx 0,85h_o = 0,85 \cdot 26,5 = 22,5 \text{ см}.$$

$$A_{s,anc1} = \frac{(40 - 0) \cdot 10^2}{7,9 \cdot 22,5} = 22,5 \text{ см}^2 < 33,6 \text{ см}^2;$$

$$A_{s,anc2} = \frac{(57,9 - 40) \cdot 10^2}{7,9 \cdot 22,5} = 10,06 \text{ см}^2 < 1,6 \cdot 7 = 11,2 \text{ см}^2;$$

$$A_{s,anc3} = \frac{(72,47 - 57,9) \cdot 10^2}{7,9 \cdot 22,5} = 8,19 \text{ см}^2 < 11,2 \text{ см}^2;$$

$$A_{s,anc4} = \frac{(83,66 - 72,47) \cdot 10^2}{7,9 \cdot 22,5} = 6,29 \text{ см}^2 < 11,2 \text{ см}^2;$$

$$A_{s,anc5} = \frac{(97 - 83,66) \cdot 10^2}{7,9 \cdot 22,5} = 7,51 \text{ см}^2 < 11,2 \text{ см}^2.$$

Таким образом, принятые анкера обеспечивают совместную работу арматуры и полистиролбетона и не приводят к его смятию.

Б.3.2 Расчет перемычки с П-образным стальным оцинкованным профилем

В качестве примера рассматривается перемычка прямоугольного сечения высотой $h = 235$ мм, шириной $b = 140$ мм, длиной $L = 2995$ мм, армированная П-образным стальным оцинкованным профилем типа ПС-6 (см. рис.4.2). Расчетная нагрузка с учетом собственного веса перемычки, равномерно распределенная по длине пролета, равна $q_p = 100$ кгс/п.м. Нормативное значение нагрузки $q_n = q_p / \gamma_b = 100 / 1,15 = 87$ кгс/п.м.

Методика расчета и соответствующие ссылки на расчетные формулы даны согласно "Указаниям по проектированию полистиролбетонных перемычек, армированных П-образным стальным оцинкованным профилем для ограждающих конструкций зданий системы "Юникон" [6], согласованной НИЖБ им. А.А.Гвоздева.

Требуется: Определить минимальный класс материала по прочности и марку по плотности, проверить несущую способность перемычки по нормальным и

наклонным сечениям, а также проверить трещиностойкость и расчетный прогиб при эксплуатационной нагрузке и сравнить его с нормативным значением.

Расчет проводим согласно "Указаний по проектированию полистиролбетонных перемычек..." [6] (ВНИИжелезобетон, 2011 г.)

1. Расчет по первой группе предельных состояний (несущей способности по нормальным сечениям)

Параметры стального профиля ПС-6: площадь сечения $A_s = 0,945 \text{ см}^2$, расстояние от низа сечения до центра тяжести $z_1 = 1,43 \text{ см}$

Расчетные характеристики сечения:

полезная высота $h_0 = h - z_1 = 23,5 - 1,43 = 22,07 \text{ см}$, $b = 14 \text{ см}$.

Коэффициент армирования

$$\mu_s = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{0,945 \cdot 10^2}{14 \cdot 22,07} = 0,0031.$$

Предварительно задаемся классом полистиролбетона по прочности В0,75 и по табл. 4.6 выбираем соответствующий ему средний (для средней плотности D350) модуль упругости $E_b = 0,65 \cdot 10^3 \text{ МПа} = 6500 \text{ кгс/см}^2$. Модуль упругости стального профиля $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$.

Вычисляем коэффициент α_s для приведения сечения профиля ПС-6 к сечению полистиролбетона

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{0,65 \cdot 10^3} = 3,08 \cdot 10^2,$$

$$\mu_s \alpha_s = 0,0031 \cdot 3,08 \cdot 10^2 = 0,954.$$

Определяем высоту сжатой зоны сечения по формуле

$$x = h_0 \left(\sqrt{(\mu_s \alpha_s)^2 + 2(\mu_s \alpha_s)} - \mu_s \alpha_s \right) = 22,07 \left(\sqrt{0,954^2 + 2 \cdot 0,954} - 0,954 \right) = 15,99 \text{ см}.$$

Расчетный пролет перемычки равен $L_0 = L - 120 = 2995 - 120 = 2875 \text{ мм}$.

Подсчитываем изгибающий момент от внешней расчетной нагрузки

$$M_{\max} = \frac{q_p L_0^2}{8} = \frac{100 \cdot 2875^2}{8} = 103,3 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Находим минимальное предельное напряжение в крайнем сжатом волокне сечения

$$\sigma_{b,\min} = \frac{M_{\max}}{0,5bx \left(h_0 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{103,3 \cdot 10^{-2}}{0,5 \cdot 14 \cdot 15,99 \left(22,07 - \frac{15,99}{3} \right)} = 5,51 \text{ кгс/см}^2.$$

С учетом $R_{bn} = 0,84 \text{ МПа}$ (по табл. 4.4) для В0,75 и коэффициента надежности по ПСБ $\gamma_b = 1,3$ ближайшее большее значение расчетного сопротивления полистиролбетона на сжатие составляет

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_b g} = \frac{0,84}{1,3 \cdot 0,0981} = 6,54 \text{ кгс/см}^2 > \sigma_{b,\min} = 5,51 \text{ кгс/см}^2.$$

Таким образом, возможность применения полистиролбетона класса по прочности на сжатие В0,75 и плотностью D300 при заданной внешней нагрузке на перемычку подтверждается расчетом.

Проверяем несущую способность сечения по сопротивлению стального профиля ПС-6 по профилю

$$M_s = R_{sn} A_c \left(h_o - \frac{x}{3} \right) = 2300 \cdot 0,945 \left(22,07 - \frac{15,99}{3} \right) \cdot 10^{-2} =$$

$$= 363,8 \text{ кгс} \cdot \text{м} \geq M_{\max} = 103,3 \text{ кгс} \cdot \text{м},$$

сечение профиля выбрано с существенным запасом.

2 Расчет несущей способности по наклонным сечениям

2.1 На действие поперечной силы

Вычисляем максимальную расчетную поперечную силу на опоре перемычки

$$Q_p = \frac{q_p L_o}{2} = \frac{100 \cdot 2,875}{2} = 143,8 \text{ кгс}.$$

Предельная поперечная сила, которую может выдержать сечение перемычки без хомутов, рассчитывается по формуле

$$Q_{ult} = 0,5 R_{bt} b h_o,$$

где $R_{bt} = 1,4 \text{ кгс/см}^2$ - расчетное сопротивление полистиролбетона на осевое растяжение по табл. 4.5

$$Q_{ult} = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 14 \cdot 22,07 = 216,3 \text{ кгс} > Q_p = 143,8 \text{ кгс},$$

2.2 На действие изгибающего момента

Расчетный изгибающий момент для определения прочности наклонных сечений вычисляем на расстоянии $y = 2h_o = 2 \cdot 22,07 = 44,14 \text{ см}$ от точки приложения опорной реакции

$$M_p = Q_p y - \frac{q_p y^2}{2} = 143,8 \cdot 0,44 - \frac{100 \cdot 0,44^2}{2} = 63,27 - 9,68 = 53,6 \text{ кгс} \cdot \text{м}.$$

Предельный изгибающий момент в этом же сечении, воспринимаемый стальным П-образным профилем

$$M_s = 363,8 \text{ кгс} \cdot \text{м} > M_p = 53,6 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 5360 \text{ кгс} \cdot \text{см},$$

т.е. прочность наклонных сечений обеспечена с избытком.

3 Расчет перемычки по второй группе предельных состояний (деформациям)

3.1 Расчет трещиностойкости перемычки

Предельный изгибающий момент, соответствующий началу трещинообразования, вычисляем по формуле $M_{crc} = R_{bt,ser} W_{red}$, где по табл. 4.4 $R_{bt,ser} = 0,24 \text{ МПа} = 2,4 \text{ кгс/см}^2$ для В0,75, а W_{red} — момент сопротивления приведенного сечения для крайней растянутой грани П-образного стального профиля. Вычисляем характеристики приведенного сечения при коэффициенте приведения стального профиля к сечению полистиролбетона α_{s1} равном

$$\alpha_{s1} = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^6}{0,65 \cdot 10^4} = 3,08 \cdot 10^2 \text{ (} E_b = 650 \text{ МПа} = 6500 \text{ кгс/см}^2 \text{)};$$

$$A_{red} = A_b + A_{s,red} = b h + \alpha_{s1} A_s = 14 \cdot 23,5 + 3,08 \cdot 10^2 \cdot 0,945 = 329 + 290,8 = 619,8 \text{ см}^2.$$

Вычисляем статический момент сечения относительно растянутой грани стального профиля

$$S_{t\text{red}} = \frac{A_b h}{2} + A_{s,\text{red}} z_1 = 14 \cdot 23,5 \cdot \frac{23,5}{2} + 270,3 \cdot 1,43 = 4252,3 \text{ см}^3.$$

Вычисляем расстояние от нижней грани растянутого стального профиля до центра тяжести приведенного поперечного сечения перемычки

$$y_t = \frac{S_{t,\text{red}}}{A_{\text{red}}} = \frac{4252,3}{619,8} = 6,86 \text{ см.}$$

С учетом момента инерции профиля $I_{\text{п}}=2,71 \text{ см}^4$ вычисляем приведенный момент инерции перемычки

$$I_{\text{red}} = I_b + \alpha_{s1} I_s, \text{ где}$$

$$I_b = \frac{bh^3}{12} + bh \left(\frac{h}{2} - y_t \right)^2 = \frac{14 \cdot 23,5^3}{12} + 14 \cdot 23,5 \left(\frac{23,5}{2} - 6,86 \right)^2 = 23008 \text{ см}^4$$

$$I_{\text{red}} = I_b + \alpha_{s1} [I_{\text{п}} + A_s (y_t - z_1)^2] = 23008 + 2,86 \cdot 10^2 [2,71 + 0,945 \cdot (6,86 - 1,43)^2] = 31752 \text{ см}^4.$$

Вычисляем момент сопротивления приведенного сечения

$$W_{\text{red}} = \frac{I_{\text{red}}}{y_t} = \frac{31752}{6,86} = 4628,6 \text{ см}^3.$$

Определяем момент трещинообразования (с учетом $R_{\text{btf}}=2,8 \text{ кгс/см}^2$ по табл. 4.5)

$$M_{\text{кр}} = R_{\text{btf}} \cdot W_{\text{red}} = 2,8 \cdot 4628,6 = 12960 \text{ кгс}\cdot\text{см.}$$

Отсюда нагрузка, соответствующая началу образования трещин, составит

$$q_{\text{кр}} = \frac{8M_{\text{кр}}}{L_o^2} = \frac{8 \cdot 12960 \cdot 10^{-2}}{2,875^2} = 125,4 \text{ кгс/п.м}$$

$$q_{\text{кр}} = 125,4 \text{ кгс/п.м} > q_{\text{н}} = \frac{100}{1,15} = 87 \text{ кгс/п.м (нормативное значение).}$$

Трещиностойкость перемычки обеспечивается, поэтому раскрытие трещин проверять не следует.

3.2 Вычисление прогиба перемычки без учета трещин в растянутой зоне

Прогиб перемычки вычисляем в наиболее опасном сечении, т.е. в середине пролета.

Расчет ведем на нормативные нагрузки, т.е. без учета коэффициентов перегрузки ($q_{\text{н}}=87 \text{ кгс/п.м}$).

Допустимый нормативный прогиб

$$f_{\text{ult}} = L_o/200 = 2875/200 = 14,4 \text{ мм.}$$

Прогиб рассчитывается для двух случаев внешнего воздействия:

а) при непродолжительном действии нагрузки модуль деформаций E_b изме-

няется на $E_{b1}=0,85E_b$ и коэффициент приведения на $\alpha_s = \frac{E_s}{E_{b1}}$

$$E_{b1}=0,85 \cdot 6500 = 5525 \text{ кгс/см}^2; \alpha_s = \frac{2 \cdot 10^6}{5525} = 362.$$

Определяем характеристики приведенного сечения

$$A_{\text{ред}} = bh + \alpha_s A_s = 14 \cdot 23,5 + 362 \cdot 0,945 = 329 + 342 = 671 \text{ см}^2;$$

$$y_t = \frac{S_{\text{ред}}}{A_{\text{ред}}} = \frac{14 \cdot 23,5 \cdot 23,5 \cdot 0,5 + 342 \cdot 1,43}{671} = 6,49 \text{ см.}$$

Подсчитываем приведенный момент инерции

$$I_b = \frac{bh^3}{12} + bh \left(\frac{h}{2} - y_t \right)^2 + \alpha_s [I_n + A_s (y_t - z_1)^2] =$$

$$= \frac{14 \cdot 23,5^3}{12} + 14 \cdot 23,5 \left(\frac{23,5}{2} - 6,49 \right)^2 + 362 [2,71 + 0,945 (6,49 - 1,43)^2] = 33983 \text{ см}^4.$$

Жесткость нормального сечения $D = E_{b1} I_b = 5525 \cdot 33983 = 187,76 \cdot 10^6 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2$.

$$\text{Прогиб } f_{\text{кр}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n \cdot 10^{-2} \cdot L_o^4}{D} = \frac{5 \cdot 87 \cdot 10^{-2} \cdot 287,5^4}{384 \cdot 187,76 \cdot 10^6} = 0,41 \text{ см} = 4,1 \text{ мм} < 14,4 \text{ мм};$$

б) при длительном действии нагрузки с учетом ползучести полистиролбетона $\phi_{b,\text{cr}} = 4,0$

$$\text{Модуль деформации } E_{b\tau} = \frac{E_b}{1 + \phi_{b,\text{cr}}} = \frac{6500}{1 + 4} = 1300 \text{ кгс/см}^2 \text{ и } \alpha_s = \frac{2 \cdot 10^6}{1300} = 1538,5.$$

Характеристики приведенного сечения:

$$A_{\text{ред}} = 14 \cdot 23,5 + 1538,5 \cdot 0,945 = 329 + 1454 = 1783 \text{ см}^2;$$

$$y_t = \frac{14 \cdot 23,5 \cdot 23,5 \cdot 0,5 + 1454 \cdot 1,43}{1783} = \frac{5945}{1783} = 3,33 \text{ см.}$$

Приведенный момент инерции

$$I_{\text{ред}} = \frac{14 \cdot 23,5^3}{12} + 14 \cdot 23,5 \left(\frac{23,5}{2} - 3,33 \right)^2 + 1538,5 [2,71 + 0,945 (3,33 - 1,43)^2] =$$

$$= 15140,85 + 23324,9 + 9417,9 = 47883,6 \text{ см}^4.$$

Жесткость нормального сечения $D' = 1300 \cdot 47883,6 = 62,25 \cdot 10^6 \text{ кгс} \cdot \text{см}^2$.

Прогиб перемычки

$$f_{\text{дл}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n L_o^4}{D'} = \frac{5 \cdot 87 \cdot 10^{-2} \cdot 287,5^4}{384 \cdot 62,25 \cdot 10^6} = 1,24 \text{ см} = 12,4 \text{ мм} < f_{\text{ult}} = 14,4 \text{ мм.}$$

Таким образом, прогибы перемычки при непродолжительном и продолжительном действии нагрузки (с учетом ползучести материала) без учета трещин в растянутой зоне меньше предельного допустимого нормами $f_{\text{ult}} = 1/200 L_o = 14,4 \text{ мм}$.

Сечение перемычки удовлетворяет условиям прочности и деформативности.

Б.4 Теплотехнические расчеты

Б.4.1 Примеры расчетов по температурным полям приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен из полистиролбетонных блоков

1 Расчетные параметры климата и микроклимата помещений здания

При теплотехнических расчетах климатические параметры района строительства принимаются по СП 131.13330 для г. Москвы. Эти параметры имеют следующие значения:

- средняя температура наиболее холодной пятидневки $t_n = -28^\circ\text{C}$;
- средняя температура отопительного периода $t_{от} = -3,1^\circ\text{C}$;
- продолжительность отопительного периода $z_{от} = 214$ сут.

Основными расчетными параметрами микроклимата помещения являются температура и относительная влажность внутреннего воздуха. В помещениях рассматриваемого жилого здания по проекту принимается $t_b = 20^\circ\text{C}$, $\phi_b = 55\%$.

Точка росы для данных параметров внутреннего воздуха составляет $t_{т.р.} = 10,7^\circ\text{C}$.

На основе климатических характеристик района строительства и микроклимата помещения рассчитывается величина градусо-суток отопительного периода $ГСОП = (t_b - t_{от}) \cdot z_{от} = 23,1 \cdot 214 = 4943^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$.

2 Описание ограждающей конструкции фасадов здания

Для рассматриваемых зданий использованы два вида стен:

- а) кладка из полистиролбетона с наружной кладкой в полкирпича;
- б) кладка из полистиролбетона с наружной штукатуркой.

Ниже приведено описание каждого вида конструкций.

Характеристики материалов и прослоек приняты по данным таблицы 6.5 и п.7.3.3.

- а) Кладка из полистиролбетона с наружной кладкой в полкирпича

Состав стены изнутри наружу:

- гипсоволокнистые листы (ГВЛ) общей толщиной $\delta_{шт} = 20$ мм, коэффициент теплопроводности материала для расчетных условий Б: $\lambda_{ГВЛ} = 0,4$ Вт/($^\circ\text{C}$);
- воздушная прослойка между ГВЛ и ПСБ блоками, термическое сопротивление $R_{т1} = 0,056$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;
- кладка из блоков полистиролбетона толщиной $\delta_{кл} = 375$ мм, коэффициент теплопроводности полистиролбетона для расчетных условий Б: $\lambda_{пб} = 0,08$ Вт/($^\circ\text{C}$);
- воздушная прослойка между кирпичной кладкой и ПСБ блоками, термическое сопротивление $R_{т2} = 0,081$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;
- кладка из кирпича толщиной $\delta_{кир} = 120$ мм, коэффициент теплопроводности материала для расчетных условий Б: $\lambda_{кир} = 0,64$ Вт/($^\circ\text{C}$).

- б) Кладка из полистиролбетона с наружной штукатуркой

Состав стены изнутри наружу:

- гипсоволокнистые листы (ГВЛ) толщиной $\delta_{шт} = 20$ мм, коэффициент теплопроводности материала для расчетных условий Б: $\lambda_{ГВЛ} = 0,4$ Вт/($^\circ\text{C}$);
- воздушная прослойка между ГВЛ и ПСБ, термическое сопротивление $R_{т1} = 0,056$ ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт;
- кладка из блоков полистиролбетона толщиной $\delta_{пб} = 375$ мм, коэффициент теплопроводности полистиролбетона для расчетных условий Б: $\lambda_{пб} = 0,08$ Вт/($^\circ\text{C}$);
- штукатурка цементно-песчаным раствором толщиной $\delta_{шт} = 20$ мм, коэффициент теплопроводности материала для расчетных условий Б: $\lambda_{шт} = 0,93$ Вт/($^\circ\text{C}$).

Кладка из блоков полистиролбетона на клею с горизонтальным раствором швом 3 мм и вертикальным раствором швом 2 мм. Клей поризованный коэффициент теплопроводности для расчетных условий Б: $\lambda_{кл} = 0,22$ Вт/($^\circ\text{C}$).

Рассматривается два варианта армирования. Армирование кладки осуществляется базальтовой или стальной сеткой. В обоих случаях диаметр 1 мм, шаг ячейки 25×25 мм.

Для нахождения приведенного сопротивления теплопередаче конструкция делится на однородные участки и узлы, содержащие неоднородности. Для каждого узла рассчитывается температурное поле, по которому определяется минимальная температура на внутренней поверхности стены и дополнительный поток теплоты, вызванный неоднородностью.

Для исследуемой конструкции выделены следующие узлы:

- 1) горизонтальный кладочный шов;
- 2) вертикальный кладочный шов;
- 3) стык стены и плиты перекрытия;
- 4) примыкание оконного блока к стене.

3 Расчет теплотехнических характеристик исследуемой стены

3.1 Расчет влияния кладочных швов на приведенное сопротивление теплопередаче стены

Приведенное сопротивление теплопередаче для сложных конструкций, состоящих из материалов с различной теплопроводностью, находится по температурному полю, рассчитанному численным методом. Так как коэффициенты теплопроводности кладочного раствора и полистиролбетона сильно различаются, кладка из блоков полистиролбетона относится к сложным конструкциям.

Сопротивление теплопередаче по глади стены определяется по формуле (7.46) и составляет:

для стены первого вида

$$R_{o1} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,4} + 0,056 + \frac{0,375}{0,08} + 0,081 + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 5,22 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт};$$

для стены второго вида

$$R_{o2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,4} + 0,056 + \frac{0,375}{0,08} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,97 (\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}.$$

Дополнительные тепловые потери через различные варианты кладочного шва находятся расчетом двумерного температурного поля характерного участка конструкции. Методика расчета приведена в п. 7.3.3.

Стена первого вида

Расчетная область конструкции для узла прохождения горизонтального шва составила: 0,526 м в толщину и 0,3 м в высоту. Область была разбита на 39 тысяч ячеек (263×150).

Результат расчета температурного поля узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного базальтовой сеткой показан на рис. Б.4.1.

Тепловой поток через неоднородный участок стены составил 2,68 Вт/м. Тепловой поток через однородный участок стены той же площади составляет:

$$Q_1 = \frac{20 - (-28)}{5,22} \cdot 0,287 = 2,64 \text{ Вт/м}.$$

где 0,287 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Таким образом, один погонный метр кладочного шва создает дополнительные тепловые потери $2,68 - 2,64 = 0,04$ Вт/м. Базальтовая сетка на тепловые потери шва влияния не оказывает.

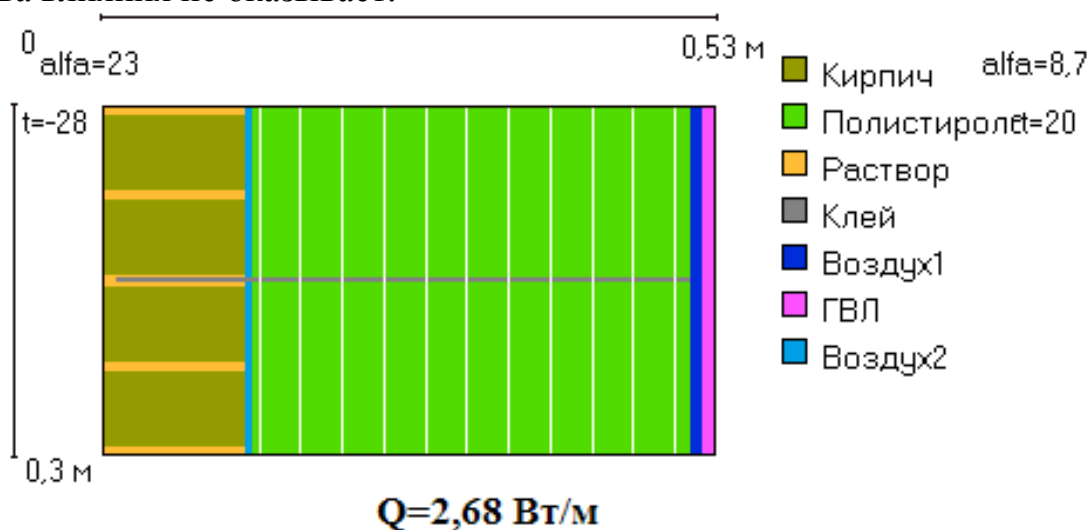


Рис. Б.4.1. Температурное поле узла прохождения горизонтального кладочного шва, армированного базальтовой сеткой

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Результат расчета температурного поля узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного стальной сеткой показан на рис. Б.4.2.

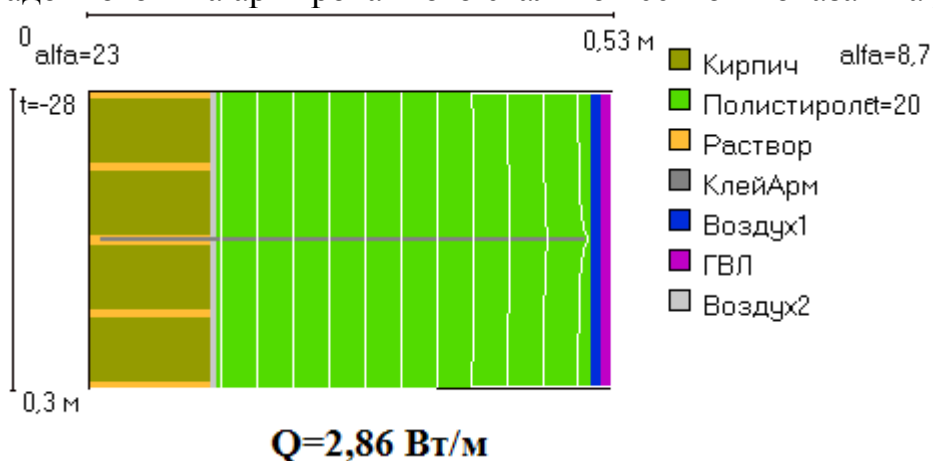


Рис. Б.4.2. Температурное поле узла прохождения горизонтального кладочного шва, армированного стальной сеткой

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Тепловой поток через неоднородный участок стены составил 2,86 Вт/м. Тепловой поток через однородный участок стены рассчитан выше и составляет 2,64 Вт/м. Таким образом, один погонный метр кладочного шва с армированием стальной сеткой создает дополнительные тепловые потери 0,22 Вт/м. Армирование стальной сеткой значительно (5,5 раз) повышает дополнительные тепловые

потери через шов данного вида. Хотя по абсолютному значению дополнительные тепловые потери остаются малыми.

Вертикальный кладочный шов в обоих случаях создает дополнительные тепловые потери менее 0,02 Вт/м и в расчетах не учитывается.

На один квадратный метр стены приходится 3 погонных метра горизонтальных кладочных швов.

Дополнительные удельные тепловые потери от кладочных швов и армирования для кладки с базальтовой сеткой составляют 0,12 Вт/м². Минимальная температура на внутренней поверхности стены 18,8 °С.

Сопротивление теплопередаче по глади стены с учетом кладочных швов составляет:

$$R_{11}^{кл} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{5,22} + 0,12} = 5,15 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт.}$$

Дополнительные тепловые потери за счет кладочных швов и армирования составляют 1,3%.

Дополнительные удельные тепловые потери от кладочных швов и армирования для кладки со стальной сеткой составляют 0,66 Вт/м². Минимальная температура на внутренней поверхности стены 18,7 °С.

Сопротивление теплопередаче по глади стены с учетом кладочных швов составляет:

$$R_{12}^{кл} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{5,22} + 0,66} = 4,87 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт.}$$

Дополнительные тепловые потери за счет кладочных швов и армирования составляют 6,7%.

Стена второго вида

Расчетная область конструкции для узла прохождения горизонтального шва составила: 0,42 м в толщину и 0,3 м в высоту. Область была разбита на 32 тысячи ячеек (210×150).

Результат расчета температурного поля узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного базальтовой сеткой показан на рис. Б.4.3.

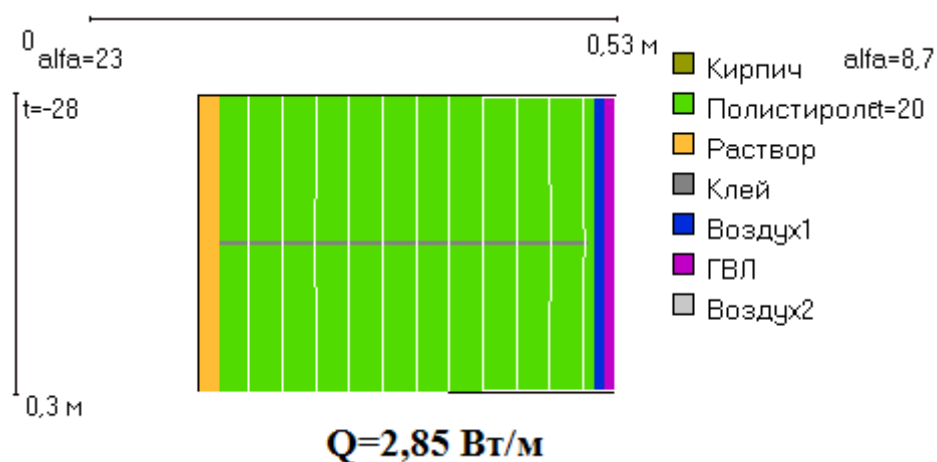


Рис. Б.4.3. Температурное поле узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного базальтовой сеткой

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Тепловой поток через неоднородный участок стены составил 2,85 Вт/м. Тепловой поток через однородный участок стены той же площади составляет:

$$Q_1 = \frac{20 - (-28)}{4,97} \cdot 0,291 = 2,81 \text{ Вт/м.}$$

где 0,291 м – точная высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Таким образом, один погонный метр кладочного шва создает дополнительные тепловые потери 2,85-2,81=0,04 Вт/м. Базальтовая сетка на тепловые потери шва влияния не оказывает.

Результат расчета температурного поля узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного стальной сеткой показан на рис. Б.4.4.

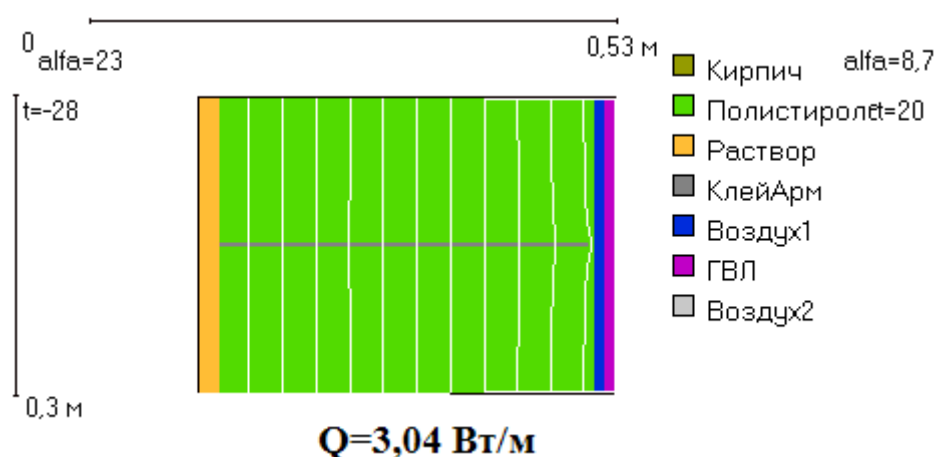


Рис. Б.4.4. Температурное поле узла прохождения горизонтального кладочного шва армированного стальной сеткой

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Тепловой поток через неоднородный участок стены составил 3,04 Вт/м. Тепловой поток через однородный участок стены рассчитан выше и составляет 2,81 Вт/м. Таким образом, один погонный метр кладочного шва с армированием стальной сеткой создает дополнительные тепловые потери $3,04 - 2,81 = 0,23$ Вт/м.

Вертикальный кладочный шов в обоих случаях создает дополнительные тепловые потери менее 0,02 Вт/м и в расчетах не учитывается.

На один квадратный метр стены приходится 3 погонных метра горизонтальных кладочных швов.

Дополнительные удельные тепловые потери от кладочных швов и армирования для кладки с базальтовой сеткой составляют 0,12 Вт/м². Минимальная температура на внутренней поверхности стены 18,8 °С.

Сопrotивление теплопередаче по глади стены с учетом кладочных швов составляет:

$$R_{21}^{\text{кл}} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{4,97} + 0,12} = 4,91 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт.}$$

Дополнительные тепловые потери за счет кладочных швов и армирования составляют 1,2%.

Дополнительные удельные тепловые потери от кладочных швов и армирования для кладки со стальной сеткой составляют 0,69 Вт/м². Минимальная температура на внутренней поверхности стены 18,6 °С.

Сопrotивление теплопередаче по глади стены с учетом кладочных швов составляет:

$$R_{22}^{\text{кл}} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{4,97} + 0,69} = 4,64 \text{ (м}^2\text{°С)/Вт.}$$

Дополнительные тепловые потери за счет кладочных швов и армирования составляют 6,6%.

3.2 Расчет температурного поля различных вариантов узла стыка стены и плиты перекрытия.

Дополнительные тепловые потери через стык стены и плиты перекрытия не зависят от варианта армирования кладки, поэтому рассчитываются узлы для 2 вариантов стены.

Для всех вариантов узла стыка стены и плиты перекрытия размеры расчетной области составляют: высота 1500 мм, ширина 1500 мм. Расчетная область была разбита на 90 тысяч ячеек (300×300).

Стена первого вида.

Температурное поле, полученное в результате расчета узла примыкания плиты перекрытия, приведено на рис. Б.4.5 расчете учтены ж/б ребра в месте

прохождения термовкладыша. Для сравнения на рис. Б.4.5*. приведено температурное поле узла без учета ж/б ребр.

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила 16,7 °С, что выше точки росы 10,7 °С. Максимальная температура на наружной поверхности стены достигается на торце перекрытия и составляет -26,3 °С.

Тепловой поток, проходящий через стену для исследуемого узла конструкции, составил $Q_{11}=20,5$ Вт/м.

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (П2.4) и составляет:

$$Q_{01} = \frac{20 - (-28)}{5,22} \cdot 1,48 = 13,6 \text{ Вт/м.}$$

где 1,48 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $20,5 - 13,6 = 6,9$ Вт на 1 погонный метр стыка стены с плитой перекрытия.

Стена второго вида

Температурное поле, полученное в результате расчета узла примыкания плиты перекрытия, приведено на рис. Б.4.6.

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила 17,0 °С, что выше точки росы 10,7 °С. Максимальная температура на наружной поверхности стены достигается на торце перекрытия и составляет -27,0 °С.

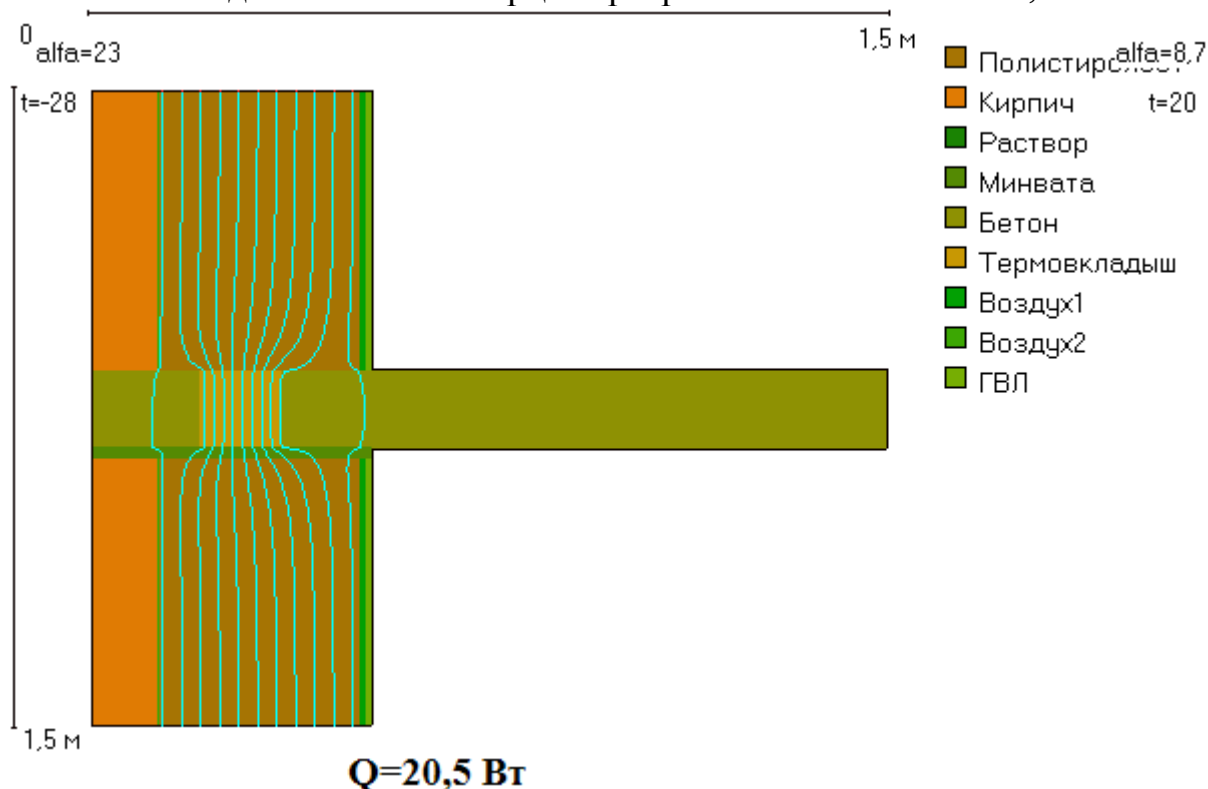


Рис. Б.4.5. Температурное поле узла примыкания плиты перекрытия к стене. Учтены ж/б ребра в месте прохождения термовкладыша

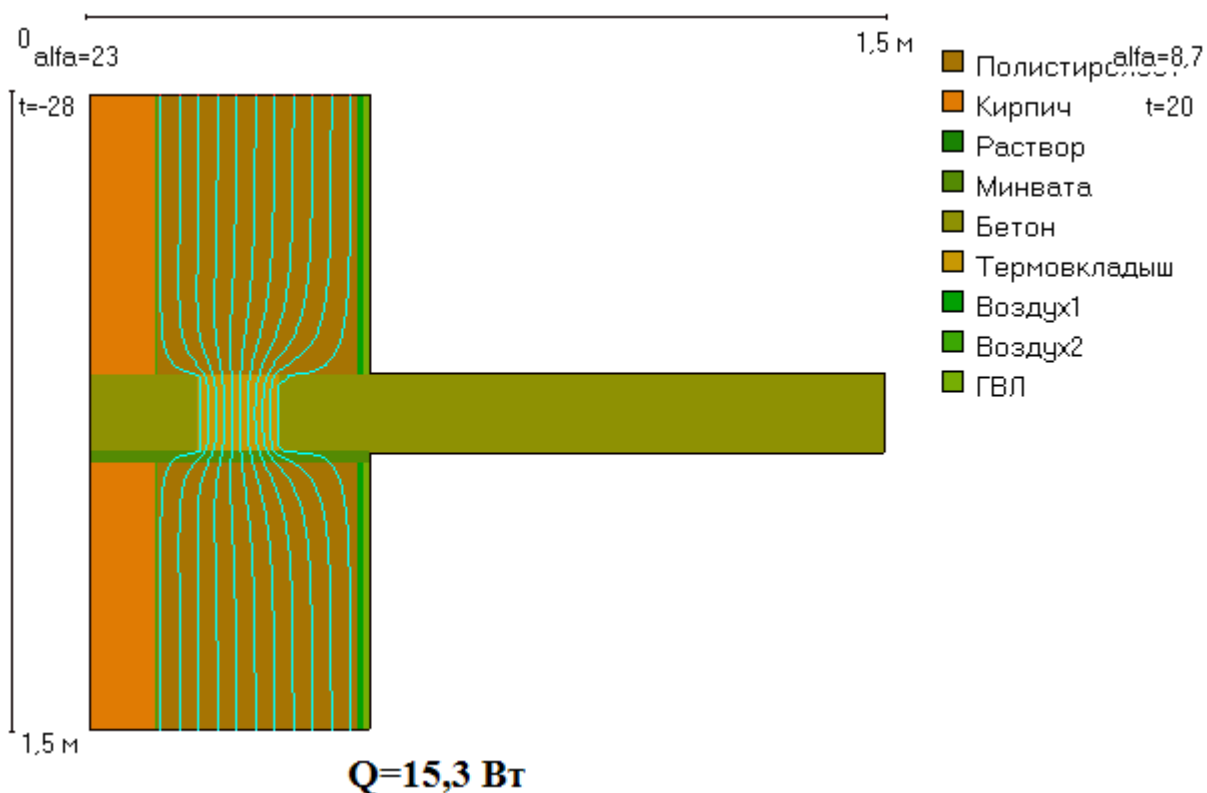


Рис. Б.4.5*. Температурное поле узла примыкания плиты перекрытия к стене.

Без учета ж/б ребер

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

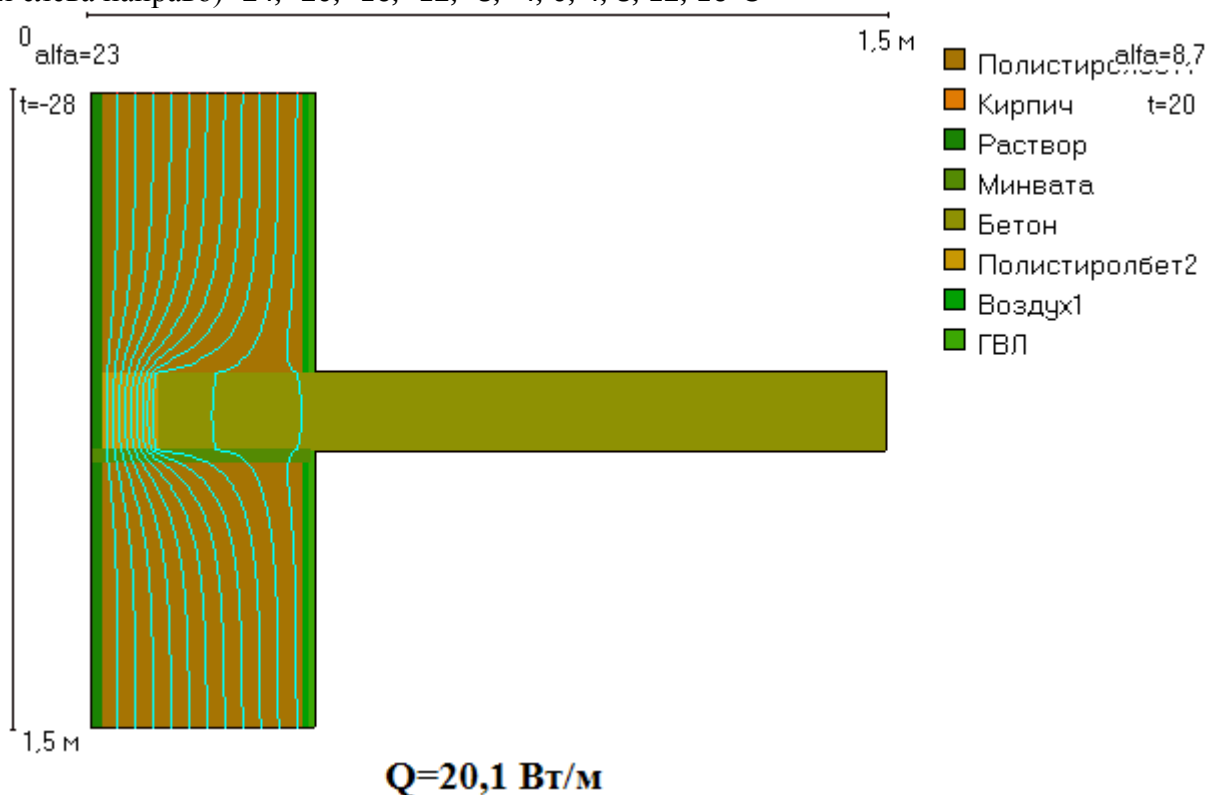


Рис. Б.4.6. Температурное поле узла примыкания плиты перекрытия к стене

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Тепловой поток, проходящий через стену для исследуемого узла конструкции, составил $Q_{12}=20,1$ Вт/м.

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (7.34) и составляет:

$$Q_{02} = \frac{20 - (-28)}{4,97} \cdot 1,49 = 14,4 \text{ Вт/м.}$$

где 1,49 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $20,1 - 14,4 = 5,7$ Вт на 1 погонный метр стыка стены с плитой перекрытия.

Второй вариант примыкания (плита утеплена снаружи полистирол бетоном) является более эффективным, чем стандартное перфорирование плиты перекрытия термовкладышами.

3.3 Расчет температурного поля различных вариантов узла примыкания оконного блока к стене.

Для всех вариантов узла примыкания оконного блока к стене размеры расчетной области составляют: высота 1000 мм, ширина 530 мм. Расчетная область была разбита на 22 тысячи ячеек (200×106).

Узел нижнего примыкания оконного блока к стене первого вида.

Температурное поле, полученное в результате расчета, приведено на рис. Б.4.7.

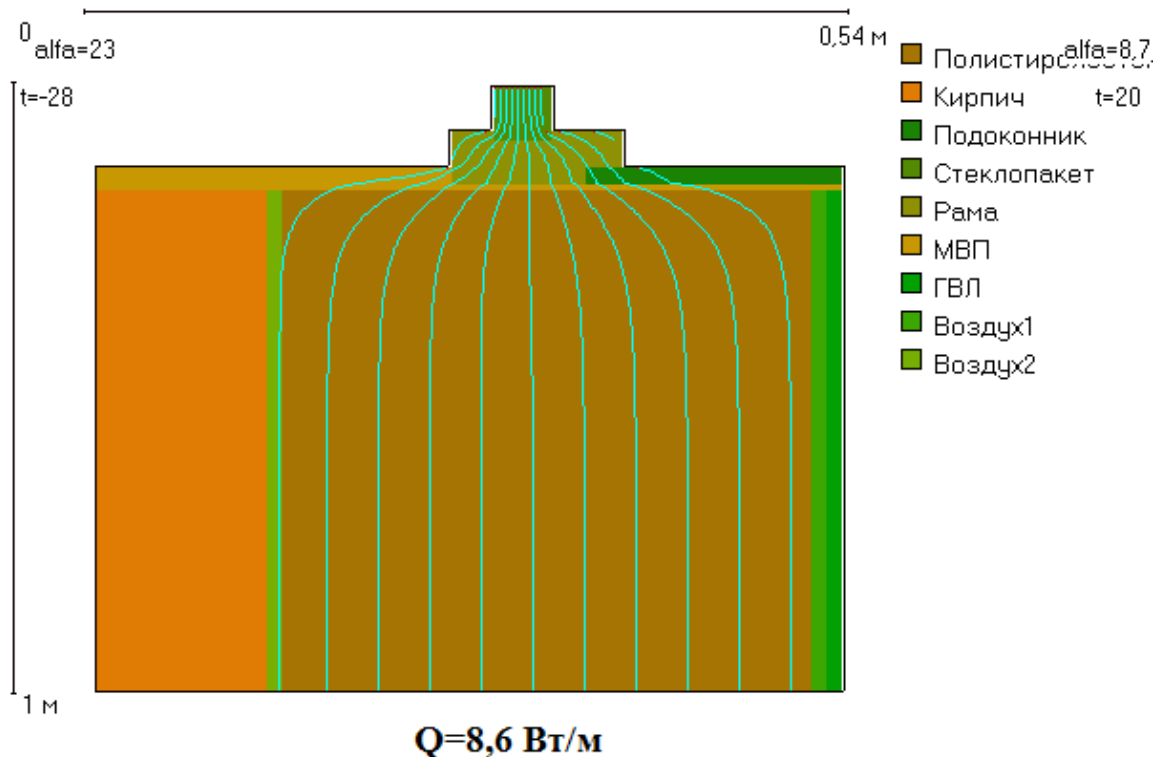


Рис. Б.4.7. Температурное поле узла примыкания оконного блока к стене

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°C

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила 14,2 °С, что выше точки росы 10,7 °С.

Тепловой поток, проходящий через стену и оконный откос для исследуемого узла конструкции, составил $Q_1=8,6$ Вт/м.

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (7.34) и составляет:

$$Q_o = \frac{20 - (-28)}{5,22} \cdot 0,85 = 7,8 \text{ Вт/м.}$$

где 0,85 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $8,6-7,8=0,8$ Вт на 1 погонный метр оконного откоса данной конструкции.

Узел бокового и верхнего примыкания оконного блока к стене первого вида.

Температурное поле, полученное в результате расчета, приведено на рис. Б.4.8.

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила 15,0 °С, что выше точки росы 10,7 °С.

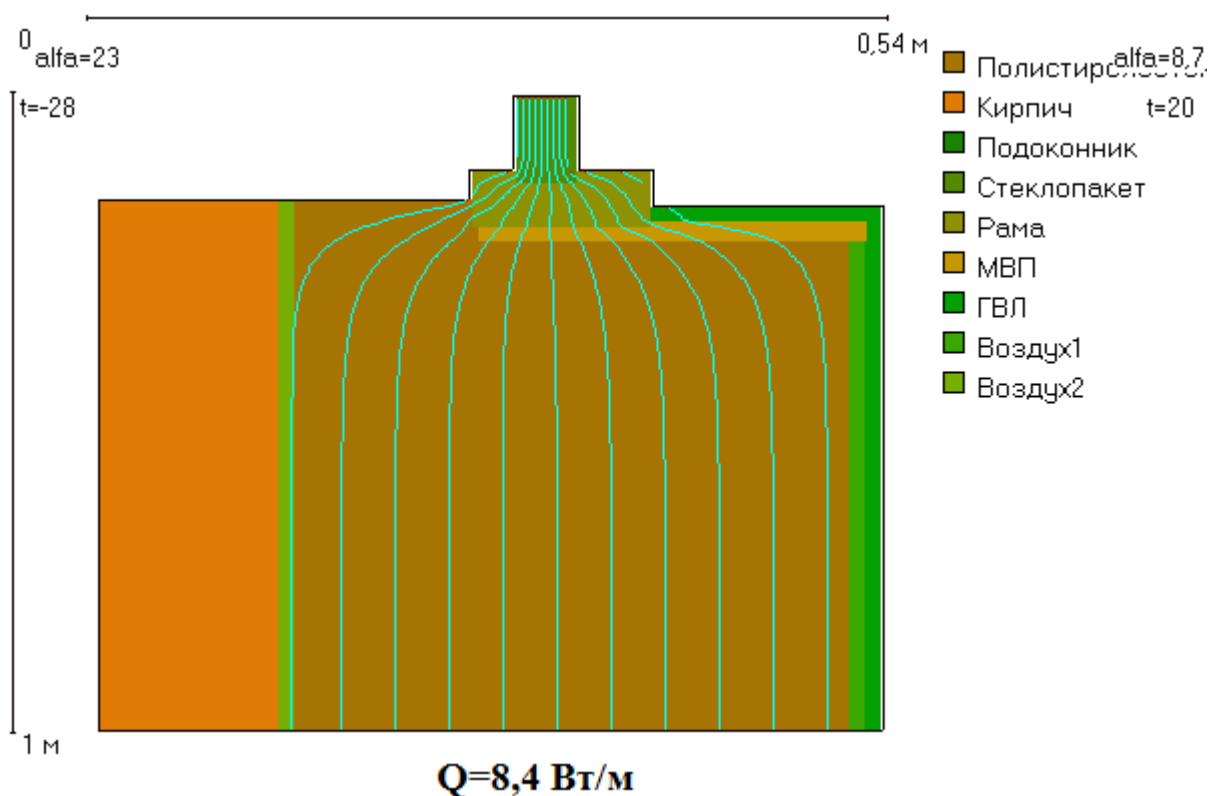


Рис. Б.4.8. Температурное поле узла примыкания оконного блока к стене

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) -24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16°С

Тепловой поток, проходящий через стену и оконный откос для исследуемого узла конструкции, составил $Q_1=8,4$ Вт/м.

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (7.34) и составляет:

$$Q_o = \frac{20 - (-28)}{5,22} \cdot 0,805 = 7,4 \text{ Вт/м.}$$

где 0,805 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $8,4-7,4=1,0$ Вт на 1 погонный метр оконного откоса данной конструкции.

Узел нижнего примыкания оконного блока к стене второго вида.

Температурное поле, полученное в результате расчета, приведено на рис. Б.4.9.

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила $14,1^\circ\text{C}$, что выше точки росы $10,7^\circ\text{C}$.

Тепловой поток, проходящий через стену и оконный откос для исследуемого узла конструкции, составил $Q_1=9,2$ Вт/м.

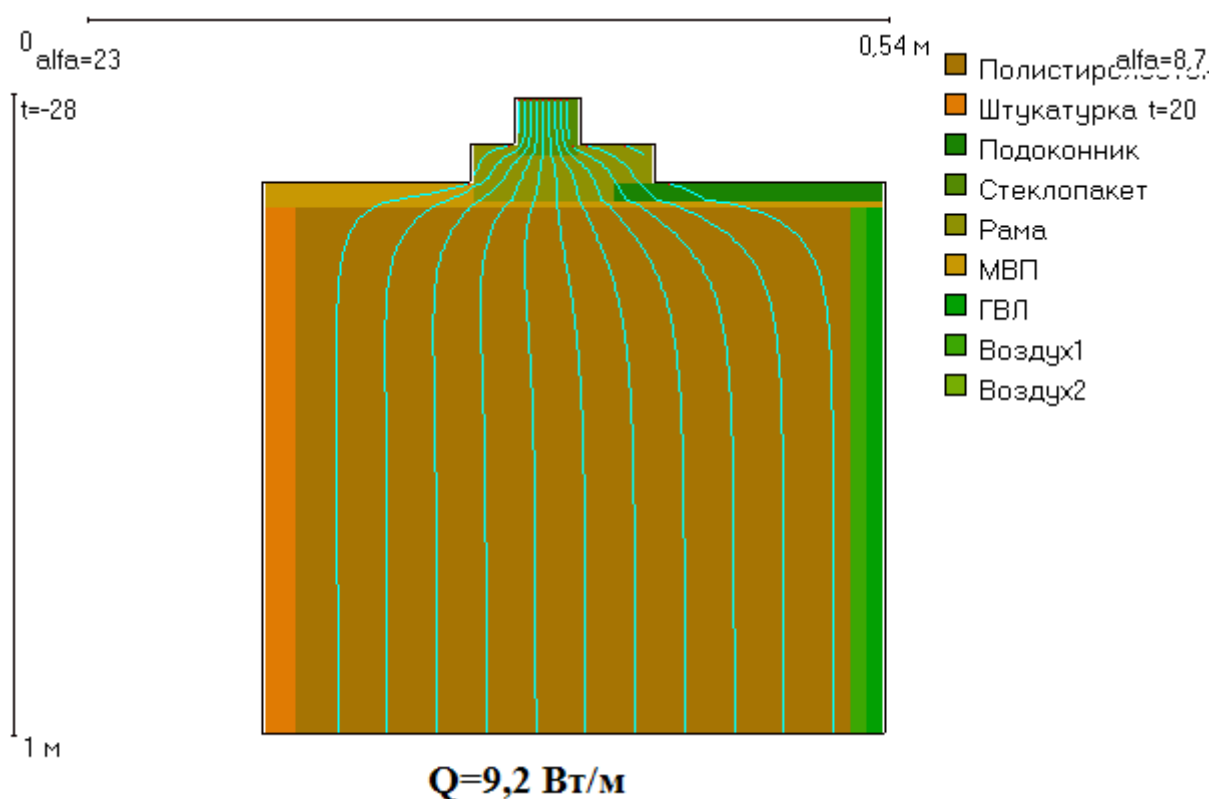


Рис. Б.4.9. Температурное поле узла примыкания оконного блока к стене

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) $-24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16^\circ\text{C}$

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (7.34) и составляет:

$$Q_0 = \frac{20 - (-28)}{4,97} \cdot 0,86 = 8,3 \text{ Вт/м.}$$

где 0,86 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $9,2 - 8,3 = 0,9$ Вт на 1 погонный метр оконного откоса данной конструкции.

Узел бокового и верхнего примыкания оконного блока к стене второго вида.

Температурное поле, полученное в результате расчета, приведено на рис. Б.4.10.

Минимальная температура на внутренней поверхности стены составила $14,9^\circ\text{C}$, что выше точки росы $10,7^\circ\text{C}$.

Тепловой поток, проходящий через стену и оконный откос для исследуемого узла конструкции, составил $Q_1 = 8,9$ Вт/м.

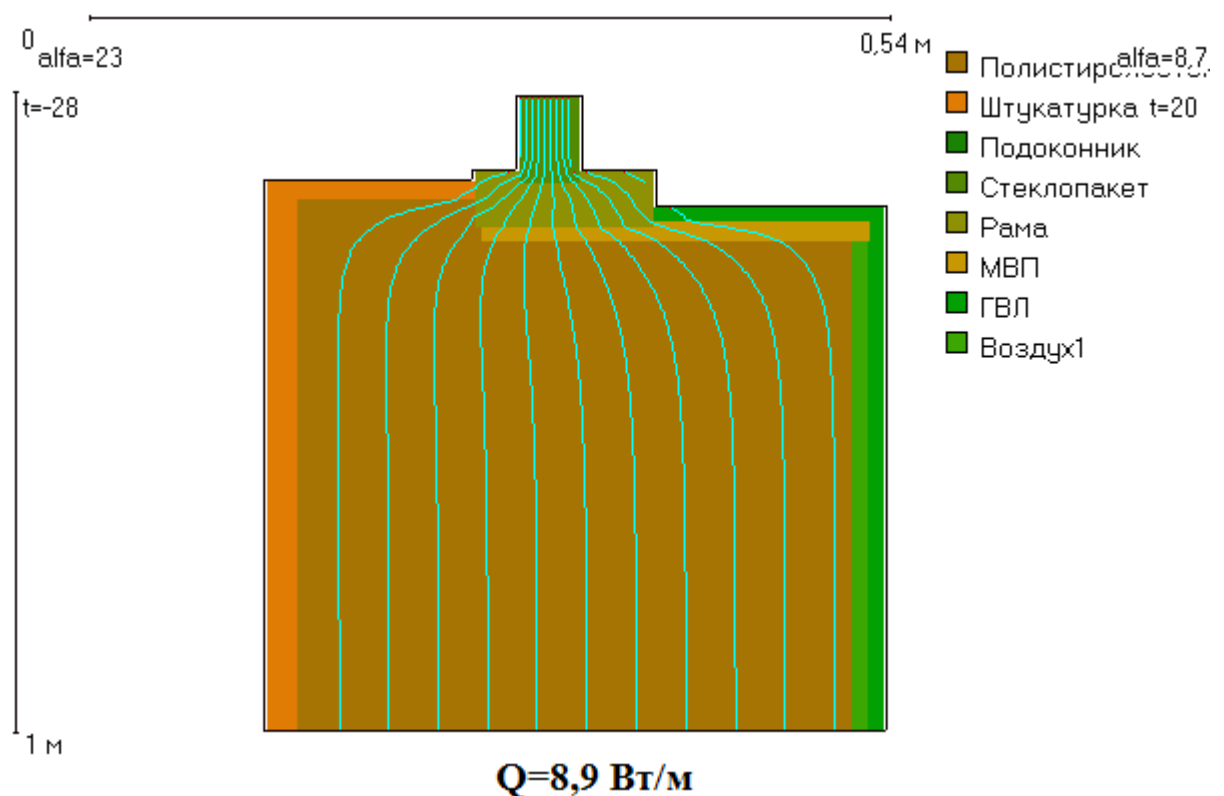


Рис. Б.4.10. Температурное поле узла примыкания оконного блока к стене

На рисунках температурных полей белыми линиями изображены изотермы с температурами (считая слева направо) $-24, -20, -16, -12, -8, -4, 0, 4, 8, 12, 16^\circ\text{C}$

Поток теплоты через исследуемую конструкцию по глади определяется по формуле (7.34) и составляет:

$$Q_0 = \frac{20 - (-28)}{4,97} \cdot 0,818 = 7,9 \text{ Вт/м.}$$

где 0,818 м – высота участка конструкции, вошедшего в расчетную область.

Дополнительный тепловой поток составляет $8,9 - 7,9 = 1,0$ Вт на 1 погонный метр оконного откоса данной конструкции.

4 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены

Для исследуемой стены на один квадратный метр стены в среднем приходится: 0,14 погонных метров нижнего оконного откоса, 0,48 погонных метров бокового и верхнего оконного откоса и 0,4 погонных метра проникновения плиты перекрытия в стену.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены первого вида для кладки армированной базальтовой сеткой составляет:

$$R_{np} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{5,15} + 0,14 \cdot 0,8 + 0,48 \cdot 1,0 + 0,4 \cdot 6,9} =$$

$$= \frac{48}{9,32 + 0,11 + 0,48 + 2,76} = 3,79 (\text{м}^2\text{C}) / \text{Вт.}$$

Коэффициент теплотехнической однородности $\gamma = 3,79 / 5,22 = 0,73$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены первого вида для кладки армированной стальной сеткой составляет:

$$R_{np} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{4,87} + 0,14 \cdot 0,8 + 0,48 \cdot 1,0 + 0,4 \cdot 6,9} =$$

$$= \frac{48}{9,86 + 0,11 + 0,48 + 2,76} = 3,63 (\text{м}^2\text{C}) / \text{Вт.}$$

Коэффициент теплотехнической однородности $\gamma = 3,63 / 5,22 = 0,70$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены второго вида для кладки армированной базальтовой сеткой составляет:

$$R_{np} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{4,91} + 0,14 \cdot 0,9 + 0,48 \cdot 1,0 + 0,4 \cdot 5,7} =$$

$$= \frac{48}{9,78 + 0,13 + 0,48 + 2,28} = 3,79 (\text{м}^2\text{C}) / \text{Вт.}$$

Коэффициент теплотехнической однородности $\gamma = 3,79 / 4,97 = 0,76$.

Приведенное сопротивление теплопередаче стены второго вида для кладки армированной стальной сеткой составляет:

$$R_{np} = \frac{20 - (-28)}{\frac{20 - (-28)}{4,64} + 0,14 \cdot 0,9 + 0,48 \cdot 1,0 + 0,4 \cdot 5,7} =$$

$$= \frac{48}{10,34 + 0,13 + 0,48 + 2,28} = 3,63 (\text{м}^2\text{°C}) / \text{Вт}.$$

Коэффициент теплотехнической однородности $r = 3,63 / 4,97 = 0,73$.

Благодаря более эффективному решению стыка стены и плиты перекрытия для стены второго вида, результирующее приведенное сопротивление теплопередаче обоих видов стен совпадает.

Б.4.2 Примеры оценочных расчетов приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен из полистиролбетонных блоков

Исходные данные по зданиям и наружным стенам

25-этажный жилые дома в г. Москве с оштукатуренным и кирпичным фасадами, наружные стены из полистиролбетонных блоков плотностью D250 толщиной 375 мм и высотой 295 мм, укладываемых на "теплом" клею с расчетной средней толщиной кладочных швов – 3 мм и использованием базальтовой сетки для горизонтальных связей, внутренняя облицовка ГВЛ-20 мм.

Требуемое значение приведенного сопротивления теплопередаче стены составляет согласно данным п.7.3.1.2 $R_o^{np} = 3,50 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены с оштукатуренным на 20 мм фасадом

Расчет проводим по формуле (7.6), принимая следующие исходные данные:

- коэффициент теплотехнической однородности стены $r = 0,77$ (согласно п.7.3.3.4);
- коэффициент теплообмена у внутренней поверхности стены $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ и у наружной поверхности стены $\alpha_{н} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ (согласно СП 50.13330);
- общая толщина слоев ГВЛ – $\delta_{ГВЛ} = 0,02 \text{ м}$;
- расчетный коэффициент теплопроводности ГВЛ – $\lambda_{ГВЛ} = 0,4 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$ согласно данным табл.7.4;
- $R_{в.п.г.}$ – термическое сопротивление невентилируемого воздушного зазора между блочной кладкой и ГВЛ, принимаемое равным по данным п.7.3.3.3 – $0,08 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$;
- толщина полистиролбетонного блока – $\delta_{ПСБ} = 0,375 \text{ м}$;
- расчетный коэффициент теплопроводности полистиролбетона плотностью B250 – $\lambda_{ПСБ} = 0,08 \text{ Вт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$ (согласно данным табл.4.3);
- коэффициент теплотехнической однородности кладки из полистиролбетонных блоков на клею $r_{кл} = 0,975$ (согласно табл.5.5);
- толщина штукатурного фасадного слоя $\delta_{шт} = 0,02 \text{ м}$;

- расчетный коэффициент теплопроводности штукатурного слоя из цементно-песчаного раствора $\lambda_{шт}=0,93$ Вт/(м°С) (согласно данным табл.7.4).

Величину приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для ее предварительной оценки определяем по преобразованной формуле (7.6)

$$R_o^{np} = r \left(\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_{ГВЛ}}{\lambda_{ГВЛ}} + 0,7R_{в.п.г.} + \frac{\delta_{ПСБ}}{\lambda_{ПСБ}} r_{кл} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

$$= 0,77 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,4} + 0,7 \cdot 0,08 + \frac{0,375}{0,08} 0,975 + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} \right) = 3,74 \text{ м}^2\text{°С / Вт}.$$

Сравнение расчетного и нормируемого приведенного сопротивления теплопередаче показывает, что $R_o^{np} = 3,74 > R_o^{np} = 3,5 \text{ м}^2\text{°С / Вт}$, т.е. R_o^{np} превосходит R_o^{tp} .

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены с кирпичным фасадом (в 0,5 кирпича с ограниченной пустотностью)

Для расчета принимаем приведенные выше параметры (за исключением данных по штукатурке) и используем данные по кирпичной кладке и воздушному неветилируемому зазору между кирпичной и блочной кладками:

- $\delta_{кир}=0,12$ м – толщина фасадной кирпичной кладки;
- $\lambda_{кир}=0,64$ Вт/(м°С) – по данным табл.7.4;
- $R_{в.п.к.}$ – термическое сопротивление неветилируемого воздушной прослойки между кирпичной и блочной кладками, принимаемый равным $0,09 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ (по данным п.7.3.3.3).

Коэффициент теплотехнической однородности стен принимаем согласно п.7.3.3.4 – $r=0,74$.

Величину приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для ее предварительной оценки определяем по преобразованной формуле (7.6)

$$R_o^{np} = r \left(\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_{ГВЛ}}{\lambda_{ГВЛ}} + 0,7R_{в.п.г.} + \frac{\delta_{ПСБ}}{\lambda_{ПСБ}} r_{кл} + 0,9R_{в.п.к.} + \frac{\delta_{кир}}{\lambda_{кир}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) =$$

$$= 0,74 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,4} + 0,7 \cdot 0,08 + \frac{0,375}{0,08} 0,975 + 0,9 \cdot 0,09 + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} \right) = 3,78 \text{ м}^2\text{°С / Вт}.$$

Сравнение расчетного и нормируемого приведенного сопротивления теплопередаче показывает, что $R_o^{np}=3,78 \text{ м}^2\text{°С/Вт} > R_o^{tp}=3,5 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$, т.е. R_o^{np} превосходит R_o^{tp} .

Следует отметить, что данные оценочных расчетов приведенного сопротивления теплопередаче обоих вариантов стен практически совпадают с результатами расчетов этого параметра по температурным полям (Приложение Б.4.1), т.к. оценочные значения ниже последних всего на 1,3%.

Б.4.3 Пример расчета нестационарного влажностного режима наружных стен из полистиролбетонных блоков

Нестационарный влажностный режим рассчитывается по методике, приведенной в п.7.3.4.

Стена из полистиролбетона с облицовкой кирпичной кладкой

Внутреннее и наружное сопротивление влагообмену приняты равным $0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

Графики типичного распределения влажности по толщине ограждающей конструкции приведены на рис. Б.4.11 и Б.4.12.

Квазистационарный влажностный режим конструкции устанавливается через 6 лет после начала эксплуатации здания. Максимальная влажность полистиролбетона достигается в марте на наружной границе слоя и составляет 5,8% влажности по массе (относительная влажность воздуха 87%). Максимальная влажность меньше максимальной сорбционной, кроме того, отсутствует влагонакопление в годовом периоде эксплуатации. Тем самым выполнены оба требования СП 50.13330 к влажностному режиму ограждающих конструкций.

В целом влажность всех слоев конструкции остается в пределах сорбционных влажностей. Средние влажности всех слоев конструкции в месяц наибольшего увлажнения заметно меньше величины приведенной в СП 23-101, что обеспечивает для материалов режим эксплуатации более благоприятный, чем предусмотрено расчетными условиями Б.

Стена из полистиролбетона с наружной штукатуркой

Внутреннее и наружное сопротивление влагообмену приняты равным $0,02 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$.

Графики типичного распределения влажности по толщине ограждающей конструкции приведены на рис. Б.4.13 и Б.4.14.

Квазистационарный влажностный режим конструкции устанавливается через 5 лет после начала эксплуатации здания. Максимальная влажность полистиролбетона достигается в феврале на наружной границе слоя и составляет 6,2% влажности по массе (относительная влажность воздуха 90%). Максимальная влажность меньше максимальной сорбционной, кроме того, отсутствует влагонакопление в годовом периоде эксплуатации. Тем самым выполнены оба требования СП 50.13330 к влажностному режиму ограждающих конструкций.

В целом влажность всех слоев конструкции остается в пределах сорбционных влажностей. Средние влажности всех слоев конструкции в месяц наибольшего увлажнения заметно меньше величины приведенной в СП 131.13330, что обеспечивает для материалов режим эксплуатации более благоприятный, чем предусмотрено расчетными условиями Б.

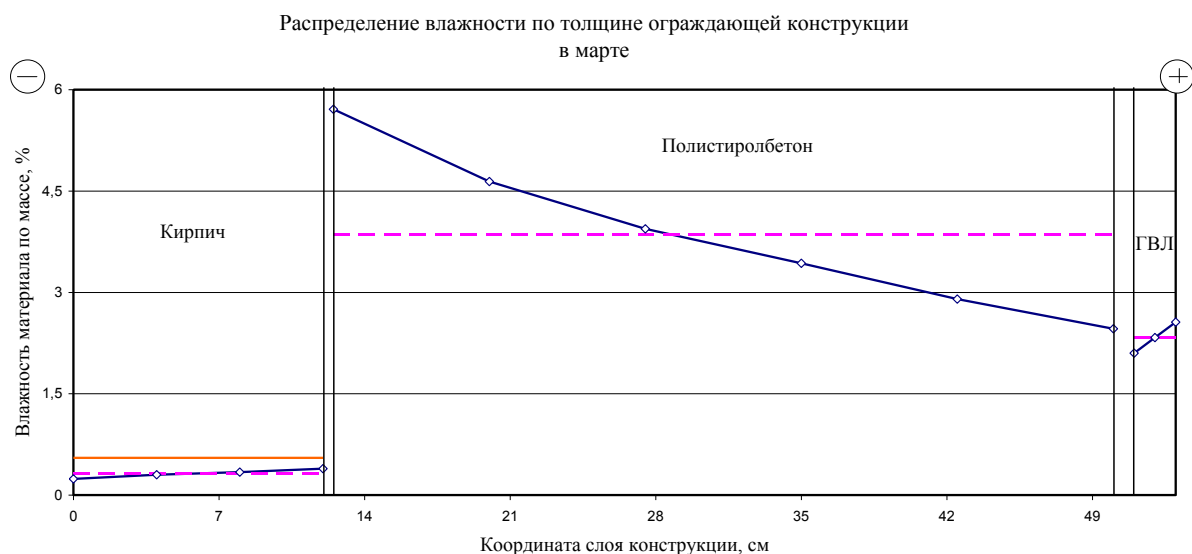


Рис. Б.4.11. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наибольшего увлажнения

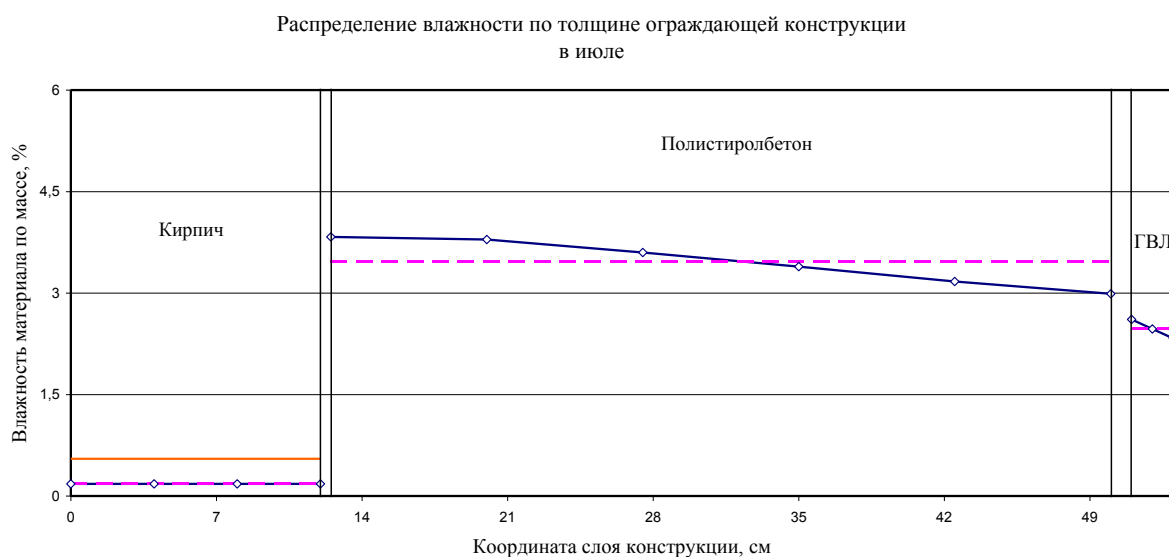


Рис. Б.4.12. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наименьшего увлажнения

На графиках синяя линия с ромбовидными точками – расчетная влажность материала по массе в %, пунктирная линия – средние значения влажности для каждого материала, сплошная линия максимальная сорбционная влажность материалов.

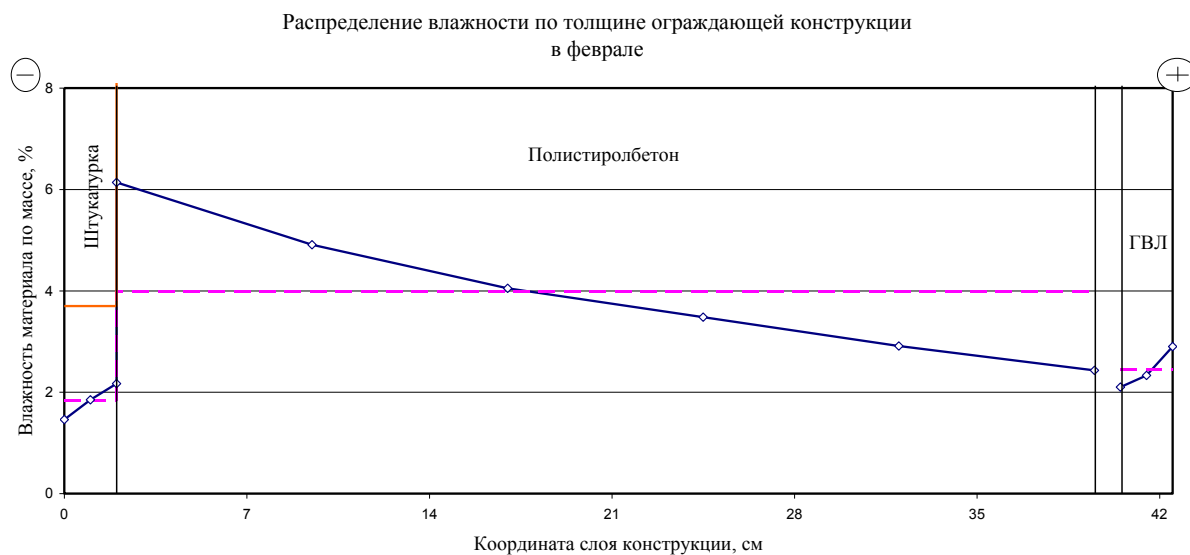


Рис. Б.4.13. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наибольшего увлажнения

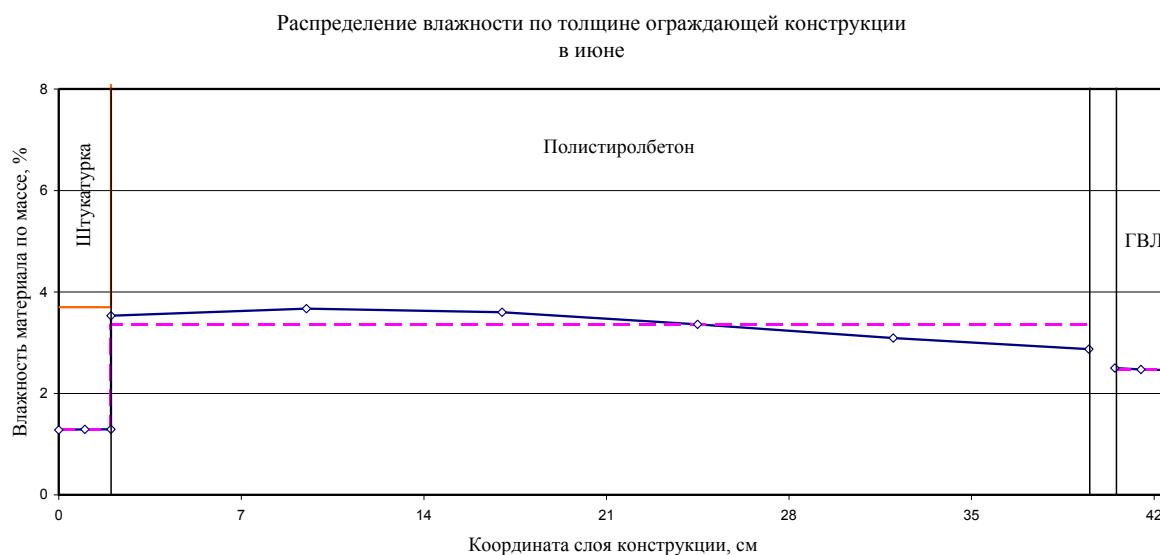


Рис. Б.4.14. Распределение влажности материала по толщине стены в месяц наименьшего увлажнения

На графиках синяя линия с ромбовидными точками – расчетная влажность материала по массе в %, пунктирная линия – средние значения влажности для каждого материала, сплошная линия максимальная сорбционная влажность материалов.

Б.4.4 Пример расчета сопротивления воздухопроницанию глухого участка наружной стены из полистиролбетонных блоков

Исходные данные по зданию и наружной стене взяты из примера расчета Б.4.2 для варианта: наружная облицовка 0,5 кирпича, ПСБ блоки D250 толщиной 375 мм и ГВЛ 20 мм.

Расчет требуемого сопротивления воздухопроницанию проводим по формуле (12) СП 50.13330

$$R_{\text{и}}^{\text{тр}} = \frac{\Delta P}{G^{\text{н}}},$$

где ΔP - разность давления воздуха на наружной и внутренней поверхности ограждающей конструкции, Па;

$G^{\text{н}}$ - нормативная воздухопроницаемость ограждающей конструкции, кг/(м²·ч).

ΔP определяется по формуле (13) СП 50.13330

$$\Delta P = 0,55H(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03\gamma_{\text{н}}v^2,$$

где H - высота здания, которую принимаем для 25-и этажного дома равной $H=3 \cdot 25=75$ м;

$\gamma_{\text{н}}$ и $\gamma_{\text{в}}$ - удельный вес в Н/м³ соответственно наружного и внутреннего воздуха, определяемый по формуле (14) СП 50.13330

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t},$$

где $t=t_{\text{в}}$ и $t=t_{\text{н}}$ - соответственно, для расчетных температур наружного и внутреннего воздуха ($\gamma_{\text{н}}=14,13$ Н/м³ и $\gamma_{\text{в}}=11,73$ Н/м³);

v - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более; принимаем по данным СП 131.13330 $v=5,1$ м/с.

Нормативную воздухопроницаемость определяем по табл. 11 СП 50.13330 - $G^{\text{н}} = 0,5$ кг/(м²·ч).

Определяем разность давления воздуха на наружной и внутренней поверхности наружной стены

$$\Delta P = 0,55H(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) + 0,03\gamma_{\text{н}}v^2 = 0,55 \cdot 75(14,13 - 11,73) + 0,03 \cdot 14,13 \cdot 5,1^2 = 110,03 \text{ Па}$$

Имея все исходные характеристики, подсчитываем значение требуемого сопротивления воздухопроницанию

$$R_{\text{и}}^{\text{тр}} = \frac{\Delta P}{G^{\text{н}}} = \frac{110}{0,5} = 220 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}.$$

Расчетное сопротивление воздухопроницанию наружной стены подсчитываем по формуле:

$$R_{\text{и}} = R_{\text{и.кир}} + R_{\text{и.ПСБ}} + R_{\text{и.ГВЛ}},$$

где $R_{\text{и.кир}}$, $R_{\text{и.ПСБ}}$ и $R_{\text{и.ГВЛ}}$ - сопротивление воздухопроницанию слоев стены: наружной отделки - кладки из пустотелого кирпича, полистиролбетона.

По данным табл. 17 СП 23-101 принимаем $R_{\text{и.кир}}=2$ м²·ч·Па/кг и $R_{\text{и.ГВЛ}}=20 \cdot 2=40$ м²·ч·Па/кг (как для гипсовой сухой штукатурки).

По данным п.7.3.1.5 настоящего СТО принимаем $R_{и.ПСБ}=120 \cdot 3,75=450$ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

С использованием значений сопротивления воздухопроницанию слоев наружной стены, определяем:

$$R_{и} = R_{и.кир} + R_{и.ПСБ} + R_{и.ГВЛ} = 2 + 450 + 40 = 492 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}.$$

Расчетное сопротивление воздухопроницанию наружной стены превышает требуемое значение, т.к. $R_{и} = 492 > 220 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$, вследствие чего требование по воздухопроницанию удовлетворяется со значительным запасом.

Для заполнения энергетического паспорта здания определяем расчетную воздухопроницаемость глухого участка наружной стены, используя формулу (12) СП 50.13330:

$$G = \frac{\Delta P}{R_{и}} = \frac{110}{492} = 0,22 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Это значение G меньше нормативной воздухопроницаемости, т.к.

$$G^H = 0,5 > G = 0,22 \text{ кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч}).$$

Б.4.5 Пример теплотехнического расчета совмещенного покрытия административного здания с утеплением монолитным полистиролбетоном

Исходные данные по зданию и покрытию

Административное здание общественного назначения в г. Москве с совмещенным (безчердачным) покрытием, состоящим из несущей сплошной железобетонной плиты толщиной 160 мм, пароизоляционного слоя из полиэтиленовой пленки толщиной 2 мм, теплоизоляционного слоя из монолитного полистиролбетона плотностью D200 средней толщиной 330 мм и минимальной толщиной 30 мм (у водослива), выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора средней толщиной 5 мм, а также гидроизоляционного покрытия из 3-х слоев рубероида на битумной мастике, соответственно, толщиной по 1,5 и 2,0 мм.

Расчет требуемого приведенного сопротивления теплопередаче

Согласно п.7.3.1.2 количество градусо-суток отопительного периода при расчетной температуре внутреннего воздуха $t_{в}=20$ °С составляет ГСОП=4943 °С·сут.

С использованием данных СП 50.13330, линейной интерполяцией находится требуемое приведенное сопротивление теплопередаче покрытия

$$R_{о}^{тп} = 4,2 + \frac{5,2 - 4,2}{6000 - 4000} (4943 - 4000) = 4,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}.$$

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

В соответствии с формулами (7) и (8) СП 23-101 приведенное сопротивление теплопередаче утепленного полистиролбетоном покрытия определяется из выражения

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_{\text{нес}} + R_{\text{п}} + R_{\text{ПСБ}} + R_{\text{в.с.}} + R_{\text{г}} + \frac{1}{\alpha_H},$$

где $R_{\text{нес}}$, $R_{\text{п}}$, $R_{\text{ПСБ}}$, $R_{\text{в.с.}}$ и $R_{\text{г}}$ - соответственно термические сопротивления несущего элемента, пароизоляции, полистиролбетонного утеплителя, выравнивающей стяжки и гидроизоляции;

α_B и α_H - коэффициенты теплообмена, соответственно, у внутренней и у наружной поверхности покрытия.

Значения исходных расчетных параметров принимаются следующими:

- термическое сопротивление несущей железобетонной плиты покрытия при ее толщине $\delta_{\text{жб}}=0,16$ м и коэффициенте теплопроводности $\lambda_{\text{жб}}=2,04$ м²°C/Вт (согласно табл. 7.4)

$$R_{\text{нес}} = \frac{\delta_{\text{жб}}}{\lambda_{\text{жб}}} = \frac{0,16}{2,04} = 0,08 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

- суммарное термическое сопротивление пароизоляции и выравнивающей стяжки с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{п}}=0,42$ Вт/м°С и $\lambda_{\text{в.с.}}=0,93$ Вт/м°С (согласно табл. 7.4) толщинами $\delta_{\text{п}}=0,002$ м и $\delta_{\text{в.с.}}=0,005$ м составит

$$R_{\text{п}} + R_{\text{в.с.}} = \frac{\delta_{\text{п}}}{\lambda_{\text{п}}} + \frac{\delta_{\text{в.с.}}}{\lambda_{\text{в.с.}}} = \frac{0,002}{0,42} + \frac{0,005}{0,93} \approx 0,01 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

- термическое сопротивление теплоизоляционного слоя из монолитного полистиролбетона среднего качества толщиной $\delta_{\text{ПСБ}}=0,33$ м плотностью D200 с $\lambda_{\text{ПСБ}}=0,073$ Вт/м°С (согласно табл. 4.8)

$$R_{\text{ПСБ}} = \frac{0,33}{0,073} = 4,52 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

- термическое сопротивление гидроизоляции из 3-х слоев рубероида толщиной $\delta_{\text{руб}}=0,0015$ м и битумной мастики толщиной $\delta_{\text{бит}}=0,002$ м с коэффициентами теплопроводности $\lambda_{\text{руб}}=0,17$ Вт/м°С и $\lambda_{\text{бит}}=0,27$ Вт/м°С (согласно табл. 7.1)

$$R_{\text{г}} = 3 \left(\frac{\delta_{\text{руб}}}{\lambda_{\text{руб}}} + \frac{\delta_{\text{мас}}}{\lambda_{\text{мас}}} \right) = 3 \left(\frac{0,0015}{0,17} + \frac{0,002}{0,27} \right) = 0,05 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

- коэффициенты теплоотдачи покрытия принимаем согласно СП 50.13330 для внутренней поверхности $\alpha_B=8,7$ Вт/(м²°C) и для наружной поверхности $\alpha_H=23$ Вт/(м²°C).

Приведенное сопротивление теплопередаче утепленного покрытия составит

$$\begin{aligned} R_o &= \frac{1}{\alpha_B} + R_{\text{нес}} + R_{\text{п}} + R_{\text{ПСБ}} + R_{\text{в.с.}} + R_{\text{г}} + \frac{1}{\alpha_H} = \\ &= \frac{1}{8,7} + 0,08 + 0,01 + 4,52 + 0,05 + \frac{1}{23} = 4,82 \text{ м}^2\text{°C/Вт}. \end{aligned}$$

Приведенное расчетное сопротивление теплопередаче покрытия равно требуемому

$$R_o = 4,82 > R_o^{\text{тр}} = 4,7 \text{ м}^2\text{°C/Вт}.$$

Следовательно, условие теплозащиты удовлетворяется.

Проверка условия невыпадения конденсата на внутренней поверхности покрытия

Согласно табл. 3.1 МГСН 2.01 при расчетной температуре внутреннего воздуха в помещении $t_b = +20$ °С температура точки росы на внутренней поверхности ограждающей конструкции будет равна $t_d = +10,7$ °С.

В соответствии с указанием п.7.3.6 условие невыпадения конденсата проверяем для участка покрытия с минимальной проектной толщиной утеплителя.

Сопrotивление теплопередаче этого участка (без учета пароизоляции и стяжки) с толщиной утеплителя $\delta_{\text{ПСБ}}^{\text{min}} = 0,03$ м составит:

$$\begin{aligned} R_o^{\text{пр}} &= \frac{1}{\alpha_b} + R_{\text{нес}} + R_{\text{п}} + \frac{\delta_{\text{ПСБ}}^{\text{min}}}{\lambda_{\text{ПСБ}}^{\text{min}}} + R_{\text{г}} + \frac{1}{\alpha_n} = \\ &= \frac{1}{8,7} + 0,08 + 0,01 + \frac{0,03}{0,075} + 0,05 + \frac{1}{23} = 0,69 \text{ м}^2 \text{ °С / Вт}. \end{aligned}$$

По формуле (2.24) «Пособия к МГСН 2.01» [7] определяем температуру на внутренней поверхности покрытия при минимальной расчетной температуре наружного воздуха

$$\tau = t_b - \frac{t_b - t_n}{R_o \cdot \alpha_b} = 20 - \frac{20 - 28}{0,69 \cdot 8,7} = 12,0^\circ \text{C} > 10,7^\circ \text{C} = t_p,$$

т.е. условие невыпадения конденсата удовлетворяется.

Б.5 Пример расчета звукоизоляции глухой наружной стены из полистиролбетонных блоков, оштукатуренных с двух сторон

Исходные данные: толщина каждого штукатурного слоя $d_{\text{шт}} = 20$ мм, плотность $\gamma_{\text{шт}} = 1600$ кг/м³. Толщина полистиролбетонных блоков $d_{\text{ПСБ}} = 375$ мм, плотность $\gamma_{\text{ПСБ}} = 250$ кг/м³, динамический модуль упругости $E_d = 8,5 \cdot 10^5$ Па (см. п. 4.1.11).

Расчетом проверяется индекс воздушного шума R_w и звукоизоляция $R_{A \text{ тран}}$ рассматриваемой стены в соответствии с рекомендациями СП 23-103.

Поверхностная плотность штукатурных слоев

$$m_1 = m_2 = \gamma_{\text{шт}} d_{\text{шт}} = 1600 \cdot 0,02 = 32 \text{ кг/м}^2.$$

Частотная характеристика изоляции шума определяется графическим способом в виде ломаной линии, последовательность построения представлена на рисунке Г.5.1.

Строится частотная характеристика изоляции для стены, состоящей из одного слоя штукатурки, (п. 3.5 СП 23-103) – линия ABCD. Координаты точек В и С принимаются по табл. 11 СП 23-103:

$$f_B = 10000 / d_{\text{шт}} = 10000 / 20 = 500 \text{ Гц}; R_B = 34 \text{ дБ};$$

$$f_C = 20000 / d_{\text{шт}} = 1000 \text{ Гц}; R_C = 28 \text{ дБ}.$$

Отрезки АВ и CD строятся по рисунку 5 СП 23-103, т.е. наклон АВ составляет 4,5 дБ/окт., наклон CD 7,5 дБ/окт.

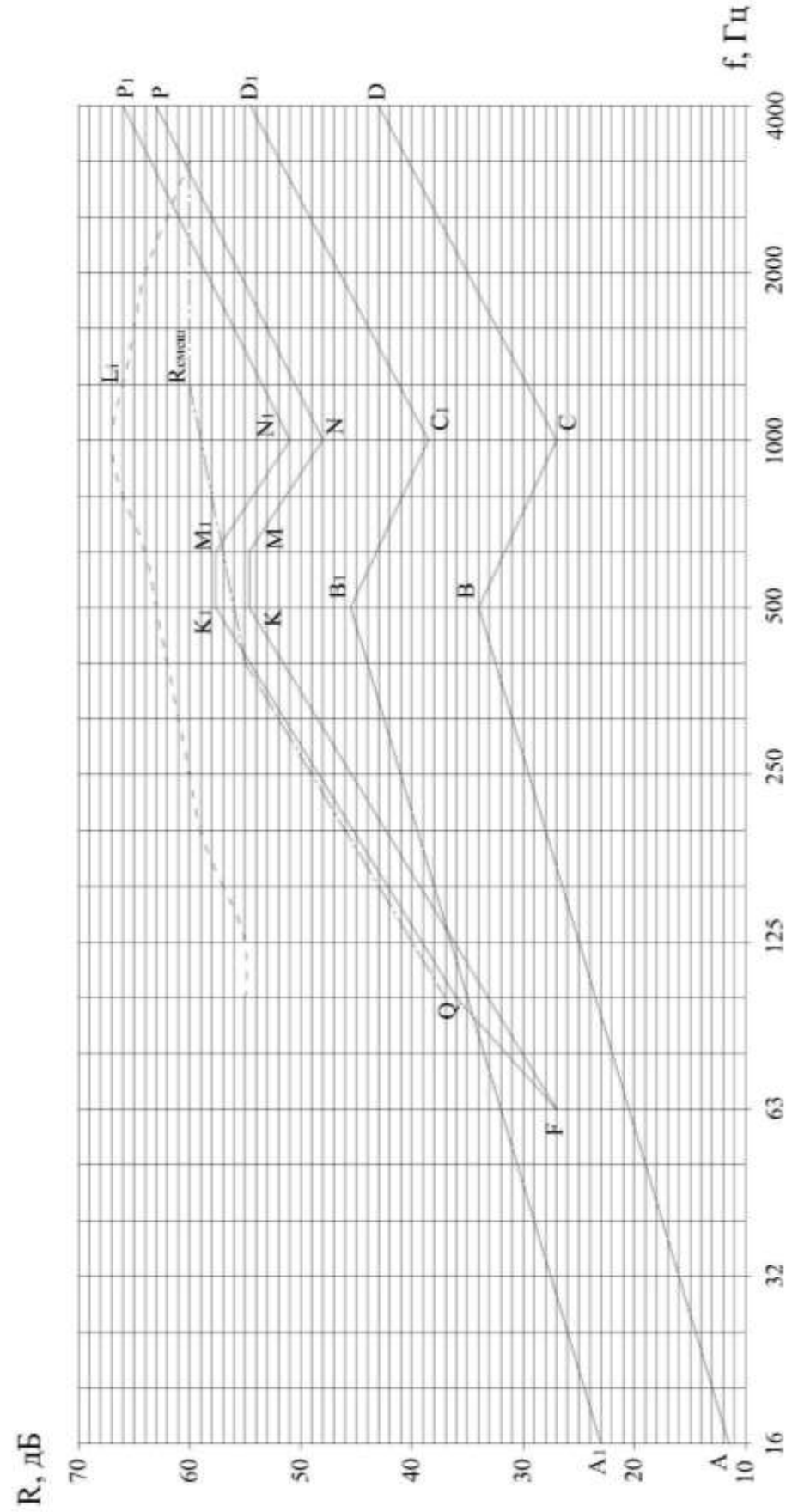


Рисунок Б.5.1 Расчетная частотная характеристика стены

Общая поверхностная плотность ограждения определяется с учетом двух штукатурных слоев с плотностью $m_1 = m_2 = 32 \text{ кг/м}^2$ и поверхностной плотности заполнения $m_3 = 250 \cdot 0,375 = 93,75 \text{ кг/м}^2$. Общая поверхностная плотность $m_{\text{общ}} = 32 \cdot 2 + 93,75 = 158 \text{ кг/м}^2$, соотношение $m_{\text{общ}} / m_1 = 158 / 32 = 4,93$. По таблице 12 СП 23-103 определяется величина поправки $DR_1 = 10,5 \text{ дБ}$ и на графике строится линия $A_1B_1C_1D_1$ путем прибавления к ординатам линии $ABCD$ поправок DR_1 на увеличение поверхностной плотности.

Частота резонанса f_p для стены с полистиролбетоном (пористый материал с жестким скелетом) определяется по формуле (11) СП 23-103:

$$f_p = 0,16 \cdot \sqrt{\frac{E_d(m_1 + m_2)}{d_{\text{псб}} m_1 m_2}} = 0,16 \cdot \sqrt{\frac{8,5 \cdot 10^5 \cdot (32 + 32)}{0,375 \cdot 32 \cdot 32}} = 60,2 \text{ Гц},$$

с округлением до ближайшей среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы $f_p = 63 \text{ Гц}$.

На частоте $f_p = 63 \text{ Гц}$ величина звукоизоляции в соответствии с п. 3.6 СП 23-103 на 4 дБ ниже линии $A_1B_1C_1D_1$ (точка F на рисунке Б.5.1.), тогда $R_F = 26,8 \text{ дБ}$.

На частоте 8 f_p (три октавы выше частоты резонанса), т.е. $f_K = 500 \text{ Гц}$ находится точка K с ординатой $R_K = R_F + H$, где $H = 28 \text{ дБ}$ по таблице 13 СП 23-103, $R_K = 26,8 + 28 = 54,8 \text{ дБ}$. Точка K лежит на одной вертикали с точкой B.

Определяется поправка $DR_2 = R_K - R_B = 9,6 \text{ дБ}$. От точки K до следующей 1/3-октавной полосы проводится горизонтальный отрезок K M.

Точка N находится на частоте $f_C = 1000 \text{ Гц}$, причем $R_N = R_{C1} + DR_2 = R_C + DR_1 + DR_2 = 28 + 10,5 + 9,6 = 48,1 \text{ дБ}$.

На частоте 1,6 $f_p = 100 \text{ Гц}$ точка Q расположена выше соответствующей точки прямой FK на величину поправки $DR_4 = 3 \text{ дБ}$ (таблица 14 СП 23-103). Линия $QK_1M_1N_1P_1$ смещена вверх относительно линии FKMNP на $DR_4 = 3 \text{ дБ}$ и представляет собой частотную характеристику рассматриваемой стены.

Дальнейший расчет представлен в таблице Б.5.1. В первой строке таблицы приведены величины изоляции воздушного шума R_i в нормируемом диапазоне частот, соответствующие графику $QK_1M_1N_1P_1$. Во второй строке приведены ординаты оценочной кривой R_{ni} по таблице 4 п. 1 СП 23-103. В большинстве 1/3-октавных полос величины R_i больше R_{ni} . Неблагоприятных отклонений (вниз) всего два, см. строку 3 в таблице Б.5.1, сумма неблагоприятных отклонений составляет $3,9 + 2,4 = 6,3 \text{ дБ}$, что значительно меньше 32 дБ, поэтому строится смещенной вниз на 4 дБ оценочная кривая, ординаты которой приведены в 4 строке таблицы, а в пятой строке вычисляются величины неблагоприятных отклонений нее, сумма которых составляет $0,8 + 0,7 + 0,6 + 2 \cdot 0,5 + 0,4 + 0,3 + 3,6 + 7,9 + 6,4 + 3,9 + 1,4 = 27 \text{ дБ}$, что достаточно близко к 32 дБ. Смещенная оценочная кривая показана на рисунке Б.5.1 штрихпунктирной линией.

Индекс изоляции воздушного шума рассматриваемой конструкции равен ординате смещенной кривой в 1/3-октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц, т.е. $R = 56 \text{ дБ}$, что больше нормируемой величины $R_w = 54 \text{ дБ}$ для стен и перегородок между квартирами, между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями в жилых домах категории А, указанной в таблице 1 п.8 СП 23-103. Рассматриваемая конструкция не может

Таблица Б.5.1 Расчетные параметры звукоизоляции

№№ п/п	Величина	Среднегеометрические частоты 1/3-октавных полос, Гц															
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
1	R_n , дБ	36,2	39,3	42,4	45,5	48,5	51,6	54,7	57,8	57,8	54,4	51,1	53,6	56,1	58,6	61,1	63,6
2	R_m , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56
3	$R_m - R_n$, дБ											3,90	2,40				
4	$R_{смет.}$, дБ	37,0	40,0	43,0	46,0	49,0	52,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
5	$R_{смет.} - R_n$, дБ	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3			3,6	7,9	6,4	3,9	1,4		
6	L_n , дБА	55	55	57	59	60	61	63	63	64	66	67	66	65	64	62	60
7	$\Delta_i = L_i - R_i$	18,8	15,7	14,6	13,5	11,5	9,4	7,3	5,2	6,2	11,5	15,9	12,4	8,9	5,4	0,9	-3,6
8	$0,1 \Delta_i$	1,88	1,57	1,46	1,35	1,15	0,94	0,73	0,52	0,62	1,15	1,59	1,24	0,89	0,54	0,09	
9	$10^{0,1(L_i - R_i)}$	75,9	37,3	29,0	22,6	14,0	8,6	5,3	3,3	4,2	14,3	38,9	17,4	7,8	3,5	1,2	
10	$\sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)}$	283,3															

применяться в качестве стены между помещениями квартир и магазинами, а также между номером гостиницы и рестораном в зданиях категории А, между операционными и между музыкальными классами, где требуется индекс изоляции выше 56 дБ.

В шестой строке таблицы Б.5.1 приведены уровни эталонного спектра шума потока городского транспорта L_i , скорректированные по кривой частотной коррекции «А» для шума с уровнем 75 дБА, принятые по таблице 4 СП 23-103. Кривая L_i показана на рисунке Б.5.1 штриховой линией. Затем в таблице (седьмая строка) вычисляются разности $\Delta_i = L_i - R_i$. Для частоты 3150 Гц $\Delta_{16} < 0$, поэтому Δ_{16} в дальнейшем расчете не участвует. В таблице последовательно вычисляются величины $0,1 \Delta_i$ и $10^{0,1(L_i - R_i)}$, производится суммирование $\sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)} = 283,3$.

Величина звукоизоляции наружной стены $R_{\text{Атран}}$ определяется по формуле (4) СП 23-103

$$R_{\text{Атран}} = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)} = 75 - 10 \lg 283,3 = 75 - 24,5 = 50,5 \text{ дБА.}$$

Полученная величина¹ значительно превышает требуемые значения $R_{\text{Атран}}$, приведенные в таблице 2 СП 23-103 для эквивалентных уровней звука у фасада здания при наиболее интенсивном движении транспорта.

Б.6. Примеры расчетов предела огнестойкости полистиролбетонных перемычек

Б.6.1 Расчет перемычки со стальным арматурным каркасом

Исходные данные: надпроемная перемычка из полистиролбетона плотностью D300, армированная плоским стальным каркасом, состоящим из анкерующих стержней $\varnothing 10$ мм А-III и продольной проволоки $\varnothing 3$ мм ВрI, с защитным слоем до арматуры – 20 мм, оштукатуриваемая снаружи после монтажа в несущей стене цементно-песчаной штукатуркой толщиной 20 мм.

Требуется: определить пожарную безопасность конструкции (с учетом предела огнестойкости – не менее 0,5 часа).

Методика и расчетные параметры

Расчет производим в соответствии с "Рекомендациями по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций" (НИИЖБ, 1986 г.) [11] и "Рекомендациями по обеспечению пожарной безопасности ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием блоков из полистиролбетона ВНИИжелезобетона" (НИИЖБ, 1998 г.) [17].

Согласно этим рекомендациям расчетный коэффициент теплопроводности полистиролбетона применяется для условий эксплуатации "А", а коэффициент условий работы полистиролбетона γ_{bt} при плотности $\rho=300 \text{ кг/м}^3$ равен:

- при температуре $t=20^\circ\text{C}$ - $\gamma_{bt}=1$;
- при температуре $t=100^\circ\text{C}$ - $\gamma_{bt}=0,7$;
- при температуре $t=200^\circ\text{C}$ - $\gamma_{bt}=0,05$.

С учетом того, что несущая способность конструкции при пожаре проверяется при действии нормативной нагрузки, равной примерно 0,5 от расчетной несущей способности, температура полистиролбетона в месте расположения анкерных устройств должна быть не выше $\approx 100^\circ\text{C}$ (при этом расчетное усилие в арматуре снижается на $\approx 30\%$, что допустимо).

Определяем температуру на уровне центра тяжести анкерных стержней $d_{\text{анк}}=10$ мм, приваренных к продольным стержням $\varnothing 3$ ВрI. С учетом штукатурного слоя расстояние от поверхности штукатурки до указанного уровня равно $x=20\text{мм}\cdot\beta+20\text{мм}+3\text{мм}+5\text{мм}=20\text{мм}\cdot\beta+28\text{мм}$, где $20\text{мм}\cdot\beta$ - приведенная толщина штукатурного слоя, 20 мм - защитный слой полистиролбетона до низа арматуры, 3 мм - диаметр продольной арматуры, 5 мм= $d_{\text{анк}}/2$ - радиус анкерного стержня.

Определение приведенной толщины штукатурного слоя

Поскольку указанные выше рекомендации приводят методику расчета пределов огнестойкости для однослойных конструкций, определим приведенную толщину штукатурного слоя к слою полистиролбетона. Для определения коэффициента приведения β необходимо вычислить коэффициенты температуропроводности $\alpha=\lambda(t)/[c(t)\cdot\rho]$ для штукатурного слоя из мелкозернистого песчаного бетона с $\rho=1900$ кг/м³ и полистиролбетона с $\rho=300$ кг/м³.

Коэффициент теплопроводности определяем по формуле

$$\lambda(t)=A+B\cdot t;$$

удельную теплоемкость по формуле

$$C(t)=C+D\cdot t,$$

t - температура материала (принимаем $t=100^\circ\text{C}$).

Согласно "Рекомендациям по обеспечению пожарной безопасности ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием блоков из полистиролбетона ВНИИжелезобетона" [17] имеем:

Материал	Средняя плотность, ρ , кг/м ³	Значения параметров			
		A, Вт/(м ⁰ С)	B, Вт/(м ⁰ С)	C, кДж/(кг ⁰ С)	D, кДж/(кг ⁰ С)
Полистиролбетон	300	0,095	-	1,06	0,00048
Песчаный бетон	1900	1,04	-0,00058	0,75	0,00063

$$\lambda(t)_{\text{ПСБ}}=0,095 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}; \lambda(t)_{\text{штук.}}=1,04-0,00058\cdot 100=0,98 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}$$

$$C(t)_{\text{ПСБ}}=1,06+0,00048\cdot 100=1,108 \text{ кДж/(кг}^0\text{С)}$$

$$C(t)_{\text{штук.}}=0,75+0,00063\cdot 100=0,813 \text{ кДж/(кг}^0\text{С)}$$

$$\alpha_{\text{ПСБ}}=\frac{0,095}{1,108\cdot 300}=0,000286; \alpha_{\text{штук.}}=\frac{0,98}{0,813\cdot 1900}=0,00063$$

$$\beta=\frac{\alpha_{\text{ПСБ}}}{\alpha_{\text{штук.}}}=\frac{0,000286}{0,00063}=0,454$$

Приведенная к полистиролбетону толщина штукатурного слоя равна $2\text{см}\cdot 0,454=0,91$ см.

Расчетное расстояние от обогреваемой поверхности до полистиролбетона по центру анкерного устройства равно:

$$x=0,91+2,8=3,71 \text{ см.}$$

Определение температуры прогрева на уровне центра тяжести анкерующих стержней Ø10 мм

Находим осредненный коэффициент температуропроводности a_{red} по формуле

$$a_{red} = \frac{3,6 \cdot \lambda(t)}{[c(t) + 0,05w + 0,1\Pi_2] \rho},$$

где w эксплуатационная (массовая) влажность полистиролбетона, $w=7\%$;
 Π_2 - массовая доля пенополистирола в полистиролбетоне, $\Pi_2=7\%$.

$$a_{red} = \frac{3,6 \cdot 0,095}{[1,108 + 0,05 \cdot 7 + 0,1 \cdot 7] 300} = \frac{0,342}{674} = 0,000507.$$

Определим толщину L , начавшегося прогреваться слоя бетона

$$L = \sqrt{12 \cdot a_{red} \cdot \tau},$$

τ - время обогрева конструкции. Для конструкций ненесущих стен согласно табл.21 Федерального закона №123-ФЗ от 22.07.08 г. [8] предел огнестойкости $\tau=0,5$ часа,

$$L = \sqrt{12 \cdot 0,000507 \cdot 0,5} = 0,055 \text{ м.}$$

Определим величину $x^*=x+\varphi_1 \sqrt{a_{red}}$,

x - расстояние, м, от рассматриваемой точки сечения до обогреваемой поверхности, $x=0,0371$ м;

φ_1 - коэффициент, зависящий от плотности бетона, для $\rho=300 \text{ кг/м}^3$ $\varphi_1=0,3$ (согласно упомянутым выше Рекомендациям НИИЖБа [17]).

$$x^*=0,0371+0,3 \sqrt{0,000507}=0,0439 \text{ м.}$$

Относительное расстояние r равно

$$r = \frac{x^*}{L} = \frac{0,0439}{0,055} = 0,798.$$

Температура полистиролбетона на расстоянии 3,71 см (с учетом толщины штукатурного слоя, приведенного к полистиролбетонному слою) от обогреваемой поверхности равна $t=20+(1220-20)(1-0,798)^2=69^\circ\text{C}$, что меньше 100°C , и поэтому не приводит к существенному снижению прочности полистиролбетона на уровне расположения анкерующих устройств.

Выводы по результатам расчета

Для установленной в ненесущей стене здания перемычки из полистиролбетона плотностью D300 с защитным слоем до арматуры – 20 мм и оштукатуренной снаружи на толщину не менее 20 мм, пожарная безопасность (предел огнестойкости не менее 0,5 ч) обеспечивается в соответствии с требованиями Федерального закона №123-ФЗ от 22.07.08 г. [8].

Б.6.2 Расчет перемычки с П-образным стальным оцинкованным профилем

Расчет несущей способности выполняется в соответствии с "Рекомендациями по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций" НИИЖБ, 1986 г. [11] и "Рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием блоков из полистиролбетона ВНИИжелезобетона" (НИИЖБ, 1998 г.) [17].

В качестве примера расчета принята перемычка из ПСБ максимального пролета $L_{\text{п}}=3,0$ м, с материалом минимальной плотности D250 ($\rho=250$ кгс/м³), сечением $b \cdot h=18 \cdot 23,5$ см. Стальной профиль ПС-6 с характеристиками $A_s=0,945$ см²; $Z=1,43$ см; $R_s=2300$ кгс/см²; $h_0=23,5-1,43=22,07$ см.

Полистиролбетон марки В0,5 имеет расчетное сопротивление сжатию $R_b=0,35$ МПа=3,5 кгс/см² (табл. 4.10).

При расчете несущей способности учитывается изменение механических свойств полистиролбетона и стального профиля в зависимости от температуры нагрева.

Расчетные сопротивления сжатию полистиролбетона R_{bu} и растяжению арматурного профиля R_{su} для расчета огнестойкости определяются делением нормативных сопротивлений на соответствующие коэффициенты надежности – по полистиролбетону $\gamma_b=0,83$, по арматуре $\gamma_{bs}=0,9$.

При определении предела огнестойкости конструкции расчетные сопротивления полистиролбетона и арматурного профиля снижаются умножением на коэффициенты условий работы бетона и арматуры в зависимости от критической температуры, при которой наступает предельное состояние. Критическая температура нагрева полистиролбетона составляет 300°C (см. Рекомендации.... 1998 г. [17]). Критическая температура нагрева арматуры определяется расчетом коэффициента условий работы и определяется затем по табл.3, 4 Приложения 1 к "Рекомендациям...." 1986 г. [11].

В зависимости от критической температуры полистиролбетона и арматурного профиля подбирается толщина защитного штукатурного слоя.

Определение критической температуры арматуры

В зависимости от класса арматуры по табл.3 Приложения 1 Рекомендаций НИИЖБ (1998 г.) [17] определяется критическая температура t_{cr} , при которой достигается критическое значение коэффициента условий работы арматуры $\gamma_{st.cr}$.

При отсутствии сжатой арматуры значение $\gamma_{st.cr}$ может быть определено по формуле

$$\gamma_{st.cr} = \frac{M}{h_0 A_s R_{su} \left(1 - \frac{M}{2bh_0^2 R_{bu}} \right)}, \quad (1)$$

где $M = \frac{q_n L_o^2}{8}$ - максимальный изгибающий момент от нормативной нагрузки.

Принимая расчетное значение нагрузки на перемышку $q=100$ кгс/п.м., а нормативное $q_n=100/1,15=87$ кгс/п.м. получаем

$$M=0,125 \cdot 87 \cdot (3-2 \cdot 0,12)^2=82,84 \text{ кгс} \cdot \text{м}=8284 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$\gamma_{st.cr} = \frac{\frac{8284}{22,07 \cdot 0,945 \cdot 2550}}{\left(1 - \frac{8284}{2 \cdot 18 \cdot 22,07^2 \cdot 4,2}\right)} = \frac{0,156}{0,88} = 0,18,$$

где $R_{su}=2300/0,9=2550$ кгс/см², $R_{bu}=3,5/0,83=4,2$ кгс/см².

Соответствующая критическая температура для ст.3 (наихудший вариант) $t_{cr}=540^\circ\text{C}$ (по табл. 4 Прил.1 для Вр-I).

По критической температуре в арматуре определяем толщину защитного слоя штукатурки.

Расчет толщины защитного слоя штукатурки

Относительное расстояние от обогреваемой поверхности

$$r_1 = 1 - \sqrt{\frac{t_{cr} - 20}{1200}} = 1 - \sqrt{\frac{540 - 20}{1200}} = 0,342.$$

Толщину защитного слоя определяем по формуле

$$x_1 = r_1 \ell - \varphi_1 \sqrt{a_{red}}, \quad (2)$$

где ℓ - толщина начавшейся прогреваться штукатурки

$$\ell = \sqrt{12 a_{red} \tau}, \quad (3)$$

здесь $\tau=0,5$ – предел огнестойкости (время обогрева конструкции)

$$a_{red} = \frac{3,6 \lambda(t)}{[C(t) + 0,05W] \rho} - \quad (4)$$

– осредненный коэффициент теплопроводности штукатурки

$C(t)=C+Dt$ - удельная теплоемкость;

$\lambda(t)=A+Bt$ – коэффициент теплопроводности штукатурного слоя.

Параметры А, В, С и D принимаем по табл.2 Рекомендаций НИИЖБ (1998 г.

[17]) для штукатурки $\rho=1900$ кг/м³

$A=1,04$; $B=-0,00058$; $C=0,75$; $D=0,00063$; $W=5\%$.

$C(t)=C+Dt=0,75+0,00063 \cdot 540=1,09$.

$\lambda(t)=A+Bt=1,04-0,00058 \cdot 540=0,73$.

$$a_{red} = \frac{3,6 \cdot 0,73}{[1,09 + 0,05 \cdot 5] 1900} = \frac{2,63}{2546} = 0,001.$$

$$\ell = \sqrt{12 \cdot 0,001 \cdot 0,5} = 0,0775.$$

Коэффициент $\varphi_1=0,60$.

$$x_1 = 0,342 \cdot 0,0775 - 0,6 \sqrt{0,001} = 0,0265 - 0,019 = 0,0075 \text{ м} = 7,5 \text{ мм}.$$

Таким образом, защитный слой штукатурки, для обеспечения температуры прогрева армирующего профиля $t=540^\circ\text{C}$ составляет $\delta_{шт}=7,5$ мм.

Однако, поскольку критическая температура прогрева полистиролбетона составляет 300°C выполняем проверочный расчет определения предела огнестой-

кости полистиролбетона при заданной температуре нагрева на уровне центра тяжести растянутого арматурного профиля равной $t=200^{\circ}\text{C}$, т.к. при этой температуре согласно табл.5 коэффициент условий работы полистиролбетона $\gamma_{bt}=0,035$, т.е. приближается к критическому значению, равному 0.

Определение предела огнестойкости приведенного сечения перемишки из ПСБ

Поскольку Рекомендации НИИЖБ (1986 и 1998 г.г.) [11] и [17] содержат методику расчета для однослойных конструкций, толщину защитного слоя штукатурки приводим к слою полистиролбетона.

Коэффициент приведения β вычисляем по формуле

$$\beta = \frac{\alpha_{\text{ПСБ}}}{\alpha_{\text{шт}}}, \quad (5)$$

$$\text{где } \alpha_{\text{ПСБ}} = \frac{\lambda(t)_{\text{ПСБ}}}{C(t)_{\text{ПСБ}} \cdot \rho_{\text{ПСБ}}}, \quad \alpha_{\text{шт}} = \frac{\lambda(t)_{\text{шт}}}{C(t)_{\text{шт}} \cdot \rho_{\text{шт}}}.$$

Коэффициент теплопроводности $\lambda(t)$ определяем по формуле

$$\lambda(t) = A + Bt, \quad (6)$$

а удельную теплоемкость $C(t)$ по формуле

$$C(t) = C + Dt, \quad (7)$$

здесь $t=200^{\circ}\text{C}$.

Необходимые параметры A , B , C и D для полистиролбетона плотностью $\rho=250 \text{ кг/м}^3$ находим по табл.2 приложения к Рекомендациям НИИЖБ (1998 г.) [17].

Для полистиролбетона плотностью D250 имеем

$A=0,085$; $B=0$; $C=1,06$; $D=0,00048$; $W=6\%$;

$\lambda(t)_{\text{ПСБ}}=0,085 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$; $\lambda(t)_{\text{шт}}=1,04-0,00058 \cdot 200=0,924 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$;

$C(t)_{\text{ПСБ}}=1,06+0,00048 \cdot 200=1,156 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$; $\alpha_{\text{ПСБ}} = \frac{0,085}{1,156 \cdot 250} = 0,00036$;

$C(t)_{\text{шт}}=0,75+0,00063 \cdot 200=0,876 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$; $\alpha_{\text{шт}} = \frac{0,924}{0,876 \cdot 1900} = 0,00055$;

$$\beta = \frac{0,00036}{0,00055} = 0,65.$$

Приведенная толщина защитного штукатурного слоя

$$\delta_{\text{шт}} = 30 \cdot 0,65 = 19,5 \text{ мм} = 0,0195 \text{ м}.$$

Расчетное расстояние от обогреваемой поверхности до полистиролбетона по центру тяжести растянутого арматурного профиля

$$x = 19,5 + 14,3 = 33,8 \text{ мм} = 0,0338 \text{ м}.$$

Определяем температуру прогрева на этом уровне по формуле

$$t = 20 + 1200(1-r)^2,$$

здесь r – относительное расстояние $r = \frac{x}{L}$,

$$\text{где } L = \sqrt{12a_{\text{ред}} \tau};$$

$a_{red} = \frac{3,6\lambda(t)}{[C(t) + 0,05W + 0,1\Pi_2]\rho}$ - осредненный коэффициент температуропроводности, здесь W – эксплуатационная (массовая) влажность полистиролбетона равная 6% для D250;

Π_2 – массовая доля полистирола в полистиролбетоне равна 7%

$$a_{red} = \frac{3,6 \cdot 0,085}{[1,156 + 0,05 \cdot 6 + 0,1 \cdot 7]250} = \frac{0,306}{539} = 0,00057.$$

Далее находим $L = \sqrt{12a_{red}\tau} = \sqrt{12 \cdot 0,00057 \cdot 0,5} = 0,0585$ м (здесь $\tau=0,5$ часа – предел огнестойкости согласно Федерального закона №123-ФЗ от 22.07.08 г.)

$$x^* = x + \varphi_1 \sqrt{a_{red}} = 0,0338 + 0,25 \sqrt{0,00057} = 0,0398 \text{ м.}$$

$$\text{Относительное расстояние } r = \frac{0,0398}{0,0585} = 0,68.$$

Температура полистиролбетона на уровне центра тяжести растянутого стального профиля

$$t = 20 + 1220(1 - 0,68)^2 = 20 + 123 = 143^\circ\text{C} < t_{кр} = 200^\circ\text{C}.$$

Вывод

При защите полистиролбетонной перемычки с применением П-образного профиля в ненесущих стенах штукатурным слоем толщиной не менее 30 мм требования пожарной безопасности (предел огнестойкости не менее $\tau=0,5$ часа) обеспечены. Несущая способность перемычки достаточна для восприятия огневого воздействия.

Приложение В

(справочное)

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

(сравнение вариантов наружных стен жилых зданий при сопоставимом приведенном сопротивлении теплопередаче)

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Варианты конструкции стен				
			1	2	3	4	5
			кирпичный фасад в 0,5 кирпича и полистиролбетонные блоки D250 толщиной 375 мм с внутренней облицовкой ГВЛ 20 мм	оштукатуренный на 20 мм фасад и полистиролбетонные блоки D250 толщиной 375 мм с внутренней облицовкой ГВЛ 20 мм	навесной вентилируемый фасад из керамогранита, базальтовые маты толщиной 20 мм, полистиролбетонные блоки D250 толщиной 375 мм с внутренней облицовкой ГВЛ 20 мм	кирпичный фасад 0,5 кирпича и блоки D400 из автоклавного газобетона толщиной 625 мм с внутренним оштукатуриванием на 5 мм	кирпичный фасад в 0,5 кирпича, минвата D125 толщиной 200 мм, внутренний слой из автоклавного газобетона D400 толщиной 200 мм с внутренним оштукатуриванием на 5 мм
1	Толщина конструкции	м	0,52	0,42	0,45	0,75	0,53
2	Вес конструкции	т/м ²	0,18	0,17	0,17	0,33	0,17
3	Приведенное сопротивление теплопередаче	$\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	3,85	3,82	3,72	3,52	3,71
4	Морозостойкость блоков	цикл	50 - 75	50 - 75	50 - 75	25	25
5	Сметная стоимость	$\frac{руб}{м^2}$ %	3670 100,0	3560 97,0	8597 234,3	4853 132,2	4418 120,4
6	Затраты труда рабочих	$\frac{ч-час}{м^2}$ %	4,1 100,0	5,1 124,4	11,4 278,0	5,0 121,6	8,3 202,4
П р и м е ч а н и е. Сметная стоимость и трудозатраты приняты на основании расчетов, выполненных МГСУ им. В.В. Куйбышева по состоянию на 01.10.2010 г.							

Приложение Г (справочное)

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	ЖЕЛЕЗОБЕТОН
	ПОЛИСТИРОЛБЕТОН
	КИРПИЧ, ОБЛИЦОВОЧНАЯ ПЛИТА
	ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНАЯ ШТУКАТУРКА, ГВЛ
	АРМИРОВАННАЯ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНАЯ ШТУКАТУРКА
	МИНВАТА НЕГОРЮЧАЯ
	ПЕНОПОЛИУРЕТАН (МОНТАЖНАЯ ПЕНА)
	ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ИЛИ ПАРОИЗОЛЯЦИЯ (РУБЕРОИД, ПОЛИЭТИЛЕН, МАСТИКА, ВИЛАТЕРМ, ГЕРНИТОВЫЙ ШНУР)
	АРМИРОВАННЫЙ ШОВ КЛАДКИ ИЗ ПОЛИСТИРОЛБЕТОННЫХ БЛОКОВ
	ОГНЕЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (БАЗАЛЬТОВЫЕ МАТЫ ИЛИ ПЛИТЫ, АСБЕСТОКАРТОН)

БИБЛИОГРАФИЯ

Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. №184-ФЗ

Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 г. №261-ФЗ

Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 г. №384-ФЗ

[1] Техническое свидетельство от 22.03.2010 г. № 2832-10 «Теплоэффективная строительная система «Юникон»

[2] ТУ 5745-005-86549669-2012 "Смеси сухие строительные Юникон"

[3] ТУ 2296-003-23475912-00 "Связи базальтопластиковые гибкие цементостойкие для кирпичной кладки"

[4] Технические решения многослойных продольных и торцевых наружных стен, облицованных кирпичом толщиной 120 мм (с утолщенной наружной стенкой или с пустотностью 13%), для строительства жилых и общественных зданий высотой до 75 м (Методическое пособие для проектирования). ОАО "ЦНИИЭПжилица", ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 2010 г.

[5] Указания по проектированию перемычек из полистиролбетона для наружных стен зданий системы «Юникон». ВНИИжелезобетон, 2000 г. (согласованы НИИЖБ и рекомендованы Госстроем РФ письмом от 15.08.00г. №ЛБ-3517/9).

[6] Указания по проектированию полистиролбетонных перемычек, армированных П-образным стальным оцинкованным профилем, для ограждающих конструкций зданий системы «Юникон». ВНИИжелезобетон, 2011 г. (согласованы НИИЖБ).

[7] Пособие к МГСН 2.01-99. Москомархитектура, 2000г.

[8] Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. №123-ФЗ

[9] Заключение по пожарной безопасности системы "Юникон" от 25.12.2000г. Госстроя РФ (№9-18/604) и МВД РФ (№20/22/4578).

[10] Заключение ФГУ ВНИИПО МЧС России от 13.04.2011 г. № 13-2-04/1830 на СТО 86549669-001-2012 "Проектирование и строительство энергоэффективных зданий с системой ограждающих конструкций из особо легкого полистиролбетона".

[11] Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций. НИИЖБ, 1986 г.

[12] Заключение о возможности и целесообразности применения блоков "Юникон" из полистиролбетона ВНИИжелезобетона для строительства жилых и промышленных зданий (по пожарной безопасности). НИИЖБ, 1997 г.

[13] Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.99 г. №96-ФЗ

[14] Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 12.01.2002 г. №7-ФЗ

[15] Рекомендации по расчету и проектированию ограждающих конструкций с применением монолитного теплоизоляционного полистиролбетона с высокопоризованной и пластифицированной матрицей. Москомархитектура, 2006 г. (разработаны МНИИТЭП и НИИЖБ).

[16] ТУ 5741-254-00284807-06 «Изделия полистиролбетонные системы «Юникон» (Изм. 1 и 2)

[17] Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности ограждающих конструкций зданий и сооружений с использованием блоков из ПСБ ВНИИжелезобетона. НИИЖБ, 1998 г.

УДК

ОКС

.....

Ключевые слова: энергоэффективность, полистиролбетон, ограждающие конструкции, блоки, перемычки, теплоизоляционные плиты, клеевые композиции, несущая способность и деформативность, теплозащита, звукоизоляция, противопожарная защита, экологическая безопасность.

Организация-разработчик:

ЗАО "ВНИИжелезобетон"

Руководитель разработки:

Генеральный директор, член-кор. РААСН, проф. _____

В.А.Рахманов

Заместитель руководителя разработки:

Заместитель генерального директора, канд.техн.наук _____

В.И.Мелихов

Ответственные исполнители:

Научный консультант, действительный член РААСН,
докт.техн.наук, проф. _____

Ю.М.Баженов

Главный конструктор, канд.техн.наук _____

Б.Т.Гликман

Руководитель ИЦ НИЦСтром _____

А.А.Сафонов

Исполнители:

Заведующий лабораторией, канд.техн.наук _____

А.И.Козловский

Ведущий научный сотрудник, канд.техн.наук _____

Н.Е.Мишуков

Старший научный сотрудник, канд.техн.наук _____

Г.С.Савельева

Организация-соисполнитель:

ГУП г. Москвы "МНИИТЭП"

Руководитель разработки:

Творческий руководитель института – первый
заместитель генерального директора, действительный
член РААСН, проф. _____

Ю.П.Григорьев

Ответственный исполнитель:

Главный конструктор _____

Г.И.Шапиро

СОГЛАСОВАНО:

ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко

Заместитель директора, канд.техн.наук _____

О.И.Пономарев

НИИСФ РААСН

Директор, канд.техн.наук _____

И.Л.Шубин

Заведующий лабораторией строительной

теплофизики, член-кор. РААСН, докт.техн.наук, проф. _____

В.Г.Гагарин

ГУП г. Москвы "НИИМосстрой"

Директор, докт. экон. наук _____

М.П.Буров

Руководитель центра "Энергосбережение", докт.техн.наук _____

Г.П.Васильев

ОАО "ЦНИИЭП жилища"

Директор по научной деятельности,

канд. архитектуры, проф. _____

А.А.Магай

Заведующий лабораторией теплового и

воздушного режима зданий, канд.техн.наук _____

В.С.Беляев

Главный научный сотрудник, канд.техн.наук _____

Э.И.Киреева

ЗАО "Юникон-ЗСК"

Генеральный директор _____

А.В.Юнкевич

УДК 693.28

ОКС 91.040.10, 91.040.30, 91.050.10, 91.060.99

Ключевые слова: энергоэффективность, полистиролбетон, ограждающие конструкции, блоки, перемычки, теплоизоляционные плиты, клеевые композиции, несущая способность и деформативность, теплозащита, звукоизоляция, противопожарная защита, экологическая безопасность.

Организация-разработчик:

ЗАО "ВНИИжелезобетон"

Руководитель разработки:

Генеральный директор, член-кор. РААСН, проф.

Заместитель руководителя разработки:

Заместитель генерального директора, канд.техн.наук

Ответственные исполнители:

Научный консультант, действительный член РААСН,
докт.техн.наук, проф.

Главный конструктор, канд.техн.наук

Руководитель ИЦ НИЦстром

Исполнители:

Заведующий лабораторией, канд.техн.наук

Ведущий научный сотрудник, канд.техн.наук

Старший научный сотрудник, канд.техн.наук

Организация-соисполнитель:

ГУП г. Москвы "МНИИТЭП"

Руководитель разработки:

Творческий руководитель института – первый
заместитель генерального директора, действительный
член РААСН, проф.

Ответственный исполнитель:

Главный конструктор

СОГЛАСОВАНО:**ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко**

Заместитель директора, канд.техн.наук

НИИСФ РААСН

Директор, канд.техн.наук

Заведующий лабораторией строительной
теплофизики, член-кор. РААСН, докт.техн.наук, проф.**ГУП г. Москвы "НИИМосстрой"**

Директор, докт. экон. наук

Руководитель центра "Энергосбережение", докт.техн.наук

ОАО "ЦНИИЭП жилища"Директор по научной деятельности,
канд. архитектуры, проф.Заведующий лабораторией теплового и
воздушного режима зданий, канд.техн.наук

Главный научный сотрудник, канд.техн.наук

ЗАО "Юникон-ЗСК"

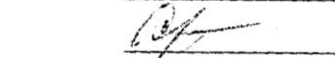
Генеральный директор


 В.А.Рахманов


 В.И.Мелихов

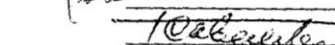

 Ю.М.Баженов


 Б.Т.Гликман


 А.А.Сафонов


 А.И.Козловский


 Н.Е.Мишуков


 Г.С.Савельева


 Ю.П.Григорьев


 Т.И.Шапиро


 О.И.Пonomарев

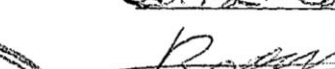

 И.Л.Шубин


 В.Г.Гагарин


 М.П.Буров


 Г.П.Васильев


 А.А.Магай


 В.С.Беляев


 Э.И.Киреева


 А.В.Юнкевич