



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
**«Новосибстройсертификация»**

---

ОГРН 1155476127740, ИНН 5406596471

630005, г. Новосибирск, ул. Некрасова, 50 тел/факс 362-12-12 E-mail: [stroyser@inbox.ru](mailto:stroyser@inbox.ru)

[www.stroyser.ru](http://www.stroyser.ru)

---

## **«Декот XXI»-II**

**СИСТЕМА НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ  
ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ КЕРАМИЧЕСКИМИ И КЕРАМОГРАНИТНЫМИ ПЛИТАМИ  
С ВИДИМЫМ КРЕПЛЕНИЕМ С УТЕПЛЕНИЕМ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **АЛЬБОМ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ**



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
**«Новосибстройсертификация»**

ОГРН 1155476127740, ИНН 5406596471  
630005, г. Новосибирск, ул. Некрасова, 50 тел/факс 362-12-12 E-mail: [stroysert@inbox.ru](mailto:stroysert@inbox.ru) [www.stroysert.ru](http://www.stroysert.ru)

**Утверждаю**  
Генеральный директор  
ООО «Новосибстройсертификация»

Белан И.В.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.



## «Декот XXI»-П

**СИСТЕМА НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ**  
ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ КЕРАМИЧЕСКИМИ И КЕРАМОГРАНИТНЫМИ ПЛИТАМИ С  
ВИДИМЫМ КРЕПЛЕНИЕМ И УТЕПЛЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ И СООРУ-  
ЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### АЛЬБОМ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Главный инженер проекта

Ильин В. Н.



Новосибирск  
2016

## Содержание

	Стр.
1. Назначение и область применения	3
2. Общие положения	3
3. Основные принципы действия	4
4. Техничко-экономические показатели	7
5. Общие указания о порядке разработки проектно-сметной документации и проекта производства работ	7
6. Организация и технология выполнения работ	9
7. Основные технические требования к системе	12
8. Маркировка вариантов системы	22
9. Требования пожарной безопасности к системе	23
10. Обслуживание системы в период эксплуатации	27
11. Прочностные расчеты	28
12. Теплотехнические расчеты	36
13. Авторские права	46
14. Перечень нормативных документов и литературы	47

### *Приложения*

- 1 Расчетные схемы направляющих
- 2 Ведомость комплектов рабочих чертежей
- 3 Ведомость комплектующих элементов и материалов
- 4 Ведомость рабочих чертежей комплекта 1
- 5 Ведомость рабочих чертежей комплекта 2
- 6 Ведомость рабочих чертежей комплекта 3

## 1. Назначение и область применения

Система навесных фасадов с воздушным зазором «Декот XXI»-П предназначена для облицовки фасадов и утепления стен с наружной стороны, выполненных из бетона, кирпича, камня и бруса с целью приведения их в соответствие с требованиями СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий» (утвержденным приказом Минрегион России от 30 июня 2012г.).

Система навесных фасадов с воздушным зазором «Декот XXI»-П применяется для устройства навесных фасадов при новом строительстве, реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений различного назначения всех уровней ответственности, всех степеней огнестойкости и классов функциональной и конструктивной пожарной опасности по Федеральному закону от 22 июля 2008г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в редакции, актуальной с 15 июля 2016г.) в следующих районах и местах строительства:

- относящихся к различным ветровым районам по СП 20.13330.2011 в соответствии с несущей способностью конструкций с учётом высоты и расположения возводимых зданий и сооружений;

- с обычными геологическими и геофизическими условиями, а также на просадочных грунтах 1-го типа по СП 22.13330.2011 и на вечномёрзлых грунтах в соответствии с 1-м принципом по СП 25.13330.2012;

- с различными температурно-климатическими условиями по СП 131.13330.2012 в сухих, нормальных или влажных зонах по СП 50.13330.2012;

- с неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной окружающей средой по СП 28.13330.2012;

- в районах, не относящихся к сейсмическим по СП 14.13330.2014.

Допускаемое значение ветрового давления устанавливается на основе расчёта несущей способности системы в зависимости от высоты здания, высоты температурного блока, количества кронштейнов, крепящих каждую направляющую, массы системы без учёта утеплителя, выноса облицовочных элементов от стены и несущей способности анкерных болтов в зависимости от материала и конструкции стены.

## 2. Общие положения

Система навесных фасадов с воздушным зазором «Декот XXI»-П представляет собой многослойную конструкцию, включающую в себя:

- Наружную стену здания;
- Плитный утеплитель;
- Несущая под облицовочная металлическая конструкция (обрешетка);
- Воздушный зазор;
- Облицовочные элементы – керамические и керамогранитные плиты.

Проектное значение воздушного зазора в системе не менее 40мм.

Конструктивные элементы системы навесного фасада с воздушным зазором (СНФ) следует выполнять только из сертифицированных материалов, предусмотренных проектом. Замена конструктивных материалов на материалы, не предусмотренные настоящим альбомом, не допускается.

Расчетный срок службы системы СНФ с воздушным зазором определяется проектной организацией и должен составлять не менее 40 лет.

#### Возможности применения СНФ «Декот XXI»-П.

- Новое строительство: новые строения оснащаются облицовкой, отвечающей всем действующим требованиям, при этом ограждающие конструкции и фундаменты проектируются меньшей толщины. Монтаж непосредственно на наружную стену исключает штукатурку и окраску.
- Санация зданий: строения, подлежащие ремонту и реконструкции, утепляются в соответствии с современными нормами, увеличиваются сроки эксплуатации.
- Декоративная отделка: разнообразие цветовой гаммы фасадных плит открывает новые возможности архитектурных решений как для зданий в целом, так и для отдельных фрагментов.

### **3. Основные принципы действия**

#### 1. Защита от неблагоприятных погодных условий.

Облицовка навесного фасада с вентилируемым зазором предохраняет несущие стены, утеплитель и под облицовочные конструкции от воздействия погодных факторов.

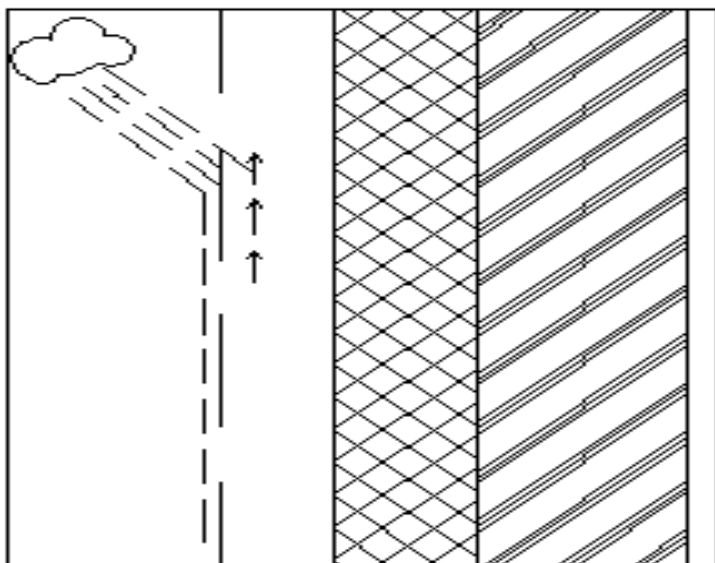


Рисунок 1

За счет этого достигается снижение линейного коэффициента расширения (сжатия) всей системы в зависимости от перепадов влажности и температур. СНФ надежно защищают от действия косого дождя, (поток капиллярной влаги прерывается воздушным пространством и отводится потоком воздуха вверх). При этом облицовка фасада выполняет функцию «двойной защиты» (рис.1).

## 2. Создание температурного баланса внутри помещения.

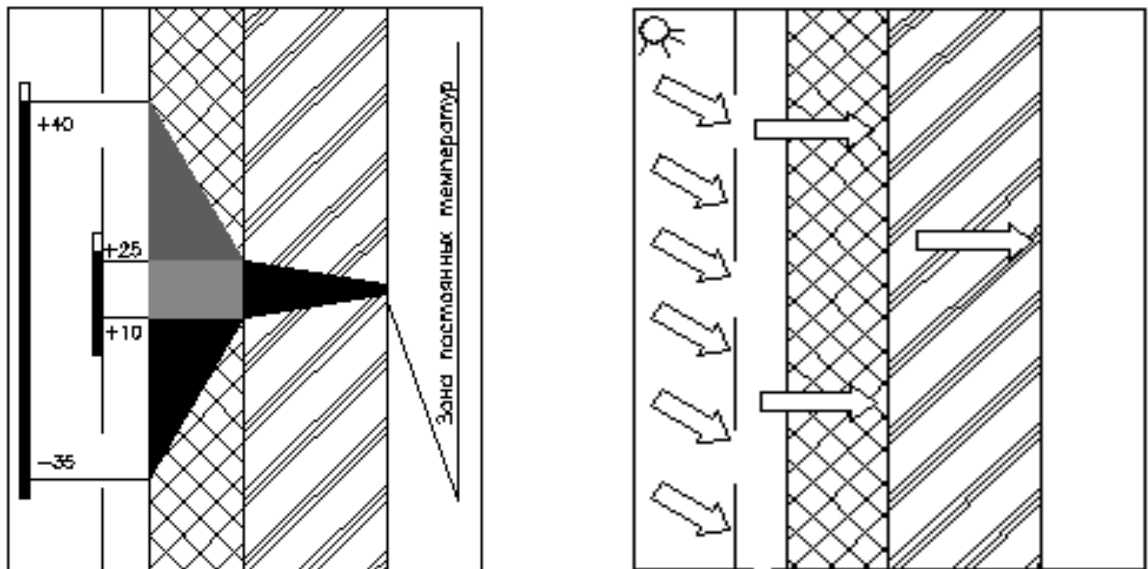


Рисунок 2

Улучшается тепловой комфорт внутри помещения. При отсутствии теплоизоляции внутренняя поверхность наружной стены намного холоднее средней температуры воздуха в помещении, что приводит к усиленной конвекции воздуха («сквозняк»).

В порядке компенсации жильцы поднимают температуру внутри помещения до 21-23°C. С применением утеплителя разность температур стены и воздуха в помещении очень мала, конвекция практически отсутствует, и жильцы чувствуют себя комфортно уже при 18-20°C. (см. рис. 2)

В летний период теплоизолированные стены здания не прогреваются (особенно с солнечной стороны), и температура воздуха внутри помещения не превышает 23-25°C. Зимой низкий коэффициент теплопроводности достигается выбором утеплителя расчетной толщины.

## 3. Наличие воздушного пространства.

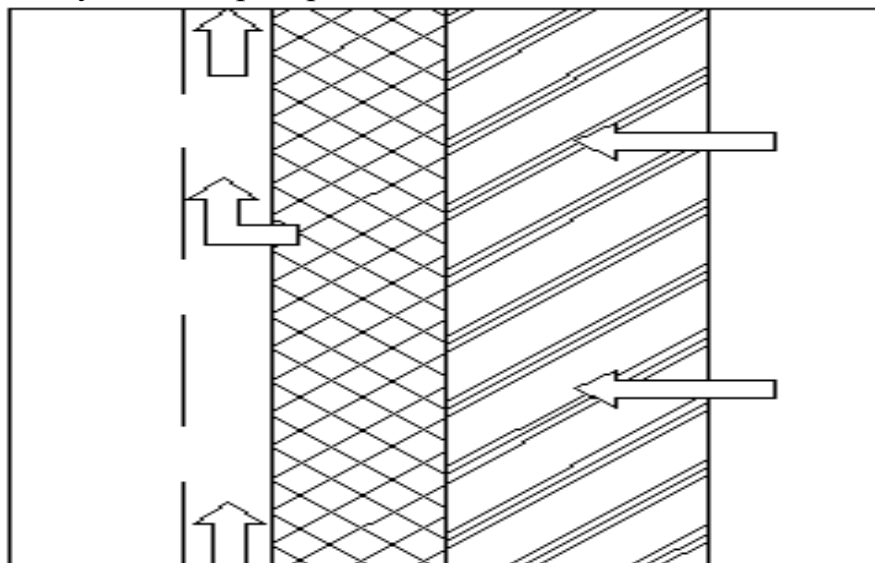


Рисунок 3

Система воздушного утепленного пространства не позволяет конденсату скапливаться на поверхности, ни внутри стены, благодаря чему повышается срок службы ограждающих конструкций здания и уменьшаются теплопотери через них (рис.3).

#### 4. Защита от коррозии бетона и арматуры.

Применение СНФ на сегодняшний день является наиболее эффективным защитным методом, т.к. обеспечивает защиту бетона от воды, что уменьшает его электропроводность. Исключаются условия для протекания катодной и анодной реакции на стали, из которой изготовлена арматура. СНФ обеспечивают беспрепятственный отвод водяного пара, проникающего в результате диффузии и высыхания бетона.

#### 5. Шумовая защита здания.

Применение СНФ с воздушным зазором приводит к значительному улучшению шумовой защиты наружных стен – от 5dB до 14dB.

#### 6. Противопожарная защита.

Фасады с применением металлических подблицовочных конструкций, сертифицированных утеплителей, керамических и керамогранитных плит относятся к классу НГ строительных материалов и отвечают всем требованиям пожарной безопасности.

#### 7. Температурный режим.

Вся несущая конструкция здания находится в зоне действия положительных температур.

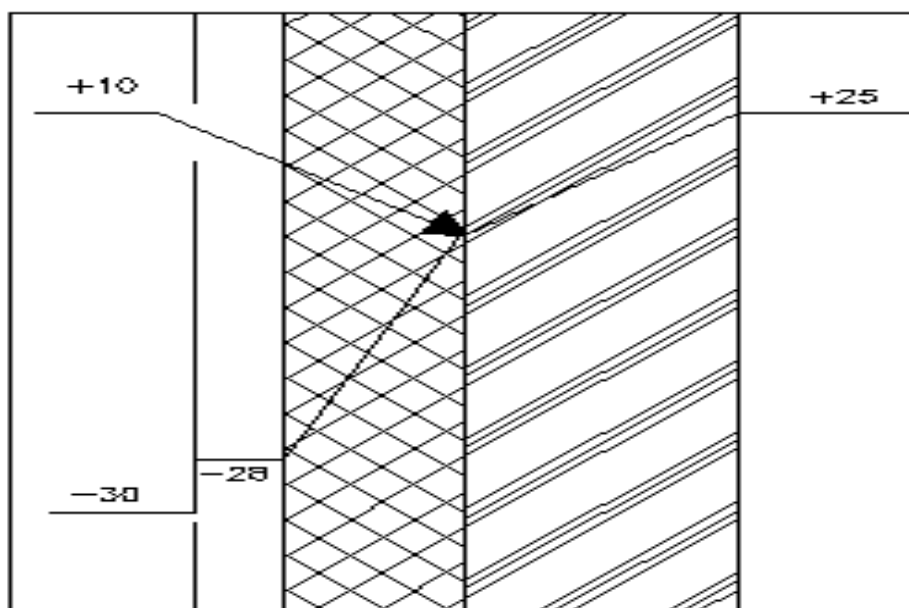


Рисунок 4

## 8. Исключается образование мостиков холода.

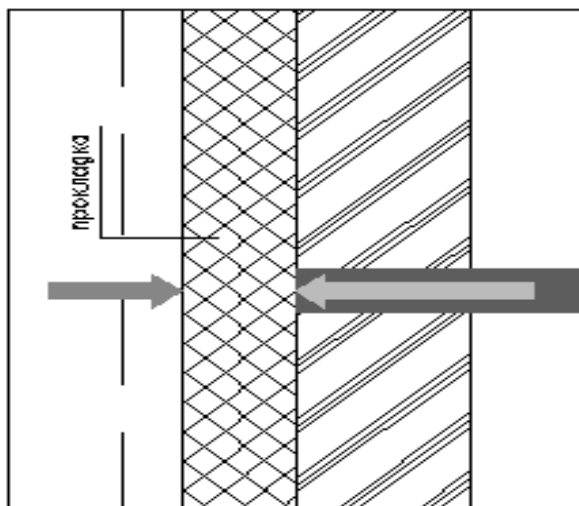


Рисунок 5

## 4. Техничко-экономические показатели

Эффективность применения систем СНФ образуется сразу по нескольким направлениям.

1. Детальное планирование позволяет организовать серийное производство с высоким уровнем предварительной подготовки продукции. Значительно сокращаются сроки монтажа.

2. За счет повышения теплозащиты наружных стен и создания теплового комфорта внутри помещения, экономится тепловая энергия и снижаются затраты на отопление.

3. Затраты на обслуживание и ремонт являются минимальными, значительно меньше, чем на системы с применением штукатурки.

4. Повышается надежность работы ограждающих конструкций зданий и их долговечность, т.к. после применения наружной теплозащиты здания точка «росы» перемещается из внутреннего сечения стены наружу.

5. Повышается срок службы ограждающих конструкций.

6. Долговечность облицовочного материала, простота и надежность системы уменьшают эксплуатационные расходы, а простота и удобство ремонта – расходы на ремонт зданий.

7. «Сухой» монтаж круглый год – основное преимущество перед системами с применением штукатурки.

## 5. Общие указания о порядке разработки проектно-сметной документации и проекта производства работ

Основной проектной документацией на устройство СНФ с воздушным зазором являются:

- Принятая система утепления фасада здания (альбом технических решений);
- Проект производства работ;
- Сметная документация.



Указанная документация должна отвечать требованиям СНиП 11-01-95, СНиП 3.01.01-85\* и МГСН 2.01-99.

При заключении договора (контракта) на разработку проектной документации и задания на проектирование должны учитываться следующие условия:

- Настоящая инструкция распространяется на устройство системы СНФ жилых и общественных зданий, выполненных из следующих материалов: бетона (монолитные сборные панели), кирпича (в т.ч. оштукатуренного), стеновых блоков (со штукатуркой и без), газобетона.

- На стадии предпроектных работ должно быть выполнено обследование здания и подготовлены исходные материалы для проектирования: заключение о надежности ограждающих конструкций, фундаментов, тип и состояние здания, его обмерные чертежи или исполнительная документация, особенности рельефа фасада, выступы и перепады, оконные и дверные проемы и их особенности, наличие водосточной системы, вентиляционных решеток и электрических вводов, температурные швы, детали кровли и цокольной части здания и др.

Особое внимание необходимо уделить состоянию ограждающих конструкций и их несущей способности.

Выбор способа и уровня теплоизоляции должен осуществляться на основании теплотехнических расчетов, выполненных с учетом требований СП 50.13330.2012, а также фактического состояния теплозащиты ограждающих конструкций зданий.

При разработке сметной документации ее следует детализировать по следующим видам работ:

- Подготовка основания;
- Установка лесов (подмостей);
- Обработка особых участков (снятие и установка водосточных труб, цокольная часть здания, места примыкания, защитные козырьки);
- Монтаж кронштейнов;
- Установка утеплителя;
- Монтаж фахверков;
- Монтаж облицовочных панелей;
- Меры защиты от атмосферных воздействий;
- Меры противопожарной безопасности и т.д.

При разработке проекта производства работ следует учитывать следующие дополнительные требования:

- Для устройства СНФ использовать только сертифицированные материалы и изделия;
- Разработать программу проведения необходимых испытаний, включая методы технического контроля за качеством производства работ;
- Разработать перечень инструмента и технологической оснастки для обязательного применения при производстве работ.

## 6. Организация и технология выполнения работ

Монтаж СНФ с воздушным зазором следует начинать только после проведения работ по обследованию и сбору сведений о строении, испытания поверхности стены на несущую способность анкерных болтов, разработки проектно-сметной документации и оформления соответствующего разрешения на производство работ, подписанного заказчиком и организацией, выполняющей монтаж системы.

Монтаж следует выполнять строго в технологической последовательности и после выяснения качества работ предыдущей операции и составления акта освидетельствования скрытых работ.

### Подготовка основания

- Работы по монтажу системы должны выполняться после завершения общестроительных работ по возведению стен зданий и устройства покрытия.

- До начала работ все утепляемые поверхности освобождают от выступающих деталей, не являющихся конструктивными элементами здания, и от специальных устройств: водостоков, антенн, вывесок и т. п. Наплывы бетона или кладочного раствора, непрочные элементы старой штукатурки или облицовочных материалов должны быть удалены. В дальнейшем, при определении необходимой глубины анкеровки дюбелей, толщина оставшегося штукатурного слоя в расчет не принимается.

- Одновременно с выполнением работ по предыдущему пункту определяют предельные отклонения поверхности стены от плоскости. На стену наносят специальные метки с указанием размера отклонения, которое должно быть компенсировано при монтаже металлического каркаса системы.

### Монтаж кронштейнов несущих фахверков

Тип, количество и места установки несущих кронштейнов определяется проектом в зависимости от динамических нагрузок и архитектурных особенностей здания.

Монтаж кронштейнов для несущих фахверков выполняется по проекту в следующей последовательности:

- Производится привязка проекта конструкций СНФ к фактически имеющимся ограждающим конструкциям здания на основании исполнительного листа, геодезических съемок, геометрических обмеров.

- Устанавливаются вертикальные (горизонтальные) маяки по линиям несущих фахверков с шагом согласно проекту, по размеченным вертикалям и горизонталям.

- Производится разметка отверстий крепления несущих кронштейнов (согласно проекту).

- Производится бурение отверстий в стене (механизированным инструментом ударно-вращательного действия).

- Монтаж базовой части несущих кронштейнов с помощью анкерных дюбелей на стену с помощью электрошуруповерта со специальной насадкой.

- Под каждый кронштейн к стене устанавливается терморазрывная паронитовая или пенополихлоридная прокладка (Возможна установка прокладок между частями кронштейна) для исключения возникновения мостиков холода.

В случае, если ограждающие конструкции здания выполнены из пустотелых блоков или кирпичей, рекомендуется применять специальные дюбели, параметры и размеры которых уточнить после проведения натурных испытаний на вырыв.

Монтаж второй части несущих кронштейнов осуществляется в следующей последовательности:

- Устанавливается парный несущий кронштейн.
- Производится выставление кронштейнов по вертикали (по ранее установленным маякам) и их крепление с помощью оцинкованных болтов М6 с гайками и шайбами.
- Длина несущих кронштейнов должна быть не менее толщины утеплителя плюс размер полки горизонтального профиля с учётом вентиляционного зазора.

### Крепление утеплителя

В качестве теплоизоляционного слоя СНФ с воздушным зазором должен применяться плитный утеплитель различной толщины, предусмотренный проектом.

Необходимо убедиться в наличии сертификата, ТУ, ТС и соответствии физико-механических свойств утеплителя принятому проектному решению.

Выявленные изъяны (изгиб, деформации, неправильные размеры, повреждения) должны быть устранены до монтажа.

Крепление плит утеплителя производится механическим способом с помощью специальных пластмассовых дюбелей тарельчатого типа с распорным стержнем. Длина дюбеля, глубина и диаметр предварительного засверливания определяются расчетом на стадии разработки проектно-сметной документации. Крепление осуществляется в следующей последовательности:

- Установка плиты утеплителя на место
- Разметка отверстий под крепители утеплителя
- Вырезка отверстий в плите утеплителя
- Бурение отверстий в основании с помощью механизированного инструмента ударно-вращательного действия или алмазными сверлильными коронками
  - Забивка дюбеля тарельчатого типа в отверстие. Прижимная часть дюбеля должна плотно примыкать к утеплителю. Наличие зазоров недопустимо.
  - Забивка распорного стержня во втулку дюбеля (в случае применения крепителей утеплителя с подвижными распорными стержнями). Окончание процесса забивки стержня должно соответствовать моменту, когда торец стержня перестает выступать над прижимной частью дюбеля.

Длину дюбеля и распорного стержня следует выбирать в зависимости от толщины закрепляемого утеплителя.

Глубина погружения дюбеля тарельчатого типа в основание должна быть не менее 30 мм.

Для обеспечения высокого качества выполнения слоя теплозащиты и сохранения его теплотехнических свойств, необходимо соблюдать следующие условия:

- При креплении плит утеплителя обеспечивать «перевязку» стыков (по типу кирпичной кладки)

- Крепление плит теплоизоляции к наружным ограждающим конструкциям производить дюбелями тарельчатого типа не менее 5 шт. на одну плиту.

В случае установки двух слоев утеплителя производится предварительное крепление первого слоя двумя дюбелями на плиту и окончательное крепление – еще пятью дюбелями.

Величина наружного слоя утеплителя должна быть не менее 40 мм.

Если в проекте предусмотрена установка ветрогидрозащитной паропроницаемой мембраны, то ее монтаж производится одновременно с монтажом плиты. Установка пленки по вертикали производится с напуском 20 см.

Не допускается установка ветрогидрозащитной мембраны:

- поверх направляющих профилей;
- с примыканием к элементам облицовки;
- при наличии разрывов в мембране.

Длина несущих кронштейнов должна быть не менее толщины утеплителя плюс размер полки горизонтального профиля.

При применении плит утеплителя, кашированных этим материалом, дополнительной защиты не требуется.

#### Монтаж несущих конструкций (горизонтальных и вертикальных направляющих)

Предварительное крепление направляющих к кронштейнам и между собой осуществляется струбцинами или самонарезающими винтами так, чтобы они не мешали при установке заклёпок.

Горизонтальные направляющие окончательно крепятся двумя заклёпками к каждому кронштейну с соблюдением требуемой плоскостности.

Для крепления несущих конструкций применяются заклёпки с гильзой и сердечником из нержавеющей стали (A2/A2) диаметром не менее 4,8 мм.

Подбор длины гильзы производится, исходя из толщины соединяемых элементов и диаметра заклёпки по каталогам компаний производителей.

Установка несущих (вертикальных) фахверков СНФ с воздушным зазором производится на поперечные элементы (горизонтальные направляющие). Крепление осуществляется с помощью 2-х стальных заклёпок на каждое соединение.

Установка заклёпок производится специнструментом.

Проектный компенсационный зазор между направляющими 10 мм.

По окончании монтажа кронштейнов проверяют плоскостность и, при необходимости, осуществляют регулировку при установке горизонтальных направляющих.

#### Монтаж керамогранитной плитки.

Вариант расположения керамогранитной плитки в плоскости фасада определяется при разработке проектно-сметной документации. При совмещении в одной плоскости различных облицовочных элементов в местах сопряжения устраивается

температурный шов, расположение несущих и облицовочных элементов при этом принимается для каждого вида облицовочных элементов отдельно.

Выполнение работ по установке керамогранитной плитки должно производиться в следующей последовательности:

- Разметка отверстий на направляющих под крепление кляммеров согласно рабочим чертежам.
- Сверление отверстий в направляющих с помощью электродрели диаметром, указанным в проектной документации. Отверстие сверлится на 0.2 мм больше диаметра заклепки.
- Установка кляммеров в проектное положение и крепление к каркасу через просверленное отверстие заклёпками, указанными в проекте. Одновременно устанавливается облицовочная керамогранитная плитка. Самонарезающие винты применяются только как монтажный элемент.
- Последующий монтаж вести согласно схемам раскладки облицовочных элементов.

### Узлы примыкания.

Внутренние углы, места примыкания выполняются согласно альбому типовых узлов и проектно-сметной документации.

При выполнении работ по монтажу наружных углов, крепление осуществляется на типовые угловые кронштейны по любому из вариантов угловой заделки, указанных в альбоме конструкций (выбранных в зависимости от величины аэродинамического воздействия на СНФ в данном проекте).

При установленных оконных и дверных обрамлениях утеплитель монтируют вплотную к ним (без зазоров). При отсутствии обрамлений утеплитель монтируют с припуском не менее 50 мм внутрь оконного проёма, с последующей подрезкой при монтаже обрамлений. Как вариант, допускается монтаж утеплителя по контуру оконного проёма на расстоянии 200 мм от откосов, с последующей установкой вставок из утеплителя и креплением каждой из них двумя тарельчатыми дюбелями.

В местах примыкания системы к парапету (плоская кровля) или к карнизу (скатная кровля) или к цоколю здания устанавливают козырек или «фартук» из нержавеющей или оцинкованной окрашенной стали.

### Транспортирование и складирование материалов.

Все материалы складировать и транспортировать в соответствии с техническими условиями на эти материалы.

## **7. Основные технические требования к системе**

Материалы и изделия, используемые в системе, должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблицах 1÷10.

Технические требования к стальному оцинкованному прокату, для изготовления несущих кронштейнов, направляющих, профилей, угловых элементов<sup>1)</sup>.

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Требуемое значение
1	Марка по ГОСТ 14918-80*		08 ПС
2	Группа по назначению		ХП, ПК
3	Толщина <sup>2)</sup>	мм	Не менее 1,2
4	Класс и толщина цинкового слоя, нанесенного с каждой стороны, мкм, не менее	-	I, повышенный 25
5	Равномерность толщины цинкового покрытия	-	Нормальная разнотолщинность
6	Наличие узора кристаллизации	-	С узором кристаллизации
7	Временное сопротивление при растяжении	МПа	230
8	Расчетное сопротивление: при растяжении, сжатии, изгибе при сдвиге	МПа	Не менее 215 Не менее 125
9	Относительное удлинение при растяжении	%	Не менее 2,2(на базе 80 мм)
10	Модуль упругости	МПа	Не менее $2,06 \times 10^5$
11	Коэффициент линейного расширения	1/°C	$0,12 \cdot 10^{-1}$
12	Точность прокатки	-	Нормальная
13	Плоскостность	-	Нормальная
14	Характер кромки	-	Обрезная

<sup>1)</sup> В зависимости от степени агрессивности окружающей среды указанные элементы могут изготавливаться из нержавеющей стали либо из стали повышенной коррозионной стойкости (см. таблицу 10).

<sup>2)</sup> Для изготовления деталей облицовки откосов, подоконников, парапетных козырьков и т.п. допускается применение оцинкованного проката меньшей толщины (до 0,55мм).

Технические характеристики используемых утеплителей.

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателя, ед. изм.	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на отрыв слоев, кПа не менее	Теплопроводность при условиях эксплуатации по СП 50.13330-2012, Вт/(м · °С) не более, $\lambda_A / \lambda_B$	Паропроницаемость, мг/м · ч · Па не более	Назначение
1	2	3	4	5	6	7
1.	ВентФасад-Верх, ВентФасад-Верх/Ч	65(±10%)	3	0,035/0,037	0,3	Наружный слой при 2-слойном утеплении
2.	ВентФасад-Моно, ВентФасад-Моно/Ч	45 (±10%)	3	0,038/0,040	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
3.	ВентФасад-Оптима, ВентФасад-Оптима/Ч	27-35	-	0,035/0,037	0,3	Внутренний слой при 2-слойном утеплении. Однослойное утепление на малоэтажных зданиях (высотой до 16м)
4.	ИЗОВЕР ВЕНТИ, ИЗОВЕР ВЕНТИ ОПТИМАЛ	75-100, 65-85	4, 3	0,038/0,039	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
5.	ИЗОВЕР ЛАЙТ	65-85	-	0,039/0,040	0,3	Внутренний слой при 2-слойном утеплении
6.	ИЗОВЕР СТАНДАРТ	40-50	-	0,038/0,039	0,3	Внутренний слой при 2-слойном утеплении. Однослойное утепление на малоэтажных зданиях (до 4-х этажей)
7.	ПЛАСТЕР БАТТС	90 (±10%)	4	0,038/0,040	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
8.	ВЕНТИ БАТТС, ВЕНТИ БАТТС ОПТИМА	90(±10%), 75 (±10%)	4, 3	0,038/0,040, 0,037/0,038	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении

1	2	3	4	5	6	7
9.	ВЕНТИ БАТТС Кс, ВЕНТИ БАТТС ОП- ТИМА Кс	90(±10%), 75 (±10%)	4, 3	0,038/0,040, 0,037/0,038	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
10.	ВЕНТИ БАТТС Н, ВЕНТИ БАТТС Н ОПТИМА	37(±10%), 32 (±10%)	-	0,039/0,040, 0,039/0,041	0,3	Внутренний слой при 2- слойном утеп- лении
11.	ВЕНТИ БАТТС Д, ВЕНТИ БАТТС Д ОПТИМА	54(±10%), 46 (±10%)	4, 3	0,038/0,040	0,3	Однослойное утепление
12.	ВЕНТИ БАТТС Д Кс, ВЕНТИ БАТТС Д ОПТИМА Кс	54 (±10%), 46 (±10%)	4, 3	0,038/0,040	0,3	Однослойное утепление
13.	ИЗБА СТАН- ДАРТ-50, 60, 70	50, 60, 70 (±10%)	-	0,040/0,043	0,3	Внутренний слой при 2- слойном утеп- лении
14.	ИЗБА ВЕН- ТИ-80, 90, 110	80, 90, 110 (±10%)	3, 7, 8	0,040/0,043	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
15.	ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА	80 (±8%), 90 (±9%)	3, 5	0,038/0,039, 0,038/0,040	0,3	Однослойное утепление. Наружный слой при 2-слойном утеплении
16.	ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	34 (±4%) 38 (±4%)	3	0,039/0,041, 0,040/0,041	0,3	Внутренний слой при 2- слойном утеп- лении

Технические требования к минераловатным плитам, используемым для одно-  
слойного утепления и в качестве наружного слоя при двухслойном утеплении даны  
в табл. 3

Таблица 3

№№ п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3	4
1.	Плотность не менее	кг/м <sup>3</sup>	80
2.	Прочность на сжатие при 10%-ной деформации, не менее	кПа	10



1	2	3	4
3.	Прочность на сжатие при 10%-ной деформации после сорбационного увлажнения, не менее	кПа	9
4.	Прочность на отрыв слоёв, не менее	кПа	3
5.	Расчетное значение коэффициентов теплопроводности для условий эксплуатации А( $\lambda_A$ ) и В( $\lambda_B$ )	Вт/м·°С	Определяется на основании результатов испытания по приложению Ж к СП 23-101-2004
6.	Паропроницаемость, не менее	мг/м·ч·Па	0,3
7.	Модуль кислотности, не менее	-	2,0
8.	Влажность, не более	% по массе	0,3
9.	Водостойкость, не более	рН	3,0
10.	Водопоглощение при частичном погружении, не более	% по массе	10
11.	Водопоглощение при полном погружении на 2 часа, не более	% по объёму	1,0
12.	Диаметр волокна	мкм	1-6
13.	Содержание органических веществ, не более	% по массе	4,5
14.	Содержание неволокнистых включений, не более	% по массе	6,8
15.	Группа горючести	-	НГ

Технические требования к минераловатным плитам, используемым в качестве внутреннего слоя при двухслойном утеплении даны в табл. 4.

Таблица 4

№№ п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1.	Плотность не менее	кг/м <sup>3</sup>	30
2.	Возвратимость после снятия сжимающей нагрузки, не менее	%	98
3.	Расчётный коэффициент теплопроводности для условий эксплуатации А и Б	Вт/м·°С	Определяется на основании результатов испытания по приложению Ж к СП 23-101-2004
4.	Паропроницаемость, не менее	мг/м·ч·Па	0,3
5.	Модуль кислотности минеральной ваты, не менее	-	2,0
6.	Водостойкость (рН водной вытяжки), не более	рН	7,0
7.	Диаметр волокна	мкм	1-6
8.	Группа горючести	-	НГ

Технические требования к ветро-гидрозащитной мембране

Таблица 5

№ п.п	Наименование показателя	Требуемое значение
1.	Масса, кг/м	0,061 ±0,0025
2.	Толщина, мм	0,185
3.	Разрывная нагрузка, Н/см, не менее	25
4.	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	15
5.	Паропроницаемость, мг/м·ч·Па, не менее За 24 часа кг/м <sup>2</sup> , не менее	0,004 0,85
6.	Водонепроницаемость при давлении 0,5 МПа, в течении 10мин.	10
7.	Прочность на отрыв при закреплении мембраны толевыми гвоздями, не менее кгс	8,0

Таблица 6

Технические требования к парониту

№ п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	Плотность	г/см <sup>3</sup>	1,8-2,0
2	Условная прочность при разрыве в поперечном направлении, не менее	МПа	18
3	Сжимаемость при давлении 35 МПа	%	5-15
4	Восстанавливаемость после снятия давления 35 МПа, не менее	%	35

Технические требования к материалу кляммеров должны соответствовать ГОСТ 5632-2014 (Химический состав и механические характеристики).

Технические требования к плитке керамической и керамогранитной приведены в табл.7.

Таблица 7

№№ пп	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3	4
1.	Толщина плиты	мм	8-10
2.	Предельные отклонения размеров плит: по длине и ширине по толщине	%	±1 ±10
3.	Разнотолщинность одной плиты, не более	мм	1,0
4.	Отклонение формы плиты от прямоугольной (косоугольность), не более	мм	2,0
1	2	3	4
5.	Отклонение лицевой поверхности от плоскостности (кривизна лицевой поверхности), не более	мм	2,0

6.	Искривление граней, не более	мм	1,5
7.	Предел прочности при изгибе, не менее	МПа	30,0
8.	Водопоглощение, не более	%	3,5
9.	Твердость лицевой поверхности неглазурованных плит по Моосу, не менее	-	6
10.	Твердость лицевой поверхности глазурованных плит по Моосу, не менее	-	5
11.	Износостойкость неглазурованных плит (по корундовому порошку), не более	г/см <sup>2</sup>	0,54
12.	Износостойкость глазурованных плит, не менее	Степень	3
13.	Термическая стойкость	°С	125
14.	Коэффициент теплового расширения	1 / °С	9x10 <sup>-1</sup>

При монтаже системы должны соблюдаться предельные отклонения, указанные в таблице 8.

Таблица 8

№№ п.п.	Наименование показателя	Допускаемое значение, мм
1.	Отклонения от проектного положения разбивочных осей и высотных отметок	
1.1.	Отклонение от проектного положения разбивочных осей	±10
1.2.	Отклонение от проектного положения высотных отметок	±10
2.	Отклонения от проектного положения направляющей	
	<i>В плоскости стены</i>	
2.1.	Отклонение от вертикальности (горизонтальности)	3
	<i>Перпендикулярно плоскости стены</i>	
2.2.	Отклонения от вертикальности (горизонтальности)	1
2.3.	Отклонение от проектного расстояния между соседними направляющими	20
2.4.	Отклонение от соосности смежных (по высоте) направляющих	2
2.5.	Отклонение от проектного зазора между смежными направляющими	+5; -0
2.6.	Уступ между смежными по высоте направляющими	4
3.	Отклонения от проектного положения фасада и его элементов	
3.1.	Отклонение от вертикальности	2 на 1м длины
3.2.	Отклонение от плоскостности	5 на 1м длины 5 на 1 этаж
3.3.	Уступ между смежными плитками	4
4.	Отклонения от проектного размера и положения зазора между плитками	
4.1.	Отклонение от проектного размера зазора	±2
4.2.	Отклонения от проектного положения зазора (отклонение от вертикальности, горизонтальности, от заданного угла)	2 на 1м длины
5.	Отклонение от проектного положения крепежных элементов	5

В зависимости от степени агрессивности окружающей среды элементы системы должны иметь соответствующее антикоррозионное исполнение табл. 9.

Таблица 9

№ п.п.	Элемент системы	Материал элемента системы	Характеристика защитного покрытия в системе
1	2	3	4
<b>1. Неагрессивная и слабоагрессивная среда</b>			
1.1.	Анкерный болт, распорный элемент	Коррозионностойкая сталь	Без защиты
		Углеродистая сталь	Термодиффузионное цинковое покрытие толщиной 30 мкм
1.2.	Анкерный болт (распорный элемент) в полиамидной гильзе	Коррозионностойкая сталь	Без защиты
		Углеродистая сталь	Плотное цинковое покрытие толщиной 10мкм с хроматной пассивацией.
1.3.	Распорный элемент тарельчатого дюбеля с перфорированной шайбой (головкой)	Углеродистая сталь	Термодиффузионное цинковое покрытие толщиной 25 мкм
		Стеклонаполненный полиамид	Без защиты
1.4.	Несущие кронштейны и направляющие	Тонколистовая сталь с цинковым покрытием I-го класса	Полиэфирное порошковое покрытие горячего отверждения толщиной не менее 45 мкм
1.5.	Откосы, сливы, обрамление проемов и др.	Тонколистовая сталь с цинковым покрытием повышенного класса	Полиэфирное порошковое покрытие толщиной не менее 25мкм
1.6.	Заклепки вытяжные	Заклепки с гильзой и сердечником из коррозионностойкой стали A2/A2	Без защиты
1.7.	Самонарезающие винты и др. крепеж	Коррозионностойкая сталь	Без защиты, но с изоляцией участков контакта с другими металлами
		Углеродистая сталь	Гальваническое покрытие толщиной 10-15мкм и защита на монтаже полимерным покрытием
1.8.	Плитный утеплитель	Минераловатные плиты	Ветро- и гидрозащитная паропроницаемая мембрана
<b>2. Среднеагрессивная среда</b>			
2.1.	Анкерный болт, распорный	Коррозионностойкая сталь	Без защиты

1	2	3	4
2.2.	Анкерный болт (распорный элемент) в полиамидной гильзе	Коррозионностойкая сталь	Без защиты
		Углеродистая сталь	Плотное цинковое покрытие толщиной 10-15мкм с хроматной пассивацией
2.3.	Распорный элемент тарельчатого дюбеля с перфорированной шайбой (головкой)	Углеродистая сталь	Термодиффузионное цинковое покрытие толщиной 25мкм
		Стеклонаполненный полиамид	Без защиты
2.4.	Несущие кронштейны, направляющие	Коррозионностойкая сталь марок 12X13, 12X18, и их аналоги	Без защиты
		Тонколистовая сталь с цинковым покрытием 1-го класса	Порошковое горячего отверждения покрытие на основе полиэфирной смолы толщиной не менее 45мкм
2.5.	Кляммеры	Коррозионностойкая сталь марок 12X13, 12X18, и их аналоги	Без защиты
2.6.	Откосы, сливы, обрамление проемов и др.	Тонколистовая сталь с цинковым покрытием 1-го класса	Порошковое горячего отверждения покрытие на основе полиэфирной смолы толщиной не менее 25мкм
2.7.	Заклепки вытяжные	Заклепки с гильзой и сердечником из коррозионностойкой стали А2/А2	Без защиты
2.8.	Самонарезающие винты и др. крепеж	Коррозионностойкая сталь	Без защиты, но с изоляцией участков контакта с другими металлами
		Углеродистая сталь	Гальваническое покрытие толщиной 10-15мкм и защита на монтаже полимерным покрытием
2.9.	Керамогранитные плиты	Керамогранит	Без защиты
2.10.	Плитный утеплитель	Минераловатные плиты	Ветро- и гидрозащитная паропроницаемая мембрана

Требования к антикоррозионной защите элементов системы с учётом свойств используемых защитных покрытий (полимерных порошковых – табл. 10), применяемых для элементов из оцинкованной углеродистой стали.

Таблица 10

№№ п.п.	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1.	Толщина покрытия с каждой стороны, не менее	мкм	45
2.	Адгезия, не более	баллы	1
3.	Твёрдость по Бухгольцу, не менее	Усл. един.	80
4.	Эластичность при растяжении, не менее	мм	5
5.	Эластичность при изгибе, не более	мм	5
6.	Прочность при ударе, не менее	см	40
7.	Коррозионная стойкость: -в нейтральном солевом тумане -тест МАХА	Ч	1000 48
8.	Интервал температур при эксплуатации -положительная (не выше) -отрицательная (не ниже)	°С	+80 -40

Примечание: при малоэтажном строительстве в неагрессивной среде допускается применение для изготовления элементов несущей конструкции из углеродистой стали с цинковым покрытием I или повышенного класса без дополнительной защиты.

При проектировании и монтаже системы должны соблюдаться требования следующих нормативных документов: ГОСТ 26607-85, ГОСТ 21779-82, ГОСТ 26433.0-85, ГОСТ 26433.1-89, ГОСТ 26433.2-94, ГОСТ 9.301-86, ГОСТ 9.032-74, ГОСТ 9.104-79\*, СП 128.13330.2012, СП 16.13330.2011, СНиП 21-01-97\*, СП 50.13330.2012, СП 23-101-2004, СП 20.13330.2011, СП 131.13330.2012, СП 28.13330.2012, СНиП 21-01-97\*, СНиП Ш-4-80\* СП 86.13330.2014.

Кроме вышеперечисленных требований при проектировании и монтаже системы необходимо выполнять следующие условия.

В системе должна быть обеспечена свободная циркуляция воздуха внутри зазора в направлении снизу вверх для беспрепятственного удаления водяных паров, проходящих из помещения через ограждающую конструкцию и слой утеплителя.

Проектная величина воздушного зазора между поверхностью утеплителя и наружной облицовкой составляет 40 мм. Фактическая величина зазора на любом участке системы не должна быть менее 40 мм и более 100 мм, при этом возможно локальное (в пределах примыкания облицовки к направляющему профилю) уменьшение воздушного зазора до 20мм.

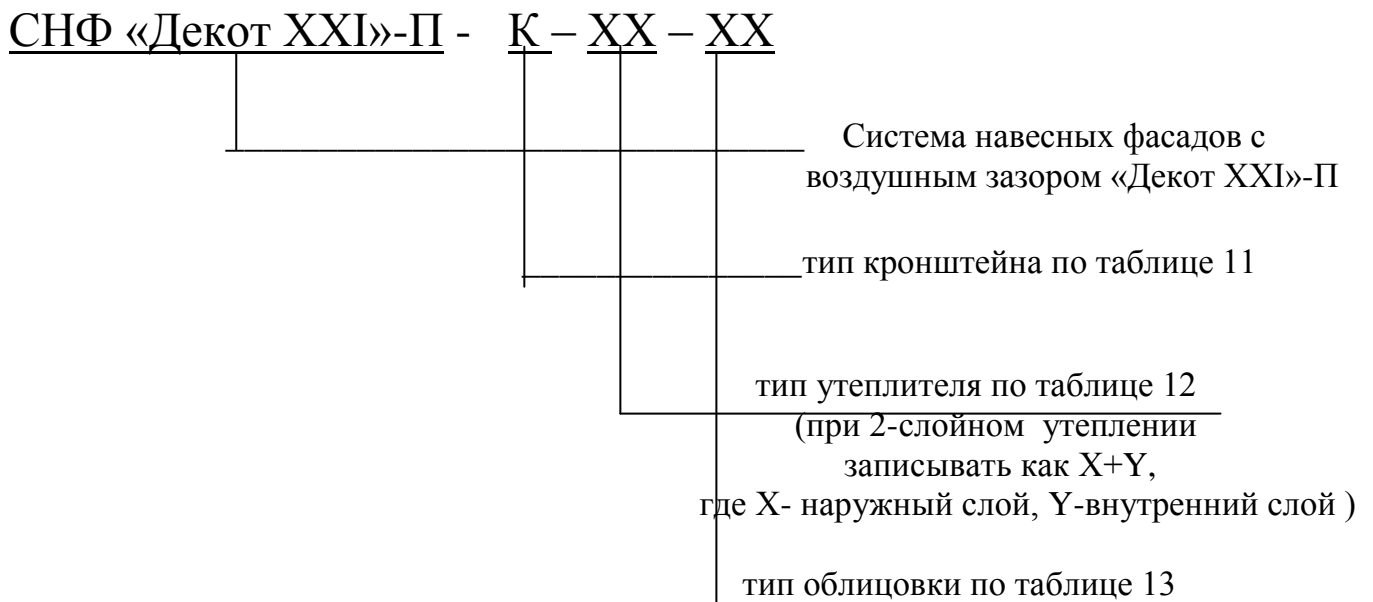
Элементы облицовки следует устанавливать без начального напряжения в них и в крепеже.

Все элементы системы должны быть надежно соединены между собой для предотвращения вибрации и связанных с ней шумов.

Теплотехнические расчеты выполняются в соответствии с СП 50.13330.2012, исходя из требуемого количества градусосутки отопительного периода. Расчетные значения теплопроводности утеплителя для конкретных условий эксплуатации определяются по приложению Ж к СП 23-101-2004 (табл. 2). В расчетах должны учитываться также теплопроводные включения (дюбели).

## 8. Маркировка вариантов системы

Настоящий альбом технических решений устанавливает следующее условное обозначение СНФ:



### Условные обозначения кронштейнов

Таблица 11

Применяемый кронштейн	Кронштейн разработки ЗАО «Аркада»
Условное обозначение	АР

### Условные обозначения утеплителя

Таблица 12

Номер при маркировке	Тип минераловатных плит
1.	ВентФасад-Верх, ВентФасад-Моно
2.	ВентФасад-Оптима
3.	ИЗОВЕР ВЕНТИ, ИЗОВЕР ВЕНТИ ОПТИМАЛ
4.	ИЗОВЕР ЛАЙТ, ИЗОВЕР СТАНДАРТ
5.	ПЛАСТЕР БАТТС, ВЕНТИ БАТТС, ВЕНТИ БАТТС ОПТИМА
6.	ВЕНТИ БАТТС Н, ВЕНТИ БАТТС Н ОПТИМА
7.	ВЕНТИ БАТТС Д, ВЕНТИ БАТТС Д ОПТИМА
8.	ИЗБА СТАНДАРТ
9.	ИЗБА ВЕНТИ
10.	ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ, ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА
11.	ТЕХНОЛАЙТ ЭКСТРА, ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА

Вид элемента облицовки	Условное обозначение
Керамогранитные плиты	КГ
Керамические плиты	КП

Примеры условного обозначения системы:

СНФ «Декот XXI»-П - АР – 1+12 - КГ

- система «Декот XXI»-П с применением кронштейна разработки ЗАО «Аркада» и керамических плит, с двухслойным утеплением: наружный слой – минераловатные плиты ВЕНТИ БАТТС, внутренний слой – минераловатные плиты ПЛ50;

СНФ «Декот XXI»-П - КЗ – 6 - КП

- система «Декот XXI» с применением керамических плит и кронштейна разработки ЗАО «Аркада», с однослойным утеплением минераловатными плитами NOBASIL FRE 75.

## 9. Требования пожарной безопасности к системе

Допустимую этажность зданий необходимо устанавливать в зависимости от степени огнестойкости и классов конструктивной и функциональной пожарной опасности вариантов системы по таблице 14.

Таблица 14

№ п.п	Наименование системы	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс функциональной пожарной опасности здания	Допускаемое количество надземных этажей
1	Система «Декот XXI»-Л	I-V	C <sub>0</sub> – C <sub>3</sub>	Ф1-Ф5	В соответствии с требованиями норм на различные типы зданий

При применении всех вариантов системы, должны выполняться следующие требования:

- при наличии в здании участков с разновысокой кровлей, она должна выполняться по всему контуру сопряжения с примыкающей к ней сверху фасадной системой как «эксплуатируемая» кровля шириной не менее 5м.

- над выходами из здания должны быть сооружены защитные навесы (козырьки) из негорючих материалов с вылетом от фасада не менее 1,2 м при высоте 15 м и не менее 2 м при высоте более 15 м;

- над открытыми выносными балконами, над которыми отсутствуют выше-расположенные балконы, следует выполнить защитные навесы (козырьки) из негорючих материалов на всю ширину и длину соответствующего балкона, за исключением балконов самого верхнего этажа.



Вышеперечисленные требования не распространяются (не обязательны для выполнения) при применении систем на здания V степени огнестойкости и на здания конструктивной пожарной опасности С<sub>2</sub> и С<sub>3</sub>.

Кроме вышеуказанных требований, необходимо учитывать следующие положения:

- направляющие рассчитывают на действие вертикальных и горизонтальных нагрузок;
- прямоугольные элементы облицовки могут применяться как при вертикальной, так и при горизонтальной разрезке фасада;
- допускаемые значения воздушного зазора не должны быть менее 20 мм и не более 200 мм;
- облицовочные элементы должны устанавливаться без начального напряжения в них и крепежных элементах;
- в процессе эксплуатации системы не должны возникать звуковые эффекты, связанные с ветровыми и температурными воздействиями на здание;
- при проектировании фасадов необходимо предусмотреть конструктивные мероприятия, обеспечивающие возможность крепления строительных лесов по ППР в процессе эксплуатации здания.

Все элементы каркаса системы (кронштейны, направляющие несущего каркаса, элементы противопожарного обрамления оконных и дверных проёмов, противопожарные рассечки и метизы для монтажа несущего каркаса должны изготавливаться из стали.

Кронштейны должны закрепляться к строительному основанию (стене) с помощью анкеров и анкерных дюбелей, имеющих техническое свидетельство и допущенные для применения в фасадных системах.

В качестве утеплителя в системе должны применяться:

- негорючие (группа НГ по ГОСТ 30244-94) минераловатные плиты с волокном из каменного литья, имеющих техническое свидетельство и допущенных для применения в фасадных системах.

- допускается использование комбинации из негорючих минераловатных плит и негорючих плит из стекловолокна. В последнем случае стекловолокнистые плиты утеплителя устанавливаются на строительное основание и накрываются слоем из минераловатных негорючих плит толщиной не менее 50 мм.

- и/или «комбинированный» утеплитель из стекловолокнистых плит – наружный слой толщиной не менее 45 мм из плит марки “ISOVER RKL”, внутренний слой проектной толщины из плит марки “ISOVER KL” производства “SAINT GOBAIN ISOVER OY” (Финляндия) с устройством минераловатной рассечки по откосам проёмов с высотой поперечного сечения не менее 150 мм, толщиной – равной общей толщине утеплителя.

Крепление плит утеплителя к строительному основанию должно производиться с помощью дюбелей тарельчатого типа, в том числе пластиковых, имеющих техническое свидетельство.

Допускается устанавливать со стороны наружной поверхности утеплителей однослойную влаго-ветрозащитную мембрану с перехлестом смежных полотен плёнки не менее 100...150 мм, имеющей техническое свидетельство Госстроя России и допущенной к применению в фасадных системах.

При использовании влаго-ветрозащитной мембраны в системе рекомендуется устанавливать стальные сплошные или перфорированные горизонтальные отсечки, перекрывающие воздушный зазор в системе, препятствующие (в случае возникновения пожара) распространению горения мембраны и предотвращающие выпадению горящих капель плёнки из воздушного зазора системы. Отсечки должны выполняться из тонколистовой (толщиной не менее 0,55 мм) стали с антикоррозионным покрытием; диаметр отверстий в отсечках – не более 5...6 мм, ширина в свету перемычек между отверстиями – не менее 10 мм; сопряжение всех возможных элементов системы и её крепление – с помощью метизов из вышеуказанных сталей; отсечка должна пересекать или вплотную примыкать (быть прижатой) к плёночной мембране; отсечки должны устанавливаться у открытых, обращённых вниз торцов системы, вдоль всей их длины, и дополнительно по всему периметру фасада через каждые 15 м (через каждые 5 этажей) по высоте здания; со стороны всех прочих открытых торцов системы, независимо от наличия в системе утеплителя и мембраны, должны устанавливаться перекрывающие эти торцы крышки или накладки, козырьки и т. п., препятствующие возможному попаданию внутрь системы источников зажигания.

Роль горизонтальных отсечек в системе «Декот XXI»-П выполняют горизонтальные направляющие.

Применение в навесной фасадной системе влаго-ветрозащитной мембраны в сочетании с утеплителями с наружным влаго-ветрозащитным слоем («кашировка» группы горючести Г1 по ГОСТ 30244-94), запрещается.

По периметру сопряжения навесной фасадной системы с оконными (дверными) проёмами с целью предотвращения проникновения пожара во внутренний объём системы должны устанавливаться противопожарные короба обрамления оконных (дверных) проёмов из листовой стали толщиной не менее 0,55 мм.

Противопожарные короба могут выполняться как в виде единой конструкции заводской сборки, так и в виде составной конструкции, монтируемой непосредственно на фасаде из соответствующих элементов (панелей).

При использовании варианта составной конструкции панели обрамления должны объединяться между собой в единый короб с применением стальных метизов.

Панели верхнего и боковых откосов противопожарного короба оконных (дверных) проёмов должны иметь выступы-бортики с вылетом за лицевую поверхность облицовки основной плоскости фасада. Высота поперечного сечения выступов облицовки верхнего и боковых откосов - не менее 30 мм, вылет за плоскость фасада (наружной поверхности плит облицовки) – не менее 25 мм вдоль верхнего и боковых откосов.

Короб должен иметь крепление к строительному основанию (стене) с помощью анкеров: шаг крепления верхней панели короба к строительному основанию (стене) не должен превышать 400 мм, при этом верхняя панель короба должна дополнительно крепиться ко всем вертикальным направляющим каркаса стальными заклёпками, в том числе обязательно в середине пролёта. Шаг крепления боковых откосов короба к строительному основанию не более 600 мм, при этом боковые (вертикальные) панели противопожарного короба должны дополнительно крепиться со стороны облицовки к вертикальным (горизонтальным) направляющим, рас-

положенным вдоль вертикальных откосов оконных (дверных) проёмов с шагом не более 600 мм.

Верхний элемент короба должен иметь крепление к направляющим каркаса или к стене здания (непосредственно или через стальные проставки) не менее чем в двух точках, в том числе в середине пролёта, с помощью метизов из коррозионно-стойких сталей или сталей с антикоррозионным покрытием. Оба боковых элемента короба должны иметь крепление не менее чем в двух точках по высоте.

Крепление противопожарного короба только к оконным блокам не допускается.

Плиты утеплителя системы должны вплотную примыкать к внутренней поверхности стальных панелей облицовки верхних и боковых откосов проёмов.

Во внутреннем объёме верхней панели противопожарного короба проёмов, вдоль всей длины панели и на всю толщину воздушного зазора системы, должна устанавливаться, в том числе при выполнении системы без утеплителя, полоса-вкладыш толщиной не менее 30 мм из минераловатных плит для наружного слоя.

Допускается применение керамогранитных плит размером не более 600х600мм, прошедших огневые испытания по ГОСТ 31251-2008 в составе навесных фасадных систем. Все плиты должны иметь техническое свидетельство ФЦС на право применения в фасадных системах.

Для крепления плит облицовки к направляющим каркаса системы должны применяться стальные кляммеры.

Кляммеры должны крепиться вытяжными заклёпками из коррозионно-стойких сталей к направляющим каркаса системы. Кляммеры устанавливаются по всем четырём углам каждой из плиток, так чтобы угол фиксировался не менее, чем одним прижимом.

Допускается выполнять облицовку откосов оконных и дверных проёмов из керамогранитных плит поверх стальных противопожарных коробов. Крепление плит облицовки к элементам противопожарного короба должно осуществляться с помощью стальных кляммеров на заклёпках из коррозионностойких сталей. При этом, со стороны каждой ориентированной поперёк откосов грани плитки, следует устанавливать не менее 2-х кляммеров; со стороны ориентированных вдоль откосов граней плитки следует устанавливать кляммеры с двойным зацепом (ОКК).

При варианте исполнения фасадных систем без утеплителя и использовании при этом анкеров или дюбелей с пластмассовой гильзой для крепления стальных кронштейнов каркаса к строительному основанию следует применять теплоизоляцию опорных, примыкающих к строительному основанию, площадок кронштейнов. Локальная теплоизоляция должна осуществляться на участках над проёмами и по обеим боковым сторонам от проёмов. Высота участков фасада над проёмами – не менее 1,2 м от верхнего откоса каждого проёма, ширина равна ширине проёма. Высота участков вдоль боковых откосов проёмов равна высоте проёма, ширина не менее 0,3 м. Теплоизоляция опорной площади кронштейна должна выполняться полосой из минераловатных плит, толщина полос не менее 50 мм, ширина и высота не менее 100 мм.

При креплении кронштейнов каркаса к строительному основанию с помощью анкеров и дюбелей с сердечником и гильзой из стали локальная теплоизоляция кронштейнов не требуется, локальная теплоизоляция не требуется в пределах лоджий и балконов здания.

Отступления от альбома технических решений, возможность замены предусмотренных в системе материалов и изделий на другие, согласовываются ФЦС.

При производстве на фасаде огневых работ (в том числе сварочных) следует соблюдать требования «Правил противопожарного режима в РФ», утверждённых постановлением Правительства РФ №390 от 25.04.2012г., при этом следует в обязательном порядке изолировать негорючими материалами (группа горючести НГ по ГОСТ 30244-94) все открытые участки, в том числе воздушный зазор, монтируемого навесного фасада с целью исключения попадания во внутренний объём открытого огня или расплавленных (раскалённых) продуктов огневых работ.

Подразделения ГПС МЧС России, на подведомственной территории которых возводятся и эксплуатируются здания с навесной фасадной системой «Декот XXI»-П, должны быть проинформированы Застройщиком о вероятности обрушения при пожаре единичных фрагментов облицовочной плитки массой более 1 кг в зоне тушения пожара при воздействии на неё воды тушения.

## 10. Обслуживание системы в период эксплуатации

Службы эксплуатации обязаны проводить периодический контроль через определенные интервалы времени, которые устанавливаются комиссионно с оформлением протоколов на основании результатов предыдущих наблюдений, степени полноты выполнения и качества текущих ремонтов, условий эксплуатации конструкций и коррозионной стойкости материалов конструкции.

Периодический контроль проводится:

- как выборочный – не реже 2-х раз в год (осенью и весной) с целью установить степень стабильности процессов, определяющих агрессивность среды и выявить факты отклонения условий эксплуатации конструкций от предусмотренных проектом (появление протечек, разрушение защитных покрытий или изменений свойств материалов конструкции по этой причине, деформирование конструкций, способное вызвать отслоение покрытия и т.д. В выборочном контроле участвуют лица, осуществляющие постоянные наблюдения за конструкциями; при этом проводят осмотр всех доступных для этого характерных конструкций с общей оценкой их состояния и детальный осмотр части конструкций, наиболее подверженных воздействию окружающей среды: не менее 10% в слабоагрессивных средах, 20-25% в среднеагрессивных и 30-35% в сильноагрессивных.

- как сквозной – в процессе проведения текущих ремонтов, но не реже, чем рекомендовано в таб. 15.

Таблица 15

Промежутки времени (лет), между работами по периодическому контролю состояния металлических конструкций при эксплуатации в средах со степенями агрессивного воздействия		
Слабоагрессивной	Среднеагрессивной	Сильноагрессивной
8	5	3

При периодическом контроле устанавливают наличие отклонений в техническом состоянии конструкций и состоянии противокоррозионной защиты по сравнению с результатом предыдущего освидетельствования, возникших в результате

воздействия условий эксплуатации и неприятия мер, рекомендованных в результате проведения предыдущего освидетельствования, по следующим показателям:

- степени агрессивного воздействия среды;
- особенностям конструктивной формы, способствующим ускорению коррозии;
- несоответствию проекту материалов и толщины защитного покрытия;
- отклонениям в показателях электрохимической защиты;
- наличию дефектов защитных покрытий;
- наличию участков поверхностной коррозии;
- появлению потеков атмосферных осадков на конструкциях;
- ослаблению или выпадению болтов, заклепок;
- наличие не предусмотренных проектом отверстий;
- наличию деформаций элементов конструкции;
- наличию источников абразивного износа или лучистого нагрева;
- появлению других дефектов защитных покрытий и металла, а также измененных условий эксплуатации, создающих угрозу коррозионного поражения конструкции.

О появлении постоянно действующих источников агрессивных воздействий среды, не предусмотренных в проекте, необходимо немедленно информировать руководство эксплуатационной организации и авторов проекта поставить перед руководством предприятия вопрос о необходимости внесения изменений в проект противокоррозионной защиты конструкций.

Результаты периодического контроля следует оформлять актами, прилагаемыми к паспортам на здания и сооружения. Акты должны содержать сведения об источниках агрессивного воздействия на момент проведения контроля с описанием факторов, определяющих степень агрессивного воздействия среды в соответствии со СНиП 2.03.11-85; о состоянии защитных покрытий; о наличии признаков коррозии металла; о содержании и качестве ремонтно-восстановительных работ и т.д.

Результаты периодического контроля следует учитывать при назначении сроков текущих ремонтов конструкции и защитных покрытий. Эти результаты могут служить также основой для проведения обследования, разработки проектов на капитальные ремонты и совершенствование противокоррозионной защиты конструкций.

## **11. Прочностные расчёты несущих элементов навесной фасадной системы**

### **«Декот XXI»-П**

#### **11.1 Методические предпосылки**

Прочностные расчеты включают проверку прочности и деформаций металлических профилей, кронштейнов, анкерных болтов и стержней, несущих нагрузки от массы облицовки и от давления ветра, стыковых соединений профилей между собой, их крепления к основным несущим конструкциям здания. Нагрузка от собственной массы профилей т. к. она относительно мала, не учитывается.

Физико-механические характеристики профилей, их соединений и крепежных элементов принимаются по СП 13.13330.2011 «Стальные конструкции».

Нагрузки от собственной массы облицовочных материалов принимаются по паспортным данным предприятий-изготовителей. Временные нагрузки от ветра принимаются по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»,

Усилия: изгибающие моменты, поперечные и продольные силы; прогибы определяются с использованием основных положений сопротивления материалов и строительной механики.

При проверке прочности и деформаций элементов и стыковых соединений коэффициенты надежности по назначению  $\gamma_n = 0,95$  принимаются по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

## 11.2 Характеристики материалов

Керамогранитные плиты навешиваются на стены посредством системы профилей из оцинкованной стали толщиной  $\delta=1,2$  мм, с расчетными сопротивлениями по СП 13.13330.2011 «Стальные конструкции»: на растяжение, сжатие и изгиб  $R_y=230$  МПа, на сдвиг  $R_s=133$  МПа, на смятие  $R_{ip}=133$  МПа, коэффициент условий работы  $\gamma_c=1$ , модуль упругости  $E=2,1 \cdot 10^5$  МПа.

Профили соединяются между собой и кронштейном стальными заклепками. Кронштейны к стене - анкерными болтами. Их расчетные сопротивления по СП 13.13330.2011 «Стальные конструкции»: на растяжение  $R_{bt}=170$  МПа, на срез  $R_{bs}=150$  МПа, коэффициент условий работы  $\gamma_b=0,8$ .

## 11.3 Расчетные схемы

Направления координатных осей: ось  $X$  – горизонтальная в плоскости стены, ось  $Y$  – горизонтальная по нормали к стене, ось  $Z$  – вертикальная в плоскости стены.

Расчетная схема вертикальных профилей – двухпролётная балка, неразрезная на средней опоре и шарнирно опертая на горизонтальные профили и с консолями по концам. Шаги профилей в направлении оси  $X-l_k = 0,6$ м, пролеты в направлении оси  $Z-l_2 = 1,2$ м, вылеты консолей  $l_{zk}=0,3$ м. К профилю приложена вертикальная нагрузка от керамогранитной плиты с эксцентриситетом относительно их центра тяжести  $e_{y,c} = 0,01$ м, и горизонтальная ветровая нагрузка.

Расчетная схема кронштейна – консольная балка, прикрепляемая к стене одним болтом с дюбелем. Кронштейн воспринимает нагрузку от горизонтального профиля: вертикальную с плечом  $e_y$ , зависящим от толщины слоя утеплителя и горизонтальную (ветровую).

Заклепочные и болтовые соединения между профилями, со стеной, анкеровка в стене рассчитываются на действие усилий смятия от вертикальных нагрузок, растяжения и вырыва от совместного действия вертикальной и ветровой нагрузок.

## 11.4 Расчет

В данном расчёте принята облицовка керамогранитной плитой толщиной  $\delta=8$  мм. Толщина слоя утеплителя максимальная  $\delta_{yt}=120$  мм.

Вертикальная нормативная нагрузка от веса керамогранитной плиты  $q_z^n = \gamma \cdot \delta = 2400 \cdot 0,008 \cdot 10^{-2} = 0,19$  кПа, расчетная  $q_z = q_z^n \cdot \gamma_f = 0,19 \text{ кПа} \cdot 1,2 = 0,23 \text{ кПа} = 230 \text{ Н/м}^2$ .

Вертикальная расчетная нагрузка от веса керамогранитной плиты на один профиль  $p_z = q_y \cdot l_x = 230 \text{ Н/м} \cdot 0,6 \text{ м} = 138 \text{ Н/м}$ , прикладываемая с эксцентриситетом относительно центра тяжести профиля  $e_{yc} = 10 \text{ мм}$ .

Определение ветровых нагрузок.

Согласно приложению Ж (рекомендуемому) к СП 20.13330.2011 карта 3 для Новосибирска принимается III ветровой район.

$w_0$  – нормативное значение ветрового давления согласно п. 11.1.4 СП 20.13330.2011 по таблице 11.1

$$w_0 = 0,38 \text{ кПа} = 38 \text{ кгс/м}^2.$$

Согласно п. 11.1.3 нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  на высоте  $z$  над поверхностью земли определяется по формуле (11.2)

$$w_m = w_0 \times k(z_e) \times c$$

$k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте.  
 $c$  – аэродинамический коэффициент.

Коэффициент  $k(z_e)$  определяем по таблице 11.2 в зависимости от типа местности.

В расчёте принимаем тип местности «В» - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 метров.

Аэродинамический коэффициент  $c$  определяем согласно приложения Д.1 СП 20.13330.2011.

$c_e = +0,8$  с наветренной стороны;

$c_e = -0,5$  с подветренной стороны.

Согласно СП 20.13330.2011 в углах здания и по внешнему контуру покрытия следует учитывать местное отрицательное давление ветра с аэродинамическим коэффициентом  $c_e = -2,2$ , распределённое вдоль поверхностей в соответствии с рисунком Д.4 СП 20.13330.2011.

Таким образом имеем нормативное значение (в расчёте по II группе предельных состояний – по деформациям).

Рядовой участок фасада с наветренной стороны на высоте до 60 м

$$w_m^+ = w_0 \times k(z_e) \times c = 38 \times 1,3 \times 0,8 = 39,5 \text{ кгс/м}^2 = 395 \text{ Н/м}^2$$

Рядовой участок фасада с наветренной стороны на высоте до 40 м

$$w_m^+ = w_0 \times k(z_e) \times c = 38 \times 1,1 \times 0,8 = 33,44 \text{ кгс/м}^2 = 334,4 \text{ Н/м}^2$$

Угловой участок фасада с подветренной стороны на высоте до 60 м

$$w_m^- = 38 \times 1,3 \times 2,2 = 108,7 \text{ кгс/м}^2 = 1087 \text{ Н/м}^2$$

Угловой участок фасада с подветренной стороны на высоте до 40 м

$$w_m^- = 38 \times 1,1 \times 2,2 = 92,0 \text{ кгс/м}^2 = 928 \text{ Н/м}^2$$

В соответствии с п. 11.1.12 СП 20.13330.2011 коэффициент надёжности по ветровой нагрузке следует принимать  $\gamma_f = 1,4$ .

Имеем расчётное значение ветровой нагрузки на высоте до 60 м :

$$w_{m \text{ расч.}}^+ = 39,5 \times 1,4 = 55,3 \text{ кгс/м}^2 = 553 \text{ Н/м}^2$$

$$w_{\text{м расч.}}^- = 108,7 \times 1,4 = 152,2 \text{ кгс/м}^2 = 1522 \text{ Н/м}^2$$

Значение ветровой нагрузки на высоте до 40 м :

$$w_{\text{м расч.}}^+ = 33,44 \times 1,4 = 46,8 \text{ кгс/м}^2 = 468 \text{ Н/м}^2$$

$$w_{\text{м расч.}}^- = 92,8 \times 1,4 = 129,9 \text{ кгс/м}^2 = 1299 \text{ Н/м}^2$$

Пульсационные составляющие ветровой нагрузки не учитываем, так как её расчёты с учётом коэффициента динамичности и частоты собственных колебаний здания относятся непосредственно к самому зданию, а не к навешиваемым элементам.

На снеговую нагрузку расчёт не выполняется, так как конструкции вентилируемого фасада на участке подхода к кровле не должны воспринимать снеговые нагрузки (с кровли).

В средней части фасада для ветровой нагрузки аэродинамический коэффициент  $C$  значительно меньше, и при унификации с угловыми зонами шагов подконструкций они будут иметь дополнительный запас прочности.

## 11.5 Расчет вертикального профиля ВО 80x20x30x1,2

11.5.1 Геометрические характеристики: площадь сечения, момент инерции, момент сопротивления, центр тяжести.

Полный профиль

Геометрические характеристики профиля заданы по ТУ 1108-098-39124899-2003 ЗАО «Аркада».

$$A_n = 2,20 \text{ см}^2;$$

Момент инерции профиля

$$I_x = 1,59 \text{ см}^4;$$

Момент сопротивления

$$W_{x \text{ min}} = \frac{I_x}{Z_0} = \frac{1,7}{1,09} = 1,56 \text{ см}^3$$

Половинный профиль ВП 30x20x40x1,5.

Геометрические характеристики заданы по ТУ 1108-098-39124899-2003 ЗАО «Аркада»

$$A_n = 1,18 \text{ см}^2;$$

Момент инерции профиля

$$I_x = 0,79 \text{ см}^4;$$

Момент сопротивления

$$W_{x \text{ min}} = \frac{I_x}{Z_0} = \frac{1,7}{1,08} = 0,73 \text{ см}^3$$

### 11.5.2 Нагрузки и усилия

Изгибающие моменты ( $\text{Н} \cdot \text{м}$ ):  
от вертикальной расчетной нагрузки

$$M_b = p_y \cdot l_z = 138 \cdot 1,2 \cdot 0,01 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$



от горизонтальной нагрузки расчетной на высоте до 60м

$$M_r = K p_y \cdot l_z^2 = 0,125 \cdot 1522 \cdot 0,6 \cdot 0,6^2 = 68 \text{ Н·м};$$

от горизонтальной нагрузки расчетной на высоте до 40м

$$M_r = K p_y \cdot l_z^2 = 0,125 \cdot 1170 \cdot 0,6 \cdot 1,2^2 = 140 \text{ Н·м}.$$

Продольное усилие

$$N_z = p_z \cdot l_z = 102 \text{ Н/м} \cdot 1,2 \text{ м} = 122 \text{ Н}.$$

11.5.3. Проверка прочности вертикального половинного профиля на растяжение с изгибом в двух направлениях

Принимаем к расчёту вертикальный половинный профиль, имеющий наименьший момент инерции и момент сопротивления.

По формуле 106 /1/ на растяжение с изгибом в двух направлениях, приведённой для данного расчёта:  $(N/A_n \pm M_x y/I_{xn} \pm M_y x/I_{yn})/(R_y u_c) \leq 1$ ,

где  $N$ ,  $M_x$  и  $M_y$  – абсолютные значения соответственно продольной силы и изгибающих моментов;

$x$ ,  $y$  – расстояния от главных осей до рассматриваемой точки сечения.

Так как  $M_x = 0$ , то формула 106 приобретает вид:

$$(N/A_n \pm M_y y/I_{xn})/(R_y u_c) \leq 1.$$

$$(122/1,18 + (1,2 + 170) \cdot 10^2 \cdot 1,08/0,79)/(2350 \cdot 10 \cdot 1,08) = 0,93 < 1$$

Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается.

11.5.4 Проверка прогиба вертикального профиля

Вертикальный профиль под действием ветровой нагрузки прогибается в горизонтальной плоскости. Определим прогиб по формуле:

$$f_y = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{p_y^n \cdot l_z^4}{EJ} - \frac{M_z^n \cdot l_z^2}{16EJ} \right) \gamma_n,$$

где  $p_y^n$  – нормативная равномерно распределённая нагрузка от горизонтальной нормативной ветровой нагрузки.

$$p_y^n = w_m \cdot l_x = 922 \cdot 0,6 = 552 \text{ Н/м}.$$

$$M_r^n = K p_y^n \cdot l_z^2 = 0,125 \cdot 552 \cdot 1,2^2 = 99 \text{ Н·м}.$$

$$f_y = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{p_y^n \cdot l_z^4}{EJ} - \frac{M_z^n \cdot l_z^2}{16EJ} \right) \gamma_n = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{552 \cdot 10^{-2} \cdot 120^4}{21 \cdot 10^6 \cdot 0,79} - \frac{114 \cdot 10^2 \cdot 120^2}{16 \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 0,79} \right) 0,95 = 0,27 \text{ см} = 2,7 \text{ мм}$$

$$\frac{f_y}{l_z} = \frac{2,7}{1200} = \frac{1}{444} \left\langle \frac{f}{l} \right\rangle = \frac{1}{200}, \text{ жёсткость профиля обеспечивается.}$$

Проверка прочности крепления профиля к кронштейну.

Крепление производится двумя стальными заклепками диаметром 4,8 мм с расчетной площадью сечения одной заклёпки  $A=18,1 \text{ мм}^2$ .

Наиболее неблагоприятные условия работы на сдвиг (срез) и смятие в направлении оси У от действия ветровой горизонтальной нагрузки.

$$\Sigma_{\text{р.}} = \frac{P}{A};$$

$$P = L \times B \times W_{\text{м расч}} = 1,2 \times 0,6 \times 152,2 = 109,6 \text{ кг.}$$

$$\Sigma_{\text{р.}} = \frac{109,8}{18,1} = 6,1 \text{ кг/мм}^2 \leq 12 \text{ кг/мм}^2$$

### Расчет горизонтального профиля

#### Уголок гнутый ГО 40x40x1,2

Геометрические характеристики: момент инерции, момент сопротивления, центр тяжести.

Момент инерции профиля Задан ТУ 1108-098-39124899-2003 ЗАО «Аркада»

$$I_x = 3,73 \text{ см}^4;$$

Момент сопротивления

$$W_{x \text{ min}} = \frac{I_x}{Z_0} = \frac{3,73}{1,12} = 3,33 \text{ см}^3$$

#### 11.5.5 Нагрузки и усилия

В данном расчёте принята облицовка керамогранитной плитой толщиной  $\delta=8$  мм. Толщина слоя утеплителя максимальная  $\delta_{\text{ут}}=120$  мм.

Вертикальная нормативная нагрузка от веса керамогранитной плиты  $q_z^{\text{н}} = \gamma \cdot \delta = 2400 \cdot 0,008 \cdot 10^{-2} = 0,19 \text{ кПа}$ , расчетная  $q_z = q_z^{\text{н}} \cdot \gamma_f = 0,19 \text{ кПа} \cdot 1,2 = 0,23 \text{ кПа} = 230 \text{ Н/м}^2$ .

Вертикальная расчетная нагрузка от веса керамогранитной плиты на горизонтальный профиль  $p_z = q_y \cdot l_x = 230 \text{ Н/м} \cdot 0,6 \text{ м} = 138 \text{ Н}\cdot\text{м}$ , прикладываемая с эксцентриситетом относительно центра тяжести профиля  $e_{\text{yc}} = 10 \text{ мм}$ .

Изгибающие моменты (Н · м):

от вертикальной расчетной нагрузки

$$M_{\text{в}} = K p_y \cdot l_x^2 = 0,138 \cdot 102 \cdot 0,6^2 = 5,1 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

от расчётной горизонтальной нагрузки на высоте до 60м

$$M_{\text{г}} = K p_y \cdot l_x^2 = 0,125 \cdot 1522 \cdot 1,2 \cdot 0,6^2 = 82,2 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

от расчётной горизонтальной нагрузки на высоте до 40м

$$M_{\Gamma} = K p_y \cdot l_x^2 = 0,125 \cdot 1299 \cdot 1,2 \cdot 0,6^2 = 69,2 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

### 11.5.6 Проверка прочности горизонтального профиля на изгиб в двух направлениях

По формуле 106 /1/ на изгиб в двух направлениях, приведённой для данного расчёта:  $(\pm M_{xy}/I_{xn} \pm M_{yx}/I_{yn})/(R_y u_c) \leq 1$ ,

где  $M_x$  и  $M_y$  – абсолютные значения изгибающих моментов соответственно от вертикальной и горизонтальной нагрузки;

$x, y$  – расстояния от главных осей до рассматриваемой точки сечения,  $x=y=1,12\text{см}$ .

$$(5,1 \cdot 10^2 \cdot 1,12/3,73 + 82,2 \cdot 10^2 \cdot 1,12/3,73)/(2350 \cdot 10 \cdot 1,12) = 0,10 < 1$$

Прочность профиля на изгиб в двух направлениях обеспечивается.

Прочность профиля на растяжение с изгибом обеспечивается.

### 11.5.8 Проверка прогиба горизонтального профиля

Горизонтальный профиль под действием ветровой нагрузки прогибается в горизонтальной плоскости. Определим прогиб:

$$f_y = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{p_y^n \cdot l_z^4}{EJ} - \frac{M_z^n \cdot l_z^2}{16EJ} \right) \gamma_n,$$

где  $p_y^n$  – нормативная равномерно распределённая нагрузка от горизонтальной нормативной ветровой нагрузки.

$$p_y^n = w_m \cdot l_x = 922 \cdot 0,6 = 552 \text{ Н/м}.$$

$$M_{\Gamma}^n = K p_y^n \cdot l_z^2 = 0,125 \cdot 552 \cdot 1,2^2 = 99 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$f_y = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{p_y^n \cdot l_z^4}{EJ} - \frac{M_z^n \cdot l_z^2}{16EJ} \right) \gamma_n = \left( \frac{5}{384} \cdot \frac{552 \cdot 10^{-2} \cdot 120^4}{21 \cdot 10^6 \cdot 3,73} - \frac{114 \cdot 10^2 \cdot 120^2}{16 \cdot 21 \cdot 10^6 \cdot 3,73} \right) 0,95 = 0,08 \text{ см} = 0,8 \text{ мм}$$

$$\frac{f_y}{l_z} = \frac{0,8}{1200} = \frac{1}{1500} < \left[ \frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}, \text{ жёсткость профиля обеспечивается.}$$

## 11.6 Расчет кронштейна

Горизонтальное отрывающее усилие от ветровой нагрузки

$$N_y = P \cdot S = 1522 \cdot 1,2 \cdot 0,6 = 1096 \text{ Н}.$$

Вертикальная нагрузка  $N_z = 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,008 \text{ м} \cdot 1,2 \text{ м} \cdot 0,6 \text{ м} \cdot 1,2 \cdot 10 = 166 \text{ Н}$ .

Изгибающий момент от вертикальной нагрузки:

$$M = N_z \cdot e_{y0} = 166 \cdot 0,27 = 45 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

### 11.6.1. Проверка наиболее слабого сечения кронштейна.

## Схема загрузки

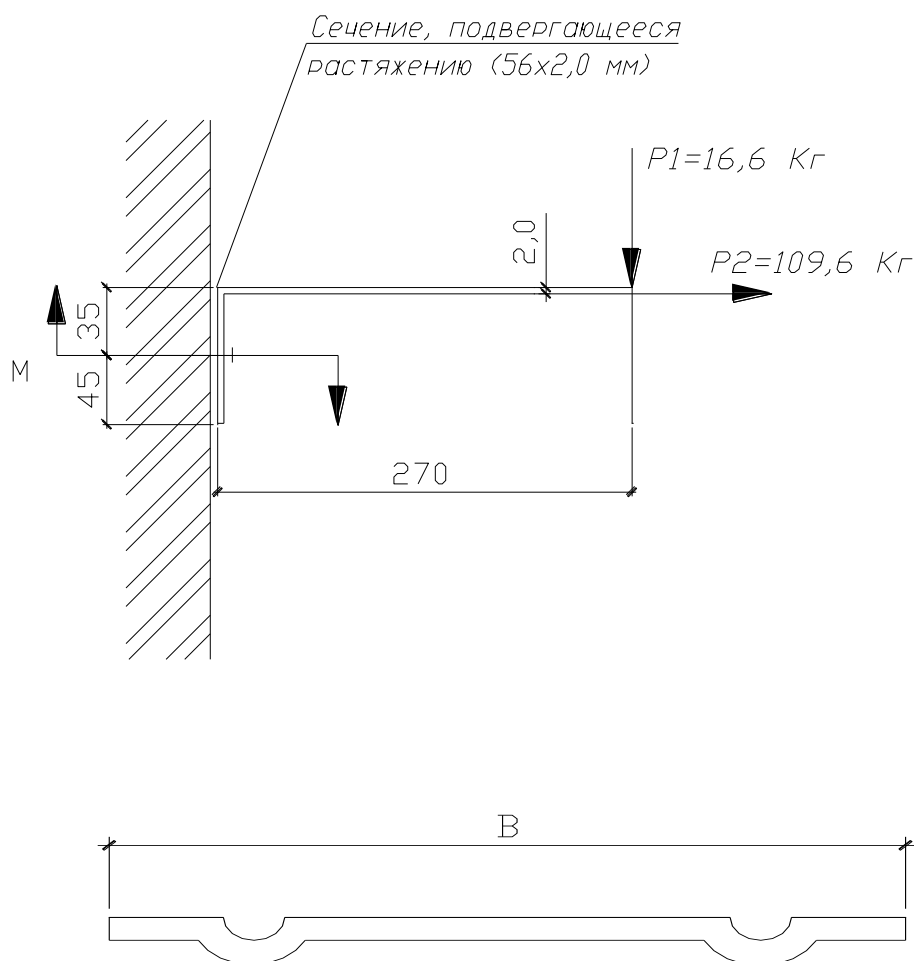


Рис.4

Момент инерции в наиболее слабом сечении задан

$$I_x = 0,303 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления в наиболее слабом сечении задан

$$W_x = 0,403 \text{ см}^3$$

Проверка прочности кронштейна на растяжение с изгибом по формуле 106 /1/, приведённой для данного расчёта:  $(N/A_n \pm M_{yx}/I_{yn})/(R_{yuc}) \leq 1$ , или  $(N/A_n \pm M_y/W_{yn})/(R_{yuc}) \leq 1$ ,

где  $N$ ,  $M_y$  – абсолютные значения соответственно продольной силы и изгибающих моментов;

$x$ ,  $y$  – расстояния от главных осей до рассматриваемой точки сечения.

$$(1096/1,00 + 45 \cdot 10^2/0,403)/(2350 \cdot 10^0,9) = 0,58 < 1$$

Прочность кронштейна на растяжение с изгибом обеспечивается.

### 11.6.2 Проверка прочности крепления кронштейна к стене

Крепление производится одним стальным болтом с  $d=10$  мм и  $d_0=7$  мм, расчетной площадью сечения  $A_n=47,8\text{мм}^2$ .

Вертикальное расчетное усилие на болт:  $N_z = 166\text{Н}$ , горизонтальное расчетное усилие на кронштейн, то же на болт:  $N_y = 1096\text{Н}$ . Изгибающий момент от вертикальной нагрузки относительно плоскости стены  $M = 45\text{Нм}$ . Растягивающее усилие в болте от момента при плече  $z = 35$  мм,  $N_M = M/z = 45 \cdot 10^3 / 35 = 1001$  Н. Суммарное растягивающее (вырывающее) усилие в болте  $N = N_M + N_n = 1001 + 1096 = 2097$  Н.

$$N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c$$

По формуле 188 /1/ на растяжение  $\frac{N_{bt}}{A_{bn}} \gamma_c \leq R_{bt}$ ,  $\frac{2097}{47.8} 0.95 = 41,7\text{МПа} < 170 \cdot 0,8 = 136\text{МПа}$

Прочность болта на растяжение обеспечивается.

По формуле 127 /1/ на срез:  $\frac{N_{bs}}{A_b n_s \gamma_b} \leq R_{bs} \gamma_c$

$\frac{166}{47,8 \cdot 1 \cdot 0,95} = 3,7\text{МПа} < 150 \cdot 0,8 = 120\text{МПа}$ , прочность болта на срез обеспечивается.

По формуле 128 /1/ на смятие:  $\frac{N_{uz}}{d_b \cdot t \cdot \gamma_b} \leq R_{bp} \gamma_c$

$\frac{166}{7 \cdot 1 \cdot 0,95} = 25,0\text{МПа} < 175 \cdot 0,8 = 140\text{МПа}$ , прочность болта на смятие обеспечивается.

Вырывающее усилие  $N = 2097$  Н, передаваемое на один болт, должно обеспечиваться анкерровкой в стене здания с учетом материала стены по результатам испытаний анкерной продукции.

## 11.7 Общий вывод по прочностным расчётам

При необходимости расчётная схема для направляющих может быть изменена и принята в оптимальном виде после подбора оптимального шага горизонтальных направляющих. Для шага горизонтальных направляющих более 1,20м, в том числе при креплении кронштейнов к плитам перекрытий, необходимо применение вертикальных направляющих с большими геометрическими характеристиками принятых в представленном расчёте.

## 12. Теплотехнические расчеты

### 12.1 Введение

Толщина теплоизоляции назначается в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» /3/ и с учетом коэффициента теплотехнической однородности.

Влажностный режим рассчитывается в соответствии с «Рекомендациями по проектированию и применению для строительства и реконструкции в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Марморок» (правительство Москвы, Москомархитектура, М,2001г.) /4/ и «Рекомендациями по проектированию и применению для строительства и реконструкции в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором из алюминиевых профилей ЗАО Союз Метроспецстрой»

(правительство Москвы, Москомархитектура, М, 2001 г.) /5/ в т. ч. с учетом рассчитываемых скоростей воздуха в прослойке, а также (для худшего случая) при отсутствии движения воздуха в прослойке.

Принципы теплотехнического проектирования включают методы теплотехнических расчетов, расчеты воздухообмена и влагообмена в воздушных прослойках.

Методика теплотехнических расчетов базируется на требованиях /3/.

Основное отличие приведенной в работе методики от теплотехнических норм /3/ в комплексной оценке теплового, воздушного и влажностного режима рассматриваемой системы.

## **12.2 Основные, используемые в тексте, понятия**

Прослойка между стеной и экраном, вентилируемая наружным воздухом; швы, зазоры, щели – приточные, воздухозаборные (полости, отверстия), вытяжные, воздуховыводящие. Такими зазорами могут являться как вертикальные, так и горизонтальные стыковые швы панелей экранов, но преимущественно горизонтальные (при уплотнении вертикальных).

Экраны-панели могут быть из различных атмосферостойких, долговечных материалов, в т. ч. утепленных. В последнем случае температура в прослойке будет выше, чем при неутепленных экранах.

Условный коэффициент паропроницаемости – приведенный коэффициент паропроницаемости, учитывающий сопротивление паропроницанию материалов экрана и швов-стыков между облицовочными панелями.

## **12.3. Основные положения по проектированию систем навесных фасадов с воздушным зазором**

При проектировании зданий с системой навесных фасадов следует учитывать особенности экранизируемых стен.

1. Минимальный размер полости (щели) для притока воздуха составляет  $10 \div 15$  мм. Этот размер уточняется нижеприведенным расчетом.

2. Толщина воздушной прослойки должна быть как правило 40 мм, (минимально допустимое расстояние от экрана до ближайшей точки на поверхности утеплителя).

Толщина воздушного зазора при материале экрана с коэффициентом паропроницаемости 0,01 и менее рекомендуется 50-60 мм, а толщина экрана не более 10 мм.

3. Сечение полости (щели) для вытяжки воздуха не должно быть менее сечения полости (щели) для притока.

4. Отверстия следует выполнять так, чтобы не было их закупорки.

5. Минимальная площадь приточных полостей (отверстий) должна быть  $0,003 \text{ м}^2 \div 0,005 \text{ м}^2$  ( $30\text{-}50\text{см}^2$ ) на  $1 \text{ м}^2$  экрана.

**Примечание:** При назначении указанных размеров имеется в виду, что в расчетах условного коэффициента паропроницаемости фасадов с воздушным зазором с учетом стыковых швов учитывается только площадь приточных (либо вытяжных) полостей-швов (отверстий).

## 12.4. Правила теплотехнического проектирования наружных ограждений с системой навесных фасадов с воздушным зазором

Теплотехническое проектирование наружных стен с системой навесных фасадов с воздушным зазором включает в себя два этапа. Причем второй этап применяется, если после первого этапа расчетов не выявится надежность рассматриваемой конструкции в теплотехническом отношении.

### Первый этап

Назначается конструктивное решение стены, в т. ч. параметры экранов, приточных и выводных щелей.

Выполняется теплотехнический расчет наружной стены с экраном, т. е. Определяется необходимая толщина теплоизоляции, исходя из требований /3/.

Выполняется расчет влажности режима стены по методике /3/.

Если влажностной режим стены удовлетворяет требованиям норм строительной теплотехники, то на этом теплотехническое проектирование заканчивается.

Если влажностной режим экранированных стен не удовлетворяет требованиям /3/, то подбирается такой материал стены и экрана, чтобы с ним конструкция стены удовлетворяла требованиям /3/.

Если расчет влажностного режима наружного ограждения с вентилируемым фасадом показал не выполнение требований /3/, а другой материал стены и экрана подобрать нельзя, то переходят ко второму этапу теплотехнического проектирования.

### Второй этап

- 1) Определяется условный коэффициент паропроницаемости экрана с учетом швов.
- 2) С учетом этого коэффициента паропроницаемости проводят расчет по методике /3/.
- 3) Определяется влажностный режим рассматриваемой конструкции в годовом цикле с учетом средних месячных температур.
- 4) С учетом результатов расчета по п. 2, 3 анализируются результаты, при необходимости корректируются материалы и их толщины в конструкции с целью исключения влагонакопления в годовом цикле. В основном, проведенных упомянутых расчетов для определения применимости конструкции, бывает достаточно. В других случаях расчет может быть продолжен в следующей последовательности.
- 5) С учетом этажности здания и района строительство определяется скорость движения воздуха в прослойке за экраном и расход воздуха.

Для выполнения п. 5 определяется термическое сопротивление воздушной прослойки.

- 6) Определяется температура на выходе из воздушной прослойки.
- 7) Определяется действительная упругость водяного пара на выходе из прослойки  $P_y$  и проверяется условие  $P_y < E_n$ , где  $E_n$  – максимальная упругость водяного пара на выходе из прослойки. Анализируются результаты расчетов и корректируется конструкция стены.

Определяется область применения стен с вентилируемой воздушной прослойкой.

## 12.5. Методика теплотехнического расчета наружных стен с системой навесных фасадов с воздушным зазором.

### 12.5.1 Общие требования

Расчет наружных стен с экраном и воздушным зазором основан на расчете теплотехнических характеристик стен.

Теплотехнический расчет наружных стен с вентилируемой прослойкой в соответствии с настоящим разделом включает в себя:

- подбор толщины теплоизоляционного слоя;
- определение влажностного режима в годовом цикле и в соответствии с действующими теплотехническими нормами;
- определение параметров воздухообмена в прослойке;
- определение тепловлажностного режима прослойки;
- определение условного приведенного коэффициента паропроницаемости экранов с учетом швов-зазоров между панелями-экранами.

Таким образом, для определения области применения стен с вентилируемой воздушной прослойкой производится несколько теплотехнических расчетов: расчет теплового режима стен и прослойки и влажностного режима стены и прослойки.

### 12.5.2. Определение толщины теплоизоляционного слоя.

Методика теплотехнического расчета разработана в соответствии с рядом документов, подготовленных ЦНИИЭП жилища и НИИСФ и удовлетворяет нормативным требованиям /3/.

Толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле (Л.1) /3/:

$$\delta_y = \left( \frac{1}{\frac{1}{R_o^{TP}} - \sum l_j \Psi_j - \sum n_k \chi_k} - \frac{\delta_k}{\lambda_k} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \lambda_y,$$

где,  $R_o^{TP}$  - требуемое сопротивление теплопередаче стены,  $(m^2 \cdot ^\circ C) / Wt$ , определяемое по табл. 3 /3/;

$\delta_y$  - толщина теплоизоляционного слоя, м;

$\lambda_y$  - коэффициент теплопроводности утеплителя,  $Wt / (m \cdot ^\circ C)$ ;

$\delta_k$  - толщина конструкционного слоя, м;

$\lambda_k$  - коэффициент теплопроводности материала конструкционного слоя,  $Wt / (m \cdot ^\circ C)$ ;

$l_j$  - протяженность линейной неоднородности  $j$ -го вида, приходящаяся на  $1 m^2$  фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции,  $m / m^2$ ;

$\Psi_j$  - удельные потери теплоты через линейную неоднородность  $j$ -го вида,  $Wt / (m \cdot ^\circ C)$ ;



$n_k$  - количество точечных неоднородностей  $k$ -го вида, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, шт./м<sup>2</sup>;

$\chi_k$  - удельные потери теплоты через точечную неоднородность  $k$ -го вида, Вт/°С.

Для упрощения расчётов в основу конструктивных решений наружных стен при определении приведенных сопротивлений теплопередаче главных фрагментов принимаются толщины утеплителя, рассчитанные предварительно по формуле:

$$\delta_{ym} = \left( \frac{R_0^{mp}}{r} - R_o^{np} - \frac{1}{\alpha_B} - \frac{1}{\alpha_H} \right) \times \lambda_{VT} \quad (12.1)$$

где:  $R_0^{mp}$  - требуемое приведенное сопротивление теплопередаче стен определяемое по табл. 3 /3/, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по табл. 4 /3/;

$\alpha_H$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), принимаемый по табл. 6 /3/;

$R_0^{np}$  - приведенное сопротивление теплопередаче стен, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$r$  – коэффициент теплотехнической однородности по табл. 17, 18.

Таблица 17

Значение  $r$  кирпичных утепленных снаружи стен

Толщина, м		Коэффициент $r$ при $\lambda$ , Вт/°С		
Стены (без дополнительного утепления)	Утеплителя	0,04	0,05	0,08
0,38	0,1	0,705	0,726	0,73
	0,15	0,693	0,713	0,73
	0,2	0,68	0,7	0,715
0,51	0,1	0,694	0,714	0,73
	0,15	0,682	0,702	0,72
	0,2	0,667	0,687	0,702
0,64	0,1	0,685	0,7	0,715
	0,15	0,675	0,69	0,705
	0,2	0,665	0,68	0,695

Примечания:

1 В таблице даны  $r$  для худшего в теплотехническом отношении участка (с оконным проемом).

2 Для получения значений  $r$  с учетом глухих участков приведенные в таблице значения умножаются на 1,05.

Значения  $\gamma$  бетонных (керамзитобетонных) утепленных снаружи стен

Толщина, м		Коэффициент $\gamma$ при $\lambda$ , Вт/°С		
Панели (без дополнительного утепления) при $\gamma_0$	Утеплителя	0,04	0,05	0,08
1	2	3	4	5
$\gamma_0=1000$ кг/м <sup>3</sup> 0,3	0,05	0,9	0,92	0,95
	0,1	0,84	0,87	0,88
	0,15	0,81	0,84	0,85
1 0,35	2 0,05	3 0,87	4 0,9	5 0,93
	0,1	0,8	0,83	0,86
	0,15	0,78	0,81	0,83
0,4	0,05	0,82	0,87	0,9
	0,1	0,77	0,8	0,83
	0,15	0,75	0,78	0,8
$\gamma_0=1200$ кг/м <sup>3</sup> 0,3	0,05	0,89	0,9	0,94
	0,1	0,83	0,86	0,87
	0,15	0,80	0,83	0,84
0,35	0,05	0,86	0,99	0,92
	0,1	0,79	0,82	0,85
	0,15	0,77	0,80	0,82
1	2	3	4	5
0,4	0,05	0,81	0,86	0,89
	0,1	0,76	0,79	0,82
	0,15	0,74	0,77	0,79
	0,2	0,73	0,76	0,78

Для проверки правильности принятых толщин утепляющих слоев определяются приведенные сопротивления теплопередаче наружных стен для основных «фрагментов». Каждый рассчитываемый фрагмент делится на отдельные участки, характеризующиеся одним или несколькими видами теплопроводных включений.

Средневзвешенное значение приведенного сопротивления теплопередаче слоистых наружных стен определяется (на секцию) по формуле:

$$R_0^{np} = \frac{\sum_i^k F_i}{\sum_i^k \frac{F_i}{R_{oi}^{np}}} \quad (12.2)$$

где:  $\sum_i^k F_i$  - сумма площадей наружных стен ( $k$  – количество фрагментов стен), м<sup>2</sup>;

$F_i, R_{oi}^{np}$  - соответственно площадь фрагментов и приведенное сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента стен, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

Если  $R_0^{np} > R_0^{mp}$ , конструкция стены удовлетворяет требованиям теплотехнических норм. Если  $R_0^{np} < R_0^{mp}$ , то следует либо увеличить толщину утепляющего слоя, либо рассмотреть возможность включения в проект энергосберегающих мероприятий (утепление узлов и т. п.).

Для практических расчетов допускается при определении  $R_0^{np}$  и его коэффициента теплотехнической однородности наружных стен с вентилируемой прослойкой применять табл. 17, 18.

Для расчета средневзвешенного значения многослойных наружных стен при наличии в стенах глухих (без проемов) участков может быть также использована формула:

$$R_0^{np} = R_0^r \times n \quad (12.3)$$

где  $n=1,05$  - коэффициент, учитывающий наличие глухих участков в наружных стенах.

### 12.5.3. Определение параметров воздухообмена в воздушной прослойке

Движение воздуха в вентилируемой прослойке осуществляется за счет гравитационного (теплого) и ветрового напора. В случае расположения приточных и вытяжных отверстий на разных стенах скорость движения воздуха в прослойке  $V_{np}$  определяется по формуле (Л.2) /3/:

$$V_{np} = \sqrt{\frac{K(K_n - K_z)V_n^2 + 0,08h(t_{np} - t_n)}{\sum_i \xi_i}},$$

где  $K_n, K_z$  - аэродинамические коэффициенты на разных стенах здания, по /2/;  
 $V_n$  - скорость движения наружного воздуха, м/с;  
 $K$  - коэффициент учета изменения скорости потока по высоте по /2/;  
 $h$  - разности высот от входа воздуха в прослойку до его выхода из нее, м;  
 $t_{np}, t_n$  - средняя температура воздуха в прослойке и температура наружного воздуха, °С;

$\sum_i \xi_i$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

При расположении приточных и вытяжных отверстий воздушной прослойки на одной стороне здания, принимается  $K_n = K_z$  и формула (Л.2) упрощается

$$V_{np} = \sqrt{\frac{0,08h(t_{np} - t_n)}{\sum_i \xi_i}}, \quad (Л.3)$$

В формулах (Л.2) и (Л.3) используется средняя температура воздуха в прослойке  $t_{np}$ , которая в свою очередь зависит от скорости движения воздуха в прослойке

$$t_{np} = t_0 - (t_0 - t_n) \frac{x_0}{h} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{x_0}\right) \right], \quad (Л.4)$$

где

$$t_0 = \frac{\frac{t_E}{R_E} + \frac{t_H}{R_H}}{\frac{1}{R_E} + \frac{1}{R_H}} \quad (Л.5)$$

- предельная температура воздуха в прослойке, °С;

$$x_0 = \frac{c_v V_{\text{пр}} \delta_{\text{пр}} \rho_v}{\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_n}} \quad (\text{Л.6})$$

- условная высота, на которой температура воздуха в прослойке отличается от предельной температуры  $t_0$  в  $e$  раз ( $e \approx 2,7$ ) меньше, чем отличалась при входе в прослойку, м;

$c_v = 1005$  Дж/(кг·°С) - удельная теплоемкость воздуха;

$\rho_v = 353/(273 + t_{\text{пр}})$  кг/м<sup>3</sup> - средняя плотность воздуха в прослойке;

$R_n = 1/\alpha_n + 1/\alpha_{\text{пр}} + R_{\text{об}}$  - термическое сопротивление стены от воздушной прослойки до наружного воздуха, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$R_{\text{об}}$  - термическое сопротивление облицовочной плитки, м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Для расчета в качестве  $R_v$  берется либо требуемое сопротивление теплопередаче из Л.3, либо приведенное сопротивление теплопередаче стены из Л.7 (в случае если принятая в проекте толщина утеплителя более чем на 20% отличается от минимально допустимой по Л.3).

Коэффициент теплоотдачи  $\alpha_{\text{пр}}$  равен сумме конвективного и лучистого коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_{\text{пр}} = \alpha_k + 2\alpha_l$ .

Конвективный коэффициент теплоотдачи определяется по формуле

$$\alpha_k = 7,34(V_{\text{пр}})^{0,656} + 3,78e^{-1,91V_{\text{пр}}}. \quad (\text{Л.7})$$

Лучистый коэффициент теплоотдачи определяется по формуле

$$\alpha_l = \frac{m}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}}, \quad (\text{Л.8})$$

где  $C_0$  - коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sub>4</sub>), равный 5,77;

$C_1, C_2$  - коэффициент излучения поверхностей, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sub>4</sub>), в случае отсутствия данных по применяемым материалам принимаются равными 4,4 для минеральной ваты, 5,3 для неметаллической облицовки, 0,5 для облицовки полированным (со стороны прослойки) металлом;

$m$  - температурный коэффициент, который определяется по формуле

$$m = 0,04 \left( \frac{273 + t_{\text{пр}}}{100} \right)^3. \quad (\text{Л.9})$$

В процессе расчетов температура прослойки изменяется, но температурный коэффициент при этом изменяется слабо. Поэтому он находится один раз в начале расчетов для температуры  $t_n + 1$ .

Температура и скорость движения воздуха в прослойке находятся методом итераций: по формуле (Л.4) определяется средняя температура воздуха в прослойке с коэффициентом теплообмена в прослойке  $\alpha_{\text{пр}}$ , затем по формуле (Л.2) или (Л.3) определяется средняя скорость движения воздуха в прослойке при полученной температуре, пересчитывается коэффициент теплообмена в прослойке, пересчитывается  $R_n$ , по формуле (Л.4) определяется средняя температура воздуха в прослойке для скорости движения воздуха в прослойке, полученной на предыдущем шаге и т.д. На первом шаге средняя скорость движения воздуха в прослойке принимается равной 0 м/с. Шаги итерации продолжаются пока разница между скоростями воздуха на соседних шагах не станет меньше 5 %.

В результате расчета находятся температура и скорость движения воздуха в прослойке, а также коэффициент теплообмена в прослойке  $\alpha_{\text{пр}}$ .

#### 12.5.4. Определение влажностного режима наружных стен

Давление водяного пара в воздушной прослойке определяется балансом пришедшей из конструкции в прослойку и ушедшей из прослойки наружу влаги. Расчет проводится для наиболее холодного месяца. Решение уравнения баланса описывается формулой

$$e_{\text{пр}} = e_1 - (e_1 - e_n) \exp\left(-\frac{h}{x_1}\right), \quad (Л.10)$$

где  $e_{\text{пр}}$  - парциальное давление водяного пара в воздушной прослойке, Па;

$e_1 = \frac{e_n + R_{\text{ЭК}}^n k e_n}{k R_{\text{ЭК}}^n + 1}$  - предельное парциальное давление водяного пара в прослойке, Па;

$x_1 = 22100 \frac{V_{\text{пр}} \delta_{\text{пр}} \gamma_{\text{в}} R_{\text{ЭК}}^n}{k R_{\text{ЭК}}^n + 1}$  - условная высота, на которой парциальное давление водяного пара в прослойке отличается от предельного в  $e$  раз ( $e \approx 2,7$ ) меньше, чем отличалось при входе в прослойку, м;

$e_n$  - парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па;

$R_{\text{ЭК}}^n$  - сопротивление паропрооницанию облицовки фасада,  $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}) / \text{мг}$ ;

$k$  - коэффициент, определяемый по формуле  $k = \frac{q_{\text{в}}^n}{e_{\text{в}} - E_n}$ ,  $\text{мг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ ;

$q_{\text{в}}^n$  - удельный поток пара из конструкции в воздушную прослойку,  $\text{мг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , определяется по результатам, Л.5.

Величина  $e_{\text{пр}}$  сравнивается с давлением насыщенного водяного пара при температуре воздуха, равной  $t_n$ , и если  $e_{\text{пр}} > E_n$ , то принимаются меры по улучшению влажностного режима воздушной прослойки: увеличивается ширина воздушной прослойки, уменьшается высота непрерывной воздушной прослойки (устанавливаются рассечки вентилируемой прослойки), увеличивается ширина зазора между плитками облицовки.

В случае разделения вентилируемой прослойки рассечками следует предусматривать продухи для выхода воздуха из нижней части прослойки и забора воздуха в верхнюю часть прослойки. По возможности следует препятствовать смешиванию выбрасываемого и забираемого воздуха.

#### 12.5.5. Определение параметров тепловлажностного режима прослойки

Температура входящего в прослойку воздуха  $\tau_0$  определяется по формуле:

$$\tau_0 = t_H + \frac{t_B \times t_H}{m \times \alpha_B (\sqrt{B_w} + 23B_0)} \quad (12.13)$$

где  $t_B$ ,  $t_H$  - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха;

$m$  - коэффициент, равный 0,26 в системе СИ и 0,3 в технической.

Остальные обозначения даны в /4/.

Допускается определять температуру воздуха, входящего в зазор по формуле:

$$\tau_0 = n \times t_H, \quad (12.14)$$

Температура воздуха по длине прослойки определяется по формуле:

$$t_y = \frac{(k_B \times t_B - k_H \times t_H) + [\tau_0 (k_B + k_H) - (k_B \times t_B + k_H \times t_H) \times e_{\text{пр}}]^{-[C_B (k_B + k_H) h_y / WC]}}{k_B + k_H} \quad (12.15)$$

где  $\kappa_B$  и  $\kappa_H$  - коэффициенты теплопередачи внутреннего и наружного частей стены до середины зазора;

$h_y$  – расстояние от приточных до вытяжных отверстий, м.

При определении термического сопротивления зазора  $R_{пр}$  следует пользоваться формулами:

$$R_{пр} = \frac{1}{\alpha_{пр}}, \quad (12.16)$$

$$\text{где } \alpha_{пр} = 5,5 + 5,7V_{пр} + \alpha_{л}, \quad (12.17)$$

где  $\alpha_{л}$  – коэффициент лучистого теплообмена;

$C_B$  – переводной коэффициент: в технической системе равен 1, а в СИ  $B=3,6$ .

Действительная упругость водяного пара на выходе из прослойки определяется по формуле:

$$e_y = \frac{(M_B \times e_B + M_H \times e_H) + [e_0(M_B + M_H) - (M_B \times e_B + M_H \times e_H)] \times e_{XP}}{M_B + M_H} \quad (12.18)$$

Полученная по данной формуле величина упругости водяного пара на выходе из зазора  $e_y$  должна быть меньше максимальной упругости водяного пара  $E_y$ .

Если  $e_y > E_y$ , то необходимо изменить геометрические параметры прослойки стены здания.

В формуле (13.18)  $M_B$  и  $M_H$  равны соответственно:

$$M_B = \frac{1}{\sum R_{ВП}}; M_H = \frac{1}{\sum R_{ПН}}, \quad (12.19)$$

где  $R_{ВП}$  и  $R_{ПН}$  - сумма сопротивлений паропроницанию от внутренней поверхности до воздушной прослойки и от воздушного зазора до наружной поверхности;

$e_B$  и  $e_H$  – действительная упругость водяного пара с внутренней стороны стены и снаружи;

$e_0$  – упругость водяного пара воздуха, входящего в прослойку;

$$B = \frac{1,058}{1 + t_v / 273} \quad (12.20)$$

12.5.6 Методика определения условного приведенного коэффициента паропроницаемости с учетом швов-зазоров между панелями экранами

Требуемая воздухопроницаемость  $G^{тп}$  стены с облицовкой на отnose, кг/(м<sup>2</sup>·ч), определяется по формуле

$$G^{тп} = \frac{\Gamma}{6,14R_0^п}, \quad (Л.11)$$

где  $\Gamma$  - параметр, получаемый из таблицы Л.1;

$R_0^п$  - полное сопротивление паропроницанию стены, (м<sup>2</sup>·ч·Па)/мг.

Таблица Л.1 - Значения параметра  $\Gamma$  для различных значений параметров  $D$  и  $\kappa$

$D$	$\kappa$									
	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12
0,02	3,96	1,61	0,62							
0,04	8,16	4	2,5	1,64	0,63					
0,06		6,17	4,05	2,92	1,66	0,92				
0,08	16,7		5,54	4,1	2,55	1,68	0,65			
0,1		10,5		5,24	3,39	2,38	1,22	0,51		
0,12	25,6		8,52		4,19	3,03	1,73	0,96	0,42	
0,14		15,1		7,54		3,67	2,22	1,39	0,81	
0,16	34,9		11,6		5,8		2,69	1,79	1,17	0,7
0,18		19,8		9,92		4,92		2,17	1,51	1,02
0,2	44,6		14,9		7,43		3,61		1,84	1,32

Параметр  $D$  определяется по формуле

$$D = \frac{E_y - e_n}{e_z - e_n}, \quad (\text{Л.12})$$

где  $E_y$  - давление насыщенного водяного пара на границе между утеплителем и вентилируемой воздушной прослойкой, Па.

Параметр  $\kappa$  определяется по формуле

$$\kappa = \frac{R_n^n}{R_0^n}, \quad (\text{Л.13})$$

где  $R_n^n$  - сопротивление влагообмену на наружной границе ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ , определяемое по формуле

$$R_n^n = R_{\text{вет}}^n + \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{об}}^n} + \frac{28573}{1 + \frac{t_{\text{мп}}}{273}} \cdot \frac{\delta_{\text{мп}}}{h} \cdot V_{\text{мп}}}. \quad (\text{Л.14})$$

Полное сопротивление паропроницанию стены определяется как сумма сопротивлений паропроницанию всех слоев конструкции плюс сопротивления влагообмену на наружной и внутренней границах стены.

Воздухопроницаемость конструкции не должна превышать требуемую. Воздухопроницаемость конструкции определяется для условий наиболее холодного месяца.

### 13. Авторские права

1. Автором разработки является ООО «Новосибстройсертификация» (ИНН 5406596471). Использование альбома на других предприятиях, ссылки на него в любой форме и внесение изменений в него без разрешения авторов не допускаются.

2. Владельцем данного альбома является ООО «Новосибстройсертификация».

3. Внедрение и применение альбома проектных решений на всех объектах допускается с разрешения владельцев.

#### 14.Перечень нормативных документов и литературы

1. СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции»;
2. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»;
3. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;
4. «Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Мраморок», правительство Москвы, Москомархитектура, М,2001г.;
5. «Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором из алюминиевых профилей ЗАО Союз Метроспецстрой», правительство Москвы, Москомархитектура, М,2001г.;
6. СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
7. ГОСТ 26607-85 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Функциональные допуски»;
8. ГОСТ 21779-82 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски»;
9. ГОСТ 26433.0-85 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»;
10. ГОСТ 26433.1-89 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления»;
11. ГОСТ 26433.2-94 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений»;
12. ГОСТ 9.301-86 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования»;
13. ГОСТ 9.032-74 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения»;
14. ГОСТ 9.104-79\* «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации»;
15. СП 128.13330.2012 «Алюминиевые конструкции»;
16. СНиП 21-01-97\* «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
17. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
18. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»;
19. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**