



БИЙСКИЙ ЗАВОД  
СТЕКЛОПЛАСТИКОВ

КОМБИНИРОВАННАЯ  
СИСТЕМА КРЕПЛЕНИЯ

ГОСТ Р 54923-2012

# РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ КОМБИНИРОВАННОЙ  
СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ПРИ УТЕПЛЕНИИ ЗДАНИЙ

ДЛЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ  
КИРПИЧНЫХ СТЕН  
ПО СП 15.13330.2020

2022

## СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение.....	3
1 Область применения .....	4
2 Термины и определения .....	4
3 Описание элементов, входящих в комплект комбинированной системы крепления.....	6
4 Рекомендации по проектированию стен с комбинированной системой крепления лице- вого слоя .....	9
5 Методика расчета прочности крепления лицевого слоя в комбинированной системе....	11
6 Характеристики элементов комбинированной системы крепления лицевого слоя .....	13
7 Примеры расчётов при проектировании комбинированной системы крепления лицевого слоя .....	19
8 Рекомендации по монтажу комбинированной системы.....	21
Библиография .....	22

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие Рекомендации разработаны специалистами Общества с ограниченной ответственностью «Бийский завод стеклопластиков» (ООО «БЗС»).

Представленный материал предназначен для проектировщиков и монтажников систем комбинированного крепления и носит рекомендательный характер.

Данные Рекомендации определяют правила применения и расчёта несущей способности стеклопластиковых гибких связей и анкеров различных типов (производства ООО «БЗС») при проектировании систем комбинированного крепления утеплителя и кирпичного облицовочного слоя к строительным основаниям из бетона и каменной кладки.

Рекомендации разработаны с учетом натуральных и лабораторных испытаний гибких связей и анкерных креплений, опыта проведения монтажных работ, отечественных нормативных документов по расчету строительных конструкций, материалов европейских и отечественных технических свидетельств на гибкие связи и анкеры, указаний и руководств по анкерному крепежу европейской Ассоциации производителей строительного крепежа и ведущих отечественных и зарубежных фирм – производителей анкеров.

Узел крепления конструкций фасадной системы к стенам зданий, колоннам, перекрытиям и другим строительным основаниям является одной из частей системы, определяющих её общую надежность.

Несущая способность анкера зависит от конструкции и характеристик собственно анкера, а также от свойств и характеристик основания. Рекомендуемые производителями анкеров допускаемые (расчётные) нагрузки на анкеры основываются на выполненных в лабораторных условиях испытаниях соединений анкеров со строительными основаниями определенного качества. Для определения несущей способности анкера применительно к реальному основанию с учетом вида материала основания, его фактической прочности, плотности и других характеристик, необходимо перед началом монтажа системы проводить натурные контрольные испытания прочности закрепления анкеров в этом основании. Проведение таких испытаний является одним из условий обеспечения надежности анкерных креплений в соответствии с техническими свидетельствами Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) о пригодности конструкций систем и анкеров для применения в строительстве.

Порядок и правила проведения прочностных испытаний элементов комбинированной системы крепления изложены в стандарте организации (ФЦС) СТО 44416204-10–2010 [1] и ГОСТ Р 54923–2012 [2].

**Примечание** – ФЦС - Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве» (ФАУ «ФЦС»)

# 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие рекомендации распространяются на анкерные крепления и устанавливают порядок проведения монтажных работ в системах комбинированного крепления к строительному основанию (стене) утепляющего и кирпичного лицевого (облицовочного) слоёв.

Бийский завод стеклопластиков рекомендует использовать свою продукцию при новом строительстве, а также при утеплении построенных ранее зданий, с целью приведения их в соответствие современным требованиям по тепловому сопротивлению. Такой продукцией являются тарельчатые строительные забивные анкеры «БИЙСК», выпускаемые по ТУ 22.23-038-20994511 [3], соответствующие ГОСТ Р 58359 [4], разрешенные к применению в строительстве Техническим свидетельством Минстроя России ТС № 6252-21.

Анкеры «БИЙСК» применяют в различных, уже достаточно хорошо известных системах утепления: навесных фасадных системах (фасадных теплоизоляционных системах с воздушным зазором) – (НФС) и в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружным штукатурным слоем – (СФТК).

Для утепления стен зданий может также применяться комбинированная система (система утепления с облицовкой кирпичом), показанная на рисунках 2а и 2б. Система названа комбинированной потому, что в ней стеклопластиковая арматура (СПА), применяемая в качестве гибких связей в трехслойных стенах, выпускаемая по ТУ 2296-001-20994511 [5], разрешенная к применению Техническим свидетельством Минстроя России ТС № 6268-21, скомбинирована с дюбелями (анкерными элементами), входящими в состав анкеров «БИЙСК», выпускаемых по ТУ 22.23-038-20994511.

**Примечание** - стеклопластиковая арматура по ТУ 2296-001-20994511, из которой изготавливают гибкие связи, применяемые, в том числе, в качестве распорных элементов анкеров по ТУ 22.23-038-20994511, соответствует также всем требованиям ГОСТ Р 54923–2012 [2].

Комбинированная система крепления утеплителя и облицовочного слоя используется, как правило, в системах утепления фасадов малоэтажных зданий с облицовочным слоем из кирпича, а также может применяться и при утеплении фасадных стен в многоэтажных зданиях с монолитным каркасом.

Кроме того, аналогичное крепление рекомендовано СП 327 1325800.2017 [6] (см. 16.9) при превышении допустимого несовпадения («не более 5 мм») в уровнях расположения композитных гибких связей в растворных швах наружного и внутреннего кирпичных (каменных) слоёв трёхслойной стены.

Также можно рекомендовать комбинированную систему для крепления к стене только облицовочного слоя, без утеплителя, при ремонте зданий или придании им архитектурной выразительности.

## 2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В Рекомендациях применены приведенные ниже термины и их определения в соответствии со стандартом организации СТО-44416204-10-2010, а также другие термины с определениями в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами по проектированию и строительству.

**2.1 анкерное крепление** (или – анкерное соединение): Узел строительной конструкции здания, в котором посредством анкера соединяются с необходимой прочностью строительное основание и прикрепляемый к основанию конструктивный элемент.

**2.2 анкер:** Изделие, предназначенное для крепления конструктивных элементов различного назначения к строительному основанию и состоящее из заделываемой в основание обоймы (гильзы) и распорного элемента (или шпильки), обеспечивающих необходимое сцепление анкера с основанием.

**Примечание** – В навесных фасадных системах применяются анкеры следующих видов (в соответствии с материалом обоймы): анкеры стальные (распорные и с подрезкой), анкеры химические, анкеры с полимерной обоймой и тарельчатые анкеры (также с полимерной обоймой). По сложившейся практике под термином «анкер» часто объединяют только стальные и химические анкеры, а для анкеров с полимерной обоймой применяют термины «анкерные дюбели» и «тарельчатые дюбели».

**2.3 глубина анкеровки** (глубина установки анкера): Расстояние от поверхности строительного основания до самой глубокой точки, в которой нагрузка на анкер передается строительному основанию. Глубина анкеровки не соответствует глубине отверстия в основании или глубине погружения конечной точки анкера.

**2.4 основание строительное:** Несущая или ограждающая конструкция здания, к которой с помощью анкеров крепятся элементы фасадной системы и которая воспринимает передаваемые на нее нагрузки от системы.

**2.5 несущая способность анкера** (на вытягивание): Характеристика механической безопасности анкера, зависящая от свойств анкера, материала основания и типа взаимодействия анкера с основанием, которая определяется сопротивлением анкерного крепления (значением усилия в нем) нагрузке, соответствующей окончанию зоны упругих деформаций.

**2.6 нормативные характеристики** физических свойств материалов: Значения физико-механических характеристик материалов, устанавливаемые в нормативных документах или технических условиях и контролируемые при их изготовлении, при строительстве и эксплуатации строительного объекта [7].

**2.7 нормативное сопротивление материала  $R_n$**  - основной параметр сопротивления материала внешним воздействиям, устанавливаемый соответствующими нормативными документами. Физический смысл нормативного сопротивления – это контрольная или браковочная характеристика сопротивления материала с нормируемой обеспеченностью (для отраслей строительства не менее 0,95).

**2.8 нормативный документ:** Документ, доступный широкому кругу потребителей (*стандарт, свод правил, технические условия и т.п.*) и устанавливающий правила, общие принципы и характеристики, касающиеся определенных видов деятельности [*например*] в области строительства и их результатов [7].

**2.9 коэффициенты надежности:** Коэффициенты, учитывающие возможные неблагоприятные отклонения значений нагрузок, характеристик материалов и расчетной схемы строительного объекта от реальных условий его эксплуатации, а также уровень ответственности строительных объектов [7].

Вводится 4 типа коэффициентов надежности: **коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$ , коэффициенты надежности по материалу  $\gamma_m$ , коэффициенты условий работы  $\gamma_d$ , коэффициенты надежности по ответственности сооружений  $\gamma_n$**  [7].

**Коэффициент надежности по нагрузке** учитывает в условиях нормальной эксплуатации сооружения возможное отклонение нагрузки в неблагоприятную сторону от нормативного значения [8].

**Коэффициент надёжности по материалу** учитывает несоответствие фактической работы материала в конструкциях и его работы при испытании на образцах, а также возможность попадания в конструкции материала с характеристиками ниже установленных (нормативных).

**Коэффициенты условий работы** учитывают особенности работы рассчитываемого элемента конструкции, если эти особенности имеют систематический характер, но не отражаются в расчётах прямым путём (учёт температуры, влажности, агрессивности среды, приближённости расчётных схем и т.п.)

**2.10 расчётная характеристика  $R$ :** значение механической характеристики, например сопротивления, используемое в прочностных расчётах. Значение  $R$  определяют по формуле

$$R = R_n / \gamma_m.$$

Кроме того, расчётные сопротивления (характеристики) материалов для расчёта конструкции при конкретных условиях работы принимают (определяют) с учётом **коэффициентов условий работы** (см. 2.9).

### 3 ОПИСАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ, ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ

3.1 Общий вид (в сборе) предлагаемых ООО «БЗС» комплектов для комбинированного крепления показан на рисунке 1.

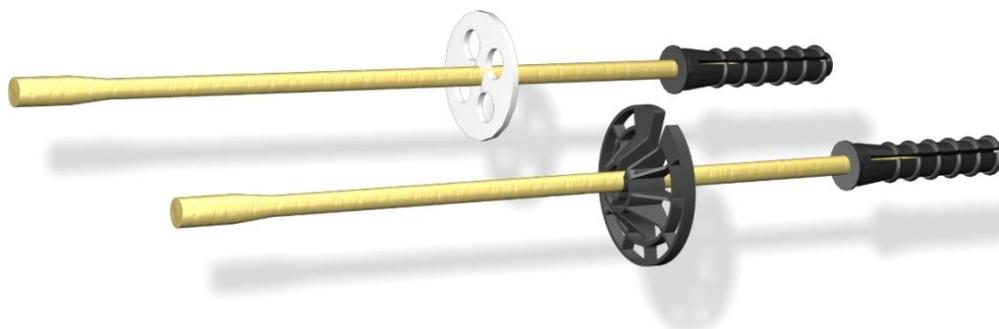


Рисунок 1 – Типовой комплект продукции Бийского завода стеклопластиков для комбинированного крепления утеплителя и облицовочного кирпичного слоя к стенам зданий

3.2 Комплектующие, входящие в состав комбинированной системы крепления, и их характеристики

3.2.1 В типовой комплект для крепления утеплителя в комбинированной системе утепления стен зданий с последующей облицовкой кирпичом входит:

- распорный элемент (РЭ-2 по ТУ 22.23-038-20994511, изготавливаемый из стеклопластиковой арматуры типа 1 по ТУ 2296-001-20994511) (см. Рисунок 2);

- анкерный элемент по ТУ 22.23-038-20994511 (АЭ.10-50 или АЭ.10-80 или АЭ.10-100)

Примечание – В договорных и бухгалтерских документах допускается применять коммерческие обозначения анкерных элементов (дюбелей): АЭ50 для АЭ.10-50; АЭ80 для АЭ.10-80; АЭ100 для АЭ.10-100;

- защёлка-ограничитель А80, предназначенная для создания гарантированного равномерного вентилируемого зазора между утеплителем или несущим основанием и облицовочным слоем;

- шайба-фиксатор А1.

3.2.2 Распорный элемент изготавливают из стеклопластиковой арматуры номинальным диаметром  $d_{1ст}=5,5$  мм по ТУ 2296-001-20994511, предназначенной, в частности, для использования:

- в качестве гибких связей трехслойных кирпичных и каменных стен;

- в качестве распорно-силового элемента в анкерных соединениях, используемых для крепления теплоизоляционного слоя и армирующей сетки к фасадным поверхностям зданий в системах наружного утепления.

На одном из концов стеклопластикового распорного элемента (РЭ-2, по обозначению в ТУ 22.23-038-20994511) выполнено цилиндрикоконическое анкерное уширение с номинальным диаметром цилиндрической части  $d_{2ст}=7,7$  мм, обеспечивающее надежное сцепление стеклопластикового стержня со строительным раствором в швах кладки.

Стеклопластиковый стержень обладает высокой щелочестойкостью, коррозионной стойкостью, высокими прочностными характеристиками, низкой теплопроводностью.

Характеристики распорного элемента приведены в разделе 6.

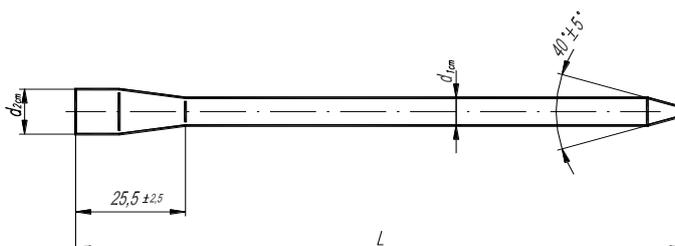


Рисунок 2 – Распорный элемент дюбеля-гибкая связь из стеклопластиковой арматуры типа 1 по ТУ 2296-001-20994511

Длина  $L$  распорного элемента-гибкой связи для комбинированной системы крепления определяется:

- длиной анкерного (анкерующего) элемента-дюбеля ( $L_{аэ}$ ) ( $L_{аэ}$  равно 50 мм или 80 мм, или 100 мм, в зависимости от типа используемого анкерного элемента-дюбеля);
- толщиной теплоизоляционного материала (утеплителя) ( $t_{тим}$ );
- толщиной воздушного (вентилируемого) зазора ( $t_{в.з.}$ ) (рекомендуемое ООО «БЗС» значение  $t_{в.з.}=40-60$  мм);
- глубиной анкеровки гибкой связи в облицовочном слое ( $t_{анк}$ ) (рекомендуемое ООО «БЗС» значение  $t_{анк}=90$  мм)

$$L = L_{аэ} + t_{тим} + t_{в.з.} + t_{анк}$$

3.2.3 Анкерный (анкерующий) элемент-дюбель (АЭ.10-50, АЭ.10-80, АЭ.10-100), (см. рисунки 3, 4, 5 и таблицу 3.1) изготовлен из полиамида. Этот материал и особая форма дюбеля обеспечивают необходимую прочность сцепления в системе «стена-анкерный элемент-распорный элемент» при температуре эксплуатации от минус 70°C до +80°C.

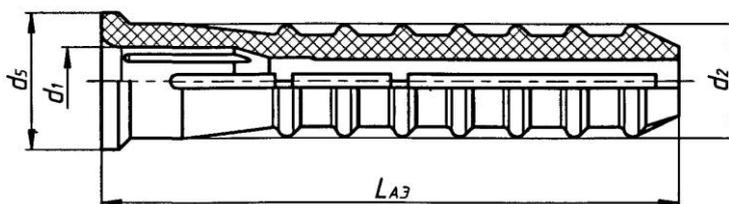


Рисунок 3 – Анкерующий элемент (дюбель) марки АЭ.10-50 для анкера типа ДС-2

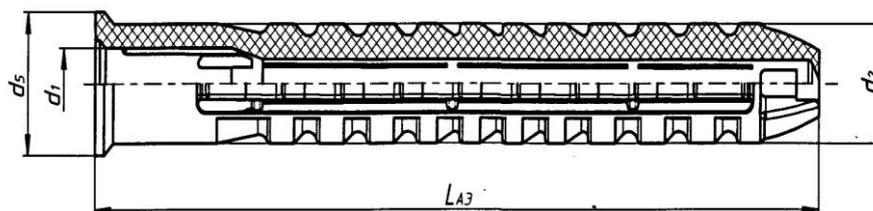


Рисунок 4 – Анкерующий элемент (дюбель) марки АЭ.10-80

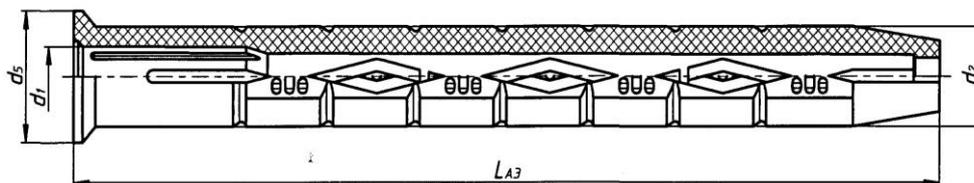


Рисунок 5 – Анкерующий элемент (дюбель) марки АЭ.10-100

Таблица 3.1 – Номинальные размеры анкерующих элементов (дюбелей)

Марка (обозначение) анкерующего элемента (дюбеля)*	Размеры, мм			
	$d_1$	$d_2$	$d_5$	$L_{аэ}$
АЭ.10-50 (АЭ50)	5,9	10	12	50
АЭ.10-80 (АЭ80)	5,9	10	12	80
АЭ.10-100 (АЭ100)	5,9	10	13	100

\* Примечание – В скобках приведены коммерческие обозначения дюбелей

3.2.4 Защёлка-ограничитель А80 (см. рисунок 6) предназначена для создания гарантированного равномерного вентилируемого зазора между утеплителем, прикреплённым к несущей стене, и облицовочным слоем. Также, защёлка-ограничитель А80 рекомендуется использовать для систем с утеплителем пониженной жесткости (из минераловатных плит).

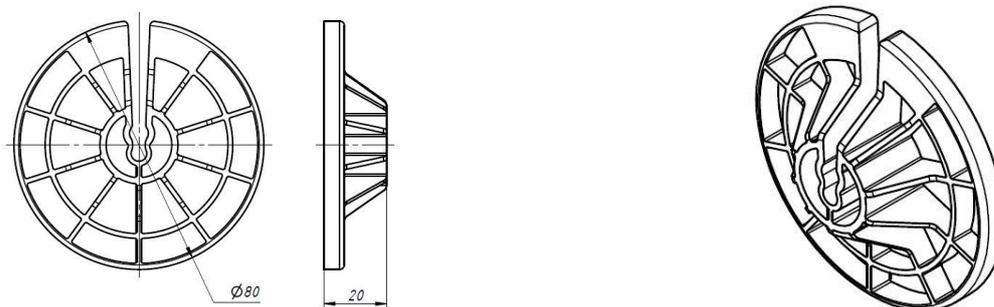


Рисунок 6 – Защёлка-ограничитель А80

3.2.5 Запорная шайба А1 (см. рисунок 7) предназначена для временной фиксации утеплителя на распорном элементе РЭ-2 при проведении монтажных работ.

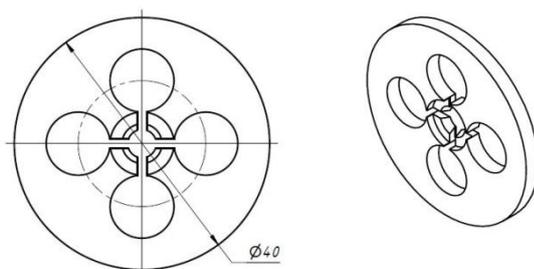


Рисунок 7 – Запорная шайба А1

3.2.6 Комплект комбинированной системы крепления в проектной, технической и сопроводительной документации обозначают (маркируют) следующим образом:

**КС  $L_{АЭ} \cdot L$ ,**

где  $L_{АЭ}$  – длина (в зависимости от марки) анкерного элемента (50 мм или 80 мм или 100 мм)

$L$  – длина распорного элемента (РЭ-2), используемого в данной системе (в соответствии с проектом).

**Пример маркировки (условного обозначения) комплекта комбинированной системы крепления с анкерным элементом АЭ.10-50 и РЭ-2 длиной 250 мм в проектной, технической и сопроводительной документации**

**КС50.250**

**Пример маркировки (условного обозначения) комплекта комбинированной системы крепления с анкерным элементом АЭ.10-100 и РЭ-2 длиной 400 мм в проектной, технической и сопроводительной документации**

**КС100.400**

## 4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТЕН С КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ КРЕПЛЕНИЯ ЛИЦЕВОГО СЛОЯ

4.1 При проектировании двухслойных и трёхслойных стен с гибкими связями следует руководствоваться указаниями и положениями разделов 6, 7 и 9 СП 15.13330.2020 [11] и разделов 5, 7, 8, 9, 13, 16, 18, 19 СП 327.1325800.2017 [6].

4.2 Многослойные стены должны отвечать требованиям безопасной эксплуатации, и удовлетворять следующим требованиям:

- теплозащиты и влажностного режима в соответствии с СП 50.13330.2012 [12];
- прочности и устойчивости при ветровых нагрузках, температурно-влажностных воздействиях и в случаях перекоса, вызванного разными деформациями соседних несущих элементов каркаса и/или неравномерными осадками основания в соответствии с СП 15.13330.2020, СП 20.13330.2016 [8], СП 327.1325800.2017;

- прочности и жесткости связей между слоями стен и связей, крепящих стены к несущим конструкциям здания;

- пожарной безопасности в соответствии с СП 112.13330.2011[13] ;

- конструктивным требованиям в соответствии с СП 15.13330.2020 и СП 327.1325800.2017.

4.3 Кирпич, камни и растворы для кладки облицовочного и внутреннего слоёв должны соответствовать требованиям раздела 5 СП 327.1325800.2017.

Марка кирпича и камня лицевого слоя должны приниматься не менее М100. В соответствии с требованием 16.4 СП 327.1325800.2017, прочность кладочного раствора при установке связей из композитных материалов должна соответствовать марке не ниже М100.

*Однако, исследования, проведённые Обществом с ограниченной ответственностью ООО «СтройДиагностика» [25], показали достаточную прочность закрепления в растворном шве стеклопластиковых гибких связей, выпускаемой ООО «БЗС», при применении кладочных растворов с маркой М75.*

*Также, в настоящее время на рынке строительных материалов производители предлагают для формирования лицевого слоя т.н. «облицовочный еврокирпич», см. например [22], отличающийся по размерам от кирпичей по ГОСТ 530 – 2012 [23] и ГОСТ 327-95[24] (см. рисунок 8).*

*Кроме того, возможно применение в кладках стен, в том числе в качестве лицевого слоя, крупноформатных поризованных керамических камней, например, типа Porotex (см. рисунок 9).*

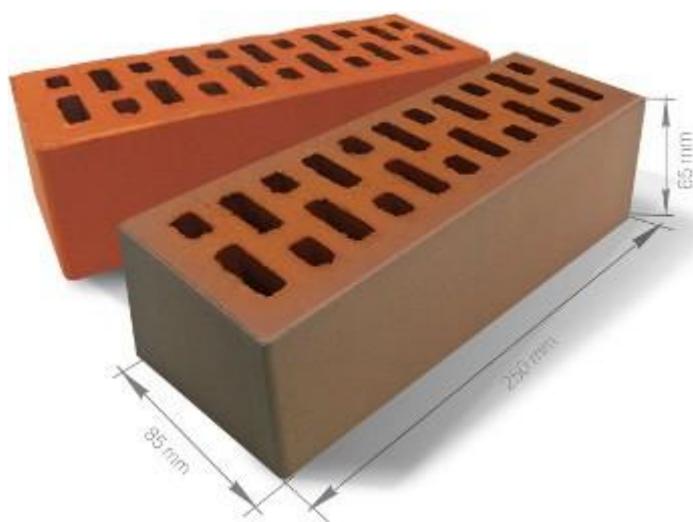


Рисунок 8 – Облицовочный еврокирпич



Рисунок 9 – Примеры исполнения крупноформатных поризованных керамических камней (в частности, типа Porotex)

**4.4 Стеклопластиковые стержни, выполняющие функцию связей, необходимо укладывать в горизонтальные швы кладки перпендикулярно плоскости стены. Разница вертикальных отметок концов связи, установленных в лицевом слое и несущей стене, не должна превышать 5 мм.**

4.5 Стеклопластиковые связи следует закладывать в горизонтальные швы кладки на расстоянии друг от друга 50 -60 см по длине стены и не более чем через 50 см по ее высоте. Суммарная площадь рабочего сечения стеклопластиковых гибких связей, выпускаемых ООО «БЗС» должна быть не менее 1 см<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности стены .

*Примечание* – В соответствии с требованием 16.2 СП 327.1325800.2017 одиночные гибкие связи из композитных материалов с анкерными уширениями следует устанавливать в шахматном порядке в количестве не менее 8 шт./м<sup>2</sup>.

4.6 Стеклопластиковые стержни-связи следует укладывать в горизонтальный шов кладки на расстоянии не менее 60 мм от вертикальных швов кладки. Глубина заделки стеклопластиковых гибких связей в горизонтальном растворяющем шве облицовочного слоя 100 мм (см. СП 327.1325800.2017 раздел 16 п. 16.4).

*Примечание* – ООО «БЗС» рекомендует для выполнения требования 16.4 СП 327.1325800.2017 использовать для кладки лицевого слоя кирпич шириной 120 мм, соответствующий требованиям 13.4 СП 327.1325800.2017.

*Исследования, проведенные Обществом с ограниченной ответственностью «СтройДиагностика» [26], показали возможность применения еврокирпичей с нестандартной шириной (85мм) для формирования лицевого слоя. Рекомендуемая по результатам этих исследований глубина заделки стеклопластиковых гибких связей в горизонтальном растворяющем шве облицовочного слоя, сформированного из еврокирпичей с шириной 85 мм (размеры кирпичей 250x85x88 мм; 250x85x65) – 60 мм (не менее 53 мм), рекомендуемая (целесообразная) глубина заделки гибких стеклопластиковых связей в горизонтальном растворяющем шве несущего слоя – также, 60 мм (не менее 53 мм).*

*Также исследования, проведенные ООО «СтройДиагностика» [25], показали, что при кладке стен, в том числе лицевого слоя, из крупноформатных поризованных керамических камней (типа Porotex) рекомендуемая глубина заделки стеклопластиковых гибких связей, выпускаемых ООО «БЗС», в горизонтальном растворяющем шве – 150 мм (не менее 143 мм).*

4.7 В летних условиях работы кладку облицовочного слоя следует вести с использованием цементно-песчаного раствора, соответствующего указанным СП 15.13330.2020 и СП 327.1325800.2017.

4.8 При возведении зданий и сооружений в зимнее время кладку следует вести на растворах с противоморозными химическими добавками, не вызывающими коррозии материалов кладки и стеклопластиковых связей и твердеющими при низких температурах без обогрева, в соответствии с указаниями СП 15.13330.2020 и СП 327.1325800.2017.

4.9 Для теплоизоляционного слоя трехслойных стен следует применять плиты из теплоизоляционных материалов, соответствующих требованиям СП 327.1325800.2017 (подраздел 5.5).

Теплоизоляционные плиты следует устанавливать в один или несколько слоев плотно друг к другу. При расположении теплоизоляционных плит в несколько слоев они должны быть уложены со смещением швов в смежных слоях, в соответствии с указаниями в проектной документации.

4.10 По требованиям пожарной безопасности наружные стены с лицевым слоем из кирпичной кладки, должны соответствовать СП 112.13330.2011 и СП 327.1325800.2017 (подраздел 4.5).

4.11 Для удовлетворения требованиям влажностного режима конструкцию трехслойных стен следует проектировать с воздушным вентилируемым зазором. Толщину вентилируемого зазора и размеры сечения вентилирующих отверстий в облицовочном слое следует определять расчетом в соответствии с СП 50.13330.2012.

Для стен с комбинированной системой крепления утеплителя и облицовочного слоя ООО «БЗС» рекомендует выполнять вентилируемый зазор толщиной не менее 40 мм. Для стабильного (гарантированного) обеспечения данной толщины вентилируемого зазора ООО «БЗС» рекомендует применять разработанную и выпускаемую им (под индексом «А80») специальную защёлку-ограничитель (см. рисунок 6).

4.12 Облицовочный и несущий слои стены должны опираться на единый фундамент. Для защиты слоёв стен от увлажнения опора их на фундамент должна происходить через слой гидроизоляции. Гидроизоляцию следует выполнять по всей толщине стены.

4.13 В трёхслойных стенах с гибкими связями следует выполнять деформационные горизонтальные швы в соответствии с СП 327.1325800.2017 (см. разделы 18 и 19).

## 5 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ЛИЦЕВОГО СЛОЯ В КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ

5.1 Облицовочный (лицевой) слой трёхслойной стены проектируется ненесущим с опиранием на фундамент (перекрытие) и устройством горизонтального деформационного шва.

Примечание – Расстояния (по высоте) между горизонтальными деформационными швами принимают по разделу 19 СП 327.1325800.2017 [6].

5.2 Для зданий с высотой не более двух этажей и высотой наружных несущих стен не более 7 м допускается не выполнять горизонтальные деформационные швы в лицевом слое кладки. При этом коэффициент продольного изгиба при расчете принимают по условной толщине  $h_{\text{усл}}$ , вычисляемой по формуле (см. 9.2.2 СП 327.1325800.2017)

$$h_{\text{усл}} = h_{\text{вн}} + 0,5 h_{\text{л.сл}}$$

где  $h_{\text{вн}}$  - толщина внутреннего слоя;

$h_{\text{л.сл}}$  - толщина лицевого слоя.

5.3 При расчете на прочность трехслойной стены с гибкими связями из стеклопластика при комбинированной системе закрепления необходимо проводить расчеты:

- на прочность анкерной стеклопластиковой связи в кладке, при этом следует учитывать возможность смятия раствора под анкерными уширениями связи, а также возможность вырыва (выдёргивания) связи из растворного слоя с образованием пирамиды вырыва. Поверхности пирамиды вырыва, равные толщине растворного слоя, будут наклонены на 45 градусов к плоскости стены, и будут начинаться в плоскости окончания анкерного уширения (утолщения) на стеклопластиковой арматуре (см. рисунок 8). Две другие поверхности, по которым происходит вырыв, возникают в плоскостях соприкосновения раствора с кирпичом. Расчетное сопротивление растяжению цементно-песчаного раствора может быть принято по таблице 6.8 СП 63.13330.2018 [9], как для тяжёлого мелкозернистого бетона класса прочности, соответствующего марке раствора;

- на прочность закрепления в несущем слое-строительном основании анкерного узла, образованного дюбелем и распорным элементом - стеклопластиковой гибкой связью.

5.4 При расчете на прочность двух- и трехслойных стен со скреплением слоёв гибкими связями напряжения в стеклопластиковой арматуре, работающей в качестве связей, определяются по формулам сопротивления упругих материалов.

Стеклопластиковая арматура в расчётной схеме должна быть представлена в виде стержня, заземленного в двух параллельных слоях, один из которых – несущий слой стены, а другой – облицовочный слой, перемещающихся относительно друг друга в горизонтальном и вертикальном направлениях.

При перемещении слоёв в горизонтальном направлении в гибких связях и анкерном узле возникают напряжения растяжения или сжатия (в зависимости от направления относительного перемещения слоёв).

При смещении (сдвиге) слоёв в вертикальном направлении в гибких связях возникает сложное напряжённо-деформированное состояние, рассчитываемое методами строительной механики. В терминах строительной механики такое нагружение классифицируется как «осадка опоры» [14, 15, 21].

5.5 Вертикальные перемещения наружного и внутреннего слоев многослойной кладки, вызванные разностью температур в слоях (температурные деформации) рассчитывают в соответствии с Приложениями А и Б СП 327.1325800.2017.

5.6 Напряженно-деформированное состояние кладки лицевого слоя наружной стены с гибкими связями при температурно-влажностных воздействиях (в том числе напряжения в гибких связях) оценивают соответствии с Приложением В СП 327.1325800.2017.

Коэффициенты линейного температурного расширения кладки приведены в таблице 6.10, соответствующей таблице 6.17 СП 15.13330.2020 [11].

5.7 Напряженно-деформированное состояние кладки стен и усилия (напряжения) в гибких связях и анкерном узле при действии ветровой нагрузки определяют в соответствии с Приложением Г СП 327.1325800.2017.

5.7 Величина суммарной деформации кладки, рассчитанной по 5.4, 5.5, 5.6 не должна превышать предельного значения деформации арматуры, указанного в ТУ 2296-001-20994511 [5].

5.8 Напряжения, возникающие в гибких связях в месте заземления, от относительного сдвига слоёв стены, не должны превышать величины расчетного сопротивления срезу поперек слоёв СПА, приведенного в ТУ 2296-001-20994511 [5], с учетом коэффициентов условий работы.

5.9 При определении прочности стеклопластиковой связи необходимо рассчитать величину наибольших действующих в ней напряжений (в упругой стадии работы стеклопластика) по формуле

$$\sigma = \pm N/A \pm M/W,$$

где  $\sigma$  – напряжение в стеклопластиковом стержне;

$N$  – растягивающая или сжимающая сила от действия пассивного ветра (горизонтального взаимного смещения слоёв стены);

$A$  – площадь (расчётное значение) поперечного сечения стеклопластикового стержня в рабочей зоне;

$M$  – изгибающий момент, действующий на стеклопластиковый стержень;

$W$  – момент сопротивления поперечного сечения стеклопластикового стержня.

Величина рассчитанного (суммарного) действующего напряжения не должна превышать значения предела прочности СПА - расчётного сопротивления, указанного в ТУ 2296-001-20994511 [5], с учетом коэффициентов условий работы, указанных в ТУ 2296-001-20994511 и разделе 6 настоящих Рекомендаций.

5.10 Величина расчётного вытягивающего усилия в анкерных узлах («стена-дюбель-распорный элемент») комбинированной системы крепления при воздействии ветровых нагрузок на утепляемую стену (строительное основание) из конкретного материала не должна превышать расчётного значения прочности анкерного узла для класса надёжности, установленного для данного типа основания (категории применения) в ГОСТ Р 58359 [4] и ТУ 22.23-038-20994511 [3].

## 6 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЛИЦЕВОГО СЛОЯ

### 6.1 Деформационные характеристики СПА

Характеристики СПА по ТУ2296-001-20994511, из которой изготовлен распорный элемент-гибкая связь, (для расчета напряженно-деформированного состояния связей), приведены в Таблице 6.1

Таблица 6.1

Наименование характеристики	Обозначение	Единица измерения	Расчетное значение
Модуль упругости при растяжении	$E_{cp}$	МПа	50000
Модуль ползучести при растяжении	$E_{cp}(t)$	МПа	40000
Модуль упругости при сжатии	$E_{cc}$	МПа	50000
Модуль ползучести при сжатии	$E_{cc}(t)$	МПа	40000
Относительное удлинение при максимальной нагрузке	$\epsilon_{pm}$	%	2,8
Коэффициент Пуассона	$\nu_{XZ} = \nu_{XY}$	безразмерный	0,27
Коэффициент линейного расширения	$\alpha_{ct} \cdot 10^5$	$K^{-1}$	0,60
Коэффициент теплопроводности	$\lambda_c$	Вт/(м·К)	0,55

### 6.2 Прочностные характеристики СПА

4.2.1 Характеристики прочности СПА, в соответствии с ТУ 2296-001-20994511 [5] (подтверждено ТС № 6268 – 21), приведены в Таблице 6.2

Таблица 6.2 – Механические характеристики СПА  $\varnothing$  5,5 мм

Вид разрушающего воздействия	Браковочные минимумы средних экспериментальных значений сопротивлений $[R]_{ci}$	Нормативные значения сопротивления $R_{cin}$ $R_{cin}=[R]_{ci}(1-\alpha \cdot c_v)$	Расчетные значения сопротивления $R_{ci}$ $R_{ci}= R_{cin}/\gamma_m$
Растяжение	$[R]_{cp}=1000$ МПа (10195 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cpn}=900$ МПа (9200 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cp}=700$ МПа (7100 кгс/см <sup>2</sup> )
Изгиб	$[R]_{ci}=1305$ МПа (13325 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cin}=1200$ МПа (12250 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{ci}=900$ МПа (9575 кгс/см <sup>2</sup> )
	$[R]_{ct}=36,0$ МПа (367,3 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{ctn}=33,0$ МПа (335 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{ct}=25,5$ МПа (260 кгс/см <sup>2</sup> )
Сжатие	$[R]_{cp}=1200$ МПа (12200 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cpn}=1100$ МПа (11200 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cp}=846$ МПа (8600 кгс/см <sup>2</sup> )
Срез поперек волокон	$[R]_{cq}=165$ МПа (1684 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cqn}=150$ МПа (1530 кгс/см <sup>2</sup> )	$R_{cq}=115$ МПа (1170 кгс/см <sup>2</sup> )

Примечания:

- 1 Общий индекс  $i$  объединяет частные индексы  $p, и, c, q, \tau$ ;
- 2 Характеристики приведены к расчетному диаметру СПА  $d_{in} = (d_1 - 0,3)$  мм.
- 3  $R_{ct}$  – сопротивление сдвигу при поперечном изгибе на короткой базе
- 4  $\alpha=1,64$  - число, показатель надёжности, обеспечивающий доверительную вероятность 0,95.
- 5  $c_v=S_{ci}/X_{ci}$  – коэффициент вариации (изменчивости) прочностной характеристики СПА ( $S_{ci}$  – стандартное (среднеквадратичное) отклонение характеристики  $X_i$  от её среднего значения  $X_{ci}$ ).
- 6  $\gamma_m$  – коэффициент надёжности по материалу, для стеклопластика принят равным 1,3.

Расчётные геометрические характеристики поперечного сечения гибкой связи СПА5,5:

$$\text{- площадь } A = \frac{\pi \cdot d_{1n}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 5,2 \cdot 5,2}{4} = 21,23 \text{ мм}^2$$

$$\text{- момент сопротивления } w = \frac{\pi \cdot d_{1n}^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 5,2 \cdot 5,2 \cdot 5,2}{32} = 13,80 \text{ мм}^3$$

$$\text{- главный момент инерции } I = \frac{\pi \cdot d_{1n}^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 5,2 \cdot 5,2 \cdot 5,2 \cdot 5,2}{64} = 35,87 \text{ мм}^4$$

## 6.2.2 Расчётные характеристики сцепления гибкой связи (СПА 5,5) с каменной кладкой

Усилие при выдергивании связи из каменной кладки ( $F_{cp}$ ) определяется из уравнения (см. Рисунок 10)

$$F_{cp} = R_p \cdot S = R_p \cdot [(d_2 + B) \cdot h_s / 2 + 2 \cdot b \cdot h_s / \cos \alpha] = R_p \cdot [(2 \cdot d_2 + 2 \cdot h_s / \operatorname{tg} \alpha) \cdot h_s / 2 + 2 \cdot b \cdot h_s / \cos \alpha] \quad (6.1)$$

где  $R_p$  - расчётное сопротивление раствора растяжению – в соответствии 3.2,  $R_p$  принято равным расчётному сопротивлению на растяжение  $R_{bt}$  тяжёлого мелкозернистого бетона соответствующего марке раствора класса прочности.

В соответствии с таблицей 6.8 СП 63.13330.2018:

-  $R_p = R_{bt} = 0,66$  МПа ( $6,73$  кгс/см<sup>2</sup>) для раствора марки М100 (класс прочности В12,5);

-  $R_p = R_{bt} = 0,56$  МПа ( $5,71$  кгс/см<sup>2</sup>) для раствора марки М75 (класс прочности В10);

$S$  – площадь боковой поверхности пирамиды вырыва;

$h_s$  – высота пирамиды вырыва из заделки (анкеровки) гибкой связи в растворном шве;

$b$  – толщина растворного шва в кладке (расчётная толщина  $b=1$  см).

При угле конуса вырыва  $\alpha = 45^\circ$  ( $\cos \alpha = 0,707$ ;  $\operatorname{tg} \alpha = 1$ ), принимая длину цилиндрической части анкерного уширения гибкой связи из СПА  $h_c - h_s = 1,2$  см = const (см. рисунок 10), формула (6.1) примет вид

$$F_{cp} = R_{bt} \cdot S = R_{bt} \cdot [(d_2 + h_s) \cdot h_s + 2b \cdot h_s / 0,707] = R_{bt} \cdot [(d_2 + h_c - 1,2) \cdot (h_c - 1,2) + 2,83 \cdot (h_c - 1,2) \cdot b] = \\ = R_{bt} \cdot (h_c - 1,2) \cdot [(d_2 + h_c - 1,2) + 2,83 \cdot b] \text{ кгс}, \quad (6.2)$$

где  $h_c$  – номинальное значение глубины заложения гибкой связи в растворный шов кирпичной кладки (см. рисунок 4.1) – «глубина анкеровки», см;

$d_2$  – номинальное значение диаметра цилиндрической части анкерного уширения гибкой связи, см (для СПА с номинальным диаметром  $d_1 = 5,5$  мм диаметр  $d_2 = 7,75$  мм =  $0,775$  см).

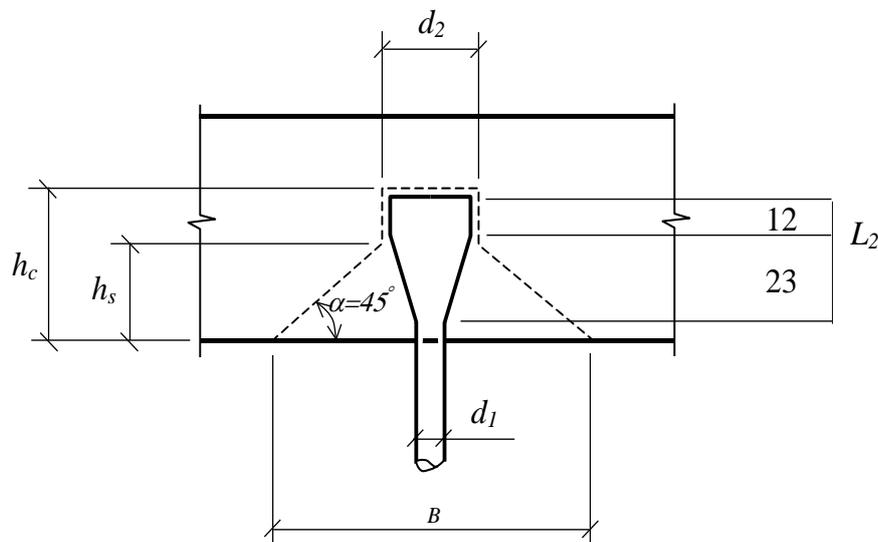


Рисунок 10 – Расчётная схема анкерного узла гибкой связи, выпускаемой ООО «БЗС», (СПА 5,5) при выдергивании из растворного шва каменной кладки

Таблица 6.3 – Расчетные характеристики сцепления СПА диаметром 5,5 мм с каменной кладкой (усилия при выдергивании СПА из каменной кладки, рассчитанные по уравнению (6.2))

Глубина анкерной связи, $h_c$ , мм	Расчётная площадь пирамиды вырыва, $S$ , см <sup>2</sup>	Расчетные значения усилия выдергивания, кН (кгс)	
		раствор марки М100 $R_p = 0,66$ МПа (6,73 кгс/см <sup>2</sup> )	раствор марки М75 $R_p = 0,56$ МПа (5,71 кгс/см <sup>2</sup> )
40	17,934	1,18 (121)	1,00 (102)
50	28,139	1,86 (189)	1,58 (161)
60	40,344	2,66 (272)	2,26 (230)
70	54,549	3,60 (367)	3,05 (311)
80	70,754	4,67 (476)	3,96 (404)
90	88,959	5,87 (599)	4,98 (508)
100	109,164	7,20 (735)	6,11 (623)
110	131,369	8,67 (884)	7,35 (750)
120	155,574	10,27 (1047)	8,71 (888)
130	181,779	11,99 (1223)	10,18 (1038)
140	209,984	13,86 (1413)	11,76 (1199)
150	240,189	15,85 (1616)	13,45 (1371)

Таблица 6.4 – Характеристики сцепления гибких стеклопластиковых связей, выпускаемых ООО «БЗС» с каменной кладкой из нестандартных штучных материалов (по результатам испытаний, проведённых ООО «СтройДиагностика» [26])

Характеристика	Значение характеристики			
	кирпич Евро (ширина 85 мм)		камни Роготах (ширина 200 мм)	
	при разрушении	в конце зоны упругости	при разрушении	в конце зоны упругости
Ср. значение усилия выдергивания, кН	4,733	4,040	12,331	11,357
Среднеквадратичное отклонение усилий выдергивания, кН	1,282	1,196	1,228	0,633
К-т вариации	0,271	0,296	0,100	0,056
К-т Стьюдента	2,755 кол-во опытов 8		2,568 кол-во опытов 10	
Нормативное сопротивление выдергиванию связи, кН	1,201	0,746	9,177	9,732
Условия закрепления гибкой связи	глубина анкерной 60 мм раствор марки М 75 толщина растворного шва 10 мм		глубина анкерной 150 мм раствор марки М 75 толщина растворного шва 10 мм	

### 6.3 Коэффициенты условий работы

#### 6.3.1 Коэффициенты условий работы СПА

6.3.1.1 Кратковременно действующие на гибкие связи факторы и коэффициенты условий работы СПА при воздействии каждого из факторов приведены в Таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Факторы и значения коэффициентов, учитывающих условия работы СПА

Учитываемые факторы	Коэффициенты условий работы стержней из СПА	
	условное обозначение	числовое значение
Нахождение СПА в нейтральной среде – в воде или над её поверхностью	$\gamma_{c1}$	0,95
Нахождение СПА в щелочной среде с $pH=12$ или в кислой среде при $pH=5$	$\gamma_{c2}$	0,94
Нахождение СПА без бетона (песчано-цементного кладочного раствора) или в бетоне (растворе) в условиях замораживания – оттаивания (морозостойкость по стандартной программе до 150 циклов)	$\gamma_{c4}$	0,94
Разрушение СПА при кратковременной нагрузке, равной 65...70 % от разрушающего усилия	$\gamma_{c5}$	0,65

### 6.3.1.2 Коэффициент условий работы $\gamma_{c6}$

$\gamma_{c6}$  - коэффициент старения, учитывающий влияние длительного воздействия на стеклопластиковую арматуру среды строительного раствора.

Значение коэффициента  $\gamma_{c6}$  для срока эксплуатации 100 лет равно 0,76.

### 6.3.1.3 Коэффициент условий работы $\gamma_{c7}$

$\gamma_{c7}$  - коэффициент долговременной прочности, учитывающий влияние длительного воздействия на СПА постоянных нагрузок (растягивающего напряжения) и температуры эксплуатации.

Значения коэффициента  $\gamma_{c7}$  с учетом срока службы стержней в 100 лет равен 0,56

6.3.1.4 Надежность работы связей зависит от их количества.

Зависимость надежности работы связей от их количества, установленного в стене, учитывают коэффициентом надежности  $\gamma_{c8}$ .

Численные значения коэффициента надежности приведены в Таблице 6.6

Таблица 6.6 – Численные значения коэффициента надежности  $\gamma_{c8}$

Количество учитываемых связей	Значение коэффициента условий работы $\gamma_{c8}$
1	1,00
4	1,07
6	1,07
8	1,09
10	1,10
12	1,10
16	1,11
20	1,11
24	1,11
30	1,12

### 6.3.3 Коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с каменной кладкой

Действующие на узел сцепления СПА с растворным швом факторы и коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с кладочным раствором приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7

Учитываемые факторы	Коэффициенты условий работы	
	условное обозначение	числовое значение
1. Длительность действия нагрузки	$\gamma_{cb2}$	0,90
2. Попеременное замораживание и оттаивание в условиях эпизодического водонасыщения при расчетной зимней температуре наружного воздуха: минус 40 °С и выше ниже минус 40 °С	$\gamma_{cb6}$	1,00 0,90
3. Неравномерное распределение напряжений в каменной кладке в зоне анкеровки СПА (при совместном действии отрывающей силы $T_{cb}$ , изгибающего момента $M_{cb}$ и поперечной силы $Q_{cb}$ )	$\gamma_{cb13}$	0,75

#### 6.4 Оценка прочности связей и узла анкеровки в облицовочном слое

6.4.1 Оценка прочности  $i$  – той связи и узла её анкеровки в лицевом слое проводят сравнением расчетных значений усилий или напряжений в сечениях связи « $i$ » с предельными допустимыми значениями усилий или сопротивлений, рассчитанных с учетом условий работы.

Оценку прочности производят по формулам:

$$N_{cpi} \leq F_{cpi, \text{lim}} = \gamma_y \cdot F_{cpi}$$

или

$$\sigma_{cpi} \leq R_{cpi, \text{lim}} = \gamma_y \cdot R_{cpi},$$

где  $\gamma_y$  – обобщенный коэффициент условий работы, равный произведению отдельных учитываемых коэффициентов условий работы для рассчитываемого элемента;

$F_{cpi}$ ,  $R_{cpi}$  – расчетное значение несущей способности (усилия или сопротивления) элемента  $i$ .

Формулы для расчета значений обобщенного коэффициента условий работы  $\gamma_y$  приведены в таблице 6.8

Таблица 6.8 – Формулы для расчета значений коэффициента условий работы  $\gamma_y$

Стадия	Нагрузочные воздействия	Рассчитываемые элементы	Применение коэффициентов условий работы
Эксплуатация	Смещение слоев от всех факторов	СПА	$\gamma_y = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c4} \cdot \gamma_{c5} \cdot \gamma_{c6}$
		Узлы анкеровки	$\gamma_y = \gamma_{c62} \cdot \gamma_{c66} \cdot \gamma_{c613}$
	Ветровая нагрузка	СПА	$\gamma_y = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c4} \cdot \gamma_{c5} \cdot \gamma_{c6}$
		Узлы анкеровки	$\gamma_y = \gamma_{c62} \cdot \gamma_{c66} \cdot \gamma_{c613}$

6.5 Технические характеристики конструкции комбинированной системы (КС) в зоне анкеровки в основании, представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Технические характеристики крепления КС в строительное основание

Тип стенового материала (утепляемого основания)	Полнотелый кирпич, бетон	Пустотелый кирпич, керамзитобетон	Пеногазобетон «СИБИТ» М20
Тип анкерного элемента (дюбеля)	АЭ.10-50	АЭ.10-80	АЭ.10-100
Тип распорного элемента	РЭ-2	РЭ-2	РЭ-2
Диаметр распорного элемента, мм	5,5	5,5	5,5
Расчетная длина анкеровки, мм	50	80	100
Рекомендуемая глубина сверления отверстия под дюбель, мм	60-70	90-100	110-120
Расчётный диаметр отверстия под установку дюбеля, мм	10 <sup>+0,4</sup>	10 <sup>+0,4</sup>	10 <sup>+0,4</sup>
Усилие вырыва из основания (требования ТУ), не менее, кН	1,3	1,0	0,8
Расчетное значение усилия вырыва из основания, кН: *			
- для класса надёжности СК0	0,35	0,25	0,25
- для класса надёжности СК1	0,30	0,20	0,15

\*) Расчетное значение усилия вырыва уточняют по результатам контрольных испытаний, непосредственно на объекте в каждом конкретном случае по методике ГОСТ Р 58360–2019 [16] или СТО-44416204-10–2010 [1].

Значения коэффициентов линейного расширения кладки приведены в Таблице 6.10 (соответствует таблице 6.17 СП 15.13330.2020 [11]).

Таблица 6.10 – Коэффициенты линейного температурного расширения кладки

Материал кладки	Коэффициент линейного расширения кладки $\alpha_t$ , град. <sup>-1</sup> (К <sup>-1</sup> )
Кирпич керамический полнотелый, пустотелый и керамические камни	0,000005
Кирпич силикатный, камни и блоки бетонные и бутобетон	0,00001
Природные камни, камни и блоки из ячеистых бетонов	0,000008
Примечание – Значения коэффициентов линейного расширения для кладки из полистиролбетонов и других материалов допускается принимать по опытным данным.	

## 7 ПРИМЕРЫ РАСЧЁТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЛИЦЕВОГО СЛОЯ

7.1 Расчёт взаимного вертикального смещения лицевого (наружного) и несущего (внутреннего) слоёв от перепада температур на слоях стены

Очевидно, температура внутреннего слоя в здании будет примерно равна температуре воздуха в помещении.

В соответствии с СП 50.13330.2012 [12] (см. 5.2 и формулу 5.2 в СП 50.13330) расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $t_v$  °С, при расчете ограждающих конструкций принимается по минимальным значениям оптимальной температуры в помещении для соответствующих зданий.

Для жилых и общественных зданий в соответствии с ГОСТ 30494–2011 [17] это температура в интервале 20-22 °С.

Вследствие того, что на несущей стене, находящейся за утеплителем, изменение температуры наружного воздуха будет отражаться весьма слабо, ее температура будет меняться в весьма узком диапазоне (можно в проектировочном расчёте принять её неизменной и равной 20 °С).

Т.о. взаимное вертикальное смещение слоёв от температурного перепада будет определяться только перемещением облицовочного слоя.

Перемещения облицовочного слоя вследствие изменения температуры окружающего воздуха можно определить по формуле

$$\Delta = \alpha_t \cdot \Delta T \cdot H, \quad (7.1)$$

где  $\alpha_t$  - коэффициент линейного расширения кладки;

$\Delta T$  - сезонный (для данного климатического района) перепад температур на облицовочном слое, вызванный нагревом от наружного воздуха и солнечной радиацией;

$H$  – высота рассчитываемого облицовочного слоя кирпичной стены.

Из анализа формулы (7.1) очевидно, что для стенового облицовочного слоя из конкретного материала при заданных размерах (высоте) стены, в климатическом районе, где построено здание, перемещение слоя будет определяться коэффициентом линейного расширения материала слоя.

Примем, что лицевой слой выполнен из керамического полнотелого кирпича.

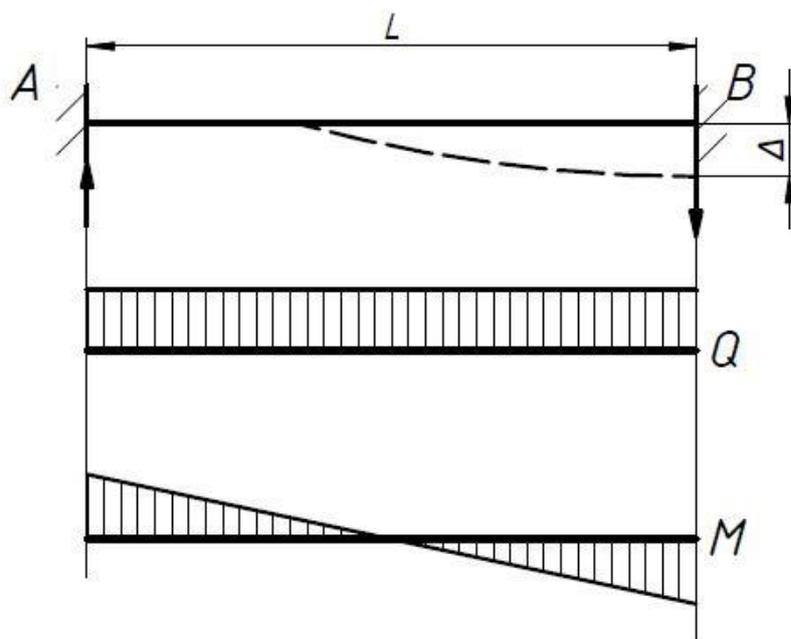
Коэффициент линейного расширения такого кирпича  $\alpha_t = 0,000005$  град.  $^{-1}$  (см. табл. 6.10).

Для района с умеренным климатом сезонный перепад температур лицевого слоя может составить 100 °С (см. [18, 19]).

Т.о. перемещение в вертикальной плоскости облицовочного слоя с максимальной допускаемой высотой в одноэтажном здании (см. 18.1 СП 327.1325800.2017)  $H=3,5$  м= 3500 мм составит

$$\Delta = 0,000005 \cdot 100 \cdot 3500 = 17,5 \text{ мм.}$$

Опорные реакции в балке с защемлёнными концами, нагружённой по схеме «осадка опоры», можно определить по разделу 8 (подраздел 8.1.4) Справочника [15] (см. рисунок 11).



$$P_A = -P_B = Q = (12EI/L^3) \cdot \Delta \quad M_A = -M_B = (6EI/L^2) \cdot \Delta$$

Рисунок 11 – Расчётная схема балки при нагружении по схеме «осадка опоры».

Так, например, при расстоянии между слоями  $L=140$  мм (100 мм – толщина утеплителя, 40 мм – толщина вентилируемого зазора) поперечная сила  $Q$  в наиболее нагруженной (расположенной на наибольшей высоте слоя) гибкой связи составит

$$Q = (12 \cdot 50000 \cdot 35,87 \cdot 17,5) / (140)^3 = 137,3 \text{ Н}$$

Напряжения среза в опорных сечениях этой гибкой связи составят

$$\sigma = P/A = 137,3 / 21,23 = 6,5 \text{ МПа}$$

Очевидно, комбинированная система крепления облицовочного слоя может быть рекомендована для утепления невысоких зданий - до трех-четырех этажей, (иначе деформации, вызванные разностью температур в слоях трехслойной стены, приведут к возникновению деформаций стеклопластиковых стержней, превышающих предельно допустимые). При применении поэтажной силовой развязки, например, в зданиях с монолитным или сборным каркасом, где взаимные температурные перемещения слоев стены происходят только в пределах одного этажа, комбинированная система скрепления слоев ограждающих конструкций никаких ограничений на этажность здания не накладывает.

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ.

8.1 На утепляемую стену наклейте утеплитель. На слое утеплителя проведите предварительную разметку отверстий под установку крепежных элементов комбинированной системы. Расположение отверстий должно быть не реже, чем через каждые 500 – 600 мм по высоте стены и не реже, чем через 500 мм по ширине стены. При этом метки необходимо наносить на теплоизоляцию на расстояниях по вертикали кратным высоте одного кирпича и с учетом толщины растворных швов с целью попадания установленных гибких связей в швы будущей каменной кладки. Затем, проведите сверление отверстий по меткам. Распорный элемент с надетым на него анкерным элементом установите в отверстие, и забейте молотком до полного расклинивания анкерного элемента. Теперь можно выложить следующие несколько рядов (высотой 500-600 мм) облицовочной слоя, (убедитесь при этом что разметка и сверление проведены правильно, т.е. гибкие стеклопластиковые связи комбинированной системы попадают в швы кладки).

8.2 В углах облицовочного слоя конструкции через каждые 5 слоев кладки рекомендуется производить его армирование стеклопластиковыми стержнями, которые следует закладывать вдоль кирпичей, связывая две стены, образующие угол (см. рисунок 12).

Примечание – ООО «БЗС» рекомендует армирование углов производить стеклопластиковой арматурой типа 0 по ТУ 2296-001-20994511 или стеклопластиковой арматурой по ТУ 2296-016-20994511 [20]

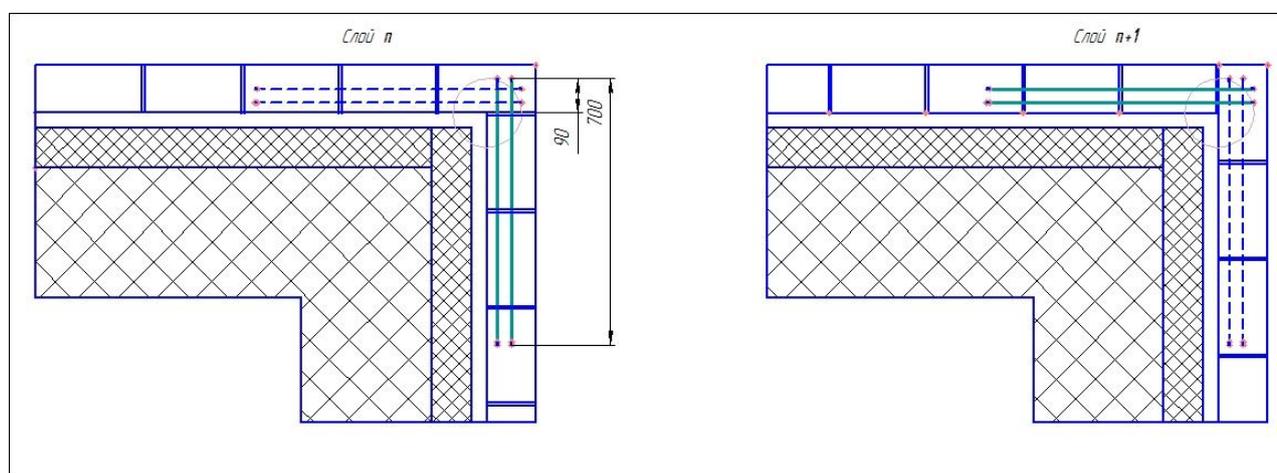


Рисунок 12 - Пример армирования углов облицовочного слоя стеклопластиковыми стержнями (арматурой).

8.3 Облицовочный слой кирпича следует укладывать на тот же фундамент (основание), на котором стоят утепляемые стены, либо предусматривать иные меры для исключения относительного смещения облицовочного и утепляемого слоев стены по схеме «осадка опоры».

8.4 Относительное смещение облицовочного и утепляемого слоев стены в результате температурного расширения-сжатия внешнего облицовочного слоя снижают за счет зон термокомпенсации по длине здания и силовых поясов поэтажной развязки по высоте.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- 1 Стандарт организации («ФЦС») СТО 44416204-10–2010. Крепления анкерные. Метод определения несущей способности анкеров по результатам натуральных испытаний
- 2 ГОСТ Р 54923–2012 Связи гибкие композитные полимерные для многослойных ограждающих конструкций. Технические условия.
- 3 ТУ 22.23-038-20994511–2021 Анкеры тарельчатые строительные забивные «БИЙСК». Технические условия
- 4 ГОСТ Р 58359–2019 Анкеры тарельчатые для крепления теплоизоляционного слоя в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружными штукатурными слоями. Технические условия.
- 5 ТУ 2296-001-20994511–2021 Арматура стеклопластиковая. Технические условия.
- 6 СП 327 1325800.2017 Стены наружные с лицевым кирпичным слоем. Правила проектирования, эксплуатации и ремонта.
- 7 ГОСТ 27751–2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
- 8 СП 20.13330.2016 («СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия»).
- 9 СП 63.13330.2018 («СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции»).
- 10 СП 131.13330.2020 («СНиП 23-01-99 Строительная климатология»).
- 11 СП 15.13330.2020 (СНиП II-22-81\* Каменные и армокаменные конструкции»).
- 12 СП 50.13330.2012 («СНиП 23-02–2003 Тепловая защита зданий»).
- 13 СП 112.13330.2011 («СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений»).
- 14 СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА. Конспект лекций для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет» - Могилёв, 2014 – 88 с.  
[http://cdo.bru.by/course/distan/PGS/stroitelnaja\\_mechanika\\_8semestr\\_pgsdz/Fail/lekcher.pdf](http://cdo.bru.by/course/distan/PGS/stroitelnaja_mechanika_8semestr_pgsdz/Fail/lekcher.pdf)
- 15 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. В 2-х кн. Кн. 1. Под ред. А.А. Уманского. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М., Стройиздат, 1972. – 600с.
- 16 ГОСТ Р 58360–2019 анкеры тарельчатые для крепления теплоизоляционного слоя в фасадных теплоизоляционных композиционных системах с наружными штукатурными слоями. Методы испытаний
- 17 ГОСТ 30494–2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
- 18 ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
- 19 ГОСТ 16350-80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей.
- 20 ТУ 2296-016-20994511–2013 Арматура композитная полимерная для армирования строительных конструкций
- 21 Прочность и жесткость стеклопластиковой арматуры ТУ 2296-001-20994511 при изгибе по схеме “Осадка опоры”. Отчет по результатам испытаний по программе и методикам 2296-001-20994511-ПМ 1012. Бийск, 2003.
- 22 Облицовочный еврокирпич <https://st-par.ru/info/stati-o-kirpiche/oblicovochnyy-evrokirpich/>
- 23 ГОСТ 530–2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.
- 24 ГОСТ 379-95 Кирпич и камень силикатные. Технические условия.
- 25 Технический отчет «Испытания композитных гибких связей для многослойных ограждающих конструкций из керамических материалов, выпускаемых ОАО «Славянский кирпич» / ООО «СтройДиагностика», [www.stroydiagnostika.ru](http://www.stroydiagnostika.ru), E-mail: [stroydiagnostika@mail.ru](mailto:stroydiagnostika@mail.ru) – Краснодар, 2015 – 221 с.