



РЕКОМЕНДАЦИИ

**по применению стеклопластиковой
арматуры (СПА) в качестве гибких связей
трехслойных стеновых панелей**

Бийск 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Общие положения	4
2 Общие требования к проектированию	6
3 Определение нагрузок, действующих на связи	9
4 Характеристики связей на основе СПА	12
4.1 Деформационные характеристики СПА	12
4.2 Прочностные характеристики СПА	12
4.3 Расчетные характеристики анкерного узла	13
4.4 Коэффициенты условий работы	13
4.4.1 Коэффициенты условий работы СПА	14
4.3.2 Коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с бетоном....	15
5 Оценка прочности элементов панели.....	16
6 Пример расчета на прочность элементов трёхслойной панели.....	18
7 Требования к процессу изготовления панелей	23
Литература	24
Приложение А	26

Настоящие «Рекомендации ...» разработаны на основании технических условий ТУ 2296-001-20994511-06, ТУ 5831 - 008 - 20994511-01, разработанных ООО «Бийский завод стеклопластиков» и технических свидетельств ТС № 3134-10 и ТС № 3535-12, выданных Бийскому заводу стеклопластиков Министерством регионального развития РФ.

«Рекомендации...» разработаны ООО «Бийский завод стеклопластиков». В данных «Рекомендациях...» учтены все положения по проектированию трёхслойных стеновых панелей с гибкими стеклопластиковыми связями, разработанные в 1999 специалистами Сибирского Государственного университета путей сообщения (СГУПС) под руководством доктора технических наук, профессора Устинова В.П..

В «Рекомендации...» по сравнению с редакцией СГУПС от 1999 года внесены изменения, основанные на результатах исследований, проведённых за период с 1999 по 2011 год и отражённых в ТУ 2296-001-20994511-06, ТС № 3134-10 и ТС № 3535-12. Изменения касаются характеристик стеклопластика, выпускаемого Бийским заводом стеклопластиков, гибких связей из него, и характеристик трёхслойных панелей с данными гибкими связями

Данные «Рекомендации...» распространяются на проектирование трёхслойных панелей с гибкими связями, выпускаемыми только ООО «Бийский завод стеклопластиков».

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящие "Рекомендации..." распространяются на проектирование и изготовление бетонных и железобетонных трехслойных стеновых панелей (далее – панелей) с гибкими связями (далее – связями) из стеклопластиковой арматуры (далее – СПА), изготавливаемой по техническим условиям ТУ 2296-001-20994511.

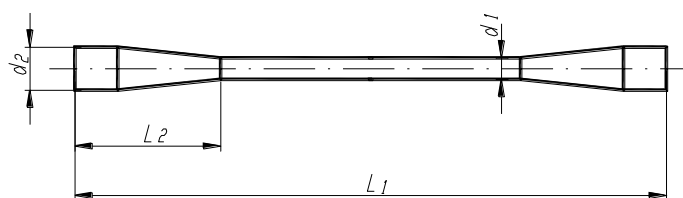
Конструкция применяемых при изготовлении панелей гибких связей (без технологических ограничителей и с технологическими ограничителями) приведена на Рисунке 1.1.

Место соединения стержня СПА с бетонным массивом плиты далее по тексту именуется анкерным узлом.

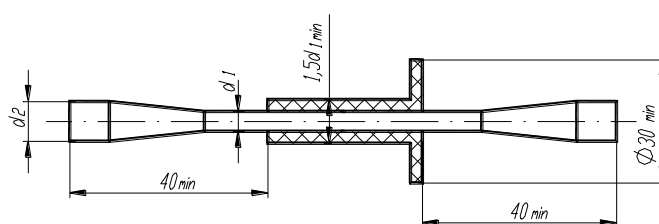
1.2 Рассматриваемые панели могут быть применены для наружных несущих, самонесущих и ненесущих стен жилых зданий с сухим, нормальным и влажным режимом помещений во всех климатических районах страны.

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций для условий повышенной относительной влажности внутреннего воздуха помещений ($\varphi_{int} > 75\%$) должны быть соблюдены дополнительные требования соответствующих нормативных документов.

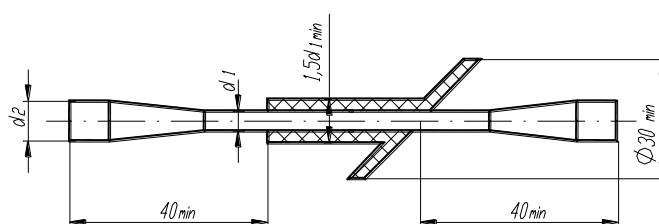
1.3 Панели могут быть применены в зданиях другого назначения, если условия их эксплуатации аналогичны условиям эксплуатации жилых домов. Имеются в виду конструкции зданий жилищно-гражданского, промышленного и сельскохозяйственного назначения, относящиеся к повышенному, нормальному и пониженному уровню ответственности.



Арматура типа 2



Арматура типа 2 с технологическим ограничителем с опорной шайбой под углом 90° к оси



Арматура типа 2 с технологическим ограничителем с опорной шайбой под углом 45° к оси

Рисунок 1.1 – Гибкие связи из стеклопластиковой арматуры

2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ

2.1 Конструкции панелей должны соответствовать требованиям ГОСТ 31310 [1].

2.2 Трехслойные панели с гибкими связями следует проектировать с учётом [1-3], в том числе по требованиям к геометрическим размерам панелей, толщинам их слоёв, требованиям к параметрам и характеристикам применяемых материалов (бетонов и утеплителей), допускаемым отклонениям размеров и характеристик

2.3 Конструкция швов между панелями должна обеспечивать свободу перемещений наружной плиты панели при всех внешних нагрузках в том числе и при температурных воздействиях. Для этого должны быть подобраны соответствующие герметизирующие материалы.

На всех стадиях проектирования необходимо проверить допустимость подсчитанных перемещений слоев панели для оконных блоков, закрепленных по контуру одновременно в наружной и внутренней плитах.

2.4 В зависимости от процента армирования внутренней плиты панели рассматривают как бетонные или железобетонные. Минимальный процент армирования сечений железобетонных панелей принимают по СНиП [2].

Армирование наружной плиты панели должно соответствовать требованиям [2]. Наружная плита стеновой панели должна иметь сварную арматурную сетку с размером ячеек не более 150x150 мм из стержней диаметром не менее 3 мм. Для климатических подрайонов ИБ, ИГ, ПА, ПБ, IVБ [4,5,7] размеры ячеек сетки должны быть не более 100x100 мм [2].

2.5 Для обеспечения надежной работы гибких связей при пожаре определены требования к толщинам бетонных слоев трехслойных панелей на гибких стеклопластиковых связях, которые приведены в Таблице 2.1.

Исходя из данных Таблицы 2.1, применяемые в зданиях I степени огнестойкости несущие трехслойные стеновые панели с гибкими связями из стеклопластиковой арматуры должны иметь толщину несущего слоя из тяжелого бетона (со стороны помещения) не менее 110 мм, а из легкого бетона (плотностью не выше 1300 кг/м^3) - не менее 100 мм.

Толщину наружного (облицовочного) бетонного слоя для этих трехслойных стеновых панелей следует принимать не менее 60 мм для тяжелого и легкого бетонов.

Рекомендации, приведенные в Таблице 2.1, даны из расчета, что глубина заделки связей в бетон равна 40 мм. При увеличении глубины заделки связей, для того чтобы удовлетворить требованиям по пожарной безопасности, необходимо, соответственно, увеличивать толщины слоев панелей.

2.6 При возможности (технологической, экономической и т.п.) увеличить толщину слоев её желательно увеличивать, при этом можно (рекомендуется), соответственно, увеличивать глубину заделки анкерных уширений арматуры в бетон, предусматривая при этом удовлетворение требованиям по пожарной безопасности, исходя из Таблицы 2.1.

Таблица 2.1

Вид конструкции	Степень огнестойкости здания	Наибольшая допустимая высота здания, м	Минимальный требуемый предел огнестойкости конструкции, ч	Минимальная толщина наружного бетонного слоя (с учетом требований ГОСТ 11024), см		Минимальная толщина внутреннего бетонного слоя (с учетом требований ГОСТ 11024), см	
				Тяжелый бетон	Легкий бетон	Тяжелый бетон	Легкий бетон
Наружная несущая стена	I	75	R 120	6	6	11	10
	II	50	R75	6	6	10	9
	III	28	R45	5	6	8	9
Наружная несущая стена	I	75	E30	6	6	8	8
	II	50	E15	6	6	7	7
	III	28	E15	5	6	6	7

2.8 По характеру работы связи, скрепляющие бетонные (железобетонные) слои-плиты трехслойной панели, условно делят на 4 группы (см. Рисунок 2.1):

- рядовые распорки (1), которые воспринимают поперечные силы при вертикальном сдвиге бетонных плит панели относительно друг друга, работают на осевые усилия от ветровой нагрузки и нагрузки при снятии панели с поддона, а также обеспечивают связь между плитами стеновой панели;

- растянутые наклонные связи-подвески (2), устанавливаемые под углом α к плоскости панели (обычно $\alpha=45^\circ$) и воспринимающие нагрузку G , равную векторной сумме нагрузок от веса наружной плиты панели G_1 и слоя теплоизоляции G_2 ;

- постоянно сжатые распорки (3), которые расположены у нижних концов подвесок (2), и воспринимают совместно с теплоизоляцией сжимающее усилие F_2 (см. Рисунок 3.1), являющееся горизонтальной проекцией (реакцией) растягивающего усилия S_3 в подвеске (2);

- подкосы (4), также устанавливаемые под углом к плоскости панели (рекомендуется тот же угол, что и для установки подвесок), которые придают панели необходимую жесткость и воспринимают технологические нагрузки.

2.9 Количество подвесок определяют расчетом. При этом необходимо иметь в виду, что при площади панели до 10 м^2 должно быть установлено не менее 4 подвесок, а при большей площади панели – не менее 6 подвесок. Поэтому, если по расчету получено меньшее потребное количество подвесок, чем рекомендуемое, то следует устанавливать рекомендуемое количество подвесок. Кроме того, для повышения надежности следует в каждой стеновой панели устанавливать на одну–две подвески больше, чем это требуется по расчету. Дополнительные подвески следует устанавливать в местах, где разрушение основной подвески приведет к наиболее неблагоприятному перераспределению нагрузок на остальные подвески.

2.10 Количество и место расположения распорок определяют на основании расчета панели на прочность с учетом технологического процесса изготовления панелей. При этом следует учитывать, что суммарная площадь рядовых распорок должна быть не менее $0,5 \text{ см}^2$ на 1 м^2 площади панели [12].

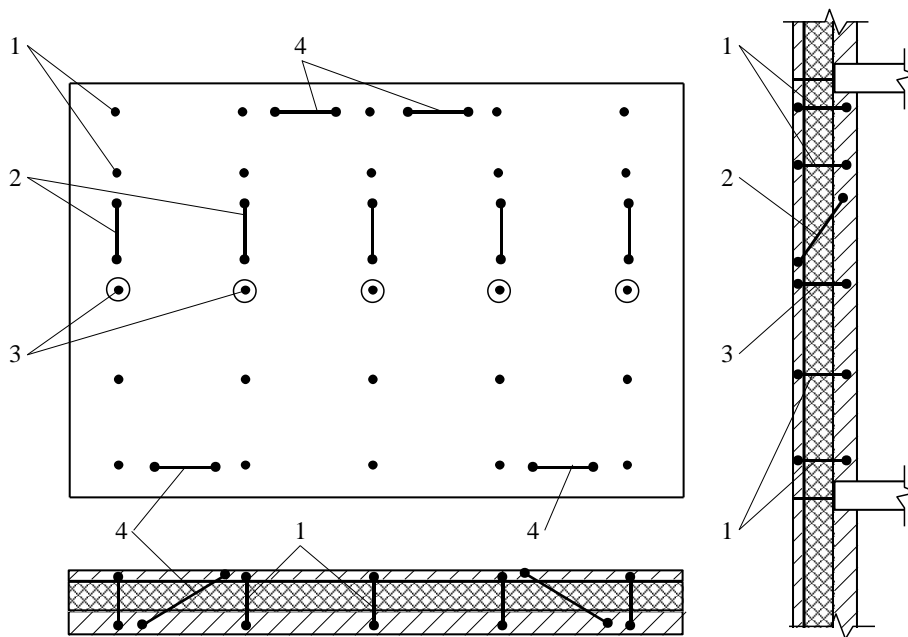


Рисунок 2.1 – Схема расположения гибких связей в стеновой панели

1 – рядовые распорки; 2 – подвески; 3 – постоянно сжатые распорки; 4 – подкосы.

2.11 Подкосы располагают сверху и внизу панели, симметрично относительно вертикальной оси.

2.12 Рекомендуется следующий порядок определения количества связей:

- рассчитывают нагрузки, действующие на панель заданных размеров;
- рассчитывают и задают количество требующихся подвесок;
- в эскизном расчете назначают количество постоянно сжатых распорок (на первом шаге расчёта их количество равно количеству подвесок). Затем проверяют достаточность их количества, исходя из прочности на сжатие от сжимающей нагрузки-реакции от нагрузки в подвеске;
- назначают предварительную схему размещения подвесок и сжатых распорок;
- рассчитывают количество рядовых распорок на площади панели, не занятой сжатыми распорками, при этом, исходя из рекомендации [12], что общая площадь рядовых распорок должна составлять не менее $0,5 \text{ см}^2$ на 1 м^2 площади панели, не занятой сжатыми распорками, получаем, что при расчётном диаметре стержня связи, равном 7,2 мм, их следует располагать с шагом между рядами не реже 0,8 x 0,8 м (Бийский завод стеклопластиков рекомендует шаг установки рядовых распорок 0,5 x 0,5 м);
- с учетом принятой схемы расположения рядовых распорок и ветровой нагрузки уточняют количество требующихся постоянно сжатых распорок;
- с учетом нагрузок, возникающих при подъеме панели с поддона, уточняют общее количество требующихся распорок и, при необходимости, корректируют количество рядовых распорок;
- задают количество подкосов (обычно в панели устанавливают 4 подкоса).

Количество связей и места (схему) их размещения указывают в чертеже на панель.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СВЯЗИ

3.1 При определении нагрузок, действующих на связи, необходимо руководствоваться ГОСТ 31310 [1], СНиП 52-01 [2], СП 52-101[3], СНиП 2.01.07 [4], СНиП 23-01 [5]. При этом должны быть произведены расчеты на все виды нагрузок и воздействий с учетом особенностей работы панелей в системе здания:

- от собственного веса (на всех стадиях возведения и эксплуатации);
- ветровой нагрузки;
- температурного воздействия.

3.2 Порядок определения нагрузок должен соответствовать принятому типу панелей и последовательности проведения всех строительного-монтажных работ.

Для панелей, изготавливаемых в горизонтальном положении фасадной стороной вверх или вниз, должны быть рассмотрены отдельные расчетные схемы с учётом всех действующих на панели нагрузок на стадиях изготовления и подъема с поддона.

3.3 Расчетная схема

Для проектных расчетов связей в трехслойной панели, рекомендуется использовать упрощенную расчетную схему, приведенную на Рисунке 4.1 .

При проверочных и уточняющих расчетах рекомендуется использовать точные расчетные схемы с полной картиной расстановки связей в панели. Такие схемы целесообразно рассчитывать с применением ЭВМ, например, используя метод конечных элементов (МКЭ).

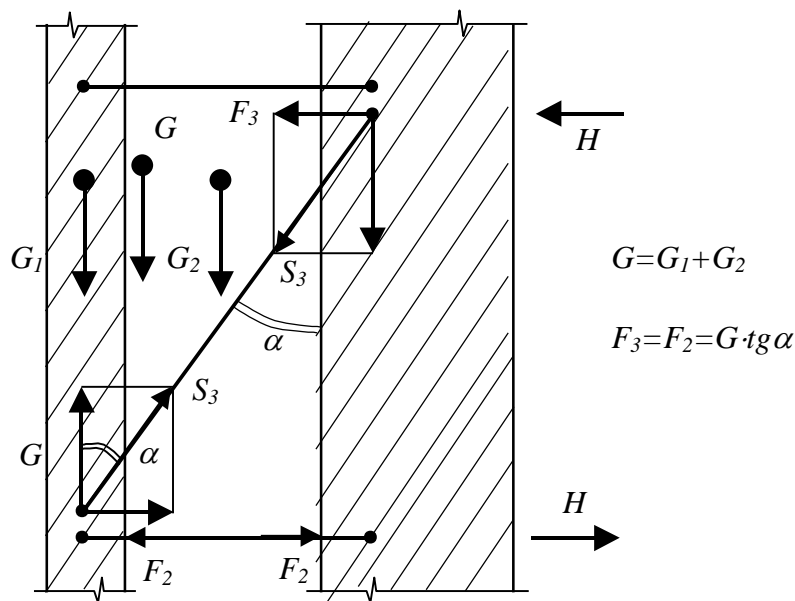


Рисунок 3.1 – Упрощенная схема для определения усилий в связях

Следует иметь в виду, что направление нагрузок G , G_1 и G_2 и реакций на разных рассчитываемых стадиях зависит от расположения панели относительно вертикали.

В практических расчетах подвесок делают допущение (в запас прочности), что сопротивление действующим нагрузкам со стороны рядовых распорок и теплоизоляции отсутствует. Тогда продольное растягивающее усилие в подвеске $S_3 = G / \cos \alpha$, а отрывающая горизонтальная сила в месте анкеровки подвески в бетон $F_3 = G \cdot \operatorname{tg} \alpha$. У нижнего конца подвески горизонтальная сжимающая реактивная сила $F_2 = - G \cdot \operatorname{tg} \alpha$ передается на ближайшую (вследствие этого постоянно сжатую) распорку.

3.4 Определение нагрузок, возникающих в связях на стадии подъема панелей с поддона

Для определения нагрузок на стадии подъема панелей с поддона следует принимать пространственную расчетную схему панели в виде двух горизонтальных железобетонных плит, соединенных между собой гибкими связями при заполнении пространства между плитами утеплителем.

Для этой стадии, кроме равномерно распределенных нагрузок от веса верхней плиты G_3 , утеплителя G_2 и нижней плиты G_1 , необходим учет реактивной нагрузки p от прилипания нижней плиты к поддону, интенсивность которой принимают равной 150 кгс/м^2 .

Интенсивность полной расчетной вертикальной нагрузки q для расчетов на прочность панели при подъеме ее с поддона определяют по формуле

$$q = \gamma_n (1 + \mu) \cdot k \cdot \left(\sum_{i=1}^{i=3} \gamma_{f_{gi}} \cdot g_i + \gamma_{fp} \cdot p \right),$$

где $\gamma_n = 0,95$ ($0,90$) – коэффициент надежности по ответственности для зданий и сооружений нормального (пониженного), соответственно, уровня [2];

$1 + \mu = 1,40$ – коэффициент динамичности, учитываемый при расчете элементов конструкций на прочность при воздействии усилий, возникающих при их подъеме [3];

k – коэффициент, учитываемый для железобетонных слабоармированных элементов, в которых их несущая способность исчерпывается одновременно с образованием трещин в бетоне растянутой зоны [2];

$k = 1,15$ при расчете анкерных узлов по прочности [2,3];

$k = 1,00$ при расчете анкерных узлов по трещиностойкости и при расчете прочности СПА [2,3];

$\gamma_{fg1} = \gamma_{fg3} = 1,1$; $\gamma_{fg2} = 1,2$; $\gamma_{fp} = 1,3$ – коэффициенты надежности по нагрузке [2-4].

3.5 Определение нагрузок для стадии хранения

На стадии хранения нагрузки, возникающие в связях, следует подсчитывать с учетом конкретных условий опирания панелей на подкладки. Коэффициент $1 + \mu = 1,0$ [3].

3.6 Определение нагрузок для стадии транспортирования

На стадии транспортирования нагрузки, возникающие в связях, следует определять с учетом конкретных условий опирания. Коэффициент $1 + \mu = 1,6$ [3].

3.7 Определение нагрузок для стадии монтажа

На стадии монтажа нагрузки, возникающие в связях, следует определять с учетом условий строповки стеновой панели (для рассматриваемых трехслойных панелей с гибкими связями рекомендуется строповка за внутреннюю несущую плиту). Коэффициент динамичности $1 + \mu = 1,40$ [3].

3.8 Определение нагрузок для стадии эксплуатации

Для стадии эксплуатации расчетная схема для наружной плиты и гибких связей такая же, как и при монтаже, но при $1 + \mu = 1,0$ [3].

Для стадии эксплуатации, кроме постоянных нагрузок от собственного веса элементов панели, необходимо учитывать кратковременные нагрузки: ветровую и температурно-климатические воздействия. При их совместном учете коэффициент сочетания $\psi_2 = 0,9$, а при их учете порознь $\psi_2 = 1,0$ [4].

Нормативное значение ветрового давления w , приложенного к внешней поверхности стеновой панели, определяют по формуле:

$$w = w_0 \cdot k \cdot c_e,$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления, принимаемое в зависимости от ветрового района [3];

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте [4];

c_e – аэродинамический коэффициент.

Для внешнего давления ветра на стеновую панель $c_e=+0,8$, для отрицательного давления (отсоса) от стеновой панели $c_e= - 0,6$, а для расчета креплений элементов ограждения к несущим конструкциям в углах здания на ширине 2,0 м $c_e= - 2,0$ [4].

Расчетное значение ветрового давления следует определять с учетом коэффициента надежности $\gamma_{fw} = 1,4$ [4].

4 ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИБКИХ СВЯЗЕЙ НА ОСНОВЕ СПА

4.1 Деформационные характеристики СПА

Характеристики СПА для расчета напряженно-деформированного состояния связей приведены в Таблице 4.1

Таблица 4.1

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
Относительная деформация при разрыве	ε_{cp}	%	3,0
Коэффициент Пуассона	$\nu_{xz} = \nu_{xy}$	безразмерный	0,27
Коэффициент линейного расширения	$\alpha_{ct} \cdot 10^5$	K^{-1}	0,60
Коэффициент теплопроводности	λ_c	Вт/(м·К)	0,55

4.2 Прочностные характеристики СПА

4.2.1 Характеристики прочности СПА (в соответствии с ТС № 3134-10) приведены в Таблице 4.2

Таблица 4.2

Вид разрушающего воздействия	Нормативные сопротивления R_{cin}	Расчетные сопротивления R_{ci}
Растяжение	$R_{cрн} = 900 \text{ МПа (9200 кгс/см}^2\text{)}$	$R_{cр} = 700 \text{ МПа (7100 кгс/см}^2\text{)}$
Изгиб	$R_{cинн} = 1200 \text{ МПа (12200 кгс/см}^2\text{)}$	$R_{cин} = 900 \text{ МПа (9200 кгс/см}^2\text{)}$
	$R_{cтн} = 33,0 \text{ МПа (335 кгс/см}^2\text{)}$	$R_{cт} = 25,5 \text{ МПа (260 кгс/см}^2\text{)}$
Сжатие	$R_{cснн} = 900 \text{ МПа (9200 кгс/см}^2\text{)}$	$R_{cсн} = 700 \text{ МПа (7100 кгс/см}^2\text{)}$
Срез поперек волокон	$R_{cсн} = 150 \text{ МПа (1530 кгс/см}^2\text{)}$	$R_{cс} = 115 \text{ МПа (1170 кгс/см}^2\text{)}$

Примечания: R_{ct} – сопротивление на сдвиг вдоль волокон СПА при изгибе на «короткой» базе (менее $15 d_1$);
 2 Характеристики приведены к расчетному диаметру СПА $d_{1n} = (d_1 - 0,3) = 7,2 \text{ мм}$.

Расчётные геометрические характеристики поперечного сечения гибкой связи:

$$\text{- площадь } A = \frac{\pi \cdot d_{1n}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7,2 \cdot 7,2}{4} = 40,72 \text{ мм}^2$$

$$\text{- момент сопротивления } w = \frac{\pi \cdot d_{1n}^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 7,2 \cdot 7,2 \cdot 7,2}{32} = 36,64 \text{ мм}^3$$

$$\text{- момент инерции } I = \frac{\pi \cdot d_{1n}^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 7,2 \cdot 7,2 \cdot 7,2 \cdot 7,2}{64} = 131,92 \text{ мм}^4$$

4.3 Расчетные характеристики анкерного узла

Прочность сцепления СПА \varnothing 7,5 мм с бетоном (в соответствии с ТС № 3134-10, ТС 3535-12) приведена в Таблице 4.3.

Таблица 4.3

Вид бетона	Класс бетона	Глубина анкеровки h_c , мм	Прочность анкеровки (нормативное усилие при выдергивании связи из бетона), кН (кгс)
Тяжелый	В15	40	3,6 (360)
		60	5,4 (540)
		80	8,1 (810)
	В20	40	4,3 (430)
		60	6,5 (650)
		80	9,8 (980)
	В25	40	5,1 (510)
		60	8,0 (800)
		80	11,7 (1170)
	В30	40	5,9 (590)
		60	9,3 (930)
		80	13,4 (1340)
	В35	40	6,7 (670)
		60	10,5 (1050)
		80	15,0 (1500)
В40	40	7,4 (740)	
	60	11,7 (1170)	
	80	16,4 (1640)	

Нормативные значения прочности анкеровки гибких связей в легком бетоне (классов по прочности на сжатие В15 и В20) можно принимать по Таблице 4.3 с учетом понижающего коэффициента, равного 0,8.

4.4 Коэффициенты условий работы**4.4.1 Коэффициенты условий работы СПА**

4.4.1.1 Кратковременно действующие на гибкие связи факторы и коэффициенты условий работы СПА при воздействии каждого из факторов приведены в Таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Факторы и значения коэффициентов, учитывающих условия работы СПА

Учитываемые факторы	Коэффициенты условий работы стержней из СПА	
	условное обозначение	числовое значение
1. Нахождение СПА в нейтральной среде – в воде или над её поверхностью	γ_{c1}	0,95
2. Нахождение СПА в щелочной среде с $pH=12$ или в кислой среде при $pH=5$	γ_{c2}	0,94
3. Нахождение СПА в бетоне в процессе тепловлажностной обработки по схеме 2+3+6+2 с прогревом до 80 °С	γ_{c3}	0,93
4. Нахождение СПА без бетона или в бетоне в условиях замораживания – оттаивания (морозостойкость по стандартной программе до 150 циклов)	γ_{c4}	0,94
5. Разрушение СПА при кратковременной выдержке при напряжениях более 65...70 % от разрушающего усилия	γ_{c5}	0,65

4.3.1.2 Коэффициент условий работы γ_{c6}

γ_{c6} - коэффициент старения, учитывающий влияние длительного воздействия на стеклопластиковую арматуру среды влажного бетона или раствора.

Значение коэффициента γ_{c6} для срока эксплуатации 100 лет равно 0,76.

4.3.1.3 Коэффициент условий работы γ_{c7}

γ_{c7} - коэффициент долговременной прочности, учитывающий влияние длительного воздействия на СПА постоянных усилий и температуры эксплуатации.

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

4.3.1.4 Надежность работы связей зависит от их количества.

Зависимость надежности работы связей от их количества, установленного в панели учитывают коэффициентом надежности γ_{c8} .

Численные значения коэффициента надежности приведены в Таблице 4.5

Таблица 4.5 – Численные значения коэффициента надежности γ_{c8}

Количество учитываемых связей	Значение коэффициента условий работы γ_{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

4.4.2 Коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с бетоном

Действующие на узел сцепления СПА с бетоном факторы и коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с бетоном приведены в Таблице 4.б.

Таблица 4.б – Коэффициенты условий работы узла сцепления СПА с бетоном

Учитываемые факторы	Коэффициенты условий работы бетона	
	условное обозначение	числовое значение
1. Длительность действия нагрузки	γ_{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	γ_{cb6}	1,00 0,90
3. Работа узла сцепления в бетонной конструкции (при отсутствии хомутов в зоне отрыва СПА из бетона)	γ_{cb9}	0,90
4. Неравномерное распределение напряжений в бетоне в зоне анкерки СПА (при совместном действии отрывающей силы T_{cb} , изгибающего момента M_{cb} и поперечной силы Q_{cb})	γ_{cb13}	0,75
5. Работа анкерного уширения в легком бетоне	γ_{cb14}	0,80

5 ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ПАНЕЛИ

5.1 Оценку прочности элемента i (связи или анкерного узла) проводят сравнением расчетных значений усилий или сопротивлений в сечениях элемента i с предельными допустимыми значениями усилий или сопротивлений, рассматриваемых с учетом условий работы элементов. Например, для растянутой связи из СПА оценку ее прочности производят по формуле:

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

или

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

где $N_{срi}$ ($\sigma_{срi}$) – нагрузка на панель от внешних (эксплуатационных) воздействий;

γ_y – произведение учитываемых коэффициентов условий работы;

$F_{срi}$, $R_{срi}$ – расчетное значение характеристики несущей способности (усилия или сопротивления, соответственно) элемента i , принимаемое по Таблицам 4.2 или 4.3.

Формулы для определения значений коэффициента γ_y для разных стадий и типов рассчитываемых элементов приведены в Таблице 5.1

Таблица 5.1

Стадия	Нагрузочные воздействия	Рассчитываемые элементы	Применение коэффициентов условий работы
Изготовление	Подъем с поддона, хранение, транспортирование и монтаж	Подвески, распорки, подкосы	$\gamma_y = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} \cdot \gamma_{c3} \cdot \gamma_{c4} \cdot \gamma_{c5}$
		Узлы анкеровки	$\gamma_y = \gamma_{cб2} \cdot \gamma_{cб6} \cdot \gamma_{cб9} \cdot \gamma_{cб13} \cdot (\gamma_{cб14})$
Эксплуатация	Собственный вес, температурные нагрузки	Подвески, распорки	$\gamma_y = \gamma_{c6} \cdot \gamma_{c7} \cdot \gamma_{c8}$
		Узлы анкеровки	$\gamma_y = \gamma_{cб2} \cdot \gamma_{cб6} \cdot \gamma_{cб9} \cdot \gamma_{cб13} \cdot (\gamma_{cб14})$
	Ветровая нагрузка	Распорки	$\gamma_y = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c4} \cdot \gamma_{c5} \cdot \gamma_{c6}$
		Узлы анкеровки	$\gamma_y = \gamma_{cб2} \cdot \gamma_{cб6} \cdot \gamma_{cб9} \cdot \gamma_{cб13} \cdot (\gamma_{cб14})$

5.2 Особенности оценки прочности элементов панелей для стадии подъема с поддона

Выполняют расчет нижней и верхней железобетонных плит по прочности и трещиностойкости при изгибе. Расчет сечений плит по прочности и трещиностойкости следует проводить по нормам [2,3].

Распорки рассчитывают по прочности при совместном действии продольной силы, изгибающего момента и поперечной силы, а также проводят оценку прочности на вырыв стержней СПА из бетонных массивов панели. При действии расчётных нагрузок не допускается образование трещин в бетоне в пределах зоны анкеровки [3]. Эту зону следует относить к 1-й категории требований по трещиностойкости и осуществлять расчет плит стеновых панелей по образованию трещин с использованием таких же нагрузок q , как и при расчете по прочности [3], но при $k=1,0$.

5.3 Особенности оценки прочности элементов панелей для стадии монтажа

При строповке панели за внутренний несущий слой наружный ненесущий слой весом G_1 и теплоизоляция весом G_2 фактически подвешиваются к внутреннему несущему слою панели с помощью распорок и подвесок. В данном случае следует провести оценку прочности и трещиностойкости для наружной плиты, а также прочности связей на основе СПА при учете совместной

работы плит панели, слоев теплоизоляции и связей. Не допускается появление трещин в зоне анкерования стержней из СПА.

5.4 Особенности оценки прочности элементов панелей для стадии эксплуатации

Рекомендуется (в запас прочности) оценку прочности элементов панели проводить в предположении отсутствия сцепления теплоизоляции с железобетонными плитами (слоями панели) и связями.

При оценке прочности от воздействия ветровой нагрузки проверяется работа всей стеновой панели как плиты, опертой по контуру, который создается капитальными стенами и перекрытиями здания.

Распорки из СПА должны быть рассчитаны по прочности при осевом растяжении при давлении ветра с учетом $c_e = -2,0$. Прочность анкерования распорок в плитах стеновой панели следует оценивать с учетом коэффициента надежности по ветровой нагрузке $\gamma_{fw}=1,4$.

5.5 Для получения более полной картины напряженно-деформированного состояния бетонных плит панели, слоя теплоизоляции и связей необходимо выполнять расчеты с использованием точных пространственных методов (например методом конечных элементов), обычно в пределах упругой стадии работы материалов.

5.6 При необходимости, уменьшение количества связей в стеновой панели может быть достигнуто за счет более эффективного использования их несущей способности, например, за счет повышения класса бетона, увеличения глубины заделки стержня в бетон или устройства косвенного армирования бетона в зоне анкерования (с помощью стальной спирали, перфорированного стального кольца и т.д.). Для этого должны быть проведены специальные уточненные расчеты и (при необходимости) экспериментальные проверки.

6 ПРИМЕР РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТРЁХСЛОЙНОЙ ПАНЕЛИ**6.1 Условия задачи.**

Необходимо рассчитать количество и определить схему расположения связей в стеновой панели, изображённой на Рисунке 2.1 при следующих исходных данных:

- район строительства – г. Новосибирск (умеренно холодный климатический район по ГОСТ 16350), срок эксплуатации здания 100 лет;
- здание расположено на открытой местности (тип А по СНиП 2.01.07), а рассматриваемая панель установлена в здании на уровне над поверхностью земли $z = 20\text{м}$;
- ширина панели 3,00 м, высота 2,80 м (площадь панели $A_{\text{п}} = 8,4 \text{ м}^2$);
- толщины: наружного слоя панели $b_{\text{нс}} = 60 \text{ мм}$, слоя теплоизоляции $b_{\text{тзм}} = 200 \text{ мм}$, внутреннего слоя панели $b_{\text{внс}} = 90 \text{ мм}$;
- материал бетонных слоев стеновой панели – тяжелый бетон класса В15, плотность тяжелого железобетона примем $\rho_{\text{жб}} = 2400 \text{ кг/м}^3$;
- материал утеплителя пенополистирол ПСБС с плотностью $\rho_{\text{пс}} = 60 \text{ кг/м}^3$;
- глубина заделки связей в бетон $h_{\text{с}} = 40 \text{ мм}$, подвески поставлены под углом $\alpha = 45^\circ$;
- при расчете подвесок на сжатие сопротивление теплоизоляции не учитывается;
- расчет проводится по предельным состояниям первой группы.

6.2 Определение нагрузок, действующих на гибкие связи

Расчёт проводится в соответствии с упрощённой схемой, изображённой на Рисунке 3.1.

Масса облицовочного слоя панели составляет

$$M_{\text{жб}} = A_{\text{п}} \times b_{\text{нс}} \times \rho_{\text{жб}} = 8,4 \times 0,06 \times 2400 = 1209,4 \text{ кг},$$

которая создаст нагрузку на гибкие связи

$$G_1 = 1209,4 \text{ кгс} = 12,094 \text{ кН}.$$

Масса теплоизолирующего слоя

$$M_{\text{пс}} = A_{\text{п}} \times b_{\text{тзм}} \times \rho_{\text{пс}} = 8,4 \times 0,2 \times 60 = 100,8 \text{ кг},$$

которая создаст нагрузку на гибкие связи

$$G_2 = 100,8 \text{ кгс} = 1,008 \text{ кН}.$$

Общая нагрузка, действующая в вертикальной плоскости панели при её эксплуатации (при сдвиге облицовочного слоя панели и слоя ТЗМ относительно несущего слоя)

$$G = G_1 + G_2 = 1310,2 \text{ кгс} = 13,102 \text{ кН} = 1310,2 \text{ кгс}.$$

Растягивающая нагрузка, действующая на подвески

$$S_3 = G / \cos \alpha = 13,102 / \cos 45^\circ = 13,102 / 0,7071 = 18,529 \text{ кН} = 1852,9 \text{ кгс}.$$

У нижних концов подвесок горизонтальная сжимающая реактивная сила $F_2 = -G \cdot \operatorname{tg} \alpha$ передается на ближайшие (вследствие этого постоянно сжатые) распорки.

$$F_2 = -G \cdot \operatorname{tg} \alpha = 13,102 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = 13,102 \text{ кН} = 1310,2 \text{ кгс}.$$

Максимальное растягивающее усилие, которое может возникнуть в рядовой распорке 1 (при шаге установки распорок $0,80 \times 0,80 \text{ м}$) от кратковременной ветровой нагрузки в зоне отрицательного давления (отсоса), можно определить по формуле [4]:

$$N_{1\text{wp}} = w_0 \cdot k \cdot c_e \cdot A_i \cdot \gamma_{f\text{w}} = 0,38 \cdot 1,25 \cdot 2,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,8512 \text{ кН} = 85,12 \text{ кгс},$$

а максимальное сжимающее усилие в такой распорке от действия ветра рассчитывается по той же формуле, но с соответствующим аэродинамическим коэффициентом c_e , и составит:

$$N_{1wc} = 0,38 \cdot 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 0,3405 \text{ кН} = 34,05 \text{ кгс.}$$

6.3 Определение расчетных и предельно допустимых значений несущей способности связей

Расчетное значение несущей способности стержня из СПА $\varnothing 7,5$ мм по прочности на растяжение (см. табл. 4.2), равно:

$$F_{cp} = R_{cp} \cdot A = 700 \cdot 40,72 = 28,50 \text{ кН.}$$

В соответствии с 5.1 предельно допустимое усилие, действующее на гибкие связи на стадиях подъема с поддона, хранения, транспортирования и монтажа (с учётом коэффициента γ_y , см. Таблицу 5.1), составит:

$$F_{cp \text{ lim}} = \gamma_y \cdot F_{cp} = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} \cdot \gamma_{c3} \cdot \gamma_{c4} \cdot \gamma_{c5} \cdot F_{cp} = 0,95 \cdot 0,94 \cdot 0,93 \cdot 0,94 \cdot 0,65 \cdot 28,50 = 14,46 \text{ кН,}$$

а предельно допустимое усилие на растяжение, действующее на гибкие связи на стадии эксплуатации панели в здании (с учетом коэффициента условий работы $\gamma_y = \gamma_{c6} \cdot \gamma_{c7}$ см. 4.3 и Таблицы 5.1), равно:

$$F_{cp, \text{ lim}} = \gamma_y \cdot F_{cp} = \gamma_{c6} \cdot \gamma_{c7} \cdot F_{cp} = 0,76 \cdot 0,56 \cdot 28,50 = 12,13 \text{ кН.}$$

Поскольку расчётное сопротивление стеклопластиковой гибкой связи на сжатие равно сопротивлению на растяжение (700 МПа), то несущие способности гибких связей на сжатие в будут идентичны характеристикам на растяжение.

Расчётное значение несущей способности анкерного узла при заделке гибкой связи из СПА $\varnothing 7,5$ мм в бетон марки В 15 на глубину 40 мм (см. Таблицу 4.3), равно:

$$F_{cbp} = 3,60 \text{ кН,}$$

а предельно допустимое усилие при выдергивании стержня из бетонного массива с учетом коэффициентов условий работы $\gamma_y = \gamma_{cb2} \cdot \gamma_{cb6} \cdot \gamma_{cb9} \cdot \gamma_{cb13}$ (см. Таблицы 4.6, 5.1) равно:

$$F_{cbp \text{ lim}} = 3,60 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,90 \cdot 0,75 = 1,97 \text{ кН.}$$

Расчетное значение несущей способности гибкой связи из СПА $\varnothing 7,5$ мм по прочности на сжатие (см. табл. 4.2), равно:

$$F_{cc} = R_{cc} \cdot A = 700 \cdot 40,72 = 28,50 \text{ кН,}$$

а предельно допустимое сжимающее усилие (из условия разрушения от напряжений сжатия), действующее на гибкие связи на стадии эксплуатации панели в здании (с учетом коэффициента условий работы $\gamma_y = \gamma_{c6} \cdot \gamma_{c7}$ см. 4.3 и Таблицы 5.1), равно:

$$F_{cc \text{ lim}} = 28,50 \cdot 0,76 \cdot 0,56 = 12,13 \text{ кН.}$$

Расчетное значение несущей способности гибкой связи (стержня) из СПА $\varnothing 7,5$ мм по устойчивости при сжатии определим, исходя из следующих соображений:

- рядовая и сжатая распорки с номинальным диаметром $d_c = 7,2$ мм и площадью сечения $A = 40,72 \text{ мм}^2$, рассматриваемые как центрально сжатые стержни (от действия ветра и постоянных нагрузок), имеют приведенную свободную длину $l_0 = \mu l = 0,5 \cdot 200 = 100 \text{ мм}$, момент инерции сечения $J_c = \pi d_c^4 / 64 = 131,92 \text{ мм}^4$, радиус инерции $i = \sqrt{J_c / A_c} = 1,8 \text{ мм}$ и гибкость $\lambda = l_0 / i = 55,55$.

Для центрального сжатого стержня коэффициент продольного изгиба φ рассчитывают по формуле Эйлера:

$$\varphi = \frac{\pi^2 \cdot E_{cc}}{\lambda^2 \cdot R_{cc}} = \frac{\pi^2 \cdot 50000}{55,55^2 \cdot 700} = 0,2285.$$

Предельная несущая способность рассматриваемой распорки (с рассмотренными выше геометрическими параметрами) по устойчивости на сжатие на 100-й год эксплуатации равна:

$$F_{cc \text{ lim}_{устойч}} = \varphi \cdot F_{cc} \cdot \gamma_y = 0,2285 \cdot 28,50 \cdot 0,76 \cdot 0,56 = 2,77 \text{ кН}.$$

6.4 Расчёт количества требующихся связей

Количество требующихся подвесок определим из соотношения

$$n = S_{3i} / F_{cpi \text{ lim}}$$

для всех стадий жизненного цикла рассчитываемой панели.

Для стадии транспортирования панели, исходя из прочности связи, в начале её жизненного цикла (в течение не более 5 лет со дня изготовления панели):

$$n = S_3 \cdot (1+\mu) / F_{cp \text{ lim}} = 18,529 \cdot (1+0,6) / 14,46 = 2,05 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели от нагрузок при её транспортировании, исходя из прочности связи, необходимо (и достаточно) установить 3 подвески.

Для стадии транспортирования панели, исходя из прочности анкерного узла:

$$n = S_3 \cdot (1+\mu) / F_{cbp \text{ lim}} = 18,529 \cdot (1+0,6) / 1,97 = 15,05 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели от нагрузок при её транспортировании, исходя из прочности анкерного узла, необходимо (и достаточно) установить 16 подвесок.

Для стадии монтажа панели, исходя из прочности связи (монтаж, естественно, производят из новых панелей, т.е. в начале жизненного цикла):

$$n = S_3 \cdot (1+\mu) / F_{cp \text{ lim}} = 18,529 \cdot (1+0,4) / 14,46 = 1,79 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели от нагрузок при её монтаже, исходя из прочности связи, необходимо (и достаточно) установить 2 подвески.

Для стадии монтажа панели, исходя из прочности анкерного узла:

$$n = S_3 \cdot (1+\mu) / F_{cbp \text{ lim}} = 18,529 \cdot (1+0,4) / 1,97 = 13,16 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели от нагрузок при её монтаже, исходя из прочности анкерного узла, необходимо (и достаточно) установить 14 подвесок.

Для стадии эксплуатации панели, исходя из прочности гибкой связи на 100-й год эксплуатации:

$$n = S_3 / F_{cp \text{ lim}} = 18,529 / 12,13 = 1,53 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели от нагрузок в течение всего срока её эксплуатации, исходя из прочности связи, необходимо (и достаточно) установить 2 подвески.

Для стадии эксплуатации панели, исходя из прочности анкерного узла

$$n = S_3 / F_{cp \text{ lim}} = 18,529/1,97 = 9,41 \text{ шт.}$$

Округляя до целого количества: для обеспечения прочности панели при действии нагрузок при её эксплуатации, исходя из прочности анкерного узла, необходимо (и достаточно) установить 10 подвесок.

Т.о. в результате расчёта установлено, что для обеспечения прочности всех узлов рассматриваемой трёхслойной панели на всех стадиях её жизненного цикла необходимо установить 16 подвесок. Это наибольшее количество подвесок определяется расчётной прочностью анкерного узла и максимальными нагрузками, действующими на гибкие связи в панели в процессе её транспортирования.

Исходя из рекомендаций по проектированию, назначаем количество постоянно сжатых распорок ($n_{расп}$), равным количеству подвесок (16 штук).

6.5 Проверка достаточности количества постоянно сжатых распорок

Усилие в одной постоянно сжатой распорке, возникающее в процессе транспортирования панели, составит:

$$F_{2 \text{ ед тр}} = F_2 \cdot (1+\mu)/n_{расп} = 13,102 \cdot (1+0,6)/16 = 1,31 \text{ кН}$$

Как следует из 6.3, несущая способность гибкой связи на сжатие в начале жизненного цикла равна 14,46 кН, что более чем в 10 раз больше усилий, возникающих в распорке при транспортировании панели.

Усилие в одной постоянно сжатой распорке, возникающее в процессе эксплуатации панели составит:

$$F_{2 \text{ ед эксп}} = F_2 / n_{расп} = 13,102/16 = 0,82 \text{ кН.}$$

Как следует из 6.3, несущая способность гибкой связи по прочности на сжатие в конце 100 года эксплуатации равна 12,13 кН, что также значительно больше усилий, возникающих в распорке, при эксплуатации смонтированной в здании панели.

Несущая способность распорки по потере устойчивости ($F_{cc \text{ lim устойчив}} = 2,77 \text{ кН}$) также выше сжимающих нагрузок возникающих в панели и при транспортировании и при эксплуатации.

Суммирование максимальных ветровых нагрузок, которые как установлено в 6.2, составляют 0,3405 кН, также не окажут существенного влияния на прочность панели в процессе её эксплуатации. Суммарные сжимающие нагрузки, действующие на постоянно сжатую распорку, составят:

$$F_{2\Sigma} = F_{2 \text{ ед эксп}} + N_{1wc} = 0,82+0,34 = 1,16 \text{ кН,}$$

что также меньше, чем несущая способность распорки и по прочности на сжатие и по потере устойчивости.

Таким образом, количество постоянно сжатых распорок достаточно, чтобы обеспечить надёжную работоспособность панели на всех стадиях её жизненного цикла.

6.6 Расстановка гибких связей

Исходя из конструктивных и прочностных понятий, наиболее рациональным является размещение подвесок в верхней трети панели, установленной в эксплуатационное положение. При таком расположении подвесок в панели работа подвесок и распорок будет наиболее благоприятной, и максимальная доля массы несущего слоя будет удерживаться подвесками в их работе на растяжение. Однако следует отметить, что при наличии оконных проёмов в панели или оконного

проёма, совмещённого с проёмом под балконную дверь, часть подвесок (обычно достаточно двух или трёх, что следует уточнить расчётом, исходя из достаточности количества подвесок для удержания плиты несущего слоя под оконным проёмом) следует разместить под указанным проёмом.

Кроме того, в верхней части рекомендуется установить ряд рядовых распорок с шагом между ними 500-800 мм и установить в этом ряду два верхних подкоса.

Следует заметить, что расстояние между гибкой связью и краем плиты панели или между гибкой связью и краем какого либо проёма в плите панели зависит от глубины заделки связи в плите панели и определяется из того соображения, чтобы конус разрушения при вырыве связи из плиты не вышел на край бетонной плиты. (При минимальной глубине заделки связи 40 мм расстояние от точки её заделки до края плиты или края проёма должно быть не менее 50 мм).

Минимальное расстояние между двумя соседними гибкими связями также определяется из условия непересечения конусов разрушения при вырыве двух соседних связей из плиты панели (предполагается, что конус разрушения имеет угол при его вершине, равный 90°). Например, рекомендуется при глубине заделки связей 40 мм назначать расстояние между двумя соседними связями не менее 100 мм).

Предположив, что верхняя треть панели занята рядом рядовых распорок подвесками и постоянно сжатыми распорками, на остальных двух третях размещают рядовые распорки с шагом от 500х500 мм до 800х800 мм. Размещение рядовых распорок и шаг между (в указанном диапазоне) выбирают из конструктивных соображений, учитывая раскладку плит утеплителя (рекомендуется, чтобы гибкие связи не попадали в стыки между плитами утеплителя) местное изменение толщин бетонных плит панели, наличие технологических проёмов в панели и т.п.

Два нижних подкоса устанавливаются в нижней части панели, рекомендуется устанавливать в одной плоскости с крайним нижним рядом рядовых распорок.

7 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕССУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ

7.1 Панели должны быть изготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ 11024 ГОСТ 31310.

7.2 Трехслойные панели с гибкими связями из СПА следует изготавливать по отдельному специально разработанному технологическому процессу. При этом предварительно должна быть отработана схема строповки панелей, проверена принятая схема расстановки арматурных сеток в плитах панели, откорректирован класс бетона и установлена передаточная прочность бетона $R_{вр}$.

7.3 Состав бетона и режим тепловой обработки стеновой панели на заводах ЖБК следует выбирать с учетом ограничения образования и раскрытия технологических трещин.

7.4 Формование панелей может осуществляться как лицевой поверхностью вверх, так и вниз. Для облегчения условий работы гибких связей предпочтение следует отдавать первому варианту изготовления, хотя при втором варианте можно получить более качественную фасадную поверхность стеновой панели.

7.5 Для изготовления панелей следует использовать стеклопластиковую арматуру, удовлетворяющую требованиям Технического свидетельства и требованиям Технических условий 2296-001-20994511, утвержденных в установленном порядке.

При работе со стеклопластиковой арматурой на заводе - изготовителе панелей следует строго соблюдать требования нормативной документации на СПА по правилам её хранения, транспортирования и эксплуатации.

7.6 При установке гибких связей из СПА в бетонные слои-плиты панели следует особое внимание уделять выполнению требований конструкторской документации на панели по глубине анкеровки связей и толщине защитного слоя.

7.7 В технологической документации на изготовление панелей должно быть указано предельно допустимое время бетонирования нижней плиты и укладки теплоизоляции, чтобы не возникло затруднений при заглублении гибких связей в свежееуложенный бетон нижней плиты панели.

При изготовлении трёхслойной панели необходимо организовать работу так, чтобы, после укладки арматуры и бетонирования нижней плиты, на укладку теплоизоляции (обычно с заранее просверленными отверстиями для стержней из СПА) требовалось не более 15...20 минут. В эти отверстия должны быть немедленно вставлены и заглублены в бетон гибкие связи под углом 90 или 45° к поверхности панели.

Укладку арматурных сеток, закладных деталей в верхний слой плиты и верхнего слоя бетона можно выполнять немедленно после установки связей из СПА или отложив её на любое время.

7.8 Для получения более надежной связи стержней из СПА с бетоном рекомендуется осуществлять вибрирование, а для ускорения твердения бетона – тепловую обработку, не допуская перегрева бетона более 80 °С.

7.9 Контроль над качеством панелей должен осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 8829, ГОСТ 11024, ГОСТ 31310 и данными «Рекомендациями...».

7.10 При изготовлении панелей рекомендуется поднимать их из горизонтального положения в вертикальное с помощью кантователя.

7.11 На всех технологических стадиях работы с трехслойными панелями со связями из СПА: подъем с поддона, транспортирование, хранение и монтаж - следует строго соблюдать указанные в конструкторской и технологической документации схемы строповки и опирания.

7.12 Транспортирование и хранение панелей должно производиться в вертикальном положении, в закреплённом состоянии, с зазором между панелями не менее 10 см и при числе упругих прокладок не менее трех.

Правила хранения и транспортирования панелей должны соответствовать ГОСТ 11024, ГОСТ 13015.0 и данным "Рекомендациям...". Монтаж стен из трёхслойных панелей следует проводить с учетом требований СНиП [19].

7.13 Остальные требования к работам с готовыми трехслойными стеновыми панелями, имеющими гибкие связи из СПА, не отличаются от требований к работам с обычными стеновыми панелями. Требования безопасности – по ГОСТ 27380.

7.14 Правила приемки и эксплуатации жилых зданий, построенных из трехслойных панелей с гибкими связями из СПА, такие же, как для обычных зданий.

7.15 Требования безопасности при работе со стеклопластиковой арматурой. Охрана окружающей среды

7.15.1 Стеклопластиковая арматура не выделяет вредных для окружающей среды веществ и не оказывает вредного влияния на организм человека при непосредственном контакте. Работа с ней не требует особых мер предосторожности.

7.15.2 Материал СПА относится к группе Г1 (горючих трудновоспламеняемых) по ГОСТ 30244. Температура самовоспламенения - 380 – 410 °С. При горении арматуры выделяются: углекислый газ, углеводороды метанового ряда.

Огнетушащие средства: вода, пена, песок.

7.15.3 При сжигании СПА остается стекловолокно в количестве 76,5 – 81,5 % от ее массы. Оно может сохраняться в почве более 100 лет, поэтому при утилизации целесообразно использовать отходы производства в качестве наполнителей строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 31310–2005 Межгосударственный стандарт. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия.
- 2 СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции.
- 3 СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
- 4 СНиП 2.01.07-85 (2003). Нагрузки и воздействия.
- 5 СНиП 23-01-99 Строительная климатология.
- 6 СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
- 7 ГОСТ 16350–80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей.
- 8 Руководство по теплотехническому расчету и проектированию ограждающих конструкций зданий. - М., 1985 - 144с.
- 9 Рекомендации по проектированию наружных стен панельных жилых зданий для северной строительной-климатической зоны. - Л., 1986 - 94с.
- 10 Строительная климатология: Справочное пособие к СНиП. - М., 1990 - 86 с.
- 11 Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластиковые конструкции. М.-Л.: 1980 - 104с.
- 12 Рекомендации по конструированию, изготовлению и применению трехслойных панелей наружных стен с гибкими связями повышенной стойкости к атмосферной коррозии. – ЦНИИЭПЖилища, М., 1971 - 40с.
- 13 Определение влияния длины анкерной зоны на усилие выдергивания стеклопластиковой арматуры диаметром 7,5 мм из тяжелого и легкого бетона класса В15 / Отчет по результатам испытаний Красноярск, 1999 - 32с.
- 14 Исследование старения стеклопластиковой арматуры ТУ 2296-001-20994511-98 / Отчет по результатам испытаний./ Бийский технологический институт АТУ им. И.И. Ползунова, ОАО «УралНИАСцентр».- Бийск, 1999 - 18с.
- 15 Обработка результатов испытаний и прогнозирование долговечности стеклопластиковой арматуры (СПА) / Отчет по этапу 7.- СибНИА - Новосибирск, 1999 - 12с.

16 ГОСТ 8829-85 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости.

17 ГОСТ 13015.0-83. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования.

18 ГОСТ 11024-84 Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.

19 СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Технологический процесс
установки гибких связей в трехслойных стеновых панелях,
рекомендуемый ООО «БЗС»

ООО «Бийский завод стеклопластиков». рекомендует следующую последовательность работ (операций) при изготовлении трёхслойных панелей с производимыми им стеклопластиковыми гибкими связями,

1 Установка на стеклопластиковые связи упорных наконечников

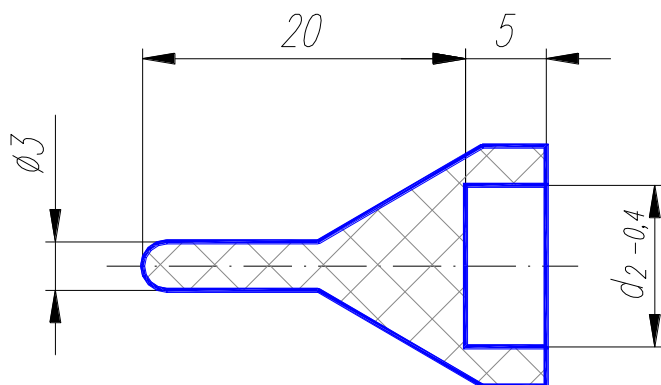


Рисунок 1.1 - Наконечник упорный

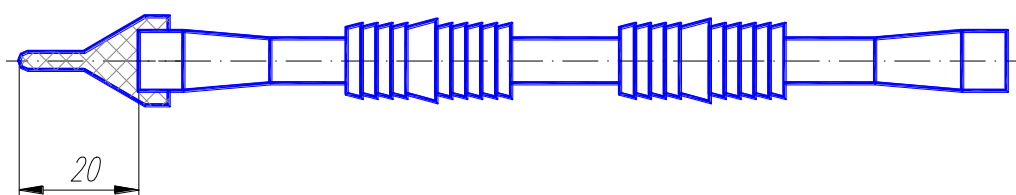
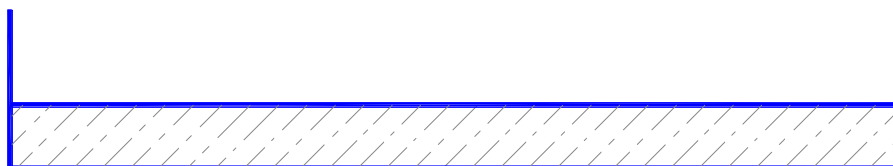


Рисунок 1.2 - Стеклопластиковая связь с установленным наконечником

2 Укладка в опалубку арматурной сетки (при наличии по проекту), укладка и вибрирование нижнего (облицовочного) слоя бетона



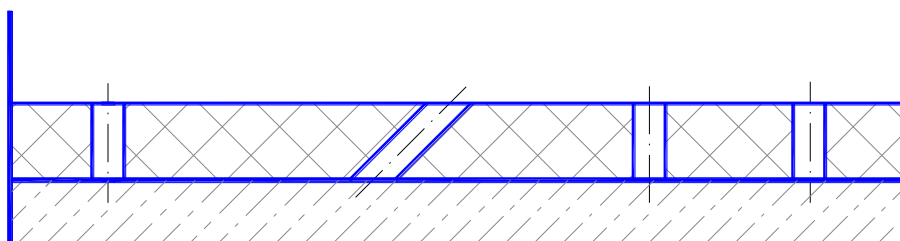
3 Раскладка утеплителя на слой бетона, уложенный в опалубке, сверление отверстий в утеплителе, согласно проектной схеме установки связей.

Возможно, также, предварительное сверление отверстий в утеплителе вне опалубки с обязательным соблюдением, в последующем, схемы раскладки плит утеплителя на бетон в опалубке для соблюдения проектной схемы установки связей.

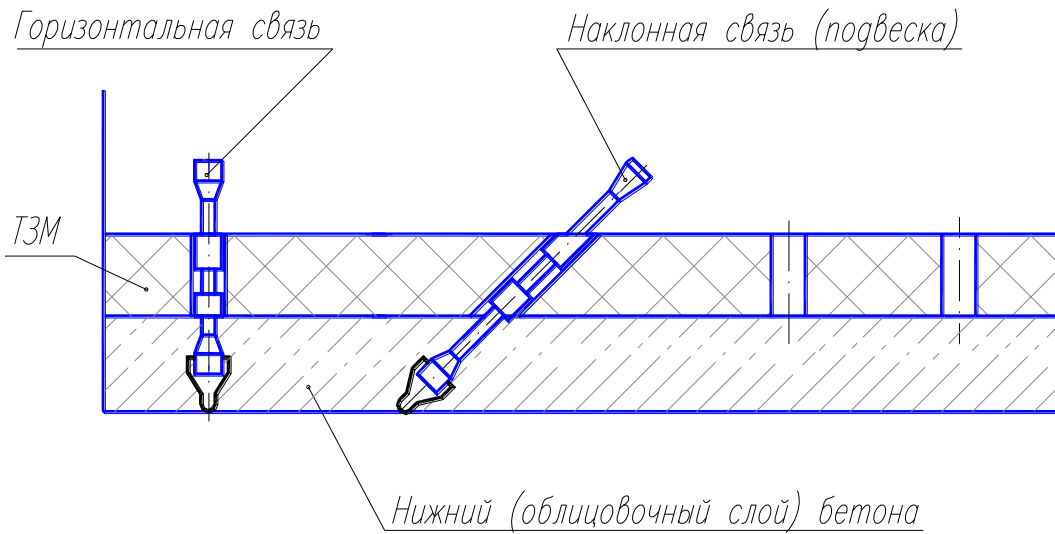
Сверление отверстий в утеплителе можно проводить через шаблоны, шаблонные рейки, шаблоны-кондукторы для сверления и т. п. (на усмотрение технологов завода-изготовителя панелей).

При проектной проработке вариантов сверления отверстий в утеплителе (вне опалубки с соблюдением, в последующем, схемы раскладки плит, или в разложенных в опалубку плитах) следует учитывать, что время с момента добавления воды затворения в бетонную смесь, из которой сформирован нижний слой панели, до окончания установки гибких связей, не должно превышать 60 минут.

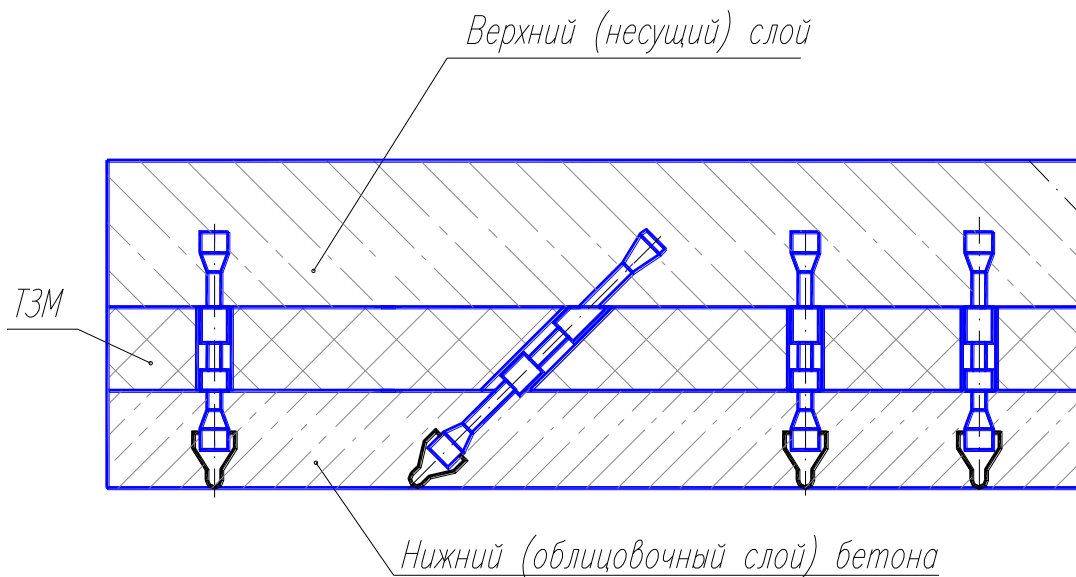
Стыки между плитами утеплителя следует проклеить липкой лентой (скотчем). При укладке утеплителя в несколько слоёв плиты следует укладывать с перекрытием стыков.



4 Установка связей (наконечником вниз) в просверленные в утеплителе отверстия до упора наконечником в днище опалубки. **После установки связей следует производить кратковременное вибрирование на вибростол**, чтобы бетон вновь обрел жидкое состояние и связи надежно в нем закрепились.



5 Укладка арматурной сетки, заливка и вибрирование верхнего (несущего) бетонного слоя панели



6 Тепловлажностная обработка панели. Температура при тепловлажностной обработке не должна превышать 80°C.

7 Освобождение от опалубки и подъём панели из горизонтального в вертикальное положение. Рекомендуется использовать для данной технологической операции кантователь.