

Общество с ограниченной ответственностью  
ООО «Бонава Санкт-Петербург»

---

---

Свидетельство о допуске к определенному виду или видам  
работ, которые оказывают влияние на безопасность  
объектов капитального строительства

СРО-П-031-28092009

Свидетельство № 0532.04-2013-7841322136-П-031 с 26 мая 2016 г.

**ЗАКАЗЧИК: ООО «Бонава Санкт-Петербург»**

**ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС  
СО ВСТРОЕННЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ  
7.1-13.2 этапы строительства**

по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, ЗАО «Щеглово»,  
уч.4, кадастровый номер земельного участка 47:07:0957004:196,  
уч.16, кадастровый номер земельного участка 47:07:0957004:245

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения»**

**28004 – 107 – 113 – корп4 – П – КР**

**Том 4.1.2**

Текстовая часть. Корпуса 3.1-3.4, 3.6, 3.7, 4.1-4.5, 4.7-4.9

Санкт-Петербург  
2021

Общество с ограниченной ответственностью  
ООО «Бонава Санкт-Петербург»

---

---

Свидетельство о допуске к определенному виду или видам  
работ, которые оказывают влияние на безопасность  
объектов капитального строительства  
СРО-П-031-28092009

Свидетельство № 0532.04-2013-7841322136-П-031 с 26 мая 2016 г.

**ЗАКАЗЧИК: ООО «Бонава Санкт-Петербург»**

**ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС  
СО ВСТРОЕННЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ  
7.1-13.2 этапы строительства**

по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, ЗАО «Щеглово»,  
уч.4, кадастровый номер земельного участка 47:07:0957004:196,  
уч.16, кадастровый номер земельного участка 47:07:0957004:245

**ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**Раздел 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения»**

**28004 – 107 – 113 – корр4 – П – КР**

**Том 4.1.2**

Текстовая часть. Корпуса 3.1-3.4, 3.6, 3.7, 4.1-4.5, 4.7-4.9

Руководитель проекта

Микшин П.А.

Главный инженер проекта

Лапина О.А.

Санкт-Петербург  
2021

## Оглавление


1. Введение .....	2
2. Объёмно-планировочные решения .....	2
3. Конструктивные решения .....	4
4. Инженерно-геологические условия площадки строительства.....	6
5. Нагрузки и воздействия принятые для расчета .....	10
6. Фундаменты .....	15
7. Описание расчетной модели здания и результаты расчета .....	23
8. Мероприятия, обеспечивающие требуемую огнестойкость строительных конструкций .....	42
9. Теплотехнический расчёт .....	51
10. Мероприятия по защите строительных конструкций и фундаментов от прогрессирующего разрушения.....	60
11. Список использованных источников.....	61

Согласовано:	
--------------	--

Взам. инв. №	
--------------	--

Подпись и дата	
----------------	--

Инв. № подл.	
--------------	--

						28004-107-113 корр4-П-КР			
Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подпись	Дата				
Гл.констр.		Соченков			04.21	Жилой комплекс со встроенными помещениями (7.1-13.2 этап строительства, корпуса 3.1 - 3.7, 4.1 - 4.9)	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Дуванова			04.21		ПД	1	60
ГИП		Лапина			04.21				

# 1. Введение

## Исходные данные.

1. Основной комплект архитектурных чертежей от ООО «Бонава Санкт-Петербург» .
2. Инженерно-геологические изыскания для подготовки проектной документации на объекте строительства жилого комплекса со встроенными помещениями (7.1-13.2 этап строительства, корпуса 3.1 - 3.7, 4.1 - 4.9) по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, ЗАО "Щеглово", уч. 4 кад. № 47:07:0957004:196, уч. 16 № 47:07:0957004:245 проводились ЗАО "ЛенТИСИЗ" согласно дополнительному соглашению №1 от 02.10.2020 г., заключенному с ООО «Бонава Санкт-Петербург» к договору 28004-000-VI-46/2016/64-16 от 15 марта 2016 г., заключенному с ООО "ЭнСиСи Вилладж", согласно дополнительному соглашению №1 к договору 99021-72/2021 от 02.04.2021 г. с ООО «Бонава Санкт-Петербург», в соответствии с техническим заданием.
3. Действующие нормативные документы см. п.11.
4. Технические условия на применение основных строительных конструкций и материалов.
5. Расчет конструктивной системы здания выполнен с использованием сертифицированного в РФ программных комплексов «Autodesk Robot Structural Analysis», Лира и Мономах.

## Цели работы.

1. Определение усилий в основных несущих конструкциях здания;
2. Определение горизонтальных перемещений верха здания от сочетания нагрузок;
3. Определение расчетного армирования основных несущих конструкций;

## 2. Объемно-планировочные решения.

Проектная документация разработана для условий строительства во II климатическом районе со следующими характеристиками:

- расчетная зимняя температура наружного воздуха в наиболее холодной пятидневки - 25°C;
- Согласно СП 131.13330.2012, нормативная глубина сезонного промерзания для насыпных грунтов, слежавшихся (ИГЭ 1.1, 1.2) составляет 1,45 м; для песков гравелистых (ИГЭ 2, ИГЭ 2.1, ИГЭ 2.2) - 1,28 м; для супесей твердых (ИГЭ 3) и пластичных (IL<0,5) (ИГЭ 6.1) - 1,20 м; для суглинков полутвердых (ИГЭ 4) - 0,98 м.
- расчетное значение веса снегового покрова – S=180 кг/м2 (III район);
- характеристическое значение ветрового давления – w0=30 кг/м2 (II район), аэродинамический коэффициент с определяется в соответствии с СТО 36554501-015-2008, приложением Б.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					28004-107-113 корр4-П-КР	Лист
								2
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата			





**Наружные стены 1-6 этажей** выполнены из трехслойных сборных железобетонных панелей. Панели ограждения несущие, внутренний несущий слой – 140мм. утеплитель пенополистирол - 170 мм/ внешней слой – 70мм.

**Внутренние стеновые панели** - плоские сборные железобетонные сплошного сечения толщиной 160 мм для опирания плит перекрытия.

**Класс бетона В25 для всех конструкций принят исходя минимального класса прочности для установки тросовых петель. ТУ 5285-001-94677387-2011.**

**Прочность бетонного раствора нагнетаемого в соединения должна быть не ниже класса В25 согласно ТУ 5285-001-94677387-2011.**

### 3.Конструктивные решения.

#### *Описание конструктивной схемы*

Конструктивная схема здания – перекрёстно-стеновая.

#### *Основные положения*

Вертикальные нагрузки от перекрытий передаются на поперечные и продольные несущие стены, а плиты перекрытия работают с опиранием по четырем противоположным сторонам. Горизонтальные нагрузки, действующие параллельно поперечным стенам, воспринимаются этими стенами. Горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно поперечным стенам, воспринимаются: продольными стенами, выполняющими роль диафрагм жесткости; лестничными клетками; плоской рамой за счет соединения поперечных стен и плит перекрытий.

*Схема здания*



Рисунок 1 – Рассматриваемый вариант конструктивной схемы здания тип Б

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист
4





В верхнечетвертичных озерно-ледниковых суглинках мягкопластичных (ИГЭ 5) и супесях пластичных ( $IL > 0,5$ ) (ИГЭ 6.2) отмечена способность к тиксотропным превращениям, которая выражается в переходе этих грунтов в более текучее состояние под воздействием динамических нагрузок, а после прекращения – в частичном восстановлении своей структуры и прочности. Тиксотропные свойства подтверждаются разницей в наименовании консистенции по визуаль-ному описанию, по показателю «Св» и «IL».

Разность средних значений «Св» при нарушенной и ненарушенной структуре в суглинках мягкопластичных (ИГЭ 5) составляет 0,39, в супесях пластичных ( $IL > 0,5$ ) (ИГЭ 6.2) - 0,30; степень выраженности структурных связей в суглинках мягкопластичных (ИГЭ 5) и супесях пла-стичных ( $IL > 0,5$ ) (ИГЭ 6.2) - средняя. (Методические указания П.О. Бойченко «Определение пределов пластичности и консистенции глинистых грунтов методом конуса», ЛГУ, 1964 г.).

#### Гидрогеологические условия.

Гидрогеологические условия участка работ на глубину бурения до 20,0 м характеризуются наличием подземных вод приуроченных к комплексу четвертичных отложений.

В верхней части разреза развиты подземные воды, приуроченные к прослоям песков пылева-тых в глинистых грунтах озерно-ледникового генезиса (lg III). Воды безнапорные. В период бу-ровых работ (ноябрь, декабрь 2015 г.) подземные воды вскрыты в скв. №№3, 5 на глубинах 1,30 - 1,60 м (абс.отм. 39,80 - 41,70 м) и в остальных скважинах на глубинах 3,00 – 6,20 м (абс.отм. 35,90 - 41,00 м). Зафиксированные на момент бурения уровни близки к минимальным. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется в местную гидрографическую сеть.

Максимальная многолетняя амплитуда колебания уровня подземных вод составляет 2,2 м (данные «Материалов отчетов о режиме подземных вод Ленинградского артезианского бассей-на за 1987, 1990 г.» изд.1991 г).

В неблагоприятные периоды года максимальные уровни грунтовых вод можно ожидать на 2,2 м выше уровней, зафиксированных при изысканиях. Также из-за низкой фильтрационной способности глинистых грунтов в верхней части разреза, слагающих исследованную террито-рию, возможно переувлажнение почвенно-растительного слоя и временное появление подзем-ных вод типа "верховодка" в техногенных образованиях (ИГЭ 1.2), песках гравелистых (ИГЭ 2), песках средней крупности средней плотности (ИГЭ 2.1), песках средней крупности плотных (ИГЭ 2.2) и застой инфильтрационных вод в верхней части разреза с образованием "открытого зеркала" грунтовых вод.

В нижней части разреза развиты подземные воды, приуроченные к пескам пылеватым (ИГЭ 7). Вскрыты на глубинах 5,50 - 16,50 м (абс. отм. 27,70 - 39,30 м). Воды напорные. Величина напора составляет 1,20 - 13,30 м. Пьезометрический уровень установился на глубине 1,30 - 8,70 м (абс. отм. 34,90 - 41,00 м). Верхним относительным водоупором являются суглинки мягко-пластичные (ИГЭ 5), супеси пластичные (ИГЭ 6.1, 6.2), нижний водоупор не вскрыт. Верхний водоупор развит не повсеместно. В местах его отсутствия - подземные воды безнапорные, име-ют общий уровень с выше описанными безнапорными подземными водами.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
			28004-107-113 корр4-П-КР						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				

## Агрессивность грунтовых вод.

Безнапорные подземные воды слабоагрессивны к бетонам марки W4 по бикарбонатной щелочности и содержанию агрессивной углекислоты. По отношению к бетонам марок W6, W8 и к арматуре железобетонных конструкций подземные воды неагрессивны (в соответствии с СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4, Г.2).

Безнапорные подземные воды по отношению к свинцовой оболочке кабеля обладают высокой степенью коррозионной агрессивности по общей жесткости. По отношению к алюминиевой оболочке кабеля подземные воды обладают средней степенью коррозионной агрессивности по содержанию хлор-ионов (в соответствии с табл. 2, 4 ГОСТ 9.602-2005).

Подземные воды, приуроченные к пескам пылеватым (ИГЭ 7) слабоагрессивны к бетонам марки W4 по бикарбонатной щелочности и содержанию агрессивной углекислоты. По отношению к бетонам марок W6, W8 и к арматуре железобетонных конструкций подземные воды неагрессивны (в соответствии с СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4, Г.2)

Грунты неагрессивны к бетонам марок W4, W6, W8 и к железобетонным конструкциям (в соответствии с СП 28.13330.2012, табл. В.1, В.2).

Грунты по отношению к свинцовой оболочке кабеля обладают средней степенью коррозионной агрессивности по водородному показателю, содержанию органических веществ и нитрат-ионов.

По отношению к алюминиевой оболочке кабеля грунты обладают средней степенью коррозионной агрессивности по водородному показателю и высокой степенью коррозионной агрессивности по содержанию хлор-ионов (табл. 2,4 ГОСТ 9.602-2005).

Грунты обладают средней степенью коррозионной агрессивности по отношению к конструкциям из углеродистой и низколегированной стали (в соответствии с табл.1 ГОСТ 9.602-2005)

## Свойства грунта.

Нормативные и расчетные значения физико-механических характеристик грунтов.

Таблица 1

№ Элемент	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости e	Естественная влажность, д.е. W <sub>e</sub>	Число пластичности I <sub>p</sub>	Показатель текучести I <sub>L</sub> /C <sub>u</sub>	Угол внутреннего трения, [°]			Сцепление, МПа кгс/см <sup>2</sup>			Модуль деформации, МПа кгс/см <sup>2</sup> E	Примечание
			ρ <sub>b</sub>	ρ <sub>s</sub>	ρ <sub>n</sub>					φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>		
1.1	Насыпные грунты, слежавшиеся: супеси	I IV	В качестве основания не рекомендуются R <sub>0</sub> = 0,10 МПа (1,0 кгс/см <sup>2</sup> )														R <sub>0</sub> – СП 22.13330.2016 Приложение Б, табл. Б.9
1.2	Насыпные грунты, слежавшиеся: пески разной крупности	I IV	В качестве основания не рекомендуются R <sub>0</sub> = 0,08 МПа (0,8 кгс/см <sup>2</sup> )														R <sub>0</sub> – СП 22.13330.2016 Приложение Б, табл. Б.9
2.1	Пески средней крупности, средней пластичности	Ig III	1,77	1,75	1,77	0,606	0,073	-	-	37	33	37	0,002 0,02	0,001 0,01	0,002 0,02	35 350	φ, с, Е – СП 22.13330.2016, прил. А, табл.А.1
2.2	Пески средней крупности, плотные, неоднородные	Ig III	1,98	1,96	1,98	0,532	0,142	влажные	-	38	35	38	0,002 0,02	0,001 0,01	0,002 0,02	42 420	φ, с, Е – СП 22.13330.2016, Прил. А, табл.А.1
2	Пески гравелистые, плотные, неоднородные	Ig III	2,03*	2,01*	2,03*	0,497*	0,146*	влажные	-	42	38	42	0,002 0,02	0,001 0,01	0,002 0,02	45 450	φ, с, Е – СП 22.13330.2016, Прил. А, табл.А.1
3	Супеси пылеватые твердые, окисленные	Ig III	2,18	2,16	2,17	0,416	0,150	0,067	-0,25	29	28	28	0,035 0,35	0,033 0,33	0,033 0,33	17 170	φ, с, Е – лабораторные данные
4	Суглинки легкие пылеватые полутвердые, окисленные	Ig III	1,98	1,97	1,98	0,732	0,260	0,103	0,20 -0,04	22	21	21	0,040 0,40	0,038 0,38	0,038 0,38	12 120	φ, с, Е – лабораторные данные
5	Суглинки легкие пылеватые мягкопластичные, тиксотронные	Ig III	1,95	1,94	1,94	0,801	0,291	0,103	0,56 0,07	17	16	16	0,020 0,20	0,018 0,18	0,018 0,18	9 90	φ, с, Е – лабораторные данные
6.1	Супеси пылеватые пластичные (I <sub>L</sub> <0,5), окисленные	Ig III	1,99	1,98	1,99	0,681	0,248	0,066	0,23 0,00	26	24	25	0,020 0,20	0,019 0,19	0,019 0,19	12 120	φ, с, Е – лабораторные данные
6.2	Супеси пылеватые пластичные (I <sub>L</sub> <0,5), тиксотронные	Ig III	1,96	1,95	1,96	0,753	0,271	0,067	0,61 0,13	23	21	22	0,013 0,13	0,012 0,12	0,012 0,12	10 100	φ, с, Е – лабораторные данные
7	Пески пылеватые, плотные, неоднородные	Ig III	2,10	2,09	2,10	0,494	0,182	водонасыщ	-	35	32	35	0,007 0,07	0,005 0,05	0,007 0,07	34 340	φ, с, Е – СП 22.13330.2016, Прил. А, табл.А.1

Примечание: 1). Доверительная вероятность принята равной при расчете ρ<sub>1</sub>, φ<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> - α=0.95; ρ<sub>11</sub>, φ<sub>11</sub>, C<sub>11</sub> - α=0.85.

Согласно п. 8.5. СП 11-105-97 определены величины глубины сжимаемой толщи для зданий 7.1-13.2 этапа строительства. Нс находится в пределах 10.0 -11.0 м (таблица 1) .

Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	28004-107-113 корп4-П-КР	Лист



## 5. Нагрузки и воздействия, принятые для расчета.

Таблица 3 - Постоянные равномерно-распределенные нагрузки

		Толщина, мм	Норм. Нагрузка, кПа	$\gamma_f$	Расчетная нагрузка, Кпа
--	--	----------------	---------------------------	------------	-------------------------------

Тип 1. Помещения с влажным режимом: душевые, санузлы, кухни (не 1 этаж).

1	Керамическая плитка	25	0,60	1,1	0,66
2	Гидроизоляция		0,013	1,2	0,016
3	Бетонная стяжка	30	0,72	1,3	0,94
4	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
5	Кратковременная эксплуатационная		1,5	1,3	1,95
	<b>Итого:</b>		<b>3,333</b>		<b>4,216</b>

Тип 2. Помещения с влажным режимом: душевые, санузлы, кухни (1 этаж).

1	Керамическая плитка	25	0,6	1,1	0,66
2	Гидроизоляция		0,013	1,2	0,016
3	Бетонная стяжка	30	0,72	1,3	0,94
4	Утеплитель	50	0,0225	1,2	0,027
5	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
6	Кратковременная эксплуатационная		1,5	1,3	1,95
	<b>Итого:</b>		<b>3,356</b>		<b>4,243</b>

Тип 3. Межквартирные коридоры.

1	Керамическая плитка	10	0,24	1,1	0,264
2	Плиточный клей	8	0,112	1,2	0,135
3	Выравнивающая стяжка	25	0,60	1,3	0,78
4	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
5	Кратковременная эксплуатационная		3,0	1,2	3,6
	<b>Итого:</b>		<b>4,452</b>		<b>5,429</b>

Тип 4. Междуэтажные площадки.

1	Керамическая плитка	10	0,24	1,1	0,264
2	Плиточный клей	10	0,14	1,2	0,168
3	Выравнивающая стяжка	25	0,60	1,3	0,78
4	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
5	Кратковременная эксплуатационная		3,0	1,2	3,6
	<b>Итого:</b>		<b>4,48</b>		<b>5,462</b>

Тип 5. Квартира (1этаж).

1	Ламинат или паркетная доска	15	0,135	1,1	0,149
2	Стяжка бетон+стекловолокно	30	0,72	1,3	0,94
3	Утеплитель	50	0,0225	1,2	0,027
4	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
5	Кратковременная эксплуатационная		1,5	1,3	1,95
	<b>Итого</b>		<b>2,878</b>		<b>3,716</b>

Инв. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

10



Тип 6. Квартира (не 1этаж).

1	Ламинат или паркетная доска	15	0,135	1,1	0,149
2	Стяжка бетон + стекловолокно	30	0,72	1,3	0,94
3	Нагрузка от перегородок		0,5	1,3	0,65
4	Кратковременная эксплуатационная		1,5	1,3	1,95
	<b>Итого:</b>		<b>2,855</b>		<b>3,689</b>

Тип 7. Плита покрытия.

1	Листы цсп	24	0,72	1,3	0,94
3	Керамзитовый гравий $\gamma=600$ кг/м <sup>3</sup> , по уклону	320	1,92	1,3	2,496
4	Пенополистирол	170	0,051	1,2	0,062
5	Пароизоляция		0,013	1,2	0,016
6	Снег, III район		1,26		1,80
	<b>Итого:</b>		<b>3,964</b>		<b>5,314</b>

Типовое перекрытие					
Наименование нагрузки	Нормативная нагр. кПа	Коэфф. перегр.	Расчетная нагр. кПа	Высота этажа	Расчетная нагр. кПа
Ж/б перекрытие (t=0.2м, $\gamma=2500$ кг/м <sup>3</sup> )	5	1.1	5,50	---	5,5
Цементная стяжка по перекрытию (t =0.04м)	0,96	1.3	1,248	---	1,248
Пол	0,50	1.3	0,65	---	0.65
Перегородки	0,50	1.3	0,65	---	0.65
<b>Итого</b>	<b>6,96</b>			---	<b>8,048</b>

Таблица 4 – Временные нагрузки на плиты перекрытий и лестницы.

		Норм. нагрузка, КПа	$\gamma f$	Расчетная нагрузка, КПа
1	Жилые квартиры:			
	Кратковременная	1,5	1,3	1,95
	Длительная	0,3	1,3	0,39
2	Коридоры, лестницы:			
	Кратковременная	3,0	1,2	3,6
	Длительная	1,0	1,2	1,2
3	Технические помещения (ГРЩ):			
	Длительная	7,0	1,05	7,35

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



## Расчет полного значения снеговой нагрузки

Снеговая нагрузка - схема А (прил. Г СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»).

Расчетное значение снеговой нагрузки  $S$  на горизонтальную проекцию покрытия:

$$S = S_g \cdot \mu$$

где  $S_g$  – расчетное значение веса снегового покрова на  $1\text{м}^2$  горизонтальной поверхности земли (принимается по табл. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» в зависимости от снегового района); Для г. Всеволожск (III снеговой район)  $S_g=180\text{ кгс/м}^2$ .

где  $\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие по прил. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия».

Покрытие плоское, т.е.  $\alpha \leq 25^\circ$ , следовательно,  $\mu=1$ .

$$S = 180 \times 1 = 180\text{ кгс/м}^2$$

Нормативное значение веса снегового покрова на  $1\text{м}^2$  горизонтальной поверхности земли:

$$S_o = S_g \cdot 0.7 = 126\text{ кгс/м}^2$$

Коэффициент перехода к снеговой нагрузке в зоне выходов на кровлю.

$$1,5\text{ м} < d = 4,15\text{ м} \leq 5\text{ м}$$

следовательно, коэффициент перехода к снеговой нагрузке:  $\mu = 1,5$

$$b_1 = 2 \cdot h = 2 \cdot 2,93 = 5,86\text{ м}$$

### Максимальная нагрузка у перепада

Полное расчетное значение снеговой нагрузки:

$$S = S_g \cdot \mu = 1,8 \cdot 1,5 = 2,7\text{ кПа}$$

Нормативное значение веса снегового покрова:

$$S_o = S \cdot 0,7 = 2,7 \cdot 0,7 = 1,89\text{ кПа}$$

### Горизонтальные нагрузки

Пульсационная составляющая ветровой нагрузки согласно п. 11. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», при расчете многоэтажных зданий высотой до 40м, пульсационную составляющую ветровой нагрузки допускается не учитывать.

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

13

## Определение ветровой нагрузки

Интенсивность распределенной ветровой нагрузки определяется по формулам:

- с наветренной стороны:

$$w = \gamma_f \cdot w_0 \cdot c \cdot k$$

- с заветренной стороны:

$$w' = \gamma_f \cdot w_0 \cdot c' \cdot k$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности для ветровой нагрузки, принимаемый согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», равным  $\gamma_f = 1,4$ ;

$w_0$  – нормативный скоростной напор ветра для высоты над поверхностью земли до 5м, принимаемый по табл. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» в зависимости от ветрового района, II район 0,30 кПа;

$c$  и  $c'$  – аэродинамические коэффициенты по прил. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», для вертикальных поверхностей  $c = 0,8$ ,  $c' = -0,6$ ;

$k$  – коэффициент, учитывающий изменение скоростного напора в зависимости от высоты и типа местности, принимаемый по табл. СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», тип местности В, равным: при

$z=5\text{м}$	$k=0,5$
10м	0,65
20м	0,85
40м	1,10

Таблица 6 – Расчетные значения ветровых нагрузок на диски перекрытий и покрытие на единицу длины периметра.

Отметка перекрытия	k	Расчетная погонная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	
		Наветренная сторона	Заветренная сторона
0,000	0,5	0,168	0,126
+2.980	0,5	0,168	0,126
+5.980	0,59	0,199	0,149
+8.980	0,68	0,229	0,172
+11.980	0,74	0,249	0,187
+14.980	0,80	0,269	0,202
+17.980	0,86	0,289	0,216

### Характеристики здания

Отметка планировки	-1.55 м
Отметка верха подколлонника	-3.19 м
Отметка подошвы фундамента	-3.54 м
Схема распределения горизонтальных нагрузок при расчете всего здания	Рамносвязевая

### Материалы

Название	Тип	Модуль упругости, тс/м <sup>2</sup>	Кэф. Пуассона	Объемный вес, т/м <sup>3</sup>	Детали
1. Железобетон	Железобетон	3e+006	0.2	2.5	B25, A500, A500

### Ветер

	Направление	Коэффициент
Ветер 1	0°	1
Ветер 2	90°	1

### Суммарные вертикальные нагрузки

Постоянная, тс	Длительная, тс	Кр. времен., тс
Нагрузки на отметке низа стен и колонн 1-го этажа		
5192.955	194.845	889.375
Собственный вес фундаментных плит и дополнительные нагрузки на них		
708.989	98.584	46.006

Инв. № подл. / Подпись и дата / Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

14

## 6. Фундаменты

Фундаменты запроектированы плитно - монолитный фундамент из тяжелого бетона В30 не менее W8 по ГОСТ 26633-91 "Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия", армируются в двух направлениях арматурными стержнями класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 "Прокат стальной сортовой фасонного профиля".

### **Основные расчетные положения**

Расчет зданий производился на программном комплексе «Лира-Сапр 2018 Стандарт плюс» и «Мономах-Сапр 2016 PRO». Сертификат подлинности ID ключа 793803206 от 14 февраля 2014 г.

Фундаменты рассчитаны на вертикальные и горизонтальные усилия объемной модели здания с привязкой к геологическим условиям площадки строительства. усредненные нагрузки на фундамент представлены на чертежах КР, Том 4.2.2, листы 3 - 6.

При определении расчетного сопротивления грунта принят несущий слой супеси (супеси ИГЭ 2.1 ИГЭ-3 и ИГЭ-6.1). Напряжения под всеми фундаментами здания соответствуют трапециoidalной эпюре.

Предельное сопротивление основания в 1,21...3,89 раза превышает расчетную нагрузку на основание F.

Осадки оснований рассчитаны с использованием полной расчетной модели здания со стыковой модели грунта построенной по инженерно-геологическим исследованиям, в виде линейно деформируемого полупространства с учетом загрузки соседних фундаментов зданий. Допустимые осадки основания для многоэтажного безкаркасного здания с несущими стенами из крупных панелей  $s_{max,u}=12\text{см}$ . Относительная разность осадок  $(\Delta s/L)_u$  (за L принимают расстояние между углами плитного фундамента в направлении горизонтальных нагрузок) не превышает 0,0016. Предельные значения относительного прогиба здания ограничено  $0,5(\Delta s/L)_u$ , а относительного выгиба  $0,25(\Delta s/L)_u$ . Средняя осадка здания, вычисляется как средневзвешенное значение абсолютных осадок и равное 4.2 см, что меньше максимально допустимой осадки  $s_{max,u}$ .

Таблица 7 - Сводная таблица осадок и кренов

Номер корпуса	Соотв. номера скважин в расчётной модели	Максимальная осадка (мм)	Средняя осадка (мм)	Крен вдоль X	Крен вдоль Y
3.1	19-20-17	54,4	51,1	-0,000303	8,8E-05
3.2	21-22	53,4	50,2	-0,000243	0,00031
3.3	23-24	52,7	50,3		
3.4	31-32-48	52,4	49,1	8E-05	-0,000367
3.4.1	49-50	51,6	49,2		
3.7	25-26	55,4	51,9		
4.1	1-2-37	52,3	49,1	-0,000385	8,8E-05
4.2	3-4-36	52,4	49,2	-0,000266	0,00042
4.3	5-6-37	52,9	50,5		
4.4	9-10-41	52,9	50,1	8E-05	-0,000402
4.5	7-8-38	52,1	49,7		
4.7	13-14-44	55,4	51,2		

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	28004-107-113 корр4-П-КР	Лист
							15



# Расчет оснований по деформациям корпуса 3.1-3.7

*Модель грунтового основания*

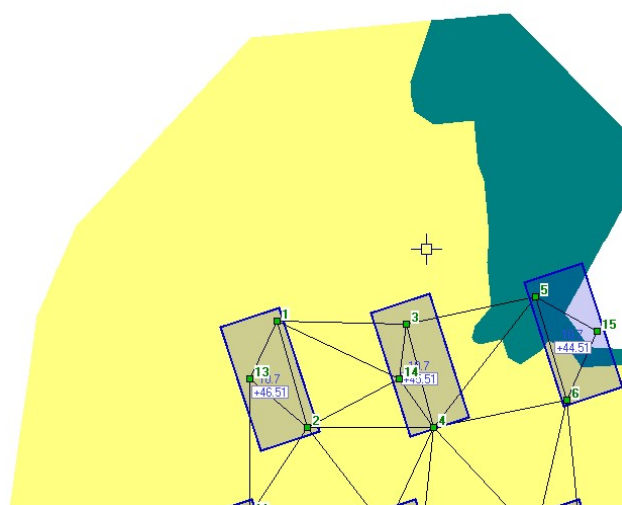
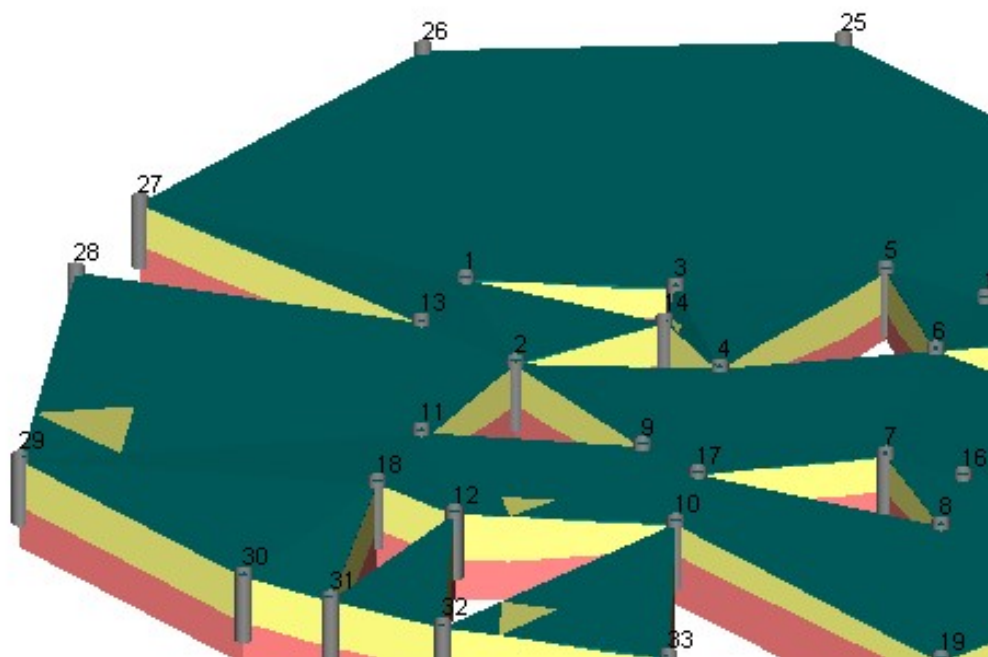


Рисунок 2 – Срез основание фундаментной плиты на отметке +41.16

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

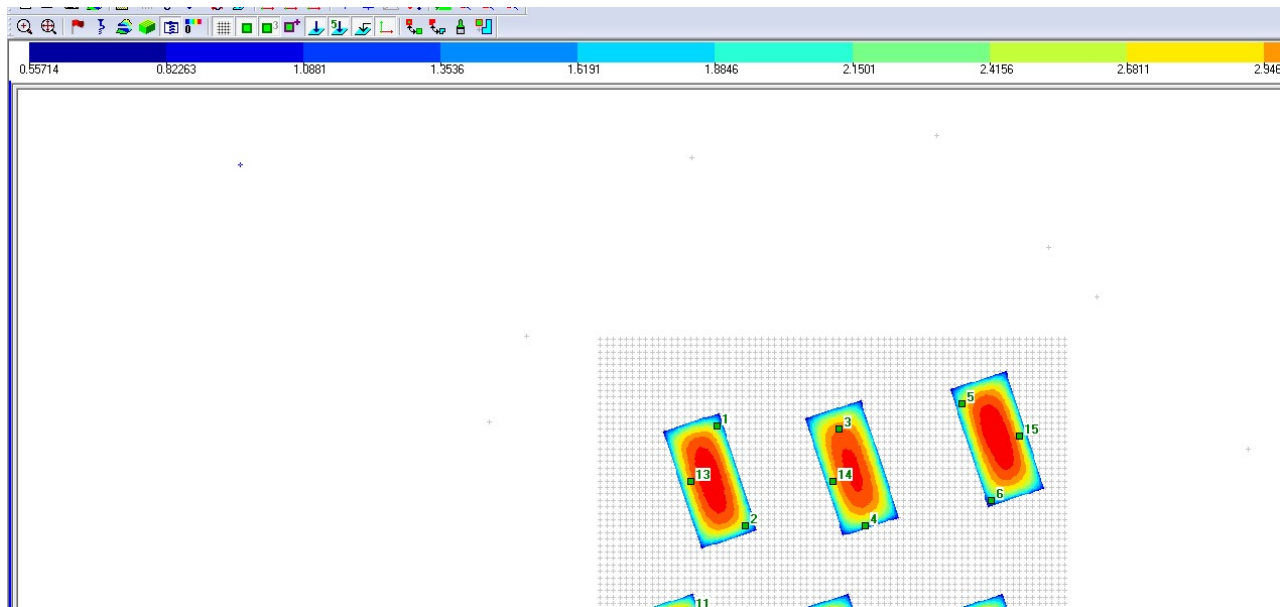
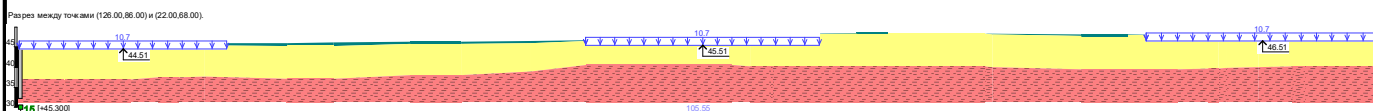
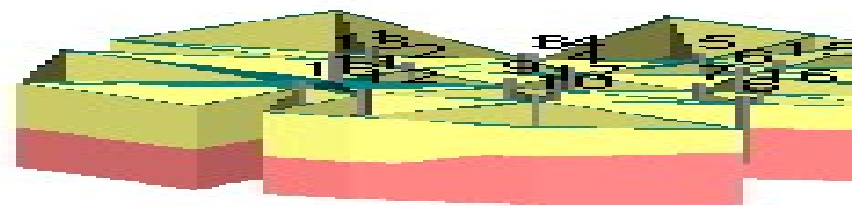


Рисунок 3 – Осадка зданий по расчетной модели Пастернака



корпуса 4.1-4.9



Модель грунтового основания

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

18





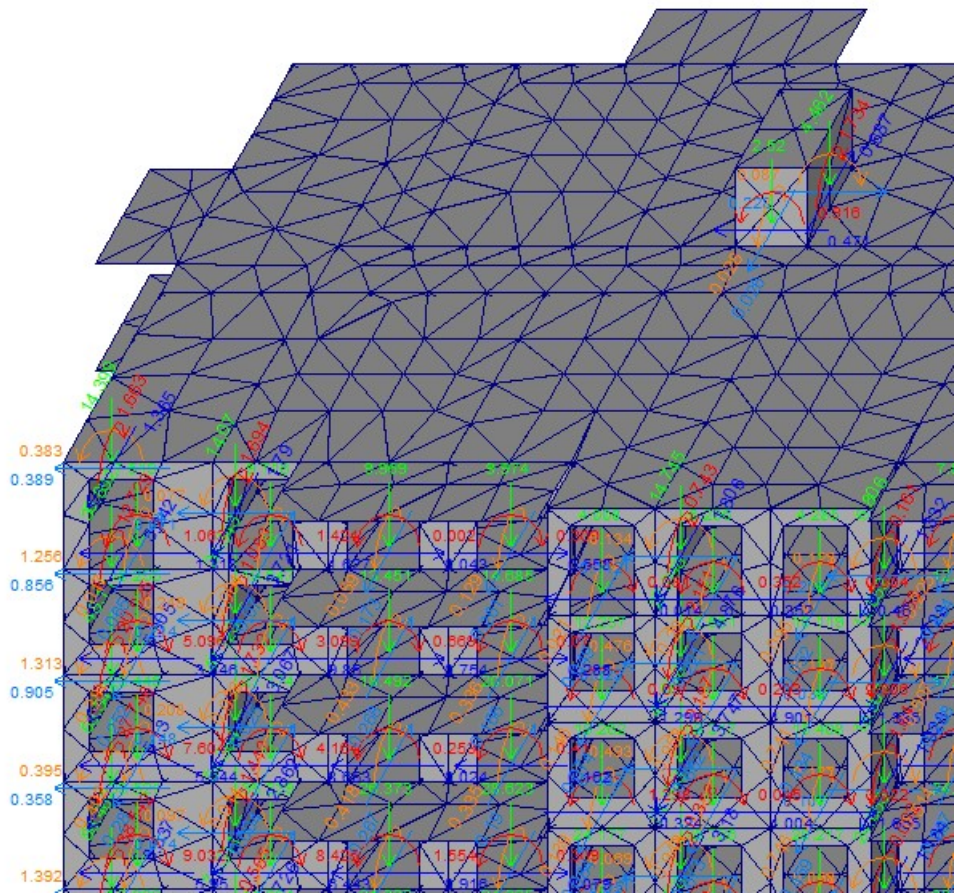


Рисунок 7 – Расчетная модель. Основные усилия в элементах.



Изополю напряжений по Rz, тс/м2

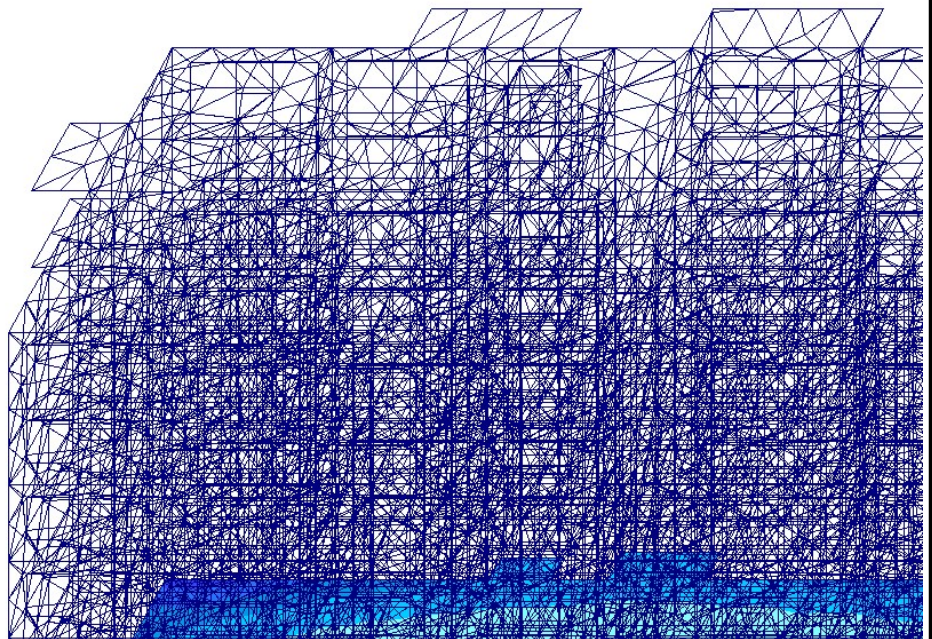


Рисунок 8 – Усредненные напряжения под подошвой фундаментов корпус Тип Б

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------





Изополю перемещений по Z, м

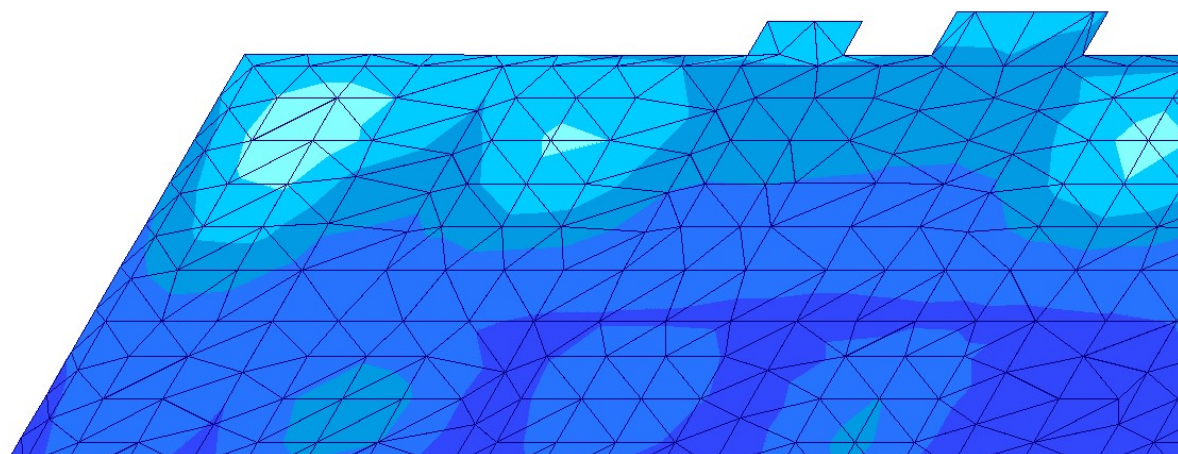


Рисунок 9 – Усредненные осадки корпусов ТипБ

**Выводы:**

- Несущая способность грунта обеспечивает устойчивую работу фундамента.
- Осадки фундаментов не превышают допустимых осадков для данного типа зданий  $s_{max,u}=12\text{см}$ .

**Фундаментные плиты**

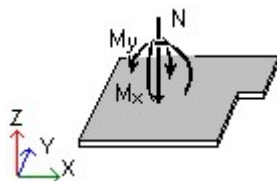
Расчетные усилия на фундаментную плиту.

b - толщина фундаментной плиты

S - площадь фундаментной плиты

Для фундаментных плит, смоделированных конечными элементами с жесткостью, включающей параметры упругого основания:

- C1Min - минимальное значение жесткости упругого основания грунта на сжатие
- C1Max - максимальное значение жесткости упругого основания грунта на сжатие
- C1Ave - усредненное значение жесткости упругого основания грунта на сжатие
- C2Min - минимальное значение жесткости упругого основания грунта на сдвиг
- C2Max - максимальное значение жесткости упругого основания грунта на сдвиг
- C2Ave - усредненное значение жесткости упругого основания грунта на сдвиг



Обозначение	Размер	Описание	Положительный знак нагрузки определяет
N	тс	Вертикальная сила	Действие против оси Z
Mx	тс * м	Изгибающий момент относительно оси, сонаправленной с осью X и проходящей через центр тяжести фонд.плиты	Действие по часовой стрелки, если смотреть с конца оси X
My	тс * м	Изгибающий момент относительно оси, сонаправленной с осью Y и проходящей через центр тяжести фонд.плиты	Действие по часовой стрелки, если смотреть с конца оси Y
Rx	тс	Горизонтальная сила вдоль оси X	Действие против оси X
Ry	тс	Горизонтальная сила вдоль оси Y	Действие против оси Y

N	Загружение	Форма/ комбинация	N(тс)	Mx(тс*м)	My(тс*м)	Rx(тс)	Ry(тс)
Этаж N1	Фундаментная плита N1	b=0.35м, S=657.23м <sup>2</sup> , 1. Железобетон	C1Min=192.716тс/м <sup>3</sup> , C1Max=323.415тс/м <sup>3</sup> , C1Ave=229.087тс/м <sup>3</sup> , C2Min=2487.158тс/м <sup>2</sup> , C2Max=5070.201тс/м <sup>2</sup> , C2Ave=3996.877тс/м <sup>2</sup>				

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

21

N	Загрузка	Форма/ комбинация	N(тс)	Mx(тс*м)	My(тс*м)	Px(тс)	Pу(тс)
1	Постоянная		5901.942	676.23	-795.101	-0	0
	Длительная		293.429	50.109	-60.576	-0	0
	Кр. времен.		935.381	125.549	-323.691	0	0
	Ветер 1		0	-0.161	-317.474	-26.183	0.014
	Ветер 2		0	600.805	-0.16	-0.011	-49.938
	Сочетание 1		7966.709	954.416	-1780.196	-36.657	0.02
	Сочетание 2		7966.709	954.866	-891.269	36.657	-0.02
	Сочетание 3		7966.709	1795.768	-1335.956	-0.015	-69.913
	Сочетание 4		7966.709	113.514	-1335.509	0.015	69.913

**Расчётные значения усилий в фундаментной плите.**



Изополю напряжений по Mx, (тс\*м)/м

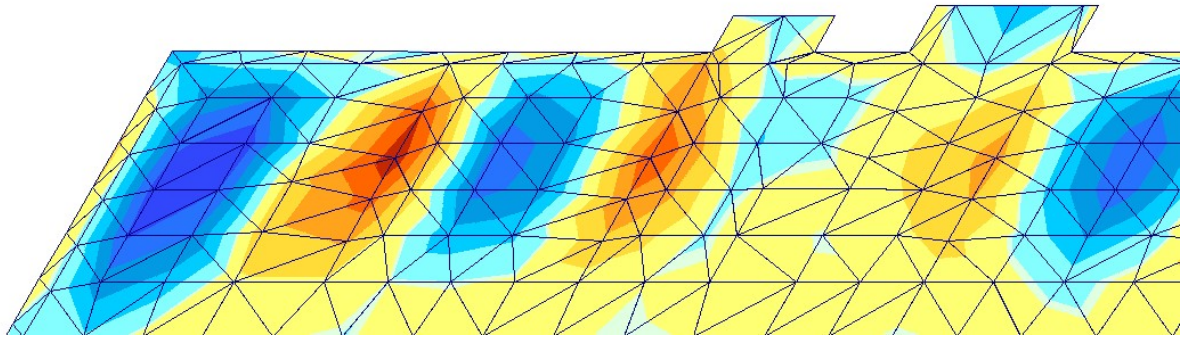


Рисунок 10 – Напряжения  $M_x$  в фундаментной плите от действия нагрузки здания.



Изополю напряжений по My, (тс\*м)/м

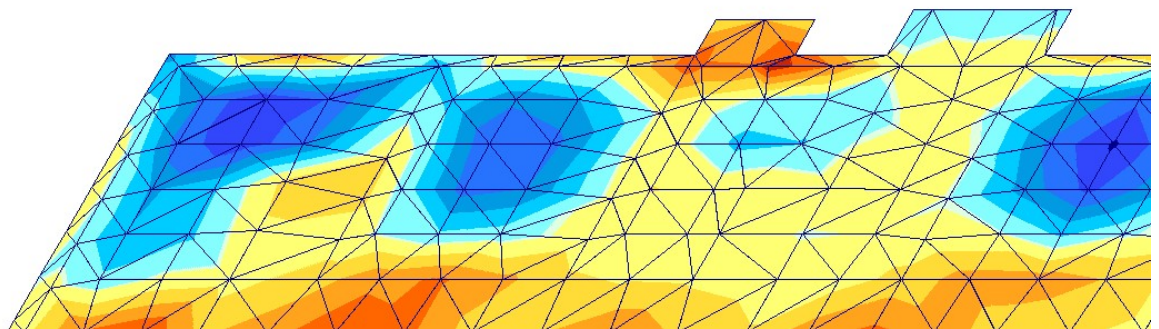


Рисунок 11 – Напряжения  $M_y$  в фундаментной плите от действия нагрузки здания.

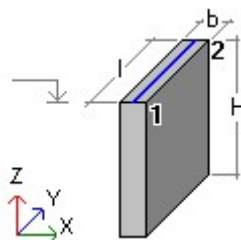
Инв. № подл. / Подпись и дата / Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

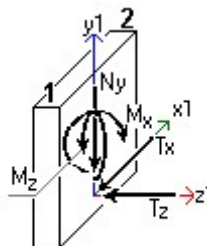




## Стены



b - ширина стены  
l - длина стены  
H - высота стены



Обозначение	Размер	Описание	Положительный знак нагрузки определяет
Ny	тс	Вертикальная сила	Действие против оси Y1
Tx	тс	Горизонтальная сила вдоль оси X1	Действие против оси X1
Mz	тс * м	Изгибающий момент относительно оси Z1	Действие против часовой стрелке, если смотреть с конца оси Z1
Tz	тс	Горизонтальная сила вдоль оси Z1	Действие против оси Z1
Mx	тс * м	Изгибающий момент относительно оси X1	Действие против часовой стрелке, если смотреть с конца оси X1

## Действия сил по вертикальной оси в элементах стен по оси 9

Суммарные нагрузки на стены и колонны, тс, тс\*м

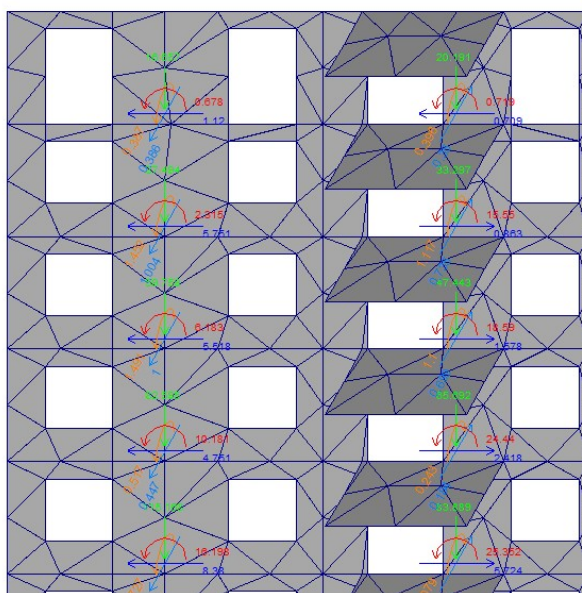


Рисунок 14 – Усилия в элементах стены

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					28004-107-113 корр4-П-КР	Лист
								24
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата			



Изополю напряжений по Nk, ts/m2

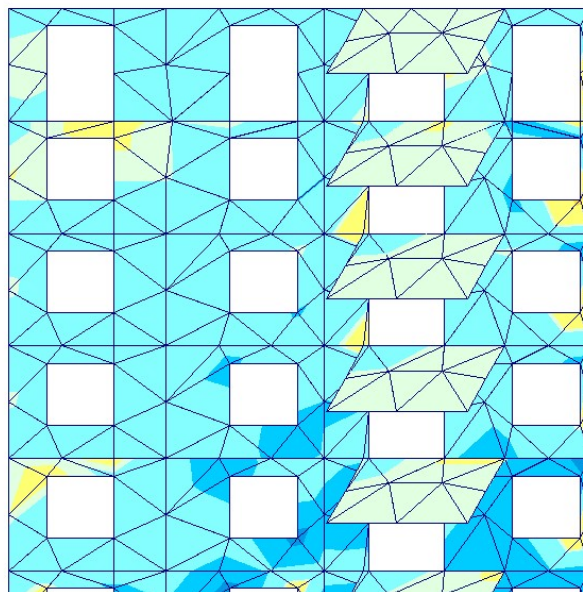


Рисунок 15 – Напряжения по X



Изополю напряжений по Ny, ts/m2

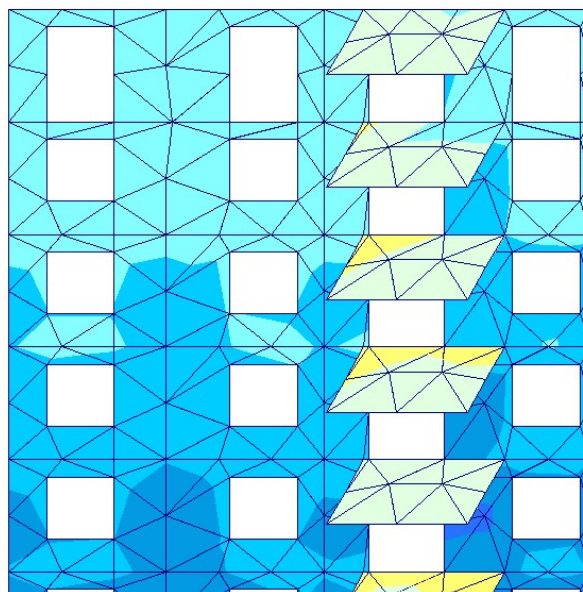


Рисунок 4 – Напряжения по Y

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Подпись и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

25







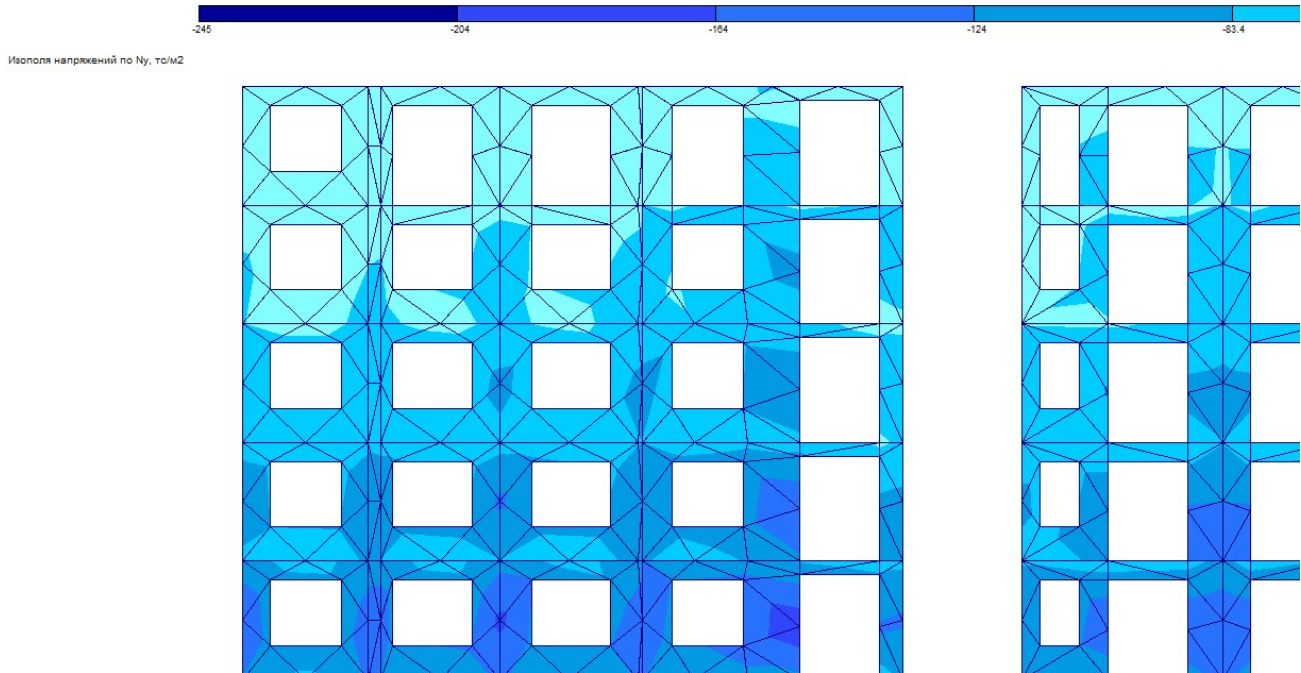


Рисунок 19 – Напряжения по Y

*Действия сил по вертикальной оси в элементах стен по оси Б(А)*

Суммарные нагрузки на стены и колонны, тс, тс/м

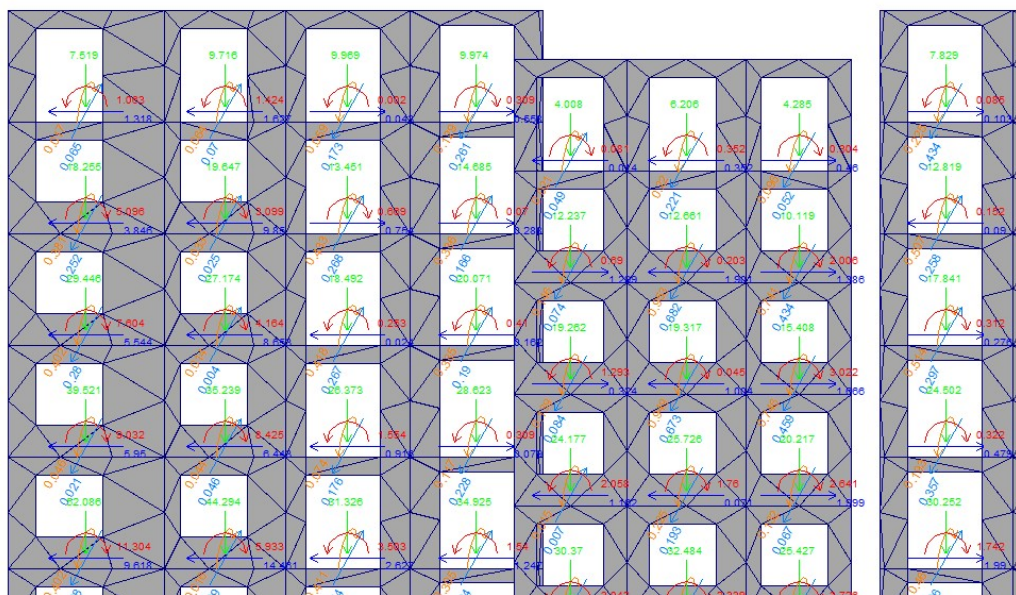


Рисунок 20 – Усилия в элементах стены

Инв. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Изополю напряжений по  $N_x$ , тс/м<sup>2</sup>

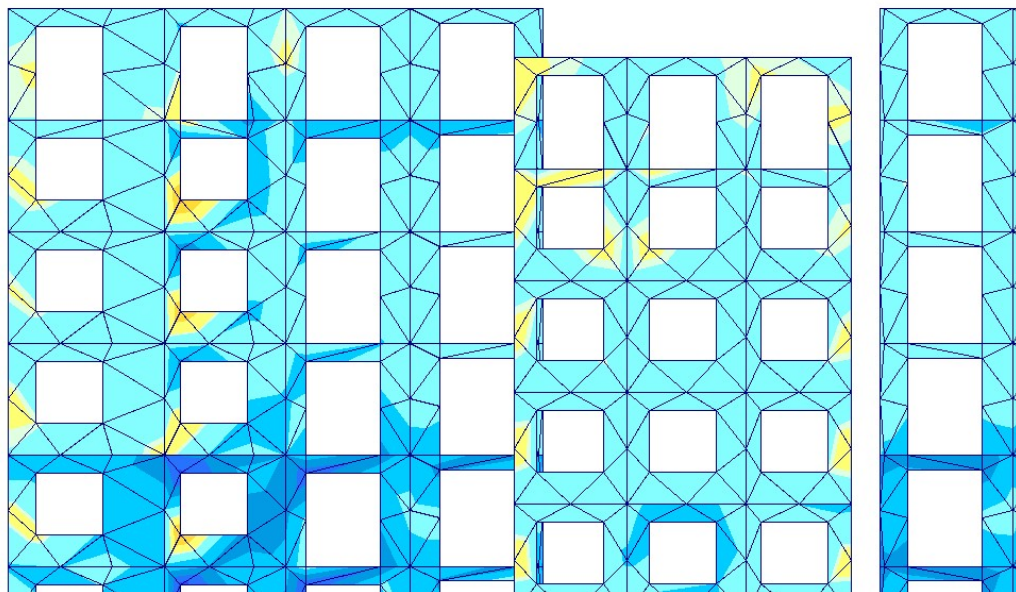


Рисунок 21 – Напряжения по X



Изополю напряжений по  $N_y$ , тс/м<sup>2</sup>

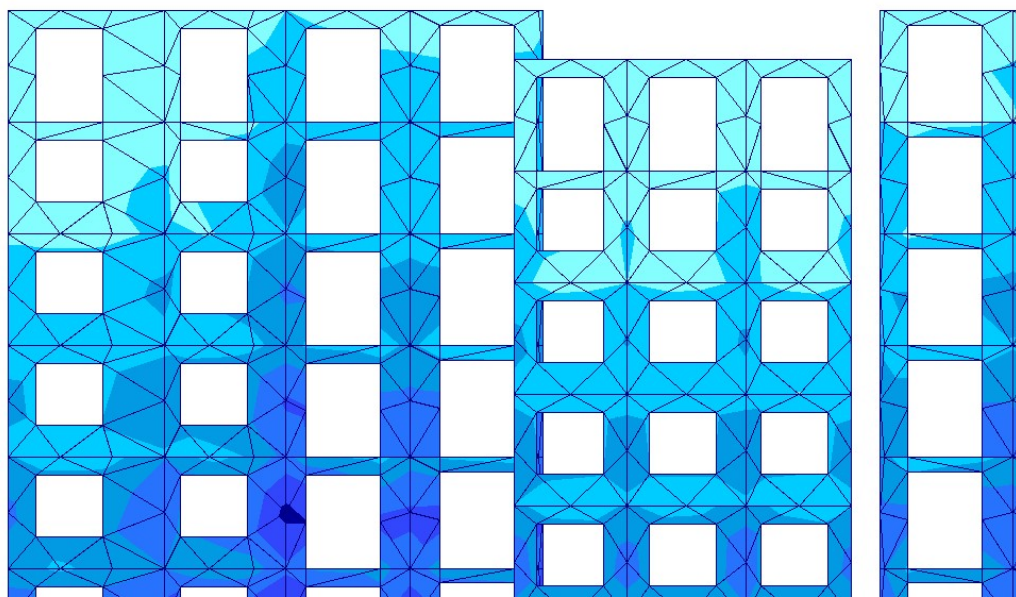


Рисунок 22 – Напряжения по Y

Инв. № подл.	Взам. инв. №
Инв. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

28



# Действия сил по вертикальной оси в элементах стен по оси Г

Суммарные нагрузки на стены и колонны, тс, тс/м

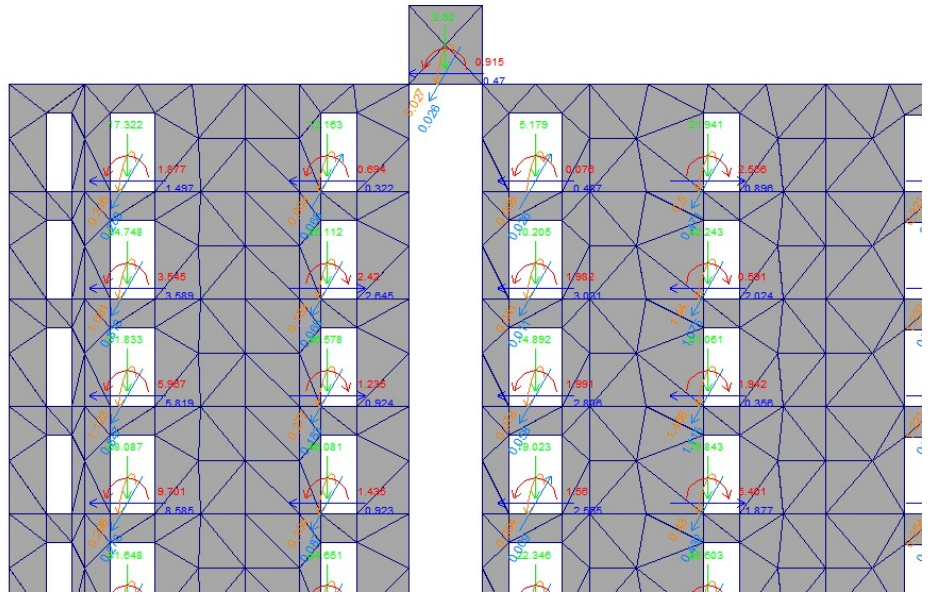


Рисунок 23 – Усилия в элементах стены



Изополя напряжений по N<sub>x</sub>, тс/м<sup>2</sup>

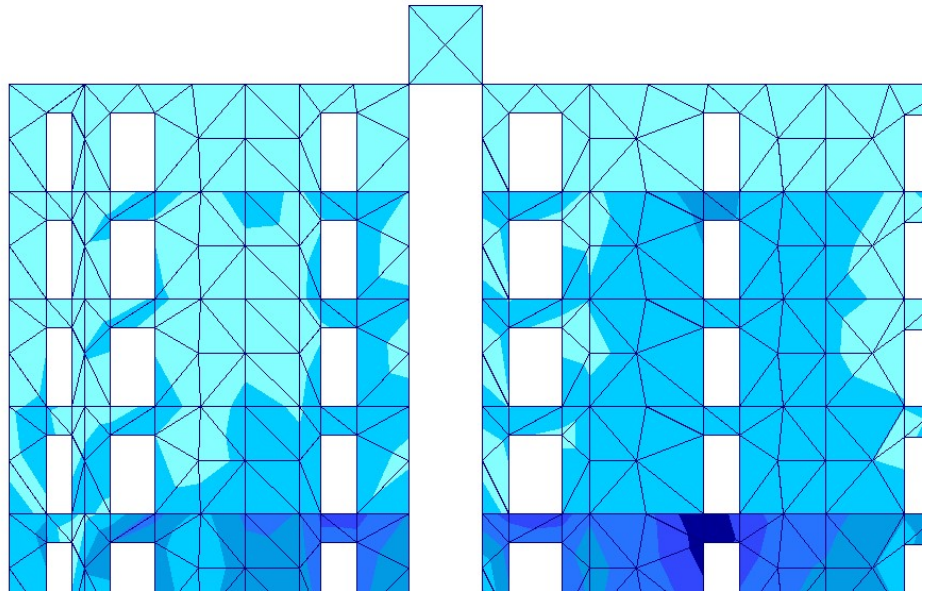


Рисунок 24 – Напряжения по X

Инв. № инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Изополю напряжений по  $\sigma_y$ , тс/м<sup>2</sup>

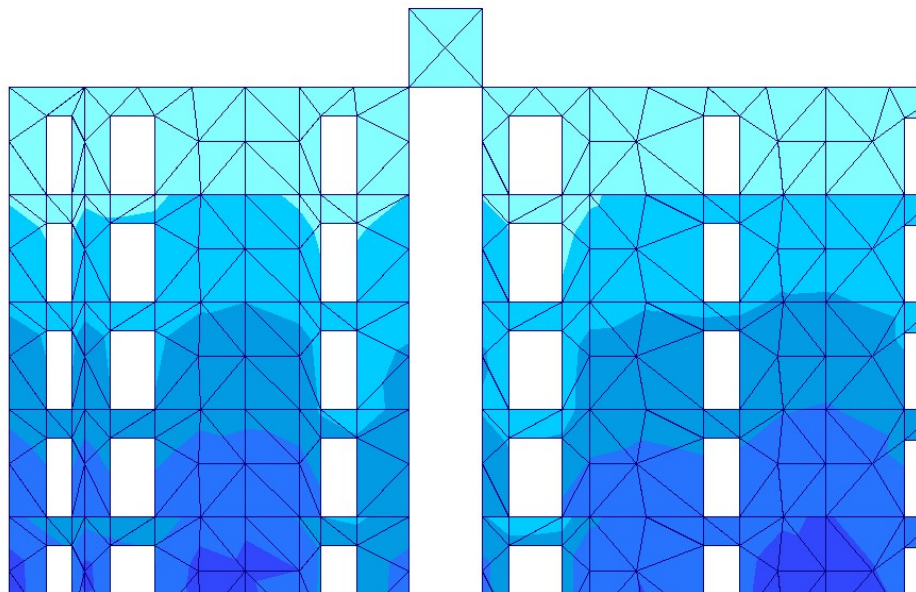


Рисунок 25 – Напряжения по  $\sigma_y$

**Действия сил по вертикальной оси в элементах стен по оси 5 (в зоне лестничной клетки)**

Суммарные нагрузки на стены и колонны, тс, тс/м

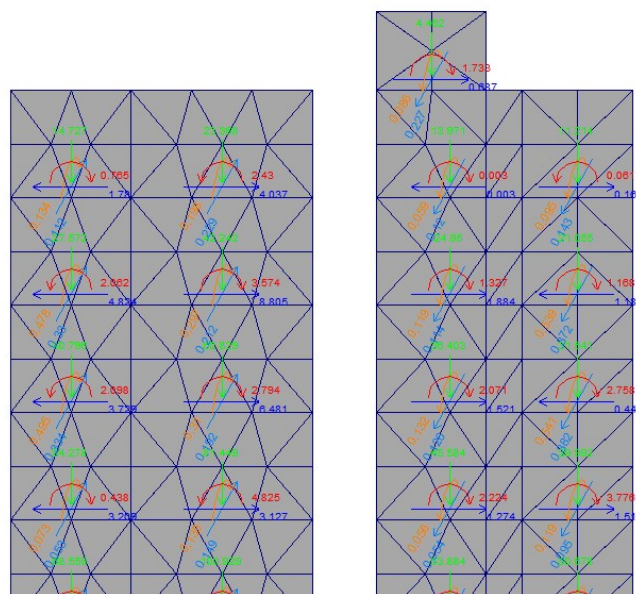


Рисунок 26 – Усилия в элементах стены

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата





## Горизонтальное перемещение верха здания

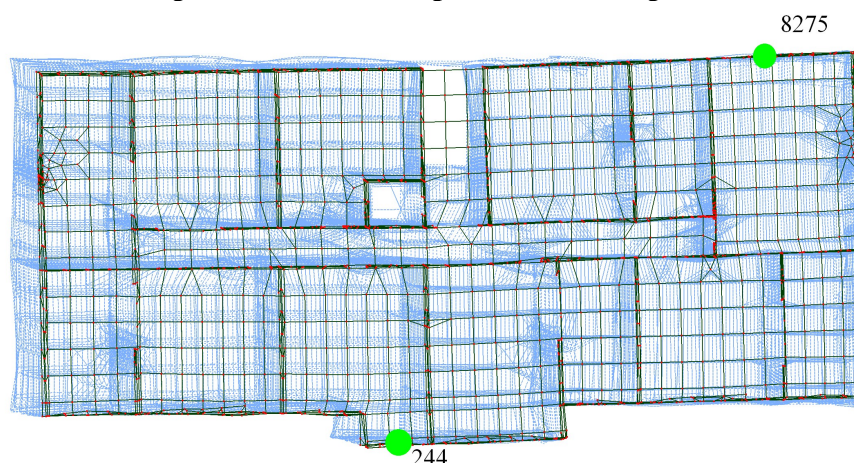


Рисунок 6 – Перемещение в продольном направлении (ось X).

Мах: Узел=244  $U_x=1,0$  мм Min: Узел=8275,  $U_x=0.0$  мм. Комбинация = К5

Предельно допустимая величина горизонтальных перемещений верха здания согласно СНиП 2.01.07-85\* табл. 22 составляет  $h/500=24800/500=49.6$  мм.

Максимальная величина перемещения верха при направлении ветровой статической нагрузки вдоль оси X составляет 1 мм, что не превышает предельно допустимой величины.

***Перемещения верха здания по оси X не превышают предельно допустимые величины.***

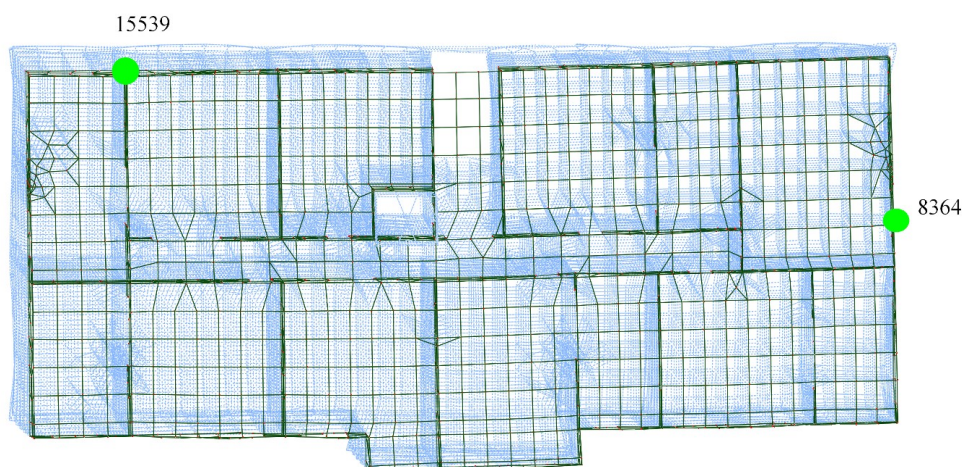


Рисунок 30 – Перемещение в продольном направлении (ось Y).

Мах: Узел=8364,  $U_x = 0,0$  мм Min: Узел=15539,  $U_x=-1.0$  мм. Комбинация = К6

Предельно допустимая величина горизонтальных перемещений верха здания согласно СНиП 2.01.07-85\* табл. 22 составляет  $h/500=24800/500=49.6$  мм.

Максимальная величина перемещения верха при направлении ветровой статической нагрузки вдоль оси Y составляет 1 мм, что не превышает предельно допустимой величины.

***Перемещения верха здания по оси Y не превышают предельно допустимые величины.***

Инв. № подл.
Подпись и дата
Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



## Наружные стеновые панели

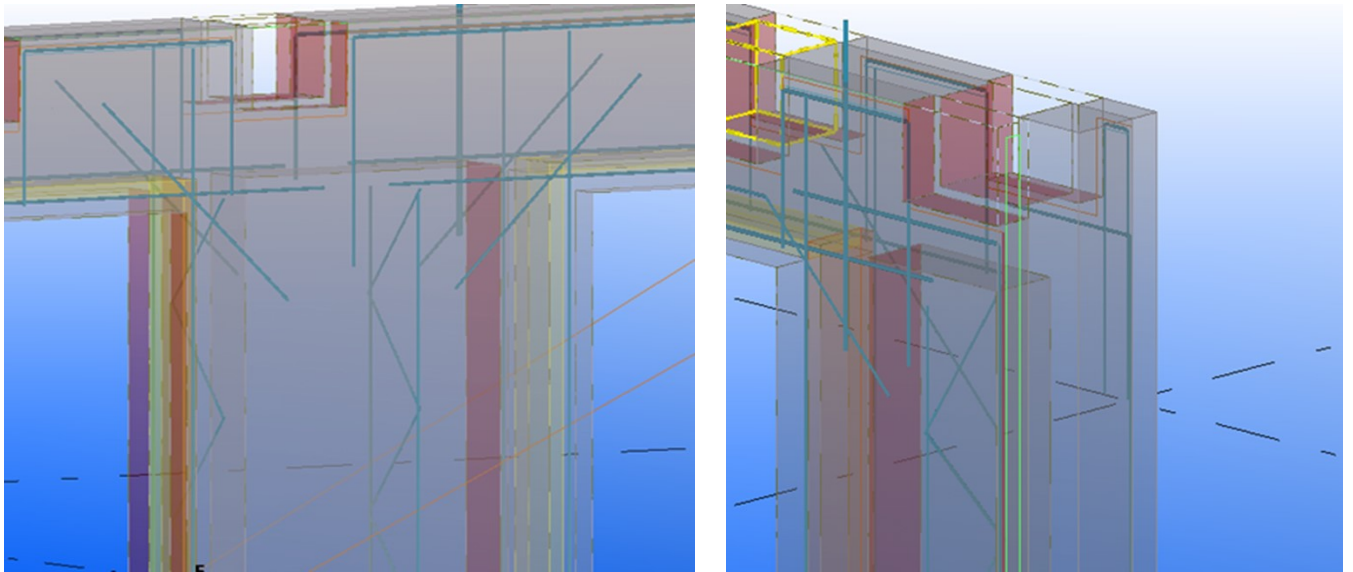


Рисунок 32 – Фрагменты 3-х слойной панели

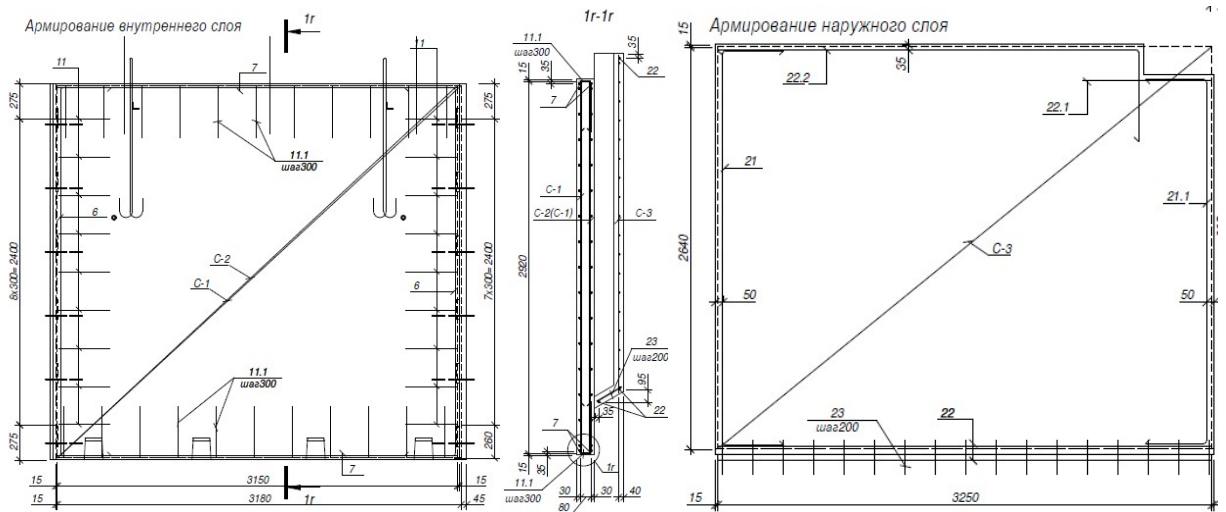


Рис. 33 Пример армирования несущей внешней стеновой панели подвального этажа.

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				



## Расчет типового монолитного перекрытия

При армировании пластинчатых элементов допускается осреднять расчетное значение полученного армирования в пределах 4 смежных элементов.

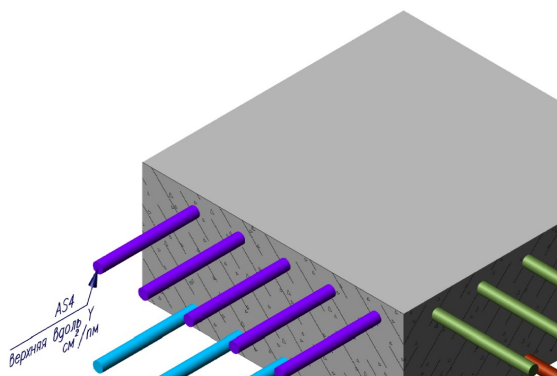


Рисунок 34 – Схема армирования горизонтальных пластинчатых элементов (перекрытий).

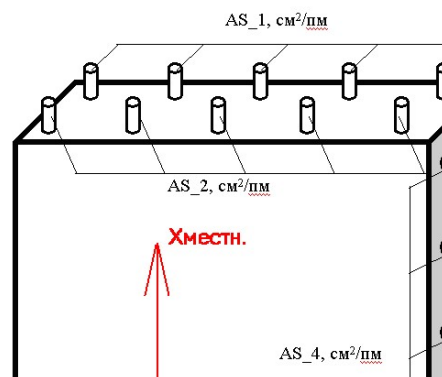


Рисунок 35 – Схема армирования вертикальных пластинчатых элементов (стен).

## Расчетные данные типового перекрытия

Характеристики материалов	
Класс бетона	B25
Вид бетона	
Расчетное сопротивление бетона на сжатие	14.5
Модуль упругости бетона	30000
Класс продольной арматуры (вдоль X)	A500
Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение	435
Модуль упругости арматуры	200000
Класс продольной арматуры (вдоль Y)	A500
Расчетное сопротивление продольной арматуры на растяжение	435
Модуль упругости арматуры	200000
Класс поперечной арматуры	A500
Расчетное сопротивление поперечной арматуры на растяжение	300
Модуль упругости арматуры	200000
Объемный вес	2.5
Жесткость упругого основания грунта на сжатие:	0
Жесткость упругого основания грунта на сдвиг:	0
Расстояние до центров тяжести арматуры:	
от нижней грани	3
от верхней грани	3
Расчет по II предельному состоянию производился	
Ширина раскрытия трещин:	
кратковременных	0.4
длительных	0.3

Сочетания усилий (экстремумы)						
№тр.	Mx	Mu	Mxy	Qx	Qy	R
1959	-2.27	-0.43	0.02	2.97	-0.01	0.09
205	-0.36	-1.80	-0.22	-0.37	-2.33	0.03
765	-0.94	-0.83	0.74	5.86	2.30	8.77
766	-0.91	-1.39	-0.02	-6.58	-1.83	-0.26
795	-1.20	-1.01	0.29	-0.12	-14.91	-0.07
1007	-0.15	-0.03	0.00	1.89	-1.81	-7.05

Армирование (экстремумы)									
№тр.	Xc (см)	Yc (см)	Угол	AX низ (см)	AY низ (см)	AX верх (см)	AY верх (см)	AX поп. (см)	AY поп. (см)
2209	3376.7	1273.1	0.0	2.99	1.47	1.00	1.00	0.01	0.01
2173	3326.5	1173.9	0.0	2.49	1.54	1.00	1.00	0.01	0.01
1959	3076.4	1273.4	0.0	1.00	1.00	4.23	1.02	0.01	0.01
205	824.5	1686.5	0.0	1.00	1.00	1.00	3.26	0.01	0.01
766	1515.3	1285.6	0.0	1.00	1.00	1.00	2.13	5.66	5.38
795	1526.2	1264.6	0.0	1.00	1.00	1.87	2.13	3.40	4.17

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

35

## Армирование плиты перекрытия типового этажа.

- Толщина 200 мм
- Класс Бетона В 25
- Класс арматуры А500С.
- Расстояние от края сечения до ц.г. арматуры 35 мм.
- Ширина раскрытия длительных трещин 0.3 мм, кратковременных 0.4 мм.

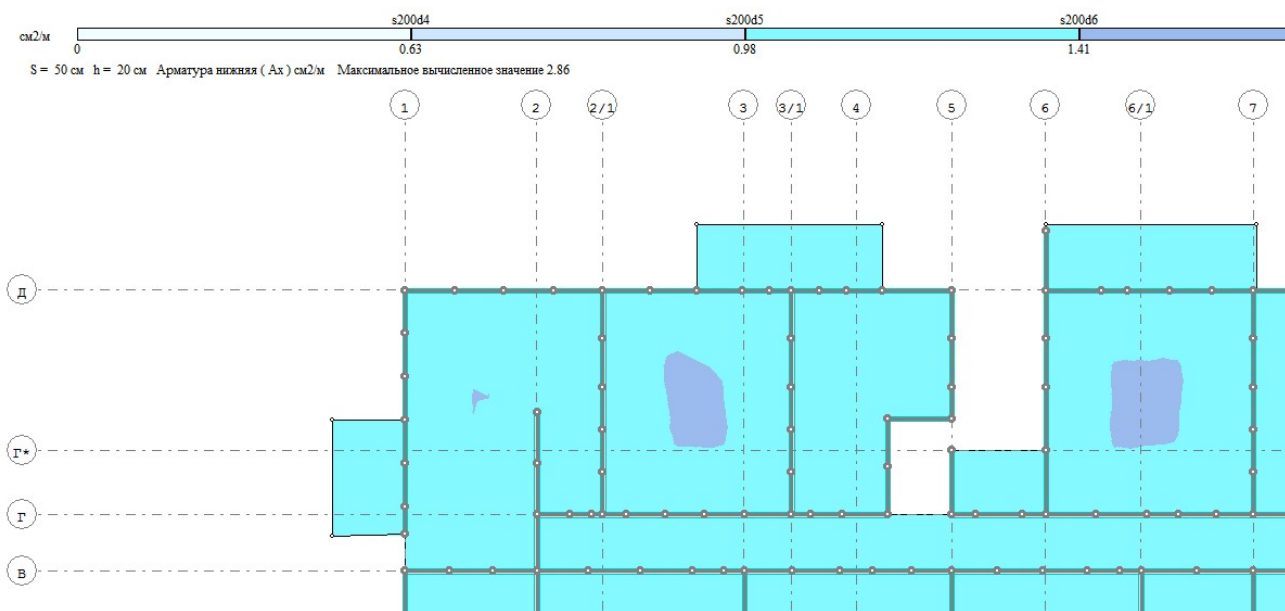


Рисунок 36 – Нижняя зона армирование по оси X(см<sup>2</sup>/п.м.).

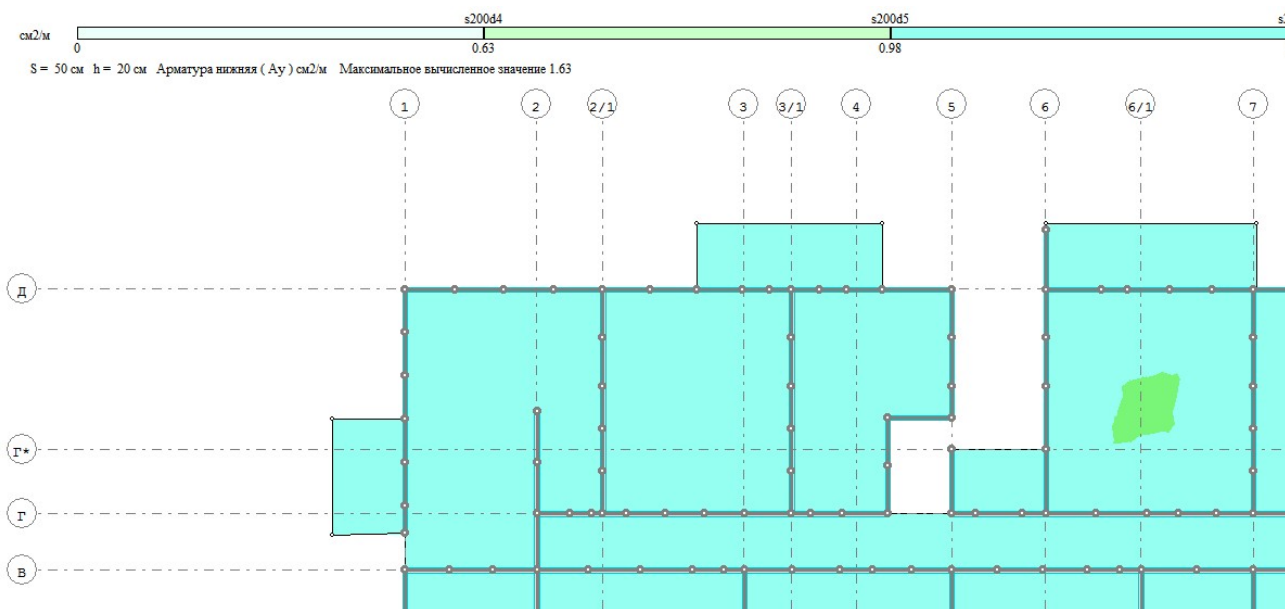


Рисунок 37 – Нижняя зона армирование по оси Y(см<sup>2</sup>/п.м.).

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

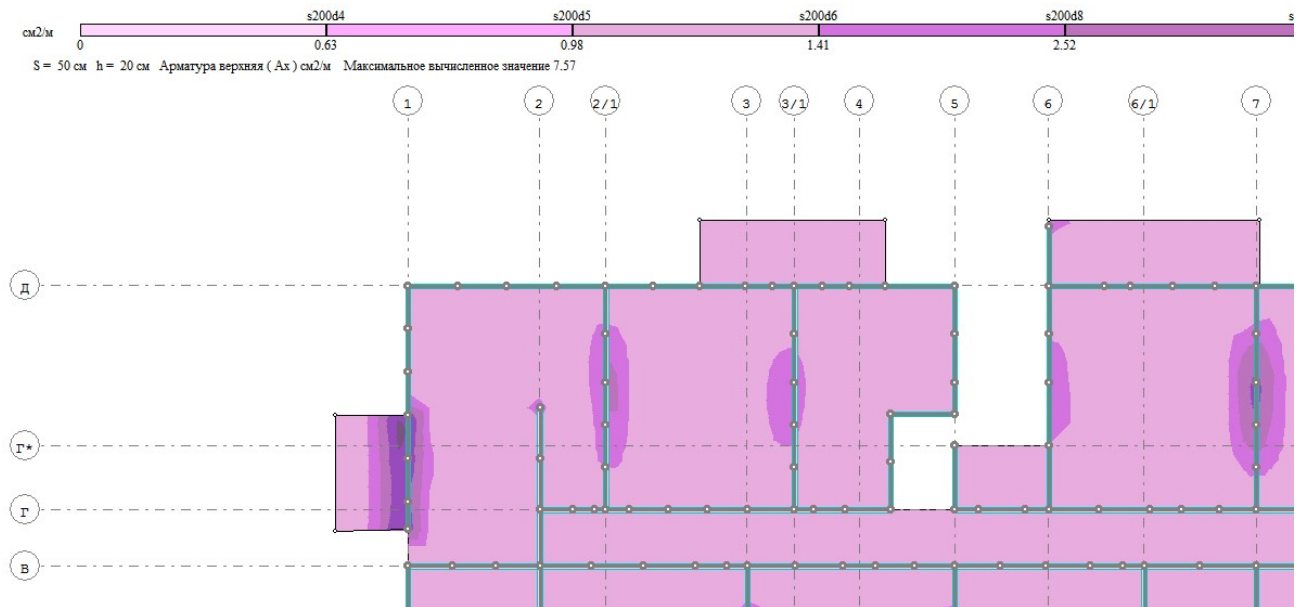


Рисунок 38 – Верхняя зона армирование по оси X(с2/п.м.)

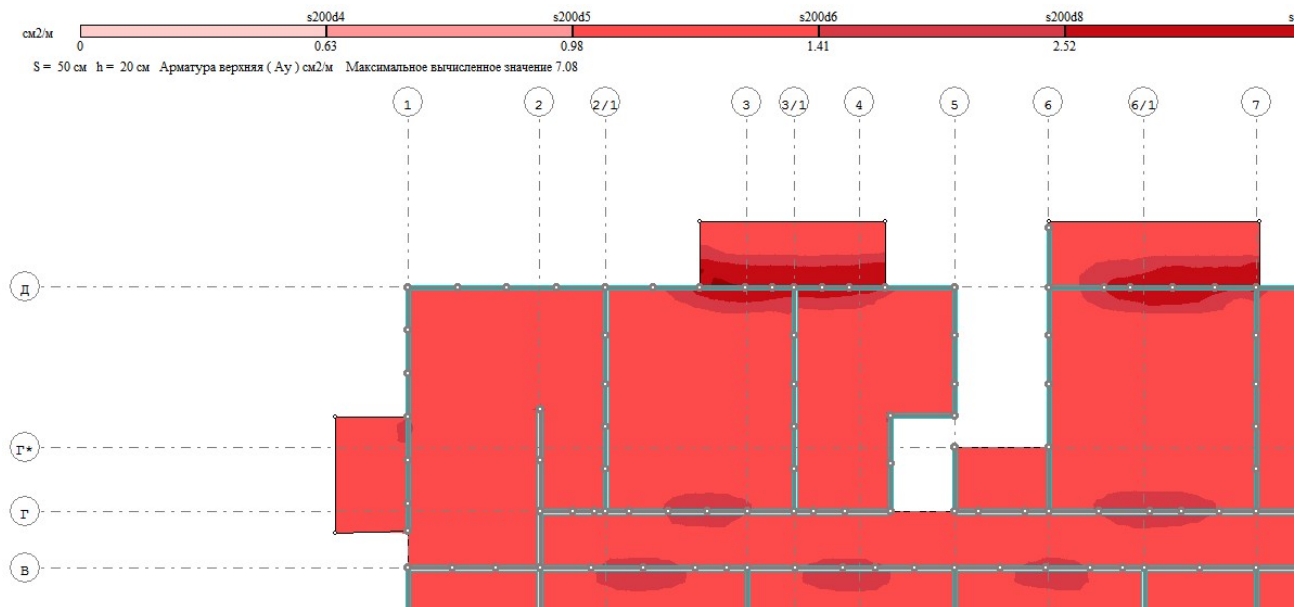


Рисунок 39 – Верхняя зона армирование по оси Y (с2/п.м.)

Инв. № подл.	Подпись и дата					Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	28004-107-113 корр4-П-КР
						Лист 37

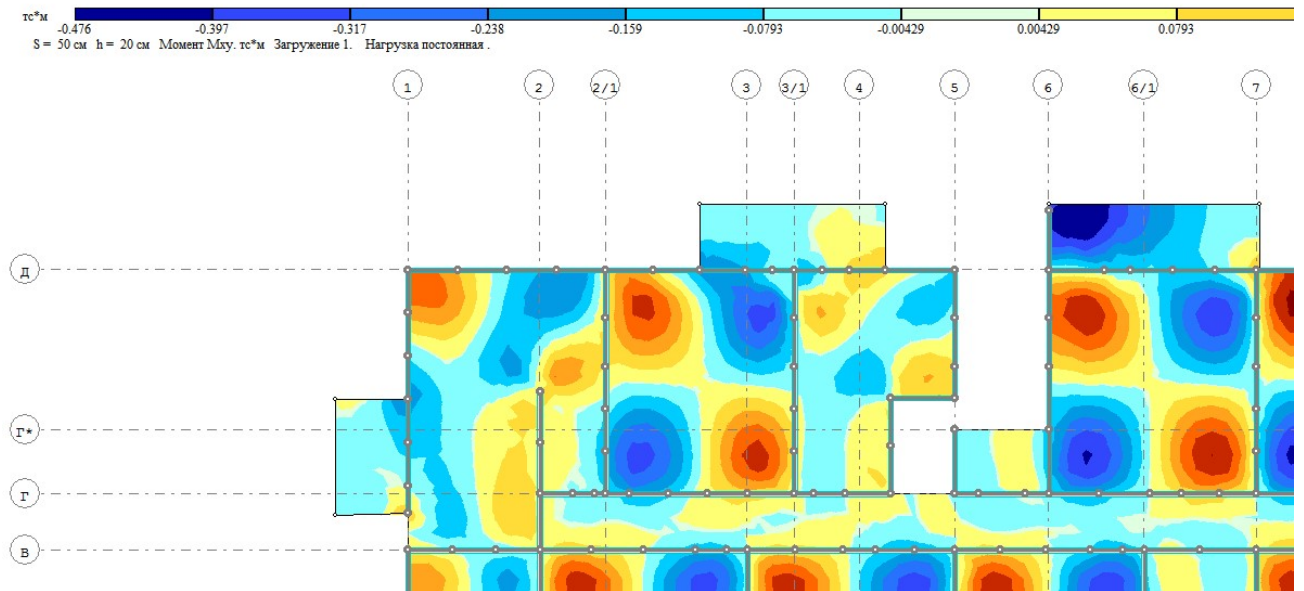


Рисунок 40 – Максимальные моменты  $M_x$  (тс\*м.).

### Расчет прочности стены.

Дано: железобетонная внутренняя стена высотой 2890мм, толщиной 160мм из бетона В25, расчетная нагрузка 412кН/м. Стержни  $\varnothing 6-8$  с шагом 200мм установлены с защитным слоем 35мм.

Требуется оценить прочность.

Определим расчетное сопротивление бетона

$$R_b = R_b \cdot \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b2} \cdot \gamma_{b3} = 14,5 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 10,57 \text{ МПа}$$

Проверку прочности прямоугольного сечения производим согласно п. 3.56 Пособия к СП 52-101-2003:

$$M \leq R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5x) + (R_{sc} A'_s - \frac{N}{2})(h_0 - a')$$

$$a_n = \frac{N}{R_b b h_0} = \frac{412}{10,57 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^3} = 0,268 < \xi_R = 0,493, \text{ тогда}$$

$$x = a_n \cdot h_0 = 0,268 \cdot 0,125 = 39 \text{ мм}$$

Определим момент относительно центра тяжести сечения от внешней нагрузки, с учетом прогиба элемента согласно пп. 3.53-3.55.

Необходимо учесть случайный эксцентриситет:

$$2890/600 = 4,817 \text{ мм}; 200/30 = 6,667 \text{ мм}; 10 \text{ мм, следовательно, } e_a = 10 \text{ мм}$$

$$M = M_v \cdot \eta_v, \text{ где}$$

$$\eta_v = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{412}{3281}} = 1,143$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2} = \frac{3,14^2 \cdot 2,78 \cdot 10^3}{2,89^2} = 3281 \text{ кН}$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					28004-107-113 корр4-П-КР	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док		Подпись

$$D = E_b b h^3 \left[ \frac{0,0125}{\varphi_l (0,3 + \delta_e)} + 0,175 \mu \alpha \left( \frac{h_0 - a'}{h} \right) \right] = 30000 \cdot 1 \cdot 0,18^3 \cdot 0,0159 = 2,78 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

$$\varphi_l = 1 + M_{II} / M_l = 2$$

$$\delta_e = e_0 / h = 0,05 < 0,15, \text{ значит принимаем } \delta_e = 0,15$$

$$\mu \alpha = \frac{A_s + A'_s}{bh} \cdot \frac{E_s}{Eb} = \frac{251 + 251}{160 \cdot 1000} \cdot \frac{2 \cdot 10^{11}}{30 \cdot 10^9} = 0,0186$$

$$M = M_v \cdot \eta_v = N \cdot e_a \cdot \eta_v = 412 \cdot 0,01 \cdot 1,143 = 4,70 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$4,70 \leq 10,57 \cdot 1 \cdot 0,039 \cdot (0,125 - 0,5 \cdot 0,039) - \frac{410}{2} \cdot (0,145 - 0,035)$$

$$4,70 \text{ кН} \cdot \text{м} \leq 29,18 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Прочность стены обеспечена.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №						28004-107-113 корр4-П-КР	Лист	
										39
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись		Дата	



толщина стены составляет 75 мм. Соответственно выполнены условия обеспечения для данных панелей REI 60. Тип панелей ВСГ-\*\*.30.16-1 и ВСД-\*\*.30.16-1, 39\*31-\*16,\*01,\*02.

Предел огнестойкости **несущих вертикальных панелей лифтовой шахты (пассажирский)** не менее REI 60, при толщине панели 150 мм обеспечивается расстоянием до ц.т. арматуры 35 мм, которая прогревается при пожаре длительностью 60 мин. по рис.А2 СТО 36554501-2006 не более чем до 375°C, что меньше критической температуры  $t_{s,cr}$  арматуры применяемой в диафрагм жесткости А500С - 520°C. Предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности I обеспечивается при одностороннем нагреве панели из тяжелого бетона при длительности огневого воздействия до 300 мин указан на рис.7.1 СТО 36554501-2006 Длительность стандартного пожара 60 мин, минимальная толщина стены составляет 75 мм. Соответственно выполнены условия обеспечения для данных панелей REI 60. Тип панелей ВСГ -22.3\*.15-\*. ВСД -22.3\*.15-\*

Предел огнестойкости **лестничных маршей с полуплощадками** не менее R45, обеспечивается расстоянием до ц.т. арматуры 35 мм, которая прогревается при пожаре длительностью 60мин. по рис.А2 СТО 36554501-2006 не более чем до 340°C, что меньше критической температуры  $t_{s,cr}$  арматуры применяемой в лестничных маршах с полуплощадками (А400 - 550°C, Вр1 - 430°C). Предел огнестойкости лестничных площадок обеспечивается расстоянием до ц.т. арматуры 20 мм, которая прогревается при пожаре длительностью 60мин. по рис.А2 СТО 36554501-2006 не более чем до 500°C, что меньше критической температуры  $t_{s,cr}$  арматуры применяемой в площадках А-500С - 520°C.

Предел огнестойкости всех конструкций по целостности, обеспечивается влажностью бетона менее 3,5%, за счет тепловой обработки изделий при изготовлении, и температурой сечения бетона при двухстороннем огневом воздействии менее критической (Рис. А1 СТО 36554501-2006).

### Расчет огнестойкости плиты перекрытий над техническим этажом

#### Расчет монолитного перекрытия толщиной 200 мм (на максимальное воздействие)

#### Информация о расчете:

Расчет выполнен в соответствии с: п.п. 5.1.8 СП 52-101;5.1.9 СП 52-101;5.1.10 СП 52-101;5.1.13 СП 52-101;5.2.7 СП 52-101;5.2.10 СП 52-101;5.10;8.2;6.2.7 СП 52-101;8.3 СТО 36554501-006-2006 Правила по обеспечению огнестойкости железобетонных конструкций;

Дата выполнения расчета: 31.10.2011 22:53:27;

#### Исходные данные:

##### Огнестойкость:

- Длительность стандартного огневого воздействия  $T_{fr} = 120$  мин;

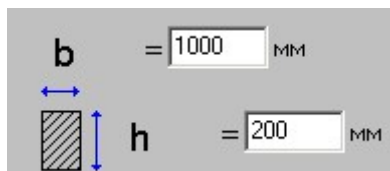
##### Номинальный диаметр продольной арматуры:

- Номинальный диаметр продольной арматуры  $d_s = 10$  мм;

Инв. № инв. №	Взам. инв. №						Лист
	Подпись и дата						
Инв. № подл.	28004-107-113 корр4-П-КР						41
	Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	



Размеры в сечении, мм:



- Высота сечения  $h = 200$  мм;

Продольная арматура:

(Растянутая продольная арматура - Стержневая арматура, диаметром 10 мм; 5 шт.; Сжатая или наименее растянутая продольная арматура - Стержневая арматура, диаметром 10 мм; 5 шт.):

- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения  $a = 35$  мм;
- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения  $a' = 35$  мм;

Усилия от нормативной нагрузки:

- Изгибающий момент от постоянной и длительной нормативной нагрузки

$$M_n = 1,3 \text{ тс м} = 1,3 / 1,0197162123\text{E-}07 = 12748645,00848 \text{ Н мм};$$

Растянутая продольная арматура:

- Площадь растянутой арматуры  $A_s = 390 \text{ мм}^2$ ;

Сжатая или наименее растянутая продольная арматура:

- Площадь сжатой арматуры  $A'_s = 390 \text{ мм}^2$ ;

**Результаты расчета:**

Определение нормативного сопротивления бетона

Класс бетона - В25.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний первой группы принимается по табл. 5.1 СП 52-101  $R_{bn} = 18,5 \text{ МПа}$  .

Нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний первой группы принимается по табл. 5.1 СП 52-101  $R_{btn} = 1,55 \text{ МПа}$  .

Расчетное сопротивление бетона

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию принимается по табл. 5.2 СП 52-101  $R_b = 14,5 \text{ МПа}$  .

Назначение класса бетона - по прочности на сжатие.

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению принимается по табл. 5.2 СП 52-101  $R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$  .

Расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний второй группы:  $R_{b, ser} = R_{bn} = 18,5 \text{ МПа}$  (формула (5.1); п. 5.1.9 СП 52-101 ).

Инв. № инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

42



Расчетное значение сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний второй группы:  $R_{bt, ser} = R_{btn} = 1,55$  МПа (формула (5.2); п. 5.1.9 СП 52-101 ).

Учет особенностей работы бетона в конструкции

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки:  $g_{b1} = 1$  (действие нагрузки непродолжительное по п. 4.9)

Конструкция бетонируется - в горизонтальном положении.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий попеременное замораживание и оттаивание бетона:  $g_{b3} = 1$  .

Для надземной конструкции, при расчетной температуре наружного воздуха в зимний период не менее -40 град.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения бетонных конструкций:  $g_{b4} = 1$  .

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию:

$$R_b = g_{b1} g_{b3} g_{b4} R_b = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 14,5 \text{ МПа .}$$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению:  $R_{bt} = g_{b1} R_{bt} = 1 \cdot 1,05 = 1,05$  МПа .

Определение значения начального модуля упругости бетона

Начальный модуль упругости принимается по табл. 5.4 СП 52-101  $E_b = 30000$  МПа .

Расчетные значения прочностных характеристик арматуры

Класс продольной арматуры - В500.

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению:  $R_s = 415$  МПа .

Расчетное сопротивление продольной арматуры сжатию:  $R_{sc} = 360$  МПа .

(действие нагрузки непродолжительное по п. 4.9)

Поперечная арматура - не рассматривается в данном расчете.

Нормативное значение сопротивления арматуры растяжению:  $R_{s, n} = 500$  МПа .

Значение модуля упругости арматуры

Модуль упругости арматуры:  $E_s = 200000$  МПа .

Характеристики арматуры при нагреве

Арматура А's - имеется.

Элемент - изгибаемый.

Тип конструкции - плита.

Для арматуры со стороны противоположной нагреву:

Нагрев - со стороны растянутого бетона.

Коэффициент условия работы растянутой арматуры при нагреве:  $g_{st} = 1$  .

Нормативное значение сопротивления арматуры растяжению при нагреве:

Инв. №	Взам. инв. №
подл.	
Изм.	Подпись и дата
№ док	
Лист	
№ док	
Подпись	
Дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

$R_{snt} = R_s, n_{gst} = 500 \cdot 1 = 500$  МПа (формула (5.8); п. 5.10 ).

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению при нагреве:

$R_{st} = R_s g_{st} = 415 \cdot 1 = 415$  МПа (формула (5.8); п. 5.10 ).

***Для арматуры со стороны нагрева:***

Расстояние от обогреваемой поверхности:  $z = a = 35$  мм .

Температура бетона в плитах (стенах) на расстоянии z от обогреваемой поверхности

Бетон - тяжелый на силикатном заполнителе.

Температура на расстоянии z от обогреваемой поверхности принимается по рис. А.2 в зависимости от z и  $T_{fr}$   $t_z = 547.5$  °С .

Конструкция - не является туннелем, в котором перевозят горючие жидкости или газы.

Конструкция - не предназначена для хранения каучука, синтетических материалов, масел, лаков, красок, сжиженного газа, бумаги, зерна или муки.

Коэффициент условия работы растянутой арматуры при нагреве принимается по табл. 5.5  $g_{st} = 0,255$  .

Коэффициент условия работы сжатой арматуры при нагреве:  $g'_{st} = g_{st} = 0,255$  .

Расчетное сопротивление продольной арматуры растяжению при нагреве:

$R_{St} = R_s g_{st} = 360 \cdot 0,255 = 91,8$  МПа (формула (5.8); п. 5.10 ).

По табл. 5.5  $b_s = 0,59725$ .

Модуль упругости арматуры при нагреве:

$E_{St} = E_s b_s = 200000 \cdot 0,59725 = 119450$  МПа (формула (5.10); п. 5.10 ).

***Расчет предела огнестойкости по потере несущей способности***

Приведенные размеры сечений

Глубина прогрева бетона до критической температуры принимается по рис. А.1 - А.2 в зависимости от h и  $T_{fr}$   $a_t = 40$  мм .

Рабочая высота сечения:  $h_0 = h - a = 200 - 35 = 165$  мм .

Рабочая высота сечения при нагреве со стороны сжатой зоны:

$h_{ot} = h_0 - a_t = 165 - 40 = 125$  мм .

Определение граничной относительной высоты сжатой зоны

$e_s, e_l = R_{St}/E_{St} = 415/119450 = 0,00347$  (формула (6.12); п. 6.2.7 СП 52-101 ).

$e_b, e_{ult} = 0,0035$  .

Граничная относительная высота сжатой зоны:

$x_R = 0,8 / (1 + e_s, e_l / e_b, e_{ult}) =$

$= 0,8 / (1 + 0,00347 / 0,0035) = 0,40172$  (формула (6.11); п. 6.2.7 СП 52-101 ).

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

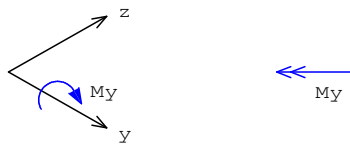
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

44

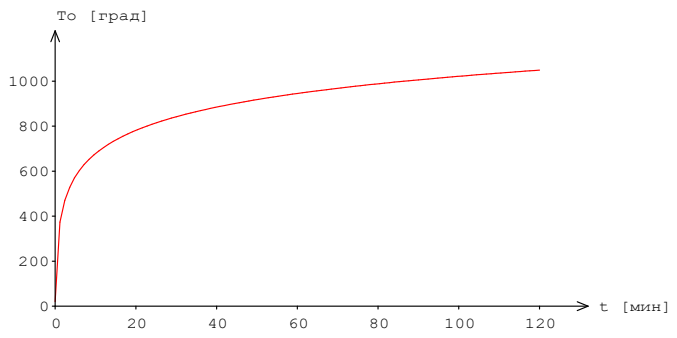




К N [кН/м]  $M_y$  [кН/м]  $M_y$  122.0

Материал	Бетон тяжелый на силикатном заполнителе			B25
	Плотность бетона сухой	$\rho$	= 2350	кг/м <sup>3</sup>
	Арматурная сталь			A500
	Нормативные сопротивления	согласно	СП 52-101-2003	
		$R_{bn}$	= 18.50	МПа
		$R_{sn}$	= 500	МПа

Расчет Согласно СТО 36554501-006-2006  
 Изменение температуры среды при пожаре принимается согласно ГОСТ 30247.0-94  
 Рассматривается нагрев нижней стороны сечения  
 Зависимость температуры среды от времени



Коэффициент запаса прочности  $g_u$

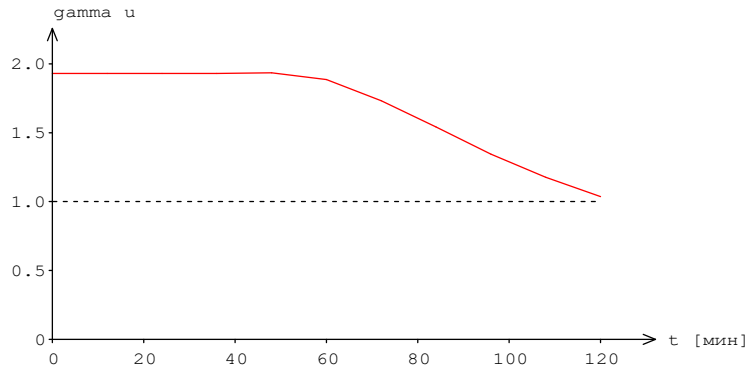
№	t [мин]	T <sub>0</sub> [град]	$g_u$
1	0	20	1.931
2	12	705	1.931
3	24	809	1.931
4	36	869	1.931
5	48	912	1.934
6	60	945	1.886
7	72	973	1.733
8	84	996	1.541
9	96	1016	1.345
10	108	1033	1.177
11	120	1049	1.036

Коэффициент запаса прочности  $g_u$

Инв. № подл.  
 Подпись и дата  
 Взам. инв. №

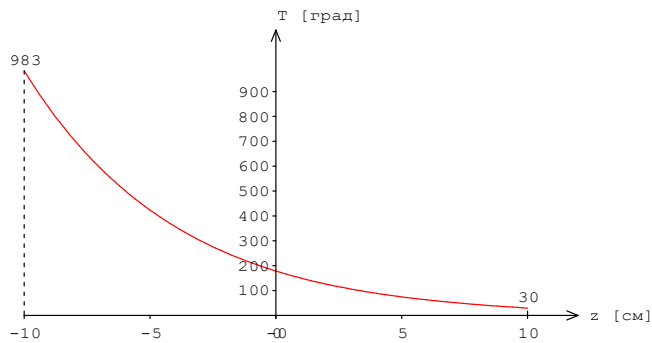
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

28004-107-113 корр4-П-КР

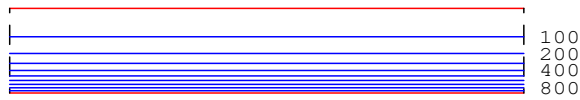


Температурное поле при  $t = 120$  мин

Температура  $T$  на оси  $z$



Изотермы



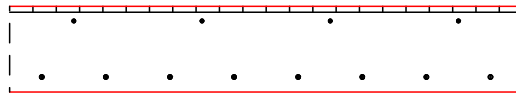
Расстояние от поверхности [мм]	(Температура)
133.2 (100)	93.5 (200)
53.4 (400)	40.3 (500)
20.4 (700)	12.3 (800)
	70.1 (300)
	29.5 (600)
	5.4 (900)

Несущая способность при  $t = 120$  мин

Предельные усилия

$N_u$ [кН/м]	$M_{yu}$ [кНм/м]	$g_u$
0.0	22.79	<b>1.036</b>

Сжатая зона



Кривизна

$$k_y = -0.33001 \quad 1/м$$

Деформации бетона

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
$\epsilon$	$s$	$T$	$\epsilon$	$s$	$T$
[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[град]
61.55		0.00	983	-4.45	-

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

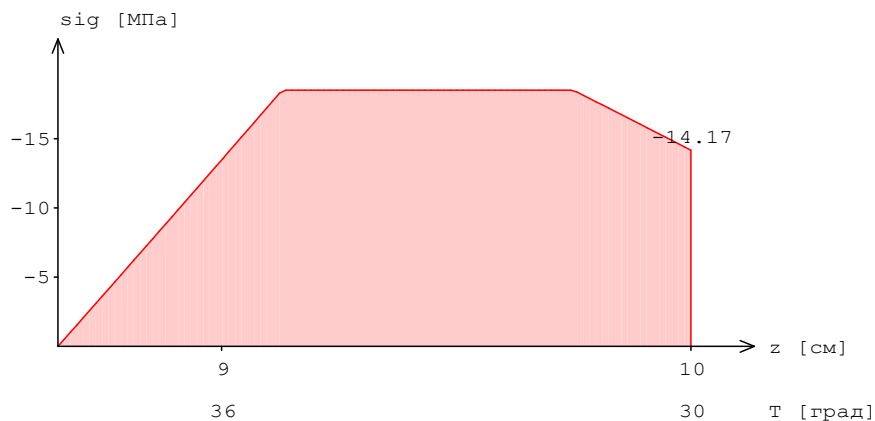
47

14.17 30

Деформации стали

Максимальная деформация			Минимальная деформация		
e	s	T	e	s	T
[%.]	[МПа]	[град]	[%.]	[МПа]	[град]
50.00		246.0	547	6.77	
500.0		56			

Напряжение в сжатом бетоне



**Вывод:** Огнестойкость сечения обеспечена.

### Расчет огнестойкости наружной стеновой панели

*Расчет наружной стеновой панели толщиной внутреннего слоя 140, утеплитель 170, наружной слой 70 мм. (на максимальное воздействие)*

#### **Информация о расчете:**

Расчет выполнен в соответствии с: п.п. 5.1.8 СП 52-101; 5.1.9 СП 52-101; 5.1.10 СП 52-101; 5.1.13 СП 52-101; 5.2.7 СП 52-101; 5.2.10 СП 52-101; 5.10; 8.2; 6.2.7 СП 52-101; 8.3 СТО 36554501-006-2006 Правила по обеспечению огнестойкости железобетонных конструкций

#### **Исходные данные:**

*В расчете принимается возможное максимальное воздействие равное 15-30 мин. (для E15)*

#### Огнестойкость:

- Длительность стандартного огневого воздействия принимаем  $T_{fr} = 30$  мин;

#### Номинальный диаметр вертикальной арматуры:

- Номинальный диаметр продольной арматуры  $d_s = 8$  мм; Основные сетки

#### Размеры в сечении, мм:

Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

48

- Высота сечения  $h = 140$  мм;

Горизонтальная арматура:

Стержневая арматура, диаметром 10 мм; Сжатая или наименее растянутая горизонтальная арматура - Стержневая арматура, диаметром 8 мм):

- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения  $a = 35$  мм;

- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения  $a' = 30$  мм;

Усилия от нормативной нагрузки:

- Изгибающий момент от постоянной и длительной нормативной нагрузки

$$M_n = 1,3 \text{ тс м} = 1,3 / 1,0197162123\text{E-}07 = 12748645,00848 \text{ Н мм};$$

Сжатая вертикальная арматура:

- Площадь растянутой арматуры  $A_s = 212 \text{ мм}^2$ ;

Наименее растянутая горизонтальная арматура:

- Площадь сжатой арматуры  $A'_s = 212 \text{ мм}^2$ ;

Согласно приложения А

Критерий хрупкого разрушения:

$$F = 1,16 \cdot 10^{-2} \frac{8,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1,95 \cdot 10^4 \cdot 2230 \cdot 0,053}{0,58 \cdot 1,11 \cdot 0,091} = 3,26.$$

Поскольку величина критерия хрупкого разрушения меньше 4-х, возможность наступления предела огнестойкости конструкций в результате хрупкого разрушения исключается [8, 11, 30]. Следовательно, предел огнестойкости панелей по потере целостности в результате хрупкого разрушения в течение 30 мин одностороннего теплового воздействия по стандартному температурному режиму не наступит.

Результаты расчета с принятым армированием составили:

См. таблицу 9

№ панели	$h_0$ мм	$\eta$	$a_{sr} \times 10^6$	$t_b$ °C	$e_1$ мм	$e$ мм	$M_n$ кНм	$x$ мм	$\frac{x}{h_0}$	$M_t$ кНм
нсп	140	1.03	14.00	45	22	75.5	68	46.7	0.33	108.3

Поскольку у данных панелей несущая способность в нагретом состоянии в течение 30 мин превышает величину момента от нормативной нагрузки (с поправкой на увеличения эксцентриситета – в связи с прогибом панели при нагревании), предел их огнестойкости составляет не менее R 30.

Выводы:

1. По результатам расчетов следует, что наружные несущие панели не потеряют несущую способность в течение 30 минут. Следовательно, их фактический предел огнестойкости по потери несущей способности составит не менее нормативного- R30.

Инв. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

2. Наружные несущие стеновые панели не будут претерпевать хрупкое разрушение и не прогреться до критической температуры бетона в течение 30 мин одностороннего стандартного теплового воздействия. Следовательно, их фактический предел огнестойкости по потере целостности составит не менее E30.

### Расчет огнестойкости внутренней стеновой панели

*Внутренняя стеновая панель толщиной слоя 160. (на максимальное воздействие)*

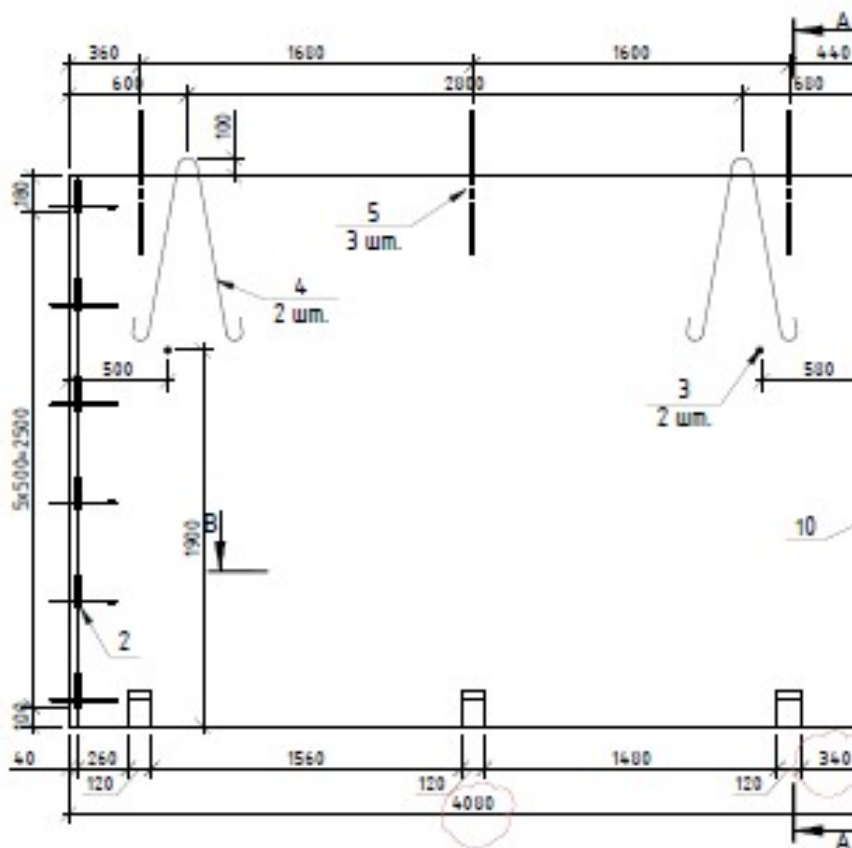


Схема армирования

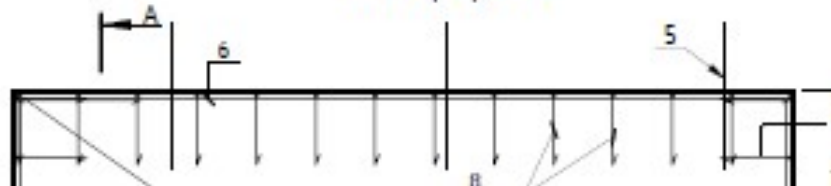


Рисунок 7 - Эскизы внутренней стеновой панели типа ВСГ-41.28.16-1,

Огнестойкость:

- Длительность стандартного огневого воздействия принимаем  $T_{fr} = 60$  мин;

Номинальный диаметр вертикальной арматуры:

- Номинальный диаметр продольной арматуры  $d_s = 6-8$  мм; Основные сетки

Размеры в сечении, мм:

Инв. № подл.
Подпись и дата
Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



- Высота сечения  $h = 160$  мм;

Горизонтальная арматура:

Стержневая арматура, диаметром 8-10 мм; Сжатая или наименее растянутая горизонтальная арматура - Стержневая арматура, диаметром 6- 8 мм):

- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S до грани сечения  $a = 35$  мм;

- Расстояние от равнодействующей усилий в арматуре S' до грани сечения  $a' = 30$  мм;

Усилия от нормативной нагрузки:

- Изгибающий момент от постоянной и длительной нормативной нагрузки

$$M_n = 1,8 \text{ тс м} = 1,8 / 1,0197162123\text{E-}07 = 17948645,00848 \text{ Н мм};$$

Сжатая вертикальная арматура:

- Площадь растянутой арматуры  $A_s = 242$  мм<sup>2</sup>;

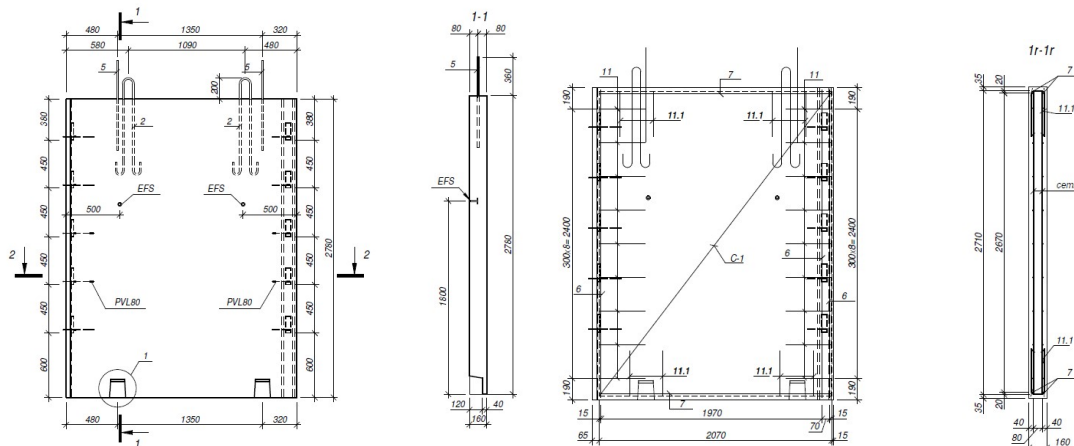
Наименее растянутая горизонтальная арматура:

- Площадь сжатой арматуры  $A's = 242$  мм<sup>2</sup>;

Согласно приложения А

Предел огнестойкости несущих внутренних вертикальных панелей лестничной клетки не менее REI 60, при толщине панели 160 мм обеспечивается расстоянием до ц.т. арматуры 35 мм, которая прогревается при пожаре длительностью 60 мин. по рис.А2 СТО 36554501-2006 не более чем до 340°C, что меньше критической температуры  $t_{s,cr}$  арматуры применяемой в диафрагм жесткости А500С - 520°C. Предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности I обеспечивается при одностороннем нагреве панели из тяжелого бетона при длительности огневого воздействия до 300 мин указан на рис.7.1 СТО 36554501-2006 Длительность стандартного пожара 60 мин, минимальная толщина стены составляет 75 мм. **Соответственно выполнены условия обеспечения для данных панелей REI 60. Тип панелей ВСГ-\*\*.30.16-1 и ВСД-\*\*.30.16-1, 39\*31- \*16, \*01,\*02.**

### Расчет огнестойкости стеновой панели лифтовой шахты



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
--------------	----------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

51

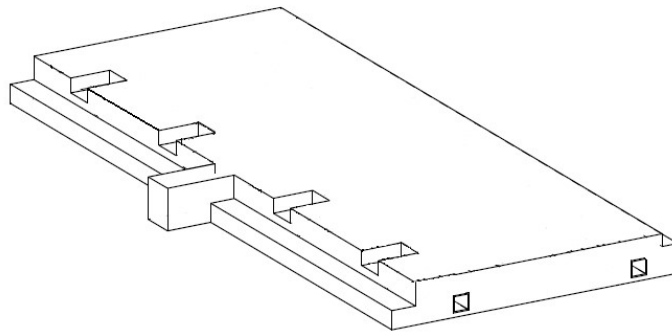


материалы:

КЖИ-09 - чертеж "Лист 9.", шифр 28004-105/2014- КЖ.И-09- ЛП 3;

- чертеж "Лист 12-13.", шифр 28004-105- КЖ.И-09- ЛМ 2-3.

Эскизы конструкции лестничной площадки типа ЛП 3 представлены на рисунке 1. Класс бетона – В25. Класс рабочей арматуры - В500. Армирование лестничной площадки приведено на рисунке 2. Конструкция лестничной площадки представляет собой монолитную железобетонную коробчатую конструкцию. Опираение площадки лестничных маршей на стены производится по двум сторонам посредством закладных деталей из двутавра № 10. Нормативная нагрузка на площадку от постоянной и длительной временной нагрузок - 0,41 т/м<sup>2</sup>. Защитный слой бетона нижней арматуры плиты составляет 25 мм.



Б)

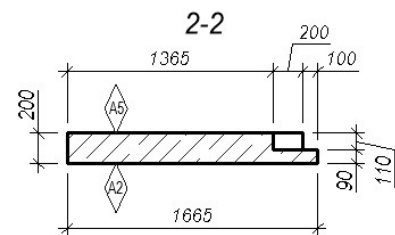
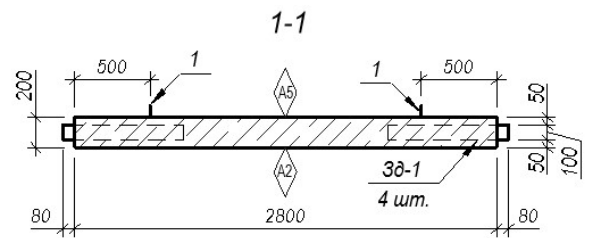
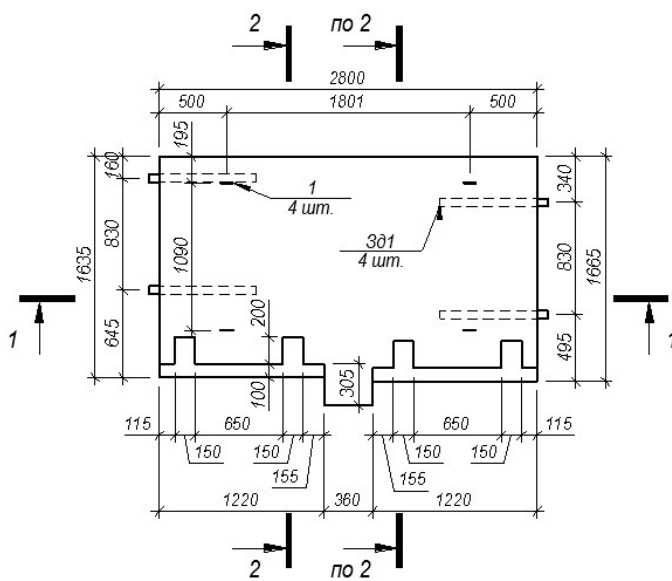


Рисунок 1- Эскизы плиты лестничной площадки типа ЛП 1

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подпись и дата					28004-107-113 корп4-П-КР	Лист 53
		Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись		

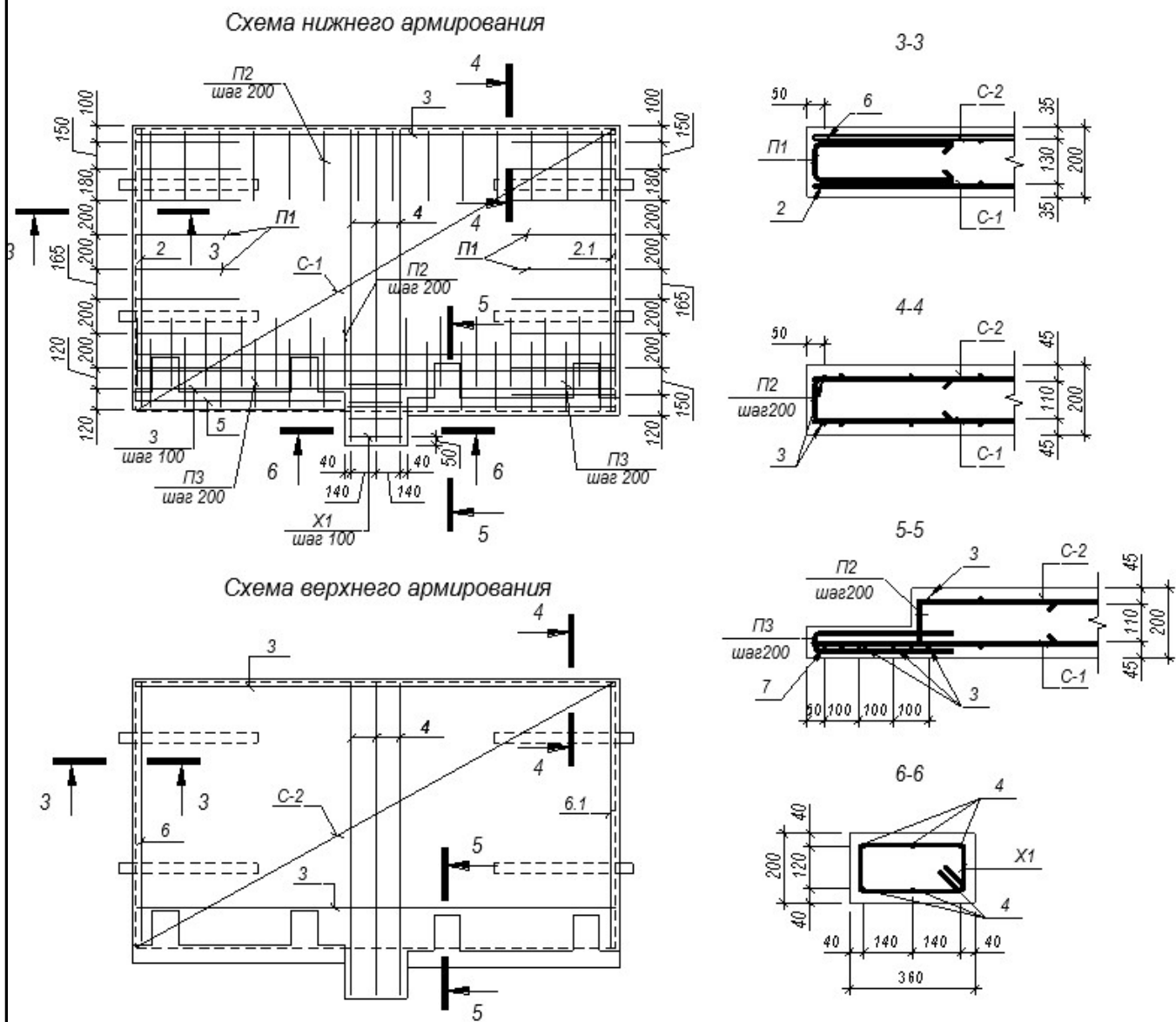


Рисунок 2 – Армирование

Производим определение соответствия огнестойкости конструкции требованиям, предъявляемым к зданиям III степени огнестойкости. В соответствии с таблицей 21 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности №123-ФЗ [1] для зданий III степени огнестойкости требуемый предел огнестойкости лестничных площадок составляет R60, класс пожарной опасности K0. Требуемый предел огнестойкости лестничных площадок устанавливается REI60.

При проведении расчетов предполагалось, что конструкции лестничных площадок подвергаются тепловому воздействию пожара с одной (нижней) стороны.

#### Предел огнестойкости по несущей способности

Толщина защитного слоя бетона на стальных закладных деталях, посредством которых осуществляется опирание на стены, составляет 60 мм. В соответствии с рисунком 4 ([2], рисунок А.1) на 60 минуте воздействия стандартного температурного режима пожара

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Подпись и дата				Лист		
		Изм.	Кол.уч	Лист	№ док		Подпись	Дата
							28004-107-113 корп4-П-КР	54



$W_b=0,026$  кг/кг;

Объёмная эксплуатационная влажность  $W_{э} = W_b \rho_{10-3} = 0,026 \cdot 2374 \cdot 10^{-3} = 0,061$  кг/кг;

Содержание крупного заполнителя в бетоне  $911/2524 \cdot 100 = 36,1$  %.

По данным таблицы 2 (таблица 9.1 [2])  $K_{11} = 0,54$  МН · м<sup>3/2</sup>;

Коэффициент теплопроводности бетона при температуре 250

$\lambda_{bt} = 1,2 - 0,00035 \cdot 250 = 1,11$  Вт·м<sup>-1</sup>·°С<sup>-1</sup>,

Водоцементного отношение В/Ц = 160/445 = 0,36;

Пористость бетона при В/Ц < 0,4  $\mu = (В/Ц \cdot 8 \cdot 10^{-4}) \cdot Ц = (0,36 \cdot 8 \cdot 10^{-4}) \cdot 445 = 0,128$ ;

Критерий хрупкого разрушения бетона  $F$  определяется по формуле:

$$F = \frac{a \cdot \alpha_{bt} \cdot E_{bt} \cdot \rho \cdot W_{\dot{y}}}{\hat{E}_1^1 \cdot \lambda \cdot i} = \frac{1,16 \cdot 10^{-2} \cdot 8,25 \cdot 10^{-6} \cdot 2,16 \cdot 10^4 \cdot 2374 \cdot 0,061}{0,54 \cdot 1,11 \cdot 0,128} = 3,90$$

**Следовательно, при эксплуатации здания хрупкого разрушения бетона во время пожара не происходит.**

#### **Предел огнестойкости по теплоизолирующей способности**

В соответствии с рисунком 6 , критическая температура 160 оС необогреваемой поверхности плиты толщиной 200 мм достигается более чем на 300 минуте теплового воздействия стандартного температурного режима пожара.

**Следовательно, предел огнестойкости по теплоизолирующей способности конструкции стены составляет не менее 60 минут.**

Эскизы конструкции лестничных маршей типа ЛМ02 представлены на рисунках 1 и 2. Схема армирования представлена на рисунке 3. Класс бетона по прочности – В40. Рабочая продольная арматура Ø12 А500С. Защитный слой бетона арматуры составляет 25 мм.

Минимальная толщина ступеней составляет 150 мм.

Нормативная нагрузка на площадку от постоянной и длительной временной нагрузок - 0,41 т/м<sup>2</sup>.

Защитный слой бетона нижней арматуры плиты составляет 25 мм.

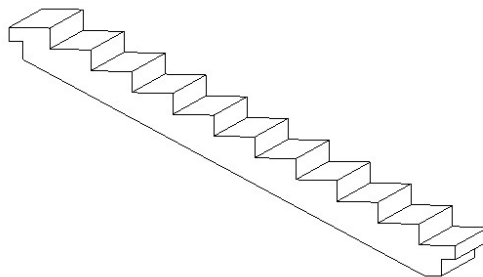


Рисунок 3 – Эскиз лестничного марша типа ЛМ 2

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корп4-П-КР

Лист

56



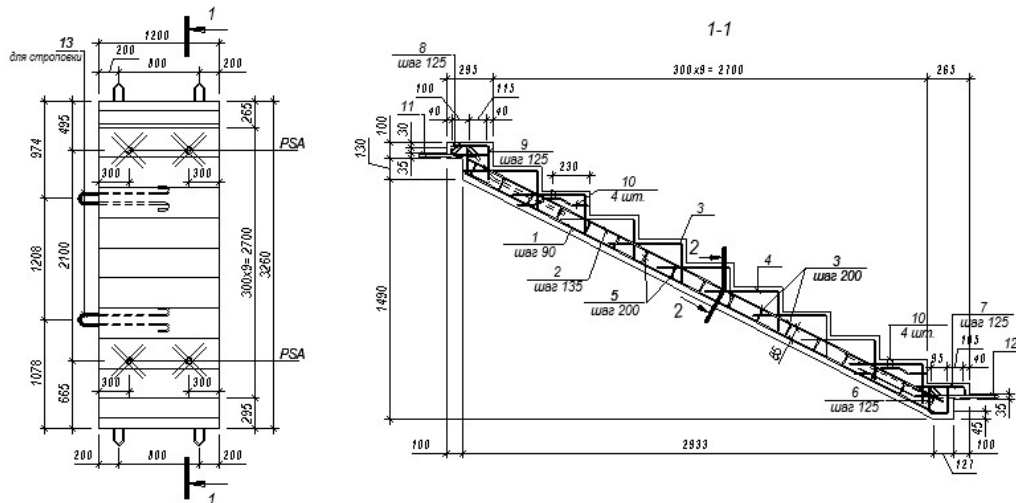


Рисунок 4 - Эскизы лестничного марша типа ЛМ 2

Конструкция должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к зданиям III степени огнестойкости. В соответствии с таблицей 21 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности №123-ФЗ [1] для зданий III степени огнестойкости требуемый предел огнестойкости лестничных маршей составляет R60, класс пожарной опасности K0. Требуемый предел огнестойкости лестничных маршей устанавливается REI60.

Для определения зависимости прогрева  $a_t$  до критической температуры тяжелого бетона на силикатном заполнителе 500 °С при воздействии стандартного температурного режима пожара приведена на рисунке 6. При большой ширине балки глубина прогрева бетона стремится к глубине прогрева бетона при одностороннем прогреве. При времени воздействия 60 минут глубина прогрева плиты большой толщины составляет 20 мм.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					28004-107-113 корр4-П-КР	Лист
			Изм.	Кол.уч	Лист	№ док		Подпись

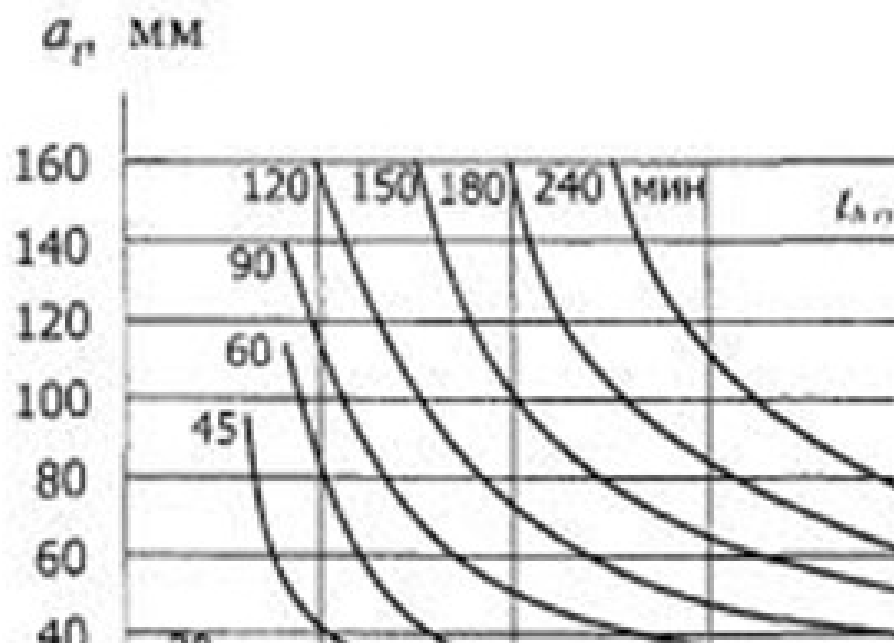


Рисунок 6 - Глубина прогрева  $a_t$  до критической температуры тяжелого бетона в балке при воздействии стандартного температурного режима пожара (рисунок 8.2 [3])

Поскольку плиты лестничных маршей опираются по двум противоположным сторонам, прочность плиты определяется как прочность балки.

Максимальный момент в середине пролёта:

$$M_n = \frac{q \cdot l_0^2}{8} \quad (9)$$

где  $l_0$  - пролёт лестничного марша.

За нормативную нагрузку (пункт 4.9[1]) принимается непродолжительное действие постоянных и временных длительных нагрузок с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma = 1$ , которые существенно влияют на напряженное состояние железобетонной конструкции при пожаре. В тех случаях, когда нельзя установить значение усилий от нормативной нагрузки, разрешается принимать их равными 0,7 от расчетных. Расчетная схема приложения нормативной нагрузки должна соответствовать проекту.

За постоянную нагрузку принимается нагрузка от собственного веса. Коэффициент надежности по нагрузке железобетонных конструкций с плотностью свыше 1600 кг/м<sup>3</sup> принимается 1,1 (пункт 7.2[4]).

Инв. №	Взам. инв. №
№ подл.	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
------	--------	------	-------	---------	------





В соответствии с рисунком 8 , критическая температура 160 °С необогреваемой поверхности плиты толщиной 150 мм достигается на 230 минуте теплового воздействия стандартного температурного режима пожара.

**Следовательно, предел огнестойкости по теплоизолирующей способности конструкции стены составляет не менее 60 минут.**

Конструкция лестничных маршей типа ЛМ-3 не менее REI60 и класс пожарной опасности К0 (45).

Предел огнестойкости всех конструкций по теплоизолирующей способности обеспечивается температурой бетона на необогреваемой поверхности менее 160°С, согласно результатам теплотехнических расчетов, приведенных в СТО 36554501-2006.

Таблица 9 – Сведения об огнестойкости строительных конструкций

№ п/п	Наименование	Расстояние от оси арм. до нагреваемой грани бетона	Огнестойкость, требуемая по 123 - ФЗ табл. 21	Огнестойкость по СТО 36554501-006-2006 по п. 4.12	Проектная огнестойкость, не менее	Примечание
1	Внутренние стеновые панели	30 мм	REI45	R60	REI60	
2	Монолитные перекрытия	35 мм	REI 45	REI 45	REI 45	
3	Лестничные марши	35 мм	R45	R60	R60	
4	Лестничные площадки	20 мм	R45	R60	R60	
5	Наружные стены(панели)	-	E15	-	E15	

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата





Таблица 10 – Расчет температуры воздуха наиболее холодной пятидневки, СПб

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С	Ранжированный ряд температур	Порядковый номер в ряду, m	Средний порядковый номер, m <sub>ср</sub>	Обеспеченность в долях единицы, p
1	2	3	4	5
-31,7	-31,5	1	1	0,99
-28,9	-29,0	2	2,5	0,96
-28,9	-29,0	3		
-28,4	-28,5	4	4	0,94
-26,4	-26,5	5	5	0,92
-26,0	-26,0	6	6	0,91
-25,7	-25,5	7	7	0,89
-25,1	-25,0	8	8	0,88
...				
-12,7	-12,5	55		
-12,6	-12,5	56	56	0,11
-12,6	-12,5	57		
-12,1	-12,0	58	58	0,07
-11,6	-11,5	59	59	0,06
-10,9	-11,0	60	60,5	0,04
-11,1	-11,0	61		
-10,4	-10,5	62		

Согласно СНиП 23-01, климатические параметры Санкт-Петербурга следующие:

- расчетная температура наружного воздуха, определяемая по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, равна минус 26 °С;
- продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой наружного воздуха 8 °С равна а = 220 суток;
- средняя температура наружного воздуха за отопительный период b = минус 1,8 °С.

Согласно ГОСТ 30494 и СанПиН 2.1.2.1002, оптимальная расчетная температура внутреннего воздуха жилого здания с = 20 °С.

Согласно СНиП 23-02, расчетная относительная влажность внутреннего воздуха из условия не выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений равна 55 %.

Вычисляем градусо-сутки отопительного периода согласно формуле

$$Dd = (c - b)a = (20 + 1,8) 220 = 4796 \text{ °С} \times \text{сут.}$$

Инв. № подл.

Подпись и дата

Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

Для цокольного этажа:

$$Dd_{ц} = (c - b)a = (12 + 1,8) 220 = 3036 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{сут.}$$

$$R_o^{TP} = 1,2 \text{ м}^2\text{C}^0/\text{Вт} \text{ - согласно СНиП П-3-79* (таблица 9).}$$

$$R_o^{TP, \text{эф}} = 2 \text{ м}^2\text{C}^0/\text{Вт} \text{ - согласно СНиП 23-02-2003 (таблица 4) .}$$

В Санкт-Петербурге сопротивление теплопередачи в жилых зданий согласно СНиП (23-02-2003)  $R_{0э} = 3,08 \text{ м}^2\text{C}^0/\text{Вт}$ , по требованию заказчика  $4,00 \text{ м}^2\text{C}^0/\text{Вт}$  и коэф. теплотехнической однородности  $\gamma = 0,9$ .

Сопротивление теплопередачи строительной ограждающей конструкции  $R_o$  вычисляется по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_B} + R_k + \frac{1}{\alpha_H}, \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

$$\frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{8,7} = 0,115 \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

$$\frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{23} = 0,043 \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

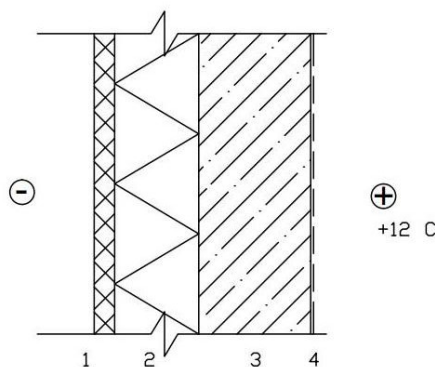


Рисунок 7 – Разрез цокольной стены

80 мм - 1 железобетонная плита;

150 мм - 2 утеплитель пенополистирол (теплопроводность 0,039);

140 мм - 3 железобетонная плита;

20 мм - 4 отделка поверхности (штукатурка).

$$R_k = \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,14}{2,04} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,08}{2,04} = 0,022 + 0,074 + 3,85 + 0,034 = 3,98 \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

$$R_o = 0,115 + 3,98 + 0,043 = 4,138 \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

$$R_{0r} = R_o \cdot \gamma$$

$$R_{0r} = 4,138 \cdot 0,9 = 3,724 \frac{\text{м}^2\text{C}^0}{\text{Вт}}$$

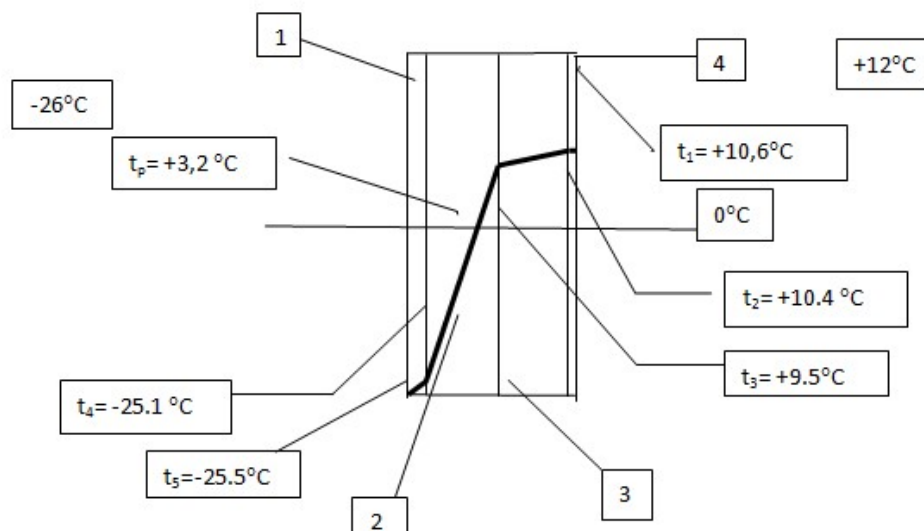
Учитывая температуру нежилого помещения + 12С, а также коэффициент теплотехнической однородности  $\gamma = 0,9$ .

Рекомендуется применить толщину утепляющего слоя более 150 мм.

Инв. № инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

### Расчет точки росы



Точка росы  $t_p=3,2^\circ\text{C}$ .

Таблица 11 – Расчет сопротивления теплопередачи

№ слоя	Наименование слоя	$\delta$ , м	$\lambda$ , Вт/м $^\circ$ С	$R$ , м $^2$ $^\circ\text{C}$ /Вт
4	Штукатурка цементно-песчаная	0,02	0,93	0,022
3	Плита железобетонная	0,14	2,04	0,074
2	Пенополистирол	0,15	0,039	3,85
1	Плита железобетонная	0,08	2,04	0,034
Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0$				3,173
Приведенное сопротивление теплопередаче с учетом теплотехнической однородности конструкции				2,856

Коэффициент теплотехнической однородности конструкции  $r=0,9$  при общей толщине конструкции 390 мм  $R_0 > R_0^{TP}$ , что соответствует требованиям СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



Температура

Влажность

Климатические параметры снаружи помещения

Выбранные

Самый холодный месяц

Температура

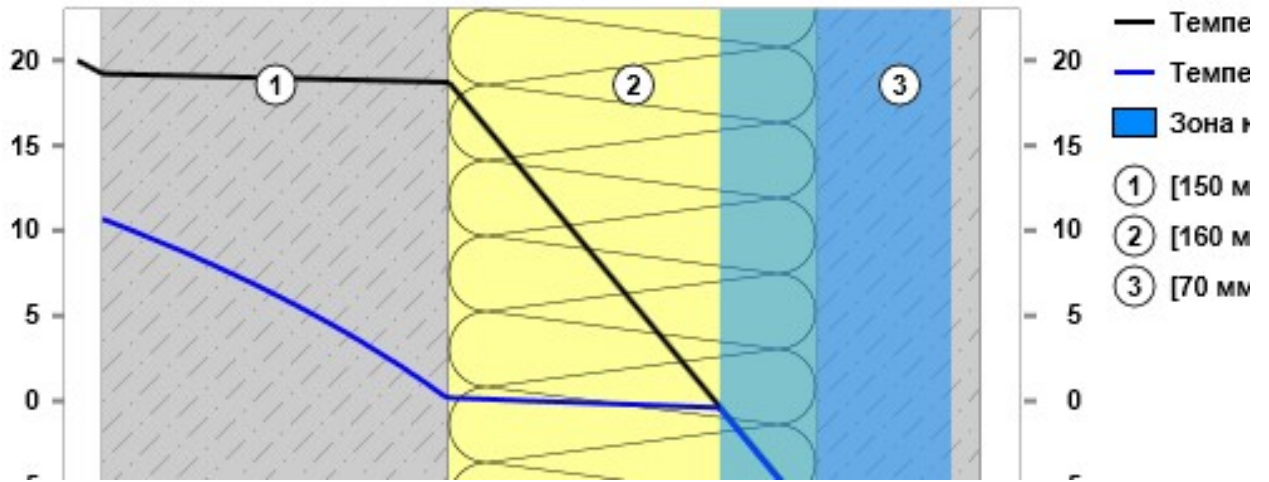
Влажность

- Тепловая защита
- Влагонакопление
- Теплотери

Сопротивление теплопередаче: 4.08 (м<sup>2</sup>•°С)/Вт

график

(°С)



Слои конструкции (изнутри наружу)

№	Тип	Толщина	Материал	$\lambda$	R	Tmax	Tmin
			Сопротивление тепловосприятию		0.11	20.0	19.2
1		140	Железобетон	2.04	0.07	19.2	18.7
2		170	Минеральная (каменная) вата 75-120 кг/м <sup>3</sup>	0.042	3.81	18.7	-7.3
3		70	Железобетон	2.04	0.03	-7.3	-7.5
			Сопротивление теплоотдаче		0.04	-7.5	-7.8

Термическое сопротивление ограждающей конструкции

3.92

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции [R]

**4.08**

Требуемое сопротивление теплопередаче

Санитарно-гигиенические требования [R<sub>c</sub>]

**1.32**

Нормируемое значение поэлементных требований [R<sub>э</sub>]

**1.94**

Базовое значение поэлементных требований [R<sub>т</sub>]

**3.08**

Санитарно-гигиенические требования: R > R<sub>c</sub>

Ограждающая конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническим нормам по тепловой защите.

Поэлементные требования: R > R<sub>т</sub>

Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата

28004-107-113 корр4-П-КР

Лист

67

Ограждающая конструкция удовлетворяет нормам по тепловой защите вне зависимости от иных требований. Сопротивление теплоизоляции превышает  $R_t$  в 1.32 раза. Такая тепловая защита оправдана, если энергоноситель для Вашей системы отопления чрезвычайно дорог или Ваша цель - строительство "пассивного" дома. В остальных случаях затраты на достижение подобного уровня тепловой защиты могут оказаться экономически неоправданными

### Кровля

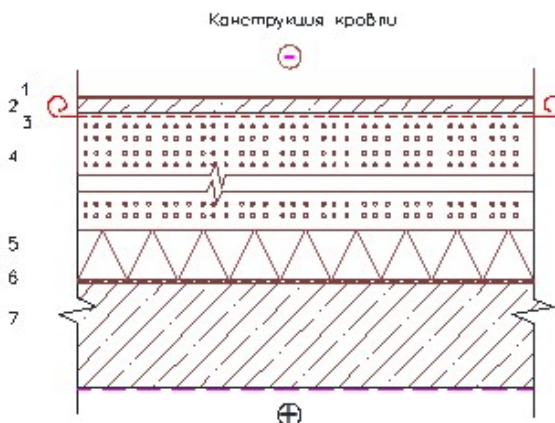


Рисунок 8 – Разрез по кровле

1. Гидроизоляция 2 слоя
2. 2 листа ЦСП 12мм\*24 мм
3. Геотекстильный фильтр
4. Керамзитовый слой 180...360 мм (теплопроводность 0,14)
5. Техноколь XPS 30 -170мм  $\lambda=0,031$
6. Пароизоляция
7. Монолитная железобетонная плита 200 мм

Требуемое сопротивление теплопередаче 6,67

$$\delta_{ум} = \left[ R_{о.эН}^{mp} - \left( \frac{1}{\alpha_v} + \sum \frac{\delta_i}{\gamma_{ум}} + \frac{\delta_{ум}}{\gamma_{ум}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]$$

Утеплитель для кровли применяется с большей плотностью

$$R_{общ} = \frac{0,20}{2,04} + \frac{0,17}{0,031} + \frac{0,24}{0,14} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,08}{0,21} = 0,108 + 4,444 + 1,714 + 0,043 + 0,381 = 6,69$$

$$R_0 = 0,115 + 6,69 + 0,043 = 6,848 \frac{m^2 C^0}{Вт}$$

Минимальная толщина утеплителя принята 170мм.

Инв. №	Взам. инв. №
№ подл.	Подпись и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата



## Перекрытие между подвалом и первым этажом

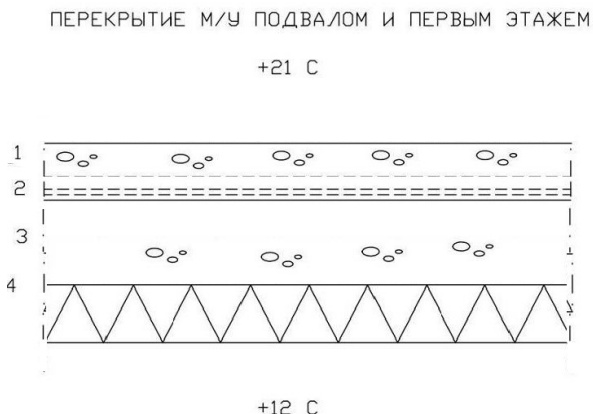


Рисунок 9 – Разрез перекрытия между подвалом и первым этажом

1. Бетонная стяжка 30 мм.
2. Пароизоляция.
3. Монолитная железобетонная плита 200 мм.
4. Теплоизоляция 100 мм (теплопроводность 0,039).

Согласно СНиП 23-02 приведенное сопротивление теплопередаче должно быть не ниже Нормируемых значений Нормируемое значение теплопередачи между подвалом и первым этажом равно 4.16 м<sup>2</sup>С<sup>0</sup>/Вт, (при неотапливаемом подвале) таблица 4 СНиП 23-02-2003 г.

Так как принята температура в подвале +12 градусов для достижения комфортных условий проживания требуемое сопротивление теплопередачи определяется по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{(t_b - t_n) \cdot n}{\Delta t^H \cdot \alpha_b}$$

где  $t_b$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий ГОСТ12.1.005-88;

$t_n$  - расчетная температура в подвале, °С

$n$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

$\Delta t^H$  - нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С

$\alpha_b$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения,  $\frac{Вт}{м^2С^0}$

$$R_0^{mp} = \frac{(21-12) \cdot 1}{2 \cdot 8,7} = 0,517 \frac{м^2С^0}{Вт}$$

Рассчитываем общее сопротивление теплопередачи предлагаемой конструкции перекрытия:

$$R_k = \sum \frac{\delta_i}{\gamma_i}$$

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата





## 11. Список использованных источников.

1. СП 20.13330.2011 “Нагрузки и воздействия”.
2. СП 63.13330.2012 "СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения".
3. СП 52-102-2004 “Предварительно напряженные железобетонные конструкции”.
4. СП 22.13330.2011. “Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*”
5. СТО 36554501-006-2006 “Правила по обеспечению огнестойкости и огне сохранности железобетонных конструкций”. – М.: ФГУП «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО», 2006.
6. СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции".
7. СП 12-01-2004 "Организация строительства", с соблюдением техники безопасности по СП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1" и СП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2".
8. Пособие по проектированию жилых зданий Вып. 3 Часть 1 Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85).
9. СП 50-101-2004 "Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений".
10. СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".
11. Ханджи В.В. Расчет многоэтажных зданий со связевым каркасом. М., Стройиздат, 1977, 187с.
12. ВСН 32-77 Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. М., Стройиздат, 1978, 178с.
13. Серия 1.022 КЛ-2 выпуск 1.Л., ЛЕННИИПРОЕКТ, 1982.
14. Федеральный закон №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008
15. Альбом ИЖ 568-05 г. Москва рег.№2265

Инв. № подл.	Взам. инв. №						Лист
Подпись и дата						28004-107-113 корр4-П-КР	72
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата		