

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Архитектурно-строительный институт

Кафедра

«Строительные конструкции и сооружения»

Работа проверена

Допустить к защите

Рецензент

Заведующий кафедрой Мишнев М.В.

« ____ » _____ 2021 г.

« ____ » _____ 2021 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Тема: _____

ЮУрГУ-Д

000 ПЗ

Консультанты:

Руководитель работы

по архитектуре

Карякин А.А.
проф., к.т.н.

« ____ » _____ 20__ г.

« ____ » _____ 20__ г.

по технологии строит. произ-ва

Автор работы

« ____ » _____ 20__ г.

студент группы **АС-654**

Хохлов Илья Дмитриевич

по организации строительства

« ____ » _____ 20__ г.

« ____ » _____ 20__ г.

по экономике

Нормоконтролер

« ____ » _____ 20__ г.

« ____ » _____ 20__ г.

по безопасности жизнедеятельности

« ____ » _____ 20__ г.

Челябинск
2021

Роза ветров. Челябинск. Январь. Июль

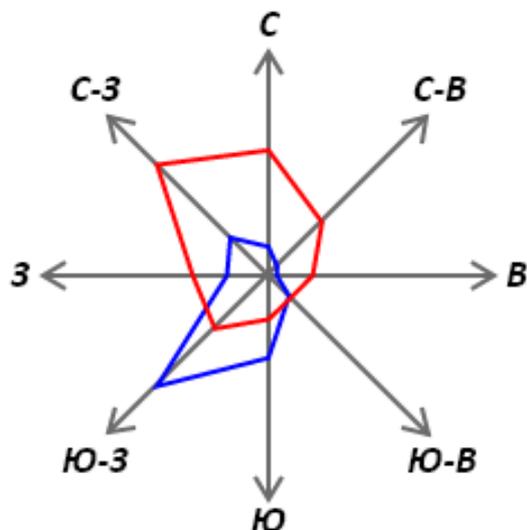


Рис. 1.1 – Роза ветров г. Челябинск

Табл. 1.1 – Повторяемость направлений ветра в январе

в январе, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
7	3	2	7	20	38	10	13

Табл. 1.2 – Повторяемость направлений ветра в июле

в июле, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
20	12	7	5	7	12	12	25

1.3 Генеральный план

Участок строительства расположен в центральном районе рядом с пересечением улиц Труда и Свободы, недалеко от реки Миасс. Заезд на территорию осуществляется с улицы Свободы.

На генеральном плане изображены: проектируемое здание, автомобильные дороги, пешеходные тротуары, элементы благоустройства и озеленение участка, насосная.

На цокольном этаже расположена подземная парковка, помещения технического назначения и помещения банка. Предусмотрена защита конструкций в виде отбойников и накладок на колонны. Въезд на парковку и выезд с неё осуществляется с северной стороны. Там же расположен вход на лестницу высотной части здания, вход на лестницу банка и вход в служебные помещения. С северо-восточной части обустроены два входа в служебные помещения. Имеется два дополнительных эвакуационных выхода с парковки непосредственно на улицу с западной и с восточной сторон здания.

Таблица 1.4 – Экспликация помещений цокольного этажа

№п/п	Наименование	Площадь, м ²
001	Помещение стоянки	1374,4
002	Вентпомещение	35,4
003	Вентпомещение	51,1
004	Электрощитовая	25,2
005	Насосная	134,6
006	Насосная пожаротушения	59,5
007	Диспетчерская	21,3
008	Помещение охраны	6,4
009	Электрощитовая	16,5
010	Подсобное помещение	32,1
011	Электрощитовая	12,1
012	Офисное помещение	12,4
013	Офисное помещение	19,4
014	Насосная	15,4
015	Тамбур	2,9
016	Санузел	2,8
017	Вентпомещение	35,9
018	Коридор	9,8
019	Тамбур	2,1

020	Тамбур	3,9
021	Коридор	8,4
022	Коридор	7,3
023	Тамбур-шлюз	8,24
	Итого:	1896,0

На первом этаже здания расположены помещения магазина, отделение банка, комнаты персонала и подсобные помещения. Главный вход расположен с северо-восточной части здания и ведет в вестибюль. Со стороны улицы Свободы имеется вход в служебные помещения ресторана, заезд в загрузочную магазина, а также два служебных входа в помещения магазина и один эвакуационный выход из торгового зала. Главных вход в торговый зал направлен на юг. Вход в банк возможен через вестибюль или по лестнице с цокольного этажа.

Таблица 1.5 – Экспликация помещений 1 этажа

№п/п	Наименование	Площадь, м ²
101	Кабинет	36,7
102	Кабинет	43,3
103	Кабинет	36,9
104	Кабинет	36,9
105	Кабинет	28,2
106	Кабинет	19,4
107	Санузлы	18,8
108	Фойе	152,7
109	Подсобное помещение	21,9
110	Подсобное помещение	1,8
111	Вестибюль	268,2
112	Коридор	7,8
113	Санузел для инвалидов	4,3
114	Санузлы	14,9

115	Коридор	15,3
116	Кладовая	6,3
117	Помещение охраны	10,6
118	Коридор	14,1
119	Торговый зал	816,6
120	Гардеробная	22,1
121	Бельевые	2,3
122	Контора	16,6
123	Коридор	57,0
124	Душевая	2,6
125	Санузел	3,5
126	Подсобное помещение	2,3
127	Кулинария	20,2
128	Зав. производством	8,6
129	Охлаждаемая камера	11,6
130	Охлаждаемая камера	12,3
131	Подсобное помещение	4,9
132	Подсобное помещение	4,4
133	Помещение персонала	8,3
134	Кладовая	7,5
135	Кладовая непродовол. товаров	16,7
136	Моечная инвентаря	9,1
137	Подготовка товара к продаже	9,6
138	Загрузочная	39,4
139	Кладовая тары	3,6
140	Камера для мусора	2,4
141	Подготовка овощей	7,9
142	Камера овощей	9,1
143	Кладовая напитков	12,7
144	Кладовая консервов	17,5
145	Фасовочная	17,7

146	Яйцебитная	2,7
147	Тамбур	5,4
148	Тамбур	2,9
149	Серверная	6,6
	Итого:	1902,2

На втором этаже располагаются оздоровительный комплекс и отделение банка. Из кафе, над которым расположен купол, имеется три выхода на эксплуатируемую кровлю первого этажа. Ещё по одному проходу на крышу первого этажа расположены в тренажерном зале, зале аэробики и с западной стороны через коридор. С западной эксплуатируемой крыши здания предусмотрена эвакуационная открытая лестница с крыши сразу на улицу. Вход в банк осуществляется так же, как и на первом этаже. Попасть в вестибюль второго этажа можно воспользовавшись лифтом или лестницей.

Таблица 1.6 – Экспликация помещений 2 этажа

№п/п	Наименование	Площадь, м ²
201	Тренажерный зал	304,1
202	Кафе	136,3
203	Подсобное помещение	13,4
204	Кладовая	6,6
205	Подсобное помещение	8,2
206	Кабинет врача	17,0
207	Фитнес-клуб	49,2
208	Зал аэробики	108,4
209	Раздевалка	30,5
210	Санузел	11,6
211	Санузел	10,4
212	Душевая	9,6
213	Санузел	1,9

214	Душевая	9,3
215	Санузел	1,9
216	Раздевалка	27,3
217	Тренерская	9,2
218	Гардероб	28,2
219	Санузел	2,8
220	Санузел	2,8
221	Коридор	20,2
222	Вестибюль	380,4
223	Гардероб	5,3
224	Приемная салона красоты	42,7
225	Комната персонала	12,1
226	Солярий	8,0
227	Подсобные помещения	11,1
228	Парикмахерская	74,6
229	Массажный кабинет	23,8
230	Санузел	2,2
231	Санузел	1,8
232	Подсобное помещение	3,2
233	Санузел	7,6
234	Санузел	8,1
235	Кабинет	44,4
236	Кабинет	45
237	Кабинет	45
238	Кабинет	22
239	Кабинет	25,6
240	Фойе	121,7
241	Косметологический кабинет	32
242	Педикюрный кабинет	13,4
243	Коридор	12,9
244	Подсобное помещение	11,1

245	Коридор	27,9
246	Душевая	3,1
247	Тамбур	4,3
248	Душевая	2,5
249	Тамбур	5,2
	Итого:	1805,9

На третьем этаже расположены помещения ресторана и залы совещаний. Вход залы совещаний возможен через вестибюль или по лестнице с первого или верхних этажей, предусмотрен эвакуационный выход на эксплуатируемую крышу второго этажа. Вход посетителей в ресторан осуществляется через вестибюль. Вход персонала возможен через лестницу ресторана. Предусмотрено два выхода из ресторана на эксплуатируемую крышу, где расположены столики на открытом воздухе. С западной стороны есть лестница для выхода на крышу третьего этажа. Южнее предусмотрен эвакуационный выход по открытой лестнице непосредственно на улицу. Попасть в вестибюль третьего этажа можно на лифте или по лестнице.

Таблица 1.7 – Экспликация помещений 3 этажа

№п/п	Наименование	Площадь, м ²
301	Зал совещаний на 50 мест	304,1
302	Зал совещаний на 30 мест	136,3
303	Комната переговоров	13,4
304	Подсобное помещение	6,6
305	Санузел	8,2
306	Санузел	17,0
307	Коридор	49,2
308	Холл	108,4
309	Моечная	30,5
310	Гардероб	11,6

311	Артистическая	10,4
312	Ресторан на 100 мест	9,6
313	Раздаточная	1,9
314	Буфетная	9,3
315	Моечная столовой посуды	1,9
316	Холодный цех	27,3
317	Горячий цех	9,2
318	Доготовочный цех	28,2
319	Кладовая бара	2,8
320	Зав. производством	2,8
321	Тамбур	20,2
322	Комната для курения	380,4
323	Санузел	5,3
324	Санузел	42,7
325	Подсобное помещение	12,1
326	Вентпомещение	8,0
327	Вентпомещение	11,1
328	Коридор	74,6
329	коридор	23,8
	Итого:	1366,9

Четвертый этаж и вышележащие являются типовыми. На них расположены офисные кабинеты. Для перемещения по этажам в здании предусмотрены две лестницы и две группы лифтов.

Таблица 1.8 – Экспликация помещений типового этажа

№п/п	Наименование	Площадь, м ²
401	Кабинет	36,7
402	Кабинет	41
403	Кабинет	47,1

404	Кабинет	59,5
405	Кабинет	54,3
406	Кабинет	48,9
407	Кабинет	30,6
408	Кабинет	44,6
409	Кабинет	24,7
410	Санузел	9,3
411	Санузел	11,8
412	Лифтовой холл	24,4
413	Кабинет	24,7
414	Коридор	80,2
415	Лифтовой холл	
	Итого:	537,8

На кровле размещается площадка для спасательной кабины вертолета.

Расчет вертикального транспорта производится по [7].

Согласно п.10.5.2.1 [7], компоновку лифтов выполнена компактно группами в соответствии с зонами обслуживания по высоте, с учетом функциональной структуры здания, расчетной численности пользователей по этажам и распределения спроса на перевозку в течение дня.

Согласно п.10.5.2.7 [7], минимальная площадь лифтовых холлов, пересадочных зон и примыкающих к ним зон ожидания определена из расчета наибольшего скопления людей в часы пик при расчетном времени ожидания лифта не менее 0,25 м на человека.

Согласно п.10.5.2.8 [7], выходы из пассажирских лифтов на этажах предусматриваются через лифтовый холл, кроме основного посадочного этажа, где расположен вестибюль.

Согласно п.10.5.2.10 [7], машинные помещения лифтов расположены в технических этажах, обеспеченных зонами безопасности.

Согласно п.10.5.3.1 [7], допустимый максимальный интервал движения лифтов не должен превышать 60 с для функционально-планировочных компонентов с общественными помещениями.

Согласно п.10.5.3.2 [7], число лифтов и их параметры, необходимые для комфортной эксплуатации функциональных компонентов высотных зданий, определены с учетом провозной способности лифтов и времени ожидания.

Согласно п.10.5.3.4 [7], требуемая провозная способность на каждую группу лифтов рассчитана исходя из суммы вероятных пользователей каждого этажа при заполнении (освобождении) здания.

Лифтовая система пригодна для эксплуатации, если ее провозная способность в течение 5 мин при заполнении (или освобождении) здания соответствует процентному коэффициенту пользователей для общественных помещений 10-12%.

Согласно п.10.5.3.5 [7], число пользователей определено исходя из размера полезной площади, занимаемой ими на этаже (для офисных помещений - 8-12 м/чел.).

Площадь типового этажа – 537,8м², следовательно, среднее число пользователей лифтовой системой: $\frac{537,8}{10} \approx 54$ чел./этаж.

Согласно п.10.5.3.6 [7], требуемую площадь кабин в соответствии с ГОСТ Р 53780 определяют числом людей, которые должны быть перевезены при среднем времени ожидания за круговой рейс. Ориентировочно эта величина принята равной 0,2 м/чел.

Определение провозной способности и количества пользователей вертикального транспорта выполнено по методике из приложения Д [7].

Расчет качества обслуживания вертикальным транспортом выполняется с учетом:

- расчетной заселенности здания;
- расчетной заселенности этажей здания;
- спроса на перевозки в различные периоды времени;

$$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{i}{N}\right)^p ;$$

$$S = N \left(1 - \left(1 - \frac{1}{N}\right)^p\right);$$

$$P = 0,8CC \cdot CF$$

$$t_v = \frac{d_f}{v};$$

$$T = t_f(1) + t_c + t_o;$$

здесь H - средний этаж разворота, принятый равным 26,1, на основании данных табл. Д.5 [7];

S - среднее число остановок выше основного посадочного этажа, принятое равным 9, на основании данных табл. Д.5 [7];

P - среднее число перевозимых людей, принимается равным 11 чел. (согласно табл. Д.3 [7]);

CC - номинальная вместимость, принимается равной 17 чел. (согласно табл. Д.3 [7]);

CF - коэффициент загрузки, принимается равным 81% (согласно табл. Д.3 [7]);

d_f - средняя высота между этажами, 3,36 м;

v - номинальная скорость, 5 м/с;

$t_f(1)$ - время прохождения одного этажа, с;

$$t_v = \frac{3,36}{5} = 0,67$$

$$T = 0,67 + 3 + 2 = 5,67с$$

t_c - время закрывания двери, принимаемое равным 3с (по табл. Д.4 [7]);

t_o - время открывания двери, принимаемое равным 2с;

t_p - среднее время перемещения пассажира в кабине, принимаемое равным 0,8с (согласно п. Д.8 [7]).

$$RTT = 2 \cdot 26,1 \cdot 0,67 + (9 + 1)(5,67 - 0,67) + 2 \cdot 11 \cdot 0,8 = 102,57с$$

Интервал при пиковом подъеме INT, с, определяют по формуле

$$INT = \frac{RTT}{L} = \frac{102,57}{5} = 20,5с$$

где L - число лифтов в группе лифтов, равное 3.

Провозную способность за 5 мин при пиковом подъеме НС определяют по формуле

$$НС = \frac{300P}{INT} = 300 \cdot \frac{11}{20,5} = 161 \text{ чел}$$

Провозную способность РНС, выраженную в процентах к расчетной заселенности здания или части здания, обслуживаемой рассматриваемой группой лифтов, определяют по формуле

$$РНС = НС \cdot \frac{100}{U} = 161 \cdot \frac{100}{1550} = 10,39\%$$

где U - заселенность здания, чел.

Согласно табл. Д.1 [7], качество обслуживания вертикальным транспортом можно охарактеризовать как хорошую.

1.5 Конструктивные решения

Проектируемое здание имеет монолитный каркас, который включает в себя: колонны, ядра жесткости, безбалочные перекрытия, диафрагмы жесткости, плитный фундамент.

Здание разделено деформационным швом. Вданном проекте будет рассматриваться только высотная (северная) часть здания.

Пространственная жесткость каркаса обеспечивается жестким соединением колонн и перекрытий, ядрами жесткости, диафрагмами, жестким соединением колонн с фундаментом.

Колонны располагаются по всей площади здания, в рассматриваемой части шаг колонн 6 м. Колонны имеют 3 разных сечения, которые изменяется по высоте здания.

Стены в здании не несущие. Наружные стены выполняются из ячеистого бетона I-B2,5 D800 F25-2 по ГОСТ 21520-89 на цементно-песчаном растворе М50 толщиной 300 мм с системой навесного вентилируемого фасада ТЕХНОНИКОЛЬ «ТН-ФАСАД Вент» с облицовкой из керамического гранита и утеплителем в виде

- условия эксплуатации ограждающих конструкций: А;
- температурный режим внутри помещения: 20°C;
- температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 равна -32°C;
- продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха, не превышающей 8°C, равна $Z_{от.} = 212$ сут;
- температура периода со среднесуточной температурой воздуха, не превышающей 8°C, равна $t_{от.} = -6,6$ °C;

Согласно п. 5.2 [2] определим нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_0^{норм}$ по формуле

$$R_0^{норм} = R_0^{тр} m_p,$$

где $R_0^{тр}$ - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, $м^2 \cdot °C / Вт$, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП), $°C \cdot сут / год$, региона строительства и определять по таблице 3[2];

m_p - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете по формуле принимается равным 1. Допускается снижение значения коэффициента m_p в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике приложения Г [2] выполняются требования 10.1 [2] к данной удельной характеристике. Значения коэффициента m_p при этом должны быть не менее: 0,63 - для стен, 0,80 - для остальных ограждающих конструкций (кроме светопрозрачных), 1,00 - для светопрозрачных конструкций.

Градусо-сутки отопительного периода, $°C \cdot сут / год$, определяют по формуле

$$ГСОП = (t_b - t_{от})z_{от}$$

где $t_{от}$, $z_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, $°C$, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по [1] для жилых и общественных зданий для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 $°C$, а при проектировании лечебно-

α_n - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м·°C), принимаемый согласно таблице 6 [2];

R_s - термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, (м·°C)/Вт, определяемое для неветилируемых воздушных прослоек по таблице Е.1 [2], для материальных слоев по формуле Е.7 [2]

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \cdot y_s^{y.э},$$

δ_s - толщина слоя, м;

λ_s - расчетная теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°C), в случае отсутствия данных принимается по приложению Т [2];

$y_s^{y.э}$ - коэффициент условий эксплуатации материала слоя, доли ед. При отсутствии данных принимается равным 1.

Таблица 1.9 – конструкция наружной стены

№ слоя	Наименование слоя	Толщина δ_s , м	Удельный вес γ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)
1	Плиты из керамического гранита	0,01	2400	-
2	Вентзазор	0,05	-	-
3	Плиты из каменной ваты IZOVOL СТ-75	0,05	75	0,034
4	Плиты из каменной ваты IZOVOL Л-35	0,05	35	0,035
5	Ячеистый бетон	0,3	1000	0,13

Керамический гранит 10мм
 Вентилируемый зазор 50 мм
 Плиты из каменной ваты IZOVOL Ст-75 50мм
 Плиты из каменной ваты IZOVOL Л-35 50мм
 Ячеистый бетон 300мм

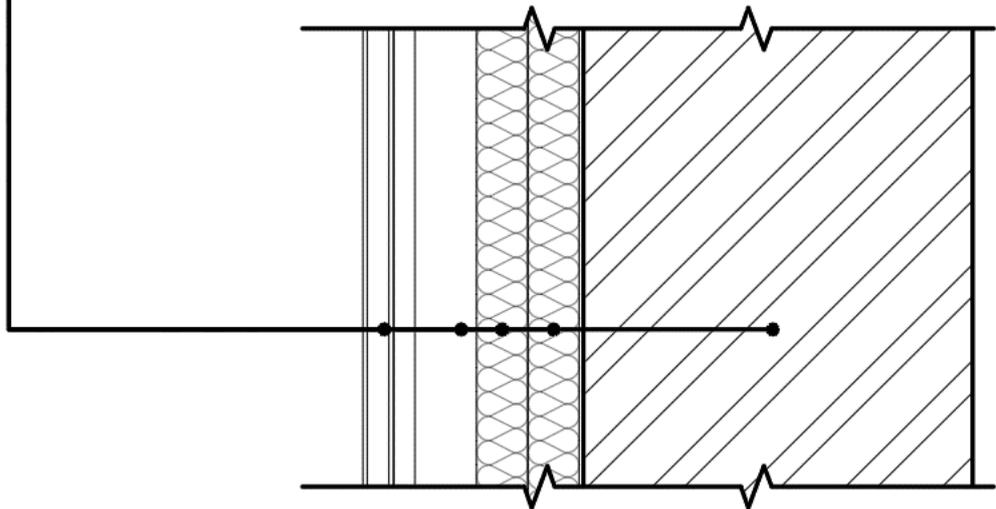


Рис. 1.3 – Конструкция наружной стены

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,034} + \frac{0,05}{0,035} + \frac{0,3}{0,13} + \frac{1}{23} = 5,365 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

$$R_o^{пр} = R_o^{усл} = 5,365 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Проверка условия:

$$R_o^{норм} \leq R_o^{пр}$$

$$2,892 \frac{\text{°C} \cdot \text{сут}}{\text{год}} \leq 5,365 \frac{\text{°C} \cdot \text{сут}}{\text{год}}$$

Согласно данным с официального сайта компании «АЛЮТЕХ», приведенное сопротивление теплопередаче системы «КЛАССИЧЕСКИЙ ФАСАД ALT F50» $R_o^{пр} = 1,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

По таблице 3 [2] определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче $R_o^{тр}$ ($\text{м} \cdot \text{°C}/\text{Вт}$), светопрозрачных ограждающих конструкций. $R_o^{тр} = 0,73(\text{м} \cdot \text{°C})/\text{Вт}$.

$$R_o^{пр} \geq R_o^{тр}$$

$$1,21(\text{м} \cdot \text{°C})/\text{Вт} \geq 0,73(\text{м} \cdot \text{°C})/\text{Вт}$$

Условия выполняются, требование тепловой защиты здания выполнено.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха - t_n , °C, принимаемой в соответствии с пояснениями к формуле 5.4 [2];

$$R_0^{\text{норм}} = \frac{t_B - t_n}{\Delta t^H \alpha_B},$$

$$\text{Следовательно, } \Delta t^П = \frac{t_B - t_n}{R_0^{\text{нп}} \alpha_B}$$

где Δt^H - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 5 (для общественных зданий $\Delta t^H = 4,5^\circ\text{C}$);

$\Delta t^П$ - полученный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции;

t_n - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °C, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [1].

$$\Delta t^П = \frac{20 + 32}{5,365 \cdot 8,7} = 1,11^\circ\text{C}$$

$$\Delta t^П \leq \Delta t^H (1,11^\circ\text{C} \leq 4,5^\circ\text{C})$$

Условие выполняется, санитарно-гигиеническое требование - удовлетворяется.

1.7 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Согласно ст. 32 [10], проектируемое здание относится к классу Ф4.3 по функциональной пожарной опасности. Парковки относятся к классу Ф5.3.

Согласно п. 9.2 [7], класс конструктивной пожарной опасности должен быть С0.

Согласно [11], степень огнестойкости здания – I.

Вокруг здания обеспечен проезд пожарной техники на расстоянии 6-8м от стен. Все проезды имеют ширину минимум 6м.

Согласно табл. 9.1 [7], предел огнестойкости строительных конструкций принимается R 180:

- для основных несущих конструкций здания (несущие стены, колонны и другие несущие элементы)

- для противопожарных стен и перекрытий для деления здания на пожарные отсеки

- для шахт лифтов и стен лестничных клеток;

Согласно п. 6.1 [12], пределы огнестойкости строительных конструкций должны быть не менее указанных в таблице 1.10:

Таблица 1.10 – Пределы огнестойкости строительных конструкций

№	Наименование конструкций (элементов)	Минимальный предел огнестойкости, мин
1	Несущие колонны, стены, связи, диафрагмы жесткости, фермы, элементы перекрытий и бесчердачных покрытий (балки, ригели, плиты, настилы)*	R180
2	Наружные ненесущие стены	E 60
3	Перекрытия междуэтажные (в т.ч. чердачные и над подвалами)	REI 120
4	Конструкции лестничных клеток: - внутренние стены - марши и площадки	REI 180 R60
5	Противопожарные стены и перекрытия для деления здания на пожарные отсеки	REI 180
6	Конструкции шахт: - лифтовые и коммуникационные шахты, каналы и короба, пересекающие границы пожарных отсеков; шахты лифтов для транспортирования подразделений пожарной охраны	REI 180

воздуха предусмотрена распределенной, без необходимости устройства рассечек с переходами вне лестничной клетки.

Согласно п. 9.16 [7], для доступа пожарных подразделений и возможности тушения пожара в высотной части здания следует предусматривать не менее двух лифтов с режимом транспортирования пожарных подразделений (лифт для пожарных). В проектируемом здании 3 панорамных лифта являются пожарными.

Согласно п. 9.16 [7], лифтовые холлы перед лифтами для пожарных, кроме технических этажей, запроектированы как пожаробезопасные зоны.

Согласно п. 9.18 [7], сообщение лифтами надземной высотной части здания с подземной стоянкой автомобилей осуществляется лифтами для пожарных с устройством на подземном уровне двойного парно-последовательного тамбур-шлюза 1-го типа (включая лифтовой холл с подпором воздуха) перед лифтами.

2. РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1 Расчетная схема здания

Расчетная схема создана в программном комплексе «ПК ЛИРА-САПР», предназначенном для автоматизированного проектирования широкого класса строительных объектов, в том числе многоэтажных зданий и их элементов.

Расчет ведется с 5 признаком схемы.

Колонны моделируются универсальным пространственным стержневым элементом КЭ 10.

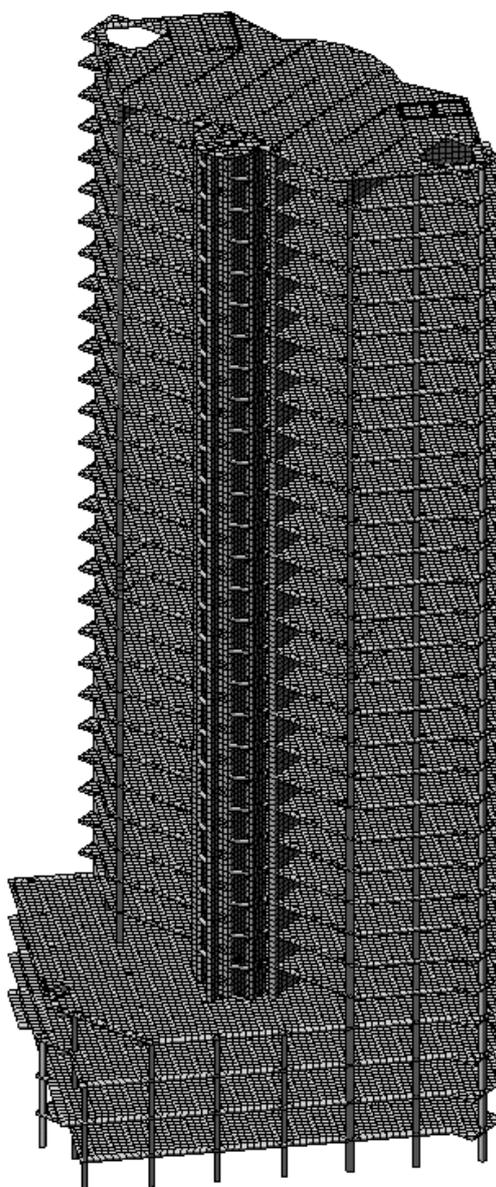


Рис. 2.1 – Расчетная модель здания

Согласно п. 10.1 [8], в зависимости от класса сооружений при их проектировании необходимо использовать коэффициенты надежности по ответственности, минимальные значения которых приведены в таблице 2 [8].

Для данного здания принимается коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1,1$.

Согласно п. 10.3 [8], на коэффициент надежности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (нагрузочные эффекты), определяемые при расчете на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний.

При расчете по второй группе предельных состояний (см. 4.1.3) сооружений коэффициент надежности по ответственности допускается принимать равным единице.

Согласно п. 5.1.2 [8], к первой группе предельных состояний следует относить:

- разрушение любого характера (например, пластическое, хрупкое, усталостное);
- потерю устойчивости отдельных конструктивных элементов или сооружения в целом;
- условия, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации (например, чрезмерные деформации в результате деградации свойств материала, пластичности, сдвига в соединениях, а также чрезмерное раскрытие трещин).

Согласно п. 5.1.3 [8], ко второй группе предельных состояний следует относить:

- достижение предельных деформаций конструкций (например, предельных прогибов, углов поворота) или предельных деформаций оснований, устанавливаемых исходя из технологических, конструктивных или эстетико-психологических требований;

$$q_{c3} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,02 \cdot 1800 \cdot 1,2 = 43,2 \text{ кг/м}^2 = 0,0432 \text{ т/м}^2$$

Суммарная нагрузка от пола

$$q_{\text{сп}} = (q_{c1} + q_{c2} + q_{c3}) \cdot \gamma_n = (0,0432 + 0,009 + 0,0432) \cdot 1,1 = 0,105 \text{ т/м}^2$$

3) Нагрузка от конструкции кровли

- плитка половая под гранит: $\delta = 0,03 \text{ м}$, $\gamma = 2400 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c1} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,03 \cdot 2400 \cdot 1,2 = 86,4 \text{ кг/м}^2 = 0,0864 \text{ т/м}^2$$

- прослойка клея на основе портландцемента: $\delta = 0,005 \text{ м}$, $\gamma = 1500 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c2} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,005 \cdot 1500 \cdot 1,2 = 9 \text{ кг/м}^2 = 0,009 \text{ т/м}^2$$

- 5 слоев рубероида марки РКП-350Б на битумной мастике МБК-Г-55: $q_p = 0,8 \text{ кг/м}^2$

$$q_{c3} = 5 \cdot q_p \cdot \gamma_f = 5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 4,8 \text{ кг/м}^2 = 0,0048 \text{ т/м}^2$$

- стяжка из жесткого цементно-песчаного раствора М100: $\delta = 0,03 \text{ м}$, $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c4} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,03 \cdot 1600 \cdot 1,2 = \frac{57,6 \text{ кг}}{\text{м}^2} = 0,0576 \text{ т/м}^2$$

- плиты пенополистирольные ППС20: $\delta = 0,15 \text{ м}$, $\gamma = 20 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c5} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,15 \cdot 20 \cdot 1,2 = \frac{3,6 \text{ кг}}{\text{м}^2} = 0,0036 \text{ т/м}^2$$

- шлакобетон по уклону: $\delta = 0,085 \text{ м}$, $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c6} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,085 \cdot 1600 \cdot 1,2 = 163,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,1632 \text{ т/м}^2$$

Суммарная нагрузка от кровли:

$$\begin{aligned} q_{\text{ск}} &= (q_{c1} + q_{c2} + q_{c3} + q_{c4} + q_{c5} + q_{c6}) \cdot \gamma_n \\ &= (0,0864 + 0,009 + 0,0048 + 0,0576 + 0,0036 + 0,1632) \cdot 1,1 \\ &= 0,357 \text{ т/м}^2 \end{aligned}$$

4) Нагрузка от наружных стен на этажах 1-3

- керамогранит: $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\gamma = 2400 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c1} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,01 \cdot 2400 \cdot 1,2 = 28,8 \text{ кг/м}^2 = 0,0288 \text{ т/м}^2$$

- несущая подсистема:

$$q_{c2} = 3 \text{ кг/м}^2 = 0,003 \text{ т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL СТ-75: $\delta = 0,05\text{м}$, $\gamma = 75\text{кг/м}^3$

$$q_{c3} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 75 \cdot 1,2 = 4,5\text{кг/м}^2 = 0,0045\text{т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL Л-35: $\delta = 0,05\text{м}$, $\gamma = 35\text{кг/м}^3$

$$q_{c4} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 35 \cdot 1,2 = 2,1\text{кг/м}^2 = 0,0021\text{т/м}^2$$

- ячеистый бетон: $\delta = 0,3\text{м}$, $\gamma = 600\text{кг/м}^3$

$$q_{c5} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,3 \cdot 600 \cdot 1,2 = 216 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,216\text{т/м}^2$$

Суммарная погонная нагрузка от наружных стен:

$$\begin{aligned} q_{nc1} &= \left((q_{c1} + q_{c2} + q_{c3} + q_{c4}) \cdot h_{эт} + q_{c5} \cdot (h_{эт} - h_{пер}) \right) \cdot \gamma_n \\ &= \left((0,028 + 0,0045 + 0,0021 + 0,003) \cdot 3,9 + 0,216 \cdot (3,9 - 0,2) \right) \cdot 1,1 \\ &= 1,04\text{т/м} \end{aligned}$$

5) Нагрузка от наружных стен на этажах 4-30

- керамогранит: $\delta = 0,01\text{м}$, $\gamma = 2400\text{кг/м}^3$

$$q_{c1} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,01 \cdot 2400 \cdot 1,2 = 28,8\text{кг/м}^2 = 0,028\text{т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL СТ-75: $\delta = 0,05\text{м}$, $\gamma = 75\text{кг/м}^3$

$$q_{c2} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 75 \cdot 1,2 = 4,5\text{кг/м}^2 = 0,0045\text{т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL Л-35: $\delta = 0,05\text{м}$, $\gamma = 35\text{кг/м}^3$

$$q_{c3} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 35 \cdot 1,2 = 2,1\text{кг/м}^2 = 0,0021\text{т/м}^2$$

- ячеистый бетон: $\delta = 0,3\text{м}$, $\gamma = 600\text{кг/м}^3$

$$q_{c4} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,3 \cdot 600 \cdot 1,2 = 216 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,216\text{т/м}^2$$

- несущая подсистема:

$$q_{c5} = 3\text{кг/м}^2 = 0,003\text{т/м}^2$$

Суммарная погонная нагрузка от наружных стен:

$$\begin{aligned} q_{nc2} &= \left((q_{c1} + q_{c2} + q_{c3} + q_{c5}) \cdot h_{эт} + q_{c4} \cdot (h_{эт} - h_{пер}) \right) \cdot \gamma_n \\ &= \left((0,028 + 0,0045 + 0,0021 + 0,003) \cdot 3,3 + 0,216 \cdot (3,3 - 0,2) \right) \cdot 1,1 \\ &= 0,873\text{т/м} \end{aligned}$$

6) Нагрузка от парапета

- керамогранит: $\delta = 0,01\text{м}$, $\gamma = 2400\text{кг/м}^3$

$$q_{c1} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,01 \cdot 2400 \cdot 1,2 = 28,8 \text{ кг/м}^2 = 0,028 \text{ т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL СТ-75: $\delta = 0,05 \text{ м}$, $\gamma = 75 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c2} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 75 \cdot 1,2 = 4,5 \text{ кг/м}^2 = 0,0045 \text{ т/м}^2$$

- плиты из каменной ваты IZOVOL Л-35: $\delta = 0,05 \text{ м}$, $\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c3} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,05 \cdot 35 \cdot 1,2 = 2,1 \text{ кг/м}^2 = 0,0021 \text{ т/м}^2$$

- ячеистый бетон: $\delta = 0,3 \text{ м}$, $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$

$$q_{c4} = \delta \cdot \gamma \cdot \gamma_f = 0,3 \cdot 600 \cdot 1,2 = 216 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,216 \text{ т/м}^2$$

- несущая подсистема и доборные элементы:

$$q_{c5} = 5 \text{ кг/м}^2 = 0,005 \text{ т/м}^2$$

Суммарная погонная нагрузка от наружных стен:

$$\begin{aligned} q_{нс2} &= ((q_{c1} + q_{c2} + q_{c3} + q_{c4} + q_{c5}) \cdot h_{\text{пар}}) \cdot \gamma_n \\ &= ((0,028 + 0,0045 + 0,0021 + 0,216 + 0,005) \cdot 0,9) \cdot 1,1 = 0,253 \text{ т/м} \end{aligned}$$

7) Нагрузка от лестниц: по типовой серии 1.050.9-4.931 «Лестницы для многоэтажных общественных, бытовых и административных зданий», масса одного марша $m = 2,38 \text{ т}$. Тогда сосредоточенная нагрузка будет равна

$$F_{л} = 2 \cdot m : 4 \cdot \gamma_f = 2 \cdot 2,38 : 4 \cdot 1,1 = 1,309 \text{ т}$$

8) Нагрузка от перегородок на этажах 4-30: $q_n = 120 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,12 \text{ т/м}^2$

$$q = q_n \cdot (h_{\text{эт}} - h_{\text{пер}}) \cdot \gamma_f = 0,12 \cdot 3,1 \cdot 1,1 = 0,409 \text{ т/м}^2$$

9) Нагрузка от перегородок на этажах 1-3: $q_n = 120 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,12 \text{ т/м}^2$

$$q = q_n \cdot (h_{\text{эт}} - h_{\text{пер}}) \cdot \gamma_f = 0,12 \cdot 3,7 \cdot 1,1 = 0,4884 \text{ т/м}^2$$

2.2.2 Временные нагрузки

1) Для офисных помещений нормативное значение временной нагрузки равно 2,0 кПа согласно п. 8.2.2 [3].

Расчетная временная нагрузка: $q_{в} = 2,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 2,64 \text{ кПа} = 264 \text{ кг/м}^2 = 0,264 \text{ т/м}^2$

2) Нормативное значение временной нагрузки для вестибюлей, фойе, коридоров, лестниц (с относящимися к ним проходами) равно 3,0 кПа согласно п. 8.2.2 [3].

Расчетная временная нагрузка: $q_v = 3,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 3,96 \text{ кПа} = 396 \text{ кг/м}^2 = 0,396 \text{ т/м}^2$.

Расчетная временная нагрузка для лестниц: $q_v = 0,396 \cdot 2,75 \cdot 6/4 = 4,125 \text{ т}$

3) Нормативное значение временной нагрузки для лестниц и входов равно 5,0 кПа согласно п. 7.2.1 [7].

Расчетная временная нагрузка: $q_v = 5,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 6,6 \text{ кПа} = 660 \text{ кг/м}^2 = 0,66 \text{ т/м}^2$.

4) Полезная нагрузка на покрытие.

В соответствии с п. 8.2.2 [3], временные нагрузки на покрытие не следует учитывать одновременно со снеговой нагрузкой.

5) Нормативное значение временной нагрузки для технических этажей равно 10,0 кПа согласно п. 7.2.1 [7].

Расчетная временная нагрузка: $q_v = 10,0 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 13,2 \text{ кПа} = 1320 \text{ кг/м}^2 = 1,32 \text{ т/м}^2$.

6) Нагрузка от спасательных кабин

Согласно п. 7.2.7 [7], площадки для спасательных кабин и вертолетов следует проектировать на покрытии зданий из расчета общей нагрузки кабины 2500 кг.

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,2.

Расчетная нагрузка: $2,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 3,3 \text{ т}$.

2.2.3 Снеговая нагрузка

Согласно п. 10.1 [3] нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g,$$

где c_e - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с п. 10.5-10.9 [3];

Согласно п. 10.7 [3], для покрытий высотных зданий допускается учитывать коэффициент сноса снега, принимаемый по формуле

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002l_c), \text{ но не менее } 0,5,$$

где k - принимается по таблице 11.2 [3] для типов местности А или В (см. 11.1.6 [3]), равен 1,6;

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l} - \text{характерный размер покрытия, принимаемый не более } 100 \text{ м;}$$

b - наименьший размер покрытия в плане, равный 22м;

l - наибольший размер покрытия в плане, равный 43,5м.

$$l_c = 2 \cdot 22 - \frac{22^2}{43,5} = 32,87 \text{ м}$$

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{1,6})(0,8 + 0,002 \cdot 32,87) = 0,774$$

c_t - термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п. 10.10 [3].

В данной работе принимается равным 1;

μ - коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с п. 10.4 [3].

В данной работе принимается равным 1 (для плоской крыши);

S_g - нормативное значение веса снегового покрова на 1 м горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с п. 10.2 [3]. Для Челябинска

$$S_g = 1,2 \text{ кН/м}^2 = 0,12 \text{ т/м}^2.$$

Тогда:

$$S_0 = 0,774 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,12 = 0,09288 \text{ т/м}^2$$

Расчетная снеговая нагрузка:

$$S_{op} = S_0 \gamma_f \gamma_n = 0,09288 \cdot 1,4 \cdot 1,1 = 0,143 \text{ т/м}^2$$

Согласно п. Б.13 [3], снеговую нагрузку на покрытие возле парапетов следует принимать по схеме, приведенной на рисунке 2.2

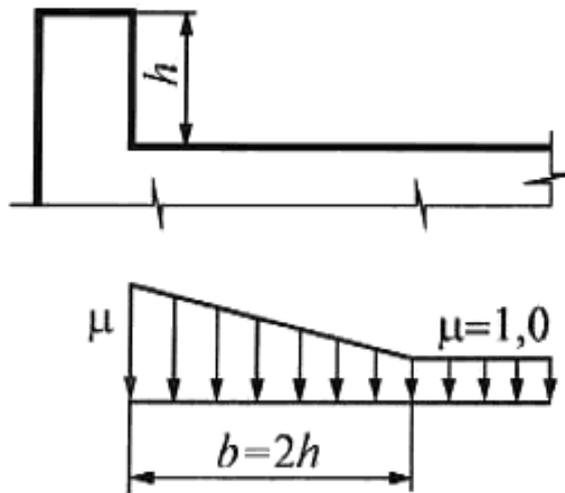


Рис. 2.2 – Схема распределения нагрузки на покрытие возле парапетов
 Схему на рисунке Б.16 для покрытий с парапетами следует применять при $h > \frac{S_0}{2}$; (h – в м; S_0 – в кПа);

$1,2 > \frac{0,93}{2}$, условие выполняется.

$\mu = \frac{2h}{S_0}$, но не более 3;

$$\mu = 2 \cdot \frac{1,2}{0,9288} = 2,584$$

Тогда на участках покрытий, примыкающих к парапету, максимальное расчетное значение снеговой нагрузки будет равно:

$$S_{op} \cdot \mu = 0,143 \cdot 2,584 = 0,37 \text{ Т/м}^2$$

2.2.4 Ветровые нагрузки

Согласно п. 11 [3], коэффициент надежности по нагрузке для основной и пиковой ветровых нагрузок следует принимать равным 1,4.

Согласно п. 11.1.2 [3], во всех случаях нормативное значение основной ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_g составляющих

$$w = w_m + w_g$$

Согласно п. 11.1.3 [3], нормативное значение средней составляющей основной ветровой нагрузки w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

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

Где w_0 – нормативное значение ветрового давления;

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

c - аэродинамический коэффициент.

Согласно п. 11.1.4 [3], нормативное значение ветрового давления w_0 принимается в зависимости от ветрового района по таблице 11.1 [3], который принимаются по карте 2 приложения Е [3].

Челябинск относится ко II ветровому району, соответственно,

$$w_0 = 0,3 \text{ кПа} = 0,03 \text{ т/м}^2$$

Согласно 11.1.5 [3], для зданий эквивалентная высота z_e определяется:

а) при $h \leq d \rightarrow z_e = h$;

б) При $d < h \leq 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$

для $0 < z < h - d \rightarrow z_e = d$

в) при $h > 2d$:

для $z \geq h - d \rightarrow z_e = h$

для $d < z < h - d \rightarrow z_e = z$

для $0 < z \leq d \rightarrow z_e = d$

Здесь z – высота от поверхности земли;

$h=105$ м - высота здания;

d - размер здания (без учета его стилобатной части) в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер);

- в северо-восточном (юго-западном) направлении:

$d=43,5$ м

поскольку $h > 2d$ ($105\text{м} > 2 \cdot 43,5\text{м} = 87\text{м}$), то выбираем вариант «в».

$$h - d = 105 - 43,5 = 61,5\text{м}$$

для $z \geq 61,5\text{м} \rightarrow z_e = 105\text{м}$

для $43,5\text{ м} < z < 61,5\text{ м} \rightarrow z_e = z$

для $0 < z \leq 43,5 \text{ м} \rightarrow z_e = 43,5 \text{ м}$

- в северо-западном (юго-восточном) направлении:

$d=18 \text{ м}$

поскольку $h > 2d$ ($105 \text{ м} > 2 \cdot 18 \text{ м} = 36 \text{ м}$), то выбираем вариант «в».

$$h - d = 105 - 18 = 87 \text{ м}$$

для $z \geq 87 \text{ м} \rightarrow z_e = 105 \text{ м}$

для $18 \text{ м} < z < 87 \text{ м} \rightarrow z_e = z$

для $0 < z \leq 18 \text{ м} \rightarrow z_e = 18 \text{ м}$

Согласно п. 11.1.6 [3], Коэффициент $k(z_e)$ для высот $z_e \leq$

300 м определяется по формуле ниже, в которых принимаются следующие типы местности:

А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, сельские местности, в том числе с постройками высотой менее 10 м, пустыни, степи, лесостепи, тундра;

В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м;

С - городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м.

Принимается тип местности В.

$$k(z_e) = k_{10} \left(\frac{z_e}{10} \right)^{2\alpha}$$

при $10 \leq z_e \leq 300 \text{ м}$

Значения параметров k_{10} и α для различных типов местностей приведены в таблице 11.3 [3].

$$\alpha = 0,2; k_{10} = 0,65;$$

Для наветренных, подветренных и различных участков боковых стен аэродинамические коэффициенты с приведены в таблице В.2 [3].

Боковые стены			Наветренная стена	Подветренная стена
Участки				
А	В	С	Д	Е
-1,0	-0,8	-0,5	0,8	-0,5



Рис. 2.3 – Аэродинамические коэффициенты c_e для различных участков стен

Таблица 2.1 – Расчетная статическая ветровая нагрузка в северо-восточном/юго-западном направлении, т/м^2

Высота, м	$k(z_e)$	$w_m, \text{т/м}^2$		$w, \text{т/м}^2$	
		$c=0,8$	$c=-0,5$	$c=0,8$	$c=-0,5$
0	1,170332	0,028088	-0,017555	0,043255	-0,027035
43,5	1,170332	0,028088	-0,017555	0,043255	-0,027035
45,9	1,195745	0,028698	-0,017936	0,044195	-0,027622
49,2	1,229418	0,029506	-0,018441	0,045439	-0,0284
52,5	1,261761	0,030282	-0,018926	0,046635	-0,029147
55,8	1,292906	0,03103	-0,019394	0,047786	-0,029866
59,1	1,322965	0,031751	-0,019844	0,048897	-0,03056
61,5	1,344198	0,032261	-0,020163	0,049682	-0,031051
105	1,664904	0,039958	-0,024974	0,061535	-0,038459

Таблица 2.2 – Расчетная статическая ветровая нагрузка в северо-западном/юго-восточном направлении, т/м^2

Высота, м	$k(z_e)$	$w_m, \text{т/м}^2$		$w, \text{т/м}^2$	
		$c=0,8$	$C=-0,5$	$c=0,8$	$C=-0,5$
0	0,822285	0,019735	-0,012334	0,030392	-0,018995
18	0,822285	0,019735	-0,012334	0,030392	-0,018995
19,5	0,849038	0,020377	-0,012736	0,03138	-0,019613
22,8	0,903831	0,021692	-0,013557	0,033406	-0,020878

26,1	0,954047	0,022897	-0,014311	0,035262	-0,022038
29,4	1,000581	0,024014	-0,015009	0,036981	-0,023113
32,7	1,044077	0,025058	-0,015661	0,038589	-0,024118
36	1,085012	0,02604	-0,016275	0,040102	-0,025064
39,3	1,123752	0,02697	-0,016856	0,041534	-0,025959
42,6	1,160586	0,027854	-0,017409	0,042895	-0,02681
45,9	1,195745	0,028698	-0,017936	0,044195	-0,027622
49,2	1,229418	0,029506	-0,018441	0,045439	-0,0284
52,5	1,261761	0,030282	-0,018926	0,046635	-0,029147
55,8	1,292906	0,03103	-0,019394	0,047786	-0,029866
59,1	1,322965	0,031751	-0,019844	0,048897	-0,03056
62,4	1,352033	0,032449	-0,02028	0,049971	-0,031232
65,7	1,380192	0,033125	-0,020703	0,051012	-0,031882
69	1,407515	0,03378	-0,021113	0,052022	-0,032514
72,3	1,434064	0,034418	-0,021511	0,053003	-0,033127
75,6	1,459897	0,035038	-0,021898	0,053958	-0,033724
78,9	1,485061	0,035641	-0,022276	0,054888	-0,034305
82,2	1,509601	0,03623	-0,022644	0,055795	-0,034872
85,5	1,533557	0,036805	-0,023003	0,05668	-0,035425
87	1,544262	0,037062	-0,023164	0,057076	-0,035672
105	1,664904	0,039958	-0,024974	0,061535	-0,038459

Расчетная ветровая нагрузка, представленная в табл. 2.1 и табл. 2.2, подсчитывалась на 1 м^2 вертикальной поверхности наружных стен. Учитывая, что стены в расчетной схеме в работе каркаса не участвуют, опираясь на перекрытия поэтажно, то ветровую нагрузку необходимо прикладывать в виде линейной погонной распределенной на наружные колонны или узловой в пределах каждого этажа, собираемой с шага колонн и высоты этажа.

Эпюры давления ветра по высоте здания переменны. Это затрудняет приложение ветровой нагрузки на расчетную схему. Поэтому, удобно преобразовать трапециевидные эпюры давления ветра в ступенчато – прямоугольные (с постоянными ординатами на отдельных участках).

При замене трапециевидной эпюры на прямоугольную на i -м участке допустимо использовать условие равенства изгибающего момента, вызываемого ветровой нагрузкой, приложенной на этом участке, и, определяемого на уровне

земли. Формула для вычисления ординат прямоугольной (заменяющей) эпюры на i -м участке с учетом указанного условия выглядит следующим образом:

$$q_i = q_{i,н} + \frac{(q_{i,в} - q_{i,н})}{2} \times \frac{(z_i + 2a_i/3)}{(z_i + a_i/2)}$$

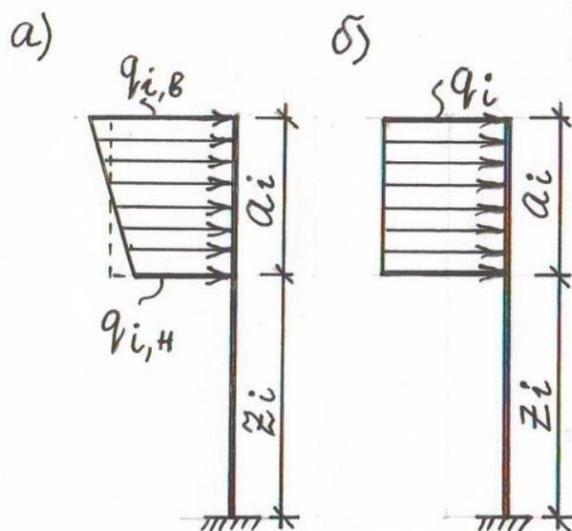


Рис. 2.4 – Схема замены трапециевидной эпюры ветрового давления на прямоугольную на i -м участке (кН/м)

Таблица 2.3 – Подсчет ординат ступенчатой эпюры ветровой статической нагрузки в северо-восточном/юго-западном направлении, т/м^2

Но- мер этажа, i	$q_{i,н}, \text{т/м}^2$		$q_{i,в}, \text{т/м}^2$		$z_i, \text{м}$	$a_i, \text{м}$	$q_i, \text{т/м}^2$	
	$c=0,8$	$c=-0,5$	$c=0,8$	$c=-0,5$			$c=0,8$	$c=-0,5$
1-12	0,0433	-0,027	0,0433	-0,027	0	42,6	0,0433	-0,027
13	0,0433	-0,027	0,0442	-0,0276	42,6	3,3	0,0437	-0,0273
14	0,0442	-0,0276	0,0454	-0,0284	45,9	3,3	0,0448	-0,028
15	0,0454	-0,0284	0,0466	-0,0291	49,2	3,3	0,046	-0,0288
16	0,0466	-0,0291	0,0478	-0,0299	52,5	3,3	0,0472	-0,0295
17	0,0478	-0,0299	0,0489	-0,0306	55,8	3,3	0,0483	-0,0302
18-30	0,0489	-0,0306	0,0615	-0,0385	59,1	45,9	0,0558	-0,0349

Таблица 2.4 – Подсчет ординат ступенчатой эпюры ветровой статической нагрузки в северо-западном/юго-восточном направлении, т/м²

Но- мер этажа, i	$q_{i,Н}, \text{т/м}^2$		$q_{i,В}, \text{т/м}^2$		$z_i, \text{м}$	$a_i, \text{м}$	$q_i, \text{т/м}^2$	
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5			c=0,8	c=-0,5
1-4	0,0304	-0,019	0,0304	-0,019	0	19,5	0,0304	-0,019
5	0,0314	-0,0196	0,0334	-0,0209	19,5	3,3	0,0324	-0,0203
6	0,0334	-0,0209	0,0353	-0,022	22,8	3,3	0,0344	-0,0215
7	0,0353	-0,022	0,037	-0,0231	26,1	3,3	0,0361	-0,0226
8	0,037	-0,0231	0,0386	-0,0241	29,4	3,3	0,0378	-0,0236
9	0,0386	-0,0241	0,0401	-0,0251	32,7	3,3	0,0394	-0,0246
10	0,0401	-0,0251	0,0415	-0,026	36	3,3	0,0408	-0,0255
11	0,0415	-0,026	0,0429	-0,0268	39,3	3,3	0,0422	-0,0264
12	0,0429	-0,0268	0,0442	-0,0276	42,6	3,3	0,0436	-0,0272
13	0,0442	-0,0276	0,0454	-0,0284	45,9	3,3	0,0448	-0,028
14	0,0454	-0,0284	0,0466	-0,0291	49,2	3,3	0,046	-0,0288
15	0,0466	-0,0291	0,0478	-0,0299	52,5	3,3	0,0472	-0,0295
16	0,0478	-0,0299	0,0489	-0,0306	55,8	3,3	0,0483	-0,0302
17	0,0489	-0,0306	0,05	-0,0312	59,1	3,3	0,0494	-0,0309
18	0,05	-0,0312	0,051	-0,0319	62,4	3,3	0,0505	-0,0316
19	0,051	-0,0319	0,052	-0,0325	65,7	3,3	0,0515	-0,0322
20	0,052	-0,0325	0,053	-0,0331	69	3,3	0,0525	-0,0328
21	0,053	-0,0331	0,054	-0,0337	72,3	3,3	0,0535	-0,0334
22	0,054	-0,0337	0,0549	-0,0343	75,6	3,3	0,0544	-0,034
23	0,0549	-0,0343	0,0558	-0,0349	78,9	3,3	0,0553	-0,0346
24	0,0558	-0,0349	0,0567	-0,0354	82,2	3,3	0,0562	-0,0352
25	0,0567	-0,0354	0,0571	-0,0357	85,5	3,3	0,0569	-0,0355
26-30	0,0571	-0,0357	0,0615	-0,0385	88,8	16,2	0,0594	-0,0371

Таблица 2.5 – Узловая расчетная ветровая нагрузка по высоте в северо-восточном/юго-западном направлении, т

Но- мер участ- ка, i	F_i при ширине участка, т							
	8,485 м		7,17 м		6,36 м		4,44 м	
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5
1-3	1,431	-0,895	1,21	-0,756	1,073	-0,671	0,749	-0,468

4-12	1,211	-0,757	1,023	-0,64	0,908	-0,567	0,634	-0,396
13	1,224	-0,765	1,035	-0,647	0,918	-0,574	0,641	-0,4
14	1,255	-0,784	1,061	-0,663	0,941	-0,588	0,657	-0,41
15	1,289	-0,806	1,089	-0,681	0,966	-0,604	0,675	-0,422
16	1,322	-0,826	1,117	-0,698	0,991	-0,619	0,692	-0,432
17	1,354	-0,846	1,144	-0,715	1,015	-0,634	0,708	-0,443
18-30	1,563	-0,977	1,32	-0,825	1,171	-0,732	0,818	-0,511
Но- мер участ- ка, <i>i</i>	F_i , т при ширине участка							
	4,24 м		2 м		1,68 м			
	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5		
1-3	0,715	-0,447	0,337	-0,211	0,2834	-0,1771		
4-12	0,605	-0,378	0,285	-0,178	0,2398	-0,1499		
13	0,612	-0,382	0,289	-0,18	0,2424	-0,1515		
14	0,627	-0,392	0,296	-0,185	0,2485	-0,1553		
15	0,644	-0,403	0,304	-0,19	0,2553	-0,1595		
16	0,661	-0,413	0,312	-0,195	0,2618	-0,1636		
17	0,676	-0,423	0,319	-0,199	0,268	-0,1675		
18-30	0,781	-0,488	0,368	-0,23	0,3094	-0,1934		

Таблица 2.6 – Узловая расчетная ветровая нагрузка по высоте в северо-западном/юго-восточном направлении, т

Номер этажа, <i>i</i>	F_i при ширине участка, т					
	5 м		4,24 м		3,23 м	
	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5	0,394	-0,246
1-3	0,593	-0,37	0,503	-0,314	0,333	-0,208
4	0,501	-0,313	0,425	-0,266	0,355	-0,222
5	0,535	-0,334	0,454	-0,284	0,376	-0,235
6	0,567	-0,354	0,481	-0,3	0,396	-0,247
7	0,596	-0,373	0,506	-0,316	0,414	-0,259
8	0,624	-0,39	0,529	-0,331	0,431	-0,27
9	0,649	-0,406	0,551	-0,344	0,447	-0,28
10	0,674	-0,421	0,571	-0,357	0,463	-0,289
11	0,697	-0,435	0,591	-0,369	0,477	-0,298
12	0,719	-0,449	0,609	-0,381	0,491	-0,307
13	0,74	-0,462	0,627	-0,392	0,504	-0,315

14	0,76	-0,475	0,644	-0,403	0,517	-0,323
15	0,779	-0,487	0,661	-0,413	0,53	-0,331
16	0,798	-0,499	0,676	-0,423	0,542	-0,339
17	0,816	-0,51	0,692	-0,432	0,553	-0,346
18	0,833	-0,521	0,707	-0,442	0,564	-0,353
19	0,85	-0,531	0,721	-0,451	0,575	-0,36
20	0,867	-0,542	0,735	-0,459	0,586	-0,366
21	0,882	-0,552	0,748	-0,468	0,596	-0,373
22	0,898	-0,561	0,762	-0,476	0,606	-0,379
23	0,913	-0,571	0,774	-0,484	0,616	-0,385
24	0,928	-0,58	0,787	-0,492	0,623	-0,389
25	0,939	-0,587	0,796	-0,497	0,65	-0,407
26-30	0,98	-0,612	0,831	-0,519	0,394	-0,246

Номер этажа, <i>i</i>	F_i при ширине участка, <i>т</i>			
	3 м		2,12 м	
	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5	<i>c</i> =0,8	<i>c</i> =-0,5
1-3	0,356	-0,222	0,251	-0,157
4	0,301	-0,188	0,213	-0,133
5	0,321	-0,201	0,227	-0,142
6	0,34	-0,213	0,24	-0,15
7	0,358	-0,224	0,253	-0,158
8	0,374	-0,234	0,264	-0,165
9	0,39	-0,244	0,275	-0,172
10	0,404	-0,253	0,286	-0,179
11	0,418	-0,261	0,295	-0,185
12	0,431	-0,269	0,305	-0,19
13	0,444	-0,277	0,314	-0,196
14	0,456	-0,285	0,322	-0,201
15	0,467	-0,292	0,33	-0,206
16	0,479	-0,299	0,338	-0,211
17	0,489	-0,306	0,346	-0,216
18	0,5	-0,312	0,353	-0,221
19	0,51	-0,319	0,36	-0,225
20	0,52	-0,325	0,367	-0,23
21	0,529	-0,331	0,374	-0,234
22	0,539	-0,337	0,381	-0,238

23	0,548	-0,342	0,387	-0,242
24	0,557	-0,348	0,393	-0,246
25	0,563	-0,352	0,398	-0,249
26-30	0,588	-0,367	0,415	-0,26

Поскольку оси здания расположены относительно направления ветра под углом, необходимо разбить ветровую нагрузку на составляющие, в направлении X (буквенных) и Y (цифровых) осей. При приложении ветровой нагрузки к схеме в осях X и Y, значение из таблиц 2.5 и 2.6 умножаются на синус угла между направлением ветра и осью ($\sin 45^\circ = 0,707$). Так как угол равняется 45° , то при действии нагрузки перпендикулярно поверхности здания, значения нагрузки в направлении X, будут равны значениям нагрузки в направлении Y.

Таблица 2.7 – Значения узловой расчетной ветровой нагрузки параллельно осям в северо-восточном/юго-западном направлении, т

Но- мер участ- ка, i	F_0 при ширине участка, т							
	8,485 м		7,17 м		6,36 м		4,44 м	
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5
1-3	1,012	-0,633	0,855	-0,535	0,759	-0,474	0,53	-0,331
4-12	0,856	-0,535	0,724	-0,452	0,642	-0,401	0,448	-0,28
13	0,866	-0,541	0,732	-0,457	0,649	-0,406	0,453	-0,283
14	0,887	-0,555	0,75	-0,469	0,665	-0,416	0,464	-0,29
15	0,912	-0,57	0,77	-0,481	0,683	-0,427	0,477	-0,298
16	0,935	-0,584	0,79	-0,494	0,701	-0,438	0,489	-0,306
17	0,957	-0,598	0,809	-0,506	0,718	-0,448	0,501	-0,313
18-30	1,105	-0,691	0,934	-0,584	0,828	-0,518	0,578	-0,361
Но- мер участ- ка, i	F_0 , т при ширине участка							
	4,24 м		2 м		1,68 м			
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5		
1-3	0,506	-0,316	0,239	-0,149	0,2	-0,125		
4-12	0,428	-0,267	0,202	-0,126	0,17	-0,106		
13	0,433	-0,27	0,204	-0,128	0,171	-0,107		

14	0,443	-0,277	0,209	-0,131	0,176	-0,11
15	0,456	-0,285	0,215	-0,134	0,18	-0,113
16	0,467	-0,292	0,22	-0,138	0,185	-0,116
17	0,478	-0,299	0,226	-0,141	0,19	-0,118
18-30	0,552	-0,345	0,26	-0,163	0,219	-0,137

Таблица 2.8 – Значения узловой расчетной ветровой нагрузки параллельно осям в северо-западном/юго-восточном направлении, т

Номер этажа, i	F_0 при ширине участка, т					
	5 м		4,24 м		3,32 м	
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5
1-3	0,419	-0,262	0,355	-0,222	0,278	-0,174
4	0,355	-0,222	0,301	-0,188	0,235	-0,147
5	0,378	-0,236	0,321	-0,2	0,251	-0,157
6	0,401	-0,251	0,34	-0,212	0,266	-0,166
7	0,422	-0,264	0,358	-0,223	0,28	-0,175
8	0,441	-0,276	0,374	-0,234	0,293	-0,183
9	0,459	-0,287	0,389	-0,243	0,305	-0,191
10	0,476	-0,298	0,404	-0,252	0,316	-0,198
11	0,493	-0,308	0,418	-0,261	0,327	-0,204
12	0,508	-0,318	0,431	-0,269	0,337	-0,211
13	0,523	-0,327	0,443	-0,277	0,347	-0,217
14	0,537	-0,336	0,456	-0,285	0,357	-0,223
15	0,551	-0,344	0,467	-0,292	0,366	-0,229
16	0,564	-0,353	0,478	-0,299	0,375	-0,234
17	0,577	-0,361	0,489	-0,306	0,383	-0,239
18	0,589	-0,368	0,5	-0,312	0,391	-0,244
19	0,601	-0,376	0,51	-0,319	0,399	-0,249
20	0,613	-0,383	0,52	-0,325	0,407	-0,254
21	0,624	-0,39	0,529	-0,331	0,414	-0,259
22	0,635	-0,397	0,538	-0,337	0,422	-0,264
23	0,646	-0,404	0,548	-0,342	0,429	-0,268
24	0,656	-0,41	0,556	-0,348	0,436	-0,272
25	0,664	-0,415	0,563	-0,352	0,441	-0,275
26-30	0,693	-0,433	0,587	-0,367	0,46	-0,287
	F_0 при ширине участка, т					

Номер этажа, i	3 м		2,12 м	
	c=0,8	c=-0,5	c=0,8	c=-0,5
1-3	0,251	-0,157	0,177 7	-0,111
4	0,213	-0,133	0,150 3	-0,094
5	0,227	-0,142	0,160 4	-0,1
6	0,24	-0,15	0,169 9	-0,106
7	0,253	-0,158	0,178 8	-0,112
8	0,265	-0,165	0,187	-0,117
9	0,276	-0,172	0,194 7	-0,122
10	0,286	-0,179	0,202	-0,126
11	0,296	-0,185	0,208 9	-0,131
12	0,305	-0,191	0,215 5	-0,135
13	0,314	-0,196	0,221 7	-0,139
14	0,322	-0,201	0,227 8	-0,142
15	0,331	-0,207	0,233 6	-0,146
16	0,338	-0,212	0,239 2	-0,149
17	0,346	-0,216	0,244 6	-0,153
18	0,353	-0,221	0,249 8	-0,156
19	0,361	-0,225	0,254 9	-0,159
20	0,368	-0,23	0,259 8	-0,162
21	0,374	-0,234	0,264 6	-0,165
22	0,381	-0,238	0,269 2	-0,168

Задание характеристик для расчета на динамические воздействия

N строки характеристик:

N загрузки:

Наименование воздействия:

Количество учитываемых форм колебаний:

N соответствующего статического нагружения:

Матрица масс: Диагональная Согласованная

Сводная таблица для расчета на динамические воздействия

#	№	Имя загрузки...	Тип	Параметры...	Параметры динамического воздействия
1	14	Загрузка 14	ПУЛЬС	21 5 10 0 0	1.00 3 2.00 0.00 2 34.00 41.00 2 0 0.30 0 1
2	15	Загрузка 15	ПУЛЬС	21 5 11 0 0	1.00 3 2.00 0.00 2 34.00 41.00 2 0 0.30 0 1
3	16	Загрузка 16	ПУЛЬС	21 5 12 0 0	1.00 3 2.00 0.00 2 34.00 41.00 2 0 0.30 0 1
4	17	Загрузка 17	ПУЛЬС	21 5 13 0 0	1.00 3 2.00 0.00 2 34.00 41.00 2 0 0.30 0 1
5					

Рис. 2.6 – Задание характеристик для расчета на динамические воздействия

Необходимо определить число форм колебаний, которые учитываются при расчете.

Согласно п. 11.1.8 [3], предельная частота колебаний для сооружений, у которых вторая собственная частота меньше предельной, необходимо производить динамический расчет с учетом s первых форм собственных колебаний. Число s следует определять из условия $f_s < f_{lim} < f_{s+1}$

В п. 11.1.10 [3] указано, что предельное значение частоты собственных колебаний f_{lim} , Гц, следует определять в зависимости от предельного безразмерного периода $T_{g,lim}$:

$$f_{lim} = \frac{\sqrt{w_0 k(z_{эк}) \gamma_f}}{940 T_{g,lim}}$$

где значение параметра $T_{g,lim}$ приведено в таблице 11.5 [3] для трех значений суммарного логарифмического декремента колебаний δ .

Значение суммарного логарифмического декремента колебаний δ следует принимать для железобетонных сооружений равным 0,3;

Следовательно, $T_{g,lim} = 0,023$;

w_0 (Па) - нормативное значение давления ветра;

$k(z_{ЭК})$ - коэффициент, учитывающий изменение давления ветра для

высоты Z;

для зданий и сооружений $z_{ЭК}=0,8h$, где h - высота сооружений;

$$f_{lim} = \frac{\sqrt{300 \cdot 1,51 \cdot 1,4}}{940 \cdot 0,023} = 1,16 \text{ Гц}$$

Частоты собственных колебаний

№ загруз	№ формы	Собст. значения	Частоты		Период (с)	Коеф. распред.	Мод. масса (%)	Сумма мод. масс (%)
			Круг. частота (рад/с)	Частота (Гц)				
14	1	0.553	1.808	0.288	3.476	0.000	0.000	0.000
14	2	0.448	2.232	0.355	2.816	0.000	0.000	0.000
14	3	0.337	2.966	0.472	2.118	0.000	0.000	0.000
14	4	0.136	7.360	1.171	0.854	0.000	0.000	0.000
15	1	0.553	1.808	0.288	3.476	0.000	0.000	0.000
15	2	0.448	2.232	0.355	2.816	0.000	0.000	0.000
15	3	0.337	2.966	0.472	2.118	0.000	0.000	0.000
15	4	0.136	7.360	1.171	0.854	0.000	0.000	0.000
16	1	0.553	1.808	0.288	3.476	0.000	0.000	0.000
16	2	0.448	2.232	0.355	2.816	0.000	0.000	0.000
16	3	0.337	2.966	0.472	2.118	0.000	0.000	0.000
16	4	0.136	7.360	1.171	0.854	0.000	0.000	0.000
17	1	0.553	1.808	0.288	3.476	0.000	0.000	0.000
17	2	0.448	2.232	0.355	2.816	0.000	0.000	0.000
17	3	0.337	2.966	0.472	2.118	0.000	0.000	0.000
17	4	0.136	7.360	1.171	0.854	0.000	0.000	0.000

Рис. 2.7 – Частоты собственных колебаний для первого варианта конструирования

0,472Гц < 1,16Гц < 1,171Гц, следовательно расчет будет проводиться с учетом 3 первых форм собственных колебаний.

Частоты собственных колебаний

№ загруз	№ формы	Собст. значения	Частоты		Период (с)	Коеф. распред.	Мод. масса (%)	Сумма мод. масс (%)
			Круг. частота (рад/с)	Частота (Гц)				
14	1	0.557	1.796	0.286	3.498	0.000	0.000	0.000
14	2	0.452	2.215	0.352	2.837	0.000	0.000	0.000
14	3	0.338	2.959	0.471	2.123	0.000	0.000	0.000
14	4	0.137	7.314	1.164	0.859	0.000	0.000	0.000
15	1	0.557	1.796	0.286	3.498	0.000	0.000	0.000
15	2	0.452	2.215	0.352	2.837	0.000	0.000	0.000
15	3	0.338	2.959	0.471	2.123	0.000	0.000	0.000
15	4	0.137	7.314	1.164	0.859	0.000	0.000	0.000
16	1	0.557	1.796	0.286	3.498	0.000	0.000	0.000
16	2	0.452	2.215	0.352	2.837	0.000	0.000	0.000
16	3	0.338	2.959	0.471	2.123	0.000	0.000	0.000
16	4	0.137	7.314	1.164	0.859	0.000	0.000	0.000
17	1	0.557	1.796	0.286	3.498	0.000	0.000	0.000
17	2	0.452	2.215	0.352	2.837	0.000	0.000	0.000
17	3	0.338	2.959	0.471	2.123	0.000	0.000	0.000
17	4	0.137	7.314	1.164	0.859	0.000	0.000	0.000

Рис. 2.8 – Частоты собственных колебаний для второго варианта конструирования.

0,471Гц < 1,16Гц < 1,164Гц , следовательно расчет будет проводиться с учетом 3 первых форм собственных колебаний.

2.3 Формирование сочетаний нагрузок

Список загрузжений			
#	Имя загрузки	Вид	Тип
1	Собственный вес ...	Постоянн...	
2	Полы	Длительн...	
3	Кровля и парапет	Длительн...	
4	Стены	Постоянн...	
5	Лестницы	Постоянн...	
6	Перегородки	Длительн...	
7	Полезная	Кратковре...	
8	Вертолетная нагру...	Кратковре...	
9	Снеговая	Кратковре...	
10	Ветер в юго-запад...	Неактивн...	
11	Ветер в северо-во...	Неактивн...	
12	Ветер в юго-восто...	Неактивн...	
13	Ветер в северо-за...	Неактивн...	
14	Пульсация из 10	Мгновенн...	ПУЛЬС
15	Пульсация из 11	Мгновенн...	ПУЛЬС
16	Пульсация из 12	Мгновенн...	ПУЛЬС
17	Пульсация из 13	Мгновенн...	ПУЛЬС

Рис. 2.9 – Итоговый список загрузжений

Поскольку подбор требуемого количества арматуры основных несущих элементов каркаса здания должен выполняться по наиболее невыгодным сочетаниям усилий, необходимо сгенерировать таблицу расчетных сочетаний усилий.

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загрузки...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собственный...	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Полы	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
3	Кровля и пар...	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
4	Стены	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
5	Лестницы	Постоянное(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
6	Перегородки	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
7	Полезная	Длительное ...	1 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.80 1.00
8	Вертолетная ...	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.20 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
9	Снеговая	Кратковреме...	2 0 0 0 0 0 1.40 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
10	Ветер в юго...	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
11	Ветер в севе...	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
12	Ветер в юго...	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
13	Ветер в севе...	Неактивное ...	9 0 0 0 0 0 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00
14	Пульсация и...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
15	Пульсация и...	Мгновенное(7)	7 0 0 1 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
16	Пульсация и...	Мгновенное(7)	7 0 0 2 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80
17	Пульсация и...	Мгновенное(7)	7 0 0 2 0 0 0 1.40 0.00	1.00 1.00 0.50 0.80

Рис. 2.10 – Сводная таблица для вычисления РСУ

Система РСН предназначена для вычисления перемещений узлов и усилий (напряжений) в элементах расчетной схемы от стандартных или произвольных комбинаций нагрузок.

Расчетные сочетания нагрузок

Номер таблицы РСН: 1 Имя таблицы РСН: СП 20.13330.2011_1

Определяющие РСН

СП 20.13330.2011 Не учитывать сейсмичку для II-го ПС Не учитывать особое загруз. для II-го ПС

	N загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длительн.	РСН1	РСН2	РСН3	РСН4	РСН5	РСН6	РСН7	РСН8
1	1	Собственный вес элемент	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	0.909	0.909	0.909	0.909
2	2	Полы	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	0.83	0.83	0.83	0.83
3	3	Кровля и паралет	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	0.83	0.83	0.83	0.83
4	4	Стены	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	0.909	0.909	0.909	0.909
5	5	Лестницы	Постоянное (P)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	0.909	0.909	0.909	0.909
6	6	Перегородки	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	0.83	0.83	0.83	0.83
7	7	Полезная	Постоянное (P)	+		1.2	1.0	1.	1.	1.	1.	0.83	0.83	0.83	0.83
8	8	Вертолетная нагрузка	Постоянное (P)	+		1.2	.35	1.	1.	1.	1.	0.83	0.83	0.83	0.83
9	9	Снеговая	Постоянное (P)	+		1.4	.35	1.	1.	1.	1.	0.71	0.71	0.71	0.71
10	10	Ветер в юго-западном н	Постоянное (P)	+		.0	.0	1.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	0.
11	11	Ветер в северо-восточн	Постоянное (P)	+		.0	.0	1.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	0.
12	12	Ветер в юго-восточном	Постоянное (P)	+		.0	.0	1.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	0.

Рис. 2.11 – Расчетные сочетания нагрузок

2.4 Анализ результатов расчета

2.4.1 Анализ динамической комфортности

Согласно п. В3 [3], максимальное ускорение этажа здания не должно

превышать величины $\alpha_{с, \max} = 0,08$.

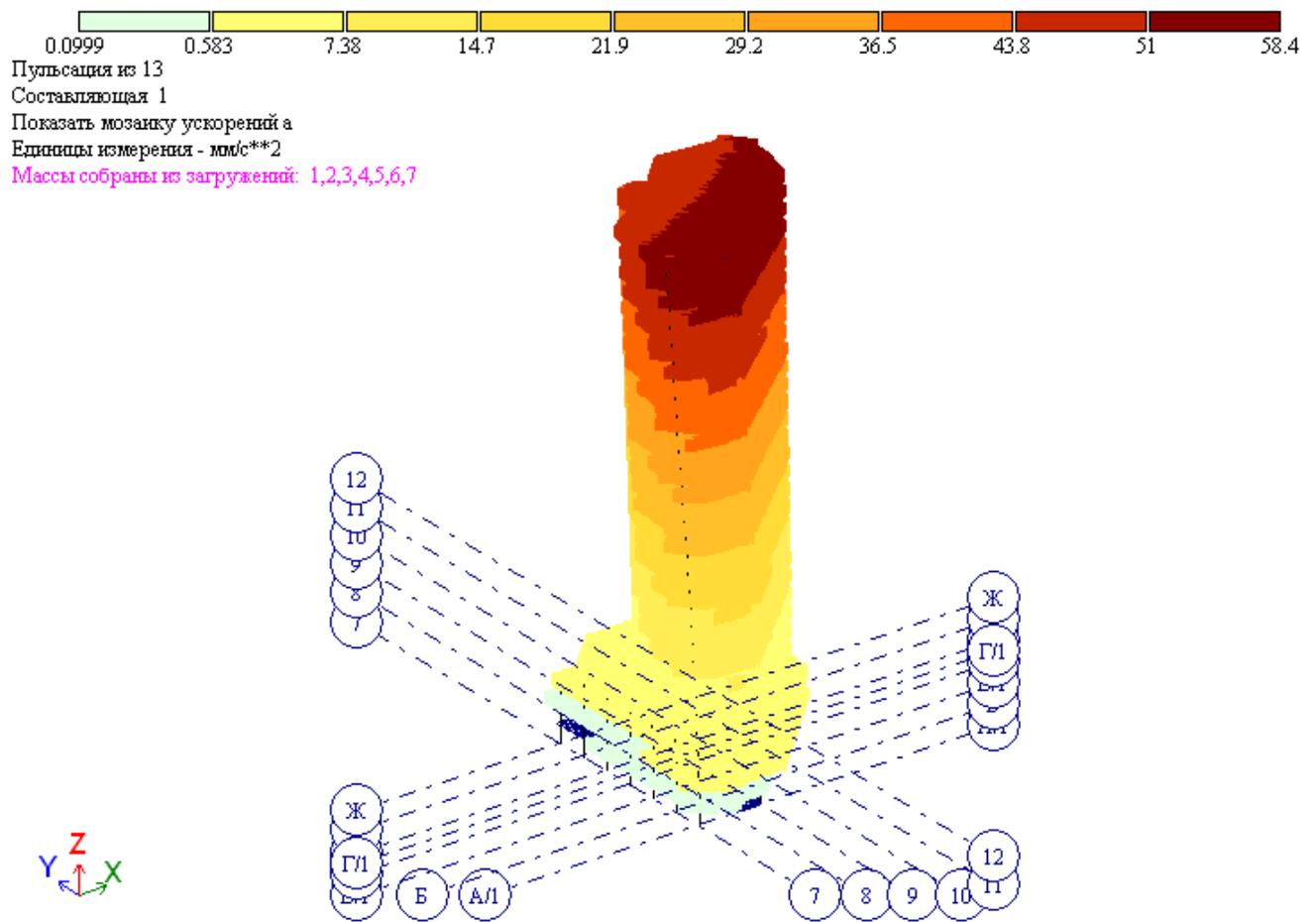


Рис. 2.12 – Мозаика ускорений с максимальным значением в первом варианте конструирования

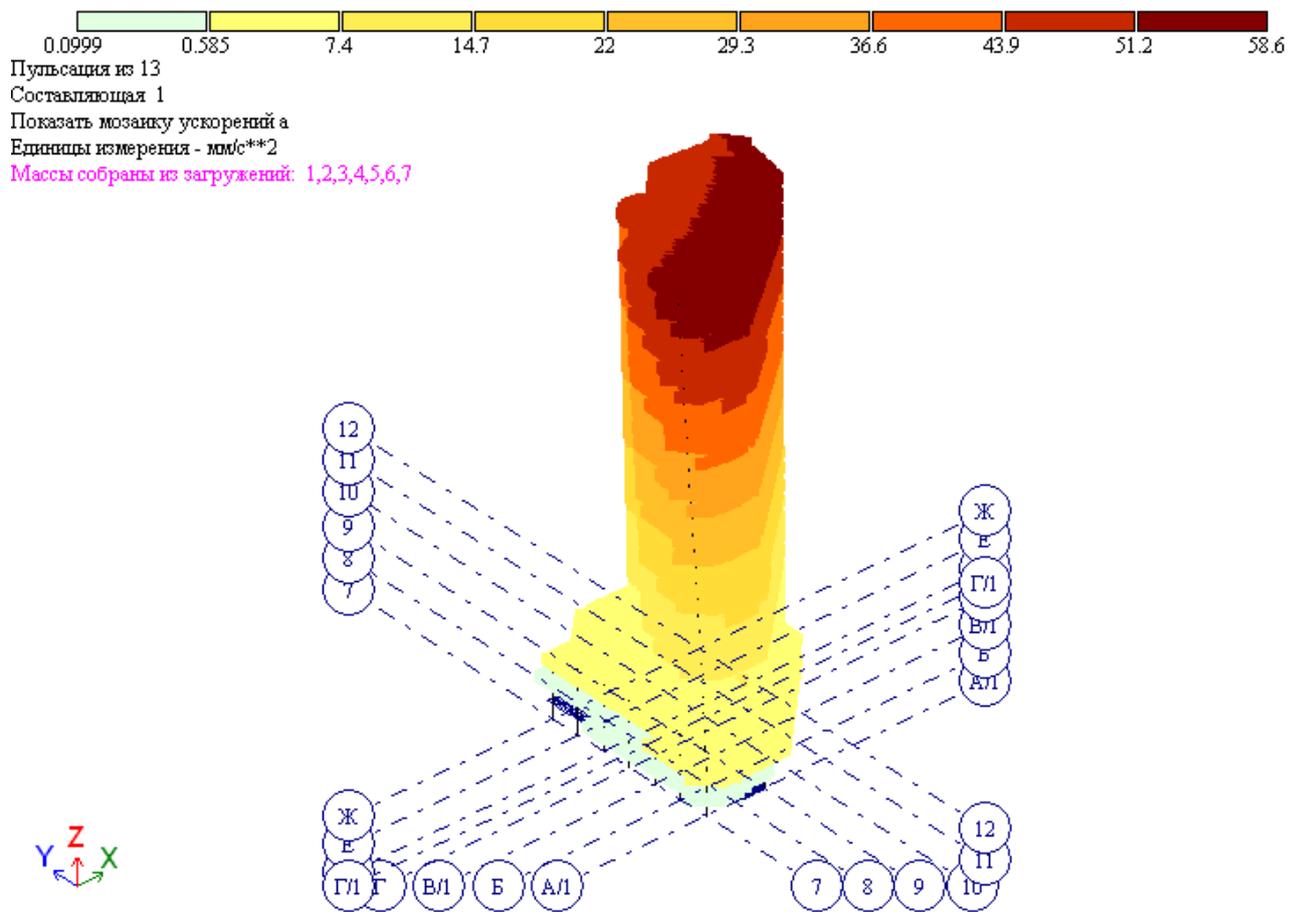


Рис. 2.13 – Мозаика ускорений с максимальным значением во втором варианте конструирования

Как видно из рисунков, значения ускорений не превышают максимально допустимого.

2.4.2 Анализ перемещений

Согласно п. Д.2.4.1 [3], горизонтальные предельные перемещения зданий

$$f_u = \frac{h}{500} = \frac{100,500}{500} = 201\text{мм.}$$

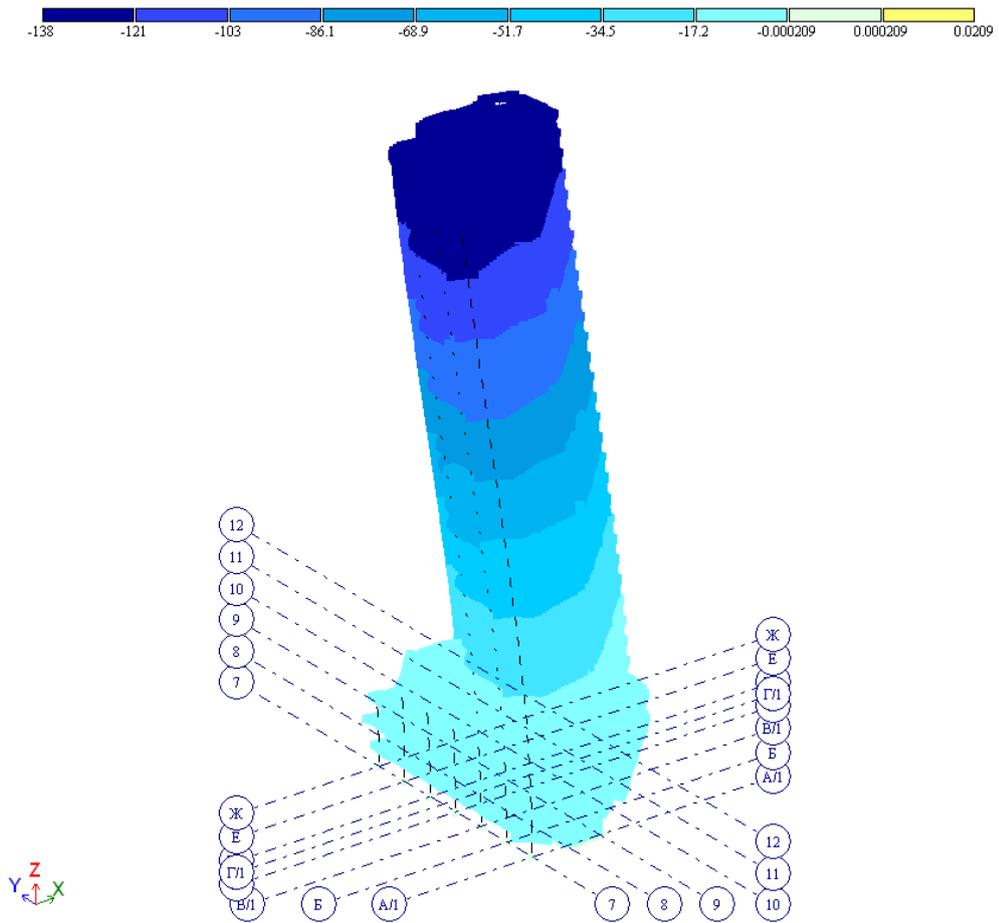


Рис. 2.14 – Мозаика перемещений по X с максимальным значением в первом варианте конструирования

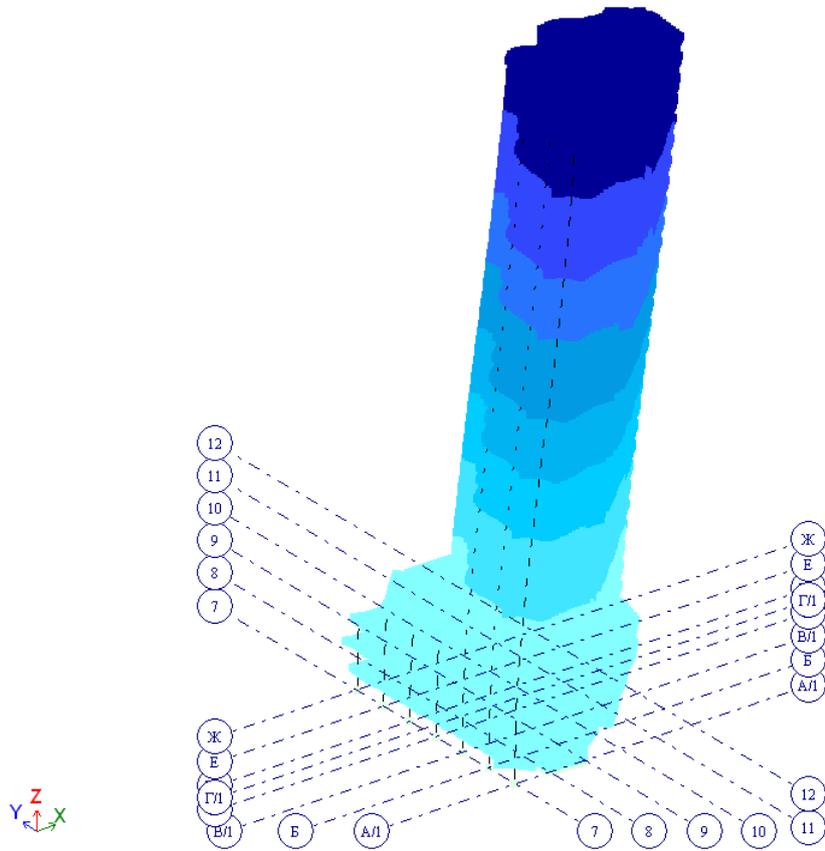


Рис. 2.15 – Мозаика перемещений по Y с максимальным значением в первом варианте конструирования

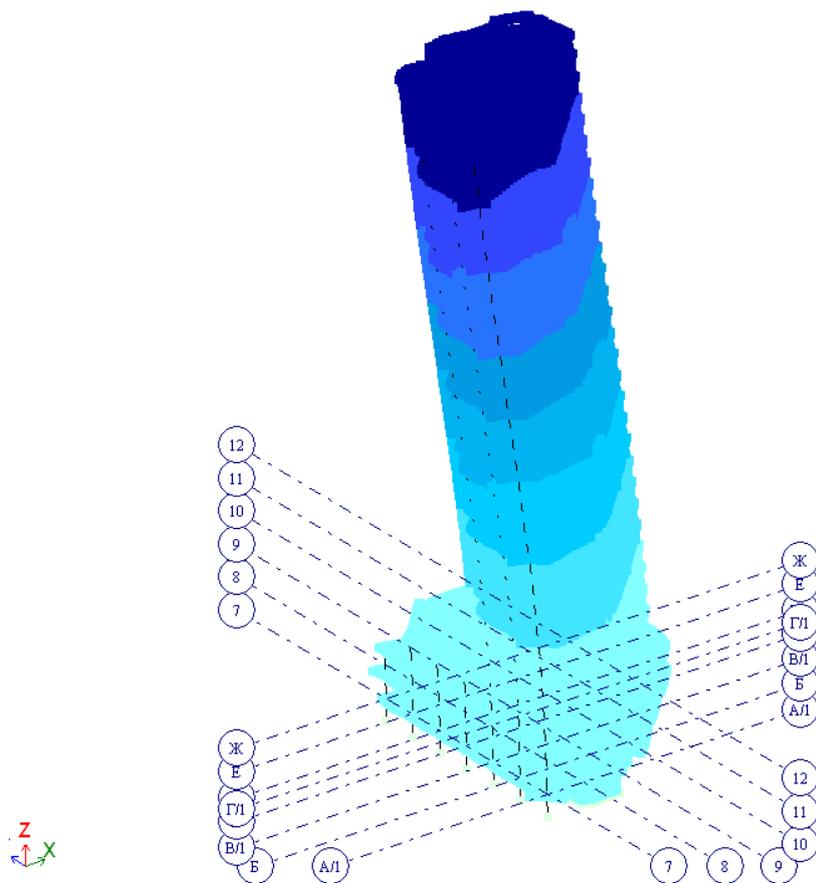


Рис. 2.16 – Мозаика перемещений по X с максимальным значением во втором варианте конструирования

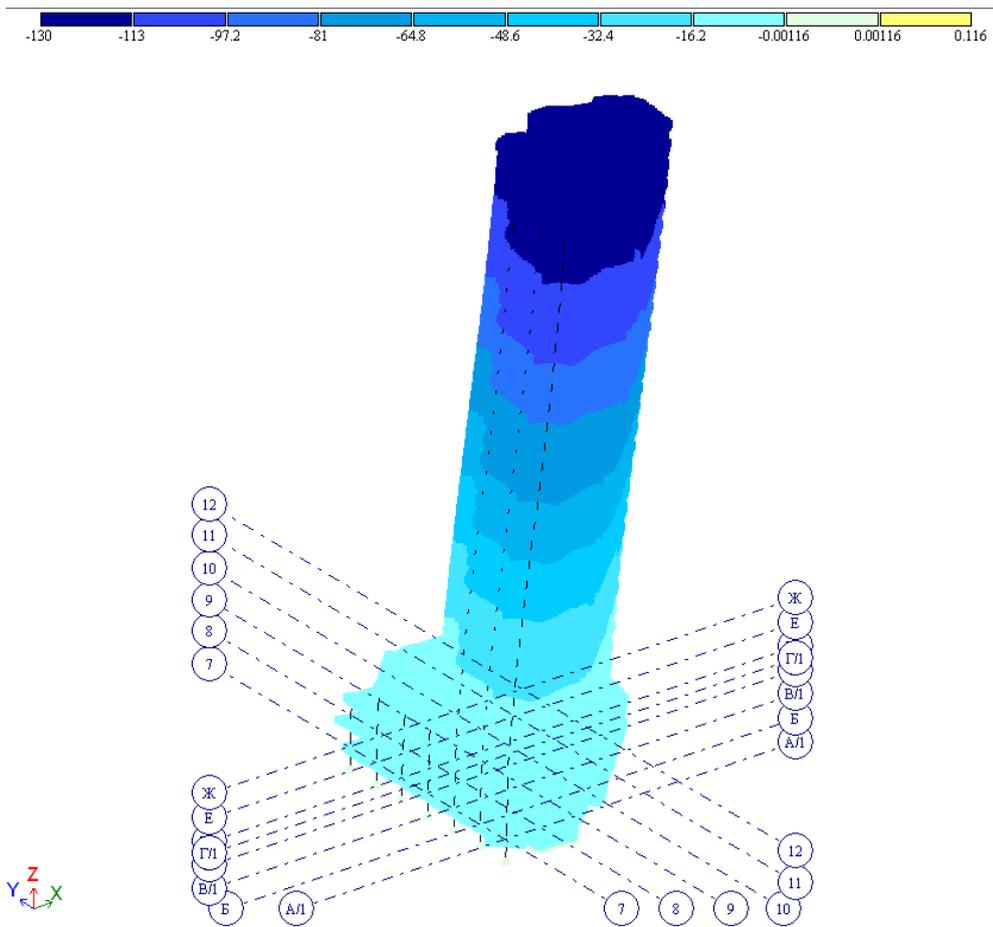


Рис. 2.17 – Мозаика перемещений по Y с максимальным значением во втором варианте конструирования

Как видно из рисунков, значения горизонтальных перемещений не превышают максимально допустимого.

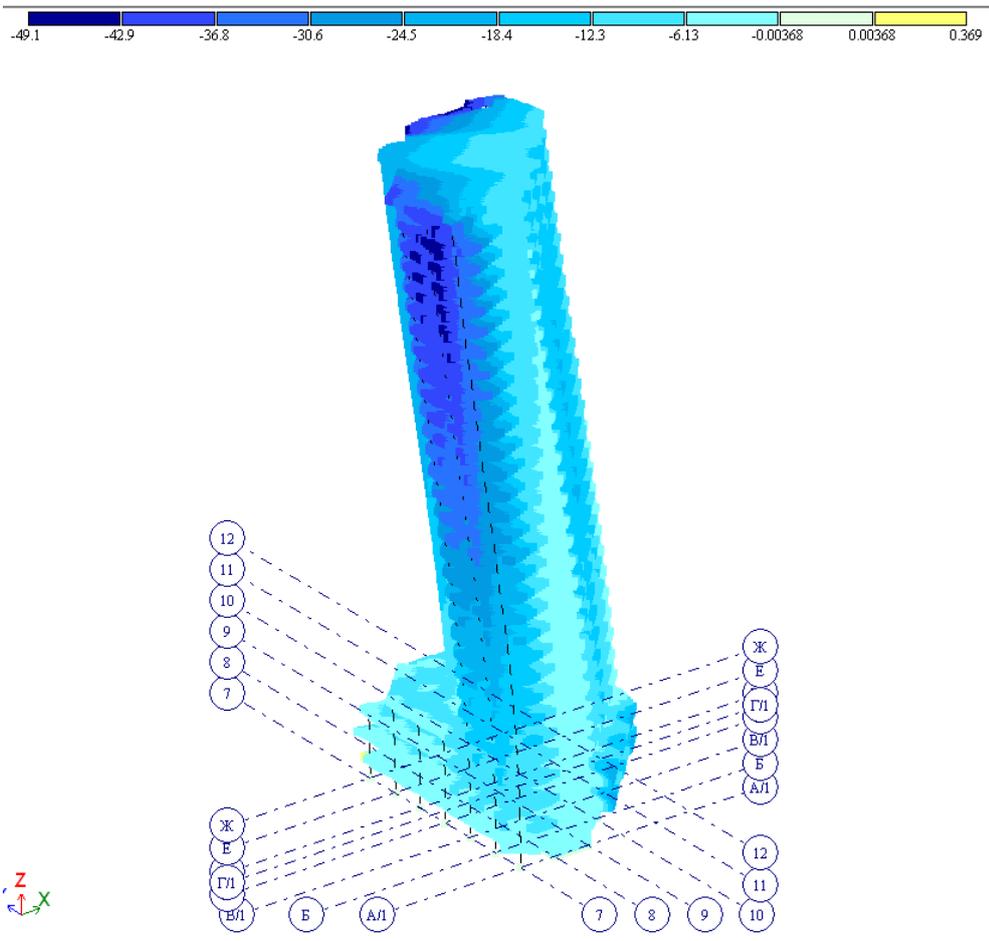


Рис. 2.18 – Мозаика перемещений по Z с максимальным значением в первом варианте конструирования

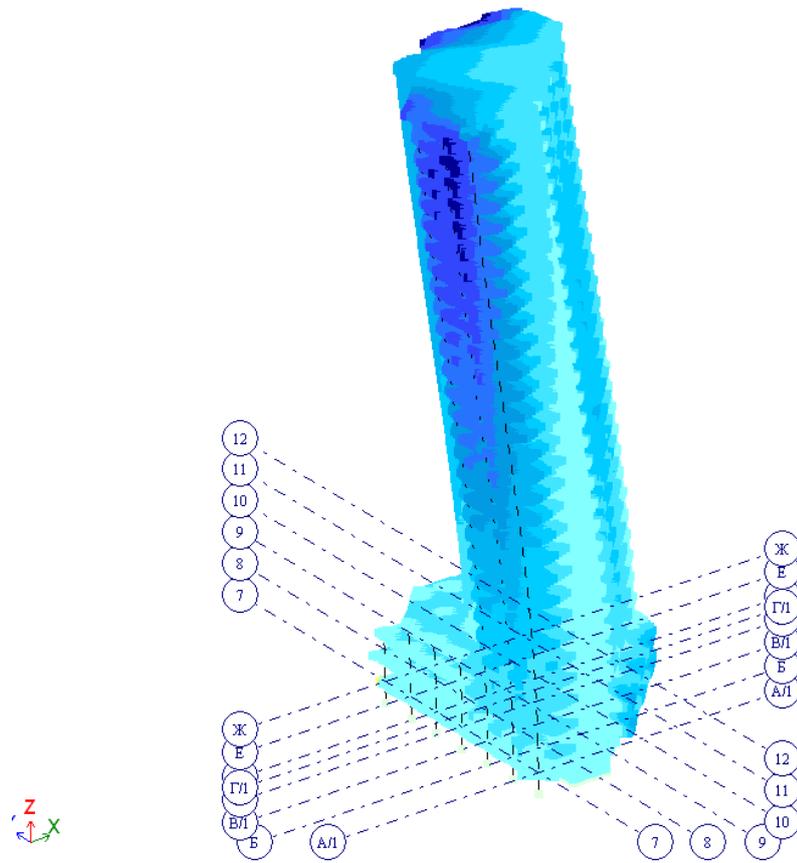


Рис. 2.19 – Мозаика перемещений по Z с максимальным значением во втором варианте конструирования

- AU3 – площадь угловой арматуры в верхнем левом угле сечения;
- AU4 – площадь угловой арматуры в верхнем правом угле сечения;
- AS1 – площадь у нижней грани сечения;
- AS2 – площадь у верхней грани сечения;
- AS3 – площадь у левой боковой грани сечения;
- AS4 – площадь у правой боковой грани сечения;
- Поперечная арматура:
- ASW1 – вертикальная;
- ASW2 – горизонтальная;

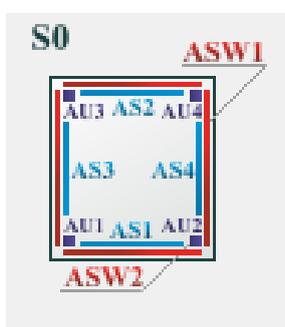


Рис. 2.22 – Обозначения армирования колонны

2.5.3 Армирование самой нагруженной колонны в первом варианте конструирования

Самая нагруженная колонна находится на пересечении осей В/1 и 10.

Армирование колонны на уровне подземной парковки:

АРМАТУРА продольная					
Арма...	AU1	AU2	AU3	AU4	
Полная	12.57	12.57	12.57	12.57	
Прочн...	12.57	12.57	12.57	12.57	
Круче...					
Ар...	AS1	AS2	AS3	AS4	%
Пол...	23.53	23.53	24.57	24.57	2.99
Про...	23.53	23.53	24.57	24.57	2.99

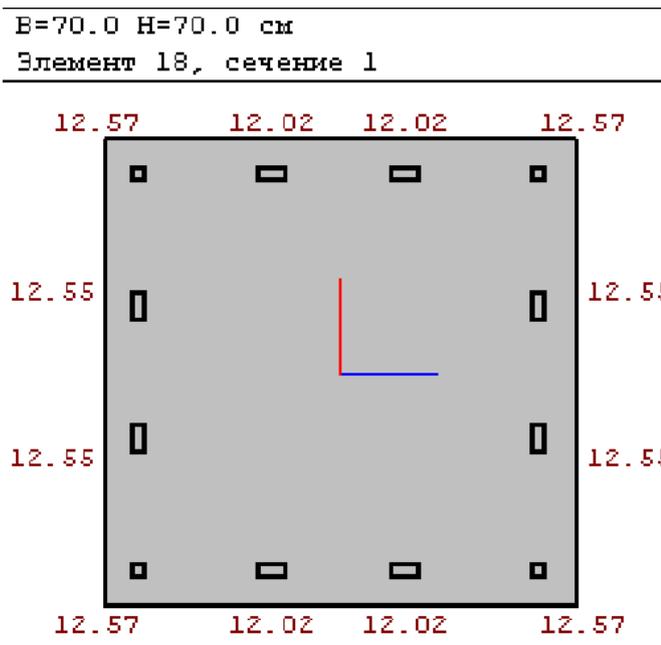


Рис. 2.23 – Армирование К-1.0 в первом варианте конструирования

Угловая арматура:

Необходимая площадь (полная) арматуры углового стержня

$$A_{U1}=A_{U2}=A_{U3}=A_{U4} = 12,57 \text{ см}^2;$$

При установке в качестве углового армирования стержня $\varnothing 40\text{мм}$, фактическая площадь углового армирования будет $A_s=12,57 \text{ см}^2$;

Промежуточная арматура:

Необходимая площадь арматуры $\max (A_{S1}= A_{S2}= A_{S3}= A_{S4}) = 24,57\text{см}^2$.

Принимаем два стержня $\varnothing 40\text{мм}$ $A_s = 25,14 \text{ см}^2$. По конструктивным требованиям, указанным в п. 3.65 [9] для монолитных колонн минимальный диаметр продольной арматуры равен 12 мм, данное условие выполняется.

Поперечная арматура:

Требуемая по расчету площадь поперечной арматуры, устанавливаемой для восприятия крутящего момента $A_{sw} = 10,51 \text{ см}^2/1\text{м}$

Требования по d_{sw} :

Согласно п.10.3.12 [9], диаметр поперечной арматуры (хомутов) в вязаных каркасах внецентренно сжатых элементов принимают не менее 0,25 наибольшего диаметра продольной арматуры и не менее 6 мм.

$$d_{sw} \geq 0.25d = 0.25 \cdot 40 = 10\text{мм}; \text{ и } d_{sw} \geq 6\text{мм}$$

Требования по шагу S_w :

Согласно п. 10.3.13 [9] в железобетонных элементах, в которых поперечная сила по расчету не может быть воспринята только бетоном, следует предусматривать установку поперечной арматуры с шагом не более 0,5 h_0 и не более 300 мм.

$$S_w \leq 300\text{мм};$$

$$S_w \leq 0.5h_0 = 0.5 \cdot 640 = 320 \text{ мм}$$

Согласно п. 10.3.14 [9] во внецентренно сжатых линейных элементах, а также в изгибаемых элементах при наличии необходимой по расчету сжатой продольной арматуры в целях предотвращения выпучивания продольной арматуры следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более 15d и не более 500 мм (d- диаметр сжатой продольной арматуры).

$$S_w \leq 15d = 15 \cdot 40 = 600 \text{ мм}$$

$$S_w \leq 500\text{мм}$$

Примем хомуты на кручение с шагом $S_w = 200\text{мм}$. Тогда:

$$a_{sw} = 0,5 \text{ см}^2/\text{м} \cdot 0,2\text{м} = 0,1 \text{ см}^2 \rightarrow 2 \text{ } \varnothing 10\text{мм} (a_s = 1,57 \text{ см}^2) \text{ принимаются}$$

конструктивно.

Суммарные хомуты на восприятие поперечных сил:

$$a_{sw} = 13,5 \text{ см}^2/\text{м} \cdot 0,2\text{м} = 2,7 \text{ см}^2$$

принимаем 4 $\varnothing 10\text{мм}$ ($a_s = 3,14 \text{ см}^2$)

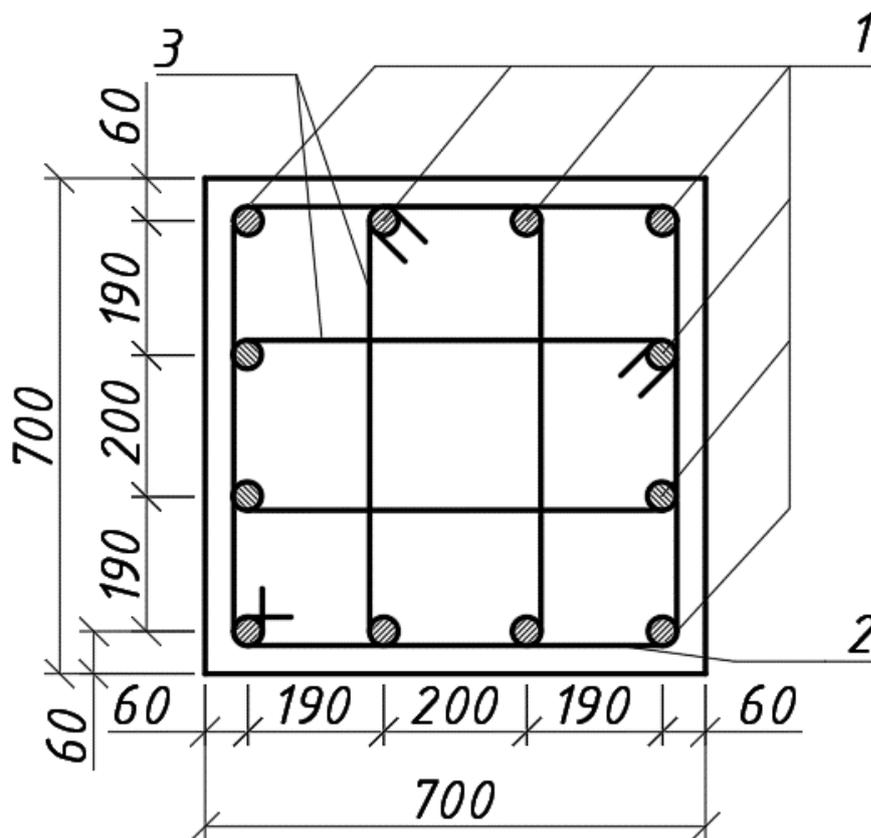


Рис. 2.24 – Армирование самой нагруженной колонны в первом варианте конструирования

При применении гнутой арматуры (отгибы, загибы концов стержней) минимальный диаметр загиба отдельного стержня должен быть таким, чтобы избежать разрушения или раскалывания бетона внутри загиба арматурного стержня и его разрушения в месте загиба.

Хомуты $\varnothing 10$ мм с шагом 200 мм установлены конструктивно, на основании п.10.3.15 и п.10.3.12[9].

Минимальный диаметр оправки $d_{оп}$ для арматуры принимают согласно п.10.3.33[9] в зависимости от диаметра стержня d_s не менее: для гнутых стержней гладкого профиля $d_{оп} = 2,5d_s$ при $d_s < 20$ мм.

$$d_{оп} = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ мм.}$$

Хомуты заводятся за продольный арматурный стержень согласно рис. 1 [20].

2.5.4 Армирование самой нагруженной колонны во втором варианте конструирования

АРМАТУРА продольная					
Арма...	AU1	AU2	AU3	AU4	
Полная	12.57	12.57	12.57	12.57	
Прочн...	12.57	12.57	12.57	12.57	
Круче...					
Ар...	AS1	AS2	AS3	AS4	%
Пол...	19.47	19.47	19.47	19.47	3.56
Про...	19.47	19.47	19.47	19.47	3.56

B=60.0 H=60.0 см
Элемент 18, сечение 1

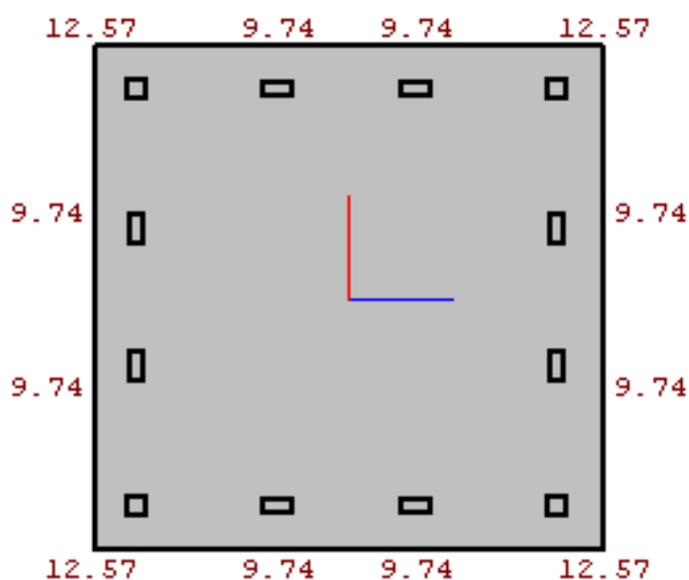


Рис. 2.25– Армирование К-1.0 во втором варианте конструирования

Угловая арматура:

Необходимая площадь (полная) арматуры углового стержня

$$A_{U1}=A_{U2}=A_{U3}=A_{U4} = 12,57 \text{ см}^2;$$

При установке в качестве углового армирования стержня $\varnothing 40\text{мм}$, фактическая площадь углового армирования будет $A_s=12,57 \text{ см}^2$;

Промежуточная арматура:

Необходимая площадь арматуры $\max (A_{S1} = A_{S2} = A_{S3} = A_{S4}) = 19,47 \text{ см}^2$.

Принимаем два стержня $\varnothing 36 \text{ мм}$ $A_s = 20,36 \text{ см}^2$. По конструктивным требованиям, указанным в п. 3.65 [9] для монолитных колонн минимальный диаметр продольной арматуры равен 12 мм, данное условие выполняется.

Поперечная арматура:

Требуемая по расчету площадь поперечной арматуры, устанавливаемой для восприятия крутящего момента $A_{sw} = 14,8 \text{ см}^2/\text{м}$

Требования по d_{sw} :

Согласно п.10.3.12 [9], диаметр поперечной арматуры (хомутов) в вязаных каркасах внецентренно сжатых элементов принимают не менее 0,25 наибольшего диаметра продольной арматуры и не менее 6 мм.

$$d_{sw} \geq 0.25d = 0.25 \cdot 40 = 10 \text{ мм}; \text{ и } d_{sw} \geq 6 \text{ мм}$$

Требования по шагу S_w :

Согласно п. 10.3.13 [9] в железобетонных элементах, в которых поперечная сила по расчету не может быть воспринята только бетоном, следует предусматривать установку поперечной арматуры с шагом не более $0,5 h_0$ и не более 300 мм.

$$S_w \leq 300 \text{ мм};$$

$$S_w \leq 0.5h_0 = 0.5 \cdot 540 = 270 \text{ мм}$$

Согласно п. 10.3.14 [9] во внецентренно сжатых линейных элементах, а также в изгибаемых элементах при наличии необходимой по расчету сжатой продольной арматуры в целях предотвращения выпучивания продольной арматуры следует устанавливать поперечную арматуру с шагом не более $15d$ и не более 500 мм (d - диаметр сжатой продольной арматуры).

$$S_w \leq 15d = 15 \cdot 40 = 600 \text{ мм}$$

$$S_w \leq 500 \text{ мм}$$

Примем хомуты на кручение с шагом $S_w = 200 \text{ мм}$. Тогда:

$$a_{sw} = 14,8 \text{ см}^2/\text{м} \cdot 0,1 \text{ м} = 1,48 \text{ см}^2 \rightarrow \text{принимаем } 4 \varnothing 10 \text{ мм} (a_s = 3,14 \text{ см}^2)$$

Хомуты $\varnothing 10\text{мм}$ с шагом 200мм установлены конструктивно, на основании п.10.3.15 и п.10.3.12[9].

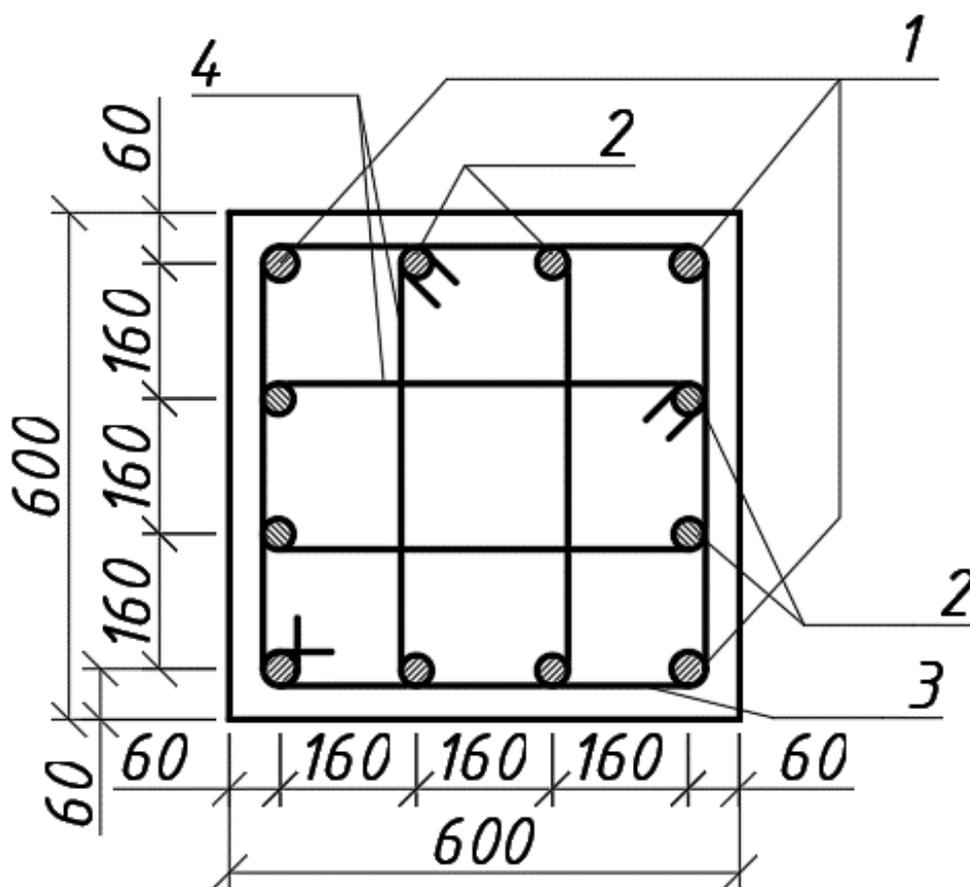


Рис. 2.26 – Армирование самой нагруженной колонны во втором варианте конструирования

Минимальный диаметр оправки $d_{оп}$ для арматуры принимают согласно п.10.3.33[9] в зависимости от диаметра стержня d_s не менее: для гнутых стержней гладкого профиля $d_{оп} = 2,5d_s$ при $d_s < 20\text{мм}$.

$$d_{оп} = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ мм.}$$

Хомуты заводятся за продольный арматурный стержень согласно рис. 1 [20] на величину, равную $15d_s$. R принимаем 150мм.

Дополнительные хомуты на восприятие поперечных сил не требуются, так как значения требуемой арматуры, действующей на кручение, и полной поперечной арматуры совпадают.

2.6 Расчет колонн

2.6.1 Первый вариант

$$E_b = 0,036 \text{ Мпа}$$

Усилия в колонне: $N = -1127,71 \text{ т}$; $M_y = 3,17 \text{ т*м}$; $M_x = 0,03 \text{ т*м}$;

Согласно п. 8.1.14 [9], расчет по прочности прямоугольных сечений внецентренно сжатых элементов производят из условия

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

Где N - продольная сила от внешней нагрузки;

e - расстояние от точки приложения продольной силы N до центра тяжести сечения растянутой или наименее сжатой (при полностью сжатом сечении элемента) арматуры, равное

$$e = e_0 \cdot \eta + \frac{h_0 - a'}{2}$$

Здесь η - коэффициент, учитывающий влияние продольного изгиба (прогиба) элемента на его несущую способность и определяемый согласно 8.1.15 [9].

Значение коэффициента η при расчете конструкций по недеформированной схеме определяют по формуле

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

N_{cr} - условная критическая сила, определяемая по формуле

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2}$$

здесь D - жесткость железобетонного элемента в предельной по прочности стадии;

l_0 - расчетная длина элемента, определяемая согласно 8.1.17 [9].

Допускается значение D определять по формуле

$$D = k_b E_b I + k_s E_s I_s$$

Где E_b , E_s - модули упругости бетона и арматуры соответственно;

I , I_s - моменты инерции площадей сечения бетона и всей продольной арматуры соответственно относительно оси, проходящей через центр тяжести поперечного сечения элемента;

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,07 \cdot 0,07^3}{12} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

$$I_s = A_s \left(\frac{h}{2} - a\right)^2 + A'_s \left(\frac{h}{2} - a'\right)^2 = 82312,5 \text{ см}^4$$

$$k_b = \frac{0,15}{\varphi_l (0,3 + \delta_l)} = 1,7$$

φ_l - коэффициент, учитывающий влияние длительности действия нагрузки

$$\varphi_l = 1 + \frac{M_{l1}}{M_1}, \text{ но не более } 2;$$

Здесь M_1 , M_{l1} - моменты относительно центра наиболее растянутого или наименее сжатого (при целиком сжатом сечении) стержня соответственно от действия полной нагрузки и от действия постоянных и длительных нагрузок;

$$k_s = 0,7$$

δ_l - относительное значение эксцентриситета продольной силы $\frac{e_0}{h}$, принимаемое не менее 0,15 и не более 1,5.

$$D = 1,7 \cdot 370 \cdot 200 + 0,7 \cdot 2039,43 \cdot 26241,25 = 103725056 \text{ т/см}^4$$

Согласно п. 8.1.7 [9], при расчете внецентренно сжатых железобетонных элементов в начальном эксцентриситете приложения продольной силы e_0 следует учитывать случайный эксцентриситет e_a , принимаемый не менее:

- 1/600 длины элемента или расстояния между его сечениями, закрепленными от смещения;
- 1/30 высоты сечения;
- 10 мм.

Для элементов статически неопределимых конструкций значение эксцентриситета продольной силы относительно центра тяжести приведенного сечения e_0 принимают равным значению эксцентриситета, полученного из статического расчета, но не менее e_a .

$$\frac{l}{600} = \frac{330}{600} = 5,5 \text{ мм}$$

$$\frac{h}{30} = \frac{700}{30} = 23 \text{ мм}$$

$$e'_0 = \frac{M_y}{N} = \frac{3,17}{1126,7} = 0,0028 \text{ м} = 2,8 \text{ мм}$$

Принимаем $e_0 = 23 \text{ мм}$.

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2039432}{370000} = 5,405$$

Моменты инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести:

$$I_{red} = I + I_s \alpha_s = 1080000 + (5,405 - 1) * 26241,3 = 1195603 \text{ см}^4$$

Площадь приведенного сечения

$$A_{red} = 3548,2 + 5,4 * 51,8 = 3828,22 \text{ см}^2$$

$$i_{red} = \sqrt{\frac{I_{red}}{A_{red}}} = 17,67 \text{ см}$$

$$\eta = 1,406$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2} = 1420,8 \text{ т}$$

$$e = 2,8 * 1,04 + 25 = 27,8 \text{ см}$$

$$\xi_R = \frac{x_R}{h} = 0,8 / (1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}) = 0,494$$

Высоту сжатой зоны определяем по формуле

$$x = \frac{820930 + 4435 * 21 * \frac{1 + 0,494}{1 - 0,494} - 4435 * 30,81}{195 * 60 + \frac{2 * 4435 * 20,99}{55(1 - 0,494)}} = 32,15 \text{ см}$$

$$\xi = \frac{52,15}{55} = 0,94 \geq \xi_R = 0,494$$

Условие выполняется.

$$N * 27,87 \leq 195 * 60 * 52,15(55 - 0,5 * 52,15) + 4435 * 3081(55 - 5)$$

$$N = 1025\text{т} \leq 1211\text{т}$$

Условие выполняется.

2.6.2 Второй вариант

$$e'_0 = \frac{M_y}{N} = \frac{22}{1015} = 0,022\text{м} = 22\text{мм}$$

$$k_b = 1,87$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{60 \cdot 60^3}{12} = 1,08 \cdot 10^6 \text{см}^4$$

$$I_s = 82312,5 \text{см}^4$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2} = \frac{(3,1^2 * 1,9 * 10^{11})}{330^2} = 1089\text{т} > 1025\text{т}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1025}{1089}} = 1,157$$

$$e = 2,3 \cdot 1,157 + 25 = 27,7 \text{ см}$$

$$x = \frac{1104 * 10^3 + 4435 * 21 * \frac{1 + 0,494}{1 - 0,494} - 4080 * 65,81}{229,5 * 60 + \frac{2 * 4435 * 65,85}{55(1 - 0,494)}} = 48,9 \text{ см}$$

$$\xi = \frac{52,15}{55} = 0,94 \geq \xi_R = 0,494$$

Условие выполняется.

$$N * 27,7 \leq 295 * 60 * 48,9(55 - 0,5 * 48,9) + 4080 * 65(55 - 5)$$

$$N = 1015\text{т} \leq 1183\text{т}$$

Условие выполняется., прочность обеспечена.

2.6.3 Расчет длины анкеровки

В соответствии с п. 10.3.24 [9] выполним расчет анкеровки.

$$l_{0,an} = \frac{R_s \cdot A_s}{R_{bond} \cdot u_s}, \text{ где}$$

R_s – полное расчетное сопротивление на бетон;

A_s и u_s - соответственно площадь поперечного сечения анкеруемого стержня арматуры и периметр его сечения, определяемые по номинальному диаметру стержня;

R_{bond} - расчетное сопротивление сцепления арматуры с бетоном, принимаемое равномерно распределенным по длине анкеровки и определяемое по формуле:

$$R_{bond} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot R_{bt}, \text{ где}$$

R_{bt} - расчетное сопротивление бетона осевому растяжению;

η_1 - коэффициент, учитывающий влияние вида поверхности арматуры, принимаемый равным: 2,5 (для горячекатаной и горячекатаной упрочненной арматуры периодического профиля);

η_2 - коэффициент, учитывающий влияние размера диаметра арматуры, принимаемый равным: 1,0 (при диаметре арматуры $d_s \leq 32$ мм) или принимаемый равным: 0,9 (при диаметре арматуры $d_s = 36/40$ мм).

$$\text{Тогда: } l_{0,an} = \frac{435 \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot \pi \cdot D} = 31 \cdot D \text{ для бетона В40 и стержней } d_s \leq 32 \text{ мм}$$

$$l_{0,an} = \frac{435 \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot 2,5 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot \pi \cdot D} = 34,44 \cdot D \text{ для бетона В40 и стержней } d_s > 32 \text{ мм}$$

$$l_{0,an} = \frac{435 \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot \pi \cdot D} = 24,17 \cdot D \text{ для бетона В60 и стержней } d_s \leq 32 \text{ мм}$$

$$l_{0,an} = \frac{435 \cdot \pi \cdot D^2}{4 \cdot 2,5 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot \pi \cdot D} = 26,85 \cdot D \text{ для бетона В60 и стержней } d_s > 32 \text{ мм}$$

Требуемая расчетная длина анкеровки:

$$l_{an} = \alpha_1 \cdot l_{0,an} \cdot \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}, \text{ где}$$

α_1 - коэффициент, учитывающий влияние на длину анкеровки напряженного состояния бетона и арматуры, и конструктивного решения элемента в зоне анкеровки;

$A_{s,cal}, A_{s,ef}$ - площади поперечного сечения арматуры, требуемая по расчету и фактически установленная соответственно.

$\alpha_1 = 1$, т. к. растянутая арматура.

Также необходимо выполнение следующих условий:

$$l_{an} \geq 15d_s;$$

$$l_{an} \geq 200 \text{ мм};$$

$$l_{an} \geq 0,3 l_{0,an}.$$

Для арматуры d40:

$$l_{an} = 1 \cdot 34,44 \cdot 40 \text{ мм} \cdot \left(\frac{12,57}{12,57}\right) = 1378 \text{ мм} \approx 1400 \text{ мм};$$

$$l_{an} = 1 \cdot 26,85 \cdot 28 \text{ мм} \cdot 1 = 1074 \text{ мм} \approx 1100 \text{ мм}.$$

Для арматуры d36:

$$l_{an} = 1 \cdot 26,85 \cdot 36 \text{ мм} \cdot \left(\frac{10,18}{10,18}\right) = 966 \text{ мм} \approx 1000 \text{ мм};$$

Для арматуры d25:

$$l_{an} = 1 \cdot 31 \cdot 25 \text{ мм} \cdot (1) = 775 \text{ мм} \approx 800 \text{ мм};$$

$$l_{an} = 1 \cdot 24,17 \cdot 25 \text{ мм} \cdot (1) = 604,25 \text{ мм} \approx 650 \text{ мм};$$

Для арматуры d20:

$$l_{an} = 1 \cdot 31 \cdot 20 \text{ мм} \cdot (1) = 620 \text{ мм} \approx 650 \text{ мм};$$

$$l_{an} = 1 \cdot 24,17 \cdot 20 \text{ мм} \cdot (1) = 483,4 \text{ мм} \approx 500 \text{ мм};$$

3. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Технологическая карта составляется на возведение монолитных железобетонных колонн. Параметры колонны: $h \times b = 600 \times 600$ мм, $H_k = 3300$ мм.

3.1 Расчет объемов работ и затрат труда

Табл. 3.1 Ведомость объемов работ

п/п	№ работ	Наименование	Ед. изм	Объем работ	
				На 1 колонну	На 1 этаж
1		Установка арматурного каркаса	т	0,186	3,73
2		Установка опалубки	м ²	11,88	237,6
3		Укладка бетонной смеси	м ³	1,19	23,8
4		Покрытие утеплителем	100 м ²	0,1224	2,448
5		Снятие утеплителя	100 м ²	0,1224	2,448
6		Снятие опалубки	м ²	11,88	237,6

Табл. 3.2 Калькуляция затрат труда

№ п/п	Наименование работ	Обоснование	Ед. изм	Объем работ	Норма времен	Затраты труда	Состав звена
					Чел-час	Чел-час	
1	Установка арматурного каркаса	Е4-1-44-2	т	3,73	1,3*1,1 * 1,2=1,7 2	6,42	Арматурщик 5 разр -1, 3 разр -2
2	Установка опалубки	Е4-1-34-Б-2	м ²	237,6	0,48	114,05	Плотник 4 разр - 2, 2 разр -4
3	Укладка бетонной смеси		м ³	23,8	0,121	2,88	Бетонщик 5 разр - 1, 3 разр - 2

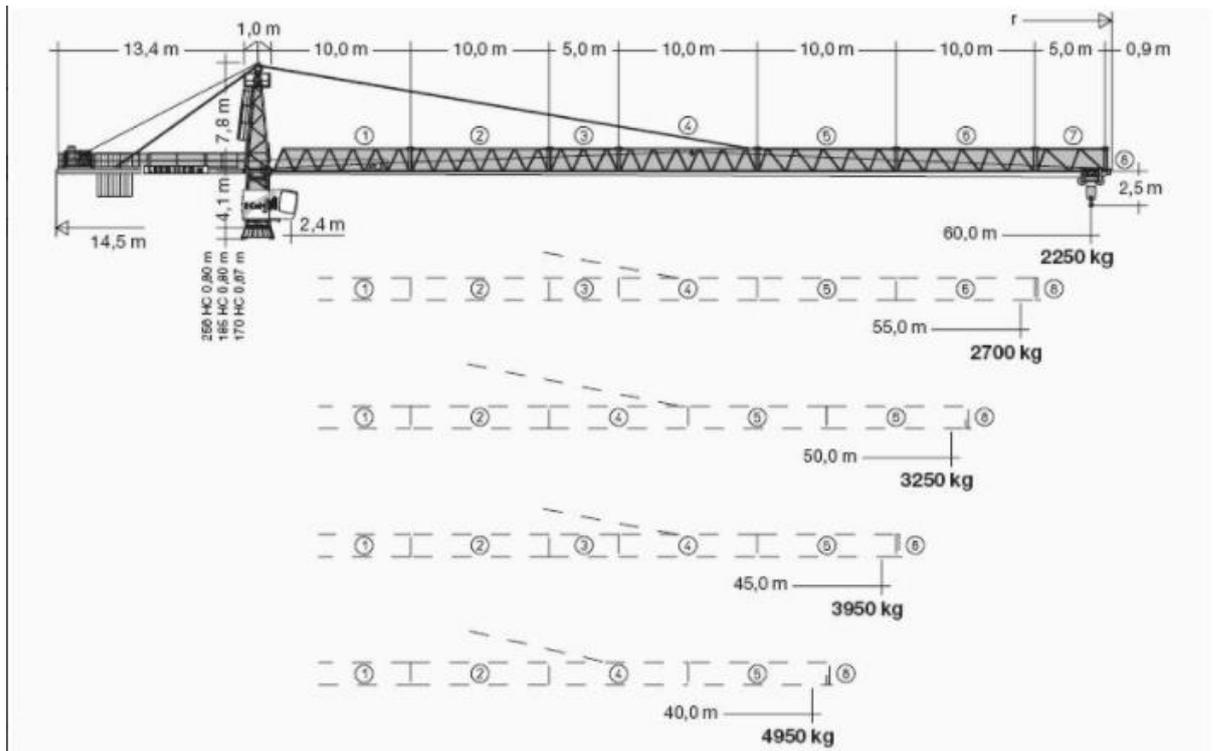
4	Покрытие утеплителем	E4-1-54-10	100 м ²	2,448	0,23	0,56	
	Выдерживание, контроль температуры						
5	Снятие утеплителя	E4-1-54-12	100 м ²	2,448	0,24	0,59	Плотник 4 разр – 2, 2 разр -4
6	Снятие опалубки	E4-1-34-Б-2	м ²	237,6	0,18	42,77	

3.2 Выбор основных машин и механизмов

Башенный кран подбирается по вылету стрелы в виду низкой массы поднимаемых грузов (арматурные пучки и опалубка).

Выберем башенный кран Liebherr 200 EC-NM 12 FR.

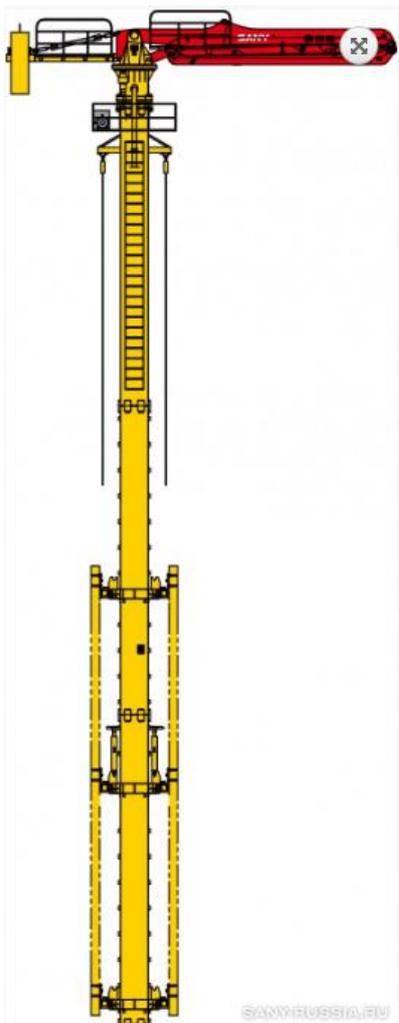
Технические характеристики Liebherr 200 EC-NM 12 FR	
Грузоподъемность в области максимальной нагрузки	12 т
Вылет стрелы	Максимальный вылет 60 м
Грузоподъемность при максимальном вылете стрелы	2.25т
Макс. Высота подъема крюка	60м
При анкерном креплении крана к зданию	173м



		200 EC-HM 12 FR.tronic®																				
m	r	m/kg	m/kg																			
			18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	45,0	48,0	50,0	52,0	55,0	58,0	60,0
60,0	(r = 61,6)	2,4 - 16,1 12000	10550	9350	8370	7560	6870	6290	5780	5340	4950	4600	4290	4010	3760	3420	3130	2950	2790	2570	2370	2250
55,0	(r = 56,6)	2,4 - 16,6 12000	10950	9710	8700	7860	7150	6550	6020	5560	5160	4800	4480	4190	3930	3580	3280	3100	2930	2700		
50,0	(r = 51,6)	2,4 - 17,2 12000	11380	10100	9050	8180	7450	6820	6280	5800	5380	5010	4680	4380	4110	3750	3440	3250				
45,0	(r = 46,6)	2,4 - 17,8 12000	11880	10550	9460	8560	7790	7140	6570	6080	5650	5260	4910	4600	4320	3950						
40,0	(r = 41,6)	2,4 - 18,9 12000	12000	11250	10090	9140	8330	7640	7040	6510	6050	5640	5280	4950								

Рис. 3.1 Характеристика крана Liebherr 200 EC-HM 12 FR.

Для укладки бетонной смеси используется стационарный бетононасос SANY



НВТ80С-1818D и самоподъемная бетонораспределительная стрела SANY HGD33B, монтируемая в шахте лифта. Максимальная производительность бетононасоса при высоком давлении составляет 50 м³/час. Максимальный радиус распределения бетона – 33 м.



Рис. 3.2 Общий вид бетононасоса SANY HBT80С-1818D и бетонораспределительной стрелы SANY HGD33B

Для перевозки бетонной смеси применяются автобетоносмесители Tigarbo ABC-8DA на базе КАМАЗ-6520. Полезный объем смесительного барабана – 8 м³.

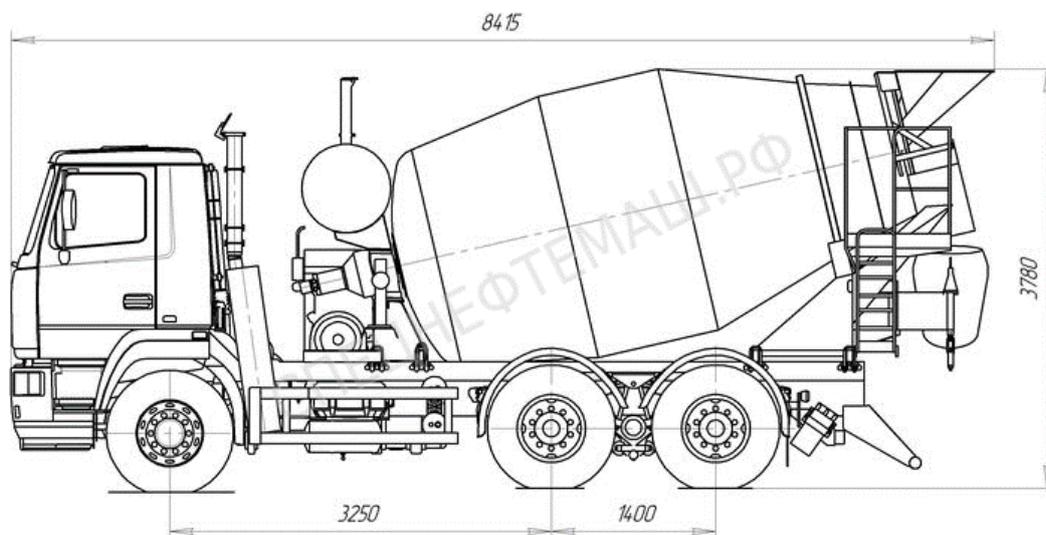


Рис. 3.3 Автобетоносмеситель автобетоносмесители Tigarbo ABC-8DA

Количество автобетоносмесителей определяется исходя из работы бетононасоса. Объем бетона, укладываемого в смену, зависит от выработки звена бетонщиков и определяется по формуле:

$$V_{CM} = \frac{8 * n}{H_{вр}} = \frac{8 * 3}{0,121} = 198,3 \text{ м}^3$$

n – состав звена, чел

Выгрузка бетонной смеси из автобетоносмесителя в бетононасос осуществляется непрерывно через приемный бункер со скоростью, соответствующей принятой производительности бетононасоса. Следовательно, время разгрузки определяется по формуле:

$$t_2 = \frac{8 * q}{\Pi_{абн.см}} = \frac{8 * 8}{198,3} = 0,323$$

q – полезная емкость автобетоносмесителя АБС-8ДА, м^3

$\Pi_{абн.см}$ – производительность автобетононасоса

Тогда количество транспортных средств, необходимое для бесперебойной работы бетононасоса:

$$N_{тр} = \frac{T_{ц}}{t_2} = \frac{t_1 + L/V_1 + L/V_2 + t_2 + t_3}{t_2}$$

$T_{ц}$ – время цикла работы транспортного средства

$t_1 = 0,1$ ч, $t_3 = 0,15$ ч – время транспортировки и маневров

$L = 10$ км – дальность транспортировки, км

$V_1 = 30$ км/ч, $V_2 = 40$ км/ч – скорость движения груженой и порожней машины

$$N_{тр} = \frac{0,1 + 10/30 + 10/40 + 0,323 + 0,15}{0,323} = 3,58$$

Требуемое количество транспортных средств: 4 автобетоносмесителя.

Расчетное количество вибраторов должно обеспечить бесперебойную работу звена бетонщиков. Необходимое количество вибраторов определяют по формуле:

В соответствии с составом звена бетонщиков принимается три вибратора: два в работу и один в резерв. Тогда требуемая производительность вибраторов определяется по формуле:

$$P_B = \frac{V_{CM}}{N_B} = \frac{198,3}{2 * 8} = 12,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принимается глубинный вибратор ИВ-116А с производительностью 12,3м³/ч

Табл 3.3 Ведомость потребности в машинах и оборудовании

№ п/п	Обозначение	Наименование	Ед.изм	Кол-во
1	Liebherr 200 EC-НМ 12 FR	Кран башенный самоподъемный	Шт.	1
2	SANY HBT80C-1818D	Стационарный бетононасос, 50м ³ /ч	Шт.	1
3	SANY HGD33B	Самоподъемная бетонораспределительная стрела	Шт.	1
4	Tigarbo ABC-8DA	Автобетоносмеситель, 8м ³	Шт.	4
5	ИВ-116А	Вибратор глубинный	Шт.	3

3.3 Расчет параметров зимнего бетонирования

В соответствии с табл.10(7) распалубка конструкций и последующая обработка бетона допускаются при достижении бетоном 70% проектной прочности.

Для достижения проектной прочности в зимних условиях применяется греющая опалубка.

Модуль поверхности определяется отношением площади всех охлаждаемых поверхностей конструкции к объему этой конструкции, м⁻¹:

$$M_{\Pi} = \frac{\Sigma S_{\text{охл}}}{V_k} = \frac{8,64}{1,19} = 7,26$$

1. Участок подъема температуры:

- время подъема температуры:

$$\tau_{\text{под}} = \frac{t_{\text{из}} - t_{\text{б.н}}}{V_{\text{под}}} = \frac{80 - 32,46}{10} = 4,75 \text{ ч}$$

$t_{из} = 80^{\circ}\text{C}$ – температура изотермического выдерживания бетона ($t_{из} = 40 \dots 80^{\circ}\text{C}$;

$V_{под}$ – скорость подъема температуры, для конструкций с модулем поверхности ((7) п.10.7): $4 \dots 10$ – не более 10°C/ч ;

$t_{б.н}$ – начальная температура бетона, уложенного в конструкцию, определяется по формуле:

$$t_{б.н} = t_{б.см} - (t_{б.мс} - t_{н.в})0,015L_T = 40 - (40 - (-10,3)) * 0,015 * 10 = 32,46^{\circ}\text{C}$$

$t_{б.см} = 40^{\circ}\text{C}$ – температура бетонной смеси при выходе с завода

$t_{н.в} = -10,3^{\circ}\text{C}$ – температура наружного воздуха

$L_T = 10$ км – дальность транспортировки бетонной смеси

- средняя температура бетона за период подъема температуры

$$t_{ср.под} = \frac{t_{б.н} - t_{из}}{2} = \frac{32,46 + 80}{2} = 56,23^{\circ}\text{C}$$

2. Участок остывания:

- время остывания бетона до температуры $t_{б.к}$

$$\tau_{ост} = \frac{1}{m} \ln \frac{t_{из} - t_{н.в}}{t_{б.к} - t_{н.в}} = \frac{1}{0,037} \ln \frac{80 - (-10,3)}{15 - (-10,3)} = 34,35 \text{ ч}$$

m – темп. Остывания бетона

$t_{б.к} = 15^{\circ}\text{C}$ – конечная температура бетона перед распалубкой.

В соответствии с табл. 5.7 (17) разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке должна быть не более 30°C . Данное условие выполняется.

$$m = \frac{3,6M_{п}\alpha_{прив}}{k c_{б}\gamma_{б}(1 + 1,14 \frac{\alpha_{прив}}{\lambda_{б}M_{п}})}$$

Где k – коэффициент, учитывающий влияние экзотермии при твердении бетона ($k = 0,8$);

$c_{б} = 1,05$ кДж/кг $^{\circ}\text{C}$ – удельная теплоемкость бетона

$\gamma_{б} = 2450$ кг/м 3 – объемная масса бетона

$\lambda_{\text{б}} = 2,6 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$ – коэффициент теплопроводности бетона

$\alpha_{\text{прив}} = 3,2 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ – коэффициент теплопередачи опалубки

$$m = \frac{3,6 * 7,26 * 3,2}{0,8 * 1,05 * 2450 * (1 + 1,14 \frac{3,2}{2,6 * 7,26})} = 0,037$$

Средняя температура за период остывания:

$$t_{\text{ср.ост}} = \frac{t_{\text{из}} - t_{\text{б.к}}}{1,03 + 0,181M_{\text{п}} + 0,006(t_{\text{из}} - t_{\text{б.к}})}$$
$$t_{\text{ср.ост}} = \frac{80 - 15}{1,03 + 0,181 * 7,26 + 0,006(80 - 15)} = 23,77^\circ\text{С}$$

3. Прочность бетона за период подъема температуры и остывания:

$$R = 100 - A * e^{-\frac{B[(0,6 + 0,02t_{\text{ср.под}})^n \tau_{\text{под}} + (0,6 + 0,02t_{\text{ср.ост}})^n \tau_{\text{ост}}]}{24}}$$

A, B, n – коэффициенты, учитывающие интенсивность твердения бетона.

$$A = \frac{292}{\sqrt[3]{R_3}} = \frac{292}{\sqrt[3]{62}} = 73,8$$

$$B = \frac{7,3}{100 - R_3} = \frac{7,3}{100 - 62} = 0,19$$

$$n = 1,4 + \frac{50}{R_3} = 1,4 + \frac{50}{62} = 2,2$$

$$R = 100 - 73,8 * e^{-\frac{0,19[(0,6 + 0,02 * 56,23)^{2,2} 4,75 + (0,6 + 0,02 * 23,77)^{2,2} 34,35]}{24}}$$
$$= 47,77\% < 70\%$$

Так как полученная прочность меньше требуемой, то необходим изотермический прогрев. Время изотермического выдерживания определяется по формуле:

$$\tau_{\text{из}} = -\frac{24 \ln\left(\frac{100 - R_{\text{тр}}}{A}\right) + B[(0,6 + 0,02t_{\text{ср.под}})^n \tau_{\text{под}} + (0,6 + 0,02t_{\text{ср.ост}})^n \tau_{\text{ост}}]}{B(0,6 + 0,02t_{\text{из}})^n}$$

$$\tau_{\text{из}} = -\frac{24 \ln\left(\frac{100 - 70}{73,8}\right) + 0,19[(0,6 + 0,02 * 56,23)^{2,2} 4,75 + (0,6 + 0,02 * 23,77)^{2,2} 34,35]}{0,19(0,6 + 0,02 * 80)^{2,2}} = 10,2 \text{ ч}$$

Тогда принимаем общее время выдерживания бетона 43,9 ч.

3.4 Технология производства работ

До начала производства работ должны быть доставлены на площадку складирования щиты опалубки, пучки арматуры и подготовлены к работе башенный кран Liebherr 200 EC-HM 12 FR, бетононасос SANY HBT80C-1818D и бетонораспределительная стрела SANY HGD33B;

3.4.1 Установка арматуры

Возведение монолитных колонн начинается с арматурных работ.

До начала производства работ должны быть закончены работы по устройству перекрытия нижележащего этажа и бетон должен набрать прочность не менее 2,5 МПа (п.10.5(7)), а основание очищено от мусора, грязи, наледи и снега.

Работы по армированию колонн начинаются с доставки в зону армирования необходимых изделий и приспособлений. Для подачи арматурных каркасов к месту их установки используют башенный кран Liebherr 200 EC-HM 12. К моменту сборки арматура должна быть чистой, без следов грязи, масла, смазки, краски, ржавчины, вторичной окалины и тому подобных материалов.

Армирование монолитных железобетонных конструкций осуществляется каркасами. Соединения стержней в пространственные каркасы осуществляется с использованием вязальной проволоки. При вязке стержней арматуры оба стержня в пересечениях должны охватываться под прямым углом. Нарращивание арматуры выполняется внахлестку. Установленная на место арматура со всеми закладными элементами (детальями) должна представлять собой жесткий каркас, который не может быть расстроен при бетонировании.

На завершающем этапе для формирования защитного слоя необходимой толщины на арматурные стержни устанавливаются фиксаторы. Толщину защитного слоя бетона принимают из условий совместной работы арматуры с бетоном, огнестойкости конструкции и сохранности арматуры от воздействий окружающей среды.

3.4.1 Установка опалубки

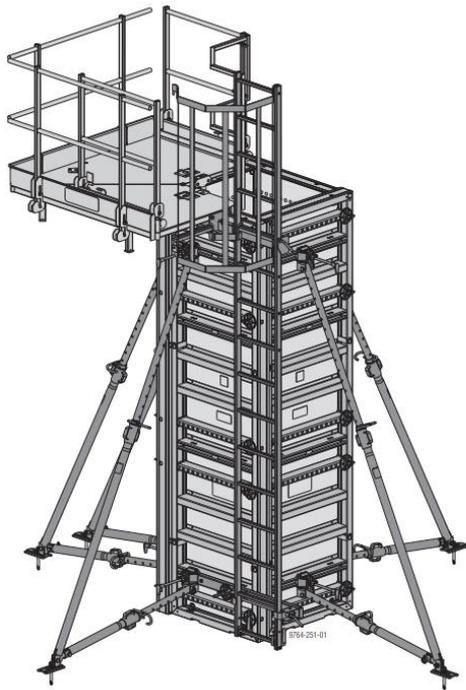
Для возведения колонн применяется опалубка «Doka Framax Xlife».

До начала производства работ необходимо закончить арматурные работы и очистить основание, на которое будут устанавливаться элементы опалубки от мусора, наледи, снега.

Опалубочные работы начинаются с разметки основания под щиты опалубки и шаг раскосов. При помощи теодолита производится выноска геодезических осей, и наносятся риски краев опалубочных щитов и шага раскосов.

Поверхность опалубки, соприкасающаяся с бетоном, должна быть перед укладкой бетонной смеси покрыта смазкой, поэтому перед монтажом элементов смазка наносится на щиты опалубки с помощью распылителя. Смазку следует наносить тонким слоем на тщательно очищенную поверхность. Не допускается попадание смазки на арматуру и закладные детали. (п.*.11 (7))

Сначала производят укрупнительную сборку. Опалубочные щиты скрепляют между собой под углом 90° . Затем укрупненный элемент краном устанавливают на место монтажа и закрепляют с помощью раскосов. Далее производится установка второго укрупненного элемента. Крепление элементов между собой осуществляется с помощью специального анкера. После установки опалубки монтируются подмости и определяются высотные отметки для фиксации высоты верхней грани бетонируемой колонны.



После инструментальной проверки положения арматурных каркасов, установленных опалубочных щитов арматурные каркасы и установленную опалубку освидетельствуют и составляют акт на скрытые работы.

3.4.2 Укладка и выдерживание бетонной смеси

Бетонные работы начинаются с приема бетонной смеси в бункер бетононасоса. Так как бетонирование производится бетононасосом, то доставка бетонной смеси осуществляется только автобетоносмесителями. Емкости, в которых перевозится бетонная смесь, необходимо промывать водой после каждой рабочей смены и перед длительными перерывами в транспортировании.

Бетонирование колонн производят бетононасосной установкой SANY HBT80C-1818D III и самоподъемной бетонораспределительной стрелой SANY HGD33B. Стрелу монтируют в лифтовой шахте.

Бетонная смесь должна укладываться в бетонируемую конструкцию горизонтально слоями одинаковой толщины без разрывов, с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Верхний уровень уложенной бетонной смеси должен быть от 50 до 70 мм ниже верха щитов опалубки.

Толщина слоя не должна превышать 500 мм. Укладку последующего слоя производить на не схватившийся бетон, чтобы обеспечить монолитность

конструкции. Бетонирование колонн предусматривается с навесных инвентарных площадок, подъем на которые осуществлять по приставным монтажным лестницам.

Уплотнение бетонной смеси должно обеспечивать требуемые плотность и однородность бетона. Послойное уплотнение бетонной смеси производят при помощи глубинного вибратора. Вибрирование проводят до появления на ее поверхности блеска и прекращения ее оседания. Не допускается прямая передача вибрации на арматурный каркас, закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки. Погружения глубинного вибратора в бетонную смесь должны обеспечивать его углубление в ранее уложенный слой от 5 до 10 см. шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать полуторного радиуса их действия.

По окончании бетонирования производят укрытие неопалубленных поверхностей пленкой ПВХ, а в зимнее время укрытие утеплителем и устройство температурных скважин. Защита открытых поверхностей бетона должна быть осуществлена в течение срока, обеспечивающего приобретение бетоном прочности не менее 70% проектного уровня.

В зимний период контроль температуры бетона осуществляется в период подъема – каждые 2 часа, в период изотермического выдерживания – один раз в смену, в период остывания – не менее одного раза в сутки. Температура измеряется в точках, наиболее подверженных охлаждению или нагреву.

3.4.3 Греющая опалубка

Конструкция опалубки должна отвечать требованиям ГОСТ 23477-79 и ГОСТ 23478-79 и обеспечивать равномерную температуру на палубе щита.

Конструкцией должны быть предусмотрены доступ к нагревательным элементам и легкая замена нагревателей в случае выхода их из строя.

В качестве утеплителей должны применяться теплоизоляционные материалы с объемной массой не более 200 кг/м³.

нагревателей во избежание местных перегревов и критических температурных деформаций.

3.4.4 Распалубка колонн

Распалубливание производится по окончании периода выдерживания бетона до набора им прочности 70%. Заключение о набранной прочности дается по результатам испытания контрольных образцов кубов, хранящихся в естественных и нормальных условиях, а также по результатам испытания прочности бетона методами неразрушающего контроля в специально выровненных участках на верхней грани возводимой колонны. В летний период время выдерживания бетона составляет 10 см, а в зимний период при использовании метода электропрогрева – 7 см.

Работы по распалубливанию колонн начинаются со снятия укрывающего материала и, если работы производились в зимний период, с отключения трансформатора демонтажа питающих кабелей. Распалубочные работы начинаются с демонтажа подмостей для бетонирования. С помощью крана подмости демонтируют в собранном виде. Далее осуществляется демонтаж раскосов. На следующем этапе демонтируют анкеры для крепления укрупненных элементов и сами элементы. Укрупненные элементы опалубки транспортируются на место следующего производства работ и очищаются от наплывов бетона.

Табл. 3.4 Перечень инструментов и инвентаря для бригады бетонщиков

Наименование	Характеристика, нормативный документ	Количество
Лестница-стремянка		2
Строп 2-х ветвевой	ГОСТ 25573-82	1
Ключи гаечные	ГОСТ 2839-80Е к	Комплект
Лом монтажный	ЛМ-24, ГОСТ 1405-83	2
Щетка металлическая	ОСТ 17-830-80	1
Ножницы для резки арматуры		2
Крюк для вязки арматуры		2
Пояс монтажника		4

Монтажные каски		11
Рулетка		2
Отвес (рейка-отвес)		2
Нивелир	ГОСТ 10528-76	1
Теодолит	ГОСТ 10529-86	1
Уровень	УС2-300, ГОСТ 9614-83	2
Термометр	ГОСТ 2823-73	4
Запаянные трубки для контроля температуры		26
Прибор для определения подвижности бетонной смеси	ГОСТ 10181.1-81	1

3.5 Требования к качеству и приемке работ

Рабочие и бригадир осуществляют текущий контроль качества в процессе выполнения строительно-монтажных работ. Производитель работ и мастер непосредственно отвечают за производственный контроль качества строительства (входной, операционный и приемочный контроль). В приемке скрытых работ и законченных конструктивных частей здания участвуют службы качества, технического надзора заказчика и авторский надзор проектной организации.

Контролируются следующие параметры:

Арматурные работы

При операционном контроле проверяется каждый арматурный элемент, при приемочном контроле выполняется выборочная проверка в объеме не менее 10%. При контроле состояния арматурных изделий, закладных изделий, а также сварных соединений визуально проверяют каждое изделие на предмет отсутствия ржавчины, инея, наледи, загрязнения бетоном, окалины, следов масла, отслаивающейся ржавчины и сплошной поверхностной коррозии.

Табл. 3.5

Параметр	Требование, предельное отклонение	Нормативный документ	Метод контроля
Соответствие класса и марки	Должны соответствовать проекту	СП 70 п.5.16.2	Визуальный, измерительный

стали, диаметра стержней			
Расстояние между стержнями и рядами арматуры	$\pm S/4$, но не более 50	СП 70 табл. 5.10	Измерительный (измерение рулеткой, по шаблону)
Отклонения толщины защитного слоя бетона	+15; -5	СП 70 табл. 5.10	Измерительный
Наименьшее допускаемое расстояние в свету между продольными стержнями арматуры	50, но не менее d	СП 70 табл. 5.10	Измерительный

Опалубочные работы

Подготовленную к бетонированию опалубку следует принимать по акту.

Табл. 3.6

Параметр	Требование, предельное отклонение	Нормативный документ	Метод контроля
Допускаемые местные неровности опалубки	3 мм	СП 70 табл. 5.11	Измерительный (внешний осмотр и проверка двухметровой рейкой)
Предельные отклонения расстояния от вертикали	10 мм	СП 70 табл. 5.11	Измерительный (измерение рулеткой)
Предельное смещение осей опалубки от проектного положения	8 мм	СП 70 табл. 5.11	Измерительный (измерение рулеткой)
Минимальная прочность бетона при распалубке нагруженных	70%		Измерительный

конструкций, в том числе от вышележащего бетона			
---	--	--	--

Бетонные работы

Табл. 3.7

Параметр	Требование, предельное отклонение	Нормативный документ	Метод контроля
Прочность бетона, монолитных и сборно-монолитных конструкций к моменту заморзания (критическая прочность)	30%	СП 70 табл. 5.7	Измерительный, по ГОСТ 10180, ГОСТ 17624, ГОСТ 22690
Скорость подъема температуры при тепловой обработке бетона	Не более 10°С/ч	СП 70 табл. 5.7	Измерительный, через каждые 2 ч
Разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке	Не более 30°С	СП 70 табл. 5.7	Измерительный

Приемку законченных бетонных и железобетонных конструкций или частей сооружений следует оформлять в установленном порядке актом освидетельствования скрытых работ и актом освидетельствования ответственных конструкций.

Табл. 3.8 Требования, предъявляемые к законченным железобетонным конструкциям

Параметр	Требование, предельное отклонение	Нормативный документ	Метод контроля

Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали	15 мм	СП 70 табл. 5.12	Измерительный, каждый элемент
Отклонение длин	±20 мм	СП 70 табл. 5.12	Измерительный, каждый элемент
Размер поперечного сечения элемента h	-6; +18	СП 70 табл. 5.12	Измерительный, каждый элемент

4 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1 Описание организации СМР

Перед началом строительства объекта должны быть проведены работы по подготовке строительного производства, чтобы обеспечить строительство в сроки, указанные проектом организации строительства.

До начала возведения здания должны быть выполнены/устроены:

- территория строительства расчищена от мусора;
- все необходимые временные здания и сооружения;
- складские площадки, закрытые склады, площадки для укрупнительной сборки конструкций и оборудования;
- временные дороги и пути для строительных машин и механизмов;
- временные инженерные сети (электроснабжение, водоснабжение и т.д.);
- проведены мероприятия по противопожарной безопасности.

Работы ведутся поточным методом. Сначала производятся работы по возведению подземной части здания (устройство фундамента и подземного этажа), потом работы по возведению надземной части здания (устройство железобетонного каркаса, кладка стен, заполнение наружных проемов, устройство кровли), завершается отделочным циклом.

Таблица 1. Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ на здание
Возведение подземной части здания			
1	Разработка грунта экскаватором в автомобили-самосвалы	1000 м ³	11,634
2	Устройство фундаментной плиты железобетонной с пазами под колонны при толщине плиты более 1000 мм	100 м ³	36,33
3	Устройство железобетонных колонн	100 м ³	0,72
4	Устройство наружных стен подвала железобетонных высотой до 6 м	100 м ³	3,06
5	Устройство диафрагм жесткости и стен шахты лифта высотой до 6 м	100 м ³	0,52

6	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке	100 м3	0,09
Возведение надземной части здания			
9	Устройство железобетонных колонн 1 этажа	100 м3	0,72
10	Устройство диафрагм жесткости 1 этажа	100 м3	0,52
11	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке 1 этажа	100 м3	0,09
12	Устройство лестничных маршей 1 этажа	100 м3	0,08
13	Устройство перекрытия безбалочного 1 этажа	100 м3	5,41
14	Монтаж колонн металлических	1 т	2,50
15	Монтаж балок под конструкции купола	1 т	1,20
16	Устройство железобетонных колонн	100 м3	5,24
17	Устройство диафрагм жесткости	100 м3	7,36
18	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке	100 м3	0,51
19	Устройство лестничных маршей	100 м3	1,40
20	Устройство перекрытия безбалочного	100 м3	43,31
21	Кладка наружных стен из камней силикатных при высоте этажа до 4 м	м3	1962,32
22	Кладка перегородок из кирпича толщиной 250 мм при высоте этажа до 4 м	100 м ²	2,16
23	Устройство панелей фасадов из герметичных стеклопакетов	100 м ²	6,69
24	Монтаж оконных фонарных остекленных покрытий из герметичных стеклопакетов	100 м ²	1,20
25	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей	100 м ²	11,14
26	Устройство вентилируемого фасада с облицовкой плитами из керамогранита	100 м ²	98,12
27	Монтаж лифтов	1 шт	5,00
28	Устройство кровли многослойной плоской из плит бетонных	100 м ²	18,72
29	Устройство теплофикации	100 м3	647,49
30	Устройство сантехнических работ 1-го этапа	100 м3	647,49
31	Устройство электромонтажных работ 1-го этапа	100 м3	647,49
Отделочные работы			
32	Устройство перегородок из гипсокартонных листов с одинарным металлическим каркасом и обшивкой с обеих сторон	100 м ²	18,42
33	Штукатурка внутри здания по камню и бетону стен	100 м ²	41,16
34	Окраска стен водными растворами внутри помещений улучшенная	100 м ²	41,16
35	Устройство подвесных потолков типа "Армстронг"	100 м ²	243,60
36	Устройство стяжки	100 м ²	243,60
37	Устройство покрытий из линолеума	100 м ²	243,60

38	Заполнение дверных проемов	100 м ²	13,02
39	Внутренние сантехнические работы 2-го этапа	100 м ³	647,49
40	Внутренние электромонтажные работы 2-го этапа	100 м ³	647,49
35	Благоустройство территории	5% от Тобщ	

4.2 Калькуляция трудовых затрат на возведение здания

Таблица 2. Калькуляция трудовых затрат

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Обоснование ГЭСН	Трудоёмкость, чел-см		Наименов. машин	Машиноёмкость, маш-см	
		Ед. изм.	Кол-во		Норм.	Всего		Норм.	Всего
Возведение подземной части здания									
1	Разработка грунта экскаватором в автомобили-самосвалы	1000 м ³	11,634	01-01-013-10	6,98	10,2	Экскаватор с ковшом вместимостью 2,5 м ³	22,72	33,0
2	Устройство фундаментной плиты железобетонной с пазами под колонны при толщине плиты более 1000 мм	100 м ³	36,33	06-01-001-18	230,49	1046,8	Автобетононасос , КС-55732-28бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	24,67	112,0
3	Устройство железобетонных колонн	100 м ³	0,72	06-01-026-04	1569,4	141,1	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	96,41	8,7
4	Устройство наружных стен подвала железобетонных высотой до 6 м	100 м ³	3,06	06-01-024-07	722,16	276,1	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	36,02	13,8
5	Устройство диафрагм жесткости и стен шахты лифта высотой до 6 м	100 м ³	0,52	06-01-031-09	1201,9	78,1	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	78,83	5,1

6	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке	100 м3	0,09	06-01-119-01	3050,65	32,5	Автобетононасос , КС-55732-286 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	235,96	2,5
7	Устройство лестничных маршей	100 м3	0,08	06-01-111-01	2412,6	23,5	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	56,59	0,6
8	Устройство перекрытия безбалочного	100 м3	5,41	06-01-041-03	678,5	458,4	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	24,55	16,6
Возведение надземной части здания									
9	Устройство железобетонных колонн 1 этажа	100 м3	0,72	06-01-026-04	1569,4	141,1	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	96,41	8,7
10	Устройство диафрагм жесткости 1 этажа	100 м3	0,52	06-01-031-09	1201,9	78,1	бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	78,83	5,1
11	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке 1 этажа	100 м3	0,09	06-01-119-01	3050,65	32,5	бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	235,96	2,5
12	Устройство лестничных маршей 1 этажа	100 м3	0,08	06-01-111-01	2412,6	23,5	бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	56,59	0,6
13	Устройство перекрытия безбалочного 1 этажа	100 м3	5,41	06-01-041-03	678,5	458,4	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	24,55	16,6

14	Монтаж колонн металлических	1 т	2,50	09-03-002-01	10,47	3,3	КС-55732-28	1,91	0,6
15	Монтаж балок под конструкции купола	1 т	1,20	09-03-002-12	18,25	2,7	КС-55732-28	18,25	2,7
16	Устройство железобетонных колонн	100 м3	5,24	06-01-026-04	1569,4	1028,0	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	96,41	63,2
17	Устройство диафрагм жесткости	100 м3	7,36	06-01-031-09	1201,9	1105,7	бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	78,83	72,5
18	Устройство лестничных площадок в мелкощитовой опалубке	100 м3	0,51	06-01-119-01	3050,65	194,5	бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	235,96	15,0
19	Устройство лестничных маршей	100 м3	1,40	06-01-111-01	2412,6	423,4	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	56,59	9,9
20	Устройство перекрытия безбалочного	100 м3	43,31	06-01-041-03	678,5	3673,5	Автобетононасос , КС-55732-28 бетононасос SANY HBT80C-1818D и Liebherr 200 EC-HM 12 FR	24,55	132,9
21	Кладка наружных стен из камней силикатных при высоте этажа до 4 м	м3	1962,32	08-02-008-01	4,58	1123,4	КС-55732-28 Liebherr 200 EC-HM 12 FR	0,35	85,9
22	Кладка перегородок из кирпича толщиной 250 мм при высоте этажа до 4 м	100 м2	2,16	08-02-002-03	170,17	45,9	КС-55732-28 Liebherr 200 EC-HM 12 FR	4,11	1,1
23	Устройство панелей фасадов из герметичных стеклопакетов	100 м2	6,69	09-04-010-03	322,73	270,0	КС-55732-28 Liebherr 200 EC-HM 12 FR	19,4	16,2
24	Монтаж оконных фонарных остекленных покрытий из герметичных стеклопакетов	100 м2	1,20	09-03-022-03	435,68	65,4	КС-55732-28 Liebherr 200 EC-HM 12 FR	31,91	4,8

25	Монтаж оконных блоков: из алюминиевых многокамерных профилей	100 м ²	11,14	09-04-009-04	437,92	609,7	KC-55732-28 Liebherr 200 EC- HM 12 FR	18,49	25,7
26	Устройство вентилируемого фасада с облицовкой плитами из керамогранита	100 м ²	98,12	15-01-090-03	369,21	4528,2	KC-55732-28, Liebherr 200 EC- HM 12 FR	36,88	452,3
27	Монтаж лифтов	1 шт	5,00	Приложение 1	21	13,1	Liebherr 200 EC- HM 12 FR	-	-
28	Устройство кровли многослойной плоской из плит бетонных	100 м ²	18,72	12-01-002-05	81,47	190,7	Liebherr 200 EC- HM 12 FR	4,07	9,5
29	Устройство теплофикации	100 м ³	647,49	Приложение 1	1,5	121,4	-	-	-
30	Устройство сантехнических работ 1-го этапа	100 м ³	647,49	Приложение 1	0,4	32,4	-	-	-
31	Устройство электромонтажных работ 1-го этапа	100 м ³	647,49	Приложение 1	2,2	178,1	-	-	-
Отделочные работы									
32	Устройство перегородок из гипсокартонных листов с одинарным металлическим каркасом и обшивкой с обеих сторон	100 м ²	18,42	10-05-001- 02	103	237,1	-	-	-
33	Штукатурка внутри здания по камню и бетону стен	100 м ²	41,16	15-02-015- 01	65,66	337,8	-	4,99	25,7
34	Окраска стен водными растворами внутри помещений улучшенная	100 м ²	41,16	15-04-001- 02	11,11	57,2	-	0,01	0,1
35	Устройство подвесных потолков типа "Армстронг"	100 м ²	243,6 0	15-01-047- 15	102,46	3119,9	-	0,76	23,1
36	Устройство стяжки	100 м ²	243,6 0	11-01-011- 01	39,51	1203,1	-	1,27	38,7
37	Устройство покрытий из линолеума	100 м ²	243,6 0	11-01-036- 01	42,4	1291,1	-	0,35	10,7
38	Заполнение дверных проемов	100 м ²	13,02	10-01-039- 01	104,3	169,7	-	11,35	18,5

39	Внутренние сантехнические работы 2-го этапа	100 м3	647,49	Прил. 1	0,4	32,4	-	-	-
40	Внутренние электромонтажные работы 2-го этапа	100 м3	647,49	Прил. 1	0,2	16,2	-	-	-
41	Благоустройство	5% от Тобщ		Прил. 1	0,05	7022,84	-	-	-

4.3 Разработка календарного плана

Календарный план производства работ разрабатывается для определения и соблюдения последовательности и сроков выполнения строительно-монтажных работ, выполняемых при возведении здания или сооружения.

Сроки строительства устанавливаются по результатам взаимной увязки отдельных видов работ.

Чтобы составить календарный план нужно установить объемы по каждому виду работ и разработать калькуляцию трудозатрат и затрат машинного времени.

Продолжительность выполнения механизированных работ:

$$T_{\text{мех}} = \frac{N}{n1 * m},$$

где N – требуемое количество машино-смен;

n1 – количество машин;

m – количество смен в день.

Продолжительность работ, выполняемых вручную:

$$T_{\text{руч}} = \frac{Q}{n2 * m},$$

где Q – трудоемкость работ;

n2 – количество рабочих;

m – количество смен в день.

По калькуляции работ и нормам строительства составляется календарный план выполнения работ. По календарному плану в том же масштабе разрабатывается график движения рабочей силы и график движения машин и механизмов.

4.4 Привязка монтажных кранов и других строительных машин

4.4.1 Выбор крана

Для устройства железобетонного каркаса, фасадного остекления, фундамента, разгрузки строительных материалов и их подачи выбран башенный кран. Выбор башенного крана выполняется по трём основным характеристикам: грузоподъёмность, высота подъёма крюка, вылет стрелы.

1) Грузоподъёмность:

$$Q_k = m_э k_э + m_{гр} k_э,$$

где $m_э$ – масса элемента, вес железобетонной бадьи объемом 1 м^3 , $m_э = 2,8 \text{ т}$;

$m_{гр}$ – масса грузозахватных устройств, $m_{гр} = 0,5 \text{ т}$;

$k_э$ – коэффициент запаса (1,2 - для бетона; 1,1 – для металла);

Для бадьи с бетонной смесью объемом 1 м^3 : $Q_k = 2,8 \cdot 1,2 + 0,5 \cdot 1,1 = 3,91 \text{ т}$

2) Требуемая высота подъёма крюка складывается из высоты стропов, габарита элемента, высоты запаса:

$$H_k = h_з + h_э + h_{ст} + h_0,$$

где $h_з$ – запас на высоте для наводки конструкций и переносе ее через уже смонтированные конструкции, м, $h_з = 0,5 \text{ м}$;

h_0 – превышение низа монтируемой конструкции относительно уровня стоянки крана, верх плиты перекрытия, $h_0 = 100,5 \text{ м}$;

$h_э$ – высота элемента, м, высота бадьи, $h_э = 2,35 \text{ м}$;

$h_{ст}$ – высота строповки, м, $h_{ст} = 1,0 \text{ м}$.

Для верхнего стеклопакета: $H_k = 0,5 + 2,35 + 1,0 + 100,5 = 104,35 \text{ м}$

3) Требуемый вылет стрелы

$$L = a/2 + b + c,$$

где a – ширина подкранового пути, $a = 0$, т.к. подкрановых путей нет;

b – расстояние от оси головки подкранового рельса до ближайшей выступающей части здания, примем это расстояние от башни крана до ближайшей выступающей части здания, $b = 2 \text{ м}$;

c – расстояние от центра тяжести груза до выступающей части здания со стороны крана, $c \approx 20 \text{ м}$.

$$L = 2 + 29 = 31 \text{ м}$$

По результатам подбора принимаем башенный кран Liebherr 200 EC-HM 12 FR с вылетом стрелы 40,0 м.

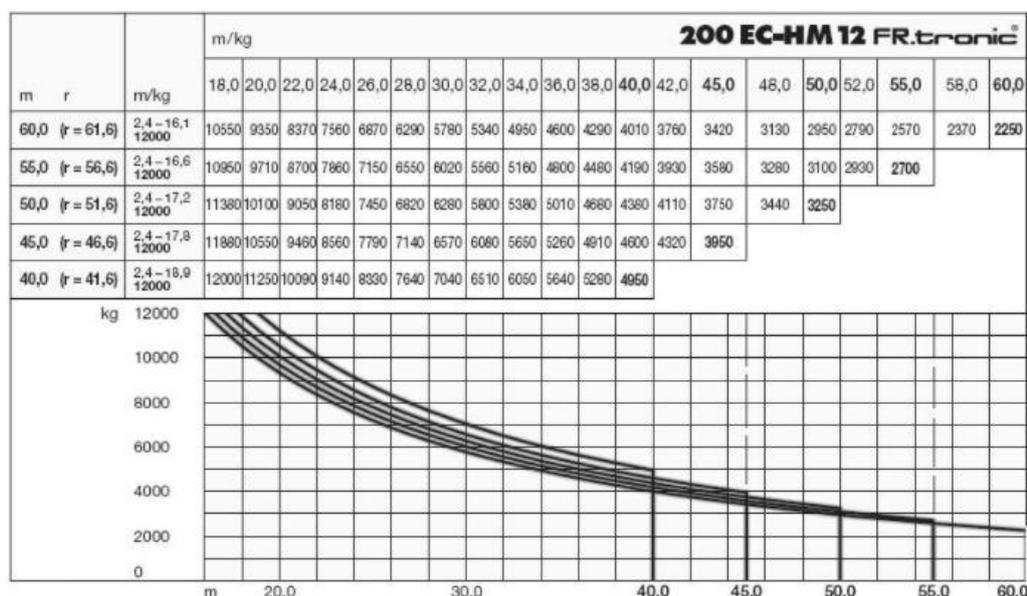


Рис.1. Грузовысотные характеристики крана Liebherr 200 EC-HM 12 FR

Технические характеристики крана Liebherr 200 EC-HM 12 FR:

- максимальная грузоподъемность/вылет – 12,0 т/18 м;
- максимальный вылет – 40,0 м;
- грузоподъемность на максимальном вылете – 4,95 т;
- максимальная высота подъема при анкерном креплении к зданию – 173 м.

4.4.2 Горизонтальная привязка

Следует предусматривать при привязке строительных машин:

- соблюдение безопасного расстояния до инженерных сетей (например, воздушных электрических линий), зданий и сооружений, а также складов;
- соответствие крана требуемым характеристикам: высота подъема крюка, требуемый вылет стрелы и грузоподъемность;

$$R_0 = 28,0 + 1,49/2 + 2,35 + 13,8 = 44,9 \text{ м}$$

Для предупреждения образования опасной зоны в стесненных условиях за пределами строительной площадки или при наличии на строительной площадке помещений, где находятся или могут находиться люди, или других препятствий предусматривается ограничение зоны обслуживания краном. Ограничение зон обслуживания краном:

- ограничение вылета стрелы;
- ограничение поворота стрелы.

Дополнительные меры:

- установка предупреждающих знаков. Знаки устанавливаются из расчета возможности крановщика видеть границу зоны обслуживания, но не менее двух знаков каждого типа на один луч угла или одну линию зоны ограничения. Знаки устанавливаются на закрепленных стойках. Машинист крана обязан не менее чем за 1 м до предупреждающего знака снизить скорость перемещения груза до минимальной и далее перемещать груз на этой скорости короткими повторными включениями.

Размер зоны вблизи строящегося здания определяется как сумма наибольшего размера конструкции от крайней точки стены здания и минимального расстояния его падения по Приложению 14 [22], которое равно 3,5 м при высоте возможного падения груза до 10 м.

$$R_3 = 0,4 + 10,0 = 10,4 \text{ м}$$

4.5 Обоснование потребности в складах

Площади складов зависят от вида складываемой конструкции или материала, ее его объема соответственно, времени потребления, способа складирования и хранения.

Площадь склада рассчитывается:

$$S = P_{\text{скл}} * q,$$

где q – норма складирования, определяется по Приложению 4 [22].

$P_{\text{скл}}$ – объем производственных материалов:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} * n * l * m,$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материала, которое необходимо для выполнения работы за время T ;

T – продолжительность потребления данной конструкции;

l – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления материалов на склад площадки строительства, $l = 1,1$;

n – норма запаса материала на складе, определяется по Приложению 4 [22];

m – коэффициент, который учитывает неравномерность потребления материалов, $m = 1,3$.

Таблица 3. Результаты расчета складов

№ п/п	Наименование материала, конструкции	Продолжительность потребления, дн	Объем потребления		Расчетный запас материала, дн	Площадь склада	
			Ед. изм.	Кол-во		На ед. материала	Всего
Открытые склады							
1	Керамогранит	226	м ²	9811,6	5	1,8	558,7
2	Стеклопакеты	30	м ²	1113,7	5	1,8	477,7
Кирпич							
3	Кирпич	8	тыс.шт.	5,6	10	2,5	25
4	Ячеистый блок	187	тыс.шт.	12,2	10	2,5	23,3
Закрытые склады							
5	Мелкий заполнитель для бетонной смеси (щебень, песок)	603	м ³	7450	5	0,5	44,8
6	Арматура	603	т	145	8	1,8	5

Принимаем площадь складов открытых 1100,0 м² и площадь закрытого склада 50,0 м².

4.6 Обоснование потребности строительного производства во временных зданиях

Потребность строительного производства в рабочих определяется по графику движения рабочей силы. Сначала принимается максимальное количество рабочих исходя из календарного плана, после рассчитывается численность других категорий работающих на строительной площадке из процентного соотношения.

Таблица 4. Соотношение категорий работающих

№ п/п	Состав рабочих кадров	Соотношение категорий, %	Количество рабочих кадров
1	Всего работающих	100	36
2	Рабочие	85	30
3	ИТР	8	3
4	Служащие	5	2
5	МОП и охрана	2	1
6	Женщины	30	11
7	Мужчины	70	25

Потребность во временных зданиях:

$$F = F_n * P,$$

где F_n – нормативный показатель потребности здания, по Приложению 2 [22];

P – число работающих.

Потребность во временных помещениях определяется в зависимости от количества пользующихся этими помещениями.

Таблица 5. Расчет временных помещений

№ п/п	Наименование зданий	Нормативный показатель площади	Число пользующихся, чел.	Требуемая площадь, м ²
Объекты санитарно-бытового назначения				

1	Гардеробная	0,9 м ² /чел	36	32,4
2	Помещение для отдыха, обогрева рабочих и приема пищи	1 м ² /чел	30	30
3	Душевая	0,4 м ² /чел	30	12
4	Умывальная	0,05 м ² /чел	30	1,5
5	Сушильня	0,2 м ² /чел	36	7,2
6	Уборная	0,07 м ² /чел	30	2,1
7	Столовая	0,5 м ² /чел	30	15
Объекты служебного назначения				
8	Контора	3 м ² /чел	3	9

Номенклатура и серия мобильных зданий определяется по Приложению 3 [22]. По данным потребности и вместимости зданий подбираем их необходимое количество.

Таблица 6. Результаты подбора временных зданий и сооружений заводского изготовления

№ п/п	Наименование здания	Число пользующихся	Серия мобильных зданий	Полезная площадь, м ²	Размер, м	Кол-во
1	Гардеробная	29	«КУБ» 10405	17,2	3х6х2,9	2
2	Здания для кратковременного отдыха, обогрева и сушки одежды	24	«Универсал» 1120-024	15,5	3х6х2,9	2
3	Душевая на 6 сеток	24	«Комфорт» Д-6	24,3	3х9х2,9	1
4	Уборная	24	«Днепр» Д-09-К	1,4	1,3х1,2х2,4	2
5	Столовая доготовочная на 5 посадочных мест	24	ВС-12	32,5	3х6х3	1
6	Контора на 2 рабочих места	2	«Универсал» 1129-022	15,5	3х6х2,9	1

7	Пост охраны	1	«Днепр» Д-03К	15	3x6x2,9	1
---	-------------	---	---------------	----	---------	---

4.7 Обоснование потребности строительного производства в воде

Для обеспечения хозяйственно-бытовых, противопожарных и производственных нужд строительного производства необходимо предусматривать временное водоснабжение.

Расход воды есть сумма расхода воды на каждую потребность:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}},$$

где $Q_{\text{хоз}}$, $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{пож}}$ – расход воды соответственно на хозяйственно-бытовые, производственные, пожарные нужды.

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{K_{\text{ну}} * q_{\text{у}} * n_{\text{п}} * K_{\text{ч}}}{3600 * t},$$

где $K_{\text{ну}}$ – коэффициент, учитывающий неучтенный расход воды, $K_{\text{ну}} = 1,2$;

$q_{\text{у}}$ – удельный расход воды, определяется по Приложению 5 [22];

$n_{\text{п}}$ – число потребителя;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент, который учитывает неравномерность потребления по часам,

$K_{\text{ч}} = 1,5$;

t – количество часов в смену, $t = 8\text{ч}$.

$$Q_{\text{хоз}} = \sum \frac{q_{\text{х}} * n_{\text{р}} * K_{\text{ч}}}{3600 * t} + \frac{q_{\text{д}} * n_{\text{д}}}{60 * t_1},$$

где $q_{\text{х}}$ – удельный расход воды, определяется по Приложению 6 [22];

$q_{\text{д}}$ – расход воды на прием душа одним работающим, определяется по Приложению 6 [22];

$n_{\text{р}}$ – число работающих, задействованных в наиболее загруженную смену, $n_{\text{р}} = 36$;

$n_{\text{д}}$ – число людей, пользующихся душем, $n_{\text{д}} = 0,8 * n_{\text{р}} = 30$;

t_1 – продолжительность использования душа, $t_1 = 45$ мин;

$K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности потребления, $K_{\text{ч}} = 1,5$;

t – количество часов в смену, $t = 8$ ч.

$Q_{\text{пож}} = 10$ л/с, из расчета действия 2 струй из гидрантов по 5 л/с.

Таблица 7. Калькуляция потребности строительства в воде

№	Строительные нужды	Ед. изм.	Кол-во потребления	Продол. потреб., дн	Уд. расход, л	Коэффициент		Число часов в смену	Расход воды, л/с
						Неучт. расхода	Нерав. потреб.		
1	Поливка железобетона	м ³	7450	603	50	1,2	1,5	8	0,038
2	Штукатурные работы	м ²	4116	34	4				0,0302
3	Посадка деревьев	шт.	50	29	50				0,0054
Производственные нужды									0,0736
5	Прием душа	80% раб.	30	-	50	-	1,5	8	0,75
6	Умывальники	1 раб. в НМС	36		4				0,0075
7	Хозяйственные нужды	1 раб. в НМС	36		25				0,0468
Хозяйственные нужды									0,8873
Пожарные нужды									10
Общий расход воды									10,9609

Устраиваем два гидранта (расстояние между ними не более 150 м).

Диаметр труб наружной сети:

$$D = \sqrt{\frac{1000 \cdot Q_{\text{тр}}}{3.14 \cdot v}},$$

где $Q_{\text{тр}}$ – расчетный расход воды, $Q_{\text{тр}} = 10,96$ л/с;

v – скорость движения воды по трубам, $v = 0,6$ м/с.

$$D = \sqrt{\frac{1000 \cdot 10,96}{3.14 \cdot 0,6}} = 76,27 \text{ мм}$$

Принимаем трубу с условным проходом 80,0 мм.

4.8 Обоснование потребности в освещении

Рассчитываем количество прожекторов по удельной мощности прожекторов:

$$n = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}},$$

где p – удельная мощность прожекторов, определяется по Приложению 10 [22];

E – освещенность, определяется по Приложению 10 [22];

S – площадь, которую необходимо осветить;

Pл – мощность лампы прожектора, определяется по Приложению 10 [22].

Таблица 8. Калькуляция потребности строительства в освещении

№ п/п	Наименование потребителей	Объем потребления, м ²	p, Вт	Освещенность, лк	P _л , Вт	Расчетное количество прожекторов, шт
1	Территория производства работ	9656,0	0,4	2	3000	4 ПЖ-220
2	Места производства механизированных земляных работ и бетонных работ	3276,0	1	7	3000	6 ПЖ-220
3	Такелажные работы, склады	505,0	2	10	3000	4 ПЖ-220
4	Канторские и общественные помещения	154,1	15	50	1000	115 Г220
5	Охранное освещение	9656,0	1,5	0,5	3000	3 ПЖ-220
Всего						17

4.9 Обоснование потребности строительного производства в электроэнергии

На строительной площадке необходимо обеспечить работу силовых и технологических потребителей, наружное и внутреннее освещение объекта строительства и временных помещений.

Расчетная электрическая нагрузка:

$$P_p = \sum \frac{K_c \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_c \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_c \cdot P_{ов} + \sum P_{он},$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности, определяется по Приложению 7 [22];

K_c – коэффициент спроса, определяется по Приложению 7 [22];

P_c – мощность силовых потребителей, определяется по Приложению 8 [22];

P_T – мощность для технологических нужд, определяется по Приложению 8 [22];

$P_{ОВ}$ – мощность устройств, обеспечивающих внутреннее освещение, определяется по Приложению 11 [22];

$P_{ОН}$ – мощность устройств, обеспечивающих наружное освещение, определяется по Приложению 11 [22].

Таблица 9. Калькуляция потребности строительства в электроэнергии

№	Наименование потребителей	Коэффициент		Уд. мощность	Расч. мощность, кВА
		спроса	мощности		
1	Вибраторы переносные	0,4	0,45	2,3	2,0
2	Электроинструмент	0,25	0,3	0,3	0,25
3	Компрессор	0,6	0,7	2,2	1,88
4	Сварочный аппарат	0,35	0,5	245	171
5	Установка электропрогрева бетона	0,6	0,85	425	300
6	Кран башенный	0,5	0,5	100	100
7	Освещение внутреннее	0,9	1,0	2,311	2,07
8	Освещение наружное	1,0	1,0	14,484	14,484
Всего					591,684

По расчетной электрической нагрузке принимаем трансформаторную подстанцию по Приложению 9 [22] СКТП-630/6-10 мощностью 630 кВА, с габаритными размерами: 2690x3450x1808 мм.

4.10 Основные технико-экономические показатели строительства

Продолжительность строительно-монтажных работ – 1156 дн.;

Общая трудоемкость работ – 23041,5 чел.-см.;

Среднее количество рабочих – 20 чел.;

Максимальное количество рабочих – 30 чел.;

Коэффициент неравномерности движения рабочей силы – 1,5.

5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Для выбора оптимального варианта конструкции пилонов проводится технико-экономическое сравнение двух вариантов. Сравнение осуществляется по таким показателям как трудоемкость, продолжительность возведения, стоимость возведения, расход бетона и стали.

В первом варианте колонны будут выполняться из бетона класса В40, а во втором варианте В60.

В первом варианте конструирования сечение колонн до 10 этажа принимается с размерами 700х700 мм, на этажах 11-20 – 600х600 мм, а выше – 500х500 мм.

Во втором варианте сечение колонн до 10 этажа принимается с размерами 600х600 мм, на этажах 11-20 – 500х500 мм, а выше – 400х400 мм.

В рамках данного раздела рассматриваются колонны уровня подземной парковки. На одном этаже располагается 20 колонн.

Таблица 5.1 Спецификация элементов

Наименование	Масса элемента, т.	Объем бетона на 1 элемент, м ³	Расход стали на 1 элемент, т	Объем бетона всего, м ³	Расход стали всего, т
Колонна К1 (Вариант 1)	95,2	38,72	6,14	774,48	122,82
Колонна К1 (Вариант 2)	67,94	27,2	5,39	543,96	107,76

Сравнивается локальный сметный расчет на монтаж железобетонных монолитных колонн, рассчитанных ранее в конструктивном разделе.

Для определения сметной стоимости ($C_{смп}$) каждого варианта составляется локальная смета. Локальная смета — это первичный сметный документ, составляемый на отдельный вид работ, в данном случае на возведение колонны.

В состав сметной стоимости входят прямые затраты, накладные расходы и сметная прибыль:

$$C_{смп} = ПЗ + НР + СП$$

Прямые затраты (ПЗ) непосредственно связаны с выполнением СМР. Их величина определяется прямым счетом и зависит от объемов работ, необходимых ресурсов, сметных норм и цен на ресурсы.

Прямые затраты включают стоимость строительных материалов, затраты на основную заработную плату рабочих-строителей, стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов, включая заработную плату рабочих-машинистов.

Накладные расходы предназначены для компенсации затрат, связанных с обеспечением общих условий строительного производства: на обслуживание, организацию и управление строительством. Их величина вы как процент от фонда оплаты труда рабочих (строителей и машинистов). Процент устанавливается по МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве и составляет 112% для работ по устройству железобетонных монолитных конструкций и 90% для работ по монтажу металлических конструкций.

Сметная прибыль – сумма средств, необходимых для покрытия расходов строительно-монтажных организаций на развитие производства, социальной сферы и материальное стимулирование. Величина сметной прибыли также

берется как процент от фонда оплаты труда рабочих. Процент устанавливается по МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве и составляет 77% для работ по устройству железобетонных монолитных конструкций и 85% для работ по монтажу металлических конструкций.

Работы по устройству колонн ведутся в зимний период, поэтому дополнительно учитываем затраты на зимнее удорожание. Величина этих затрат принимается как процент от Ссмп. Процент устанавливается по ГЭСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время и составляет 8,52% для работ по устройству железобетонных монолитных конструкций и 2,18% для работ по монтажу металлических конструкций

Расчет локальных смет ведется по базисно-индексному методу на основании:

- Территориальных единичных расценок на строительные работы (ТЕР-2001 Челябинская область, часть 6 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные» и часть 9 «Строительные металлические конструкции»);
- Территориальных сборников сметных цен на материалы, изделия и конструкции (ТССЦм-2001 Челябинская область).

Пересчет сметной стоимости из базисного уровня цен в текущие цены производится с использованием индексов к полной сметной стоимости. Индексы к изменению сметной стоимости строительно-монтажных работ принимаем из Письма Минстроя России от 22 января 2021 г. № 5414-ИФ/09

«О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года». Приняты следующие коэффициенты для Челябинской области:

- Оплата труда – 14,48
- Материалы, изделия и конструкции – 5,56
- Эксплуатация машин и механизмов – 6,68

AC-654.08.05.01.2021.BKP

AC-654.08.05.01.2021.BKP

Технико-экономические показатели вариантов проектирования на возведение монолитных колонн приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2 Технико-экономические показатели вариантов проектирования

Наименование	1 вариант	2 вариант
Объем бетона, м ³	774,4	543,96
Расход стали, т	122,82	107,76
Сметная стоимость, руб	13764210	10584400
Затраты труда рабочих, чел-час	9865,8	6930,6

Стоимость первого варианта устройства железобетонных колонн составила 13764210 руб., стоимость второго варианта составила 10584400 руб.

$$\frac{(13764210 - 10584400)}{13764210} = 0,23$$
$$9865,8 - 6930,6 = 2935,2 \text{ чел} - \text{ч}$$

Вывод: стоимость устройства монолитных колонн во втором варианте ниже чем в первом варианте на 23%, а трудоемкость меньше на 2935,2чел-ч.

проведения экспертизы проектной документации и осуществления государственного строительного надзора в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности.

Согласно п. 4.1 [13], организация и выполнение работ в строительном производстве, промышленности строительных материалов и строительной индустрии должны осуществляться при соблюдении законодательства Российской Федерации об охране труда (далее - законодательства), а также иных нормативных правовых актов:

- строительные нормы и правила, своды правил по проектированию и строительству;
- межотраслевые и отраслевые правила и типовые инструкции по охране труда, утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти;
- государственные стандарты системы стандартов безопасности труда, утвержденные Госстандартом России или Госстроем России;
- правила безопасности, правила устройства и безопасной эксплуатации, инструкции по безопасности;
- государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, гигиенические нормативы, санитарные правила и нормы, утвержденные Минздравом России.

Согласно п. 4.5 [13], обеспечение технически исправного состояния строительных машин, инструмента, технологической оснастки, средств коллективной защиты работающих, осуществляется организациями, на балансе которых они находятся.

Организации, осуществляющие производство работ с применением машин, должны обеспечить выполнение требований безопасности этих работ.

Согласно п. 4.8 [13], перед началом работ в условиях производственного риска необходимо выделить опасные для людей зоны, в которых постоянно действуют или могут действовать опасные факторы, связанные или не связанные с характером выполняемых работ.

Согласно п. 4.13 [13], к самостоятельным верхолазным работам допускаются лица (рабочие и инженерно-технические работники) не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и признанные годными, имеющие стаж верхолазных работ не менее одного года и тарифный разряд не ниже 3-го.

Рабочие, впервые допускаемые к верхолазным работам, в течение одного года должны работать под непосредственным надзором опытных рабочих, назначенных приказом руководителя организации.

Согласно п. 5.14 [13], работодатель должен обеспечить работников, занятых в строительстве, промышленности строительных материалов и стройиндустрии санитарно-бытовыми помещениями (гардеробными, сушилками для одежды и обуви, душевыми, помещениями для приема пищи, отдыха и обогрева и проч.) согласно соответствующим строительным нормам и правилам и коллективному договору или тарифному соглашению.

Подготовка к эксплуатации санитарно-бытовых помещений и устройств должна быть закончена до начала производства работ. При реконструкции действующих предприятий санитарно-бытовые помещения следует устраивать с учетом санитарных требований, соблюдение которых обязательно при осуществлении производственных процессов реконструируемого объекта.

В санитарно-бытовых помещениях должна быть аптечка с медикаментами, носилки, фиксирующие шины и другие средства оказания пострадавшим первой медицинской помощи.

Согласно п. 6.2.2 [13], производственные территории и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работ - не менее 1,2;

ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и оборудованы сплошным защитным козырьком;

козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;

ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

Согласно п. 6.2.3 [13], места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху козырьком шириной не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между козырьком и вышерасположенной стеной над входом, должен быть 70-75°.

Согласно п. 6.2.4 [13], при производстве работ в закрытых помещениях, на высоте, под землей должны быть предусмотрены мероприятия, позволяющие осуществлять эвакуацию людей в случае возникновения пожара или аварии.

Согласно п. 6.2.5 [13], у въезда на производственную территорию необходимо устанавливать схему внутривозрадных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения и пр.

Согласно п. 6.2.10 [13], на производственных территориях, участках работ и рабочих местах работники должны быть обеспечены питьевой водой, качество которой должно соответствовать санитарным требованиям.

Согласно п. 6.2.11 [13], строительные площадки, участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов. Освещение закрытых помещений должно соответствовать требованиям строительных норм и правил.

Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Согласно п. 6.2.13 [13], при температуре воздуха на рабочих местах ниже 10°С работающие на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях должны быть обеспечены помещениями для обогрева.

- факторы производственной среды;
- факторы трудового процесса.

Согласно п. 4.3 [19], неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека

подразделяют:

- на вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания;

- опасные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

Физические опасные и вредные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы (планировка поверхности, разработка котлована, установка опалубки, монтаж строительных конструкций, транспортировка, разгрузка, складирование материалов, монтажные работы, обрушение грунта);

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны (отделочные, электросварочные, бетонные, антикоррозийные работы);

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов (отделочные, электросварочные, антикоррозийные работы, кровельные работы, приготовление бетонной смеси);

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны (строительные работы в зимних условиях на открытом воздухе, работы в закрытых кабинах строительных машин, отделочные работы);

- повышенный уровень шума на рабочем месте: для постоянного шума ПДУ = 135 дБ, для непостоянного шума ПДУ = 110 дБ, для импульсного шума ПДУ = 125 дБ (уплотнение грунта, бетонные работы, отделочные работы, электросварочные работы);

- повышенный уровень вибрации: резонансные частоты для тела в целом по оси Z - 4÷8 Гц, по оси X, Y - 1÷2 Гц, для головы - 20÷30 Гц, для внутренних органов - 6÷9 Гц (уплотнение грунта, бетонные работы, электросварочные работы);

- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (земляные работы, бетонные работы, монтажные работы, электросварочные работы, освещение стройплощадки);

- повышенный уровень статического электричества;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы:

а) физические перегрузки:

- статические,
- динамические;

б) нервно-психические нагрузки:

- монотонность труда,
- эмоциональные перегрузки.

6.3 Требования к проводимым работам

6.3.1 Земляные работы

Согласно п. 5.1.1 [14], при выполнении земляных и других работ, связанных с размещением рабочих мест в выемках и траншеях, необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

обрушающиеся горные породы (грунты);

падающие предметы (куски породы);

движущиеся машины и их рабочие органы, а также передвигаемые ими предметы;

расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

химические опасные и вредные производственные факторы.

Согласно п. 5.1.2 [14], при наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность земляных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

определение безопасной крутизны незакрепленных откосов котлованов, траншей (далее - выемки) с учетом нагрузки от машин и грунта;

определение конструкции крепления стенок котлованов и траншей;

выбор типов машин, применяемых для разработки грунта и мест их установки;

дополнительные мероприятия по контролю и обеспечению устойчивости откосов в связи с сезонными изменениями;

определение мест установки и типов ограждений котлованов и траншей, а также лестниц для спуска работников к месту работ.

Согласно п. 5.3.4 [14], при работе экскаватора не разрешается производить другие работы со стороны забоя и находиться работникам в радиусе действия экскаватора плюс 5 м.

Согласно п. 5.3.9 [14], автомобили-самосвалы при разгрузке на насыпях, а также при засыпке выемок следует устанавливать не ближе 1 м от бровки естественного откоса.

6.3.2 Бетонные работы

Согласно п. 7.1.1 [14], при приготовлении, подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разборке опалубки (далее - выполнении бетонных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
движущиеся машины и передвигаемые ими предметы;
обрушение элементов конструкций;
шум и вибрация;
повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Согласно п. 7.1.2 [14], при наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность бетонных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

определение средств механизации для приготовления, транспортирования, подачи и укладки бетона;

определение несущей способности и разработка проекта опалубки, а также последовательности ее установки и порядка разборки;

разработка мероприятий и средств по обеспечению безопасности рабочих мест на высоте;

разработка мероприятий и средств по уходу за бетоном в холодное и теплое время года.

Согласно п. 7.1.4 [14], цемент необходимо хранить в силосах, бункерах, ларях и других закрытых емкостях, принимая меры против распыления в процессе загрузки и выгрузки. Загрузочные отверстия должны быть закрыты защитными решетками, а люки в защитных решетках закрыты на замок.

Согласно п. 7.2.4 [14], опалубка перекрытий должна быть ограждена по всему периметру. Все отверстия в рабочем полу опалубки должны быть закрыты. При необходимости оставлять эти отверстия открытыми их следует затягивать проволочной сеткой.

Согласно п. 7.3.2 [14], при выполнении работ по заготовке арматуры необходимо:

устанавливать защитные ограждения рабочих мест, предназначенных для разматывания бухт (мотков) и выправления арматуры;

при резке станками стержней арматуры на отрезки длиной менее 0,3 м применять приспособления, предупреждающие их разлет;

устанавливать защитные ограждения рабочих мест при обработке стержней арматуры, выступающей за габариты верстака, а у двусторонних верстаков, кроме того, разделять верстак посередине продольной металлической предохранительной сеткой высотой не менее 1 м;

складывать заготовленную арматуру в специально отведенных для этого местах;

закрывать щитами торцевые части стержней арматуры в местах общих проходов, имеющих ширину менее 1 м.

Согласно п. 7.3.7 [14], при подаче бетона с помощью бетононасоса необходимо:

удалять всех работающих от бетоновода на время продувки на расстояние не менее 10 м;

укладывать бетоноводы на прокладки для снижения воздействия динамической нагрузки на арматурный каркас и опалубку при подаче бетона.

Согласно п. 7.3.10 [14], разборка опалубки должна производиться после достижения бетоном заданной прочности.

6.3.3 Монтажные работы

Согласно п. 8.1.1 [14], при монтаже железобетонных и стальных элементов конструкций, трубопроводов и оборудования (далее - выполнении монтажных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;

передвигающиеся конструкции, грузы;

обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;

падение вышерасположенных материалов, инструмента;

опрокидывание машин, падение их частей;

повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Согласно п. 8.1.2 [14], при наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность монтажных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

- определение марки крана, места установки и опасных зон при его работе;
- обеспечение безопасности рабочих мест на высоте;
- определение последовательности установки конструкций;
- обеспечение устойчивости конструкций и частей здания в процессе сборки;
- определение схем и способов укрупнительной сборки элементов конструкций.

Согласно п. 8.1.7 [14], монтаж конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) многоэтажного здания следует производить после закрепления всех установленных монтажных элементов по проекту и достижения бетоном (раствором) стыков несущих конструкций прочности, указанной в ППР.

Согласно п. 8.2.1 [14], в процессе монтажа конструкций зданий или сооружений монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания.

Запрещается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема и перемещения.

Согласно п. 8.2.6 [14], не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение.

Согласно п. 8.2.9 [14], элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Согласно п. 8.3.4 [14], монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения.

организация рабочих мест с указанием конструкции и места установки необходимых средств подмащивания, грузозахватных устройств, средств контейнеризации и тары;

последовательность выполнения работ с учетом обеспечения устойчивости возводимых конструкций;

определение конструкции и мест установки средств защиты от падения человека с высоты и падения предметов вблизи здания;

дополнительные меры безопасности по обеспечению устойчивости каменной кладки в холодное время года.

Согласно п. 9.1.5 [14], при кладке наружных стен зданий высотой более 7 м с внутренних подмостей необходимо по всему периметру здания устраивать наружные защитные козырьки, удовлетворяющие следующим требованиям:

ширина защитных козырьков должна быть не менее 1,5 м, и они должны быть установлены с уклоном к стене так, чтобы угол, образуемый между нижележащей частью стены здания и поверхностью козырька, был 110° , а зазор между стеной здания и настилом козырька не превышал 50 мм;

защитные козырьки должны выдерживать равномерно распределенную снеговую нагрузку, установленную для данного климатического района, и сосредоточенную нагрузку не менее 1600 Н (160 кгс), приложенную в середине пролета;

первый ряд защитных козырьков должен иметь защитный настил на высоте не более 6 м от земли и сохраняться до полного окончания кладки стен, а второй ряд, изготовленный сплошным или из сетчатых материалов с ячейкой не более 50+50 мм, устанавливаться на высоте 6-7 м над первым рядом, а затем по ходу кладки переставляться через 6-7 м.

Согласно п. 9.2.1 [14], кладку необходимо вести с междуэтажных перекрытий или средств подмащивания. Высота каждого яруса стены назначается с таким расчетом, чтобы уровень кладки после каждого перемаскивания был не менее чем на два ряда выше уровня нового рабочего настила.

Согласно п. 9.3.1 [14], кладка стен ниже и на уровне перекрытия, устраиваемых из сборных железобетонных плит, должна производиться с подмостей нижележащего этажа.

Не допускается монтировать плиты перекрытия без предварительно выложенного из кирпича бортика на два ряда выше укладываемых плит.

Согласно п. 9.3.2 [14], расшивку наружных швов кладки необходимо выполнять с перекрытия или подмостей после укладки каждого ряда. Запрещается находиться рабочим на стене во время проведения этой операции.

6.3.5 Отделочные работы

Согласно п. 10.1.1 [14], при выполнении отделочных работ (штукатурных, малярных, облицовочных, стекольных) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях отделочных материалов и конструкций;

недостаточная освещенность рабочей зоны.

Согласно п. 10.1.2 [14], при наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность отделочных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

организация рабочих мест, обеспечение их необходимыми средствами подмащивания и другими средствами малой механизации, необходимыми для производства работ;

при применении составов, содержащих вредные и пожароопасные вещества, должны быть приняты решения по обеспечению вентиляции и пожаробезопасности.

Согласно п. 10.1.4 [14], отделочные составы и мастики следует готовить, как правило, централизованно. При их приготовлении на строительной площадке

необходимо использовать для этих целей помещения, оборудованные вентиляцией, не допускающей превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Помещения должны быть обеспечены безвредными моющими средствами и теплой водой.

Согласно п. 10.2.3 [14], места, над которыми производятся стекольные или облицовочные работы, необходимо ограждать.

Запрещается производить остекление или облицовочные работы на нескольких ярусах по одной вертикали.

Согласно п. 10.2.6 [14], при выполнении работ с растворами, имеющими химические добавки, необходимо использовать средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, защитные мази, защитные очки) согласно инструкции завода-изготовителя применяемого состава.

6.3.6 Кровельные работы

Согласно п. 13.1.1 [14], При выполнении кровельных работ по устройству мягкой кровли из рулонных материалов и металлической или асбестоцементной кровли необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;

повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;

повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны;

острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, материалов;

повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

Согласно п. 13.1.2 [14], при наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность кровельных работ должна быть

обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

организация рабочих мест на высоте, пути прохода работников на рабочие места, особые меры безопасности при работе на крыше с уклоном; меры безопасности при приготовлении и транспортировании горячих мастик и материалов;

методы и средства для подъема на кровлю материалов и инструмента, порядок их складирования, последовательность выполнения работ.

Согласно п. 13.3.2 [14], не допускается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра со скоростью 15 м/с и более.

6.4 Требования пожарной безопасности

Согласно п. 1.1 [15], Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться уровнем обеспечения пожарной безопасности людей и материальных ценностей, а также экономическими критериями эффективности этих систем для материальных ценностей, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов и выполнять одну из следующих задач:

исключать возникновение пожара;

обеспечивать пожарную безопасность людей;

обеспечивать пожарную безопасность материальных ценностей;

обеспечивать пожарную безопасность людей и материальных ценностей одновременно.

Согласно п. 2.2 [15], предотвращение образования горючей среды обеспечивается:

Библиографический список

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.-01-99*. -М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 114 с.
2. СП 50.13330.2012 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 -М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 100 с.
3. СП20 СП 20.13330.2016 НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* - 95 с.
4. ГОСТ 30494-2011 ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ. Параметры микроклимата в помещениях. -М.: Госстрой России, 1999. – 15 с.
5. СП 4.13130.2013 СВОД ПРАВИЛ Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Москва 2013 – 186 с.
6. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* - 90 с.
7. СП 267.1325800.2016 ЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСЫ ВЫСОТНЫЕ Правила проектирования. – 102 с.
8. ГОСТ 27751-2014 НАДЕЖНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОСНОВАНИЙ Основные положения. Москва Стандартинформ 2019 – 19 с.
9. СП 63 БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ. – 150 с.
10. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
11. СП 118.13330.2012 ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. Москва 2012 – 82 с.
12. Сп 477 Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности. – 41 с.
13. СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования" – 40 с.

14. СНиП 12-04-2002 "Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство" – 29 с.
15. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. Общие требования – 68 с.
16. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" -
17. ТРУДОВОЙ КОДЕКС РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ – 240 с.
18. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 27 декабря 2010 года N 1160 Об утверждении Положения о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ. Классификация. – 16 с.
20. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). – М.: Стройиздат, 1978. – 175 с.
21. СП 70.13330.2012 НЕСУЩИЕ И ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ
22. Организация строительного производства: учебное пособие по курсовому проектированию / С.В. Никоноров. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 39 с
23. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс: учеб. Для вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
24. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции: Спец. курс: учеб. Пособие для вузов. / В.Н. Байков, П.Ф. Дроздов, И.А. Трифонов. – М.: Стройиздат, 1981. – 767 с.
25. СП 430.1325800.2018. СВОД ПРАВИЛ. Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования. – М.: Минстрой России, 2018. – 45 с.

26. СП 18.13330.2011. Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП П-89-80*. -М.: ОАО «ЦШ», 2011.
27. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. -М.: ОАО «ЦШ», 2011.
28. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. -М.: Госстрой России, 1999.
29. Шерешевский, И.А Конструирование гражданских зданий: учеб, пособие для техникумов / И.А. Шерешевский; науч. ред. А.В. Эрмант. - Изд. стер. -М.: Архитектура-С, 2005.
30. СП 53-102-204 Свод правил по проектированию и строительству. Общие правила проектирования стальных конструкций. - М.: 2004.
31. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатанная для армирования железобетонных конструкций.
32. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. -М.: ОАО «ЦПП», 2012.
33. СП 71.13330.2012. Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87. -М.: ОАО «ЦШ», 2012.
34. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж железобетонных конструкций. Выпуск 1. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
35. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учебник для вузов /Л.Г. Дикман. -М.: Изд-во А.СВ, 2002.
36. Кирнев, А.Д. Организация строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / А.Д., Кирнев. -Ростов н/Д: Феникс, 2006.
37. Серов, В.М. Организация и управление в строительстве: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Серов, Н.А, Нестерова, А.В. Серов. М.: Издательский центр «Академия», 2006.
38. ГЭСН-2001 (Государственные элементные нормы на строительные работы). -М.: Госстрой России, 2000.
39. <https://nav.tn.ru/systems/fasad-i-stena/>

AC-654.08.05.01.2021.BKP