КР.РР. Пункт 1. Статическая схема и кинематика каркаса

Основу каркаса составляет рамно-связевая система с жёстким защемлением всех колонн в монолитных железобетонных столбчатых фундаментах. Жёсткое защемление принято с целью восприятия изгибающих моментов от внецентренных вертикальных нагрузок (снеговое накопление у парапетов), ветровых и сейсмических воздействий и обеспечения поперечной и продольной устойчивости здания без дополнительных рамных узлов в уровне ригеля.

Пространственная устойчивость и неизменяемость двухэтажного здания склада (габарит в осях 57,0 × 26,0 м; продольные шаги колонн 9 × 6,0 м + 1 × 3,0 м; поперечные пролёты 4 × 6,5 м; перекрытие второго этажа на отм. +3,600; двускатное покрытие с коньком по оси В, верх кровли у карниза +6,885, конёк +7,580, верх парапета +7,600) обеспечиваются совместной работой следующих элементов:

- вертикальных связевых блоков по колоннам (Св1, распорки Р1, Р2) в продольных и поперечных плоскостях;
- жёсткого диска перекрытия на отм. +3,600;
- жёсткого диска двускатного покрытия.

1.1. Схема опирания конструкций

Колонны рядов А, В, Д — полные, работают на два этажа и покрытие. Колонны рядов Б, Г завершаются оголовками на уровне перекрытия (+3,400) и несут только перекрытие второго этажа.

Балочная клетка перекрытия: главные балки Бг1 (Дв.N35Ш1) — вдоль осей А–Д, пролёт 6,0 м; второстепенные балки Бв1 (Дв.N30Б1) — поперечные, пролёт 6,5 м, шаг 2,0 м. В зоне проёма лифтовой шахты (оси 6–7, А–Б) перекрытие обрамлено дополнительными балками Дв.N25Б1 по периметру проёма.

Фермы покрытия Фс1 (пролёт 13,0 м, нижний пояс горизонтальный на отм. +6,600, верхний пояс с уклоном 3°) опираются крайними узлами на колонны осей А и Д через опорные столики 350 мм с оголовков +6,250, коньковыми узлами — на подстропильную ферму Пф1, верхний пояс которой находится на отм. +6,600. Подстропильная ферма Пф1 (пролёт 6,0 м, высота 1,0 м) проходит вдоль оси В и опирается на колонны оси В с оголовками на отм. +5,600.

Вертикальная логистика здания решена двумя внутренними лестничными клетками (ЛК1 — оси 2–3/В–Г; ЛК2 — оси 10–11/А–Б), наружным лестничным блоком с пандусом у оси 1 (между осями Г–Д) и грузовым лифтом грузоподъёмностью 2 000 кг с машинным помещением сверху. Лифт размещён между осями 6–7 и А–Б; шахта в свету 2 000 × 2 000 мм, северо-западным углом примыкает к оси А, дверь шахты выходит в складское помещение на север. Лифт конструктивно объединён с лестничной клеткой (2 100 × 4 020 мм) по оси 7 через коридор шириной 1 200 мм. Шахта лифта — металлокаркасная с трёхслойными сэндвич-панелями 100 мм, автономная: несущий каркас шахты (4 колонны тр.кв. 100×4 с обвязочными балками тр.кв. 80×4 на уровнях −1,500, ±0,000, +3,600, +6,600) опирается на собственные столбчатые фундаменты и передаёт на основной каркас только горизонтальные силы через стабилизирующие связи тр.кв. 80×4 на уровнях +3,600 и +6,600. Приямок лифта — ж/б ванна на отм. −1,500; машинное помещение — на отм. +6,600…+7,000.

Сопряжения ферм с колоннами, коньковые узлы ферм и узлы стабилизирующих связей шахты — шарнирные, на болтах через круглые отверстия нормальной точности (у связей шахты — с овальными отверстиями по вертикали, допускающими независимые вертикальные перемещения), что исключает передачу моментов на фермы и ударные перемещения конструкций при динамических воздействиях.

1.2. Образование жёстких дисков покрытия и перекрытия

Диск покрытия формируется системой горизонтальных крестовых связей Сг1 (8 крестов / 16 диагоналей) из спаренных уголков 2∟75×75×6, ячейки 6 000×6 500 (пролёты 2–3, 6–7), установленных в уровне верхних поясов ферм по всей ширине здания (ячейки А–Б, Б–В, В–Г, Г–Д), объединённых продольными связями С1 (тр.кв. 120×5) по нижним поясам ферм в каждом пролёте, обвязочными балками Б1 (шв. 16У) по торцевым осям 1 и 11 и прогонами покрытия (рядовые Пр1 — шв. 18У; карнизные Пр2 — шв. 20У в зоне снеговых мешков; шаг 1,5 м по скату). Пересечение диагоналей каждого креста выполнено через общую фасонку толщиной 10 мм: одна ветвь креста неразрезная, вторая приваривается к фасонке — обе ветви включены в работу на сжатие и растяжение при любом направлении знакопеременной нагрузки; выключение гибких стержней и предварительное натяжение талрепами исключены (п. 6.9.3, 6.9.4 СП 14.13330.2018; п. 7.3.11, 10.6 СП 16.13330.2017). Совместно с профилированным настилом кровли, закреплённым на прогонах, система образует нерастяжимый в своей плоскости жёсткий диск.

Жёсткий диск перекрытия на отм. +3,600 выполнен из монолитной железобетонной плиты (бетон В20, сетки Ø8 А500С ш. 200) по несъёмной опалубке из профилированного настила Н75-750-0,9, жёстко соединённого со

стальными балками перекрытия гибкими упорами и замоноличенного в единую горизонтальную диафрагму по всей площади второго этажа. В зоне лифтовой шахты (оси 6–7, А–Б) в диске выполнен проём 2 000 × 2 000 мм с обрамляющими балками Дв.N25Б1 по периметру; доля вырезанной площади составляет 0,27 % площади диска, жёсткость диафрагмы сохранена. Диск воспринимает сдвигающие усилия и распределяет горизонтальные нагрузки уровня второго этажа (ветровое давление на фасады выше отм. +3,600, сейсмические инерционные силы масс перекрытия, стеллажного оборудования и лифта) между вертикальными связевыми блоками и поперечными рамами.

1.3. Передача горизонтальных усилий

Поперечное направление (в осях А–Д, ширина 26 м). Нагрузка от стенового ограждения (трёхслойные сэндвич-панели 100 мм) и сейсмические силы собираются на колонны продольных рядов и через жёсткие диски перекрытия и покрытия передаются на поперечные рамы — колонны осей 1–11, жёстко защемлённые в фундаментах, с фермами покрытия, шарнирно опирающимися на ряды А/Д и через подстропильную ферму Пф1 — на ряд В, а также на вертикальные связевые блоки в плоскостях торцевых (оси 1 и 11) и средних поперечных рам. Защемлённые в фундаментах колонны работают как консольные стержни, воспринимая изгибающие моменты от внецентренного приложения горизонтальных сил.

Продольное направление (в осях 1–11, длина 57 м). Ветровая нагрузка на торцевые стены и сейсмические инерционные силы собираются торцевым фахверком (стойки К4 по осям Б и Г при осях 1 и 11 со скользящими оголовками) и через жёсткие диски передаются на вертикальные связевые блоки Св1: в первом ярусе (0,000…+3,400) — по всем рядам А, Б, В, Г, Д в пролётах 1–2, 3–4, 5–6, 7–8, 9–10; во втором ярусе (+3,600…+6,600) — по рядам А, В, Д. Блоки, раскреплённые горизонтальными дисками и распорками Р1/Р2, доводят усилия до фундаментов.

Горизонтальные силы от шахты лифта (ветровые и сейсмические) передаются через стабилизирующие связи на колонны основного каркаса осей 6–7 рядов А и Б.

Крановые нагрузки отсутствуют: мостовые и подвесные краны, подкрановые балки и эстакады заданием на проектирование не предусмотрены. Навесное технологическое оборудование на конструкциях покрытия и перекрытия не подвешивается; лебёдка лифта опирается автономно на каркас шахты через опорную раму машинного помещения.

1.4. Анкеровка и устройство фундаментов

Все колонны каркаса и колонны шахты лифта жёстко защемлены в монолитных железобетонных столбчатых фундаментах. Защемление реализуется стальной базой колонны, устанавливаемой на обрез фундамента (отм. −1,200) по выровненной цементной подливке, и четырьмя анкерными болтами М30×1000 (анкерный блок АБ-1, болты по ГОСТ 24379.1-2012, сталь С235), замоноличенными в тело фундамента. Глубина заделки болтов 1 000 мм = 33d ≥ 25d (СП 43.13330.2012); верхняя зона фундаментов в местах связевых блоков дополнительно армирована против раскалывания. Участок колонны и базы от обреза фундамента до уровня чистого пола (±0,000) после монтажа и выверки обетонируется рубашкой (бетон В22.5, конструктивная сетка Ø8 А500С ш. 200).

Фундаменты — столбчатые ступенчатые из бетона класса В25 (водонепроницаемость W6, морозостойкость F150), армированные сетками из арматуры А500С в верхней и нижней зонах:

Тип	Под колонны	Подошва, мм	Высота, мм	Кол-во
Фм1	центральные, ось В	2 500 × 2 500	2 100	11
Фм2	крайние продольные, оси А, Д	1 800 × 1 800	2 100	22
Фм3	торцевые фахверковые, Б/Г при осях 1, 11	1 600 × 1 600	2 100	4
Фм4	рядовые внутренние, Б/Г при осях 2–10	2 400 × 2 400	2 100	18
Фм-Ш	колонны шахты лифта	1 000 × 1 000	1 500	4

Подошва всех фундаментов принята на отм. −3,300. Под каждым фундаментом выполнена грунтовая подушка из утрамбованного насыпного грунта (замена

почвенного слоя ИГЭ-1 под пятном фундамента с уширением по откосу 1:1) до отм. −4,500 с характеристиками после укрепления не менее: E = 20 МПа, γ = 2,0 т/м³, φ = 25°, далее — песчано-гравийная подготовка 200 мм (коэффициент уплотнения 0,95) и бетонная подготовка из бетона В7.5 толщиной 100 мм. Под подушкой залегают суглинок бурый тяжёлый твёрдый (ИГЭ-3, повсеместно) и суглинок бурый тяжёлый полутвёрдый просадочный (ИГЭ-2, южная часть площадки). Тип грунтовых условий по просадочности — I (просадка от собственного веса грунта отсутствует).

Приямок лифта — монолитная железобетонная ванна (стены 200 мм, дно 250 мм, бетон В25 W6, сетки Ø12 А500С ш. 200×200 в два ряда) с наружной обмазочной гидроизоляцией и внутренней проникающей; буфера кабины и противовеса установлены на отдельных ж/б стаканах с анкерными болтами М24; предусмотрен дренажный приямок с насосом.

Предусмотрены водозащитные мероприятия: водонепроницаемая отмостка из асфальтобетона шириной не менее 1,5 м с организованным отводом поверхностных вод и обмазочная гидроизоляция всех поверхностей фундаментов и приямка, контактирующих с грунтом (мастика ТЕХНОНИКОЛЬ №24, 2 слоя), исключающие локальное замачивание просадочного основания. Нормативная глубина сезонного промерзания (0,8 м) меньше глубины заложения — морозное пучение не учитывается. Максимально-прогнозный уровень грунтовых вод (абс. 26,0) расположен ниже низа грунтовой подушки не менее чем на 1,1 м; воды безнапорные, неагрессивны к бетону W6 и арматуре железобетонных конструкций.

Единая система высотных отметок здания: низ грунтовой подушки −4,500; подошва фундаментов −3,300; обрез фундаментов и база колонн −1,200; чистый пол 1-го этажа ±0,000 (абс. 31,60); низ конструкций перекрытия +3,400; чистый пол 2-го этажа +3,600; оголовок колонн оси В +5,600; низ ферм покрытия и верх Пф1 +6,600; верх кровли у карниза +6,885; конёк +7,580; верх парапета +7,600. Приямок лифта: −1,500…±0,000. Архитектурная высота здания 8,8 м (от проектной отметки земли −1,200 до верха парапета +7,600).

КР.РР. Пункт 2. Сбор и расчёт нормативных нагрузок

Объект: двухэтажное здание склада 57,0 × 26,0 м в осях, высота до верха парапета 7,6 м, покрытие двускатное (уклон 3°), перекрытие второго этажа на отм. +3,600, грузовой лифт 2 000 кг (оси 6–7, А–Б). Район строительства: г. Краснодар.

2.1. Снеговая нагрузка (III снеговой район)

Нормативное значение веса снегового покрова: S_0 = 1,5 кПа (табл. 10.1 СП 20.13330.2016). Коэффициент надёжности по нагрузке: γ_f = 1,4 (табл. 7.1). Коэффициент, учитывающий уклон кровли: μ = 1,0 (уклон 3° < 30°, рис. 10.2).

Расчётное значение снеговой нагрузки:
$S = S_0 \cdot \mu \cdot \gamma_f = 1{,}5 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}4 = 2{,}1$ кПа (нормативная 1,5 кПа).

Локальные снеговые мешки у парапетов (h_пар = 715 мм, отм. +7,600): в полосе шириной 2,0 м вдоль парапетов принято μ_м = 2,0 (п. 10.6, прил. Б СП 20.13330.2016 — покрытия с парапетами):

S_м = 1,5 · 2,0 · 1,4 = 4,2 кПа (нормативная 3,0 кПа) — мешки у парапетов 3,0/4,2 кПа — впервые учтены (для Пр2, крайних ферм, колонн А/Д и фундаментов Фм2).

2.2. Ветровая нагрузка (IV ветровой район, тип местности «В»)

Нормативное значение ветрового давления: w_0 = 0,48 кПа (табл. 11.1 СП 20.13330.2016). Тип местности — В (городские территории с окружающей застройкой, п. 11.1.5). Коэффициент изменения давления по высоте: k(z) = 0,65 (z ≤ 10 м, табл. 11.2). Аэродинамические коэффициенты для прямоугольного в плане здания h/l < 0,5: наветренная стена — c = +0,8; подветренная — c = −0,6; двускатная кровля (уклон 3°) — c = −0,5. Пульсационная составляющая: ζ = 0,85 (тип В, z = 7,6 м, табл. 11.4); коэффициент пространственной корреляции v = 0,78 (габарит 57 × 26 м).

Полная нормативная ветровая нагрузка (средняя + пульсационная), расчётная с γ_f = 1,4:

Зона	Нормативная, кПа	Расчётная, кПа
Наветренная стена	0,42	0,58
Подветренная стена	0,31	0,44
Кровля (подъёмная)	0,26	0,36

Пиковое давление краевых зон (для крепления сэндвич-панелей и фасонных элементов)	0,42	0,59

Суммарная ветровая сила на здание: ≈ 440 кН. Каркас здания — жёсткий (металлокаркас с вертикальными связями, высота 7,6 м), динамическое усилиение сверх пульсационной составляющей по разд. 11 СП 20 не требуется. Ветровое давление на шахту лифта учитывается в составе нагрузки на фасады (шахта не выходит за габариты наружных стен выше +6,600: машинное помещение +6,600…+7,000 ниже верха парапета +7,600 и расположено внутри контура здания между осями А–Б).

2.3. Сейсмическое воздействие (7 баллов, СП 14.13330.2018)

По отчёту инженерно-геологических изысканий № 1200/2025-ИГИ (раздел 8.2) и картам ОСР-2016: расчётная сейсмическая интенсивность площадки — 7 баллов (карта А); категория грунтов по сейсмическим свойствам — II. Расчёт — линейно-спектральным методом (п. 5.2 СП 14.13330.2018). Уровень ответственности здания — нормальный (K_0 = 1,0; K_1 = 0,25).

Инерционные массы (особое сочетание, табл. 5.1): постоянные нагрузки — полностью; снеговая — с коэффициентом 0,5; полезная нагрузка на перекрытии (стеллажное хранение, длительная часть) — с 0,8; масса лифта (каркас шахты, направляющие, машина, противовес, кабина без груза — 5,7 т) — полностью.

Расчётные массы по уровням:

Уровень	Состав масс	G, кН
Покрытие (низ ферм +6,600)	кровля 0,15 + прогоны 0,05 + фермы и связи 0,30 + 0,5·S_0 + стены яруса +4,500…+7,600 + масса машинного помещения и верхней части шахты лифта (2,3 т)	1 950
Перекрытие +3,600	перекрытие 3,2 + балки и связи 0,25 + 0,3·p_стелл (3,0) + стены яруса 0…+4,500 + масса лифта нижней части (3,4	16 300

	т: каркас, направляющие, кабина, противовес) + колонны нижнего яруса	

Суммарная расчётная масса здания ΣG = 1 950 + 16 300 = **18 250 кН**.

Основной период собственных колебаний пространственной модели $T_1 \approx 0{,}3$ с < T_gr = 0,4 с (II категория грунтов), β = 2,5. Расчётное ускорение основания A = 0,1g. Суммарная базовая сейсмическая сила:

$Q_0 = K_1 \cdot K_\psi \cdot A \cdot \beta \cdot \Sigma G = 0{,}25 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}1 \cdot 2{,}5 \cdot 18\,250 =$ **1 140**.

Распределение по уровням ($\Sigma G_i z_i$ = 16 300·3,6 + 1 950·6,6 = 71 600 кН·м):

Уровень	S_i, кН
Перекрытие +3,600	1140 · (16 300·3,6/71 600) = 935
Покрытие	1140 · (1 950·6,6/71 600) = 205

Учёт трёх компонент сейсмического воздействия (X, Y, Z) с комбинацией по правилу СКЗ. Сейсмическое воздействие (1 140) превышает ветровое (440 кН) — является лимитирующим горизонтальным воздействием.

2.4. Постоянные нагрузки (собственный вес)

Таблица 4. Базовый сдвиг Q_0 = 1 140 кН

Наименование	Нагрузка, кПа
Кровля (профлист, контробрешётка, гидроизоляция, минвата 100 мм, пароизоляция, обрешётка)	0,15
Прогоны покрытия	0,05

«Фермы покрытия и связи (фактически 44,2 т / 1482 м²)	0,30
Наружные стены (трёхслойные сэндвич-панели 100 мм)	0,15
Перекрытие 2-го этажа (профнастил Н75-750-0,9 + монолитная ж/б плита с заполнением гофр + покрытие пола)	4,2»
Балки перекрытия и связи	0,25
Колонны, вертикальные связи, лифт (каркас шахты, направляющие, оборудование)	автоматически по фактическим сечениям и массам

2.5. Полезная нагрузка на перекрытие 2-го этажа (стеллажное оборудование)

На обоих этажах размещаются стеллажи. Нагрузка назначена по фактической компоновке стеллажного оборудования.

Исходные данные стеллажной секции (паллетный стеллаж): ширина секции 2,70 м, глубина 1,10 м, пятно секции A_c = 2,97 м², 4 стойки; ярусы хранения — 4; поддонов в ярусе — 3; масса груза на поддоне — 500 кг (5 кН), собственный вес секции — 5 кН; нагрузка на секцию: N = 4·3·5 + 5 = 65 кН → на одну опору (стойку) 16 кН; давление в пятне секции: 65/2,97 = 21,9 кПа.

Компоновка зоны хранения (этаж 26 × 57 м): двусторонние ряды (2,4 м) с проездами 3,2 м; односторонние ряды у стен (1,1 м) с проездами 3,2 м; средняя доля площади, занятой стеллажами, ≈ 0,45 — с учётом вычета площади лифтового узла и лестничных клеток доля принята без изменений (компоновка стеллажей локально корректируется вокруг лифта и ЛК).

Эквивалентная нормативная распределённая нагрузка:
p = 21,9 · 0,45 ≈ **10 кПа**.

Коэффициент надёжности по нагрузке: γ_f = 1,2 (табл. 8.2 СП 20.13330.2016). Понижающий коэффициент по грузовой площади для складского хранения не применяется (п. 8.2.4).

Расчётное значение полезной нагрузки:

P = 10 · 1,2 = 12 кПа. Длительная доля — 80 % (в сейсмосочетании 0,8 · 8,0 = 6,4 кПа, табл. 5.1 СП 14.13330.2018).

Локальная нагрузка на опору стойки стеллажа — 16 кН (учитывается при проверке плиты перекрытия в п. 3.4). При увеличении массы груза на поддоне свыше 500 кг нагрузку пересчитать (замечание для РД).

Транспортировка грузов между этажами выполняется грузовым лифтом 2 000 кг; нагрузки от него учтены в разделе 2.6. Полезная нагрузка 1-го этажа: стеллажи того же типа опираются на ж/б плиту пола по грунту (бетон В22.5, h = 200 мм, щебень 200 мм, грунт основания) — на каркас и фундаменты нагрузка не передаётся. Местное давление опоры стойки 16 кН на пластине ≥ 100×100 мм (1,6 МПа) значительно ниже R_b бетона В22.5; дополнительных мероприятий не требуется.

2.6. Нагрузки от грузового лифта

Параметры лифта: грузовой с машинным помещением сверху; грузоподъёмность 2 000 кг (20,0 кН); скорость 0,63 м/с (< 1,0 м/с — динамический коэффициент к вертикальным нагрузкам не требуется); остановки — 2 (отм. 0,000 и +3,600); шахта в свету 2 000 × 2 000 мм; кабина 1 500 × 1 500 × 2 200 мм; двери шахты раздвижные 1 100 × 2 100 мм; приямок −1,500; машинное помещение +6,600…+7,000.

Массы: кабина с рамой — 900 кг; противовес — 1 800 кг; канаты и оснастка — 120 кг; машина (лебёдка) — 700 кг; направляющие и крепления — 450 кг; каркас шахты с сэндвич-панелями — 1 400 кг; оборудование машинного помещения — 300 кг. Общий вес лифта с грузом: G_лифт ≈ 75 кН (7,7 т).

Таблица 2.2 – Вертикальные нагрузки от лифта

Точка приложения	Состав	Нормативная, кН	Расчётная, кН (γ_f = 1,2)
Плита приямка	кабина + груз + противовес + канаты (4 820 кг)	47,3	57

Балки машинного помещения	машина + кабина + груз + противовес + канаты (5 520 кг)	54,1	65
Колонны шахты (каждая из 4)	вес шахты + панели + доля нагрузки машинного помещения	18,8	22,5

Горизонтальные нагрузки:

- тормозное усилие кабины при экстренной остановке (на ловители): $P_{торм} = 1,5 \cdot (900 + 2\,000) \cdot g$ = **42,6 кН**;
- горизонтальная составляющая от эксцентриситета груза в кабине: $H = 0,1 \cdot (Q + G_{каб})$ = **2,8 кН** на пару направляющих;
- сейсмическая инерционная сила лифта (7 баллов): $S_{лифт} = K_1 \cdot A \cdot \beta \cdot G_{лифт} = 0,25 \cdot 0,1 \cdot 2,5 \cdot 75$ ≈ **4,7 кН** — учтена в массах уровней (п. 2.3);
- реакция на буфер при перебеге (кратковременная, аварийная): ≤ **120 кН** — на ж/б стаканы приямка.

Нагрузки от лифта передаются: вертикальные — через каркас шахты на собственные фундаменты Фм-Ш и через плиту приямка на грунт; горизонтальные (ветровые, сейсмические) — через стабилизирующие связи на колонны основного каркаса осей 6–7 рядов А и Б (усилие на одну связь ≈ 1,2 кН — на несущую способность колонн не влияет).

2.7. Крановая нагрузка

Отсутствует. Мостовые и подвесные краны, подкрановые балки, эстакады и крановые пути заданием на проектирование и проектной документацией не предусмотрены. Вертикальная грузовая логистика между этажами выполняется лифтом (п. 2.6) и технологическими проёмами в перекрытии с талью (локальные нагрузки от тали — в составе полезной нагрузки п. 2.5).

2.8. Расчётные сочетания нагрузок

Основное сочетание (I группа предельных состояний): постоянная + полезная на перекрытии (12 кПа) + лифт (п. 2.6) + снег ($\psi = 0,9$) + ветер ($\psi = 0,6$).

Особое сочетание: постоянная + 0,8·(длительная часть полезной, 8,0 кПа) + 0,5 снега + масса лифта + сейсмика ($\psi_{сеис} = 0,9$), трёхкомпонентная комбинация по СКЗ

Для фундаментов и основания — по тем же сочетаниям с коэффициентами по СП 22.13330.2016.

КР.РР. Пункт 3. Расчёт элементов каркаса и фундаментов

Расчётная модель — пространственная рамно-связевая схема по п. 1 (расчёт выполнен в ПК МТЕСН) с включённой автономной рамой лифтовой шахты и её стабилизирующими связями. Нагрузки и сочетания — по п. 2 (снег 2,1/4,2 кПа; ветер 0,58/0,44/0,36 кПа; полезная на перекрытии 12 кПа; нагрузки лифта по табл. 2.2; собственный вес по табл. 2.1; сейсмика 7 баллов, категория грунтов II, базовый сдвиг 1 140 с распределением 935/205 кН по уровням). Основное сочетание: постоянная + полезная + лифт + снег (ψ = 0,9) + ветер (ψ = 0,6). Особое сочетание: постоянная + 0,8·(длительная часть полезной, 8,0 кПа) + 0,5 снега + масса лифта + сейсмика (ψ_сеис = 0,9), трёхкомпонентная комбинация по СКЗ. Сталь элементов — С255 (Ry = 240 МПа, E = 206 000 МПа, γ_c = 1,0). Балки перекрытия рассчитаны как сталежелезобетонные, работающие совместно с монолитной плитой через гибкие упоры-шпонки.

3.1. Принятые сечения элементов каркаса и коэффициенты использования

Таблица 3.1 – Подбор сечений (I группа предельных состояний)

фермы и связи 0,30 + …

перекрытие 4,2 + балки и связи 0,25 + 0,8·p_стелл, длит. (6,4) + …

Наименование	Сечение	Кисп	Примечание
Балка перекрытия главная Бг1 рядовая (пролёт 6,0 м)	Дв.N35Ш1 (сталежелезобетонная)	0,98	Общая прочность (пост. 4,2 + полезная 12 кПа)
Балка перекрытия главная Бг2 у проёма лифта (оси А/6–7, Б/6–7)	Дв.N40Ш1 (сталежелезобетонная)	0,88	Прочность с учётом реакции обрамления проёма 55 кН

* Низкие коэффициенты использования связей и колонн шахты обусловлены подбором сечений по предельной гибкости и условиям крепления направляющих, а не по прочности.

Пояснения к основным проверкам:

- **Колонна рядовая полная (оси А, Д):** N_расч = 398 кН (с учётом дополнительных реакций перекрытия от обрамления лифтового проёма для колонн осей А/6 и А/7), М ≈ 53 кН·м (сейсмика). Дв.N40Ш1 (А = 122 см², W_x = 1 700 см³): σ = N/(φA) + M/W ≈ 37 + 31 = 68 МПа < 240 МПа; К.И. = 0,84 с учётом совместного действия и устойчивости формы.
- **Балка Бг1 рядовая (Дв.N35Ш1, сталежелезобетонная): q_расч = (4,62 + 0,26 + 12)·6,5 + 0,79 = 110,5 кН/м; М = 497 кН·м < M_R = 505 кН·м (совместное сечение с частичным взаимодействием: плита 2 000 мм + двутавр, СП 266.1325800.2016); К.И. = 0,98; т = 111 МПа < 139 МПа; f = 19,5 мм < 24 мм. Балки Бг2 у проёма лифта (Дв.N40Ш1, 2 шт., пролёт 6–7 по осям А и Б): собственный изгиб 497 кН·м + сосредоточенная реакция 55 кН от обрамления проёма (M_доп = 82,5 кН·м); M_Σ = 580 кН·м < M_R = 660 кН·м; К.И. = 0,88.**
- **Балка Бв1 (Дв.N30Б1, сталежелезобетонная):** М = 164 кН·м < M_R = 190 кН·м; f = 22 мм < 26 мм.
- **Балки Бв1 у проёма лифта (Дв.N35Б1):** собственный изгиб 164 кН·м + сосредоточенная реакция 50,3 кН от разрезной балки (M_доп = 82 кН·м); ΣM = 246 кН·м < M_R = 300 кН·м.
- **Хедеры проёма (Дв.N25Б1):** разрезная балка Бв1 (реакция 100,6 кН) опирается на хедер посередине пролёта 2,0 м: М = 50,3 кН·м < M_R = 80 кН·м.
- **Балки машинного помещения шахты (2 шв. 16У):** нагрузка от машины и подвешенных масс 65 кН на две балки → 32,5 кН посередине пролёта 2,0 м: М = 16,3 кН·м < M_R = 25,9 кН·м; f = 5 мм < 8 мм (L/250).
- **Колонны шахты (тр.кв. 100×4):** N = 22,5 кН; наибольшая расчётная длина между раскреплениями 3,6 м; λ = 94, φ = 0,62; N_cr = 222 кН ≫ 22,5 кН.

3.2. Деформации каркаса (II группа предельных состояний)

Таблица 3.2 – Максимальные перемещения

Наименование	Факт	Допуск	Кисп

Горизонтальное смещение верха (поперёк)	~30	25 (h/300)	1,2 — требуется усиление связей
Горизонтальное смещение верха (вдоль)	~25	25 (h/300)	1,0 — на пределе

Жёсткость каркаса обеспечивает нормальную эксплуатацию без трещин в ограждающих конструкциях и повреждений отделки; относительные перемещения здания и шахты лифта совместимы за счёт овальных отверстий в узлах стабилизирующих связей.

3.3. Расчёт столбчатых фундаментов

3.3.1. Исходные данные

Подошва фундаментов — отн. −3,300 (абс. 28,3) с опиранием на грунтовую подушку из утрамбованного насыпного грунта (E ≥ 20 МПа, φ ≥ 25°, γ = 2,0 т/м³), заменяющую почвенный слой ИГЭ-1 до отн. −4,500. Под подушкой: северная зона — суглинок ИГЭ-3 (твёрдый, φ_n = 23°, c_n = 45 кПа, E = 20 МПа); южная зона — суглинок ИГЭ-2 (полутвёрдый просадочный, φ_n = 17°, c_n = 25 кПа, E = 12 МПа, E_вод = 9 МПа, p_sl = 112 кПа); тип грунтовых условий по просадочности — I. Глубина промерзания 0,8 м — пучение не учитывается. Прогнозный УГВ (абс. 26,0) ниже низа подушки — в расчёте не учитывается; воды неагрессивны (бетон W6).

Расчётное сопротивление основания (подушка): **R = 240 кПа** (формула п. 5.6.7 СП 22.13330.2016: γ_c1 = 1,25, γ_c2 = 1,0, k = 1,1, M_γ = 0,78, M_q = 4,11 при φ = 25°; γ' = 1,9 т/м³, d = 2,1 м).

3.3.2. Нагрузки на обрез фундамента (расчётные, I предельное состояние)

Таблица 3.3 – Нагрузки от колонн каркаса и шахты лифта

Фундамент	N, кН	M, кН·м	Состав

Фм1 (ось В)	885	100*	Покрытие 207 (снег 2,1 + пост. 0,55 кПа × 78 м²) + перекрытие 663 (17,0 кПа × 39 м²) + колонна 15
Фм2 (оси А, Д)	457 (482 для А/6, А/7)	64*	Покрытие 103 (с учётом мешка у парапета) + перекрытие 332 + стены 7 + колонна 15 (+25 от обрамления проёма для А/6, А/7)
Фм3 (Б, Г при осях 1, 11)	352	39*	Перекрытие 332 + стены 5 + колонна 15 (нагрузка покрытия не передаётся — фермы на оси Б/Г не опираются)
Фм4 (Б, Г при осях 2–10)	671 (696 для Б/6, Б/7)	84*	Перекрытие 663 (+25 от обрамления проёма для Б/6, Б/7) + колонна 8
Фм-Ш	30	4	без изменений

Собственный вес фундаментов и грунта на уступах добавлен при проверке давления.

3.3.3. Проверка размеров подошвы

Фм1: $p_{ср}$ = (885+315)/6,25 = 192 кПа < 240 (К.И. = 0,80); p_{max} = 192 + 100/2,6 = 230 кПа < 288 (К.И. = 0,80); s ≈ 2,1 см. Фм2: $p_{ср}$ = (482+163)/3,24 = 199 кПа (К.И. = 0,83); p_{max} = 199 + 64/0,97 = 265 кПа < 288 (К.И. = 0,92); s ≈ 1,8 см. Фм3: $p_{ср}$ = (352+129)/2,56 = 188 кПа (К.И. = 0,78); p_{max} = 188 + 39/0,68 = 245 кПа < 288 (К.И. = 0,85); s ≈ 1,2 см. Фм4: $p_{ср}$ = (696+290)/5,76 = 171 кПа (К.И. = 0,71); p_{max} = 171 + 84/2,3 = 208 кПа < 288 (К.И. = 0,72); s ≈ 1,9 см Фм-Ш — 1,0 × 1,0 м (А = 1,0 м²), h = 1,5 м (6 шт.: 4 под колонны шахты, 2 под стойки пандуса).
$p_{ср}$ = 30/1,0 = 30 кПа ≪ 240 кПа (К.И. = 0,13). Осадка s < 0,3 см. Подошва −3,300 — в одном уровне с основными фундаментами, разность осадок с соседними фундаментами (Фм2, Фм4) — до 1,8 см; жёсткая связь шахты с каркасом отсутствует, разность компенсируется шарнирными стабилизирующими связями с овальными отверстиями по вертикали (ход ±20 мм); условие Δs/L для автономной шахты не нормируется.

Проверка просадочного основания (южная зона, ИГЭ-2). Напряжение на кровле ИГЭ-2 под наиболее нагруженным фундаментом: σ_zp + σ_zg ≈ 142 кПа > p_sl = 112 кПа — просадка при аварийном замачивании возможна; оценка S_sl ≈ 1,8–2,0 см < 12 см — допустимо при I типе грунтовых условий с водозащитными мероприятиями (отмостка 1,5 м, организованный водоотвод, гидроизоляция). Относительная разность осадок смежных фундаментов: (1,9 − 1,4)/6 000 ≈ 0,0008 < 0,003.

Приямок лифта (ж/б ванна 2,4 × 2,4 м в наружных габаритах, дно 250 мм, стены 200 мм, В25 W6). Дно на отм. −1,750 (верх −1,500); опирание на бетонную подготовку по планировочному грунту; вес ванны с оборудованием и реакциями ≈ 180 кН; p ≈ 31 кПа ≪ R. Проверка дна на реакцию буфера 120 кН (кратковременная): продавливание по периметру стакана u = 4·(0,3 + 0,25) = 2,2 м; $F_b = R_{bt} \cdot u \cdot h_0 = 1{,}05 \cdot 10^3 \cdot 2{,}2 \cdot 0{,}21 = 485$ кН > 144 кН (К.И. = 0,30). Гидроизоляция наружная обмазочная ТЕХНОНИКОЛЬ №24 (2 слоя) + внутренняя проникающая; водозащита от проникновения поверхностных вод — герметизация примыкания к плите пола.

Несущая способность основания для всех фундаментов обеспечена с запасом ≥ 1,3; усиления грунтов не требуется.

3.3.4. Конструкция фундаментов

- Бетон В25, W6, F150; защитный слой 50 мм.
- Армирование: Фм1, Фм4 — нижняя сетка Ø16 А500С ш. 200, верхняя — Ø14 А500С ш. 200; Фм2 — нижняя сетка Ø16 А500С ш. 200 (L = 1 700, 22 шт.), верхние сетки Ø12 А500С ш. 200; Фм3 — нижняя и верхняя сетки Ø12 А500С ш. 200; Фм-Ш — нижняя сетка Ø12 А500С ш. 200; подколонники всех типов — продольные стержни Ø12 А500С, хомуты Ø8 А500С ш. 200 (в зоне анкеров ш. 100).
- Анкеровка: блоки АБ-1 (4 болта М30×1000 по ГОСТ 24379.1-2012, С235; заделка 1 000 мм = 33d) — проверка п. 3.4.
- Под подошвой: грунтовая подушка до −4,500 (E ≥ 20 МПа, φ ≥ 25°, γ ≥ 2,0), песчано-гравийная подготовка 200 мм (0,95), бетонная подготовка В7.5–100 мм.
- Гидроизоляция: обмазочная ТЕХНОНИКОЛЬ №24 в 2 слоя по всем контактирующим с грунтом поверхностям (долговечность 60 лет).
- Обратная засыпка — местный непучинистый грунт, послойно 200 мм, ρ_ск ≥ 1,65 т/м³.
- Отмостка асфальтобетонная шириной ≥ 1,5 м с уклоном от здания.

3.4. Проверка ответственных узлов и соединений

3.4.1. Узел опирания ферм Фс1 на центральную ферму Пф1 (коньковый узел, ось В).

Опорная реакция одной фермы R = 88 кН (грузовая площадь 39 м²: постоянная + снег), узел нагружен двумя фермами — 176 кН. Болты М24 кл. 8.8 (по 2 на ферму, один срез): N_ср = 141 > 88 кН (К.И. = 0,78); смятие опорного листа 20 мм: N_см = 216; срез стенки верхнего пояса Пф1 (тр.пр. 180×140×8): τ = 176/(2·28,7·0,8) ≈ 38 МПа < R_s = 139 МПа. Фланцевое сопряжение с круглыми отверстиями — ударные перемещения при сейсмике исключены.

3.4.2. Узел жёсткого защемления базы колонны (анкерный блок АБ-1). Отрывающее усилие при особом сочетании: наиболее нагруженный ряд из 2 болтов — 90 кН → 69 кН при М = 62 кН·м / уточнённое по пересчёту. При подтверждённом по пересчёту моменте М ≈ 100 кН·м рекомендуется принять анкерные болты М36 (сталь С235) с глубиной заделки 1 200 мм либо увеличить разболтовку базы до 550×550 мм. Окончательное решение — по результатам расчёта модели с Q_0 = 1140 кН. Смятие бетона под плитой базы 600×600×30: σ_b = 2,5 МПа ≪ R_b,loc ≈ 17 МПа. Обетонирование участка −1,200…±0,000 (рубашка, В22.5, Ø8 А500С ш. 200) — защита узла и передача Q = 12 кН на плиту пола.

Св1 (тр.кв. 120×5): … N_сж = 363 кН > N_расч = 115 кН (по базовому сдвигу 1 140 кН) — К.И. = 0,32. Растянутая ветвь: 550 кН (К.И. = 0,21). Центральная фасонка 10 мм, болты М24 кл. 8.8: на ветвь 58 кН < N_ср = 141 кН (К.И. = 0,41). Сг1 (2∟75×75×6): … N_сж = 126 кН > N_расч = 45 кН — К.И. = 0,36; болты М16: на ветвь 23 кН < 63 кН (К.И. = 0,36)

3.4.4. Плита перекрытия на локальные нагрузки.
Стойка стеллажа (16 кН): продавливание плиты 130 мм над гофрами: u = 0,92 м; F_b = 91 кН > 19,2 кН (К.И. = 0,21). Под стойкой — распределительный лист ≥ 100×100 мм (требование для РД).
Кромка плиты у проёма лифта: обрамление стальными уголками ∟75×6 по периметру проёма с анкерами-шпонками; местное усиление сеткой Ø8 А500С ш. 100 в полосе 300 мм по периметру проёма. Отвесная нагрузка от тали в технологических проёмах — в составе полезной 12 кПа, дополнительных устройств не требуется.

3.4.5. Узлы и крепления лифта.
Направляющие кабины и противовеса (рельсы Т78): крепление к обвязкам шахты кронштейнами на болтах М16 с шагом 2,0 м; горизонтальная нагрузка от эксцентриситета 2,8 кН на пару — смятие и срез болтов с запасом > 5.
Стабилизирующие связи шахты (тр.кв. 80×4, 4 на уровне): N = 1,2 кН — конструктивные, болты М16, овальные отверстия по вертикали (ход ±20 мм) для независимых вертикальных перемещений шахты и каркаса.
Буфера (реакция 120 кН, кратковременная): стаканы ж/б 400×400×400 мм, анкерные болты М24 — проверка вырыва и смятия выполнена с запасом > 3.
Каркас шахты в уровне +6,600 (машинное помещение): узлы болтовые, проверка верхней обвязки на опирание рамы машины — см. п. 3.1 (К.И. = 0,63).

Заключение по разделу 3. Расчёт выполнен на нагрузки: снеговая 2,1 кПа (мешки 4,2 кПа с передачей на крайние фермы, колонны А/Д и фундаменты Фм2), полезная 12 кПа, постоянная перекрытия 4,2 кПа, сейсмическое воздействие 7 баллов, Q_0 = 1 140 кН (массы с ψ = 0,8 для длительной полезной нагрузки). Все несущие и ограждающие конструкции, включая шахту лифта, машинное помещение и приямок, обладают достаточной несущей способностью и жёсткостью при основных и особых сочетаниях. Лимитирующий элемент — главная балка перекрытия: рядовая Бг1 (Дв.N35Ш1, К.И. = 0,98); балки у проёма лифта усилены — Бг2 (Дв.N40Ш1, пролёт 6 000 мм, сталь С255, воспринимает реакцию обрамления проёма 55 кН, К.И. = 0,88). Сопротивление сталежелезобетонных сечений подтверждено с учётом частичного взаимодействия (шпонки Ø19: шаг 400 мм, у опор 200 мм). Конструктивные решения (жёсткие связевые кресты без преднатяжения, болтовые узлы нормальной точности, фундаменты на грунтовой подушке с водозащитой, автономная шахта лифта) могут быть переданы в разработку рабочей документации КЖ и КМ после подтверждения итоговых перемещений и моментов в базах колонн повторным расчётом модели

КР.РР. Пункт 4. Обеспечение сейсмических требований (СП 14.13330.2018)

В соответствии с отчётом инженерно-геологических изысканий № 1200/2025-ИГИ (раздел 8.2) и картами общего сейсмического районирования ОСР-2016 площадка строительства (г. Краснодар, ул. Текстильная, уч. 36) отнесена к зоне с расчётной сейсмичностью **7 баллов** по шкале MSK-64 (карта А). Категория грунтов по сейсмическим свойствам — **II** (суглинки полутвёрдые и твёрдые в пределах 30-метровой толщи). Категория опасности процесса землетрясения по СП 115.13330.2016 — опасная.

Расчёт конструкций выполнен по линейно-спектральному методу (п. 5.2 СП 14.13330.2018) для объекта нормального уровня ответственности (K_0 = 1,0; K_1 = 0,25). Расчётная модель — пространственная, включает раму основного каркаса, балочную клетку перекрытия, дисковые элементы покрытия и перекрытия, а также автономную раму лифтовой шахты с её стабилизирующими связями.

В расчёт включены инерционные массы от:

- собственного веса несущих и ограждающих конструкций;

- снеговой нагрузки с понижающим коэффициентом 0,5 (п. 5.4, табл. 5.1);
- полезной нагрузки на перекрытии (стеллажное хранение, длительная часть) с 0,8;
- массы лифта (каркас шахты, направляющие, машина, противовес, кабина без груза — 5,7 т) — полностью; груз в кабине учтён в составе длительной части полезной нагрузки.

Расчётные массы по уровням (п. 2.3): уровень перекрытия +3,600 — G_2 = 16 300 кН (включая массу нижней части лифта 33 кН); уровень покрытия (низ ферм +6,600) — G_1 = 1 950 кН (включая массу машинного помещения и верхней части шахты 23 кН); суммарно ΣG = **18 250 кН**.

Здание прямоугольное в плане (57,0 × 26,0 м), без перепадов высот, с симметричным расположением связевых блоков — регулярное по плану и по высоте. Лифтовая шахта (2,0 × 2,0 м) расположена вблизи центра масс здания (оси 6–7, А–Б) и не создаёт существенного эксцентриситета жёсткостей; её жёсткость через шарнирные стабилизирующие связи не участвует в работе основного каркаса на сдвиг, поэтому крутильная составляющая не усиливается.

Основной период собственных колебаний пространственной модели T_1 ≈ 0,3 с < T_gr = 0,4 с (II категория грунтов), β = 2,5. Расчётное ускорение основания A = 0,1g. Суммарная базовая сейсмическая сила:

$Q_0 = K_1 \cdot K_\psi \cdot A \cdot \beta \cdot \Sigma G = 0{,}25 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}1 \cdot 2{,}5 \cdot 18\,250 =$ **1 140** (≈ 6,3 % от веса здания),

что превышает суммарную расчётную ветровую силу (≈ 440 кН, п. 2.2) — сейсмическое воздействие является лимитирующим горизонтальным воздействием.

Распределение по уровням ($\Sigma G_i z_i$ = 16 300·3,6 + 1 950·6,6 = 71 600 кН·м):

- уровень +3,600: S_2 = **935 кН**;
- уровень покрытия: S_1 = **205 кН**.

Расчётные сочетания сформированы с учётом трёх компонент сейсмического воздействия (две горизонтальные и вертикальная) с комбинацией по правилу СКЗ: $\sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$.

4.1. Система горизонтальных связей покрытия

Пространственная жёсткость здания при землетрясении обеспечивается жёсткими дисками покрытия и перекрытия, а также вертикальными связевыми блоками. В плоскости верхних поясов ферм покрытия Фс1 выполнена система перекрёстных горизонтальных связей Сг1 из спаренных уголков 2∟75×75×6 в

пролётах между осями 2–3 и 6–7 по всей ширине здания (ячейки А–Б, Б–В, В–Г, Г–Д). Связи объединены продольными связями С1 (тр.кв. 120×5) по нижним поясам ферм в каждом пролёте, обвязочными балками Б1 (шв. 16У) по торцевым осям 1 и 11 и прогонами с шагом 1,5 м по скату.

Пересечение диагоналей в центре ячейки выполняется через общую фасонку толщиной 10 мм; одна ветвь креста неразрезная, вторая приваривается к центральной фасонке. Решение обеспечивает включение обеих ветвей в работу при любом направлении горизонтальной нагрузки: сжатая ветвь проверена на устойчивость, растянутая — на прочность. Максимальное расчётное усилие в диагонали при сейсмическом воздействии N = 28 кН; несущая способность сжатой ветви 126 кН, растянутой 421 кН (К.И. = 0,22, п. 3.4.3). Требования п. 6.9.3, 6.9.4 СП 14.13330.2018 и п. 7.3.11, 10.6 СП 16.13330.2017 выполнены; предварительное натяжение талрепами исключено.

4.2. Вертикальные связевые блоки и анкеровка

Сейсмические горизонтальные силы от дисков покрытия и перекрытия воспринимаются вертикальными крестовыми связями Св1 из труб кв. 120×120×5:

- в первом ярусе (0,000…+3,400) — по всем продольным рядам А, Б, В, Г, Д в пролётах 1–2, 3–4, 5–6, 7–8, 9–10;
- во втором ярусе (+3,600…+6,600) — по рядам А, В, Д (по рядам Б, Г колонны завершены перекрытием);
- в поперечном направлении — по торцевым осям 1 и 11 и в средних поперечных рамах, с раскреплением распорками Р1 (тр.кв. 120×5) и Р2 (тр.кв. 80×4).

Каждая диагональ креста крепится к фасонкам толщиной 10 мм на колоннах болтами М24 кл. 8.8; пересечение диагоналей — через общую фасонку с приваркой разрезной ветви. Расчётное усилие в диагонали при особом сочетании N = 71 кН; несущая способность сжатой ветви 363 кН, растянутой 550 кН (К.И. = 0,20, п. 3.4.3). Гибкость сжатых ветвей λ = 74 < 200.

Шахта лифта образует собственный устойчивый остов: стойки тр.кв. 100×4 раскреплены обвязками по уровням (−1,500, ±0,000, +3,600, +6,600) и стабилизирующими связями к основному каркасу; гибкость стоек λ = 94 < 200; сейсмическая сила лифта S_лифт = 4,7 кН передаётся на фундаменты шахты и через связи (по 1,2 кН на одну) — на колонны осей 6–7. Узлы связей шарнирные с овальными отверстиями по вертикали — удары при разности вертикальных перемещений исключены.

Колонны жёстко защемлены в столбчатых фундаментах, что обеспечивает передачу опрокидывающих моментов и отрывающих усилий. Базы колонн —

анкерные блоки АБ-1 (4 болта М30, С235) с глубиной заделки 1 000 мм = 33d ≥ 25d (СП 43.13330.2012): несущая способность одного болта на растяжение 120 кН, фактическое усилие отрыва при сейсмике 69 кН (К.И. = 0,37, п. 3.4.2). Верхняя зона фундаментов в связевых блоках армирована против раскалывания.

Фундаменты опираются на грунтовую подушку (E ≥ 20 МПа, φ ≥ 25°), подстилаемую суглинками твёрдой и полутвёрдой консистенции (IL ≤ 0,5), не склонными к разжижению. Пески ИГЭ-4 (мелкие, насыщенные водой) залегают плотно (4,9–10,6 м) — по заключению отчёта ИГИ разжижение грунтов при расчётном землетрясении не прогнозируется. Максимально-прогнозный УГВ (абс. 26,0) ниже низа подушки — снижения несущей способности основания при сейсмике не происходит. Просадочность ИГЭ-2 в южной зоне нейтрализована заменой грунта под пятном фундаментов и водозащитными мероприятиями (отмостка 1,5 м, организованный водоотвод, гидроизоляция); дополнительное уплотнение грунтов не требуется.

4.3. Дополнительные конструктивные меры

- Соединения ферм покрытия Фс1 с колоннами и с подстропильной фермой Пф1 выполнены шарнирными на болтах через круглые отверстия нормальной точности — снижаются сейсмические усилия в элементах за счёт локальной податливости узлов, исключены ударные перемещения конструкций при динамическом воздействии.
- Перекрытие второго этажа (сталежелезобетонное: монолитная ж/б плита по профнастилу Н75 с замоноличиванием в единую диафрагму с проёмом лифтовой шахты 2,0 × 2,0 м, обрамлённым стальными балками и уголками) работает как горизонтальная диафрагма и распределяет сейсмическую нагрузку уровня +3,600 (S_2 = 935 кН — основная доля масс здания, включая массу лифта).
- Здание регулярное: единый прямоугольный объём без перепадов высот; антисейсмические (деформационные) швы не требуются. Примыкающие конструкции (лестничные клетки ЛК1, ЛК2, наружный блок с пандусом П1, лифтовая шахта) жёстко связаны с основным каркасом или автономны с шарнирными стабилизирующими связями и учтены в пространственной модели.
- Все сварные швы в зонах, примыкающих к связям и опорным узлам, рассчитаны на знакопеременную нагрузку; монтажные болтовые соединения — с контролируемой затяжкой.
- Сэндвич-панели ограждения и шахты лифта крепятся к каркасам с учётом пикового ветрового давления краевых зон (0,59 кПа, п. 2.2) и допускают горизонтальные смещения каркаса в пределах h/300 без повреждения; примыкание панелей шахты к диску перекрытия выполнено через деформационный зазор 50 мм с уплотнением.

- Ловители кабины и противовеса лифта, буферные устройства и ограничители хода — по нормам безопасности лифтов; крепления направляющих к обвязкам шахты проверены на горизонтальные усилия от эксцентриситета груза (2,8 кН) и сейсмики.

4.4. Проверка элементов и выводы

По результатам расчёта пространственной модели на совокупность постоянных, временных и особых (сейсмических) нагрузок установлено:

- максимальный коэффициент использования несущей способности стальных элементов при особом сочетании не превышает 0,89 (балка перекрытия Бг1 — 0,89; балки Бв1 — 0,86; колонны рядовые полные — 0,84; ферма покрытия Фс1 — 0,83; ферма Пф1 — 0,80);
- горизонтальное перемещение верха здания при землетрясении Δ ≤ 25 мм (h/300) — обеспечено усилением связей согласно п. 3.2 и 4.2; относительные перемещения шахты и каркаса совместимы за счёт шарнирных связей с овальными отверстиями;
- прочность анкерных узлов (К.И. = 0,37) и несущая способность основания фундаментов (К.И. ≤ 0,91) обеспечены с запасом;
- прогибы и осадки — в пределах допусков II группы предельных состояний (табл. 3.2, п. 3.3.3).

Конструктивные решения, принятые в проекте, полностью удовлетворяют требованиям СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» для интенсивности 7 баллов и гарантируют безопасную эксплуатацию здания, включая грузовой лифт.

КР.РР. Пункт 6. Инженерно-геологическое строение площадки

Территория проектируемого строительства (Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Текстильная, уч. 36, ЗУ КН 23:43:0404004:1161) в геоморфологическом отношении приурочена к провинции Предкавказья, области аккумулятивных равнин Кубанской впадины, району аллювиальных четвертичных равнин и террас низовий Кубани с покровом лесов. Рельеф спокойный, ровный, практически горизонтальный. Абсолютные отметки поверхности земли по устьям разведочных выработок — 29,05…29,42 м (Балтийская система высот). За относительную отметку ±0,000 принят уровень чистого пола 1-го этажа, равный абсолютной отметке 31,60 м; планировочная подсыпка над природным рельефом составляет 2,2–2,5 м.

По отчёту об инженерно-геологических изысканиях № 1200/2025-ИГИ в геологическом строении площадки до исследованной глубины 20,0 м принимают участие четвертичные отложения, приуроченные к четырём стратиграфо-генетическим комплексам:

1. Комплекс голоценовых (QIV) техногенных (t) образований.
2. Комплекс голоценовых (QIV) элювиальных (e) образований.
3. Комплекс нерасчлененных верхнеплейстоцен-голоценовых (QIII-IV) отложений.
4. Комплекс нерасчлененных нижне-среднеплейстоценовых (QI-II) аллювиальных (a) отложений.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов — 0,8 м (СП 131.13330.2020). Категория сложности инженерно-геологических условий — II (средняя).

6.1. Колонка грунтов

По результатам полевых работ и лабораторных исследований (статистическая обработка по ГОСТ 20522-2012, классификация по ГОСТ 25100-2020) выделены 1 слой и 6 инженерно-геологических элементов.

Слой 1 — Насыпной грунт (tQIV). Распространён повсеместно от поверхности, мощность до 0,3 м. В основание фундаментов не включается.

ИГЭ-1 — Почва суглинистая (eQIV). Тёмно-серая, серовато-чёрная, тяжёлая, полутвёрдая, лессовая, с корнеходами и червеходами; содержание органических веществ 1,4 %. Распространена повсеместно под грунтами Слоя 1 в интервале глубин 0,0–1,8 м; мощность 0,9–1,5 м; подошва — абс. отм. 27,40…27,92. Плотность ρ = 1,83 г/см³. В качестве основания фундаментов не принята из-за органических веществ и неоднородности; под пятном фундаментов заменена грунтовой подушкой.

ИГЭ-2 — Суглинок бурый тяжёлый полутвёрдый, просадочный. В кровле с корнеходами и червеходами. Распространён в южной части площадки, интервал глубин 1,6–4,1 м; мощность 0,9–1,5 м.

Таблица 6.1 – Нормативные характеристики ИГЭ-2

Показатель	Значение
Угол внутреннего трения φ_n	17°

Удельное сцепление c_n	25 кПа
Модуль деформации E	12 МПа
Модуль деформации в водонасыщенном состоянии E_вод	9 МПа
Начальное просадочное давление p_sl	112 кПа
Показатель текучести IL	0,25…0,50

Тип грунтовых условий по просадочности — I (просадка возможна только от внешней нагрузки при замачивании). Слой находится под подушкой фундаментов южной зоны и учтён проверкой давления и оценкой просадки при аварийном замачивании.

ИГЭ-3 — Суглинок бурый тяжёлый твёрдый. Комковатый. Распространён повсеместно, интервал глубин 1,5–4,3 м; мощность 2,4–4,9 м. Нормативные характеристики: φ_n = 23°, c_n = 45 кПа, E = 20 МПа, IL ≤ 0. Основной несущий слой под подушкой фундаментов; непросадочный, ненабухающий, непучинистый при глубине заложения более 0,8 м.

ИГЭ-4 — Песок серо-бурый мелкий, насыщенный водой, плотный. Ожелезненный в кровле. Распространён повсеместно в виде слоя, интервал глубин 4,9–10,6 м; мощность 3,9–5,2 м. Плотное сложение подтверждено статическим зондированием. Водовмещающий и подстилающий слой; по заключению отчёта ИГИ разжижению при расчётном землетрясении 7 баллов не подвержен.

ИГЭ-5 — Глина сине-серая тяжёлая твёрдая. Распространена повсеместно в виде слоя, интервал глубин 9,9–18,7 м; мощность 7,7–8,6 м. Нижняя слабосжимаемая толща (местный водоупор); в сжимаемую толщу основания фундаментов не вовлекается.

ИГЭ-6 — Суглинок серо-бурый тяжёлый тугопластичный. Распространён повсеместно, интервал глубин 18,3–20,0 м (глубина бурения); вскрытая мощность 1,5–1,7 м.

6.2. Гидрогеологические условия

На момент изысканий (сентябрь 2025 г.) подземные воды вскрыты всеми скважинами; установившийся уровень зафиксирован на глубинах 4,4–4,7 м, что соответствует абс. отм. 24,5–25,0 (отн. −6,6…−7,1). Воды безнапорные, водовмещающими породами являются мелкие пески ИГЭ-4; питание — инфильтрация атмосферных осадков. Максимально-прогнозный уровень подземных вод — не выше абс. отм. 26,0, что ниже подошвы грунтовой подушки (абс. 27,1) не менее чем на 1,1 м и ниже подошвы фундаментов (абс. 28,3) не менее чем на 2,3 м — взвешивание грунтов основания и влияние вод на несущую способность исключены.

По химическому составу (содержанию хлоридов) воды неагрессивны к арматуре железобетонных конструкций из бетона марки по водонепроницаемости не менее W6 — как при постоянном погружении, так и при периодическом смачивании. Принятый класс бетона фундаментов и приямка лифта B25, W6, F150 соответствует заключению ИГИ. Дно приямка лифта (отн. −1,750, абс. 29,85) расположено выше прогнозного УГВ на 3,85 м — отпор воды на ванну приямка отсутствует, противонапорных мероприятий не требуется; предусмотрены наружная обмазочная и внутренняя проникающая гидроизоляция и дренажный приямок с насосом на случай технологического затопления. Коррозионная активность грунтов по отношению к углеродистой и низколегированной стали — низкая (ГОСТ 9.602-2016).

6.3. Сейсмичность площадки

Нормативная сейсмичность территории по актуализированным картам ОСР-2016: 7 баллов по карте А (вероятность непревышения за 50 лет — 90 %), 8 баллов по карте В (95 %), 9 баллов по карте С (99 %) — для средних грунтов II категории по сейсмическим свойствам (СП 14.13330.2018, СНКК-22-301-2000). По отчёту ИГИ (раздел 8.2) расчётная сейсмическая интенсивность для проектирования принята 7 баллов; категория грунтов по сейсмическим свойствам — II. Категория опасности процесса землетрясения по СП 115.13330.2016 (приложение Б, фоновая сейсмичность 7 баллов) — опасная. Разжижение грунтов при расчётном землетрясении не прогнозируется (ИГЭ-4 — плотные пески; УГВ ниже подошвы фундаментов).

6.4. Заключение

Надёжным основанием для фундаментов здания и фундаментов лифтовой шахты являются суглинки твёрдые (ИГЭ-3, повсеместно) и полутвёрдые просадочные (ИГЭ-2, южная зона), на которые фундаменты опираются через грунтовую подушку из утрамбованного насыпного грунта ($E \geq 20$ МПа, $\gamma \geq 2{,}0$ т/м³, $\varphi \geq 25°$), полностью прорезающую недопустимый к опиранию почвенный

слой ИГЭ-1. Техногенный слой (Слой 1) удаляется в пределах пятна застройки. Глубина заложения подошвы фундаментов — отн. −3,300 (абс. 28,3), низ подушки — отн. −4,500 (абс. 27,1), что многократно превышает глубину промерзания 0,8 м. Просадочность южной зоны нейтрализована расчётным обоснованием и водозащитными мероприятиями (отмостка шириной 1,5 м, организованный водоотвод, гидроизоляция фундаментов и приямка). Влияние подземных вод на конструкции (бетон В25, W6) незначительно ввиду неагрессивности вод и залегания УГВ ниже подошвы подушки.

КР.РР. Пункт 7. Описание фундаментов

Проектом предусмотрены монолитные железобетонные столбчатые фундаменты на естественном основании с заменой грунта под пятном фундаментов (грунтовая подушка). Устройство свайного поля не требуется ввиду достаточной несущей способности подстилающих суглинков (ИГЭ-2, ИГЭ-3). Все фундаменты — отдельно стоящие, с жёстким защемлением стальных колонн основного каркаса и стоек лифтовой шахты. Объединённые ростверки не предусмотрены.

7.1. Общие характеристики

Отметка ±0,000 — уровень чистого пола 1-го этажа (абс. 31,60 м). Отметка обреза фундаментов — −1,200; отметка подошвы — −3,300; полная высота фундаментов основного каркаса — 2 100 мм, фундаментов шахты лифта — 1 500 мм.

Основание: грунтовая подушка из утрамбованного насыпного грунта до отн. −4,500 (E ≥ 20 МПа, γ ≥ 2,0 т/м³, φ ≥ 25°), полностью прорезающая почвенный слой ИГЭ-1, с уширением под пятном каждого фундамента по откосу 1:1.

Подготовка под подошвой: песчано-гравийная подушка 200 мм с уплотнением до 0,95; бетонная подготовка из бетона В7.5 — 100 мм с выпуском за грани фундамента 100 мм.

Материал: тяжёлый бетон класса В25, W6, F150. Арматура — А500С (ГОСТ 34028). Защитный слой бетона: для нижних сеток 50 мм (при бетонной подготовке), для верхних и боковых — 25 мм.

Гидроизоляция: боковые поверхности фундаментов и ванны приямка, соприкасающиеся с грунтом, — обмазочная мастика ТЕХНОНИКОЛЬ №24 за 2 раза (долговечность 60 лет); приямок дополнительно защищён внутренней проникающей гидроизоляцией.

Анкеровка колонн: анкерные блоки АБ-1 (4 болта М30×1000 по ГОСТ 24379.1-2012, сталь С235; 8 листов −20×80×80, С345; 12 гаек М30; 8 уголков 35×35×4, С245); заделка болтов в тело фундамента 1 000 мм = 33d ≥ 25d (СП 43.13330.2012). Участки колонн и стоек от обреза фундаментов (−1,200) до уровня чистого пола (±0,000) после монтажа и выверки обетонируются рубашкой (бетон В22.5, конструктивная сетка Ø8 А500С ш. 200).

7.2. Нагрузки на обрез фундамента

Таблица 7.1 – Расчётные нагрузки (I предельное состояние)

Фундамент	N, кН	M, кН·м	Состав
Фм1 (ось В)	885	100*	Покрытие 207 (снег 2,1 + пост. 0,55 кПа × 78 м²) + перекрытие 663 (17,0 кПа × 39 м²) + колонна 15
Фм2 (оси А, Д)	457 (482 для А/6, А/7)	64*	Покрытие 103 (с учётом мешка у парапета) + перекрытие 332 + стены 7 + колонна 15 (+25 от обрамления проёма для А/6, А/7)
Фм3 (Б, Г при осях 1, 11)	352	39*	Перекрытие 332 + стены 5 + колонна 15 (нагрузка покрытия не передаётся — фермы на оси Б/Г не опираются)
Фм4 (Б, Г при осях 2–10)	671 (696 для Б/6, Б/7)	84*	Перекрытие 663 (+25 от обрамления проёма для Б/6, Б/7) + колонна 8
Фм-Ш	30	4	без изменений

7.3. Типы фундаментов

Тип Фм1 — под центральные колонны оси В (11 шт.). Размеры подошвы 2 500 × 2 500 мм (А = 6,25 м²), высота 2 100 мм (ступени 500 + 500 мм + подколонник 1 100 мм). Проверка: p_ср = 170 кПа < 240 кПа (К.И. = 0,71); p_max = 194 кПа < 288 кПа (К.И. = 0,67); осадка s ≈ 1,9 см. Армирование: нижняя сетка Ø16 А500С ш. 200 (L = 2 400), верхняя сетка Ø14 А500С ш. 200; подколонник — продольные стержни Ø12 А500С, хомуты Ø8 А500С ш. 200 (в зоне анкеров ш. 100). База колонны: плита 600×600×30, 4 болта М30 (квадрат 450×450), подливка 50 мм.

Тип Фм2 — под колонны крайних продольных рядов осей А и Д (22 шт.). Размеры подошвы 1 800 × 1 800 мм (А = 3,24 м²), высота 2 100 мм. Проверка: p_ср = 173 кПа < 240 кПа (К.И. = 0,72); p_max = 214 кПа < 288 кПа (К.И. = 0,74); осадка s ≈ 1,6 см. Армирование: нижняя сетка Ø16 А500С ш. 200 (L = 1 700, 22 шт.); верхние сетки Ø12 А500С ш. 200; подколонник — как Фм1. База колонны: плита 600×600×25, 4 болта М30 (450×450), подливка 50 мм.

Тип Фм3 — под торцевые фахверковые колонны осей Б и Г при осях 1 и 11 (4 шт.). Размеры подошвы 1 600 × 1 600 мм (А = 2,56 м²), высота 2 100 мм. Проверка: p_ср = 218 кПа < 240 кПа (К.И. = 0,91); p_max = 253 кПа < 288 кПа (К.И. = 0,88); осадка s ≈ 1,4 см. Армирование: нижняя и верхняя сетки Ø12 А500С ш. 200; подколонник — как Фм1. База колонны: плита 550×550×25, 4 болта М30 (450×450), подливка 50 мм.

Тип Фм4 — под рядовые внутренние колонны осей Б и Г (18 шт.). Размеры подошвы 2 400 × 2 400 мм (А = 5,76 м²), высота 2 100 мм. Проверка: p_ср = 158 кПа < 240 кПа (К.И. = 0,66); p_max = 181 кПа < 288 кПа (К.И. = 0,63); осадка s ≈ 1,8 см. Армирование: нижняя сетка Ø16 А500С ш. 200 (L = 2 300), верхняя сетка Ø14 А500С ш. 200; подколонник — как Фм1. База колонны: плита 600×600×25, 4 болта М30 (450×450), подливка 50 мм.

Тип Фм-Ш — под стойки лифтовой шахты и пандуса (6 шт.: 4 — оси 6–7/А–Б, 2 — пандус у оси 1/Г–Д). Размеры подошвы 1 000 × 1 000 мм (А = 1,0 м²), высота 1 500 мм. Проверка: p_ср = 30 кПа ≪ 240 кПа (К.И. = 0,13); осадка s < 0,3 см; разность осадок с соседними фундаментами (Фм2, Фм4) при расстоянии ≥ 3,0 м — Δs/L < 0,003. Армирование: нижняя сетка Ø12 А500С ш. 200; подколонник — 8Ø12 А500С, хомуты Ø8 ш. 200/100. База стойки: плита 400×400×20, 4 болта М24 (квадрат 300×300), подливка 40 мм.

7.4. Приямок лифта

Приямок лифта — монолитная железобетонная ванна с внутренними размерами 2 000 × 2 000 мм: стены 200 мм, дно 250 мм (бетон В25 W6),

наружные габариты 2 400 × 2 400 мм. Отметка дна −1,750 (верх ванны −1,500); опирание на бетонную подготовку В7.5–100 мм по планировочному грунту.

Армирование: сетки Ø12 А500С ш. 200×200 в два ряда (верх и низ) по дну и стенам; углы усилены П-образными хомутами.

Нагрузки: вес ванны с оборудованием и реакциями ≈ 180 кН (p ≈ 31 кПа ≪ R); реакция буфера 120 кН (кратковременная) — продавливание дна: F_b = 485 кН > 144 кН (К.И. = 0,30). Буфера кабины и противовеса — на отдельных ж/б стаканах 400×400×400 мм с анкерными болтами М24.

Гидроизоляция: наружная обмазочная ТЕХНОНИКОЛЬ №24 (2 слоя) + внутренняя проникающая; примыкание к плите пола герметизировано. Дренажный приямок с насосом. Дно ванны (абс. 29,85) выше прогнозного УГВ (абс. 26,0) на 3,85 м — отпор воды отсутствует, противонапорных мероприятий не требуется.

7.5. Результаты расчёта основания

Расчётное сопротивление подушки R = 240 кПа; максимальное давление p_{max} = 253 кПа < 1,2R = 288 кПа; среднее давление ≤ 218 кПа < R. Абсолютные осадки: s = 0,3…1,9 см < S_u = 12 см (табл. Г.1 СП 22.13330.2016). Относительная разность осадок смежных фундаментов ≤ 0,0008 < 0,003. Просадка южной зоны (ИГЭ-2) при аварийном замачивании: S_{sl} ≈ 1,8–2,0 см < 12 см — допустимо при I типе грунтовых условий и выполнении водозащитных мероприятий. Запас несущей способности основания ≥ 1,3 по максимальному давлению; усиления грунтов не требуется. Проверка анкеров АБ-1 на отрыв при особом сочетании: усилие на наиболее нагруженный болт 69 кН < 120 кН (С235, R_{ba} = 215 МПа) — К.И. = 0,37; вырыв из бетона В25 при заделке 1 000 мм ≈ 110 кН > 69 кН.

7.6. Защита от коррозии, морозного пучения и водозащита

Боковые поверхности фундаментов и ванны приямка — обмазочная гидроизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ №24 за 2 раза. Глубина заложения подошвы (3,3 м) и низа подушки (4,5 м) многократно превышает нормативную глубину промерзания 0,8 м — касательные силы морозного пучения отсутствуют, специальных противопучинных мероприятий не требуется. Обратная засыпка пазух — местный непучинистый грунт, послойно по 200 мм, с уплотнением до $\rho_{ск}$ ≥ 1,65 т/м³. Отмостка — асфальтобетонная, шириной не менее 1,5 м, с уклоном от здания и организованным отводом поверхностных вод. Участки колонн и баз от обреза фундамента (−1,200) до пола (±0,000) после монтажа обетонируются рубашкой — защита анкерных узлов от коррозии и

механических повреждений складской техникой. Ж/б обвязочная балка по периметру (300 × 400 мм, верх на ±0,000, бетон В25; продольная арматура 4Ø12 А500С, поперечная Ø8 А500С ш. 200) — опора для сэндвич-панелей и распределение локальных усилий.

Принятая конструкция фундаментов соответствует инженерно-геологическим условиям площадки (отчёт ИГИ № 1200/2025-ИГИ) и обеспечивает надёжную передачу всех расчётных сочетаний нагрузок, включая сейсмическое воздействие 7 баллов и нагрузки от грузового лифта 2 000 кг.

КР.РР. Пункт 8. Архитектурно-строительная схема

Проектируемое здание представляет собой двухэтажный склад прямоугольной формы в плане с двускатным покрытием, главным фасадом, обращённым к западной границе земельного участка. Конструктивная схема — рамно-связевой стальной каркас с жёстким защемлением колонн в отдельно стоящих столбчатых фундаментах. Пространственная жёсткость обеспечивается вертикальными связевыми блоками по колоннам и горизонтальными связевыми дисками в уровнях покрытия и перекрытия. Функциональное назначение: склад для хранения (класс функциональной пожарной опасности Ф5.2; категория по взрывопожарной опасности — Д, хранение негорючих веществ и материалов в холодном состоянии). Вертикальная грузовая логистика между этажами выполняется грузовым лифтом грузоподъёмностью 2 000 кг и двумя лестничными клетками.

8.1. Объёмно-планировочное решение

Здание запроектировано прямоугольным объёмом 57,0 × 26,0 м в крайних осях.

Сетка осей: продольные (цифровые) 1–11, шаг 9 × 6 000 мм + 1 × 3 000 мм (между осями 10–11); поперечные (буквенные) А–Д, пролёты 4 × 6 500 мм.

Вертикальные отметки (за ±0,000 принят уровень чистого пола 1-го этажа, абс. 31,60 м):

Уровень	Отметка, м	Примечание
Чистый пол 1-го этажа	0,000	абс. 31,60

Низ конструкций перекрытия	+3,400	толщина пирога 200 мм
Чистый пол 2-го этажа	+3,600	
Оголовок колонн оси В	+5,600	опора подстропильной фермы
Низ ферм покрытия / верх Пф1	+6,600	
Верх кровли у карниза	+6,885	уклон 3°
Конёк	+7,580	
Верх парапета	+7,600	
Уровень отмостки	−1,200	архитектурная высота здания 8,8 м
Приямок лифта (дно ванны)	−1,750	между осями 6–7, А–Б
Машинное помещение лифта	+6,600…+7,000	над шахтой

Зонирование:

1-й этаж (отм. 0,000): зона складского помещения (пом. 1, 1 432,97 м²) по всей площади этажа; санузел (пом. 2, 25,40 м², между осями 7–8, Г–Д, габарит 6 350 × 4 250 мм); две лестничные клетки — ЛК1 между осями 2–3/В–Г (проём в перекрытии 2 100 × 3 900) и ЛК2 между осями 10–11/А–Б (4 020 × 2 100); грузовой лифт между осями 6–7 и А–Б (шахта 2 000 × 2 000 мм, дверь к северу), конструктивно объединённый с лестничной клеткой по оси 7 через коридор 1 200 мм; наружная лестничная площадка с пандусом у оси 1 (между осями Г–Д) — вход и доступ МГН.

2-й этаж (отм. +3,600): зона складского помещения (пом. 1, 1 439,36 м²) по всей площади этажа; выходы на обе лестничные клетки и на лифт; технологический (грузовой) проём в перекрытии с ограждением. На обоих этажах размещается стеллажное оборудование.

Технико-экономические показатели:

№	Наименование	Значение
1	Площадь участка	4 119 м²
2	Площадь застройки	1 482 м²
3	Общая площадь здания	2 897,73 м²
4	Расчётная площадь	2 877,27 м²
5	Полезная площадь	2 877,27 м²
6	Строительный объём	11 233,56 м³ (подземной части нет; объём шахты лифта и приямка учтён в надземном объёме)
7	Количество этажей	2 (подземных нет)
8	Высота здания	7,6 м

9	Архитектурная высота	8,8 м (от отм. земли −1,200 до верха парапета +7,600)
10	Вместимость	10 чел.

8.2. Конструктивная схема

Каркас (сталь С255): колонны центральные (ось В) — Дв.N40Ш2; рядовые полные (оси А, Д, 1–11) — Дв.N40Ш1; рядовые до перекрытия (оси Б, Г, 2–10) — Дв.N40Ш1; торцевые фахверковые (Б, Г при осях 1, 11) — Дв.N30Ш1; шаги 6,0/3,0 м, пролёты 6,5 м. Фермы покрытия Фс1 (пролёт 13,0 м, двускатные, уклон 3°): пояса 2∟140×140×10, раскосы ∟75×75×6, стойки ∟70×70×5; по оси В — подстропильная ферма Пф1 (пролёт 6,0 м, пояса тр.пр. 180×140×8 / тр.кв. 140×8, раскосы тр.кв. 120×6). Перекрытие на отм. +3,600 — балочная клетка: главные балки Бг1 (Дв.N35Ш1, пролёт 6,0 м, по осям А–Д), второстепенные балки Бв1 (Дв.N30Б1, шаг 2,0 м, пролёт 6,5 м); обрамление проёма лифтовой шахты — балки Дв.N25Б1. Прогоны покрытия: рядовые Пр1 (шв. 18У), карнизные Пр2 (шв. 20У), шаг 1,5 м по скату. Обвязочная балка Б1 (шв. 16У) по торцевым осям 1 и 11; ж/б обвязочная балка по периметру на отм. 0,000 (300 × 400 мм, В25).

Лифтовая шахта: автономный металлокаркас — 4 стойки тр.кв. 100×4 от приямка (−1,500) до машинного помещения (+6,600), обвязочные балки тр.кв. 80×4 на уровнях −1,500, ±0,000, +3,600, +6,600; ограждение — трёхслойные сэндвич-панели 100 мм; направляющие кабины и противовеса — рельсы Т78 с креплением к обвязкам с шагом 2,0 м; стабилизирующие связи тр.кв. 80×4 к колоннам основного каркаса на уровнях +3,600 и +6,600 (шарнирные узлы с овальными отверстиями по вертикали). Машинное помещение (+6,600…+7,000): плита профнастил Н60 + монолитный бетон В20, 100 мм, по балкам Дв.N16Б1; опорная рама машины — 2 шв. 16У.

Связи: вертикальные крестовые Св1 (тр.кв. 120×5) по продольным рядам и поперечным осям; горизонтальные крестовые Сг1 (2∟75×75×6) в уровне верхних поясов ферм (пролёты 2–3, 6–7); продольные связи С1 (тр.кв. 120×5) по нижним поясам ферм; распорки Р1 (тр.кв. 120×5), Р2 (тр.кв. 80×4).

Фундаменты: столбчатые монолитные железобетонные (бетон В25, W6, F150) на грунтовой подушке до отн. −4,500; типы Фм1 (2 500 × 2 500 мм) — 11 шт., Фм2 (1 800 × 1 800 мм) — 22 шт., Фм3 (1 600 × 1 600 мм) — 4 шт., Фм4 (2 400 × 2 400 мм) — 18 шт., Фм-Ш (1 000 × 1 000 мм, под стойки шахты) — 4 шт.

Приямок лифта — монолитная ж/б ванна 2 400 × 2 400 мм (стены 200, дно 250, B25 W6).

8.3. Ограждающие конструкции

Наружные стены: трёхслойные сэндвич-панели толщиной 100 мм с минераловатным утеплителем, крепление горизонтальное к колоннам каркаса; наружная отделка — под покраску, матовая, без блеска, цвета по ведомости: RAL 7001 (серый, основной), RAL 6021 (зелёный), RAL 5024 (голубой), RAL 7005 (тёмно-серый), RAL 1003 (жёлтый, акцентные вертикальные вставки). Теплозащитные характеристики — по СП 50.13330.2012. Ограждение лифтовой шахты — трёхслойные сэндвич-панели 100 мм того же типа.

Покрытие: составная кровля по прогонам: профилированный лист; контробрешётка металлическая; гидроизоляция; минеральная вата 100 мм; пароизоляционная плёнка; обрешётка металлическая. Уклон 3°; водосток организованный по периметру и во внутренней части; кабельная система противообледенения водостоков и карнизов (п. 9.13 СП 17.13330.2017); снегозадерживающие устройства (СП 17.13330.2017).

Перекрытие 2-го этажа: профнастил Н75-750-0,9 (несъёмная опалубка) + монолитная железобетонная плита (бетон В20, сетки Ø8 А500С ш. 200) + покрытие пола; суммарная толщина пирога 200 мм. Кромка плиты у проёма лифтовой шахты обрамлена стальными уголками ∟75×6 с анкерами-шпонками и местным усилением сеткой Ø8 А500С ш. 100 в полосе 300 мм.

Полы 1-го этажа: топпинг на корундовой основе; ж/б плита пола, бетон В22.5 — 200 мм; 2 слоя гидроизола на битумной мастике; подготовка из бетона В7.5 — 100 мм; щебень, втрамбованный в грунт, — 200 мм; грунт основания. Полы гладкие, нескользкие, без щелей, допускающие влажную уборку с моющими и дезинфицирующими средствами.

Заполнение проёмов: окна — ленточное остекление на отм. +4,500…+5,400 (по фасадам 1–11 и 11–1), по ГОСТ 34914-2022; двери — по ГОСТ 31173-2016, наружные — с приборами самозакрывания и уплотнением в притворах; ворота — по ГОСТ 31174-2017; двери шахты лифта — раздвижные 1 100 × 2 100 мм, с пределом огнестойкости EI 60, с блокировкой движения кабины при открытых дверях.

Внутренняя отделка: стены — гладкая поверхность сэндвич-панелей, допускающая влажную уборку и дезинфекцию; потолок 2-го этажа — по профлисту и обрешётке с покраской; поверхности под воздействием влаги — гидроизоляция не менее чем в 2 слоя. Материалы отделки — из числа разрешённых Минздравом РФ, с сертификатами соответствия.

8.4. Внутренние помещения и эксплуатационные требования

Перечень помещений:

Этаж	№ пом.	Наименование	Площадь, м²
1	1	Склад (зона стеллажного хранения)	1 432,97
1	2	С/у	25,40
		Итого 1-й этаж	1 458,37
2	1	Склад (зона стеллажного хранения)	1 439,36
		Итого 2-й этаж	1 439,36

Лифтовая шахта и машинное помещение в площадь помещений не включены (учтены в составе зоны складского помещения по контуру этажей).

Эвакуация: с каждого этажа предусмотрено не менее двух независимых эвакуационных выходов (со 2-го этажа — на лестничные клетки ЛК1 и ЛК2; с 1-го этажа — через главный вход на фасаде Д-А, воротные и дверные проёмы фасада 1–11); наружная лестничная площадка с пандусом обеспечивает дополнительный путь эвакуации и доступ МГН. Лифт эвакуационным путём не является. Требования СП 1.13130.2020 выполнены.

Пожарная безопасность: класс функциональной пожарной опасности — Ф5.2 (ст. 32 ФЗ-123); категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности — Д (табл. 1 СП 12.13130.2009); степень огнестойкости — II; класс конструктивной пожарной опасности — С0 (все конструкции К0 — из негорючих материалов, п. 10.5 ГОСТ 30403-2012, включая конструкции лифтовой шахты). Пределы огнестойкости основных конструкций (табл. 21, 22 ФЗ-123): несущие элементы каркаса (колонны, фермы, балки перекрытия) — R 90; перекрытия междуэтажные — REI 60; покрытия бесчердачные — RE 30; стены наружные ненесущие — E 15.

Огнезащита и антикоррозионная защита: все несущие элементы каркаса и связи — огнезащитный состав ТЕХНО-ОК1 по грунтовке ГФ-021 (2 раза),

обеспечивающий требуемые пределы огнестойкости; остальные металлоконструкции, включая каркас шахты лифта, — грунтовка ГФ-021 (2 раза) + эмаль ПФ-115 (2 раза), общая толщина лакокрасочного покрытия не менее 80 мкм; периодическое (ежегодное) обследование и восстановление покрытия при эксплуатации. Огнезащитные минераловатные материалы для II степени огнестойкости не применяются.

Микроклимат и санитарные требования: постоянное пребывание людей не предусмотрено — расчёт инсоляции и КЕО не выполняется; естественное освещение — через ленточное остекление фасадов. Защита от шума — по СП 51.13330.2011 (категория Б); звукоизоляция обеспечивается конструкцией стен и перекрытий; работа лифта с скоростью 0,63 м/с и размещение машины в изолированном машинном помещении над шахтой дополнительных мероприятий по шумозащите не требует. Вентиляция вытяжная — по специальным разделам проекта.

Эксплуатация покрытия: периодическая очистка кровли от снега; навеска оборудования и элементов, не предусмотренных проектом, на конструкции покрытия и кровлю запрещена; после монтажа каркаса и ограждающих конструкций рекомендуется тонкослойное полимерное покрытие на основе однокомпонентной полиуретановой эмали. Эксплуатация лифта — с периодическими техническими освидетельствованиями по нормам безопасности лифтов; доступ в приямок и машинное помещение — только обслуживающему персоналу по замкам с ключом.

Принятая архитектурно-строительная схема обеспечивает рациональную организацию складского технологического процесса на двух этажах с грузовым лифтом 2 000 кг, жёсткость и устойчивость каркаса при всех эксплуатационных и особых (сейсмических) сочетаниях нагрузок, а также соблюдение требований пожарной безопасности (Ф5.2, категория Д, II степень огнестойкости, класс С0) и санитарных норм. Конструктивные решения (пункты 1–4), геологическими условиями (пункт 6) и конструкцией фундаментов (пункт 7).

КР.РР. Приложение. Основные конструктивные элементы

Приложение А. Типы опор (колонны, стойки, фермы)

Таблица А.1 – Опись основных конструктивных элементов каркаса и лифтовой шахты

Сг1 | Связь горизонтальная крестовая по покрытию | 8 крестов (16 диагоналей) | 2∟75×75×6, ячейки 6 000×6 500 (пролёты 2–3, 6–7)

К1 | … | h = 6 800 мм (от −1,200 до оголовка +5,600)

Марка	Наименование	Кол-во	Характеристики	Сталь	Примечание
Бг 1	Балка перекрытия главная рядовая (по осям А–Д)	42	Дв.N35Ш1, пролёт 6 000 мм		
Бг 2	Балка перекрытия главная у проёма лифта (оси А/6–7, Б/6–7)	2	Дв.N40Ш1, пролёт 6 000 мм	Сталь С255	Воспринимает реакцию обрамления проёма 55 кН

Приложение Б. Типы фундаментов

Таблица Б.1 – Опись фундаментов

Тип	Наименование	Кол-во	Подошва, мм	Высота, мм	Армирование	Материал	Примечание

Фм1	Фундамент под колонны оси В	11	2500×2500	2 100	Нижняя сетка Ø16 A500C ш. 200; верхняя Ø14 A500C ш. 200; подколонник 8Ø12 + хомуты Ø8 ш. 200/100	Бетон B25, W6, F150	Подошва −3,300; грунтовая подушка до −4,500; анкерный блок АБ-1 (4 М30)
Фм2	Фундамент под колонны осей А, Д	22	1800×1800	2 100	Нижняя сетка Ø16 A500C ш. 200 (L=1700, 22 шт.); верхние Ø12 A500C ш. 200; подколонник как Фм1	Бетон B25, W6, F150	Подошва −3,300; грунтовая подушка до −4,500; АБ-1 (4 М30)
Фм3	Фундамент под колонны торцевые	4	1600×1600	2 100	Нижняя и верхняя сетки Ø12 A500C ш. 200; подколонник как Фм1	Бетон B25, W6, F150	Подошва −3,300; грунтовая подушка до −4,500; АБ-1 (4 М30)
Фм4	Фундамент под колонны рядовые внутренние	18	2400×2400	2 100	Нижняя сетка Ø16 A500C ш. 200 (L=2300); верхняя Ø14 A500C ш. 200; подколонник как Фм1	Бетон B25, W6, F150	Подошва −3,300; грунтовая подушка до −4,500; АБ-1 (4 М30)

Фм-Ш	Фундамент под стойки лифтовой шахты и пандуса	6	1000×1000	1 500	Нижняя сетка Ø12 А500С ш. 200; подколонник 8Ø12 + хомуты Ø8 ш. 200/100	Бетон В25, W6, F150	Подошва −3,300; грунтовая подушка до −4,500; база стойки 400×400×20, 4 болта М24
Пр	Приямок лифта (ж/б ванна)	1	2400×2400 (наружные)	1 750 (дно)	Сетки Ø12 А500С ш. 200×200 в 2 ряда по дну и стенам	Бетон В25, W6	Дно −1,750; обмазочная + проникающая гидроизоляция; буферные стаканы 400×400×400 с болтами М24

Общие данные для всех фундаментов: обрез на отм. −1,200; бетонная подготовка В7.5 — 100 мм с выпуском 100 мм; песчано-гравийная подготовка 200 мм (коэффициент уплотнения 0,95); обмазочная гидроизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ №24 в 2 слоя по всем контактирующим с грунтом поверхностям; обратная засыпка послойно 200 мм до ρ_ск ≥ 1,65 т/м³; обетонирование колонн и стоек от −1,200 до ±0,000 (рубашка, бетон В22.5, сетка Ø8 А500С ш. 200).

Приложение В. Геометрический паспорт здания

Объект: «Склад по адресу: Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Текстильная, уч. 36, ЗУ КН 23:43:0404004:1161». Документ сводит единую геометрию здания по разделам АР, КР и решениям КР.РР (пункты 1–8). Все отметки — в метрах, размеры — в миллиметрах. За относительную отметку ±0,000 принят уровень

чистого пола 1-го этажа, равный абсолютной отметке 31,60 (Балтийская система).

В.1. Общие сведения

Параметр	Значение
Наименование объекта	Двухэтажный склад с грузовым лифтом 2 000 кг (Ф5.2, категория Д)
Земельный участок	КН 23:43:0404004:1161, площадь 4 119 м²
ГПЗУ	от 08.07.2024 № РФ-23-2-06-0-00-2024-2047-0
Отчёт ИГИ	№ 1200/2025-ИГИ (сентябрь 2025)
Ориентация	главный (западный) фасад Д-А к западной границе участка

В.2. Система координат и сетка осей

Продольные (цифровые) оси 1–11 — вдоль здания (запад → восток): шаг 9 × 6 000 + 1 × 3 000 (оси 10–11); суммарно 57 000 между крайними осями.

Поперечные (буквенные) оси А–Д — поперёк здания (юг → север): шаг 4 × 6 500; суммарно 26 000 между крайними осями.

Габарит здания в осях: 57 000 × 26 000 (площадь застройки 1 482 м²). Наружный габарит по ограждающим панелям (сэндвич 100 мм) ≈ 57 200 × 26 200. Габарит кровли с парапетом (свес 250): 57 500 × 26 500.

Разбивочная сетка колонн: 11 × 5 = 55 точек. Колонны рядов А, В, Д — полные (до покрытия); колонны рядов Б, Г — до перекрытия (+3,400).

В.3. Вертикальная система отметок

№	Уровень	Отм., м	Абс., м	Примечание

1	Низ грунтовой подушки	−4,500	27,10	замена ИГЭ-1
2	Подошва фундаментов	−3,300	28,30	все типы
3	Дно ванны приямка лифта	−1,750	29,85	оси 6–7, А–Б
4	Обрез фундаментов / база колонн	−1,200	30,40	
5	Уровень земли / отмостки	−1,200	30,40	отмостка ≥ 1 500
6	Чистый пол 1-го этажа	±0,000	31,60	базовая отметка
7	Низ конструкций перекрытия	+3,400	35,00	пирог 200 мм
8	Чистый пол 2-го этажа	+3,600	35,20	
9	Низ остекления 2-го яруса	+4,500	36,10	подоконник 900
10	Верх остекления 2-го яруса	+5,400	37,00	окна h = 900
11	Оголовок колонн оси В	+5,600	37,20	опора Пф1
12	Низ ферм покрытия / верх Пф1	+6,600	38,20	
13	Машинное помещение лифта	+6,600…+7,000	38,20…38,60	над шахтой

14	Верх кровли у карниза	+6,885	38,485	уклон 3°, свес 250
15	Конёк кровли	+7,580	39,18	
16	Верх парапета	+7,600	39,20	архитектурная высота 8,8 м

В.4. Планы этажей

Таблица В.4.1 – Экспликация помещений

Этаж	№	Наименование	Площадь, м²	Привязка / размеры
1	1	Склад (зона стеллажного хранения)	1 432,97	вся основная площадь этажа
1	2	С/у	25,40	оси 7–8, Г–Д; 6 350 × 4 250
		Итого 1-й этаж	1 458,37	
2	1	Склад (зона стеллажного хранения)	1 439,36	вся площадь этажа
		Итого 2-й этаж	1 439,36	

Элементы вертикальной логистики (в площадь помещений не включены, учтены по контуру этажей):

Элемент	Привязка	Размеры, мм

Лестничная клетка ЛК1	оси 2–3, В–Г	проём в перекрытии 2 100 × 3 900
Лестничная клетка ЛК2	оси 10–11, А–Б	проём в перекрытии 2 100 × 4 020
Лифтовая шахта	оси 6–7, А–Б	в свету 2 000 × 2 000; дверь к северу
Коридор к лифту	у оси 7, А–Б	ширина 1 200
Технологический проём	оси 6–7 (севернее лифта)	с ограждением; размер в РД
Наружный блок с пандусом П1	у оси 1, Г–Д	площадка с ограждением h = 1 200; пандус от −1,200

В.5. Конструктивный остов по уровням

Уровень	Состав
Фундаменты (−4,500…−1,200)	Фм1×11, Фм2×22, Фм3×4, Фм4×18, Фм-Ш×4; приямок лифта; ж/б обвязочная балка по периметру (верх ±0,000)
1-й этаж (0,000…+3,400)	все 55 колонн + 4 стойки шахты; вертикальные связи Св1 по рядам А–Д (пролёты 1–2, 3–4, 5–6, 7–8, 9–10) и торцевым рамам; стабилизирующие связи шахты ЛШ3
Перекрытие	оголовки колонн Б/Г; балочная клетка Бг1 + Бв1; профнастил + монолитная плита с проёмом лифта 2 000×2 000 (обрамление Дв.N25Б1)

(+3,400…+3,600)	
2-й этаж (+3,600…+6,600)	колонны А, В, Д; стойки шахты до +6,600; связи Св1 второго яруса по рядам А, В, Д; машинное помещение лифта +6,600…+7,000
Покрытие (+5,600…+7,600)	Пф1 по оси В (низ +5,600, верх +6,600); фермы Фс1 (низ пояса +6,600, конёк +7,280); прогоны Пр1/Пр2; связи Сг1, С1; кровля до +7,580; парапет +7,600

В.6. Технико-экономические показатели

N	Показатель	Значение	Контроль
1	Площадь участка	4 119 м²	по КН
2	Площадь застройки	1 482 м²	= 57,0 × 26,0
3	Общая площадь здания	2 897,73 м²	= 1 458,37 + 1 439,36
4	Расчётная площадь	2 877,27 м²	
5	Полезная площадь	2 877,27 м²	
6	Строительный объём	11 233,56 м³	≈ 1 482 × 7,58

7	Строительный объём подземной части	0 м³	приямок лифта в составе надземного объёма
8	Этажность	2 (подземных — 0)	
9	Высота здания	7,6 м	до верха парапета
10	Архитектурная высота	8,8 м	от −1,200 до +7,600
11	Вместимость	10 чел	постоянных рабочих мест не предусмотрено
12	Грузовой лифт	2 000 кг	шахта 2 000×2 000; приямок −1,750; машинное помещение +6,600…+7,000

КР.РР. Приложение Г. Типы ферм

Г.1. Ферма покрытия Фс1 (22 шт.)

Назначение: несущая конструкция двускатного покрытия от крайних осей (А, Д) к коньку по оси В. Устанавливается по каждой цифровой оси 1–11 дважды — в пролёте А–В и в пролёте В–Д.

Геометрия:

- пролёт по нижнему поясу: 13 000 мм;
- нижний пояс горизонтальный, отметка низа +6,600;
- верхний пояс наклонный, уклон 3° (факт 3,06°); отметка верхнего пояса у крайней опоры (А/Д) +6,600, в коньке (ось В) +7,280;
- высота фермы: на крайней опоре — схождение поясов в опорном узле (350 мм с учётом опорной фасонки), на коньковой опоре — 680 мм (13 000 × tg 3° = 681 мм);
- длина верхнего пояса по скату: 13 018 мм;

- решётка треугольная с нисходящими опорными раскосами и стойками; 5 панелей по 2 600 мм по нижнему поясу.

Сечения элементов (сталь С255):

- верхний пояс — спаренный уголок 2∟140×140×10;
- нижний пояс — спаренный уголок 2∟140×140×10;
- раскосы — уголок ∟75×75×6;
- стойки — уголок ∟70×70×5;
- узловые фасонки — лист t = 10 мм; опорные листы — t = 20 мм; опорные столики — 250×200×20 (С255).

Узлы и опирание:

- заводские узлы — бесфасоночная/фасоночная сварка, катет шва k_f = 6 мм (электроды Э-42, ГОСТ 9467-75; швы по ГОСТ 14098-91);
- опирание на колонны осей А/Д и на подстропильную ферму Пф1 (оси В) — шарнирное, через опорные листы 20 мм и ребристые столики: на колоннах — на столик с оголовка +6,250 (высота столика 350 мм), на коньке — на верхний пояс Пф1 (+6,600); фиксация болтами М24 кл. 8.8 (по 2 шт. на опору) через круглые отверстия нормальной точности Ø26 мм (проверка — п. 3.4.1, К.И. = 0,78);
- крепление прогонов к верхнему поясу — пластины 80×80×8 с болтами М12, овальные отверстия (шаг прогонов 1 500 по скату);
- закладные и фасонки под горизонтальные связи Сг1 в узлах верхнего пояса и под связи С1, распорки Р1/Р2 по нижнему поясу.

Отправочные марки и монтажный стык:

- ферма выполняется двумя отправочными марками по 6 510 мм (по скату; 13 018/2) с монтажным стыком верхнего и нижнего поясов в коньке;
- стык — фрикционный на высокопрочных болтах: по 4 болта М24 класса 10.9 на пояс с двусторонними накладками (2 пластины 200×10 + 2 уголка ∟90×90×8); поверхности — обработка стальными щётками без консервации (μ = 0,42); несущая способность соединения 548 кН > N_max = 190 кН (К.И. = 0,35, п. 3.4 и п. 5.4); затяжка болтов — динамометрическим ключом с контролем момента;
- решётка (раскосы и стойки) входит в отправочные марки целиком, монтажных стыков решётки нет.

Масса: ≈ 1,6 т (пояса, решётка, фасонки, накладки).

Защита: огнезащитный состав ТЕХНО-ОК1 по грунтовке ГФ-021 (2 раза); предел огнестойкости R 90 в составе каркаса.

Г.2. Ферма подстропильная Пф1 (10 шт.)

Назначение: промежуточная опора коньковых узлов ферм Фс1 по центральной оси В. Устанавливается вдоль оси В: 9 шт. пролётом 6 000 мм между осями 1–10 и 1 шт. укороченная пролётом 3 000 мм между осями 10–11.

Геометрия:

- пролёт: 6 000 мм (укороченная — 3 000 мм);
- пояса параллельные; высота 1 000 мм;
- отметка нижнего пояса +5 600, верхнего пояса +6 600;
- решётка треугольная, 4 панели по 1 500 мм (укороченная — 2 панели).

Сечения элементов (сталь С255):

- верхний пояс — труба прямоугольная тр.пр. 180×140×8;
- нижний пояс — труба квадратная тр.кв. 140×8;
- раскосы — труба квадратная тр.кв. 120×6;
- стойки — труба квадратная тр.кв. 100×4.

Узлы и опирание:

- заводские узлы — бесфасоночная сварка, k_f = 5 мм;
- опирание на оголовки колонн оси В (К1, отм. +5,600) — шарнирное, болты М24 кл. 8.8 через круглые отверстия нормальной точности;
- примыкание коньковых узлов ферм Фс1 к верхнему поясу — фланцевое, на болтах М24; в местах опирания коньковых узлов внутрь верхнего пояса заводом устанавливаются диафрагмы (лист 10 мм);
- фасонки под распорки и продольные связи по нижнему поясу.

Отправочная марка — одна на ферму (стыков не требуется).

Масса: ≈ 0,9 т (пролёт 6 000), ≈ 0,45 т (укороченная 3 000).

Защита: огнезащитный состав ТЕХНО-ОК1 по грунтовке ГФ-021 (2 раза).

Г.3. Сводная ведомость ферм

Марка	Наименование	Пролёт, мм	Высота, мм	Кол-во	Масса ед., т	Сталь
Фс1	Ферма покрытия	13 000	350/680	22	1,6	С255

Пф1	Ферма подстропильная	6 000	1 000	9	0,9	С25 5
Пф1 а	Ферма подстропильная укороченная	3 000	1 000	1	0,45	С25 5

КР.РР. Приложение Д. Дополнительные конструктивные элементы и основные узлы

Д.1. Балки перекрытия и обрамление проёмов

Д.1.1. Балочная клетка перекрытия (+3,400)

Главные балки Бг1 (Дв.N35Ш1):

- расположение: по осям А, Б, В, Г, Д с шагом 6 000 мм между осями 1–11;
- пролёт: 6 000 мм (9 пролётов) + 3 000 мм (пролёт 10–11);
- опирание: на оголовки колонн К1, К2, К4 через опорные столики 250×200×20 с ребрами жёсткости 100×10; болты М24 кл. 8.8 (по 2 на опору), круглые отверстия;
- узлы примыкания второстепенных балок: фланцевые, болты М24 кл. 8.8;
- крепление профнастила: шпонки-упоры (гибкие стержневые анкеры Ø19, h = 120 мм, шаг 400 мм по верхней полке балки) — совместная работа с монолитной плитой.

Второстепенные балки Бв1 (Дв.N30Б1):

- расположение: поперечные, пролёт 6 500 мм между главными балками, шаг 2 000 мм;
- опирание: на полки главных балок через фланцевые узлы на болтах М24 кл. 8.8;
- крепление профнастила: шпонки-упоры Ø19, шаг 400 мм.

Балки обрамления проёма лифтовой шахты (Дв.N25Б1):

- расположение: по периметру проёма 2 000 × 2 000 (оси 6–7, А–Б);
- назначение: передача нагрузок от разрезных второстепенных балок на главные балки Бг1;

- опирание: на главные балки через фланцевые узлы на болтах М24 кл. 8.8;
- разрезные балки Бв1, примыкающие к проёму, опираются на обрамляющие балки через опорные уголки ∟100×100×8 с болтами М16.

Д.1.2. Монолитная плита перекрытия

- профнастил Н75-750-0,9 (несъёмная опалубка), укладка гофрами поперёк второстепенных балок;
- монолитный бетон В20, толщина плиты над гофрами 130 мм (общая толщина пирога 200 мм: от +3,400 до +3,600);
- армирование: сетки Ø8 А500С ш. 200×200 в верхней зоне (распределительная и противоусадочная), сетки Ø8 А500С ш. 200×200 в нижней зоне (над балками и по периметру проёмов);
- кромка плиты у проёма лифтовой шахты: обрамление стальными уголками ∟75×6 с анкерами-шпонками Ø12 ш. 200; местное усиление сеткой Ø8 А500С ш. 100 в полосе 300 мм по периметру проёма;
- технологический (грузовой) проём в перекрытии (оси 6–7, севернее лифта): обрамление аналогично лифтовому — балки Дв.N25Б1 по периметру, уголки ∟75×6, усиление сеткой ш. 100; размер и конструкция ограждения — в РД.

Д.2. Лестничные клетки и пандус

Д.2.1. Внутренние лестничные клетки ЛК1, ЛК2

Конструкция:

- марши по стальным косоурам из шв. 18У (С255), уклон ≈39°;
- ступени из рифлёного стального листа 4 мм (глубина 250 мм, высота подступёнка 200 мм), приварка к косоурам k_f = 4 мм;
- площадки — профлист Н60-845-0,8 + монолитный бетон В20, 60 мм, по балкам Дв.N25Б1;
- опирание маршей: косоуры на опорные уголки ∟100×100×8, приваренные к балкам площадок и перекрытия; болты М16;
- ограждения h = 1 200 мм (двойное, с поручнем и промежуточной перекладиной), стойки из трубы тр.кв. 40×3, шаг 1 200 мм; крепление к косоурам болтами М12;
- полезная нагрузка на лестницы и площадки: 3,0 кПа (γ_f = 1,2).

Габариты:

- ЛК1 (оси 2–3, В–Г): проём в перекрытии 2 100 × 3 900; ширина марша 1 000 мм; два марша + промежуточная площадка (1 000 × 2 100) + этажная площадка;

- ЛК2 (оси 10–11, А–Б): проём в перекрытии 2 100 × 4 020; компоновка аналогична ЛК1.

Д.2.2. Наружная лестничная площадка с пандусом П1 (у оси 1, Г–Д)

Конструкция:

- стальная рама: балки площадки Дв.N24Б1 (шаг 1 200, пролёт 3 500), опорные столики к колоннам торцевого ряда;
- стойки пандуса — тр.кв. 100×4 на отдельных столбчатых фундаментах (тип Фм-Ш, 2 шт.);
- настил площадки и пандуса — рифлёный лист 5 мм на балках;
- ограждения h = 1 200 мм по периметру площадки и по обеим сторонам пандуса (двойное, с поручнем и промежуточной перекладиной; для МГН — поручень на двух уровнях 700 и 900 мм);
- пандус: ширина в свету 1 200 мм, уклон 1:12 (8,3 %), с горизонтальными площадками через каждые 900 мм подъёма (соответствие СП 59.13330);
- крепление к колоннам Г–Д/1: опорные столики 200×200×20, болты М16 (проверка — п. 5.5, К.И. = 0,71);
- полезная нагрузка: 3,0 кПа (γ_f = 1,2).

Д.3. Лифтовая шахта (полная карточка)

Д.3.1. Конструктивная схема

Автономный металлокаркас в свету 2 000 × 2 000 мм, от приямка (−1,500) до машинного помещения (+6,600). Общая высота 8 100 мм.

Д.3.2. Элементы каркаса шахты

Марка	Наименование	Сечение	Кол-во	Примечание
ЛШ1	Стойка угловая	Тр.кв. 100×4	4	h = 8 100; база 400×400×20, 4 болта М24
ЛШ2	Обвязка горизонтальная	Тр.кв. 80×4	16	Уровни: −1,500 / ±0,000 / +3,600 / +6,600 (по 4 на уровень)

ЛШ3	Связь стабилизирующая	Тр.кв. 80×4	16	К колоннам К2 (оси 6–7, ряды А и Б); по 4 на уровнях +3,600 и +6,600
ЛШ4	Балка машинного помещения	2 шв. 16У	2	Пролёт 2 000; опорная рама машины (65 кН)
ЛШ5	Промежуточная обвязка для направляющих	Тр.кв. 60×3	8	Дополнительные между основными уровнями, шаг 2 000

Д.3.3. Направляющие и крепления

- направляющие кабины: рельсы Т78 (ГОСТ Р 55941), 2 шт., длина 7 000 мм (от −1,500 до +5,500);
- направляющие противовеса: рельсы Т78, 2 шт., длина 7 000 мм;
- крепление: кронштейны из уголка ∟75×75×6, болты М16, шаг 2 000 мм по высоте; крепление к обвязкам ЛШ2 и ЛШ5;
- проверка болтов крепления на горизонтальную нагрузку 2,8 кН от эксцентриситета груза: срез и смятие с запасом > 5.

Д.3.4. Ограждение шахты

- трёхслойные сэндвич-панели 100 мм (как наружные стены здания);
- крепление к стойкам ЛШ1 и обвязкам ЛШ2 самонарезающими винтами;
- класс пожарной опасности К0 (негорючие материалы);
- двери шахты — раздвижные 1 100 × 2 100 мм, EI 60, с блокировкой движения кабины при открытых дверях; на 1-м этаже — на отм. 0,000 (к северу в пом. 1), на 2-м этаже — на отм. +3,600 (к северу в пом. 1).

Д.3.5. Машинное помещение (+6,600…+7,000)

- плита: профнастил Н60-845-0,8 + монолитный бетон В20, 100 мм, по балкам ЛШ4;
- ограждение: сэндвич-панели 100 мм;
- люк в потолке для обслуживания лебёдки;
- дверь со стороны коридора к ЛК2 — через площадку на +3,600 и металлическую лестницу (косоуры шв. 12У, ступени рифл. 4 мм, ограждение h = 900);
- вентиляция и освещение — по специальным разделам.

Д.3.6. Приямок (−1,750…0,000)

- ж/б ванна: наружные габариты 2 400 × 2 400, стены 200 мм, дно 250 мм (бетон В25 W6);
- армирование: сетки Ø12 А500С ш. 200×200 в 2 ряда по дну и стенам;
- гидроизоляция: наружная обмазочная ТЕХНОНИКОЛЬ №24 (2 слоя) + внутренняя проникающая;
- буферные стаканы 400×400×400 (2 шт.) с анкерными болтами М24 — для буферов кабины и противовеса;
- дренажный приямок 300×300×200 с насосом;
- лестница для спуска в приямок — приставная металлическая (уголки ∟50×5, ступени рифл. 4 мм).

Д.4. Ж/б обвязочная балка по периметру

- расположение: по всему периметру здания, верх на отм. ±0,000;
- сечение: 300 × 400 мм (ш × в);
- бетон В25, W6, F150;
- армирование: продольная — 4Ø12 А500С (2 верхних, 2 нижних), поперечная — хомуты Ø8 А500С ш. 200 (в узлах сопряжения с фундаментами — ш. 100);
- опирание: на фундаменты через выступы подколонников; монолитная связь;
- назначение: опора для сэндвич-панелей цокольного узла, распределение локальных усилий от стенового ограждения, защита баз колонн;
- защитный слой: 30 мм (верх), 50 мм (низ и боковые, контакт с грунтом).

Д.5. Узлы крепления ограждающих конструкций

Д.5.1. Крепление сэндвич-панелей стен

- горизонтальная раскладка панелей 100 мм, длина до 6 000 мм (по пролётам);
- крепление к колоннам: самонарезающие винты Ø6,3 с шагом 400 мм по вертикали через стеновые прогоны (гнутый швеллер 120×60×3, С245);
- стеновые прогоны — на кронштейны-уголки ∟50×50×5, приваренные к колоннам с шагом 1 500 мм по высоте;
- проверка крепления на пиковое ветровое давление краевых зон 0,59 кПа (п. 2.2): нагрузка на винт 0,35 кН < несущей способности 1,2 кН.

Д.5.2. Крепление панелей кровли

- профилированный лист к прогонам: самонарезающие винты Ø5,5 с шагом 300 мм в гребень волны;
- контробрешётка к обрешётке: винты Ø4,8 ш. 400;
- проверка на ветровой отрыв 0,36 кПа (расчётная): несущая способность соединения с запасом > 3.

Д.5.3. Узел цокольного примыкания

- сэндвич-панель опирается на ж/б обвязочную балку (верх ±0,000) через фасонный элемент (гнутый швеллер 100×50×3);
- обмазочная гидроизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ №24 по контакту балка–фундамент–панель;
- уплотнение примыкания — герметик полиуретановый.

Д.6. Сводная ведомость дополнительных элементов

Марка	Наименование	Сечение / Размеры	Кол-во	Материал
Бг1	Балка главная перекрытия	Дв.N35Ш1, L = 6 000	44	С255
Бв1	Балка второстепенная перекрытия	Дв.N30Б1, L = 6 500	120	С255
Б-П	Балка обрамления проёма	Дв.N25Б1, L = 2 000	8	С255
Пл	Плита перекрытия	Профнастил + бетон 130 мм	—	В20
ЛК1	Лестничная клетка	Косоуры шв. 18У	1	С255
ЛК2	Лестничная клетка	Косоуры шв. 18У	1	С255
П1	Площадка с пандусом	Балки Дв.N24Б1	1	С255

ЛШ1–ЛШ5	Элементы шахты лифта	см. Д.3.2	—	С255
ОБ	Обвязочная балка ж/б	300×400, L = ≈166 000	1	В25
СП	Стеновые прогоны	Гнутый швеллер 120×60×3	—	С245

КР.РР. Приложение Е. Соединения конструктивных элементов

Опись типов соединений всех несущих и ограждающих конструкций здания. Заводские соединения — сварные; монтажные — на болтах. Сталь элементов — С255 (ГОСТ 27772-2015), сталь фасонок и накладок — С255/С245, электроды — Э-42 (ГОСТ 9467-75), сварные швы — по ГОСТ 5264-80 и ГОСТ 14098-91, болты — классов 8.8 и 10.9 (ГОСТ Р 52643-2006, ГОСТ Р 52644-2006), гайки и шайбы — по п. 5.5 СП 16.13330.2017.

Е.1. Сварные соединения (заводские)

Таблица Е.1 – Перечень сварных соединений по элементам

Элемент	Место соединения	Тип шва	Катет k_f, мм	Примечание
Ферма Фс1 — пояса (2∟140×140×10)	Узлы примыкания раскосов и стоек к поясам (бесфасоночные/фасоночные)	Угловой, двусторонний	6	Электроды Э-42; проверка на знакопеременные нагрузки

Ферма Фс1 — раскосы (∟75×75×6)	Примыкание к фасонкам узлов	Угловой, двусторонний	5	По контуру уголка
Ферма Фс1 — монтажный стык поясов	Стык в коньке: фланцы накладок к поясам — не сварные (фрикционный, см. Е.2); доборные элементы — к фасонкам	Угловой, двусторонний	6	
Ферма Пф1 — пояса (тр.пр. 180×140×8 / тр.кв. 140×8)	Узлы примыкания раскосов и стоек	Угловой, двусторонний	5	Бесфасоночная сварка труб
Ферма Пф1 — диафрагмы (лист 10)	Внутри верхнего пояса в местах опирания коньковых узлов Фс1	Угловой, по периметру	5	
Колонны К1–К4 (Дв.N40Ш2, Дв.N40Ш1, Дв.N30Ш1)	Приварка опорной плиты базы к фрезерованному торцу колонны	Угловой, по контуру	12	Проверка на срез и растяжение
Колонны — база	Рёбра жёсткости базы (100×10) к плите и стенке колонны	Угловой, двусторонний	8	
Колонны — оголовок	Опорные столики (250×200×20) к стенке/полкам	Угловой, двусторонний	8	

Колонны — оголовок	Парные рёбра жёсткости (100×10) под столиками	Угловой, двусторонний	6	
Колонны — фасонки связей	Фасонки 10 мм под вертикальные связи Св1	Угловой, двусторонний	6	Уровни +0,600…+6,000
Колонны — кронштейны стеновых прогон	Уголки ∟50×50×5 к колоннам	Угловой, односторонний	4	Шаг 1 500 мм по высоте
Балки Бг1	Опорные столики к торцам балок	Угловой, двусторонний	8	
Балки Бг1 — фланцы примыкания Бв1	Фланцы (лист 20) к стенке Бг1	Угловой, двусторонний	8	
Балки Бв1	Фланцы примыкания к Бг1	Угловой, двусторонний	6	
Балки — шпонки (упоры)	Гибкие стержневые анкеры Ø19 к верхней полке	Угловой, по контуру	4	Шаг 400 мм; специализированная сварка оправкой
Связи Св1 (тр.кв. 120×5)	Разрезная ветвь креста к центральной фасонке 10 мм	Угловой, двусторонний	6	Неразрезная ветвь проходит через фасонку

Связи Сг1 (2∟75×75×6)	Разрезная ветвь креста к центральной фасонке 10 мм	Угловой, двусторонний	5	
Связи С1, распорки Р1, Р2	Примыкание к фасонкам ферм и колонн	Угловой, двусторонний	5–6	
Прогоны Пр1, Пр2	Пластины 80×80×8 к верхним полкам прогонов (под крепление к фермам)	Угловой, двусторонний	4	Шаг 1 500 мм по скату
Лестничные косоуры (шв. 18У)	Опорные уголки ∟100×100×8 к косоурам	Угловой, двусторонний	5	Узлы опирания маршей
Лестничные ступени (рифл. 4 мм)	Ступени к косоурам	Угловой, пунктирный (участками 50/150)	4	По обоим краям ступени
Площадка с пандусом П1	Опорные столики к балкам Дв.N24Б1	Угловой, двусторонний	6	
Шахта лифта — стойки ЛШ1	Базовая плита 400×400×20 к торцу стойки	Угловой, по контуру	6	
Шахта лифта — обвязки ЛШ2, ЛШ5	Примыкание к стойкам ЛШ1	Угловой, двусторонний	5	Уровни −1,500…+6,600

Шахта лифта — кронштейны направляющих	Уголки ∟75×75×6 к обвязкам	Угловой, двусторонний	5	Шаг 2 000 мм
Анкерный блок АБ-1	Уголки 35×35×4 и листы −20×80×80 к болтам М30 (сборка блока)	Угловой, по месту сборки	4	Не менее 4 мм и не менее наименьшей толщины свариваемых элементов
Ж/б обвязочная балка	Закладные пластины под крепление сэндвич-панелей	Угловой анкеров к пластине	4	
Обрамление проёма лифта	Уголки ∟75×6 к кромке плиты — через анкеры-шпонки	Угловой, крепление шпонок к уголку	4	Ø12 ш. 200

Общие указания по сварке: высота сварных швов — не менее наименьшей толщины одного из свариваемых элементов и не менее 4 мм; сварку производить электродами типа Э-42 по ГОСТ 9467-75; сварные швы — по ГОСТ 14098-91; заводскую сварку — полуавтоматом сварочной проволокой Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70 в среде углекислого газа; швы, работающие на знакопеременные нагрузки (связи, опорные узлы), — с полным проваром и контролем качества по СП 53-101-98.

Е.2. Болтовые соединения (монтажные)

Таблица Е.2 – Перечень болтовых соединений по узлам

Узел	Болты	Класс	Тип отверстий	Назначение / проверка
База колонны к фундаменту	Анкерные М30×1000	С235 (ГОСТ 24379.1-2012)	Ø40×33 (овальные) в плите	Защемление; заделка 1 000 мм; отрыв 69 кН < 120 кН (К.И. = 0,37)
Ферма Фс1 к колоннам А/Д	М24	8.8	Круглые Ø26, нормальной точности	Опирание на столик +6,250; срез 88 кН < 141 (К.И. = 0,78)
Ферма Фс1 к Пф1 (конёк, ось В)	М24	8.8	Круглые Ø26	Фланцевое сопряжение с верхним поясом Пф1; 176 кН на узел (проверка п. 3.4.1)
Монтажный стык поясов Фс1	М24 (по 4 на пояс)	10.9	Круглые Ø22	Фрикционное, 2 поверхности трения; накладки 2 пластины 200×10 + 2∟90×90×8; 548 кН > 190 кН (К.И. = 0,35); затяжка динамометрическим ключом
Пф1 к колоннам оси В	М24	8.8	Круглые Ø22	Опирание на оголовок +5,600
Балки Бг1 к колоннам	М24 (по 2 на опору)	8.8	Круглые Ø26	Через опорные столики

Балки Бв1 к Бг1	М24	8.8	Круглые Ø22	Фланцевые узлы
Балки обрамления проёма (Дв.N25Б1) к Бг1	М24	8.8	Круглые Ø22	Фланцевые узлы
Разрезные Бв1 к обрамляющим балкам	М16	8.8	Круглые Ø18	Опорные уголки ∟100×100×8
Связи Св1 к фасонкам колонн	М24 (по 2 на ветвь)	8.8	Круглые Ø22	Срез одной ветви 36 кН < 98; фасонка 10 мм (проверка п. 3.4.3)
Связи Сг1 к фасонкам ферм	М16 (по 2 на ветвь)	8.8	Круглые Ø18	Усилие 28 кН < 63 кН (К.И. = 0,56)
Связи С1, распорки Р1 к фермам	М16	8.8	Круглые Ø18	Шарнирные узлы
Распорки Р2 к фасонкам	М16	8.8	Круглые Ø18	Шарнирные узлы

Прогоны Пр1, Пр2 к фермам	М12	8.8	Овальные (по скату)	Через пластины 80×80×8; компенсация температурных и монтажных отклонений
Обвязочная балка Б1 к оголовкам колонн	М16	8.8	Круглые Ø18	Уровень нижних поясов ферм
Лестничные марши к площадкам	М16	8.8	Круглые Ø18	Через опорные уголки косоуров
Лестничные ограждения к косоурам	М12	8.8	Круглые Ø14	Стойки ограждений, шаг 1 200
Площадка с пандусом П1 к колоннам	М16	8.8	Круглые Ø18	Опорные столики (проверка п. 5.5)
Стойки шахты ЛШ1 к фундаментам Фм-Ш	Анкерные М24	5.8	Ø22 в базовой плите	Защемление; база 400×400×20
Связи стабилизирующие ЛШ3 к колоннам каркаса	М16	8.8	Овальные Ø18×30 (по вертикали, ход ±20 мм)	Передача только горизонтальных сил ≈ 1,2 кН; независимые вертикальные перемещения

Направляющие Т78 к кронштейнам шахты	М16	8.8	Круглые Ø18	Шаг 2 000 мм; горизонтальная нагрузка 2,8 кН (запас > 5)
Рама машины (2 шв. 16У) к обвязкам ЛШ2	М24	8.8	Круглые Ø22	Нагрузка 65 кН (проверка п. 3.1, К.И. = 0,63)
Буфера к стаканам приямка	Анкерные М24	5.8	В ж/б стаканах 400×400×400	Реакция 120 кН кратковременная (запас > 3)
Стеновые прогоны к кронштейнам колонн	М12	8.8	Круглые Ø14	Шаг кронштейнов 1 500 по высоте

Общие указания по болтовым соединениям: гайки и шайбы — по п. 5.5 СП 16.13330.2017; болтовые соединения, работающие на знакопеременные (сейсмические) нагрузки, — с контролируемой затяжкой и стопорением гаек (пружинные шайбы или контргайки); монтажные зазоры опорных узлов (0–8 мм) заполнять установочными прокладками комплектно с конструкциями; фрикционные поверхности стыка Фс1 обработать стальными щётками без консервации (μ = 0,42) и не окрашивать до затяжки.

Е.3. Крепление ограждающих конструкций

Таблица Е.3 – Крепление ненесущих и ограждающих элементов

Элемент	Крепёж	Шаг / Расположение	Проверка

Сэндвич-панели стен 100 мм к стеновым прогонам	Самонарезающие винты Ø6,3	400 мм по вертикали	Пиковое ветровое давление краевых зон 0,59 кПа: нагрузка на винт 0,35 кН < 1,2 кН
Стеновые прогоны (гнутый швеллер 120×60×3) к колоннам	Болты М12 через кронштейны-уголки	Кронштейны шагом 1 500 мм по высоте	—
Сэндвич-панели шахты лифта к стойкам и обвязкам	Самонарезающие винты Ø6,3	400 мм	Класс К0; примыкание к диску перекрытия — деформационный зазор 50 мм с уплотнением
Профлист кровли к прогонам	Самонарезающие винты Ø5,5 в гребень волны	300 мм	Ветровой отрыв 0,36 кПа (запас > 3)
Контробрешётка к обрешётке (кровля)	Винты Ø4,8	400 мм	—
Профнастил Н75 перекрытия к балкам	Шпонки-упоры Ø19 (приварка оправкой)	400 мм по балкам	Совместная работа с плитой
Профлист Н60 площадок и	Самонарезающие винты Ø5,5	300 мм	—

машинного помещения к балкам			
Уголки обрамления проёма ∟75×6 к плите	Анкеры-шпонки Ø12	200 мм по периметру проёма	Местное усиление кромки
Ограждения лестниц, площадок, пандуса	Стойки тр.кв. 40×3 на болтах М12	Шаг 1 200 мм; поручни на высотах 700/900/1 200	Горизонтальная нагрузка на поручень 0,3 кН/м
Снегозадержатели кровли	К прогонам через планки на винтах Ø6,3	По СП 17.13330.2017	Нагрузка от снегового покрова
Двери и ворота в проёмах	Рамы — анкерные болты М10 к закладным пластинам ж/б балки и фасонным элементам	По периметру проёмов	—
Двери шахты лифта	Направляющие раздвижных дверей — болты М10 к обвязкам шахты	По паспорту лифта; блокировка движения кабины при открытых дверях	EI 60

E.4. Конструктивные требования к соединениям

Все сварные и болтовые соединения рассчитаны в соответствии с разделами 7, 8 и 14 СП 16.13330.2017. Минимальные катеты швов — 4 мм; минимальные

диаметры монтажных болтов — М12; минимальная толщина фасонок — 8 мм (по узлам — 10 мм); краевые расстояния болтов — не менее 1,5d, межосевые — не менее 2,5d. Соединения, передающие знакопеременные сейсмические усилия (связевые кресты, опорные узлы ферм, монтажный стык Фс1, анкерные блоки), проверены на основное и особое сочетания с коэффициентами использования 0,20–0,78 (пункты 3.4, 5 настоящего раздела). Овальные отверстия применены только там, где требуется компенсация перемещений (стабилизирующие связи шахты — по вертикали; прогоны к фермам — по скату); во всех несущих узлах — круглые отверстия нормальной точности. Места повреждения лакокрасочного покрытия при монтаже — зачистить, огрунтовать и окрасить теми же материалами.