

ППРк · 384-ФЗ, СП 48.13330.2019, СП 70.13330.2012

ППРк на монтаж металлокаркаса склада

Складской комплекс, 144 × 72 м, Московская обл.

Заказчик	ООО «Склад-Инвест» (данные условные)		
Генподрядчик	ООО	Строй» (данные условные)	
Шифр / стадия	ППРк-24-118 · проект производства работ		
Объект	Одноэтажный склад, 10 368 м², сетка колонн 24 × 12 м, 6 пролётов		
Масса каркаса	586 т, 1 842 заводских элементов, 49 колонн		
Монтажный механизм	Автокран 130 т, вылет 32 м, грузоподъёмность на вылете 12,6 т		
Срок монтажа	78 рабочих дней, одна смена, 4 захватки		
Нормативная база	СП 48.13330.2019, СП 70.13330.2012, СП 45.13330.2017, 782н		

10 368 м²

площадь застройки

586 т

масса металлоконструкций

1 842 шт.

элементов каркаса

78 дн.

продолжительность монтажа

Вывод по проекту

Монтаж выполняется укрупнёнными блоками с четырёх захваток последовательно, краном на стоянках вдоль продольной оси здания. Максимальная масса элемента 9,8 т не превышает грузоподъёмности крана на рабочем вылете 32 м с запасом 22 %.

Опасная зона крана 37,6 м выходит за границу площадки на 4,2 м в северном направлении; на этом участке предусмотрены ограждение, знаки и запрет стоянки транспорта. Работы ведутся по наряду-допуску, сварка — по технологическим картам аттестованных процессов.

МЕТОД МОНТАЖА

Укрупнительная сборка ригелей на площадке, монтаж блоками до 9,8 т.
Захватка 36 × 72 м, фронт работ — от оси А к оси Г.

МЕХАНИЗАЦИЯ

Автокран 130 т на выносных опорах, 4 стоянки по продольной оси. Стропы 4СК-5,0, траверса для ригелей, оттяжки для разворота.

КОНТРОЛЬ

Выверка тахеометром, контроль сварки ВИК 100 % и УЗК 10 %, исполнительная схема по каждой захватке.

СОСТАВ ДОКУМЕНТА

9 листов

1. Титул, сводка и состав ППРк	л. 1
2. Пояснительная записка, условия и объёмы	л. 2
3. Строительный генеральный план, зоны	л. 3
4. Календарный график монтажа	л. 4
5. Технологические схемы и захватки	л. 5
6. Расчёты: опасная зона, стропы, техника	л. 6
7. Охрана труда и промышленная безопасность	л. 7
8. Контроль качества (СОКК)	л. 8
9. Приложения, реестр и подписи по ролям	л. 9

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

л. 2

Проект производства работ разработан на монтаж несущего стального каркаса одноэтажного складского здания с административно-бытовой вставкой. Каркас — рамно-связевый, колонны двутаврового сечения, ригели переменной высоты, связи по колоннам и покрытию.

1.1. Основание для разработки

- рабочая документация шифра 24-118-КМ, переданная в производство работ;
- задание заказчика на разработку ППРк и график поставки металлоконструкций;
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства», СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», СП 12-135-2003 (типовые инструкции по ОТ);
- Правила по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте (приказ Минтруда № 782н).

1.2. Условия площадки и ограничения

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ
Рельеф	Спокойный, уклон 0,004–0,008	Вертикальная планировка выполнена до начала монтажа
Грунты основания	Суглинок тугопластичный, E = 18 МПа	Фундаменты стаканного типа, обратная засыпка уплотнена до 0,95
Грунтовые воды	На отметке –3,2 м	Прямки не требуются, водоотвод поверхностный
Застройка	С севера — действующая котельная, 18 м	Опасная зона крана ограничена с северной стороны
Движение	Проезд по существующей дороге, 1 полоса	Разъездной проезд 6 м по южной границе
Электроснабжение	ВРУ-0,4 кВ, 120 кВт	Сварочный пост и освещение площадки
Климат	II Б, расчётная температура –25 °С	Монтаж при ветре не более 10 м/с

1.3. Объёмы основных работ

ВИД РАБОТ	ЕД.	ОБЪЁМ	ТРУДОЗАТРАТЫ, ЧЕЛ.-Ч	МАШИНЫ
Приёмка и складирование МК	т	586	310	Кран 25 т, трал
Укрупнительная сборка ригелей	шт.	84	640	Кран 25 т
Монтаж колонн	шт.	49	560	Кран 130 т
Монтаж ригелей и ферм	шт.	84	1 090	Кран 130 т
Монтаж связей и прогонов	шт.	1 709	780	Кран 130 т
Сварка монтажных стыков	стык	612	520	Сварочные посты
Антикоррозийная защита стыков	м²	1 480	280	Окрасочный агрегат
Геодезическая выверка	захватка	4	—	Тахеометр, нивелир
Итого			4 180	

Объёмы приведены по рабочей документации; трудозатраты — пример расчёта по ГЭСН 09-03-029.

УСЛОВИЯ НАЧАЛА МОНТАЖА

Монтаж начинается после приёмки фундаментов по акту, проверки исполнительной схемы положения анкерных болтов и достижения бетоном 70 % проектной прочности. Отклонение отметок стаканов не более ±10 мм, положение анкерных болтов в плане ±5 мм.

2. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

л. 3 · М 1:500

Площадка ограждена по периметру, въезд с восточной стороны через КПП. Монтажная зона совмещена со складом металлоконструкций; укрупнительная площадка расположена в южном проезде и не перекрывает пожарный проезд шириной 6 м.

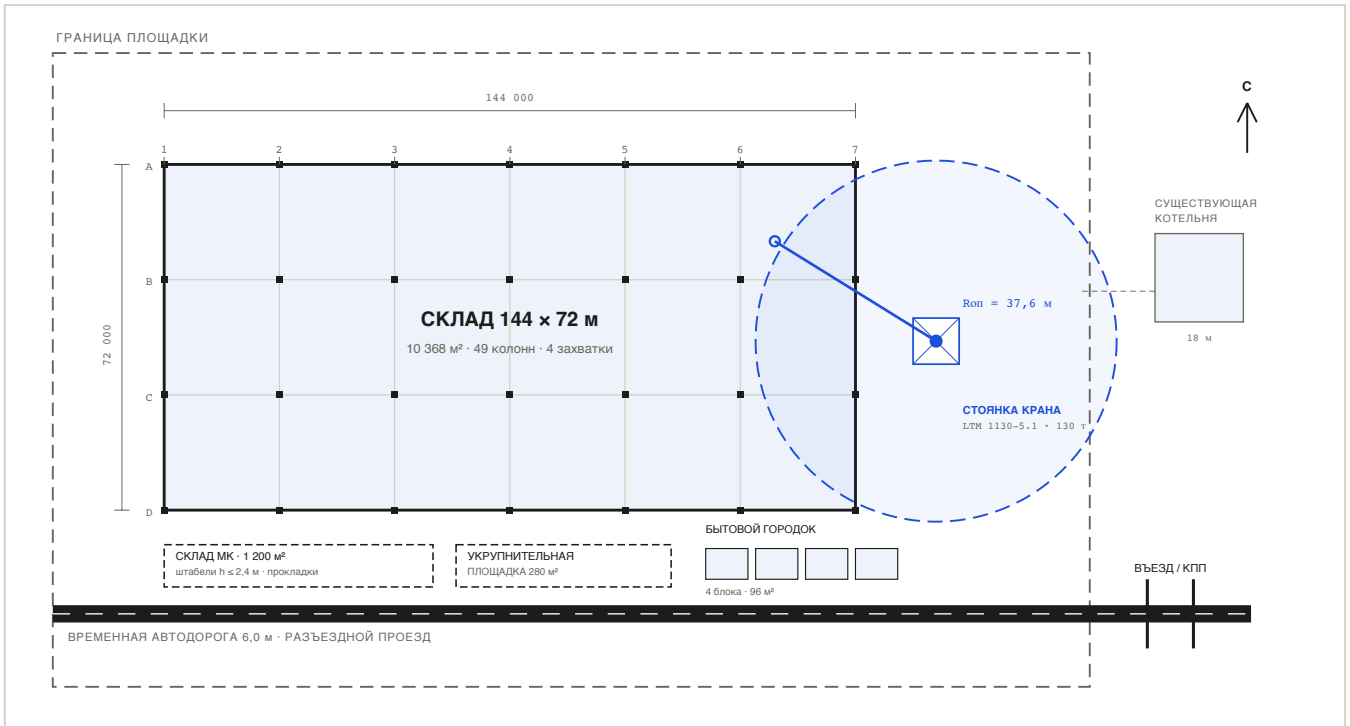


Рис. 1. Стройгенплан на период монтажа каркаса: стоянка крана, опасная зона Rоп = 37,6 м, склад МК, укрупнительная площадка, бытовой городок.

ЗОНА	РАЗМЕР / РАДИУС	ОГРАЖДЕНИЕ	МЕРОПРИЯТИЯ
Монтажная зона	36 м от оси здания	Сигнальная лента, знаки	Проход только по наряду-допуску
Опасная зона крана	Rоп = 37,6 м	Сетчатое ограждение 2,0 м	Запрет стоянки, дежурный сигнальщик
Зона падения груза	в пределах Rоп + 7 м	Знаки «Опасная зона»	Вывод людей при подъёме
Склад МК	1 200 м², 30 % объёма	Обозначение штабелей	Прокладки, ограничение высоты 2,4 м
Бытовой городок	480 м², 4 блока	Ограждение 1,2 м	Питьевая вода, санузел, аптечка

Здание Опасная зона крана Проезды и склады Бытовые помещения

СОВМЕЩЁННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Пожарная безопасность. К существующему пожарному гидранту обеспечивается проезд шириной 6 м; на площадке два первичных средства пожаротушения на каждые 200 м², сварочные посты оборудованы экранами. **Электробезопасность.** Временные сети — по СП 76.13330.2016, подключение через ВРУ с УЗО 30 мА, кабели на опорах вне зоны движения крана.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ

Движение транспорта

- въезд и выезд через КПП с восточной стороны, движение по кольцу без разворота задним ходом;
- скорость на площадке 10 км/ч, в зоне работ — 5 км/ч, сопровождение при подаче назад;
- разгрузка только на площадке складирования, стоянка под разгрузкой не более 30 мин;
- проезд пожарной техники 6 м свободен, разворотная площадка 12 × 12 м.

Площади определены как пример расчёта; уточняются при разработке стройгенплана в составе ППР.

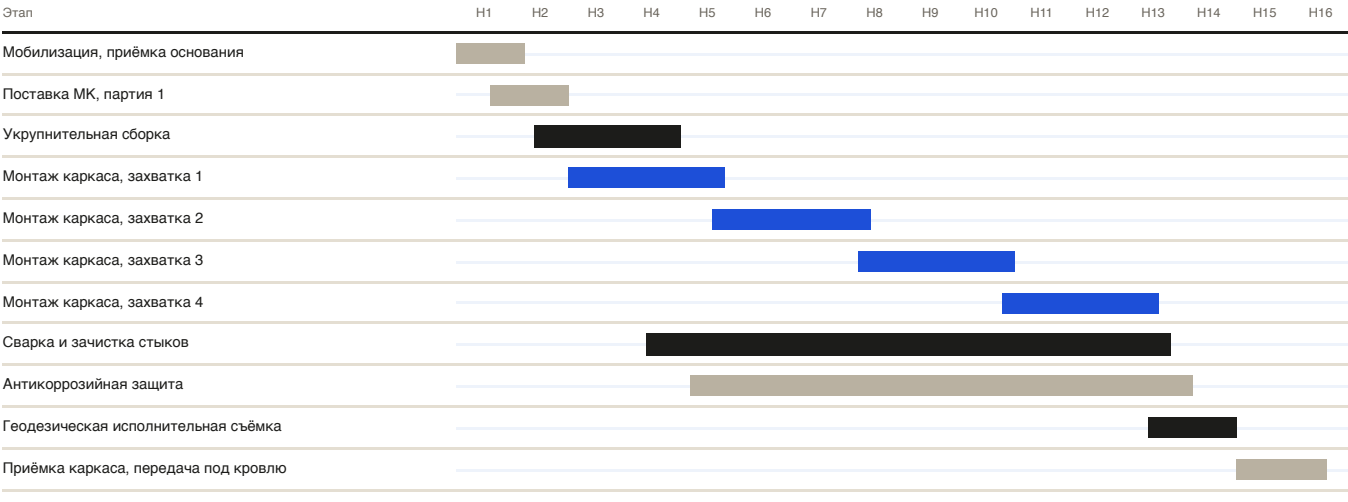
Складирование и укрупнение

- колонны — в штабелях по 6 шт. на деревянных прокладках, шаг прокладок 1/4 длины;
- ригели — на стеллажах в два яруса, проходы между штабелями не менее 1,0 м;
- укрупнение ригелей в блоки 24 м на стенде с упорами, сварка нижнего пояса на стенде;
- склад — 30 % объёма (176 т), остальное подаётся с колёс по графику.

3. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

л. 4 · 16 недель

График построен по захваткам с опережением сварки на одну захватку. Поставка металла — тремя партиями по 195 т, что соответствует 14 дням работы крана и ёмкости склада 1 200 м³.



ЭТАП	НАЧАЛО	ОКОНЧАНИЕ	ДЛИТ., ДН.	ТРУДОЗАТРАТЫ	РЕСУРС
Мобилизация и подготовка	H1	H2	10	180 чел.-ч	Прораб, 4 рабочих
Поставка и складирование	H1	H3	18	310 чел.-ч	Кран 25 т, 2 трала
Укрупнительная сборка	H2	H5	22	640 чел.-ч	Кран 25 т, 4 монтажника
Монтаж захваток 1–4	H3	H13	52	2 430 чел.-ч	Кран 130 т, 8 монтажников
Сварка стыков	H5	H15	58	520 чел.-ч	2 сварщика
Контроль и приёмка	H14	H16	12	100 чел.-ч	Геодезист, лаборатория
Итого по графику	H1	H16	78	4 180 чел.-ч	12 человек в смену

БАЛАНС РЕСУРСОВ

Коэффициент неравномерности трудозатрат 1,28 при среднем составе 6,7 чел. и пиковом 12 чел. Совмещение сварки с монтажом допускается на смежных захватках при расстоянии не менее 10 м и защите зоны сварки от попадания людей.

РЕСУРСЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ГРАФИКА

Состав бригады в смену

ПРОФЕССИЯ	РАЗРЯД	ЧЕЛ.
Монтажник конструкций	5	2
Монтажник конструкций	4	6
Электрогазосварщик	6	2
Машинист крана	6	1
Геодезист	—	1
Итого		12

Резерв времени на непредвиденные работы — 6 рабочих дней (7,7 %), в графике не показан.

Ограничения и риски срока

- поставка металла партиями по 195 т — задержка партии сдвигает захватку на 3 дня;
- ветер более 10 м/с — простой крана, резерв 4 дня в графике;
- сварка при –25 °С — только с подогревом стыка до +15 °С, темп снижается на 15 %;
- совмещение с монтажом ограждающих конструкций начинается после приёмки каркаса.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ЗАХВАТКИ

л. 5

Здание разбито на четыре захватки по 36 × 72 м (2 592 м²). Монтаж ведётся в направлении от оси А к оси Г с торцевой стоянки крана; каждый ярус — колонны, ригели, связи, прогоны.

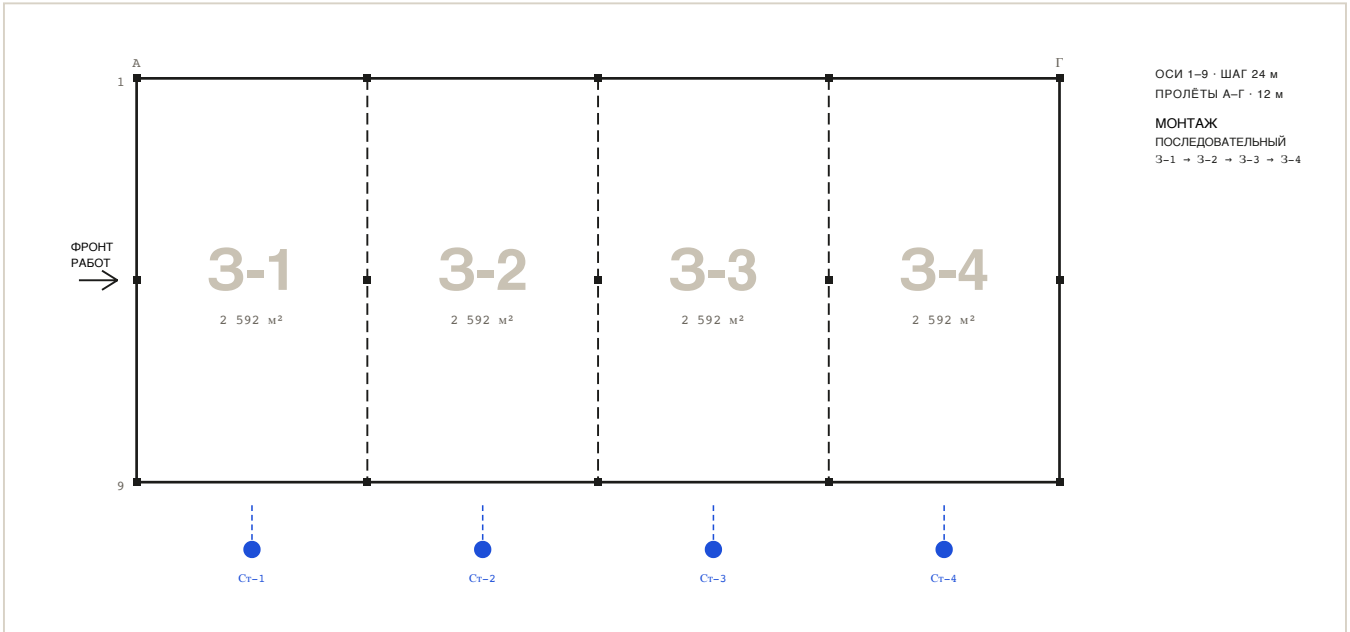


Рис. 2. Схема захваток и последовательность монтажа: 1–4 — номера захваток, точки — стоянки крана, стрелки — направление фронта работ.

ЗАХВАТКА	ПЛОЩАДЬ, М²	КОЛОННЫ, ШТ.	РИГЕЛИ, ШТ.	МАССА, Т	ДЛИТ., ДН.
3-1 (оси 1–3)	2 592	14	24	148	13
3-2 (оси 3–5)	2 592	14	24	146	13
3-3 (оси 5–7)	2 592	14	24	147	13
3-4 (оси 7–9)	2 592	7	12	145	13
Итого	10 368	49	84	586	52

4.1. Последовательность операций на захватке

1. Геодезическая разбивка осей и отметок, вынос реперов, проверка анкерных болтов.
2. Строповка колонны в двух точках, подъём, разворот, наведение на стакан, установка на анкерные болты, временное раскрепление расчалками.
3. Выверка колонны в плане и по вертикали (допуск 1/1000 высоты, но не более 10 мм), затяжка болтов, сварка закладных.
4. Монтаж ригелей на консоли колонн, стыковка, сварка верхнего и нижнего поясов, постановка болтов 50 % + 50 % после сварки.
5. Установка вертикальных и горизонтальных связей, прогонов, элементов фахверка.
6. Контроль геометрии захватки, оформление акта освидетельствования, передача под сварку.

УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ

Требование. До окончания выверки и раскрепления колонн запрещается монтаж ригелей вышележащего яруса и передвижение крана с грузом над незакреплённой конструкцией. Расчалки снимаются только после сварки стыков и достижения проектного закрепления.

5. РАСЧЁТЫ

л. 6

5.1. Опасная зона работы крана

$$R_{оп} = L_{max} + 0,5 \cdot b + L_{без}$$
$$R_{оп} = 32,0 + 0,5 \cdot 1,2 + 5,0 = 37,6 \text{ м}$$

где $L_{max} = 32,0 \text{ м}$ — максимальный вылет; $b = 1,2 \text{ м}$ — ширина груза; $L_{без} = 5,0 \text{ м}$

Опасная зона 37,6 м превышает расстояние до котельной (18 м) с северной стороны; участок выхода зоны за границу площадки — 4,2 м. На этом участке устанавливается сетчатое ограждение высотой 2,0 м, знаки, пост сигнальщика на весь период подъёма.

5.2. Расчёт строповки максимального элемента

$$N = Q / (n \cdot \cos \alpha) = 9,8 / (4 \cdot \cos 45^\circ) = 3,46 \text{ т}$$
$$S = N \cdot k = 3,46 \cdot 6 = 20,8 \text{ тс} \rightarrow \text{канат ТК 6}\times\text{37, } d = 21 \text{ мм, } [S] = 22,4 \text{ тс}$$
$$Q = 9,8 \text{ т} - \text{масса ригеля; } n = 4 \text{ ветви; } \alpha = 45^\circ; k = 6 - \text{коэффициент запаса}$$

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	ПРОВЕРКА
Грузоподъёмность крана на вылете 32 м	12,6 т	$9,8 / 12,6 = 0,78 \leq 1,0$ — обеспечено
Нагрузка на ветвь строп	3,46 т	$3,46 \leq 5,0 \text{ т}$ (строп 4СК-5,0)
Разрывное усилие каната	20,8 тс	$22,4 \geq 20,8$ — принято $d = 21 \text{ мм}$
Нагрузка на фундамент от колонны	38,4 т	расчётная 42,0 т — запас 8,6 %
Удельное давление на склад	2,4 т/м²	допустимо 3,0 т/м² для площадки

5.3. Потребность в машинах и механизмах

МЕХАНИЗМ	КОЛ-ВО	ЗАГРУЗКА, МАШ.-Ч	НАЗНАЧЕНИЕ
Автокран 130 т	1	416	Монтаж каркаса
Автокран 25 т	1	208	Разгрузка, укрупнительная сборка
Сварочный агрегат 300 А	2	520	Стыки, закладные
Автовышка 22 м	1	96	Зачистка, окраска, связи
Трал 40 т	2	144	Поставка металлоконструкций

Расчёты выполнены как пример; при привязке к конкретному объекту уточняются по фактическим нагрузкам и паспорту крана.

5.4. Устойчивость колонны в период монтажа

$$M_{опр} = 1,4 \cdot w \cdot A \cdot h^2 / 2 = 1,4 \cdot 0,38 \cdot 0,86 \cdot 12^2 / 2 = 32,9 \text{ кН}\cdot\text{м}$$
$$M_{уд} = G \cdot b / 2 = 38,4 \cdot 0,4 / 2 = 7,7 \text{ кН}\cdot\text{м} < 32,9 \rightarrow \text{требуется раскрепление}$$

принято: 2 расчалки $\varnothing 16 \text{ мм}$, анкер 1,2 м, усилие 18,6 кН на расчалку

Без раскрепления устойчивость колонны при ветре 10 м/с не обеспечена. Расчалки устанавливаются до снятия стропов и снимаются после сварки стыка и монтажа связей.

5.5. Потребность в складских площадях

МАТЕРИАЛ	ЗАПАС	НОРМА	ПЛОЩАДЬ, м²
Металлоконструкции	176 т	0,15 т/м²	1 173
Стропы, траверсы	1 комплект	—	24
Сварочные материалы	120 кг	0,8 т/м²	18
Болты, метизы	2,4 т	1,2 т/м²	12
Итого			1 227

6. ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

л. 7 · приказ № 782н

Работы относятся к работам повышенной опасности: подъём грузов, работа на высоте, сварка. Выполняются по наряду-допуску с указанием мер безопасности и ответственных лиц.

ОПАСНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ФАКТОР	МЕРОПРИЯТИЕ	СИЗ / СРЕДСТВО
Падение груза, обрушение конструкции	Ограждение опасной зоны 37,6 м, сигнальщик, запрет нахождения под грузом	Каска, сигнальный жилет
Работа на высоте до 12 м	Монтажные площадки, страховочные системы, наряд-допуск	Привязь с амортизатором, анкерная точка
Падение с высоты при монтаже связей	Верхолазные работы двумя монтажниками, страховка за конструкцию	Привязь, карабин, строп
Электрическая дуга, брызги металла	Защитные экраны, заземление, допуск сварщика	Щиток, спецодежда, краги
Шум, вибрация	Ограничение времени, наушники	Беруши, виброзащитные рукавицы
Недостаточная освещённость	Освещённость 50 лк, прожекторы	Каска со светоотражателями

6.1. Организационные меры

- наряд-допуск на производство работ повышенной опасности оформляется на смену, с указанием границ зоны, мер и ответственного производителя работ;
- ежедневный инструктаж перед началом смены с записью в журнале; допуск к работам только после проверки документов и состояния рабочего места;
- работы при ветре более 10 м/с, грозе, снегопаде, видимости менее 50 м не производятся;
- эвакуационные выходы из бытового городка и здания обозначены, путь не перекрывается складированием; связь прораба с машинистом крана — радиостанция и сигнальщик;
- медицинская аптечка и средства пожаротушения на площадке, ответственный — прораб.

ОГРАНИЧЕНИЕ ЗОНЫ РАБОТ

Особое условие. При монтаже у существующей котельной подъём груза над её территорией запрещён. Работа крана с северной стороны ведётся только с ограничителем поворота стрелки, настроенным на сектор 210°.

6.2. Средства индивидуальной защиты и бытовое обеспечение

СРЕДСТВО	НОРМА ВЫДАЧИ	КОМУ
Каска защитная	на 12 мес.	Все работающие на площадке
Привязь страховочная с амортизатором	на 5 лет	Монтажники, сварщики, геодезист
Жилет сигнальный 3 класса	на 12 мес.	Все на площадке
Очки защитные, щиток сварщика	на 12 мес.	Сварщики, резчики
Перчатки, краги, спецобувь	на 1–3 мес.	По профессии

6.3. Действия при инциденте

1. Остановить работу, снять груз, вывести людей из опасной зоны; машинист крана остаётся на месте до команды.
2. Оказать первую помощь, вызвать скорую помощь, сообщить руководителю работ и специалисту по охране труда.
3. Сохранить обстановку, если это не угрожает другим; оформить акт и провести внеплановый инструктаж.
4. Возобновление работ — только после устранения причин и письменного разрешения ответственного лица.

7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И СОКК

л. 8

Система операционного контроля качества охватывает приёмку основания, монтаж, сварку, антикоррозийную защиту и исполнительную съёмку. Контроль ведётся по картам с фиксацией в актах скрытых работ и исполнительных схемах.

ОПЕРАЦИЯ	ПРЕДМЕТ КОНТРОЛЯ	ДОПУСК	МЕТОД	ДОКУМЕНТ
Приёмка фундаментов	Отметки, оси, анкерные болты	±10 мм; ±5 мм	Нивелир, тахеометр	АОСР, исполнительная схема
Монтаж колонн	Вертикальность, отметка	1/1000 h, ≤ 10 мм	Теодолит, отвес	АОСР
Монтаж ригелей	Отметка низа, зазор	±10 мм	Нивелир	АОСР
Сварные стыки	Катет шва, сплошность	по РД, 6 мм	ВИК 100 %, УЗК 10 %	Заключение по сварке
Болтовые соединения	Затяжка, момент	по РД, 300 Н·м	Динамометрический ключ	Акт натяжения
Антикоррозийная защита	Толщина, адгезия	≥ 120 мкм	Толщиномер	Акт покрытия
Геометрия каркаса	Отклонение осей, диагонали	±15 мм	Тахеометр	Исполнительная схема

7.1. Контрольные точки и сроки

- **Стоп-точка 1:** приёмка фундаментов до монтажа — мастер, геодезист, представитель заказчика.
- **Стоп-точка 2:** выверка первой захватки — прораб и геодезист, оформление исполнительной схемы.
- **Стоп-точка 3:** приёмка сварных стыков — лаборатория неразрушающего контроля.
- **Стоп-точка 4:** приёмка каркаса перед монтажом ограждающих конструкций.

ДОКУМЕНТ ПО ЗАВЕРШЕНИИ	ОФОРМЛЯЕТ	СРОК
Акты освидетельствования скрытых работ (5 шт.)	Прораб, мастер	по захватке
Исполнительная геодезическая схема каркаса	Геодезист	до приёмки
Заключение по контролю сварных соединений	Лаборатория	3 раб. дня
Ведомость смонтированных конструкций	Мастер	еженедельно
Акт приёмки ответственных конструкций	Комиссия	по завершении

7.2. Состав и формы исполнительной документации

ДОКУМЕНТ	ФОРМА	КТО ПОДПИСЫВАЕТ	ХРАНЕНИЕ
Акт освидетельствования скрытых работ	Прил. 3 к 344/пр	Прораб, мастер, представитель заказчика	Постоянно
Акт освидетельствования ответственных конструкций	Прил. 4 к 344/пр	Комиссия	Постоянно
Исполнительная геодезическая схема	СП 126.13330	Геодезист, прораб	Постоянно
Журнал монтажных работ	Прил. 1 к 344/пр	Мастер	До сдачи объекта
Журнал сварочных работ	ГОСТ 3242	Сварщик, мастер	До сдачи объекта

8. ПРИЛОЖЕНИЯ И ПОДПИСИ

л. 9

8.1. Состав приложений

№	НАИМЕНОВАНИЕ	ЛИСТОВ	СТАТУС
1	Ведомость металлоконструкций и схема маркировки	4	прилагается
2	Схемы строповки типовых элементов	3	прилагается
3	Технологическая карта сварки монтажных стыков	6	прилагается
4	График поставки металлоконструкций	1	прилагается
5	Перечень документов о качестве (сертификаты, паспорта)	2	прилагается
6	Наряд-допуск на работы повышенной опасности	1	форма
7	Журнал монтажных работ и журнал сварки	—	ведётся на объекте

8.2. Распределение ответственности

РОЛЬ	ФУНКЦИЯ В СИСТЕМЕ ППРК	ПОДПИСЬ
Главный инженер проекта	Согласование ППРк, технические решения	
Начальник участка	Организация производства, ресурсы, наряд-допуск	
Производитель работ	Непосредственное руководство монтажом, допуск	
Мастер СМР	Операционный контроль, исполнительная документация	
Инженер-геодезист	Разбивка, выверка, исполнительные схемы	
Специалист по охране труда	Проверка мер безопасности, инструктажи	

Документ разработан как демонстрационный образец. Наименования организаций, номера, объёмы и сроки условны; перед применением ППРк подлежит привязке к объекту, согласованию с заказчиком и экспертизе в установленных случаях.

Разработал
Инженер ПТО

Проверил
Главный инженер проекта

Утвердил
Технический директор

Шифр документа	ППРк-24–118
Стадия	ППРк
Листов	9
Редакция	1
Основание	РД 24–118–КМ