

■ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА · РАЗДЕЛ КМ

Монтаж металлоконструкций каркаса склада

Одноэтажное складское здание 24 × 72 м, высота до низа ригеля 9,6 м, шаг рам 6 м (объект и параметры условные)

Шифр	ТК-09-2026 · раздел КМ, лист 1–7
Стадия	Рабочая документация, производство работ
Разработал	Инженер-технолог ПТО (роль)
Проверил	Главный инженер проекта (роль)
Основание	Рабочие чертежи КМ, ППРк, задание на производство работ

118,2 т	200	2 180 чел-ч	26 смен
масса каркаса по ведомости элементов	монтажных элементов, 13 рам	нормативные трудозатраты	продолжительность при бригаде 14 чел.

Область применения

Карта распространяется на монтаж стального каркаса одноэтажного складского здания с укрупнительной сборкой рам на площадке и установкой элементов краном в проектное положение. Работы ведутся в летний период при температуре наружного воздуха не ниже –15 °С.

Карта обязательна для производителя работ, мастеров и звеньев монтажников; отклонения от неё допускаются только по согласованию с ГИПОм и оформляются листом изменений.

СОСТАВ КАРТЫ

7 листов

Область применения, нормативная база, конструкция каркаса	лист 2
Схема монтажа, расчёт грузовых характеристик крана и строповки	лист 3
Ведомость операций, трудозатраты и график производства работ	лист 4
Допуски, геодезический контроль, входной контроль конструкций	лист 5
Контроль качества (СОКК), сварные и болтовые соединения	лист 6
Охрана труда, ТЭП, потребность в ресурсах, сдача работ	лист 7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для разработки карты

ДАННЫЕ	ЗНАЧЕНИЕ, ИСТОЧНИК
Габариты в осях	24,0 × 72,0 м; 13 рам с шагом 6,0 м
Отметки	Низ ригеля +9,600; конёк +11,400; низ фермы +9,000
Материал конструкций	Сталь С245 по ГОСТ 27772-2015, заводское антикоррозионное покрытие
Фундаменты	Монолитные башмаки, стаканы 900 × 900 мм, бетон В25, W6
Условия площадки	Твёрдое покрытие, подъезд крана 100 т, свободная зона складирования 24 × 18 м
Период работ	Летний, температура не ниже –15 °С, ветер до 15 м/с

Исходные данные приняты по заданию на разработку карты и рабочим чертежам КМ. При изменении схемы каркаса или массы элементов карта подлежит пересмотру с переоформлением листа изменений.

01 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И НОРМАТИВНАЯ БАЗА

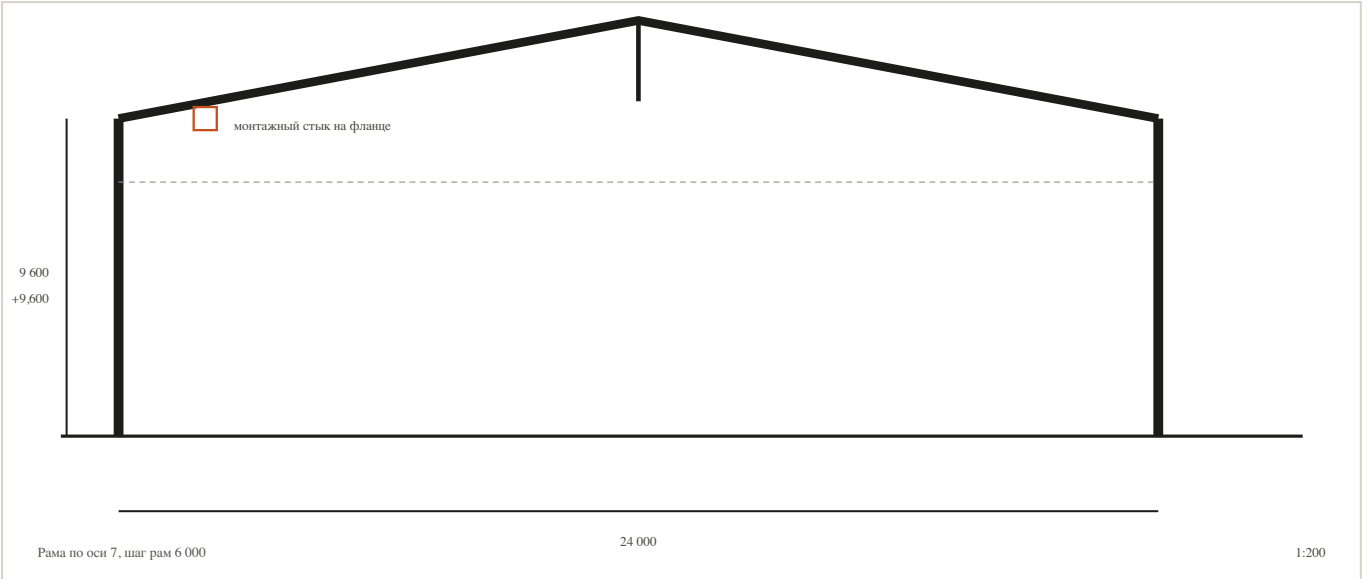
01

Карта разработана на монтаж каркаса из прокатных профилей по серии 1.420-19 с шарнирными узлами сопряжения ригелей с колоннами и жёсткими монтажными стыками колонн на фланцах с высокопрочными болтами.

ДОКУМЕНТ	ЧТО РЕГЛАМЕНТИРУЕТ В КАРТЕ
СП 48.13330.2019	Организация строительного производства, порядок передачи фронта работ, входной контроль и исполнительная документация
СП 70.13330.2012, разд. 4	Монтаж металлических конструкций: последовательность установки, допуски, сварные и болтовые соединения, приёмка
ГОСТ 23118-2019	Конструкции стальные строительные: требования к изготовлению, маркировке и приёмке на заводе
ГОСТ 14771-76	Дуговая сварка в защитных газах — для монтажных стыков полуавтоматом
ГОСТ 7798-70, ГОСТ 11371-78	Болты и шайбы для фланцевых соединений, класс прочности 8.8
Приказ Минтруда № 782н	Правила по охране труда при работе на высоте: наряд-допуск, средства защиты, допуск персонала

02 КОНСТРУКЦИЯ КАРКАСА

02



Поперечная рама, оси 1–13. Пролёт 24 м, шаг рам 6 м, отметка низа ригеля +9,600 схема КМ · 1:200

МАРКА	ЭЛЕМЕНТ	СЕЧЕНИЕ	КОЛ -ВО	МАССА ЕД., Т	МАССА, Т
К-1	Колонна крайнего ряда	Двутавр 40К1	26	2,40	62,4
Р-1	Ригель рамы (полурама)	Двутавр 70Ш2	26	1,60	41,6
П-1	Прогон покрытия	Швеллер 20П	84	0,09	7,6
С-1	Вертикальная связь	Уголок 100х8	48	0,05	2,4
Ф-1	Фахверковая стойка	Двутавр 20Ш1	16	0,26	4,2
Итого по ведомости			200		118,2

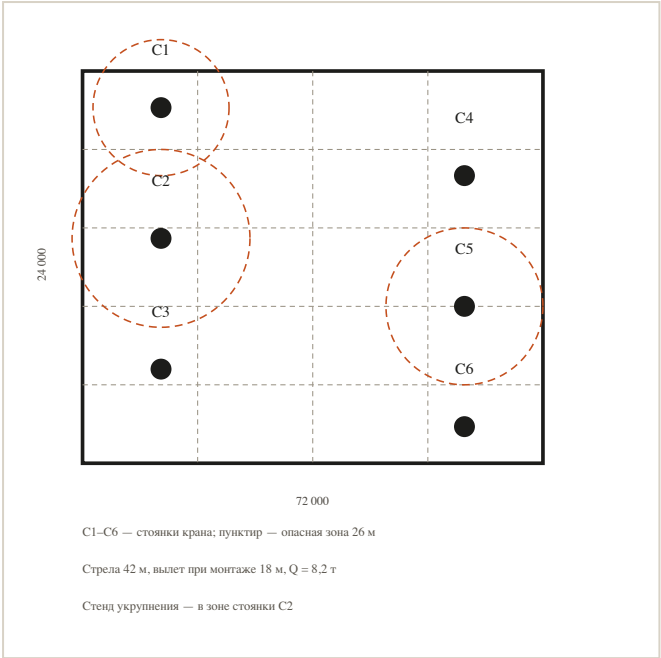
Массы приняты по ведомости элементов КМ; фактическая масса уточняется по сертификатам завода-изготовителя и маркировке отправочных марок.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ДО МОНТАЖА

Отправочные марки принимаются комплектно с сертификатами, маркировкой и исполнительными схемами завода. Искривления элементов, повреждения антикоррозионного покрытия более 5 % площади, деформации фланцев — основания для возврата партии.

03 СХЕМА МОНТАЖА И ГРУЗОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНА

03



План стоянок крана: 6 стоянок, радиусы 18 и 24 м, опасная зона 26 м 1:500

Строповка и грузозахватные приспособления

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ	ТИП	ГРУЗО-ПОДЪЁМНОСТЬ	РАСЧЁТ	ЗАПАС
Строп 4-ветвевой	СК-4-12,5	12,5 т	$2,58 / (4 \cdot \cos 45^\circ) = 0,91$ т	13,7
Траверса ригеля	ТР-24	6,0 т	$1,60 \cdot 1,1 = 1,76$ т	3,4
Захват колонны	ЗК-4	4,0 т	$2,40 \cdot 1,1 = 2,64$ т	1,5
Оттяжка канатная	d 12 мм	1,2 т	усилие 0,42 т	2,9

Грузозахватные приспособления освидетельствованы, имеют бирки и акты испытаний; стропы с обрывами прядей, узлами и износом более 10 % к работе не допускаются.

ПРИМЕР РАСЧЁТА ГРУЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРАНА

$Q = q + q_{тр}$

$H = h_0 + h_{зстр} + h_{из} + h_{стр} + h_{шш}$

$L = \sqrt{l^2 + (H - h_{шш})^2}$

Требуемый вылет

Кран по грузовой характеристике

Коэффициент использования

Принято

$2,40 + 0,18 = 2,58$

$9,60 + 0,50 + 2,40 + 4,00 = 16,50$

$\sqrt{(18^2 + 12,5^2)} = 21,9$

18,0 м

100 т, стрела 42 м, Q = 8,2 т при вылете 18 м

$2,58 / 8,2 = 0,31$

кран 100 , L = 18 , Q = 8,2

Q — масса элемента с оснасткой; qстр — масса 4-ветвевго стропы; hз — зазор над монтажным горизонтом; hз — высота элемента; hстр — высота строповки; hшш — высота шарнира стрелы. Запас по грузоподъёмности 3,2-кратный.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖА

Захватка 1 (оси 1–5) → захватка 2 (оси 5–9) → захватка 3 (оси 9–13): колонны → ригели → прогоны и связи → геодезическая съёмка → сварка и затяжка болтов → антикоррозионная защита узлов. Каждая следующая захватка начинается после приёмки предыдущей по акту скрытых работ.

Укрупнительная сборка полурам выполняется на площадке в зоне действия крана; временное раскрепление колонн — расчалками и инвентарными подкосами по схеме ППРк, снятие раскреплений допускается после затяжки монтажных болтов и сварки стыков ригелей.

Организация монтажной площадки

ЗОНА	РАЗМЕР	НАЗНАЧЕНИЕ	ОГРАНИЧЕНИЕ
Рабочая зона крана	18 × 72 м	Стоянки и подъём конструкций	ограждение, знаки
Опасная зона	R = 26 м	Граница падения груза	проход запрещён
Складирование	24 × 18 м	Рамы, ригели, связи	высота штабеля ≤ 2,4 м
Стенд укрупнения	12 × 6 м	Сборка рам в плоскость	упоры, кондукторы
Бытовой городок	6 × 3 м	Отдых, инструмент, аптечка	вне опасной зоны

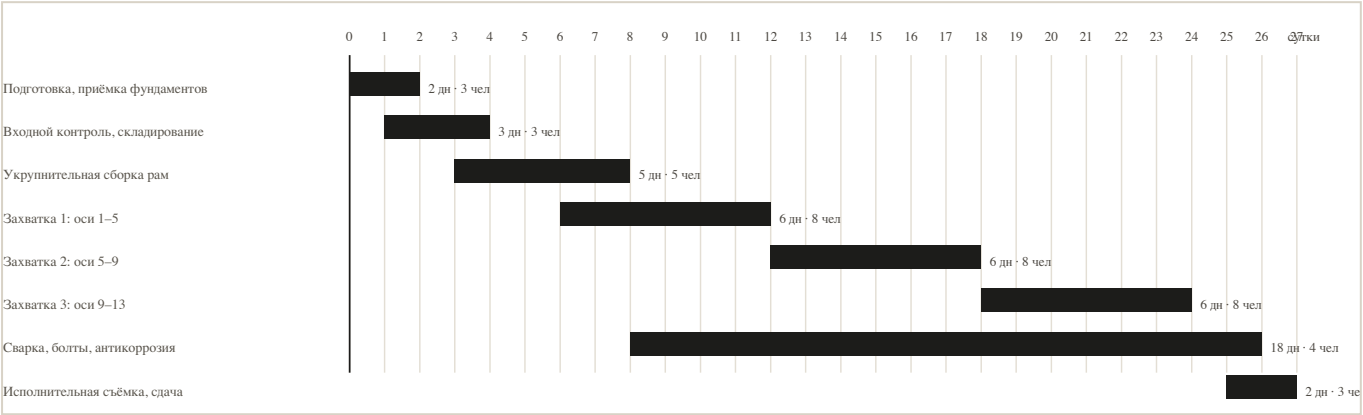
Стенд укрупнения размещается в зоне стоянки C2, что сокращает число подъёмов с 52 до 26. Складирование рам и ригелей — в штабелях высотой не более 2,4 м на инвентарных подкладках; проходы между штабелями не менее 1 м, разрыв до оси движения крана не менее 4 м.

04 ВЕДОМОСТЬ ОПЕРАЦИЙ И ТРУДОЗАТРАТЫ 04

№	ОПЕРАЦИЯ	СОСТАВ ЗВЕНА (РОЛИ)	РАЗРЯД	ОБЪЁМ	НОРМА, Ч/ЕД.	ТРУД-ТЬ, ЧЕЛ-Ч
1	Приёмка фундаментов, геодезическая разбивка осей	Геодезист, монтажник 4 р.	2	26 шт.	0,32	8,3
2	Складирование и входной контроль металлоконструкций	Монтажник 4 р., 3 р.	2	118,2 т	0,42	99,3
3	Укрупнительная сборка полурам на площадке	Монтажники 5 р., 4 р., сварщик	4	13 рам	3,10	161,2
4	Строповка и подъём колонн	Монтажник 5 р., машинист	3	26 шт.	1,15	89,7
5	Установка колонн в стаканы, выверка, раскрепление	Монтажники 6 р., 4 р.	4	26 шт.	2,40	249,6
6	Затяжка анкерных болтов, подливка бетоном	Монтажник 4 р.	2	26 узлов	0,85	44,2
7	Строповка и подъём ригелей	Монтажник 5 р., машинист	3	26 шт.	0,95	74,1
8	Установка ригелей, выверка, временное крепление	Монтажники 6 р., 5 р.	4	26 шт.	1,70	176,8
9	Сварка монтажных стыков ригеля с колонной	Сварщик 6 р., монтажник 4 р.	2	104 стыка	1,20	124,8
10	Монтаж прогонов покрытия	Монтажники 4 р., 3 р.	3	84 шт.	1,05	88,2
11	Монтаж вертикальных связей и фахверка	Монтажники 5 р., 4 р.	3	64 шт.	0,90	57,6
12	Затяжка высокопрочных болтов с контролем момента	Монтажник 5 р.	2	312 болтов	0,58	37,1
13	Антикоррозионная защита узлов	Изолировщик 4 р.	2	104 узла	0,72	46,1
14	Геодезическая исполнительная съёмка, сдача каркаса	Геодезист, мастер	2	1 этап	0,52	33,3
Итого						1 290,3

Нормы времени приняты по ЕНиР, сб. 5 «Монтаж металлических конструкций», с пересчётом на условия площадки (коэффициент 1,08 на стеснённость). Итог 1 290,3 чел-ч — технологическая часть; с подготовительными работами и ПНР — 2 180 чел-ч.

05 ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ 05



Календарный график, сутки. Совмещение работ по захваткам 26 смен

Трудозатраты по профессиям

ГРУППА РАБОТНИКОВ	ЧИСЛО, ЧЕЛ.	ЧЕЛ –Ч	ДОЛЯ, %
Монтажники (3–6 разр.)	12	1 560	71,6
Сварщики 6 разр.	2	260	11,9
Машинисты крана	2	208	9,5
Геодезист	1	52	2,4
Стропальщики, подсобные	2	100	4,6
Итого	19	2 180	100

06 ДОПУСКИ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

06

Предельные отклонения приняты по СП 70.13330.2012 (разд. 4) для конструкций с шарнирными узлами и монтажной сваркой. Отклонения фиксируются исполнительной схемой до затяжки болтов и сдачи захватки.

КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПАРАМЕТР	ПРЕДЕЛЬНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ	МЕТОД	ПЕРИОДИЧНОСТЬ
Отметки опорных поверхностей фундаментов	±5 мм	Нивелирование II разряда	Каждая опора
Смещение осей колонн относительно разбивочных	±5 мм	Теодолит, линейные промеры	Каждая колонна
Отклонение колонн от вертикали	0,001 Н, не более 15 мм	Теодолит, рейка	Каждая колонна
Отметка верха колонн	±10 мм	Нивелирование	10 % выборка
Разность отметок соседних опор	3 мм	Нивелирование	Каждый пролёт
Зазор в монтажном стыке ригеля	2 мм	Щуп, шаблон	Каждый стык
Стрела прогиба ригеля в пролёте	1/1000 пролёта (24 мм)	Нивелирование, струна	Каждый ригель
Смещение осей ригеля в плане	±6 мм	Рулетка, отвес	Каждый ригель
Катет сварного шва	8 мм, допуск –0; +2 мм	Шаблон сварщика УШС-3	100 % стыков
Момент затяжки болтов М20 кл. 8.8	330–360 Н·м	Динамометрический ключ	100 %, выборочно 10 % повторно
Зазор по фланцу стыка	не более 0,5 мм	Щуп	Каждый фланец
Отклонение плоскости фланца	0,3 мм на 100 мм	Поверочная линейка, щуп	Каждый фланец

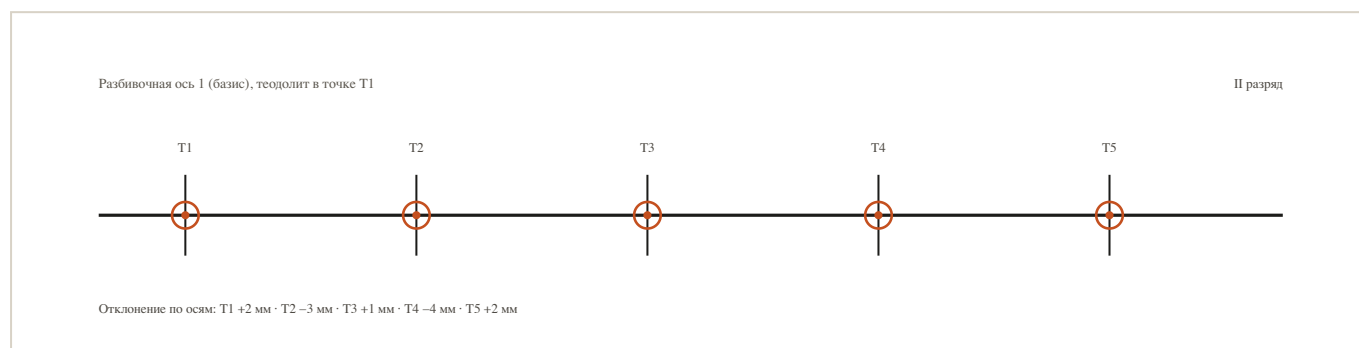


Схема геодезического контроля: разбивочные оси, стоянки прибора, контрольные точки

исполнительная съёмка

Приборы и средства измерений

ПРИБОР	ДИАПАЗОН	ПОГРЕШНОСТЬ	ПОВЕРКА
Теодолит электронный 5"	±120°	5"	действующая, 1 год
Нивелир с компенсатором	±15 мм на 30 м	0,5 мм на 1 км	действующая, 1 год
Рулетка 30 м	0–30 м	±1,2 мм	свидетельство о калибровке
Штангенциркуль ШЦ-1	0–125 мм	±0,05 мм	поверка, 1 год
Динамометрический ключ	50–500 Н·м	±3 %	поверка, 1 год
Шаблон сварщика УШС-3	0–12 мм	±0,1 мм	калибровка

Приборы без действующей поверки к измерениям не допускаются; результаты заносятся в журнал геодезических работ и исполнительные схемы.

ОСОБЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫВЕРКЕ

Выверка колонн выполняется в два этапа: предварительная — по рискам и отвесу, окончательная — теодолитом по двум взаимно перпендикулярным осям. Результаты окончательной выверки фиксируются до затяжки анкерных болтов; последующая подтяжка и подливка бетоном не должны смещать колонну более чем на 2 мм.

07 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

07

Схема операционного контроля качества (СОКК) охватывает три стадии: входной контроль конструкций и материалов, операционный контроль в процессе монтажа, приёмочный контроль захватки. Результаты оформляются актами скрытых работ по форме 344/пр и исполнительными схемами.

ЭТАП	КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПАРАМЕТР	МЕТОД И ПРИБОР	ОБЪЁМ	ОТВЕТСТВЕННЫЙ (РОЛЬ)
Входной	Наличие сертификатов, маркировка, геометрия отправочных марок	Визуально, рулетка, штангенциркуль	100 % марок	Мастер СМР
Входной	Состояние антикоррозионного покрытия, толщина	Толщиномер, визуально	10 % площади	Мастер СМР
Входной	Болты, гайки, шайбы: класс прочности, сертификаты	Документарно, выборочно	3 партии	Инженер качества
Операционный	Устойчивость и геометрия при установке	Теодолит, нивелир, отвес	Каждый элемент	Мастер СМР
Операционный	Сварные стыки: катет, длина, подрезы	ВИК, шаблон УШС-3	100 %	Инженер качества
Операционный	Стыки: внутренние дефекты	УЗК по ГОСТ 14782	10 %, не менее 3 стыков	Лаборатория НК
Операционный	Затяжка высокопрочных болтов	Динамометрический ключ	100 %	Мастер СМР
Операционный	Антикоррозионная защита узлов	Визуально, толщиномер	100 % узлов	Мастер СМР
Приёмочный	Отклонения геометрии каркаса	Исполнительная съёмка	Все оси	Геодезист
Приёмочный	Комплектность ИД по захватке	Документарно	По реестру	Инженер ПТО

Сварные и болтовые соединения

Монтажные стыки свариваются полуавтоматом в среде CO₂ проволокой 1,2 мм (ГОСТ 14771-76), катет 8 мм, положение шва нижнее и вертикальное. Сварщик допускается к работе при наличии действующего удостоверения и клейма; каждый шов маркируется клеймом сварщика.

Фланцевые соединения собираются на высокопрочных болтах М20 кл. 8.8 с предварительной затяжкой 50 % и контрольной 100 % момента. Разность зазоров по фланцу не более 0,5 мм; постановка болтов с деформированной резьбой и без шайб не допускается.

ОСОБЫЕ УСЛОВИЯ

При температуре ниже –15 °С монтажная сварка прекращается; при ветре более 10 м/с сварка ведётся под защитой. Монтаж при скорости ветра более 15 м/с и во время грозы запрещён — элементы повышенной парусности раскрепляются дополнительно.

ВЕДОМОСТЬ АКТОВ СКРЫТЫХ РАБОТ

по захваткам

№ АКТА	НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ	ЗАХВАТКА	ПРИЛОЖЕНИЕ
АОСР 01	Приёмка фундаментов и опорных поверхностей под колонны	оси 1–5	исполнительная схема, протокол нивелирования
АОСР 02	Монтаж колонн, замоноличивание стаканов	оси 1–5	схема раскрепления, паспорта бетона
АОСР 03	Сварка монтажных стыков ригелей	оси 1–5	протокол ВИК, заключение УЗК
АОСР 04	Затяжка высокопрочных болтов фланцевых соединений	оси 1–5	протокол затяжки, сертификаты болтов
АОСР 05	Антикоррозионная защита узлов	оси 1–5	акт на покрытие, паспорта составов

Контроль болтовых соединений

ПАРАМЕТР	ТРЕБОВАНИЕ	КОНТРОЛЬ
Класс прочности болтов	8.8 по ГОСТ 7798-70, сертификат на партию	документарно, 100 %
Порядок затяжки	от середины фланца к краям, в два приёма	по схеме ППРк
Момент затяжки	330–360 Н·м	ключ, 100 %; повторно 10 %
Маркировка затянутых болтов	несмываемой краской после контроля	визуально, 100 %

08 ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ

08

Работы относятся к работам повышенной опасности и выполняются по наряду-допуску (приказ Минтруда № 782н). До начала монтажа мастер проверяет наличие ограждений опасной зоны, знаков, заземления крана и средств защиты.

- 01
- Опасная зона работы крана ограждается, на границе выставляются знаки и сигнальщик; проход людей под поднятым грузом запрещён.
- 02
- Монтажники работают со страховочной привязкой к анкерным точкам, обозначенным в ППРк; перемещение по смонтированным конструкциям — по переходным трапам.
- 03
- Стропальщики допускаются после аттестации; бракованные стропы снимаются с эксплуатации и маркируются.
- 04
- Сварочные работы — по наряду-допуску на огневые работы, с огнетушителем и ограждением искр; рядом не допускается складирование горючих материалов.
- 05
- При ветре более 15 м/с, гололёде и грозе работы на высоте прекращаются, краны устанавливаются в нерабочее положение.

09 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

09

ПОКАЗАТЕЛЬ	ЕД. ИЗМ.	ЗНАЧЕНИЕ
Площадь монтажа (в осях)	м²	1 728
Масса каркаса	т	118,2
Удельная масса конструкций	кг/м²	68,4
Количество монтажных элементов	шт.	200
Трудозатраты по карте	чел-ч	2 180
Трудозатраты на 1 т конструкций	чел-ч/т	18,4
Выработка на 1 чел.-смену	кг/чел-см	434
Продолжительность при бригаде 14 чел.	смен	26
Машино-смены крана 100 т	маш-см	26
Стоимость 1 т монтажа (справочно)	руб./т	18 400

Потребность в ресурсах

Кран автомобильный 100 т — 1 ед.; кран 25 т для разгрузки — 1 ед.; сварочный полуавтомат — 3 ед.; динамометрические ключи — 4 ед.; теодолит и нивелир — по 1 ед.; монтажники 6 разр. — 2, 5 разр. — 4, 4 разр. — 4, 3 разр. — 2, сварщик 6 разр. — 2, геодезист — 1, машинист крана — 2.

Структура стоимости монтажных работ

СТАТЬЯ	ОБЪЁМ	СТОИМОСТЬ , ТЫС . РУБ .	ДОЛЯ , %
Монтаж конструкций	118,2 т	2 175	78,0
Сварка монтажных стыков	104 стыка	312	11,2
Затяжка высокопрочных болтов	312 болтов	96	3,4
Антикоррозионная защита узлов	104 узла	124	4,4
Геодезические работы	13 осей	84	3,0
Итого без НДС		2 791	100

Разработал
Инженер-технолог ПТО

Проверил
Главный инженер проекта

Согласовано
Специалист по охране труда