



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ДВФУ

Б.В. Краснощек

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

2021

Дальневосточный федеральный университет  
Политехнический институт

Б.В. Краснощек

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ**

Для студентов направления подготовки  
08.03.01 «Строительство» и специальности  
08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Практикум



Владивосток

Издательство Дальневосточного федерального университета  
2021

УДК 69.06:624.13(076.5)  
ББК 38.621р30-2

- К78 Краснощек Б.В.** Технологические процессы в строительстве. Монтажные работы: для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» и специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»: практикум / Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. – 44 с.  
ISBN 978-5-7444-4952-0

Практикум содержит алгоритм выполнения основных этапов проектирования производства монтажных работ по возведению надземной части одноэтажного промышленного здания из сборных железобетонных конструкций.

Предназначен для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» и специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» и может быть использован как при изучении дисциплин «Технологические процессы в строительстве», «Технология возведения зданий и сооружений» в процессе практических занятий и курсового проектирования, так и при выполнении ВКР.

*Ключевые слова:* номенклатура процессов, объемы работ, организация и технология, калькуляция затрат труда, график производства работ.

УДК 69.06:624.13(076.5)  
ББК 38.621р30-2

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Краткие указания .....	4
2 Технологическая карта на монтаж железобетонных конструкций надземной части одноэтажного промышленного здания (пример). ....	8
2.1 Область применения.....	8
2.2 Организация и технология выполнения процессов .....	9
2.3 Требования к качеству и приемке процессов.....	11
2.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени .....	18
2.5 График производства работ .....	18
2.6 Материально-технические ресурсы .....	18
2.7 Техника безопасности .....	18
2.8 Техничко-экономические показатели .....	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ А Справочные данные .....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Исходные данные для разработки технологической карты на монтаж железобетонных конструкций промышленного здания.....	40

## **ВВЕДЕНИЕ**

Монтажные работы в строительстве ведутся с целью сооружения несущих и ограждающих конструкций здания.

Цель практических занятий состоит в том, чтобы запроектировать процесс производства работ по возведению надземной части одноэтажного каркасного промышленного здания из сборного железобетона. Задачи занятий - освоить методы выполнения технологических расчетов; получить навыки работы с нормативной, методической и справочной литературой; осуществить документирование расчетов в форме технологической карты.

В практикуме приведены методика и примеры расчетов, необходимые пояснения, рисунки и таблицы, ссылки на источники. Полученные знания и навыки будут использованы студентами в курсовом и дипломном проектировании.

### **1 Краткие указания**

1.1 При проектировании комплексного процесса монтажа конструкций здания задаются условиями: объемно-планировочными решениями здания, конструктивными особенностями сборных элементов, их геометрическими размерами, весовыми и объемными характеристиками, конструктивными особенностями стыков сборных конструкций.

1.2 Проектирование комплексного процесса возведения здания осуществляют в последовательности:

1 Устанавливают состав комплексного процесса и объемы работ по каждому из простых процессов.

В состав комплексного процесса обычно включают простые процессы:

- монтаж конструкций;
- заделка стыков колонн с фундаментами;
- заливка швов плит покрытия;
- герметизация швов стеновых панелей;
- электросварка закладных деталей при соединении подкрановых балок с колоннами, подстропильных ферм с колоннами, стропильных элементов с подстропильными фермами или колоннами, плит покрытия с стропильными элементами, стеновых панелей с колоннами.

Объемы работ определяют, используя заданные параметры возводимого объекта.

2 По единым нормам и расценкам (ЕНиР) [3; 4] определяется трудоемкость каждого процесса.

3 Осуществляют выбор элементов организации и технологии выполнения процессов, опираясь на рекомендации литературных источников, или на технико-экономическое сравнение проработанных вариантов.

Монтаж сборных железобетонных колонн, балок и ферм, плит покрытия и наружного стенового ограждения производят поэлементно (отдельными конструктивными элементами).

В зависимости от способа подачи конструкций к месту установки осуществляют монтаж с предварительной раскладкой их у мест монтажа в зоне действия монтажного крана или монтаж с транспортных средств.

В зависимости от последовательности установки конструкций применяют дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный) методы монтажа. При монтаже одноэтажных промышленных зданий наиболее часто применяют комбинированный метод: колонны, подкрановые балки и стеновые ограждения монтируют дифференцированным методом, – отдельными потоками, а подстропильные и стропильные элементы и плиты покрытия – комплексным методом. Возможно применение комплексного метода также при монтаже одним потоком подкрановых балок и подстропильных ферм.

В зависимости от направления развития монтажного процесса различают продольный и поперечный методы монтажа. Для одноэтажных промышленных зданий предпочтителен продольный метод. Исключение составляют конструкции покрытия, которые в бескрановых зданиях могут монтироваться и поперечным методом. При продольном методе кран, монтируя колонны и однокрановые балки в зданиях с пролетами до 18 м, проходит посередине пролета. Монтируя колонны, он имеет стоянки на поперечных разбивочных осях. При монтаже подкрановых балок стоянки крана располагаются так, чтобы с одной стоянки можно было монтировать по одной 12-метровой или по двум 6-метровым балкам на обеих продольных осях. В зданиях с пролетами более 18 м эти конструкции монтируются краном, проходящим по краям пролетов с соблюдением расстояния не менее 1 м от поворотной части крана до разложенных на земле сборных конструкций. Стоянки крана в этом случае располагаются так, чтобы с одной стоянки можно было монтировать по две колонны или по одной 12-метровой (или по две 6-метровых) подкрановой балке на одной продольной оси. Монтаж элементов покрытия независимо от размеров пролета производится при проходке крана посередине пролета. Монтаж стеновых панелей выполняют после монтажа конструктивных элементов каркаса и покрытия на захватке. Монтаж ведут снизу вверх на всю высоту здания (рис. 5); если стена по высоте состоит более чем из двенадцати панелей, т.е. когда емкость двух кассет для складирования недостаточна, монтаж стены на всю высоту осуществляют за две проходки монтажного крана вдоль фасада здания.

В зависимости от способа наводки монтируемых конструкций на опоры различают свободный, ограниченно свободный и принудительный монтаж.

В зависимости от точности установки конструкций на опоры применяют монтаж с выверкой и безвыверочный.

Монтаж конструкций ведут специализированными потоками, каждому из которых придают комплект транспортных и монтажных машин и соответствующую монтажную оснастку.

Ведущим процессом при возведении надземной части здания является монтаж сборных конструкций, осуществляемый поточным методом. Фронт работ расчленяют на захваты, размер которых определяют из условия обеспечения непрерывной работы кранов. Непрерывность работы кранов обеспечивается тем, что продолжительность установки конструкций первого специализированного потока должна составлять не менее времени расчетного технологического перерыва для достижения бетоном монтажной прочности (не менее 70% за 3-4 дня) в стыках колонн с фундаментами.

Монтаж ограждающих конструкций осуществляют отдельным монтажным потоком после окончания монтажа несущего каркаса здания в целом или его части (захватки). Стеновые панели в каждой ячейке между двумя колоннами монтируют сразу на всю высоту здания или ярусами, высота которых зависит от конкретных условий производства работ.

4 Производят выбор монтажных кранов. Определяющее влияние на выбор кранов оказывают: объемно-планировочные и конструктивные решения строящегося объекта; масса и габариты монтируемых конструкций, их расположение в плане и по высоте здания или сооружения; методы и способы монтажа; технико-экономические характеристики машин. Краны выбирают отдельно для каждого монтажного потока по требуемым техническим параметрам: грузоподъемности, высоте подъема крюка, вылету крюка, длине стрелы. В каждом потоке выбирают наиболее характерную конструкцию, имеющую наибольшие конструктивные параметры (массу, размеры). Требуемые технические параметры для нее определяют, используя схему, построенную в виде разреза, проходящего по месту стоянки крана и центру расположения монтируемой конструкции (рис. 1).

Требуемую грузоподъемность  $Q_{mp}$  устанавливают с учетом масс монтируемого элемента  $M_э$  и прикрепленной к нему такелажной оснастки  $M_о$ :

$$Q_{mp} = M_э + M_о \quad (1)$$

Требуемая высота подъема крюка определяется из расчета высот монтируемого элемента и строповочных приспособлений:

$$H_{кр}^{mp} = h + h_з + h_э + h_c, \quad (2)$$

где  $h$ ,  $h_з$ ,  $h_э$ ,  $h_c$  – соответственно, высота монтажного горизонта; запас по высоте для маневрирования элементом при монтаже (обычно 0,4-1,0 м); высота монтируемого элемента; рабочая высота строповки.

Требуемые вылет крюка и длину стрелы определяют, исходя из ограничений: эти требуемые величины должны иметь оптимальные значения; расстояние между монтажной стрелой и ранее смонтированными и монтируемой конструкциями в процессе монтажа согласно требованию СНиП [2] не должно быть менее 1 м как по вертикали, так и по горизонтали; высота полиспаста должна быть не менее допустимого минимального его значения  $h_n^{min}$  (обычно в пределах от 3

до 5 м). Угол наклона стрелы из условий оптимальности ее длины и недопущения касания стрелой монтируемого элемента определяют из выражения:

$$tg \alpha_1 = \sqrt[3]{\frac{h - h_m + h_3 + h_3}{0.5b + c}} \quad (3)$$

Оптимальную длину стрелы для этих условий вычисляют по формуле:

$$L_{cmp1}^{onm} = \frac{h - h_m + h_3 + h_3}{\sin \alpha_1} + \frac{0.5b + c}{\cos \alpha_1}. \quad (4)$$

Угол наклона стрелы из условий оптимальности ее длины и недопущения касания стрелой ранее смонтированных конструкций находят из выражения:

$$tg \alpha_2 = \sqrt[3]{\frac{h - h_m}{b_1 + c}}. \quad (5)$$

При этом оптимальная длина стрелы определится по формуле:

$$L_{cmp2}^{onm} = \frac{h - h_m}{\sin \alpha_2} + \frac{b_1 + c}{\cos \alpha_2}. \quad (6)$$

Большее из двух значений длины стрелы  $L_{cmp1}^{onm}$  и  $L_{cmp2}^{onm}$  и будет искомое значение  $L_{cmp}^{mp}$  (с углом наклона стрелы  $\alpha$ ).

Требуемый вылет крюка рассчитывается по формуле:

$$L_{кр}^{mp} = L_{cmp}^{mp} \cdot \cos \alpha + d. \quad (7)$$

Значение  $h_n$  определяют по формуле:

$$h_n = L_{cmp}^{mp} \sin \alpha + h_m - h - h_3 - h_3 - h_c. \quad (8)$$

Если условие  $h_n \geq h_n^{\min}$  не выполнено, то угол наклона стрелы находят из условий, что  $h_n = h_n^{\min}$  и недопущения касания стрелой монтируемого элемента из выражения:

$$tg \alpha_3 = \frac{h_c + h_n^{\min}}{0.5b + c}. \quad (9)$$

Угол наклона стрелы не должен также допускать касания ранее смонтированных конструкций:

$$tg \alpha_4 = \frac{h_3 + h_3 + h_c + h_n^{\min}}{b_1 + c} \quad (10)$$

Угол  $\alpha$  принимают равным меньшему из значений углов  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$ .

Значения требуемых параметров определяются по формулам:

$$L_{cmp}^{mp} = \frac{H_{cmp}^{mp} - h_m}{\sin \alpha}; \quad (11)$$

$$L_{кр}^{mp} = L_{cmp}^{mp} \cdot \cos \alpha + d \quad (12)$$

При выборе крана для монтажа плит покрытия возможны две ситуации: кран монтирует плиты в ячейке, двигаясь вдоль фермы и находясь при этом напротив каждой плиты, либо кран стоит на оси пролета и монтирует все плиты ячейки, поворачивая стрелу на угол  $\alpha_5$ . В первом случае приведенные выше формулы для нахождения требуемых значений длины стрелы и вылета крюка будут действительны и при монтаже плит покрытия. Во втором случае эти требуемые значения находят исходя из необходимости монтажа наиболее удаленных от стоянки крана (крайних в ячейке) плит покрытия (рис.1, б). Угол  $\alpha_5$  находят из выражения:

$$\operatorname{tg} \alpha_5 = D / L_{кр}^{mp}, \quad (13)$$

где  $D$  – горизонтальная проекция отрезка от оси пролета здания до центра тяжести устанавливаемой крайней плиты покрытия.

Значение проекции на горизонтальную плоскость длины стрелы в повернутом положении  $L'$  рассчитаем по формуле:

$$L' = L_{кр}^{mp} / \cos \alpha_5 - d. \quad (14)$$

Угол наклона стрелы к горизонту в повернутом положении  $\alpha_6$  найдем из выражения:

$$\operatorname{tg} \alpha_6 = (H_{кр}^{mp} - h_m + h_n) / L'. \quad (15)$$

Требуемую длину стрелы крана при монтаже крайней панели покрытия вычислим по формуле:

$$L_{стр}^{mp} = L' / \cos \alpha_6. \quad (16)$$

Требуемый вылет крюка крана при монтаже крайней панели покрытия найдем по формуле:

$$L_{крю}^{mp} = L' + d. \quad (17)$$

Следует учитывать, что монтаж колонн, балок и ферм выполняется на минимальном вылете крюка крана, поэтому при определении требуемых параметров для монтажа этих конструкций вылет крюка не определяют.

После определения величины требуемых параметров монтажных кранов по ним выбирают для каждого потока из справочной литературы машины, рабочие параметры которых удовлетворяют расчетным, т.е. равны им или несколько превосходят требуемые.

## **2 Технологическая карта на монтаж железобетонных конструкций надземной части одноэтажного промышленного здания (пример)**

### **2.1 Область применения**

Технологическая карта разработана на монтаж сборных конструкций одноэтажного промышленного здания с применением унифицированных габаритных схем и типовых сборных конструкций на основе укрупненной сетки колонн 18×12 м. Исходные данные приняты по варианту 15 прил. Б (длина здания 72 м; число пролетов 3; размер пролета 18 м; шаг крайних колонн 6 м; шаг средних колонн 12 м; шаг ферм 6 м; высота до низа ферм 10,8 м; масса крайних колонн

8,0 т; масса средних колонн 12,4 т; масса фахверковых колонн 7,0 т; масса подкрановых балок длиной 6 и 12 м соответственно 3,8 и 10,0 т; масса стропильных и подстропильных ферм соответственно 9,2 и 7,8 т; масса плит покрытия 2,7 т; масса стеновых панелей 3 т).

В состав работ, рассматриваемых картой, входят: установка колонн, подкрановых балок, подстропильных и стропильных ферм, плит покрытия и стеновых панелей, заделка стыков колонн с фундаментами, сварка закладных деталей, заливка швов плит покрытия, герметизация швов стеновых панелей.

Работы выполняются в летний период и ведутся в одну смену.

## **2.2 Организация и технология выполнения процессов**

До начала монтажа должны быть выполнены работы:

- возведены фундаменты под колонны и проверена правильность их положения в плане и по высоте;
- выполнены работы по устройству подземной части здания, в том числе подземных каналов и туннелей;
- засыпаны пазухи фундаментов;
- по верху стаканов фундаментов и на боковых гранях колонн нанесены риски разбивочных осей;
- закрыты стаканы фундаментов щитами для предохранения от загрязнения;
- выполнена бетонная подготовка под полы и проложены временные дороги из сборных железобетонных плит от постоянных дорог до строящегося здания;
- обозначены в пролетах здания пути движения и рабочие стоянки монтажных кранов;
- доставлены в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, инвентарь и инструмент;

Монтаж здания осуществляется отдельными конструктивными элементами. Монтаж ведется комбинированным методом; колонны, подкрановые балки, подстропильные фермы, стеновые панели монтируются дифференцированным методом, отдельными потоками, а стропильные фермы и плиты покрытия – комплексным методом, в едином потоке.

Направление монтажа всех конструкций принимается продольным. Монтаж всех конструкций, кроме колонн, осуществляется свободным методом; колонны монтируются принудительным методом с применением одиночных кондукторов.

В зависимости от характера подъема конструкций при монтаже колонн применяется метод «поворот», а при монтаже остальных конструкций – метод «на весу». По характеру опирания конструкций во время монтажа используется метод «на опоры».

Здание относится к легкому типу [12]. Согласно рекомендациям [9, 12] для монтажа конструкций применяются гусеничные краны с наибольшей грузоподъемностью 10–25 т. Для монтажа колонн, подкрановых балок, подстропильных ферм, монтируемых при проходке крана по середине пролета, а

также для монтажа стеновых панелей – кран МКГ-25БР со стрелой 20 м. Для монтажа стропильных ферм и плит покрытия – кран КС-5473 со стрелой 24 м.

Колонны разгружают с транспортных средств и раскладывают рядом с фундаментами. К монтажу колонн приступают только после подготовки стаканов фундаментов и инструментальной проверки соответствия их положения в плане и по вертикали рабочим чертежам проекта. Монтажники очищают дно стакана, восстанавливают риски и определяют отметку его дна, устанавливают армобетонные подкладки и инвентарные фиксаторы. Колонны и ее закладные детали также очищают от грязи и наледи, восстанавливают риски, проверяют основные размеры, наличие и правильность расположения закладных деталей. Колонны раскладывают в радиусе действия монтажного крана в положении «на ребро» и в порядке, обеспечивающем их перевод из горизонтального положения в вертикальное путем поворота. Строповка и подъем колонн производятся при помощи полуавтоматического захвата. Временно закрепляют и выверяют колонны одиночными кондукторами с использованием горизонтальных переносных домкратов. Под замоноличивание колонны сдаются партиями. Марка бетона для заделки стыков принимается не ниже марки бетона конструкций. Фрагмент схемы монтажа колонн приведен на рис 2.

Подкрановые балки устанавливают на колонны после достижения бетоном в стыках колонн с фундаментами не менее 70% проектной прочности. Вначале проверяют отметки опорных площадок подкрановых консолей колонн, обеспечивают заданный монтажный горизонт. Раскладку балок в зоне монтажа выполняют на деревянные подкладки, под небольшим углом к ряду колонн и на расстоянии от них 50 см. Перед подъемом на балку навешивают приспособления и подмости для ее временного закрепления в проектном положении, а также оттяжки для ее наводки. Балки устанавливают по осевым рискам на них и подкрановых консолях колонн с временным раскреплением на анкерных болтах и выверкой их. Выверку балок по высоте и в плане осуществляют при помощи домкратов, струбцин и горизонтального винтового устройства. Окончательное закрепление производят электросваркой закладных деталей в торцах балок и в двух уровнях у колонны – у верхней грани подкрановой консоли и на боковой грани выше полки балки.

Фермы и плиты покрытия перед монтажом раскладывают в пролете по обеим сторонам от оси проходки крана. Фермы на земле для их устойчивости складывают в кассетах. Стропильные фермы монтируют после установки и закрепления всех нижерасположенных конструкций каркаса здания. Перед подъемом фермы обустраивают люльками и лестницами, расчалками и оттяжками. В процессе монтажа ферму поднимают краном, разворачивают с помощью оттяжек на 90°, опускают плавно на опоры. Правильность установки ферм контролируют путем совмещения соответствующих рисок. Для строповки ферм используют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Первую ферму после ее подъема, установки и выверки раскрепляют

расчалками, которые закрепляют за переставные инвентарные якоря. Последующие фермы соединяют друг с другом крышевыми кондукторами. После установки первой пары ферм на них укладывают и закрепляют для создания начальной жесткой системы 3-4 плиты покрытия. Затем по мере укладки и приварки плит покрытия снимают все элементы временного крепления. Одновременно с фермами устанавливают все постоянные связи.

Плиты покрытия укладывают в рабочей зоне монтажного крана в штабели до 8-9 штук по высоте. Плиты монтируют сразу после установки и постоянного закрепления очередной фермы. Укладывают плиты на фермы с симметричной их загрузкой, после чего их приваривают к закладным деталям ферм.

Монтаж стеновых панелей ведется отдельным потоком после монтажа конструктивных элементов каркаса и покрытия. Кран осуществляет одну проходку вдоль фасада здания, так как стена, согласно исходным данным по высоте, состоит из двенадцати панелей, вмещающихся в две кассеты, расположенные по обе стороны от оси проходки крана, и достаточных для устройства стены с одной стоянки на всю высоту в пределах шага колонн (рис. 5).

Выверку и закрепление стеновых панелей монтажники осуществляют, находясь внутри здания и располагаясь на двух автомобильных гидроподъемниках.

### **2.3 Требования к качеству и приемке процессов**

Основные требования к качеству работ приняты по СНиП [5].

*Допуски при монтаже колонн:*

1 – отклонение отметок опорных площадок ферм или балок покрытия  $\pm 10$  мм;

2 – отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении при высоте колонн 4,5–15 м  $\pm 15$  мм;

3 – смещение осей колонн в нижнем сечении относительно разбивочных осей  $\pm 5$  мм;

4 – отклонение отметок стальных кронштейнов, столиков, консолей, привариваемых после установки колонн на высоте до 10 м  $\pm 5$  мм, свыше 10 м  $\pm 8$  мм.

*Допуски при монтаже подкрановых балок:*

1 – разность отметок подкрановых рельсов на соседних колоннах одного ряда  $0,001l$ , но не более 10 мм, где  $l$  – расстояние между колоннами, м;

2 – смещение продольной оси подкрановой балки с разбивочной оси на опорной поверхности колонны  $\pm 5$  мм;

3 – отклонение расстояния между осями подкрановых рельсов одного пролета  $\pm 10$  мм;

*Допуски при монтаже ферм:*

1 – отклонение расстояний между осями ферм по верхнему поясу  $\pm 25$  мм;

2 – отклонение отметок опорных узлов ферм  $\pm 20$  мм;

3 – смещение осей элементов относительно разбивочных осей на опорных конструкциях  $\pm 5$  мм.

*Допуски при монтаже плит покрытия:*

1 – разности отметок лицевых поверхностей двух смежных плит покрытия в шве при длине плит до 8 м составляют 10 мм;

2 – отклонения от номинального положения стальных закладных изделия не должны превышать: в плоскости плиты 10 мм, из плоскости плиты 5 мм;

3 – неплоскостность нижней поверхности плиты не должна превышать 8 мм для плит длиной до 8 м.

*Допуски при монтаже стеновых панелей:*

1 – смещение установленных элементов после выверки и снятия строп запрещается;

2 – разница отметок опорных поверхностей панелей стен в пределах выверяемого участка по верху выравнивающего слоя раствора 10 мм;

3 – отклонение поверхностей панелей от вертикали (в верхнем сечении)  $\pm 5$  мм;

4 – смещение осей панелей стен в нижнем сечении от осей  $\pm 5$  мм.

Таблица 1

## Операционный контроль качества

Наименование процесса	Операции подлежащие контролю	Состав контроля		Способ контроля	Время контроля	Кто привлекается к контролю
		прораб	мастер			
Монтаж колонн	Подготовительные	Правильность складирования. Дефекты. Разбивочные оси и риски. Закладные детали. Размеры площадок опирания	Наличие паспортов. Соответствие геометрических размеров. Внешние дефекты. Расположение закладных деталей и их очистка	Визуально, стальной метр	До начала монтажа	
	Подготовка мест установки колонн	Отметка дна стакана фундамента	Очистка стакана фундамента. Размеры стакана фундамента. Наличие рисок на фундаменте	Визуально. Нивелир	До начала монтажа	Геодезист
	Установка колонн	Правильность и надежность строповки. Соосность колонн. Отметки опорных площадок. Надежность временного крепления	Правильность технологии монтажа. Точность установки	Визуально, нивелир, теодолит	В процессе монтажа	Геодезист
	Установка монтажной оснастки		Точность фиксирования оснастки	Визуально	В процессе монтажа	
	Приварка металлических деталей	Качество сварных швов	Марка электродов Размеры швов	Визуально. Стальной метр	В процессе монтажа	Лаборатория
	Антикоррозийная защита закладных	Качество нанесения антикоррозийного слоя		Визуально		Лаборатория

Продолжение табл. 1

	Замоноличивание колонн	Тщательность замоноличивания	Марка, консистенция бетонной смеси	Визуально. Стандартный конус	В процессе монтажа	Лаборатория
	Подготовительные	Правильность складирования	Соответствие форм, геометрических размеров. Наличие паспортов	Визуально, стальной метр	До начала монтажа	
Монтаж подкрановых балок	Выверка опорных поверхностей на консолях	Соответствие отметок опорных площадок колонн проектным	Положение опорных площадок и закладных деталей	Нивелир, визуально, стальной метр	До начала монтажа	Геодезист
	Разметка мест установки на консолях балок	Положение осей балок в плане. Расстояние торцов балок от осевой риски		Стальной метр	До начала монтажа	
	Монтаж подкрановых балок	Правильность и надежность строповки. Правильность и плотность опирания балок. Надежность временного крепления	Правильность технологии монтажа. Совпадение рисков продольной оси балок и рисков на консолях колонн. Правильность положения торцов установленных балок. Вертикальность боковых граней и торцов балок	Визуально, стальной метр, отвес	В процессе монтажа	
	Выверка установленных балок	Соосность всей нитки и отметки верха балок в пределах температурного блока		Нивелир теодолит	В процессе монтажа	
	Постоянное крепление балок	Надежность крепления. Качество сварки. Тип электродов		Визуально	В процессе монтажа	Лаборатория

Продолжение табл. 1

	Монтаж подкранового рельса	Соосность подкранового рельса и балки. Отметка головки рельса. Надежность крепления. Качество сварки		Визуально, нивелир, теодолит	В процессе монтажа	Геодезист
Монтаж ферм	Подготовительные работы	Правильность складирования	Наличие паспортов. Соответствие геометрических размеров. Внешние дефекты. Расположение закладных деталей и их очистка	Визуально, стальной метр	До начала монтажа	
	Выверка опорных поверхностей	Соответствие отметок опорных площадок. Правильность нанесения разбивочных осей	Положение опорных площадок и закладных деталей	Визуально, нивелир, стальной метр	До начала монтажа	Геодезист
	Монтаж ферм	Правильность и надежность строповки. Совмещение осей ферм с разбивочными осями на опорных конструкциях. Вертикальность конструкций. Плотность опирания. Надежность временного крепления	Наличие и правильность нанесения осевых и контрольных рисок на конструкциях. Правильность технологии монтажа	Визуально, отвес, стальной метр	В процессе монтажа	
	Сварка закладных деталей в стыках	Качество сварки. Размеры швов	Тип электродов. Соответствие конструкции стыка проекту	Визуально, стальной метр	В процессе монтажа	Лаборатория
	Антикоррозийная защита	Качество нанесения антикоррозийного слоя		Визуально, стальной метр	До замоноличивания стыков	Лаборатория

Продолжение табл. 1

Монтаж стеновых панелей	Подготовительные работы	Правильность складирования	Наличие паспортов. Соответствие геометрических размеров. Внешние дефекты. Расположение закладных деталей и их очистка	Визуальный, стальной метр	До начала монтажа	
	Монтаж стеновых панелей	Установка панелей в проектное положение	Качество выполнения сварочных работ. Правильность технологии монтажа	Визуальный, стальной метр, отвес строительный, нивелир	В процессе монтажа	Геодезист
	Сварка закладных деталей в стыках	Качество сварки. Размеры швов	Тип электродов. Соответствие конструкции стыка проекту	Визуально, стальной метр	В процессе монтажа	Лаборатория
	Антикоррозионная защита	Качество нанесения антикоррозионного слоя		Визуально, стальной метр	До заделки стыков	Лаборатория
Монтаж плит покрытия	Подготовительные работы	Правила складирования	Наличие паспортов. Соответствие геометрических размеров. Внешние дефекты. Расположение закладных деталей и их очистка	Визуально, стальной метр	До начала монтажа	
	Монтаж плит покрытия	Установка плит в проектное положение (отклонение от симметричности глубины опирания плит в направлении перекрываемого пролета)		Визуально, стальной метр	В процессе монтажа	

*Окончание табл. 1*

	Сварка закладных деталей в стыках	Качество сварки. Размер швов	Тип электродов	Визуально, стальной метр	В процессе монтажа	Лаборатория
	Антикоррозийная защита	Качество нанесения антикоррозийного слоя		Визуально, стальной метр	До заделки швов	Лаборатория

## 2.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени

Калькуляция составлена на процессы установленной в области применения номенклатуры и найденных объемов по исходным данным варианта 15 (табл. 2). При составлении калькуляции использовались ЕНиР [3; 4]. Объемы работ приведены в таблице 2. Калькуляция представлена в табл. 3.

Таблица 2

### Объемы монтажных процессов

Наименование процессов	Единица измерения	Количество
Монтаж крайних колонн К-1 массой 8 т	шт.	26
Монтаж средних колонн К-2 массой 12,4 т	шт.	14
Монтаж фахверковых колонн К-3 массой 7 т	шт.	12
Монтаж подкрановых балок Б-1 массой 3,8 т	шт.	24
Монтаж подкрановых балок Б-2 массой 10 т	шт.	24
Монтаж подстропильных ферм массой 7,8 т	шт.	12
Монтаж стропильных ферм массой 9,2 т	шт.	39
Монтаж плит покрытия массой 2,7 т	шт.	216
Монтаж стеновых панелей массой 2 т	шт.	494
Заделка стыков колонн с фундаментами	шт.	52
Заливка швов плит покрытия	м	1098
Герметизация горизонтальных швов стеновых панелей	м	2772
Герметизация вертикальных швов стеновых панелей	м	201,6
Электросварка горизонтальных швов высотой 10 мм	м	532
Электросварка горизонтальных швов высотой 12 мм	м	260

## 2.5 График производства работ

График составлен в виде линейного (график Ганта). Технологические расчеты выполнены с использованием калькуляции затрат труда и машинного времени (табл. 3). График приведен в табл. 4.

## 2.6 Материально-технические ресурсы

Потребность в материально-технических ресурсах при производстве работ представлена в табл. 5 и 6. Сведения для составления таблиц приняты по материалу раздела 4.2, нормам [7] и рекомендациям [8].

## 2.7 Техника безопасности

При производстве работ необходимо соблюдать правила по технике безопасности, приведенные в СНиП [1; 2].

При возведении здания запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в пределах захватки, где производится перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций.

Монтируемые конструкции во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Не допускается пребывание людей на конструкциях во время их подъема или перемещения.

Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые конструкции на весу.

Расстроповку конструкций, установленных в проектное положение, следует производить после постоянного или временного надежного их закрепления.

Не допускается выполнение монтажных работ на высоте при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ. Работы по перемещению и установке конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

Запрещается пребывание людей под монтируемыми конструкциями до установки их в проектное положение и надежного закрепления.

До выполнения монтажных работ необходимо установить порядок обмена сигналами между лицом, руководящим монтажом, и машинистом.

Запрещается подъем конструкций, не имеющих монтажных петель или меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж.

Расчалки для временного крепления монтируемых конструкций должны быть прикреплены к надежным опорам и расположены за пределами габаритов движения транспорта и строительных машин. Расчалки не должны касаться острых углов других конструкций, а перегибание расчалок в местах соприкосновения с элементами других конструкций допускается лишь после проверки прочности и устойчивости этих элементов под воздействием усилий от расчалок.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую следует применять инвентарные лестницы, переходные мостики и трапы с ограждениями. Не допускается переход монтажников по установленным конструкциям и их элементам (фермам, ригелям и т.п.), на которых невозможно установить ограждения, без применения специальных предохранительных приспособлений (надежно натянутого каната и др.).

Таблица 3

## Калькуляция затрат труда и машинного времени

Наименование процессов	Ед. изм.	Количество	Обоснование по ЕНиР	Норма		Затраты		Рекомендуемый состав звена
				времени чел.-ч	машинного времени маш.-ч	труда чел.-ч	машинного времени маш.-ч	
1 Установка колонн массой до 8 т в стаканы фундаментов	шт.	38	Е4-1-4, т. 2, п. 6а, б	4,9	0,49	186,2	18,6	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 2 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
2 Установка колонн массой до 15 т в стаканы фундаментов	шт.	14	Е4-1-4, т. 2, п. 8а, б	7	0,7	98	9,8	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 2 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
3 Установка подкрановых балок массой до 5 т	шт.	24	Е4-1-6, т. 3, п. 3в, г	6,5	1,3	156	31,2	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 2 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
4 Установка подкрановых балок массой до 11 т	шт.	24	Е4-1-6, т. 3, п. 4в, г	7,5	1,5	180	36	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 2 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1

Окончание табл. 3

5 Установка подстропильных ферм пролетом 12 м	шт.	12	Е4-1-6, т. 4, п. 2а, б	5	1	60	12	То же
6 Установка стропильных ферм пролетом 18 м	шт.	39	Е4-1-6, т. 4, п. 3а, б	8	1,6	312	62,4	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
7 Установка панелей стен площадью до 10 кв. м	шт.	494	Е 4-1-8, т. 2, п. 2а, б	3	0,75	1482	370,5	Монт. 5 р. - 1 Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
8 Укладка плит покрытия площадью до 20 кв. м	шт.	216	Е4-1-7, п. 11а, б	1,2	0,3	259,2	64,8	Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 2 Монт. 2 р. - 1 Маш. 6 р. - 1
9 Заделка стыков колонн с объемом бетонной смеси в стыке свыше 0,1 м <sup>3</sup>	шт.	52	Е4-1-25, т. 1, п. 2	1,2	–	62,4	–	Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1
10 Заливка швов плит покрытий	100 м шва	10,98	Е4-1-26, п. 3а	4	–	43,92	–	Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1
11 Герметизация горизонтальных швов стеновых панелей полиизобутиленовой мастикой	10 м	277,2	Е4-1-27, п. 6	1,1	–	304,92	–	Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1
12 Герметизация вертикальных швов стеновых панелей полиизобутиленовой мастикой	10 м	20,16	Е4-1-27, п. 5	1,3	–	26,2	–	Монт. 4 р. - 1 Монт. 3 р. - 1
13 Электросварка закладных толщиной 10 мм	10 м	53,2	Е22-1-2, п. 1в	4,9	–	260,68	–	Электросв. 4 р. - 1
14 Электросварка закладных толщиной 12 мм	10 м	26,0	Е22-1-2, п. 1г	6,5	–	169	–	Электросв. 4 р. - 1

Таблица 4

## График производства работ

Наименование процесса	Ед. изм.	Кол-во	Затраты		Принятый состав звена	Кол-во рабочих	Кол-во см.	Смены																															
			Труда чел.-	маш. в маш.-ч.																																			
								2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64
Установка колонн	шт.	52	284,2	28,4	М5р.-1 М4р.-1 М3р.-2 М2р.-1	5	3,5																																
Установка подкрановых балок	шт.	48	336	67,2	М5р.-1 М4р.-1 М3р.-2 М2р.-1	5	8,4																																
Установка подстропильных ферм	шт.	12	60	12	М5р.-1 М4р.-1 М3р.-2 М2р.-1	5	0,6																																
Установка стропильных ферм	шт.	39	312	62,4	М5р.-1 М4р.-1 М3р.-1 М2р.-1	4																																	
Укладка плит покрытия	шт.	216	259,2	64,8	М4р.-1 М3р.-2 М2р.-1	4																																	



Таблица 5

## Ведомость машин, механизмов, инструмента, приспособлений

Наименование технических средств	Тип, марка, ГОСТ	Кол-во	Техническая характеристика	Назначение
Кран монтажный	МКГ- 25БР	1	Гусеничный Грузоподъемность 25/3, 8 т. Стрела выдвижная	Установка колонн, подкрановых балок, подстропильных ферм, стеновых панелей. Разгрузка и раскладка этих конструкций
Кран монтажный	КС- 5473	1	Стреловой на специальном шасси	Установка, разгрузка и раскладка стропильных ферм и плит покрытия
Кондуктор	ПИ Промстальконструкция 546а	10	–	Временное крепление колонн массой до 8 т в стаканах фундаментов
Клиновой вкладыш	ЦНИИОМТП, № 7	20	–	Временное крепление колонн в стаканах фундаментов
Домкрат	ПИ Промстальконструкция № 586, лист 87	5	–	Выверка колонн в плане
Распорка винтовая	ПИ Промстальконструкция № 4234Р-44	3	–	Временное закрепление стропильных ферм при шаге 6 м
Страховочное приспособление для монтажников	ГП Мосоргстрой проект № 4645Е	4	–	Страховка монтажников
Траверса унифицированная	Альбом ЦНИИОМТП РЧ-455-69 листы 16-19	3	–	Установка колонн
Траверса	ПК Главстальконструкция 185	3	–	Установка подкрановых балок длиной 6 м
Траверса	ПК Главстальконструкция 1968Р-9	3	–	То же, длиной 12 м
Траверса	КБ Главмосстрой 7016-17	3	–	Установка подстропильных ферм пролетом 12 м
Траверса	ПК Стальмонтаж 1950-53	2	–	Установка стропильных ферм 18 м

Окончание табл. 5

Траверса	ПИ Промстальконструкция, 2006-78	3	–	Укладка плит покрытия 3×6 м
Траверса	ПИ Промстальконструкция 15946Р-10	3	–	Установка панелей стен длиной 6 м
Строп четырёхветвевой	ПИ Промстальконструкция 21059М-28	3	–	Выгрузка и раскладка различных конструкций
Приставная лестница с площадкой	ПК Главстальконструкция 220	4	–	Обеспечение рабочего места на высоте
Навесная площадка с подвесной лестницей	ПК Главстальконструкция 229	4	–	Обеспечение рабочего места на высоте
Площадка сварщика	ЛС-4-00-00	4	–	Размещение рабочих
Монтажный подъемник	СПО-15	4	–	Выполнение работ на высоте до 16 м
Кассета	Чертеж 839.01.000	4	–	Складирование панелей
Растворонасос	СО-69	1	–	Заливка швов плит покрытия
Вибратор ручной электрический	ИВ-4709	2	–	Уплотнение бетона и раствора в стыках и швах
Сварочный трансформатор	ТД-500	2	–	Сварка закладных деталей
Ящик металлический для бетона	Чертеж 106-18	2	–	Хранение бетона на рабочем месте монтажника при заделке стыков
Электрогерметизатор	ИЭ-6601	4	–	Нагнетание мастики в стык
Термостат	Чертеж ЦНИИОМТП	2	–	Подогрев мастики в гильзах
Расшивка	Чертеж ЦНИИОМТП	5	–	Уплотнение мастик в шве
Кельма типа КБ	ГОСТ 9533-81	5	–	Разравнивание, подрезка раствора
Лопата	ГОСТ 3620-63	3	–	Подача бетона

Таблица 6

## Ведомость материалов, полуфабрикатов и изделий

Наименование материальных элементов	Исходные данные			Потребное количество материалов на весь объем работ
	единицы измерения работ	объем работ	норма расхода материала на единицу измерения работ	
1 Колонны К-1	шт.	–	–	26
2 Колонны К-2	шт.	–	–	14
3 Колонны К-3	шт.	–	–	12
4 Подкрановые балки Б1	шт.	–	–	24
5 Подкрановые балки Б2	шт.	–	–	24
6 Подстропильные фермы	шт.	–	–	12
7 Стропильные фермы	шт.	–	–	39
8 Плиты покрытия	шт.	–	–	216
9 Стеновые панели	шт.	–	–	494
10 Бетон для заделки стыков колонн К-1 с фундаментами	шт.	26	0,2 м <sup>3</sup>	5,2 м <sup>3</sup>
11 Бетон для заделки стыков колонн К-2 с фундаментами	шт.	14	0,45 м <sup>3</sup>	6,3 м <sup>3</sup>
12 Бетон для заделки стыков колонн К-3 с фундаментами	шт.	12	0,133 м <sup>3</sup>	1,6 м <sup>3</sup>
13 Раствор для заливки швов плит покрытия	м	1098	0,0243 м <sup>3</sup>	26,7 м <sup>3</sup>
14 Полиизобутиленовая мастика для герметизации стыков стеновых панелей	шт.	494	5,04 кг	2490 кг
15 Электроды	100 м <sup>3</sup>	15,86	120 кг	1903 кг
16 Металл для ограждений и приспособлений	100 м <sup>3</sup>	15,86	0,12 т	1,9 т
17 Олифа	100 м <sup>3</sup>	15,86	1 кг	15,86 кг
18 Антикоррозионная паста	100 м <sup>3</sup>	15,86	10 кг	158,6 кг
19 Бензин	100 м <sup>3</sup>	15,86	2 кг	31,72 кг
20 Керосин	100 м <sup>3</sup>	15,86	3 кг	47,58 кг
21 Солидол	100 м <sup>3</sup>	15,86	4 кг	63,44 кг
22 Карбид кальция	100 м <sup>3</sup>	15,86	30 кг	475,8 кг
23 Кислород	100 м <sup>3</sup>	15,86	80 м <sup>3</sup>	1268,8 м <sup>3</sup>
24 Газ сжиженный	100 м <sup>3</sup>	15,86	16 кг	–
25 Болты сборочные с гайками	100 м <sup>3</sup>	15,86	50 кг	–
26 Гвозди	100 м <sup>3</sup>	15,86	10 кг	158,6 кг
27 Катанка	100 м <sup>3</sup>	15,86	15 кг	–
28 Лес пиленый	100 м <sup>3</sup>	15,86	0,8 м <sup>3</sup>	–

**2.8 Техничко-экономические показатели**

1. Объем работ, м<sup>3</sup> .....1586
2. Общие нормативные затраты труда рабочих, чел.-см. ....450
3. Общие нормативные затраты машинного времени, маш.- см.....78,7
4. Трудоемкость возведения 1 м<sup>3</sup> здания, чел.-см./м<sup>3</sup> .....0,21
5. Выработка одного рабочего на каменной кладке, м<sup>3</sup>/ чел.-см.....3,5
6. Продолжительность работ, дни .....58



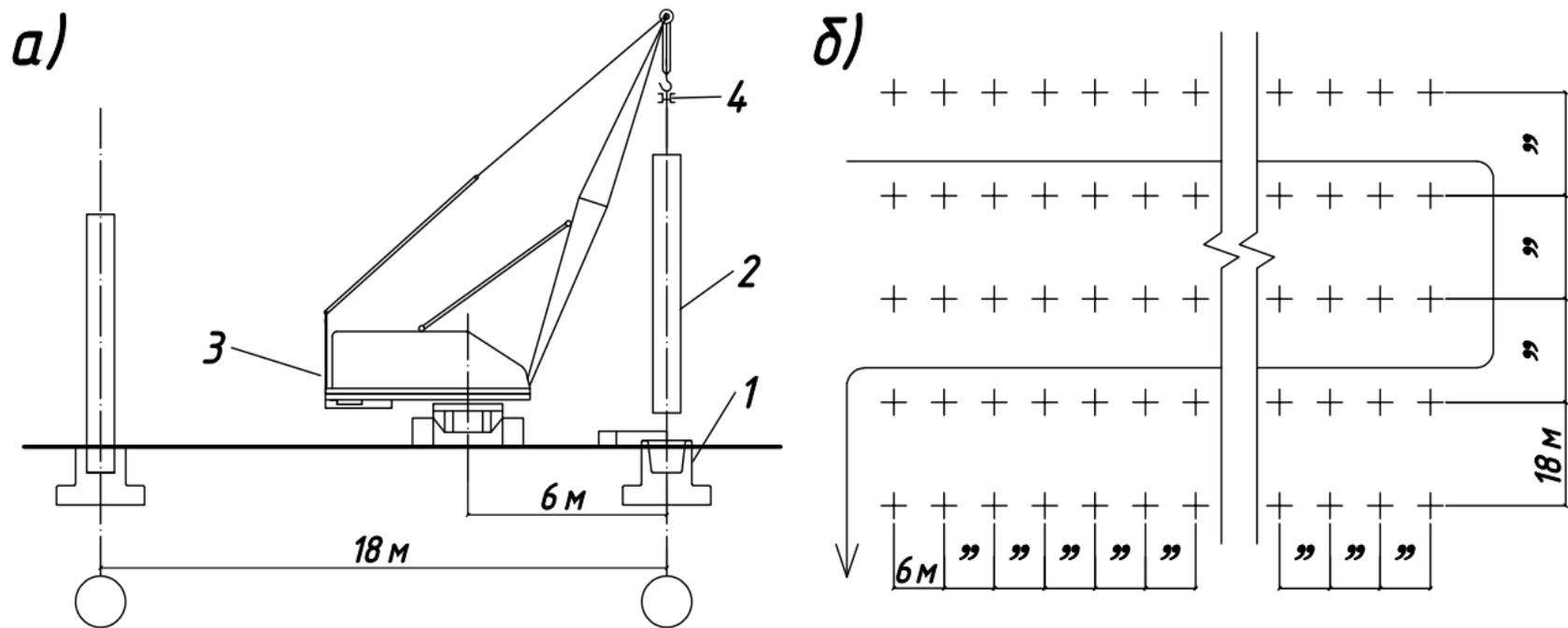


Рис. 2 Схема монтажа колонн:  
 а) схема установки колонн; б) схема движения крана;  
 1 – стакан фундамента; 2 – колонна; 3 – кран; 4 – траверса

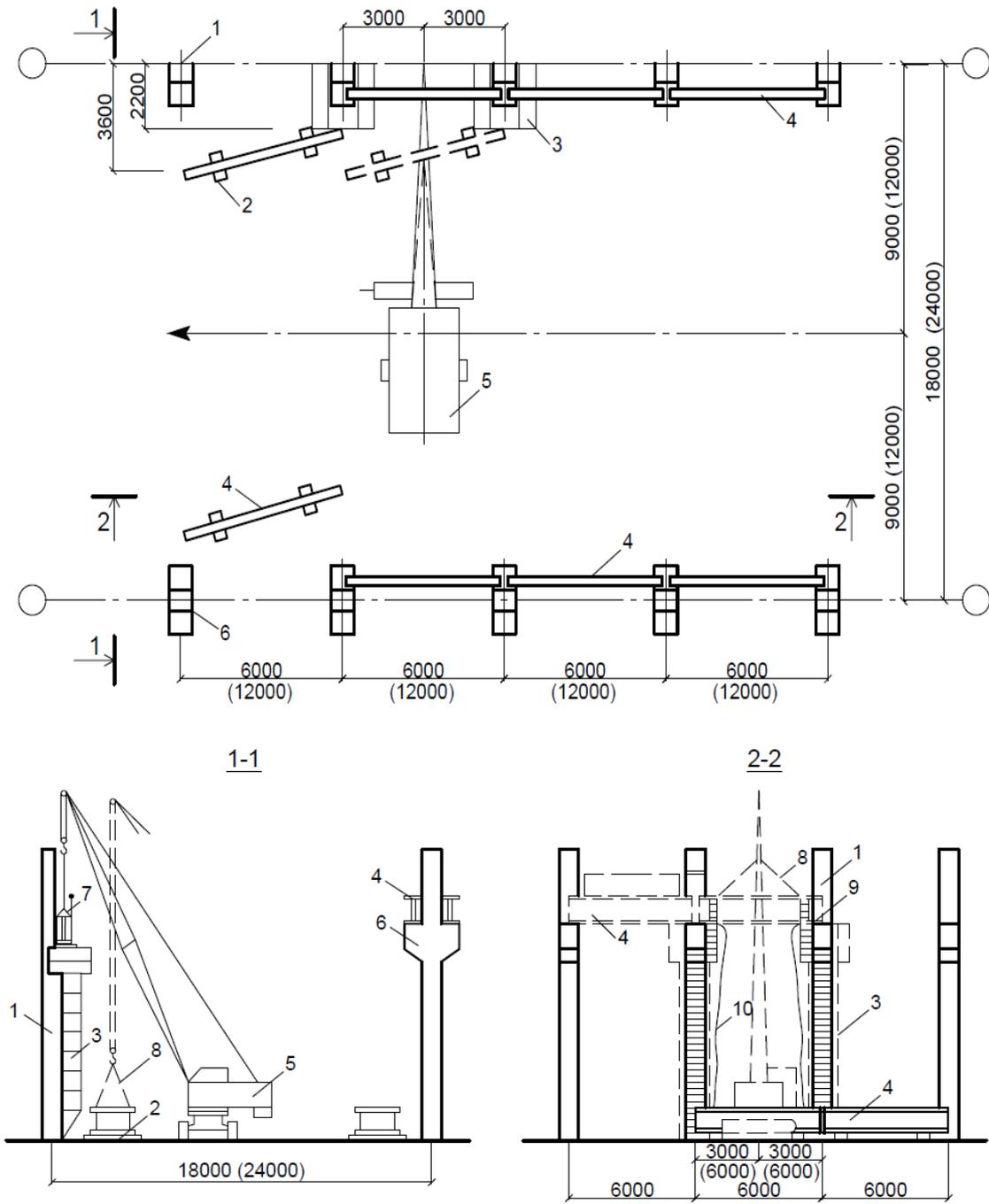


Рис. 3 Схема установки подкрановых балок:

- 1 – колонна крайнего ряда; 2 – деревянная подкладка; 3 – приставная лестница;  
 4 – подкрановая балка; 5 – монтажный кран; 6 – колонна среднего ряда; 7 – стойка со страховочным канатом; 8 – строп; 9 – лестница монтажная; 10 – оттяжка

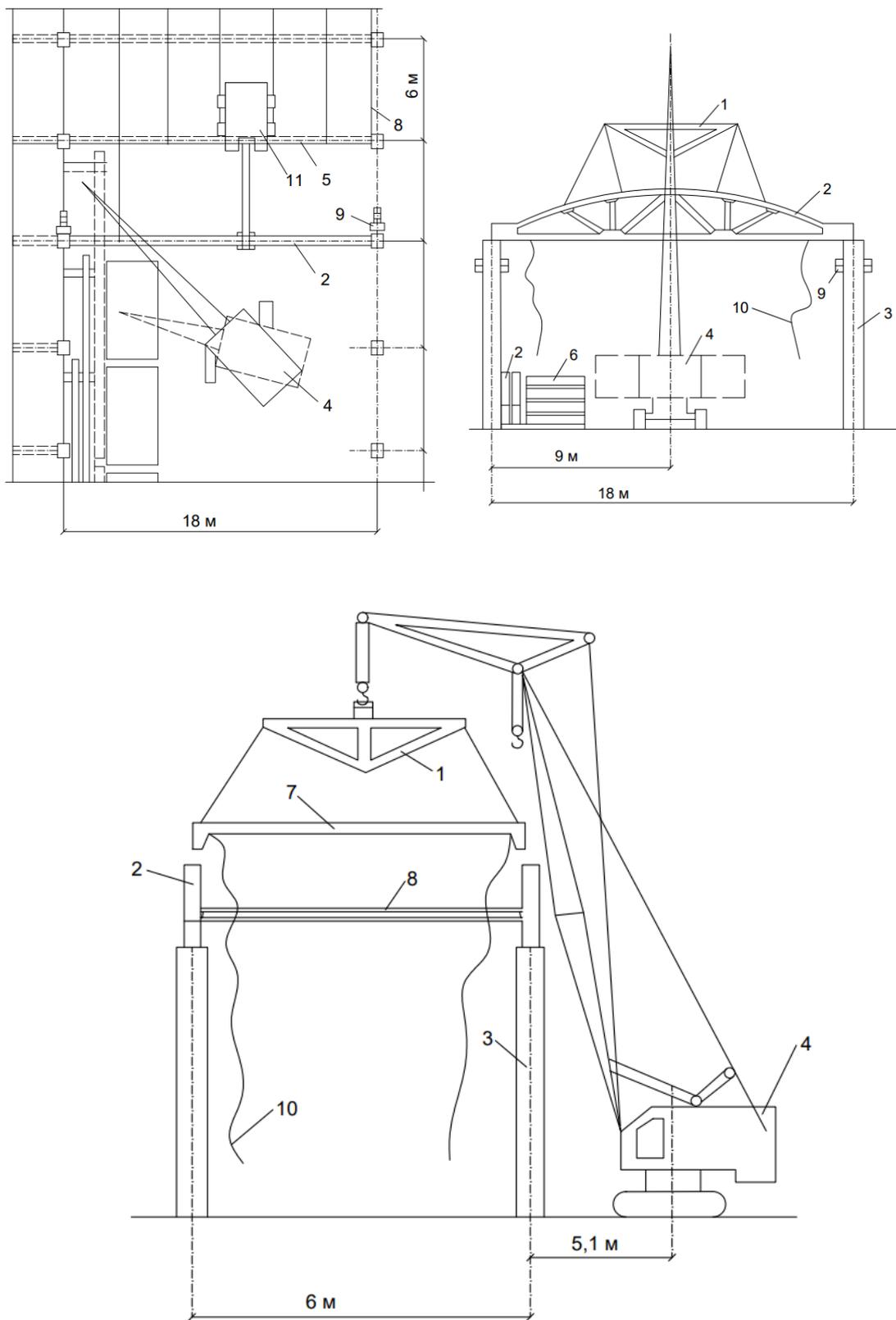


Рис. 4 Схемы монтажа фермы и плит перекрытия:  
 1 – траверса; 2 – стропильная ферма; 3 – колонна; 4 – кран; 5 – плита перекрытия;  
 6 – штабель плит; 7 – монтируемая плита; 8 – временное ограждение;  
 9 – лестница-площадка приставная; 10 – оттяжка; 11 – крышевой кондуктор

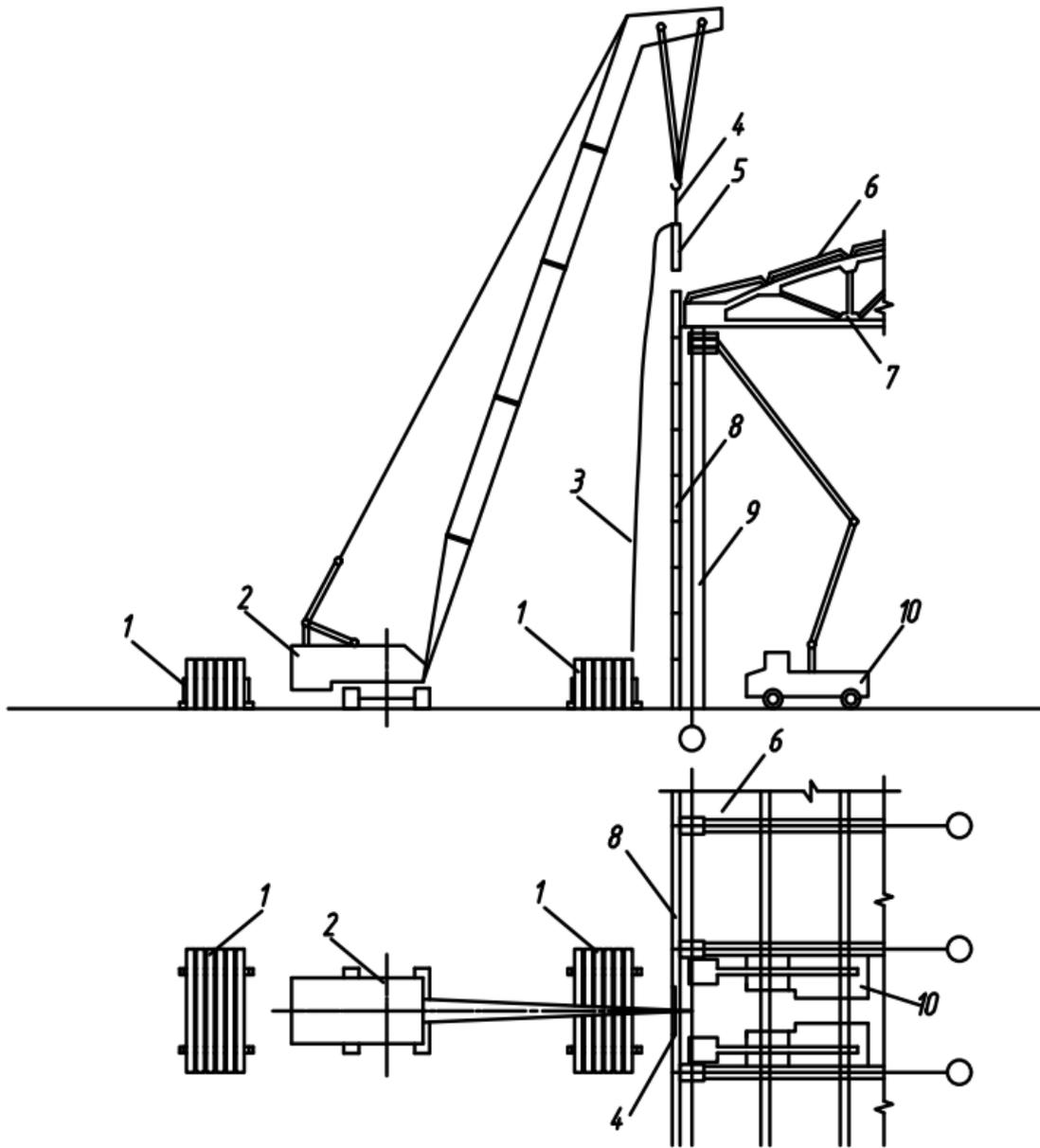


Рис. 5 Схема монтажа стеновых панелей

1 – кассета; 2 – кран; 3 – оттяжка; 4 – строп; 5 – панель; 6 – покрытие; 7 – ферма;  
8 – стеновое ограждение; 9 – колонна; 10 – монтажный гидродъемник

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП Госстроя России, 2001. 41 с.
- 2 СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство / Госстрой России. М.: ГУП ЦПП Госстроя России, 2003. 40 с.
- 3 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Прейскурантиздат, 1987.
- 4 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сб. Е22. Сварочные работы. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Прейскурантиздат, 1987.
- 5 СНиП 70.13330.2011. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. Введен в действие 01.07.2013.
- 6 Киреев А.Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы: справочник (для выполнения курсового и дипломного проектирования по технологии и организации в строительстве и специалистов – строителей) / А.Д. Киреев, Г.В. Несветаев. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 667 с.
- 7 Общие производственные нормы расхода материалов в строительстве. Актуализированная редакция, 2014. М.: Стройиздат, 1982.
- 8 Технологическое оборудование для монтажников. ОАО ПКТИпромстрой, 2008.
- 9 Возведение одноэтажных промышленных зданий унифицированных габаритных схем / сост. Р.А. Гребенник, М.Я. Егнус; Госстрой СССР. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1978. 198 с.
- 10 Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для строит. спец. вузов. Екатеринбург: Интегра, 2016. 216 с.
- 11 Методические указания по разработке технологических карт в курсовых и выпускных квалификационных работах // Промышленное и гражданское строительство: учеб.-метод. комплекс / сост. Б.В. Краснощек, Т.Д. Баранова; Дальневосточный государственный технический университет. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007.
- 12 Справочник современного строителя / под общ. ред. Л.Р. Маиляна. Ростов н/Д: Феникс, 2004.
- 13 Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ. СПб.: Центр качества строительства, 2011.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Справочные данные

Таблица А1

#### Дополнительные нормы на монтаж тяжелых железобетонных элементов

Наименование элементов	Масса, т	Состав звена	Норма времени, чел.-ч	Расценка, руб.
Фундаментные блоки	10	Монтажники: 4-го разряда – 1 3-го разряда – 3	3,8	2–17,5
"	16	"	6,0	3–43,3
Колонны	25	Монтажники: 5-го разряда – 1 4-го разряда – 1 3-го разряда – 3	13,5	8–10
"	40	"	15	9–12
Подкрановые балки	10	Монтажники: 5-го разряда – 1 4-го разряда – 1 3-го разряда – 3	12	7–20
"	15	"	14	8–40
Плиты покрытий 12х3 = 36м <sup>2</sup>	8	Монтажники: 5-го разряда – 1 4-го разряда – 1 3-го разряда – 3	2,7	1–62
Стеновые панели до 25м <sup>2</sup>	до 6,3	Монтажники: 5-го разряда – 1 4-го разряда – 1 3-го разряда – 2	6,3	3–83

Таблица А2

#### Наращение прочности бетона на портландцементе марок 400-500. % к $R_{28}$

Средняя температура бетона, град.	Срок твердения бетона, сут.								
	1	2	3	4	5	6	7	14	28
0	20	26	31	35	39	43	46	61	77
10	27	35	42	48	51	55	59	75	91
15	30	39	45	52	55	60	64	81	100
20	34	43	50	56	60	65	69	87	–
30	39	51	57	64	68	73	76	95	–
40	48	57	64	70	75	80	85	–	–
50	49	62	70	78	84	90	95	–	–
60	54	68	78	86	92	98	–	–	–
70	60	73	84	95	–	–	–	–	–
80	65	80	92	–	–	–	–	–	–

Таблица А3

**Нарастание прочности бетона  
на быстротвердеющем высокоактивном цементе, % к**

Средняя температура бетона, град.	Срок твердения бетона, сут.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	14
0	27	39	45	50	55	62	66	71	95
5	30	42	51	60	67	74	80	86	–
10	36	51	60	69	77	85	92	100	–
15	40	55	68	79	89	99	–	–	–
20	45	62	75	90	–	–	–	–	–
30	54	73	90	–	–	–	–	–	–

Таблица А4

**Нарастание прочности бетона на портландцементе  
с добавкой 5%-го CaCl и 2%-го NaCl к массе, % к  $R_{28}$**

Средняя температура бетона, град.	Срок твердения бетона, сут.										
	1	2	3	4	5	6	7	10	14	21	28
-15	7	10	12	15	17	18	20	25	30	37	42
-10	10	14	18	21	24	26	29	35	42	52	60
-5	12	20	24	28	31	35	38	45	53	64	74
0	17	25	30	35	39	42	47	55	64	76	86
+5	20	29	36	42	47	51	55	65	75	89	100
+10	23	35	42	49	55	60	65	78	91	–	–
+15	28	40	50	58	65	71	77	93	–	–	–

Таблица А5

**Объем бетона, необходимый для заполнения  
стыков колонн с фундаментами**

Сечение колонн, мм	Объем бетона на 1 стык, м <sup>3</sup>
400x400	0,065
500x500	0,133
600x400	0,2
1000x400	0,45
1300x500	0,6
1400x600	0,94
1900x600	1,3

Таблица А6

**Объем работ по сварке и расход бетона при заделке стыков сборных железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий**

Конструкция покрытий	Стыки	Объем работ по сварке в пог. м на 1 пог. м стыка	Расход бетона (раствора) в м <sup>3</sup> на 1 пог. м стыка
Плоские ребристые плиты 12x3 м	Стык между продольными ребрами плит и стык плит с фермами	0,075	0,0243

Окончание табл. А6

Длинные цилиндрические оболочки из панелей свода 3x12 м	Стык панелей свода	0,45	0,019
Короткие цилиндрические оболочки из прямолинейных панелей 3x12 м	Стык панелей цилиндрических оболочек	0,11	0,029
Плоские ребристые плиты по фермам	Стык подкрановых балок	1,15 (на 1 стык)	0,013 (на 1 стык)
То же	Стык ферм с колоннами	0,96 (на 1 стык)	–

Таблица А7

**Расход раствора и герметизирующих материалов  
при заделке стыков наружных стеновых панелей промышленных зданий**

Размеры панелей, мм	Расход материалов			
	Раствора в м <sup>3</sup>		герметизирующей прокладки в пог. м на 1 панель	полиизобутиленовой мастики в кг на 1 панель
	на 1 пог. м шва	на 1 панель		
5980x785x200	0,003	0,021	6,8	4,76
5980x1185x200	0,0032	0,023	7,2	5,04
5980x1785x200	0,0032	0,025	7,8	5,45
5980x785x240	0,0036	0,025	6,8	4,76
5980x1185x240	0,0036	0,0264	7,2	5,04
5980x1785x240	0,0037	0,0292	7,8	5,45
5980x785x250	0,0039	0,0265	6,8	4,76
5980x1185x250	0,004	0,0285	7,2	5,04
5980x1785x250	0,004	0,0315	7,8	5,45
11970x1185x300	0,0047	0,0612	13,2	9,24
11970x1785x300	0,0047	0,0650	13,8	9,67
11970x2385x300	0,0047	0,0684	14,4	10,01

*Примечание:* на герметизацию 1 пог. м стыка наружной стеновой панели расходуется 1 пог. м. герметизирующей прокладки или 0,7 кг полиизобутиленовой мастики.

Таблица А8

**Характеристика монтажных приспособлений**

Наименование элементов	Масса конструкций, т	Масса оснастки, т				Высота захватного приспособления над конструкцией
		захватного приспособления	подмосте й и ограждений	расчалок и распорок	кондукторов	
Фундаментные блоки и балки	4	0,065				3,5
	6,3	0,13				4
	10	0,23	–	–	–	5
	16	0,4				6

Окончание табл. А8

Колонны одноэтажных зданий	4	0,1	0,1	0,1		1,0
	6,3	0,15	0,2	0,2		1,0
	10	0,2	0,25	0,2		1,0
	16	0,35	0,3	0,5	–	1,5
	20	0,5	0,35	0,6		1,5
	25	0,8	0,4	0,8		1,5
	40	1,1				2,0
Колонны многоэтажных зданий	2,5	0,1				1,0
	4	0,15	–	–	–	1,0
	6,3	0,15				1,0
	10	0,25				1,5
Подкрановые балки и ригели	4	0,25				5,0
	6,3	0,5				5,5
	10	0,75	–	–	–	6,0
	16	1,1				6,5
Стеновые панели промышлен- ных зданий длиной 8 м	до 2,5	0,35	–	–	–	1,5
То же, длиной 12 м	до 6,3	0,4	–	–	–	2,5
Подстропиль- ные и стропильные фермы	6,3	0,5	0,10	0,05		4,0
	10	0,65	0,10	0,05	0,3	5,0
	16	1,3	0,15	0,15		6,0
	25	2,4	0,4	0,4		6,5
Плиты перекрытий и покрытий площадью: до 10 м <sup>2</sup> до 16 м <sup>2</sup> до 25 м <sup>2</sup>	1,5	0,15	0,1	–	–	3,5
	2,5	0,25	–	–	–	4,0
	6,3	0,4	–	–	–	4,5
Плиты перекрытий, покрытий площадью до 40 м <sup>2</sup>	10	0,5	0,2	–	–	5,0
Лестничные марши	до 4	0,25	–	–	–	4,0

Таблица А9

**Нормы расхода вспомогательных материалов  
при монтаже строительных конструкций**

Наименование материалов	Единица измерения	Нормы расхода	
		на 100 т металлоконструкций	на 100 м <sup>3</sup> железобетонных конструкций
Бетон товарный	м <sup>3</sup>	–	6 (для колонн и балок)
Раствор цементный	м <sup>3</sup>	–	8 (только для плит)

Окончание табл. А9

Металл для монтажных приспособлений и ограждений	т	0,82	0,12
Болты сборочные с гайками	кг	150	50
Гвозди	кг	5	10
Катанка	кг	40	15
Электроды	кг	600	120
Олифа	кг	110	1,0
Карбид кальция	кг	10	30
Кислород	м <sup>3</sup>	180	80
Газ сжиженный	кг	35	16
Антикоррозионная паста	кг	–	10
Бензин	кг	8	2
Керосин	кг	10	3
Солидол	кг	5	4
Концы обтирочные	кг	10	10
Лес пиленый	м <sup>3</sup>	0,8	0,8

**Переходные коэффициенты к нормам времени и расценкам (ЕНиР),  
учитывающие вспомогательные процессы и операции, не учтенные в основных нормах**

Наименование конструкций	При монтаже со склада			При монтаже с «колес» или при наличии крана для разгрузки		
	коэффициенты			коэффициенты		
	к нормам времени монтажников	к нормам времени машинистов	к расценке для монтажников	к нормам времени монтажников	к нормам времени машинистов	к расценке для монтажников
Фундаментные блоки массой: до 3,5 т	1,9	1,8	2,0	1	1	1
до 5 т	2,3	2,2	2,4	1	1	1
до 12 т	2,4	2,2	2,5	1	1	1
до 16 т	2,4	2,3	2,5	1	1	1
Фундаментные балки массой: до 3 т	1,8	1,7	1,8	1	1	1
до 5 т	1,9	1,8	1,9	1	1	1
Колонны в стаканы фундаментов массой: до 2 т	1,9	1,8	1,8	1	1	1
до 4 т	2,0	2,0	2,0	1	1	1
до 8 т	2,6	2,5	2,7	1,3	1,2	1,3
до 15 т	2,6	2,5	2,7	1,4	1,4	1,5
до 20 т	3,0	3,0	3,0	1,7	1,7	1,8
до 25 т	3,1	3,1	3,2	1,8	1,8	1,9
Колонны на колонны массой: до 2 т	1,6	1,5	1,5	1	1	1
до 4 т	1,7	1,6	1,7	1	1	1
до 6 т	1,8	1,7	1,8	1	1	1

Окончание табл. А10

Подкрановые и подстропильные балки и фермы массой:						
до 5 т	2,0	1,9	2,1	1,2	1,2	1,3
до 11 т	2,4	2,3	2,5	1,4	1,4	1,5
до 18 т	2,8	2,8	2,9	1,8	1,8	1,8
Ригели, прогоны и балки перекрытий массой:						
до 2 т	2,0	1,9	2,1	1,2	1,2	1,3
до 5 т	2,2	2,2	2,3	1,3	1,3	1,3
до 8 т	2,4	2,3	2,5	1,5	1,4	1,6
до 15 т	2,8	2,7	2,9	1,8	1,6	1,9
до 20 т	3,0	2,9	3,0	2,0	1,9	2,0
Фермы пролетом 18 м массой до 8 т	3,2	3,0	3,2	1,8	1,8	1,8
пролетом 24 м массой до 14 т	3,8	3,6	3,8	2,4	2,2	2,4
пролетом 30 м массой до 17 т	5,2	5,0	6,6	2,4	2,2	2,4
Плиты перекрытий и покрытий площадью:						
до 10 м <sup>2</sup>	2,3	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7
до 15 м <sup>2</sup>	2,5	2,4	2,6	2,1	2,0	2,1
до 20 м <sup>2</sup>	2,8	2,7	2,8	2,2	2,2	2,2
до 36 м <sup>2</sup>	3,0	2,9	3,0	2,3	2,2	2,3
Наружные стеновые панели жилых зданий	2,1	2,0	1,9	1,2	1,2	1,2
Внутренние стеновые панели	1,9	1,8	1,8	1,2	1,2	1,2
Наружные стеновые панели промзданий площадью:						
до 10 м <sup>2</sup>	2,2	2,1	2,3	1,3	1,3	1,3
до 15 м <sup>2</sup>	2,4	2,2	2,4	1,4	1,3	1,4
до 25 м <sup>2</sup>	2,6	2,5	2,7	1,5	1,4	1,6
Лестничные марши и площадки:						
до 2,5 т	2,2	2,1	2,2	1,1	1,1	1,2
до 4 т	2,6	2,5	2,7	1,2	1,1	1,3
Гипсобетонные перегородки	1,3	1,2	1,5	1,1	1,1	1,3

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Исходные данные для разработки технологической карты на монтаж железобетонных конструкций промышленного здания

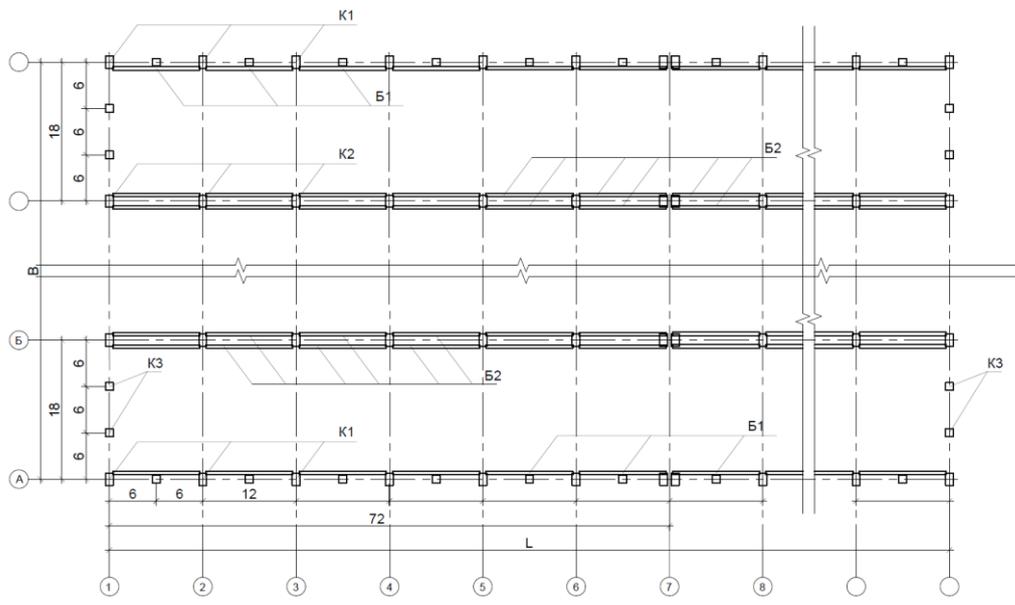
Таблица Б1

#### Варианты заданий

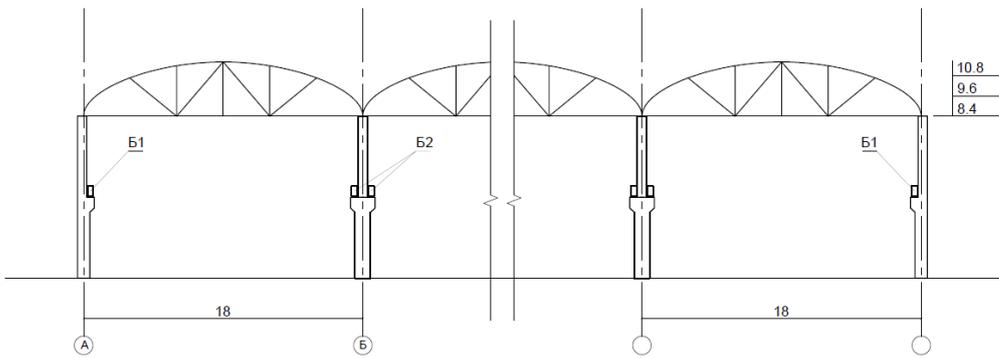
№ варианта	Длина здания, м	Размер пролета	Число пролетов	Шаг крайних колонн, м	Шаг средних колонн, м	Шаг ферм, м	Несущий элемент покрытия	Вид бетона стеновых панелей	Высота от пола до низа фермы, м	Толщина стен, мм
1	60	18	2	6	12	6	балка	Ячеист	8.4	200
2	60	18	2	12	12	6	ферма	Легкий	9.6	240
3	60	18	3	6	12	6	балка	Ячеист	10.8	300
4	60	18	3	12	12	12	ферма	Легкий	8.4	200
5	60	18	4	6	12	6	балка	Ячеист	9.6	240
6	60	18	4	12	12	6	ферма	Легкий	10.8	300
7	60	24	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
8	60	24	2	12	12	12	ферма	Легкий	9.6	240
9	60	24	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
10	60	24	3	12	12	6	ферма	Легкий	8.4	200
11	60	24	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
12	60	24	4	12	12	12	ферма	Легкий	10.8	300
13	72	18	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
14	72	18	2	12	12	6	ферма	Легкий	9.6	240
15	72	18	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
16	72	18	3	12	12	12	ферма	Легкий	8.4	200
17	72	18	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
18	72	18	4	12	12	6	ферма	Легкий	10.8	300
19	72	24	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
20	72	24	2	12	12	12	ферма	Легкий	9.6	240
21	72	24	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
22	72	24	3	12	12	6	ферма	Легкий	8.4	200
23	72	24	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
24	72	24	4	12	12	12	ферма	Легкий	10.8	300
25	84	18	2	6	12	6	балка	Ячеист	8.4	200
26	84	18	2	12	12	6	ферма	Легкий	9.6	240
27	84	18	3	6	12	6	балка	Ячеист	10.8	300
28	84	18	3	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
29	84	18	3	12	12	6	балка	Легкий	9.6	240
30	84	18	2	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
31	84	18	3	12	12	12	ферма	Легкий	8.4	200
32	84	18	4	6	12	6	балка	Ячеист	9.6	240
33	84	18	4	12	12	6	ферма	Легкий	10.8	300
34	84	24	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
35	84	24	2	12	12	12	ферма	Легкий	9.6	240
36	84	24	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
37	84	24	3	12	12	6	ферма	Легкий	8.4	200

Окончание табл. Б1

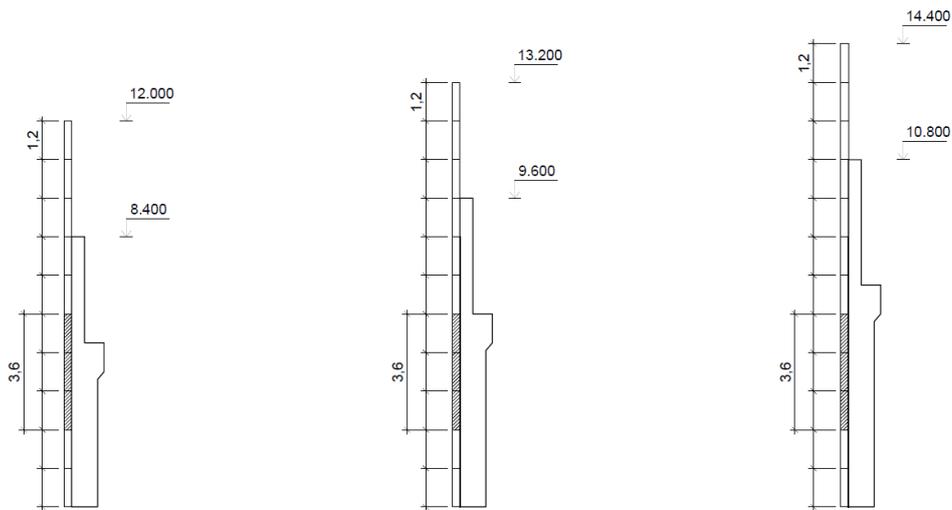
38	84	24	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
39	84	24	4	12	12	12	ферма	Легкий	10.8	300
40	96	18	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
41	96	18	2	12	12	6	ферма	Легкий	9.6	240
42	96	18	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
43	96	18	3	12	12	12	ферма	Легкий	8.4	200
44	96	18	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
45	96	18	4	12	12	6	ферма	Легкий	10.8	300
46	96	24	2	6	12	6	ферма	Ячеист	8.4	200
47	96	24	2	12	12	12	ферма	Легкий	9.6	240
48	96	24	3	6	12	6	ферма	Ячеист	10.8	300
49	96	24	3	12	12	6	ферма	Легкий	8.4	200
50	96	24	4	6	12	6	ферма	Ячеист	9.6	240
51	60	18	2	6	6	6	балка	Ячеист	8.4	200
52	60	18	2	12	6	6	ферма	Легкий	9.6	240
53	60	18	3	6	6	6	балка	Ячеист	10.8	300
54	60	18	3	12	6	12	ферма	Легкий	8.4	200
55	60	18	4	6	6	6	балка	Ячеист	9.6	240
56	60	18	4	12	6	6	ферма	Легкий	10.8	300
57	60	24	2	6	6	6	ферма	Ячеист	8.4	200
58	60	24	2	12	6	6	ферма	Легкий	9.6	240
59	60	24	3	6	6	6	ферма	Ячеист	10.8	300
60	60	24	3	12	6	6	ферма	Легкий	8.4	200
61	60	24	4	6	6	6	ферма	Ячеист	9.6	240
62	60	24	4	12	6	12	ферма	Легкий	10.8	300
63	72	18	2	6	6	6	ферма	Ячеист	8.4	200
64	72	18	2	12	6	6	ферма	Легкий	9.6	240
65	72	18	3	6	6	6	ферма	Ячеист	10.8	300
66	72	18	3	12	6	12	ферма	Легкий	8.4	200
67	72	18	4	6	6	6	ферма	Ячеист	9.6	240
68	72	18	4	12	6	6	ферма	Легкий	10.8	300
69	72	24	2	6	6	6	ферма	Ячеист	8.4	200



а)

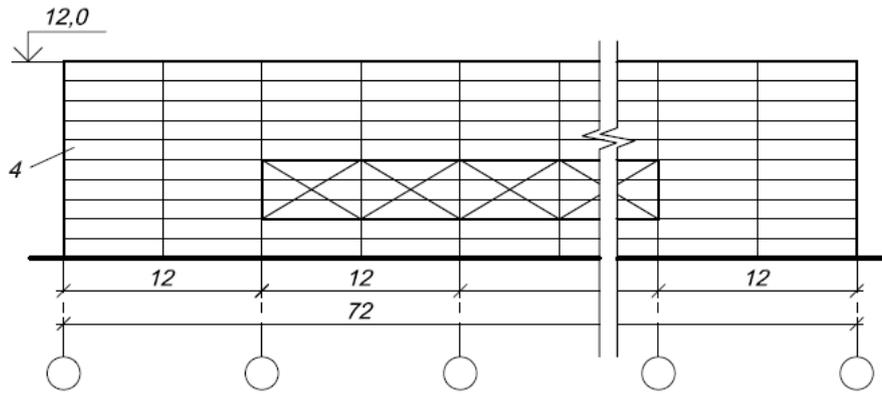


б)

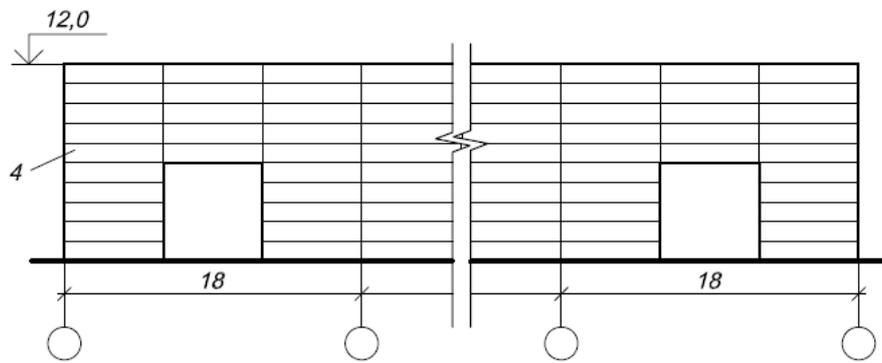


в)

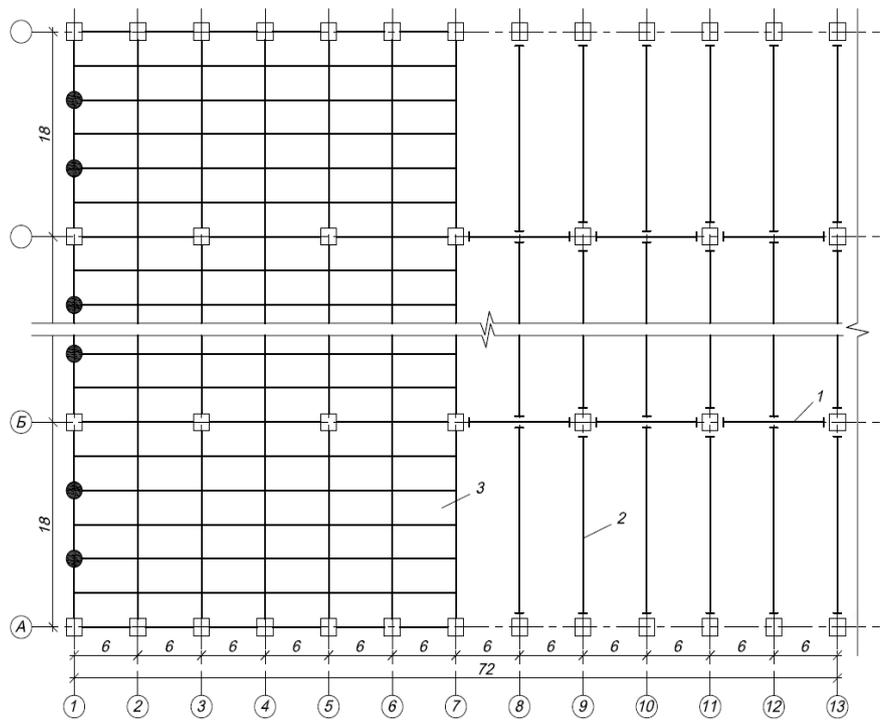
Рис. Б1. Пример схемы одноэтажного промышленного здания:  
а) план; б) поперечный разрез; в) раскладка стеновых панелей



а)



б)



в)

Рис. Б2 Пример раскладки: а), б) стеновых панелей; в) элементов покрытия; 1 – подстропильная ферма; 2 – стропильная ферма; 3 – плита покрытия; 4 – стеновая панель

*Учебное издание*

Автор

**Краснощек Борис Витальевич** – к.т.н., профессор  
Инженерно-строительное отделение  
Инженерного департамента Политехнического института  
*Дальневосточный федеральный университет*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

Для студентов направления подготовки  
08.03.01 «Строительство» и специальности  
08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Практикум

Редактор И.А. Гончарук

Компьютерная верстка И.А. Гончарук

Подписано в печать 28.05.2021

Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 5,1

Тираж 25 экз.

Заказ

Режим доступа [на сайте ПОЛИТЕХа ДВФУ]:

<https://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/manuals/>

Издание подготовлено редакционно-издательским отделом  
Политехнического института ДВФУ  
[Кампус ДВФУ, корп. С, каб. С714]

Дальневосточный федеральный университет  
690922, Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

Отпечатано в Дальневосточном федеральном университете  
(типография Издательства ДВФУ  
690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10)