

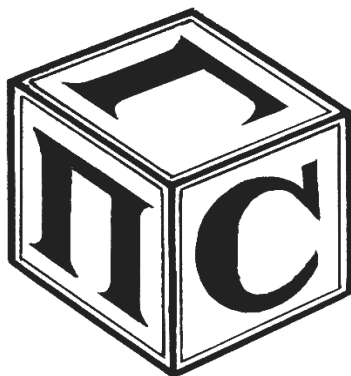
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

# ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальностей  
6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью»  
и 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»  
очной и заочной форм обучения*

Часть 2



Могилев 2025

УДК 69.059  
ББК 38.683  
Т38

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»  
«23» октября 2025 г., протокол № 3

Составители: канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов;  
ст. преподаватель Л. В. Курносенко

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях представлены теоретическая часть и  
порядок проведения практических занятий.

Учебное издание

## ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### Часть 2

Ответственный за выпуск	С. В. Данилов
Корректор	А. А. Подошевкин
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2025

## Содержание

Введение.....	4
1 Конструктивные решения одноэтажного производственного здания с железобетонным каркасом.....	5
2 Практическое занятие № 1. Разработка конструктивной схемы здания .....	10
3 Практическое занятие № 2. Определение номенклатуры и объемов монтажных работ.....	15
4 Практическое занятие № 3. Выбор грузозахватных и вспомогательных приспособлений.....	21
5 Практическое занятие № 4. Определение требуемых монтажных характеристик и подбор монтажных кранов.....	21
6 Практическое занятие № 5. Разработка технологических схем монтажа строительных конструкций.....	29
7 Практическое занятие № 6. Выбор технологии производства монтажных работ.....	36
8 Практическое занятие № 7. Составление калькуляции затрат труда.....	40
9 Практическое занятие № 8. Проектирование календарного графика монтажа строительных конструкций.....	41
10 Практическое занятие № 9. Разработка мероприятий по контролю качества и приемке монтажных работ.....	44
Список литературы.....	45
Приложение А.....	46
Приложение Б.....	47

## Введение

**Технология строительного производства** представляет собой прикладную научную дисциплину, содержащую совокупность знаний в области техники, организации и экономики строительных процессов, осуществляемых на строительных площадках.

**Целями изучения дисциплины** являются овладение студентами необходимыми знаниям технологии производства работ при возведении гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений; приобретение и закрепление практических навыков проектирования монтажных процессов с учетом безопасного производства работ при монтаже строительных конструкций.

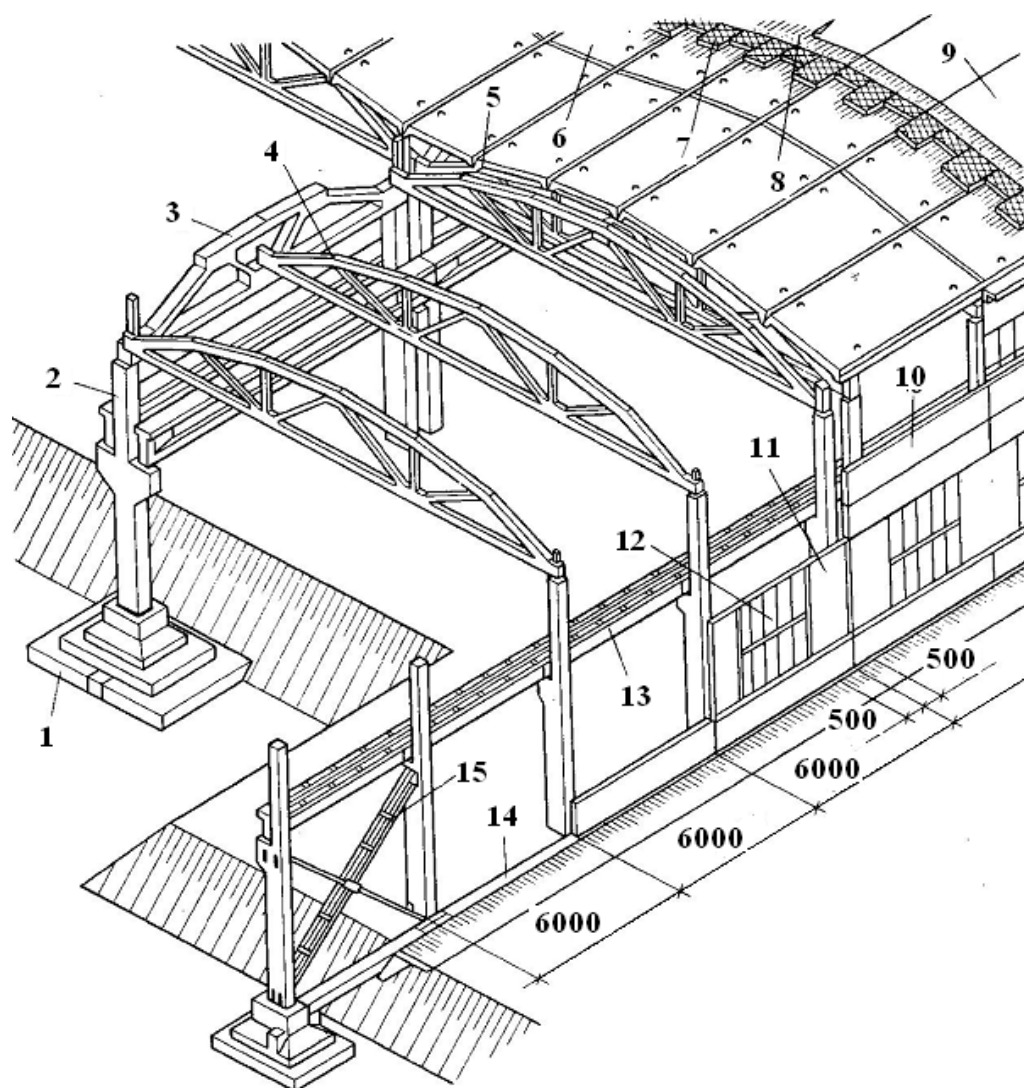
Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов дневной и заочной формы обучения содержат необходимый теоретический и практический материал по технологии производства монтажных работ, обеспечивающий проектирование технологических процессов при разработке индивидуальных и типовых технологических карт. Составлены на основании учебной программы по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальностей 6-05-0732-02 «Экспертиза и управление недвижимостью» 7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений».

В рекомендациях приведены эффективные методы проектирования технологических операций монтажного цикла при монтаже железобетонных конструкций одноэтажного производственного здания. Все разделы методических рекомендаций содержат поясняющие схемы конструктивных и объемно-планировочных решений одноэтажного производственного здания, методы подсчета строительно-монтажных работ, методы операционного контроля качества монтажных работ, схемы технологии и организации выполнения отдельных монтажных операций.

**Требования к содержанию отчетов по темам практических занятий.** Отдельные взаимоувязанные темы практических занятий студенты выполняют на основании индивидуальных заданий, приведенных в таблице А.1. Отчеты в электронном виде либо на бумажных носителях формата А4 по отдельным темам практических занятий должны соответствовать индивидуальным заданиям, структуре практических занятий и содержать соответствующие технологические расчеты и поясняющие схемы технологии и организации производства работ, примеры выполнения которых приведены в методических рекомендациях.

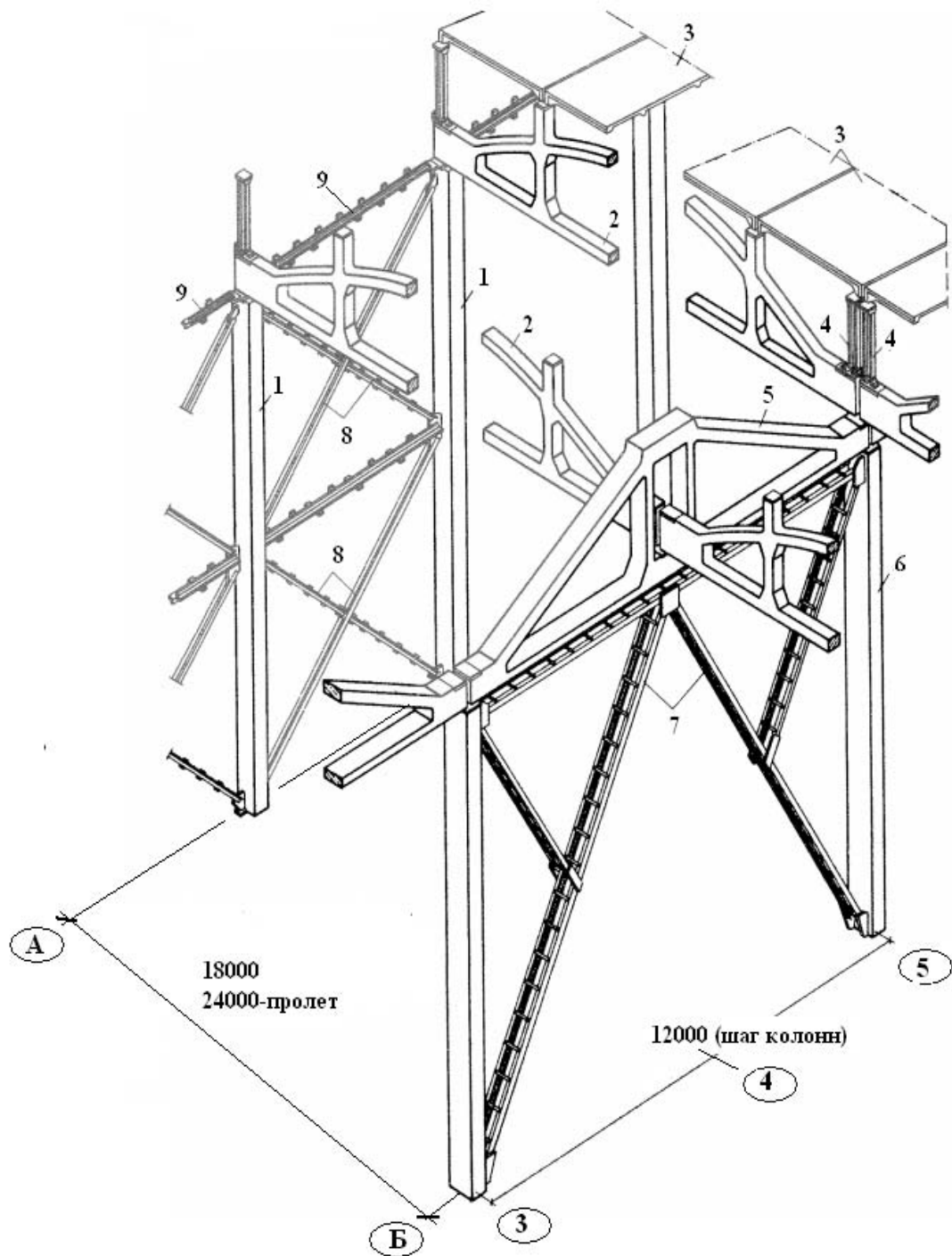
## 1 Конструктивные решения одноэтажного производственного здания с железобетонным каркасом

Одноэтажное производственное здание с железобетонным каркасом состоит из железобетонных фундаментов, сборного железобетонного каркаса, стенового ограждения и покрытия. В состав железобетонного каркаса входят железобетонные колонны, подкрановые балки, стропильные конструкции и связи. Элементы одноэтажного производственного здания с железобетонным каркасом приведены на рисунках 1 и 2 и в таблице 1.



1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – подстропильная ферма; 4 – стропильная ферма; 5 – температурный шов; 6 – плита покрытия; 7 – утеплитель по пароизоляции; 8 – выравнивающая стяжка; 9 – водоизоляционный ковер; 10 – стеновая панель; 11 – простенок; 12 – оконное заполнение; 13 – подкрановая балка; 14 – фундаментная балка; 15 – вертикальная связь

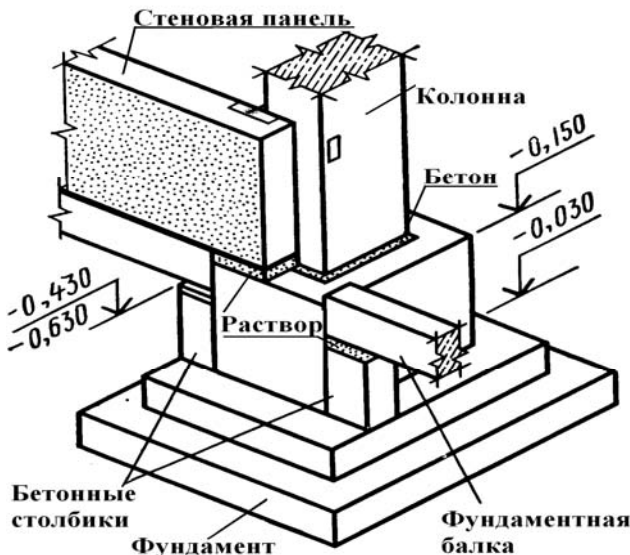
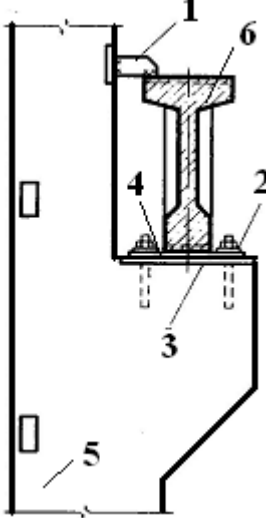

Рисунок 1 – Пример компоновки одноэтажного производственного здания с железобетонным каркасом




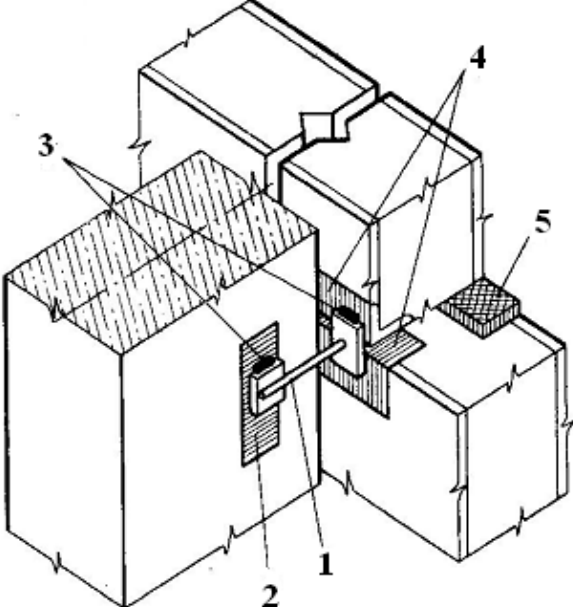
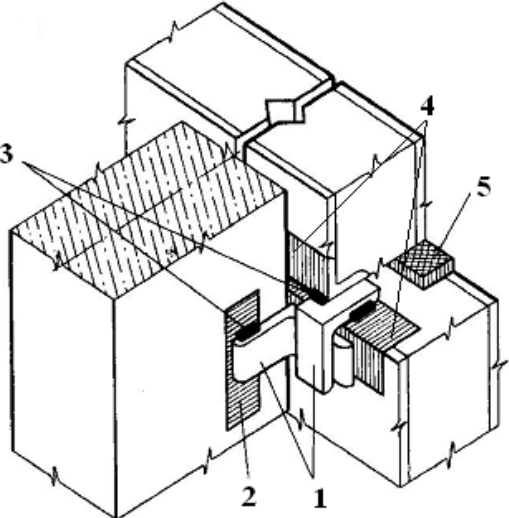
1 – крайняя колонна (шаг 6 м); 2 – стропильная ферма (пролет 18, 24 м); 3 – плиты покрытия; 4 – стальная стойка для опирания плит покрытия; 5 – подстропильная ферма; 6 – средняя колонна (шаг 12 м); 7 – связи по средним рядам колонн (портальная решетка); 8 – связи по крайним рядам колонн (крестовая решетка); 9 – распорки по крайним рядам колонн

Рисунок 2 – Пример компоновки каркаса одноэтажного производственного здания с подстропильными фермами и связями

Таблица 1 – Примеры компоновки узловых соединений железобетонных элементов одноэтажного производственного здания

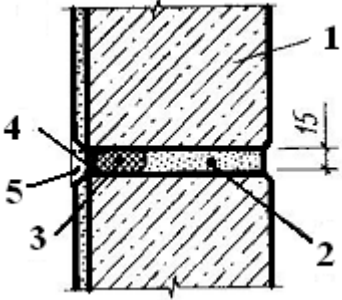
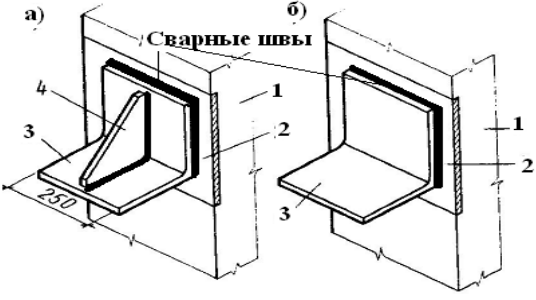
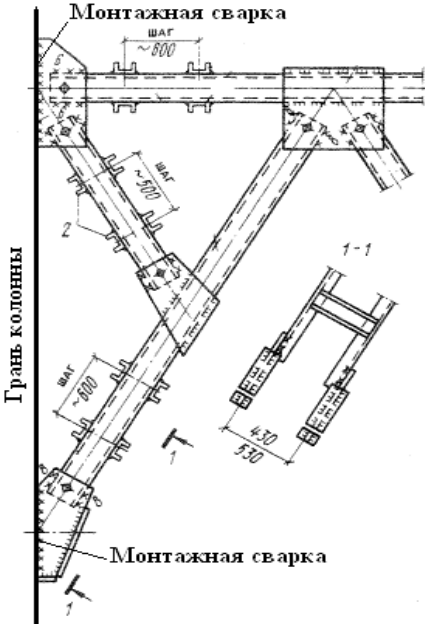
Эскиз узла	Характеристика узла
1	2
	<p>Узел сопряжения железобетонной колонны, фундаментных балок и стеновой панели с фундаментом</p>
	<p>Стык подкрановой балки с колонной:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – соединительная косынка</li> <li>2 – анкерный болт</li> <li>3 – опорный лист</li> <li>4 – пакет стальных пластин</li> <li>5 – колонна</li> <li>6 – подкрановая балка</li> </ul>
	<p>Стык балки (фермы) с крайней колонной, имеющей нулевую привязку</p>

Продолжение таблицы 1

1	2
<p><b>Балка (ферма)</b></p>  <p><b>Колонна</b></p> <p><b>Соединительный элемент для крепления распорок с колоннами</b></p>	<p>Стык балки (фермы) со средней колонной</p>
	<p>Узел соединения 6-метровых стеновых панелей с колонной:</p> <p>1 – гибкая связь из стального стержня Ø14 S240</p> <p>2 – закладная деталь колонны</p> <p>3 – монтажная сварка</p> <p>4 – закладные детали стеновой панели</p> <p>5 – синтетическая прокладка</p>
	<p>Узел соединения 12-метровых стеновых панелей с колонной:</p> <p>1 – уголок</p> <p>2 – закладная деталь колонны</p> <p>3 – монтажная сварка</p> <p>4 – закладная деталь стеновой панели</p> <p>5 – синтетическая прокладка</p>



## Окончание таблицы 1

1	2
	<p>Горизонтальный стык стеновых панелей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – стеновая панель</li> <li>2 – цементно-песчаный раствор</li> <li>3 – герметизирующая прокладка</li> <li>4 – нетвердеющая мастика</li> <li>5 – замок из полимерцементных составов</li> </ul>
	<p>Стальной столик для опирания ненесущих навесных стеновых панелей над световыми проемами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а – для опирания двух панелей</li> <li>б – для опирания одной панели</li> <li>1 – железобетонная колонна</li> <li>2 – закладная деталь</li> <li>3 – консольный столик (уголок)</li> <li>4 – ребро жесткости</li> </ul>
	<p>Портальная вертикальная связь, устанавливаемая в связевом блоке между колоннами</p>

## 2 Практическое занятие № 1. Разработка конструктивной схемы здания

Осуществляется согласно выданному индивидуальному заданию, приведенному в таблице А.1. Студент должен представить следующие материалы:

- план здания с указанием проемов, основных размеров и маркировки элементов (рисунок 3);
- поперечный разрез здания (рисунок 7);
- торцовые и продольные фасады здания с раскладкой стеновых панелей (рисунки 8 и 9);
- схемы расположения подкрановых балок, подстропильных и стропильных конструкций и плит покрытия (рисунок 12).

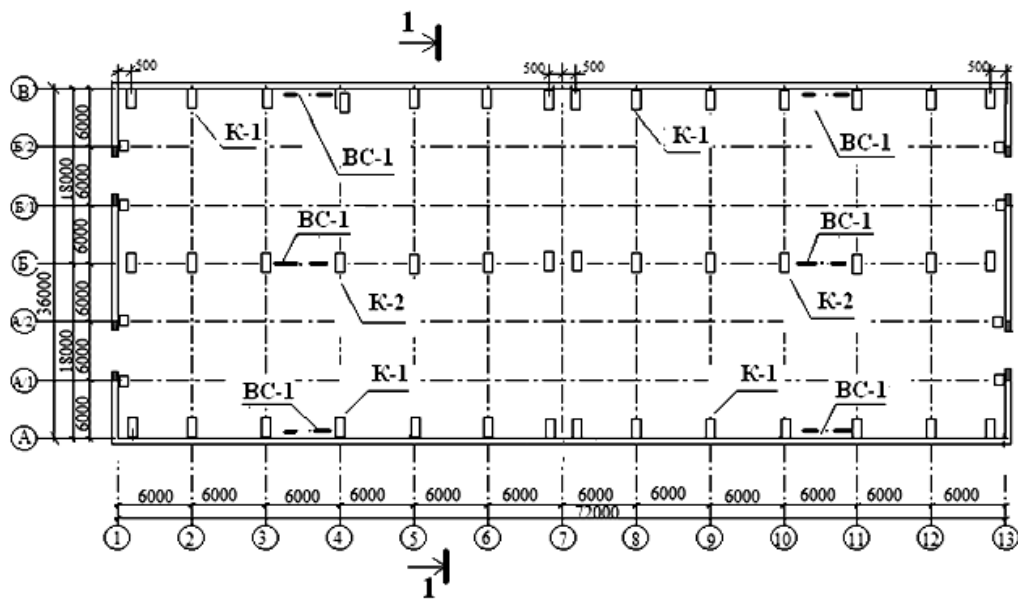
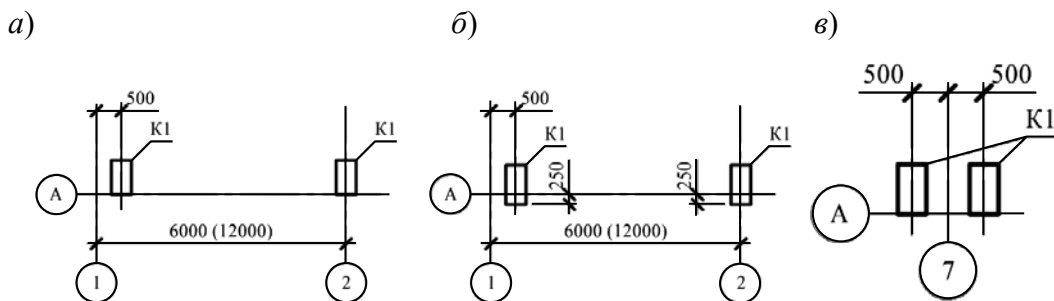


Рисунок 3 – Пример составления схемы плана здания на отметке 0.000

Колонны, примыкающие к торцам температурных блоков, смещают относительно поперечной оси на 500 мм внутрь здания (см. рисунки 3 и 4).



а – 0 мм; б – 250 мм; в – местах примыкания температурно-деформационных участков

Рисунок 4 – Примеры привязки основных колонн крайнего ряда продольной и поперечной координационным осям

При устройстве поперечного температурного шва между блоками следует использовать вариант без вставки, представленный на рисунке 4, в.

При разработке разрезов и фасадов, на которых указаны стеновые панели, следует руководствоваться типовыми компоновками стеновых панелей (рисунки 10 и 11).

В каждом из пролетов зданий в стенах устраиваются ворота размером:  $4 \times 3$  либо  $4,7 \times 5,6$  м (рисунок 6).

В наружных продольных стенах, необходимо предусмотреть оконные и дверные проемы (рисунки 5, 7–9).

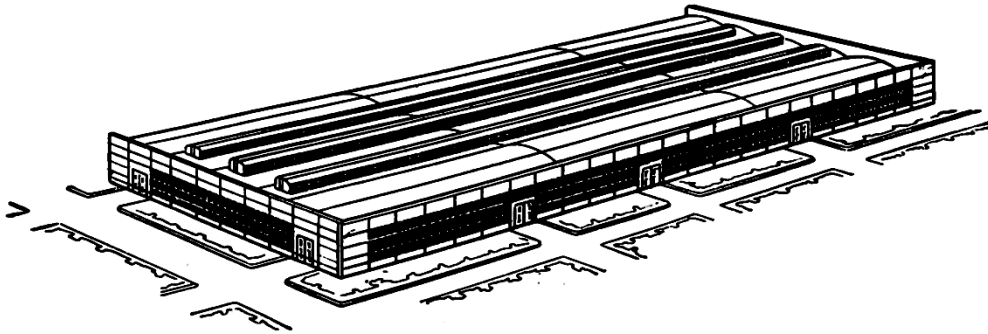
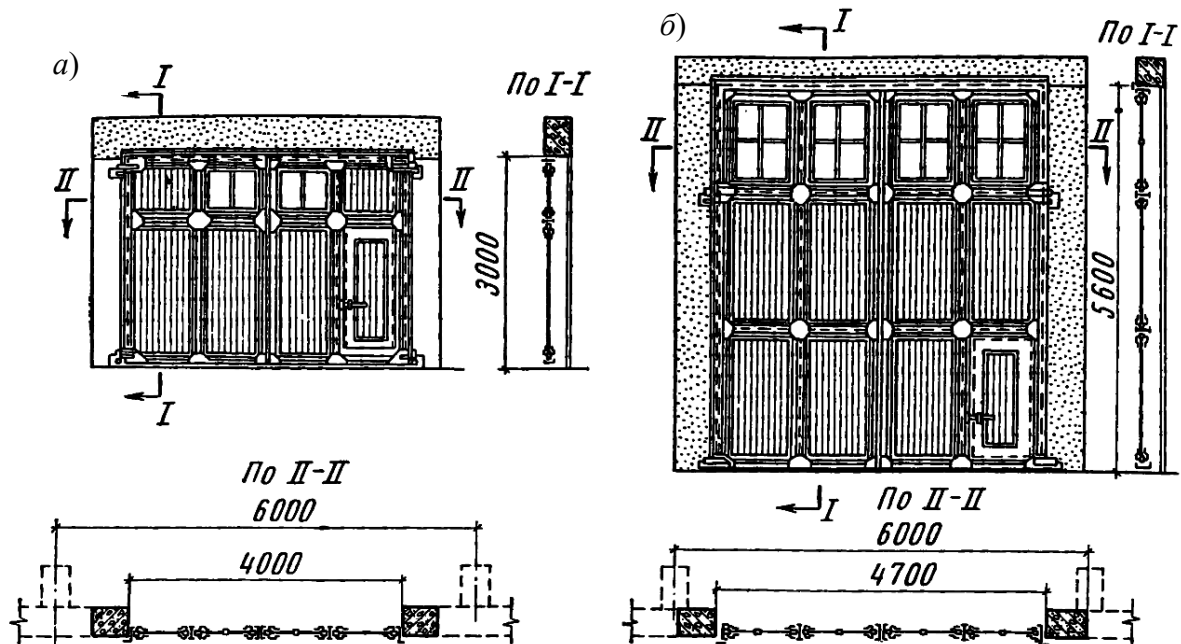


Рисунок 5 – Пример компоновки фасадов одноэтажного промышленного здания



*а* – для автомобильного транспорта, размер –  $4,0 \times 3,0$  м; *б* – размер –  $4,7 \times 5,6$  м для пропуска железнодорожного транспорта при шаге колонн 6 м

Рисунок 6 – Примеры конструкций распашных двустворных ворот

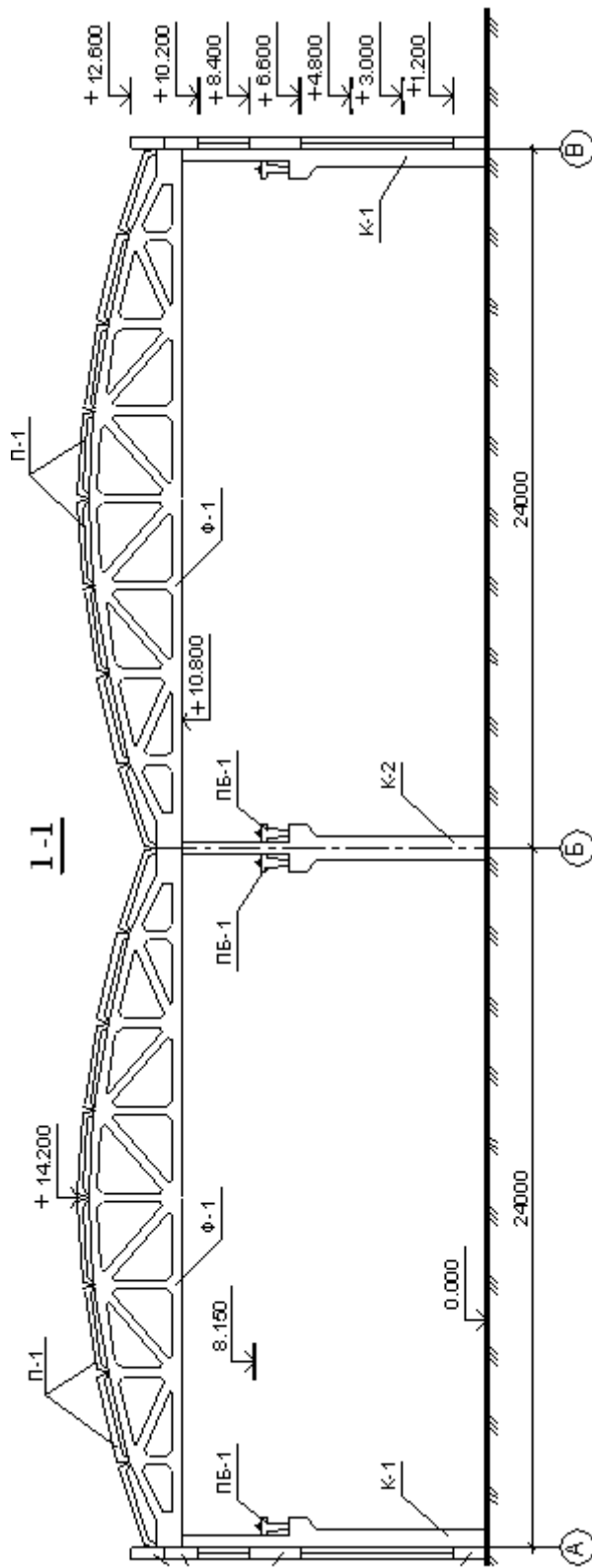


Рисунок 7 – Пример выполнения поперечного разреза здания

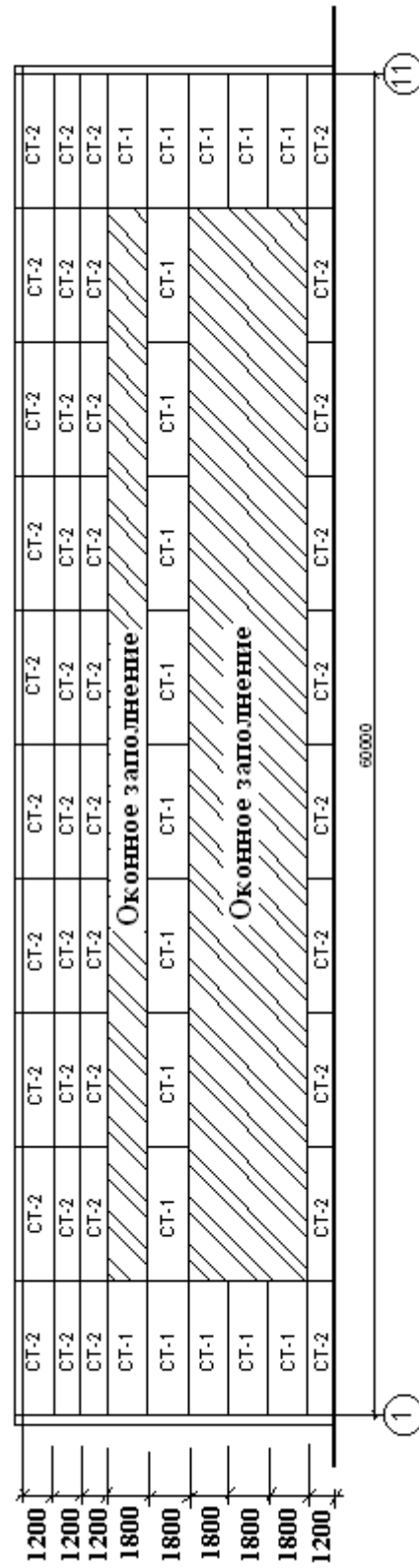


Рисунок 8 – Примерная схема расположения стеновых панелей по фасаду здания в осях 1–11



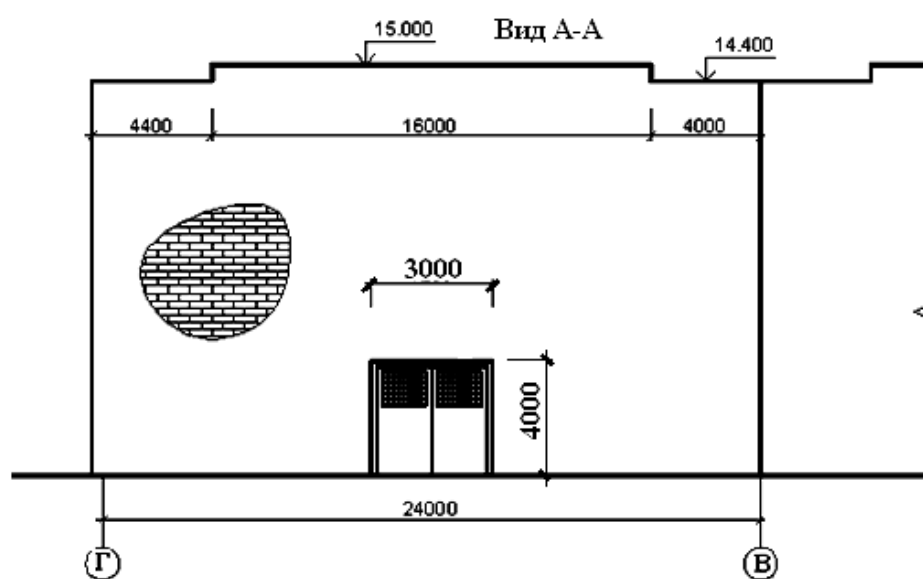
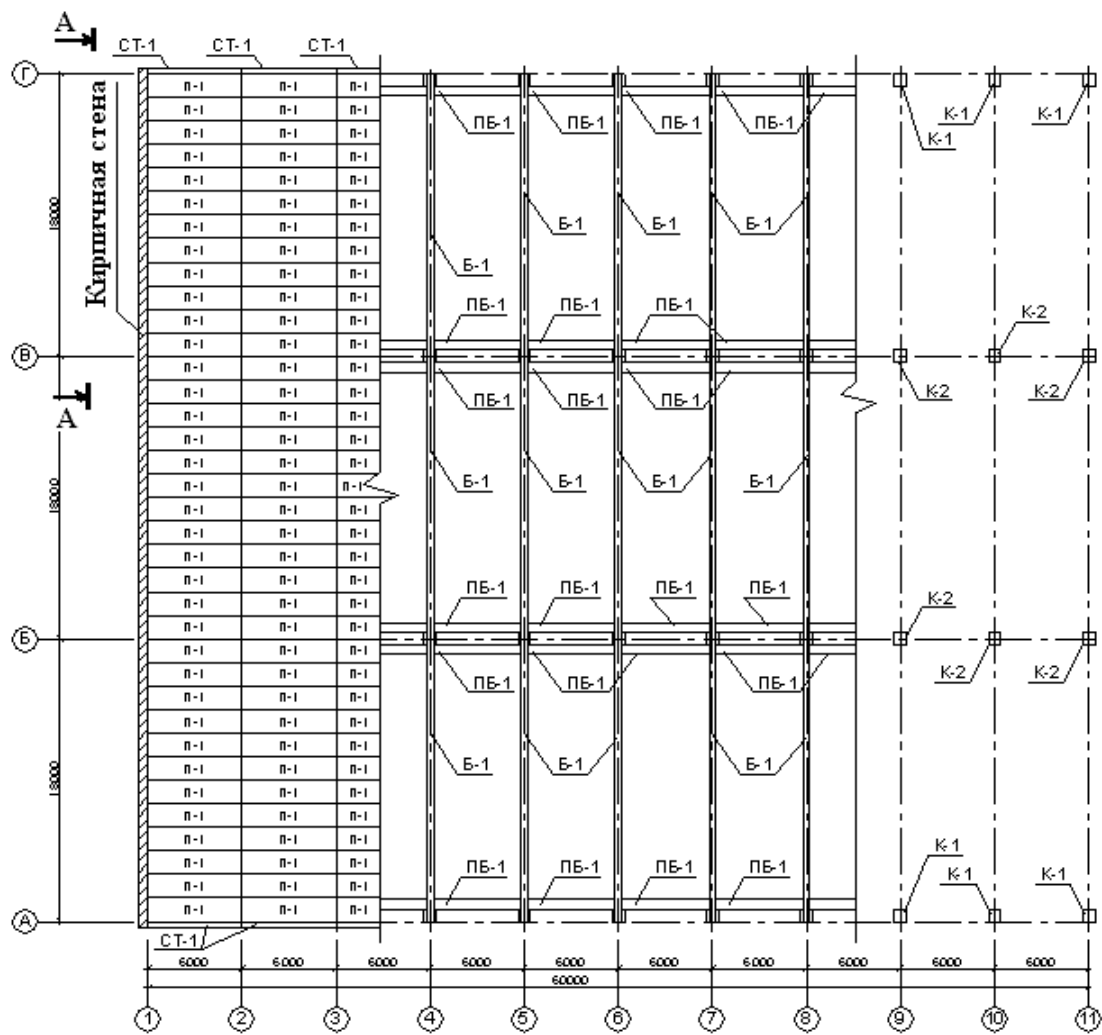


Рисунок 12 – Пример выполнения схемы расположения строительных конструкций

### 3 Практическое занятие № 2. Определение номенклатуры и объемов монтажных работ

Объемы основных работ определяют непосредственно количеством монтируемых конструкций и приводят в виде спецификации сборных элементов (таблица 2).

Таблица 2 – Спецификация сборных железобетонных элементов

Наименование элемента	Марка элемента	Общее количество, шт.	Размер, м			Масса, т	
			<i>l</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	одного элемента	всех элементов
		Итого					Итого

Объемы вспомогательных работ устанавливают следующим образом:

- 1) объем электросварочных работ подсчитывается на основании средних норм длины сварных швов, приведенных в таблице 3;
- 2) объем бетона по устройству стыков колонн с фундаментами приведен в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Средние нормы длины сварных швов в стыках

Наименование стыков	Количество, п. м	Примечание
Подкрановой балки с колонной	1,0...1,5	На одну балку
Фермы или балки с колонной	0,8...1,2	На одну ферму
Плиты покрытия с фермой или балкой	0,2...0,3	На одну плиту
Стеновой панели с колонной	0,1...0,2	На одну панель

Таблица 4 – Нормы потребности в бетоне класса C18/22,5 при установке колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов

Глубина заделки колонны, м	Масса колонны, т	Расход бетона, м <sup>3</sup> на 100 колонн
До 0,7	До 1	6,6
> 0,7		8,0
До 0,7	До 3	8,6
> 0,7		11,8
До 0,7	До 6	9,7
> 0,7		13,8
До 0,7	До 10	10,8
> 0,7		17,2
> 0,7	До 15	18,0
> 0,7	До 25	18,7

Таблица 5 – Нормы потребности в бетоне класса С20/25 при установке двухветвевых колонн в стаканы фундаментов

База колонны, м	Глубина заделки колонны, м	Масса колонны, т	Расход бетона, м³ на 100 колонн	База колонны, м	Глубина заделки колонны, м	Масса колонны, т	Расход бетона, м³ на 100 колонн
До 1,1	До 0,95	До 5	36,2	1,1...1,5	> 0,95	До 10	72,9
До 1,1	До 0,95	До 10	36,2	1,1...1,5	> 0,95	До 15	82,6
До 1,1	> 0,95	До 5	58,1	1,1...1,5	> 0,95	До 30	82,6
1,1	> 0,95	До 10	58,1	>1,5	> 0,95	До 15	131
1,1...1,5	До 0,95	До 10	56,0	>1,5	> 0,95	До 30	131
1,1...1,5	До 0,95	До 15	57,8				

Объем работ по заливке швов  $L_{шв}$ , м, плит покрытия или перекрытия измеряется длиной шва, которая определяется на основании предварительно разработанной раскладки плит покрытия или перекрытия по выражению

$$L_{шв} = (n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2) \cdot n_{бл}, \quad (1)$$

где  $n_1$  – количество продольных швов на одном температурном блоке, шт.;

$n_2$  – количество поперечных швов на одном температурном блоке, шт.;

$l_1$  – длина продольных швов на одном температурном блоке, м;

$l_2$  – длина поперечных швов на одном температурном блоке, м;

$n_{бл}$  – число температурных блоков в здании, шт.

Объем работ по заделке стыков стеновых панелей  $L_{шв,ст}$ , м, определяется длиной горизонтальных  $L_{шв,ст}^z$  и вертикальных  $L_{шв,ст}^в$  швов, которая находится на основании предварительно разработанной разрезки стеновых панелей здания (фасадов) по выражению

$$L_{шв,ст} = L_{шв,ст}^z + L_{шв,ст}^в = \sum_{i=1}^n n_{r,i} \cdot l_{r,i} + \sum_{i=1}^n n_{в,i} \cdot l_{в,i}, \quad (2)$$

где  $n_{r,i}$  – количество горизонтальных и вертикальных швов, шт.;

$l_{r,i}$  – длина  $i$ -го горизонтального шва;

$h_{в,i}$  – количество  $i$ -х вертикальных швов по периметру здания, шт.;

$h_{в,i}$  – высота  $i$ -го вертикального шва (за вычетом оконных проемов), м.

Объем работ по заделке остальных стыков определяется их количеством.

Объем работ по антикоррозионному покрытию сварных стыков определяется в квадратных метрах антикоррозионного покрытия.

Объем работ при разгрузке материалов и конструкций определяется их массой.

Объем работ по установке и разборке лесов определяется площадью их проекции на стену.

На основании номенклатуры и объемов подготовительных, основных и вспомогательных работ составляется ведомость объемов работ по форме, при-



веденной в таблице 6.

Таблица 6 – Пример составления ведомости объемов работ

Наименование работы	Единица измерения	Количество	Обоснование измерителя по ЕНиР
1	2	3	4
<b>Монтаж колонн</b>			
Выгрузка колонн массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка на колонны опорных элементов (столиков для монтажа стеновых панелей, кронштейнов и др.)	1 т конструкций		Е 5-1-17
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок	10 м шва		Е 22-1-6
Установка колонн массой до 1 т в стаканы фундаментов без применения кондукторов с помощью стрелового крана	Одна колонна		Е 4-1-4
Установка приставных лестниц с помощью крана	шт.		Е 5-1-2
Перестановка приставных лестниц с помощью крана	шт.		Е 5-1-2, примечание 1
Снятие приставных лестниц с помощью крана	шт.		Е 5-1-2, примечание 2
Монтаж вертикальных связей	Один элемент		Е 5-1-6
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок при монтаже вертикальных связей	10 м шва		Е 22-1-6
Антикоррозионная защита сварных соединений	100 м <sup>2</sup> покрытия		Е 27-39
Заделка стыков колонн с фундаментами непосредственно с автобетоносмесителя с объемом в стыке до 0,1 или более 0,1 м <sup>3</sup>	Один стык		Е4-1-25
<b>Монтаж подкрановых балок</b>			
Выгрузка подкрановых балок массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка на колонны навесных одноярусных площадок с лестницами с помощью стрелового крана на колонны	шт.		Е 5-1-2
Перестановка навесных одноярусных площадок с лестницами с помощью стрелового крана на колонны	шт.		Е 5-1-2, примечание 1
Снятие навесных одноярусных площадок с лестницами с помощью стрелового крана на колонны	шт.		Е 5-1-2, примечание 2
Монтаж железобетонных подкрановых балок массой до 1 т с помощью стрелового крана	шт.		Е 4-1-6 Б
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок при монтаже подкрановых балок	10 м шва		Е 22-1-6
Антикоррозионная защита сварных соединений	100 м <sup>2</sup> покрытия		Е 27-39

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
<b>Монтаж стропильных конструкций</b>			
Выгрузка железобетонных ферм (балок) массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка на колонны приставных лестниц с площадкой с помощью стрелового крана	шт.		Е 5-1-2
Перестановка приставных лестниц с площадкой с помощью стрелового крана	шт.		Е 5-1-2, примечание 1
Снятие приставных лестниц с площадкой с помощью стрелового крана	шт.		Е 5-1-2, примечание 2
Установка стропильных балок (ферм) пролетом до 1 м с помощью стрелового крана	Один элемент		Е 4-1-6 В
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок при монтаже стропильных конструкций	10 м шва		Е 22-1-6
Антикоррозионная защита сварных соединений	100 м <sup>2</sup> покрытия		Е 27-39
Монтаж горизонтальных связей по фермам	Один элемент		Е 5-1-6
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок при монтаже связей	10 м шва		Е 22-1-6
Антикоррозионная защита сварных соединений	100 м <sup>2</sup> покрытия		Е 27-39
<b>Монтаж плит покрытия</b>			
Выгрузка плит покрытия массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка на плиты защитных перильных ограждений	10 м		Е 5-1-2
Снятие с покрытия защитных перильных ограждений	10 м		Е 5-1-2, примечание 2
Установка на колонны с помощью стрелового крана приставной лестницы с площадкой	шт.		Е 5-1-2
Снятие приставной лестницы с площадкой с помощью стрелового крана	шт.		Е 5-1-2, примечание 2
Укладка плит покрытия площадью до 1 м <sup>2</sup> с помощью стрелового крана	Один элемент		Е 4-1-7
Ручная электродуговая сварка сварных тавровых соединений без скоса кромок при монтаже плит покрытия	10 м шва		Е 22-1-6
Антикоррозионная защита сварных соединений	100 м <sup>2</sup> покрытия		Е 27-39
Заливка швов плит покрытия механизированным способом	100 м шва		Е 4-1-26
<b>Монтаж фундаментных балок</b>			
Выгрузка фундаментных балок массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка фундаментных балок массой до 1 т с помощью самоходного стрелового крана	Один элемент		Е 4-1-6 Б

Окончание таблицы 6

1	2	3	4
<b>Монтаж стеновых и парапетных панелей</b>			
Выгрузка стеновых панелей массой до 1 т самоходными стреловыми кранами	100 т		Е 1-5
Установка панелей стен площадью до 1 м <sup>2</sup> с использованием монтажных гидроподъемников и самоходных стреловых кранов	Одна панель		Е 4-1-8 т.1
Укладка уплотняющих прокладок (гернитового шнура) в горизонтальный шов	10 м шва		Е 4-1-27
То же, в вертикальный шов	10 м шва		Е 4-1-27
Герметизация стыков панелей стен с помощью мастики «Бутепрол» вертикальных швов с использованием гидроподъемников	10 м шва		Е 4-1-27
Устройство полимерцементного замка стыков стеновых панелей вручную с использованием гидроподъемников	10 м шва		Е 4-1-27

При подсчете объемов работ указывают:

- для колонн прямоугольного сечения – глубину заделки колонн до 0,7 и более 0,7 м, массу колонн до 1, 2, 3, 4, 6, 8, 15 и 25 т;
- для колонн двухветвевых, оканчивающихся сплошным сечением, базу колонн 1,5...1,7 м, глубину заделки более 0,95 м и массу колонн до 15 и 30 т;
- для подкрановых балок – массу до 5 и 12 т при массе колонн до 10, 15 и более 15 т;
- для стропильных балок и ферм – пролеты до 6, 9, 12, 18, 24 и 30 м, массу до 3, 6, 10, 15, 20 и 30 т при длине плит покрытий до 6 и 12 м;
- для подстропильных балок и ферм – массу стропильных или подстропильных конструкций до 10, 15, 20 т;
- для панелей наружных стен длиной до 7 м площадь до 10 и более 10 м<sup>2</sup>, длиной более 7 м – то же площадь до 15 и более 15 м<sup>2</sup>;
- для плит покрытий длиной до 6 м – площадь до 10 и 20 м<sup>2</sup> при массе стропильных и подстропильных конструкций до 10, 15 и 20 т;
- для плит покрытия длиной до 12 м – площадь до 20 и 40 м<sup>2</sup> при массе стропильных и подстропильных конструкций до 10 и 30 т.

На строительной площадке защитные антикоррозионные покрытия должны наноситься лишь на сварочные швы и участки закладных деталей, поврежденных при сварке и монтаже.

Монтаж сборных конструкций может производиться отдельным (в каждую проходку устанавливают конструкции одного вида), комплексным (кран в одной зоне действия устанавливает все конструкции одной – двух ячеек здания) и комбинированным (часть конструкций монтируется отдельным способом, а часть – комплексным) способами «с колес» или с предварительной раскладкой в зоне действия монтажного крана. При этом сборка здания выполняется из отдельных отправочных элементов, целых конструктивных элементов или блоков конструкций. Подача конструкций может осуществляться с транспортных средств и с приобъектного склада. Организационная структура монтажа строи-

тельных конструкций приведена в виде блок-схемы на рисунке 13.

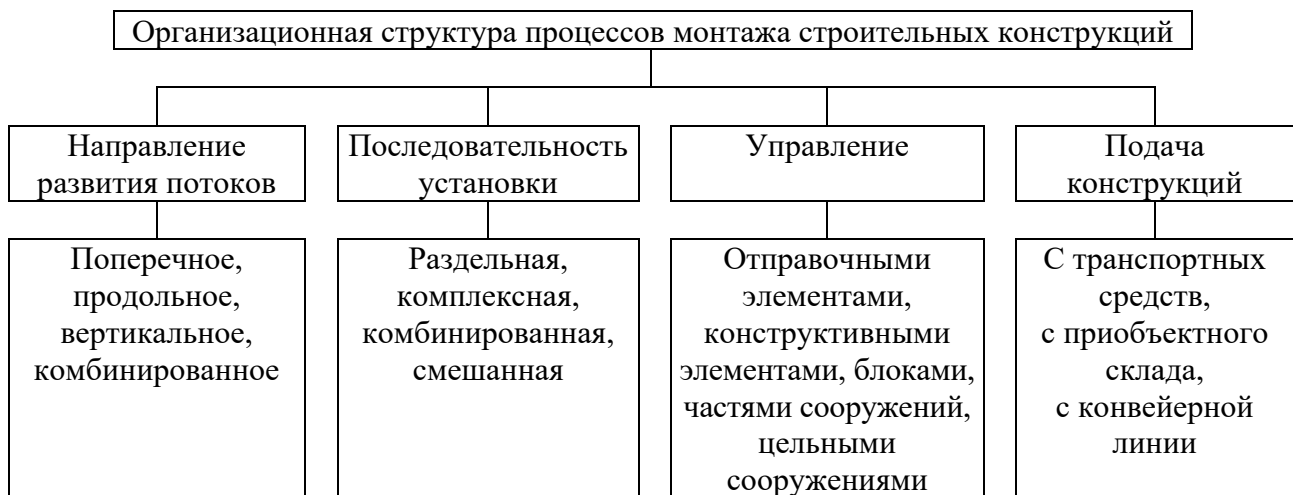


Рисунок 13 – Организационная структура монтажа строительных конструкций

Если позволяет нормативный срок строительства здание монтируется одним краном, однако в этом случае кран, вследствие разной массы конструкций, имеет низкий коэффициент использования по грузоподъемности.

С целью улучшения использования кранов конструкции разбиваются на комплекты с близкими требуемыми монтажными характеристиками, и каждый комплект монтируется своим краном. Железобетонные колонны и подкрановые балки монтируют отдельными частными потоками. В некоторых случаях монтаж подкрановых балок совмещают с монтажом конструкций покрытия.

Конструкции покрытия (стропильные конструкции и плиты покрытия) монтируют комплексным методом. Плиты покрытия при соответствующем обосновании могут монтироваться с транспортных средств. Железобетонные конструкции каркаса одноэтажного производственного здания монтируют с приобъектного склада.

Одноэтажные здания монтируются, как правило, самоходными стреловыми кранами начиная с пространственно-устойчивой части здания (со связевого блока). Монтаж надземной части здания или сооружения должен производиться только после возведения подземной части с устройством стен и после обратной засыпки пазух до проектной отметки.

При наличии тяжелых элементов или блоков, масса которых существенно отличается от массы остальных конструкций, они могут монтироваться двумя кранами либо башенными кранами большой грузоподъемности.

## 4 Практическое занятие № 3. Выбор грузозахватных и вспомогательных приспособлений

Выбор грузозахватных и вспомогательных приспособлений осуществляется на основе спецификации сборных элементов (см. таблицу 1) и [11, таблица Б.1] в форме таблицы 7, причем предпочтение при выборе следует отдавать приспособлениям с меньшей массой и расчетной высотой строповки.

Таблица 7 – Пример составления ведомости грузозахватных и вспомогательных приспособлений для монтажа строительных конструкций

Наименование монтажного приспособления	Назначение монтажного приспособления	Эскиз	Характеристика приспособления		Грузоподъемность, т
			Масса $q$ , т	Расчетная высота строповки $h_c$ , м	

## 5 Практическое занятие № 4. Определение требуемых монтажных характеристик и подбор монтажных кранов

Подбор монтажных самоходных стреловых кранов производится по четырем требуемым параметрам:

- $Q_{\text{крана}}^{\text{тр}}$  – требуемая грузоподъемность крана, т;
- $H_{\text{крюка}}^{\text{тр}}$  – требуемая высота подъема крюка крана, м;
- $l_{\text{стрелы}}^{\text{тр}}$  – требуемая длина стрелы крана, м;
- $L_{\text{стрелы}}^{\text{тр}}$  – требуемый вылет стрелы крана, м.

Требуемая грузоподъемность крана определяется как

$$Q_{\text{крана}}^{\text{тр}} = g_{\text{э}} + g_{\text{с}}, \quad (3)$$

где  $g_{\text{э}}$  – масса монтируемого элемента (см. таблицу 2), т;

$g_{\text{с}}$  – масса захватного приспособления (см. таблицу 7), т.

Требуемая высота подъема крюка крана  $H_{\text{крюка}}^{\text{тр}}$  (рисунки 14–18), м:

$$H_{\text{крюка}}^{\text{тр}} = h + h_{\text{к}} + h_{\text{з}} + h_{\text{э}} + h_{\text{с}}, \quad (4)$$

где  $h$  – превышение проектного уровня установки конструкции над уровнем стоянки крана, м;

$h_{\text{к}}$  – высота кондуктора,  $h_{\text{к}} = 1$  м;

$h_{\text{з}}$  – посадочная высота (запас по высоте),  $h_{\text{з}} = 0,5$  м;

$h_{\text{э}}$  – монтажная высота элемента, м;

$h_{\text{с}}$  – расчетная высота грузозахватного устройства, м.

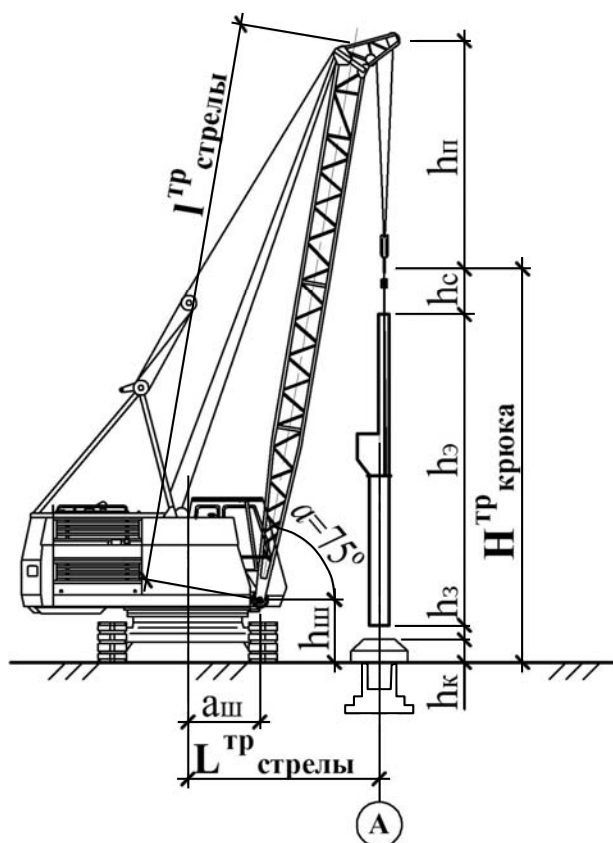


Рисунок 14 – Пример составления схемы для определения требуемых параметров крана при монтаже колонн

Требуемый вылет стрелы крана без гуська относительно оси вращения  $L_{стрелы}^{тр}$  (см. рисунки 14–18), м, определяется как

$$L_{стрелы}^{тр} = L_{стрелы}^{тр} \cdot \cos \alpha \pm a_{ш}, \quad (5)$$

где  $L_{стрелы}^{тр}$  – требуемая длина стрелы, м;

$\alpha$  – угол наклона стрелы к горизонту, при монтаже колонн и стеновых панелей рекомендуется принимать  $75^\circ$ , а при монтаже подкрановых балок –  $65^\circ$ ;

$a_{ш}$  – расстояние от шарнира стрелы до оси вращения крана (рекомендуется принимать равным 1,5...2 м).

Таким образом, требуемая длина стрелы крана определяется из выражения

$$l_{стрелы}^{тр} = (H_{крюка}^{тр} + h_n - h_{ш}) / \sin \alpha, \quad (6)$$

где  $h_n$  – принятая длина полиспаста (таблица 8), м.

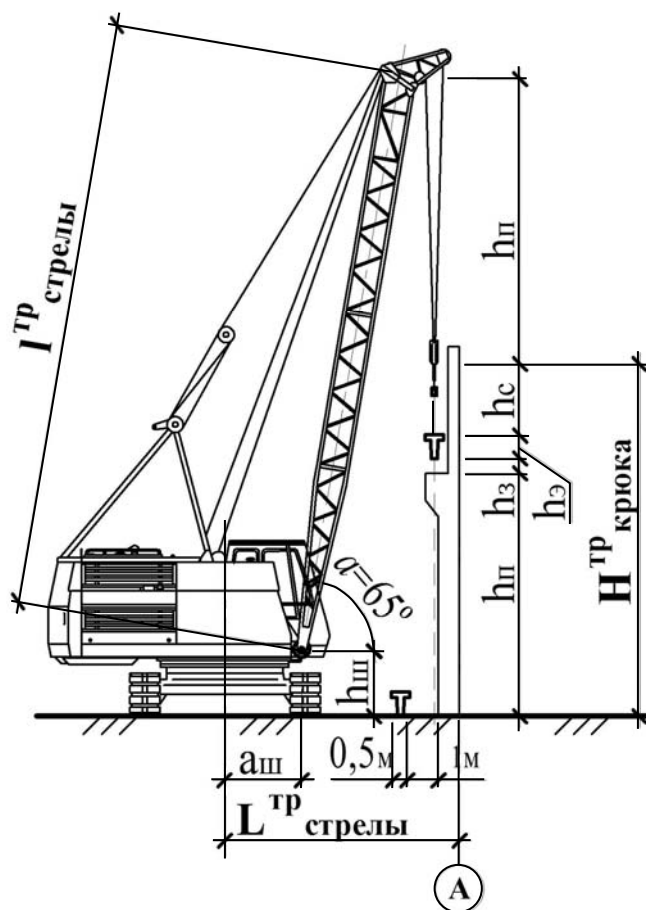


Рисунок 15 – Пример составления схемы для определения требуемых монтажных параметров стрелового крана при монтаже подкрановых балок

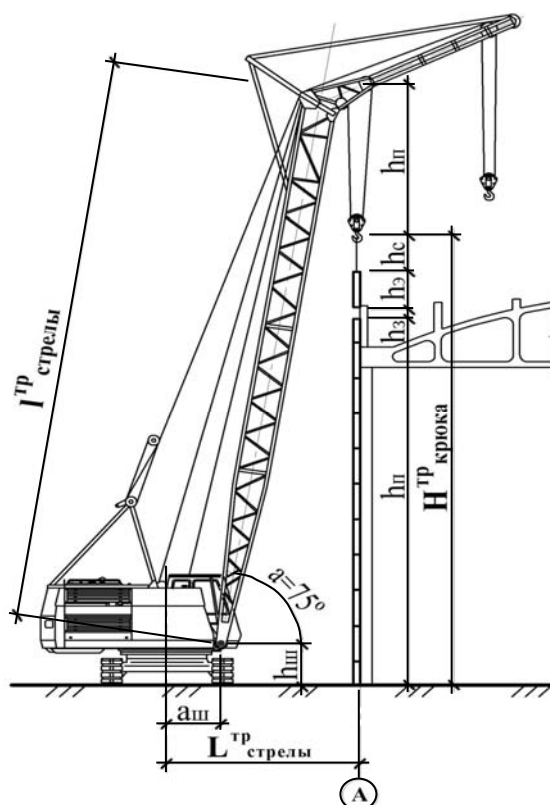


Рисунок 16 – Пример составления схемы для определения основных параметров крана с гуськом при монтаже стеновых панелей

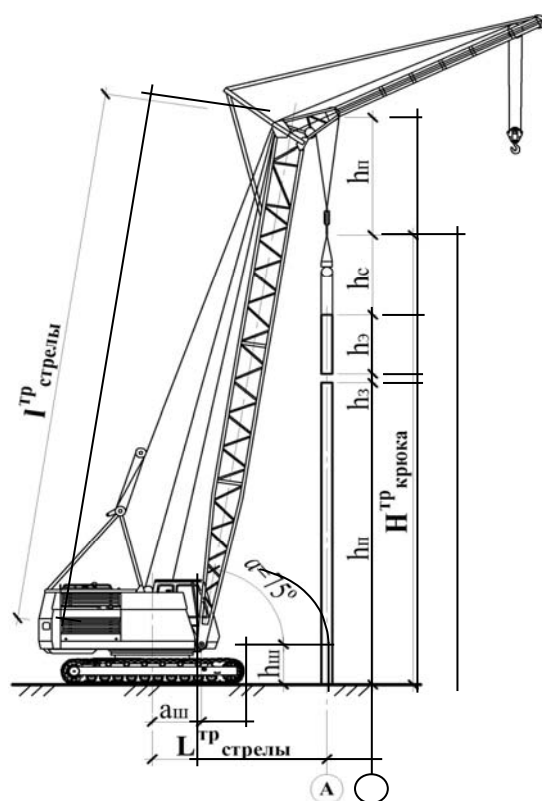


Рисунок 17 – Пример составления схемы для определения требуемых параметров крана при монтаже стропильной конструкции

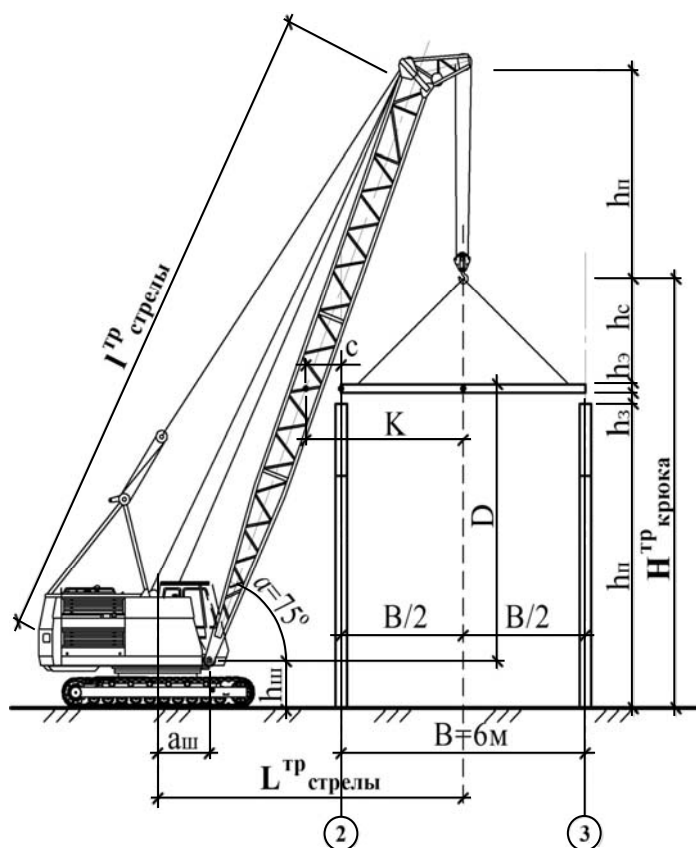


Рисунок 18 – Пример составления схемы для определения требуемых параметров крана при монтаже средней плиты покрытия в пролете



Таблица 8 – Минимальная длина полиспаста в стянутом состоянии

Грузоподъемность полиспаста, т	Минимальная длина полиспаста в стянутом состоянии $h_n$ , м	
	Нормальные блоки	Малогабаритные блоки
10	2,1	1,79
15	2,55	1,98
20	2,66	2,11
30	3,11	2,14
50	3,25	2,24

При монтаже плит покрытия требуемая длина стрелы  $l_{стрелы}^{тр}$  (рисунок 19) для монтажа средней плиты в пролете определяется как

$$l_{стрелы}^{тр} = \frac{D}{\sin \alpha} + \frac{K}{\cos \alpha}; \quad (7)$$

$$D = h - h_{и} + h_3 + h_9; \quad (8)$$

$$K = \frac{B}{2} + C, \quad (9)$$

где  $B$  – длина монтируемой плиты (шаг колонн), м;

$C$  – минимальное приближение стрелы крана к монтируемой плите (с учетом ширины стрелы рекомендуется принимать в пределах 0,75...1 м).

Требуемый вылет стрелы крана с гуськом состоит из двух составляющих параметров, а именно:  $L_{стрелы}^{тр.ригеля}$  – требуемого вылета основной стрелы для монтажа стропильной конструкции (ригеля), м;  $L_{гуська}^{тр.}$  – требуемого вылета гуська крана, м.

Требуемый вылет основного крюка крана устанавливают по схеме, приведенной на рисунке 17, а требуемый вылет гуська крана определяется как

$$L_{гуська}^{тр.} = \frac{B}{2}. \quad (10)$$

Требуемая длина гуська крана

$$I_{гуська}^{тр.} = \frac{L_{гуська}^{тр.}}{\cos(\alpha - \gamma)}. \quad (11)$$

Для монтажа последующих плит покрытия требуемые параметры стрелового крана и крана с гуськом следует откорректировать с учетом поворота стрелы по отношению к оси движения крана  $\beta^\circ$  (рисунок 20).

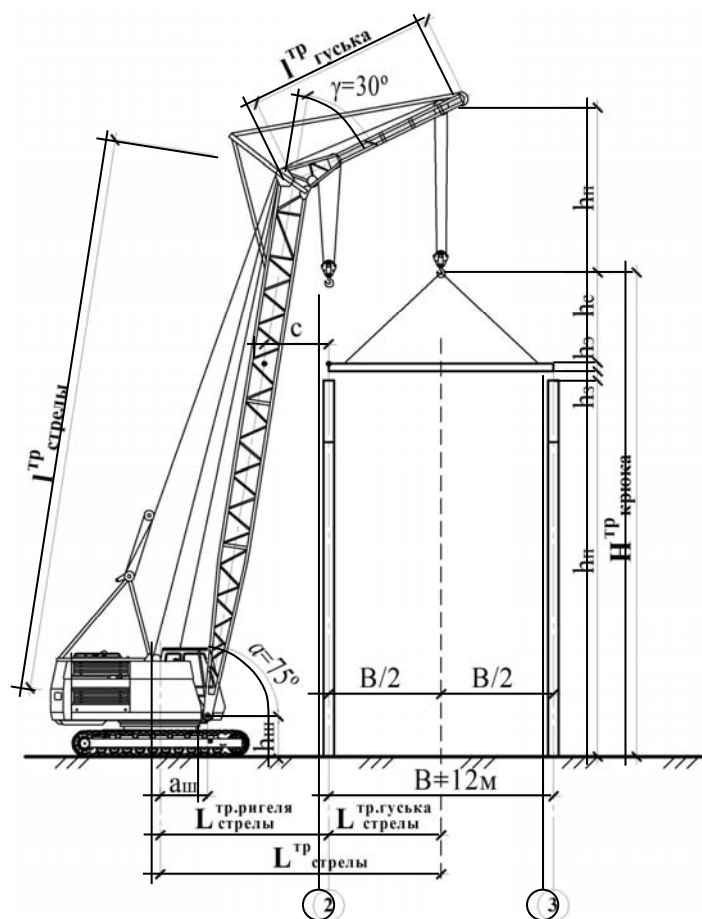


Рисунок 19 – Пример составления схемы определения основных параметров крана с гуськом при монтаже средней плиты покрытий

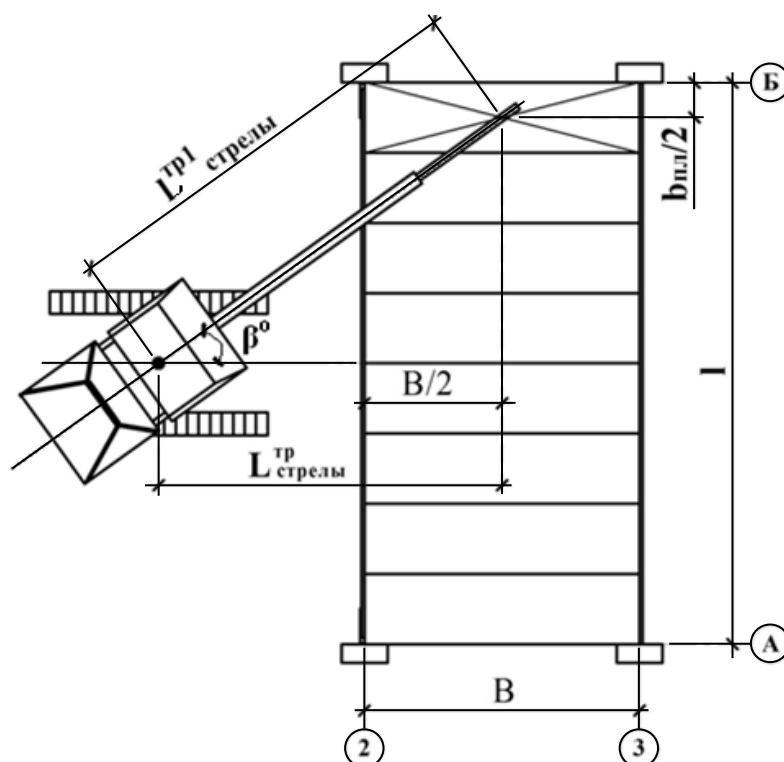


Рисунок 20 – Пример составления схемы для корректировки основных параметров стрелового крана для монтажа крайней плиты покрытия

Требуемый откорректированный вылет стрелы  $L_{стрелы}^{тр.1}$ , м, определяется как

$$L_{стрелы}^{тр.1} = \sqrt{\left(L_{стрелы}^{тр.}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}l - \frac{b_{плиты}}{2}\right)^2}, \quad (12)$$

где  $l$  – пролет здания, м;

$b_{плиты}$  – ширина плиты, м.

Требуемая длина стрелы  $L_{стрелы}^{тр.}$ , м, определяется как

$$L_{стрелы}^{тр.} = \sqrt{\left(L_{стрелы}^{тр.1}\right)^2 + \left(H_{крюка}^{тр.} + h_n\right)^2}. \quad (13)$$

Выбор стрелового крана для монтажа плит покрытия следует осуществлять по откорректированным параметрам:  $H_{крюка}^{тр.}$ ,  $L_{стрелы}^{тр.1}$ ,  $l_{стрелы}^{тр.1}$ ,  $Q_{крана}^{тр.}$  и  $l_{гуська}^{тр.1}$ .

Результаты выполненных расчетов заносятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Монтажная характеристика строительных конструкций

Наименование конструктивного элемента	Геометрические размеры конструкций, м			Характеристики монтажных приспособлений		Требуемые монтажные характеристики крана			
	$l$	$b$	$h_n$	$q_c$ , Т	$h_c$ , м	$Q_{крана}^{тр.}$ , Т	$H_{крюка}^{тр.}$ , М	$L_{стрелы}^{тр.1}$ , М	$l_{стрелы}^{тр.1}$ , М

Выбор монтажных кранов для монтажа отдельных типов и групп строительных конструкций производят на основании сравнения установленных требуемых монтажных параметров кранов с монтажными параметрами кранов, приведенных на рисунках Б.1 и Б.2, с учетом следующих условий:

$$Q_{крана}^{тр.} \leq Q_{крана}; \quad (14)$$

$$H_{крюка}^{тр.} \leq H_{крюка}; \quad (15)$$

$$l_{стрелы}^{тр.1} \leq l_{стрелы}; \quad (16)$$

$$L_{стрелы}^{тр.1} \leq L_{стрелы}, \quad (17)$$

где  $Q_{крана}$  – фактическая грузоподъемность принятого крана, т;

$H_{крюка}$  – фактическая высота подъема крюка принятого крана, т;

$l_{стрелы}$  – фактическая длина стрелы принятого крана, м;

$L_{стрелы}$  – фактический вылет стрелы принятого крана, м.

Грузоподъемность принятого стрелового крана не должна превышать требуемую грузоподъемность крана более чем на 20 %...25 %. Технические характеристики стреловых кранов КС-5473Б и МКП-40 приведены на рисунках Б.1 и Б.2.

При монтаже одноэтажных зданий сборные конструкции располагаются в зоне действия монтажного крана. При этом следует выполнять следующие требования:

- конструкции должны располагаться в зоне действия монтажного крана таким образом, чтобы была обеспечена возможность строповки, подъема и установки конструкции в проектное положение;
- раскладку конструкций осуществляют так, чтобы их монтаж осуществлялся преимущественно на минимальном вылете стрелы;
- конструкции с большей массой располагают ближе к крану;
- раскладку конструкций следует увязывать с порядком их монтажа, особенно при складировании их в штабеле или кассете;
- монтажные элементы, с целью обеспечения их сохранности, необходимо располагать на подкладках и прокладках;
- конструкции должны быть размещены за пределами зоны, описываемой хвостовой частью башенного крана с поворотной башней или самоходного стрелового крана на расстоянии не менее 0,7...1 м.

Стеновые панели, фермы и стропильные балки следует складировать в кассеты в вертикальном положении в один ярус по высоте; плиты перекрытий и покрытий – горизонтально в штабели высотой до 2,5 м, но не более 12 рядов, при этом подкладки следует располагать на расстоянии 25 см от края плиты; колонны – горизонтально по одной либо в штабели высотой до 2 м с расположением подкладок на расстоянии  $1/5 \dots 1/6$  их длины от концов колонн.

Стальные конструкции складировуют штабелями высотой не более 1,5 м. Фермы и балки высотой более 0,6 м располагают в проектном положении в специальных упорах. Все металлические конструкции укладывают на подкладки и прокладки, располагаемые через 1,5...2 м, причем подкладки для ферм устанавливают под узлами нижнего пояса.

На приобъектном складе проходы между штабелями и кассетами назначают не менее 1 м и устраивают не реже чем через каждые два штабеля в продольном направлении и 25 м в поперечном направлении.

Зазоры между смежными штабелями, кассетами или отдельными конструкциями принимают не менее 0,2 м. Примерная схема складирования конструкций приведена на рисунке 21.

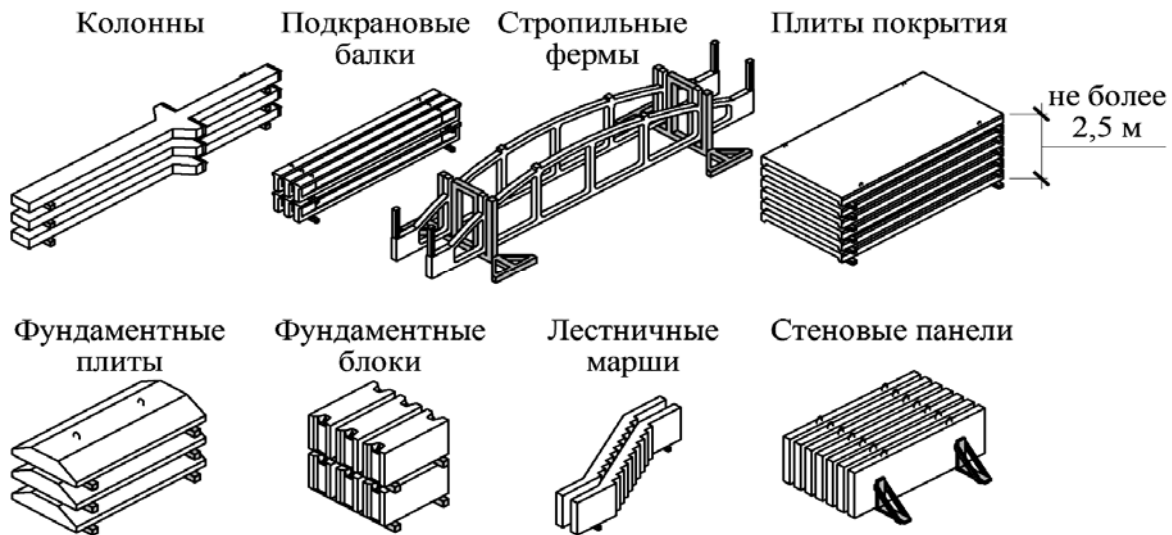


Рисунок 21 – Примерная схема складирования железобетонных конструкций

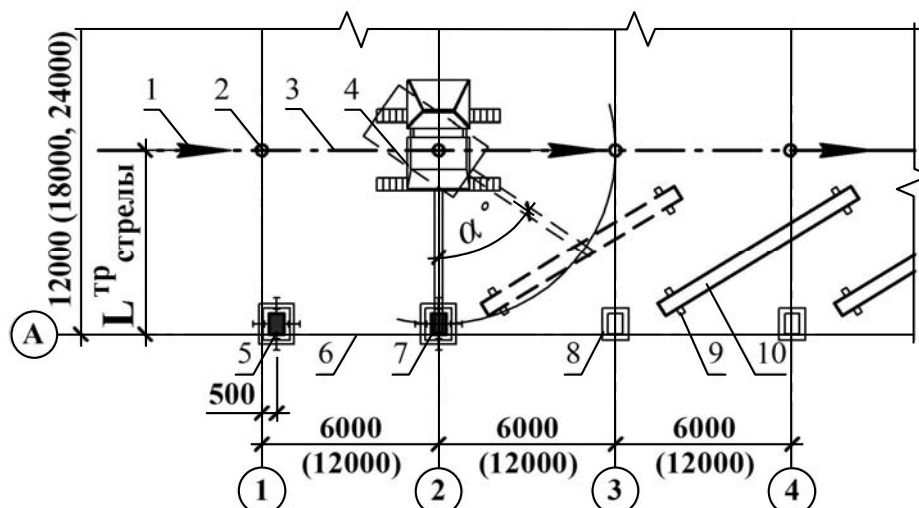
## 6 Практическое занятие № 5. Разработка технологических схем монтажа строительных конструкций

Схемы организации работ следует проектировать для монтажа конструкций каркаса здания, стенового ограждения (в том числе фундаментных балок) и покрытия.

Монтаж строительных конструкций следует производить с целью максимального использования крана по грузоподъемности, как правило, на минимальном вылете стрелы. Для обеспечения этого условия складирование строительных конструкций на приобъектном складе также следует производить с учетом возможности их подъема и перемещения в пространстве на вылете стрелы, близком к минимальному.

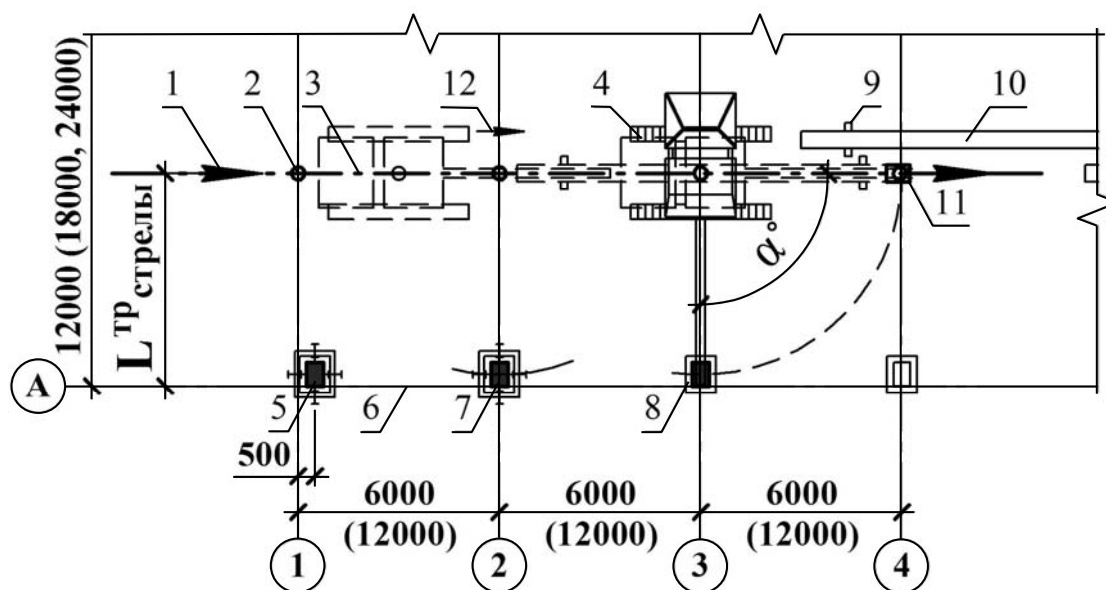
Складирование железобетонных колонн длиной до 15 м рекомендуется производить под углом к оси движения стрелового крана (рисунок 22), а колонн длиной более 15 м – параллельно оси движения крана (рисунки 23 и 24). При этом в первом случае подъем колонн в вертикальное положение осуществляют поворотом стрелы крана в горизонтальной плоскости с одновременным подъемом колонны «вира грузом». Во втором случае гусеничный кран поднимает колонну в вертикальное положение наезжая на колонну с одновременным ее подъемом «вира грузом» (см. рисунок 23), а при применении автомобильного либо пневмоколесного крана подъем колонны в вертикальное положение осуществляют ее подтягиванием к крану с одновременным подъемом «вира грузом» (см. рисунок 24). При этом автомобильные или пневмоколесные краны должны быть установлены на опоры (аутригери).

Раскладку подкрановых балок производят в зоне действия монтажного крана параллельно оси движения крана либо под незначительным к ней углом с таким расчетом, чтобы обеспечить работу крана с наклоном стрелы к горизонту в пределах  $65^{\circ} \dots 75^{\circ}$  (рисунки 25 и 26).



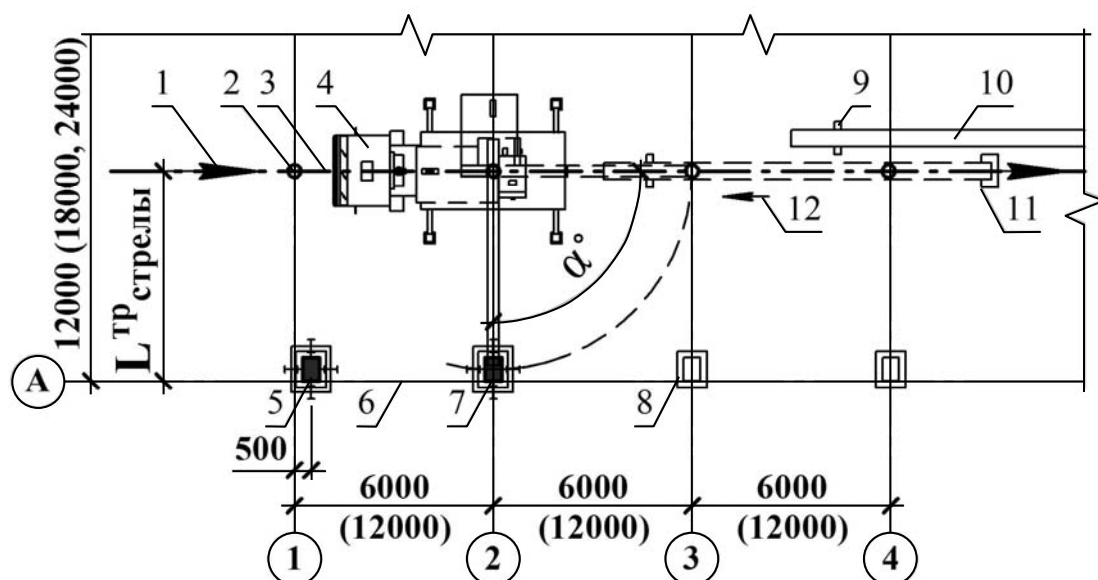
1 – направление движения стрелового крана; 2 – стоянка крана; 3 – ось движения стрелового крана; 4 – стреловой кран; 5 – смонтированная колонна; 6 – разбивочная ось здания; 7 – монтируемая колонна; 8 – фундамент стаканного типа; 9 – подкладка для колонны; 10 – складированная железобетонная колонна

Рисунок 22 – Примерная схема подъема колонн в вертикальное положение способом поворота стрелы крана и «вира» грузом и их монтажа в стаканы фундаментов



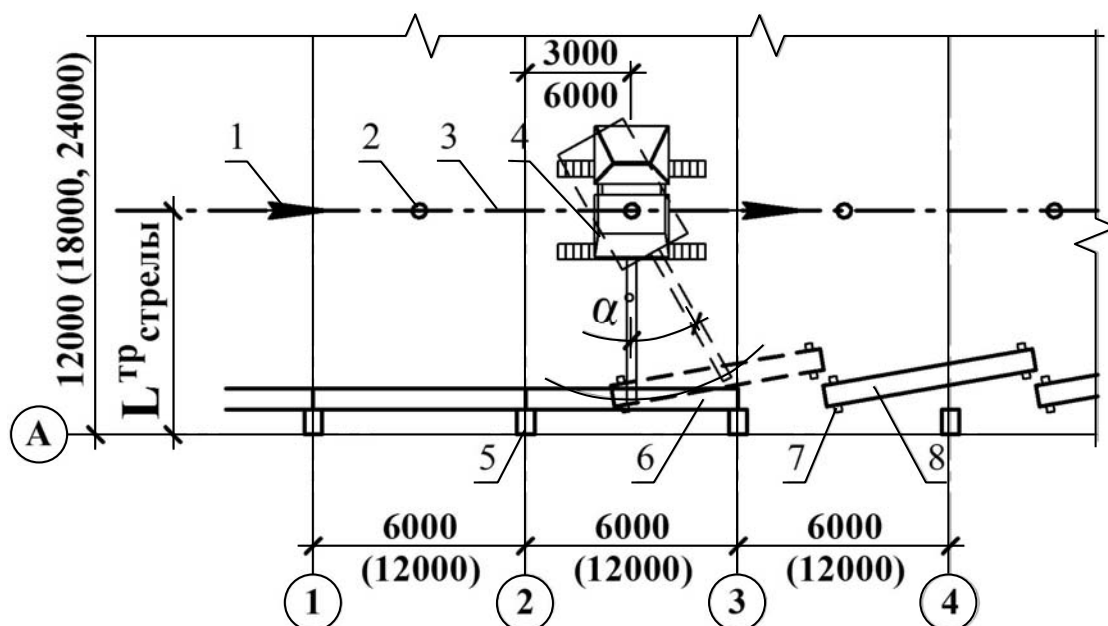
1 – направление движения стрелового крана; 2 – стоянка крана; 3 – ось движения стрелового крана; 4 – стреловой кран; 5 – смонтированная колонна; 6 – разбивочная ось здания; 7 – монтируемая колонна; 8 – фундамент стаканного типа; 9 – подкладка для колонны; 10 – заскладеванная железобетонная колонна

Рисунок 23 – Примерная схема монтажа колонн с подъемом их в вертикальное положение надвигкой крана на колонну с одновременным «вира» грузом



1 – направление движения стрелового крана; 2 – стоянка крана; 3 – ось движения стрелового крана; 4 – стреловой кран; 5 – смонтированная колонна; 6 – разбивочная ось здания; 7 – монтируемая колонна; 8 – фундамент стаканного типа; 9 – подкладка для колонны; 10 – складированная железобетонная колонна

Рисунок 24 – Примерная схема монтажа колонн с подъемом их в вертикальное положение подтягивания ее к крану с одновременным «вира» грузом



1 – направление движения стрелового крана; 2 – стоянка крана; 3 – ось движения стрелового крана; 4 – стреловой кран; 5 – смонтированная колонна; 6 – монтируемая подкрановая балка; 7 – подкладки под подкрановую балку; 8 – заскладированная подкрановая балка

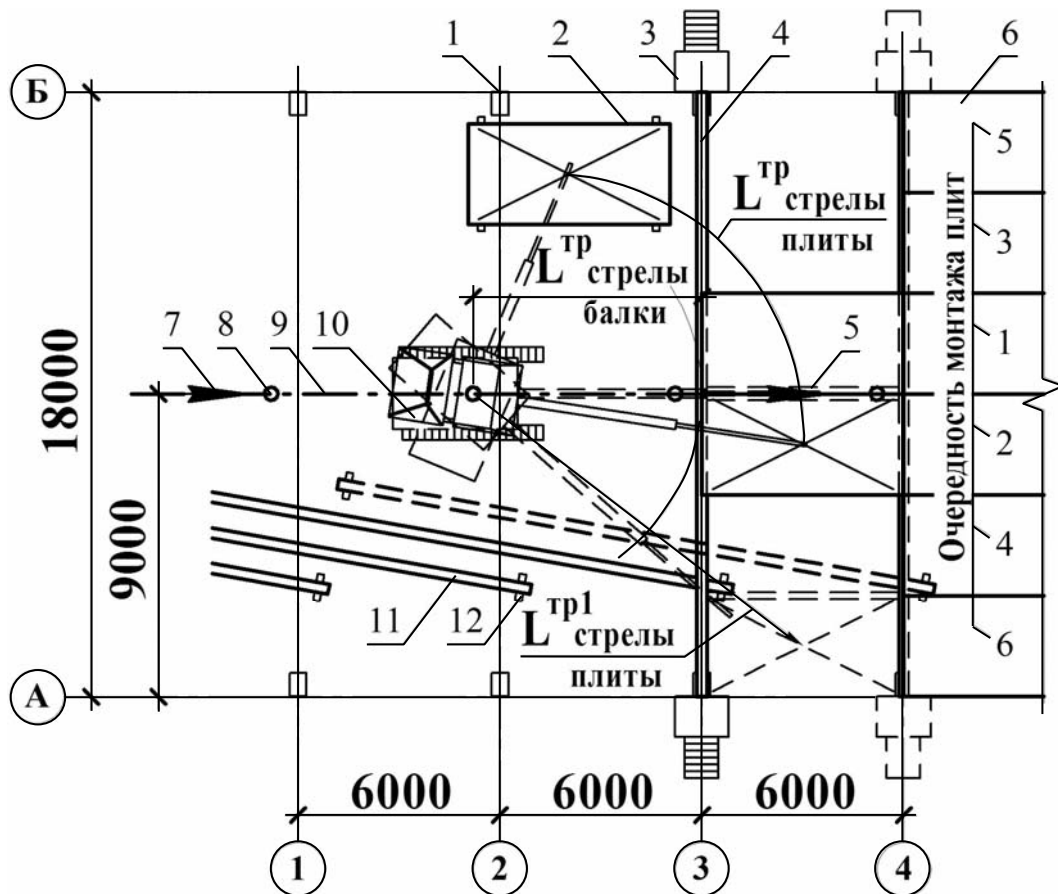
Рисунок 25 – Примерная схема монтажа подкрановых балок поворотом стрелы крана и «вира» грузом

Рисунок 26 – Примерная схема монтажа подкрановых балок с изменением вылета стрелы крана и «вира» грузом

При монтаже одноэтажных промышленных зданий наиболее часто применяют комбинированный метод: монтаж колонн (см. рисунки 22–24), подкрановых балок (см. рисунки 25 и 26) и наружного стенового ограждения (рисунок 29) ведут раздельным методом самостоятельными технологическими потоками (единым комплектом монтажных средств и приспособлений, единым составом бригады монтажников, выполняющих повторяющиеся процессы монтажа одноименных конструктивных элементов), а монтаж конструкций покрытий (подстропильных и стропильных конструкций, плит покрытий, конструкций светоаэрационных фонарей) – комплексным методом, при котором установку, выверку и закрепление перечисленных конструкций вместе со связями проводят в едином технологическом потоке (рисунки 27 и 28).

Комплексный монтаж конструкций покрытий может быть организован продольным либо поперечным методом. При продольном методе (см. рисунки 27 и 28) технологический поток направлен вдоль пролета здания, а при поперечном методе монтажный поток направлен поперек пролета здания.



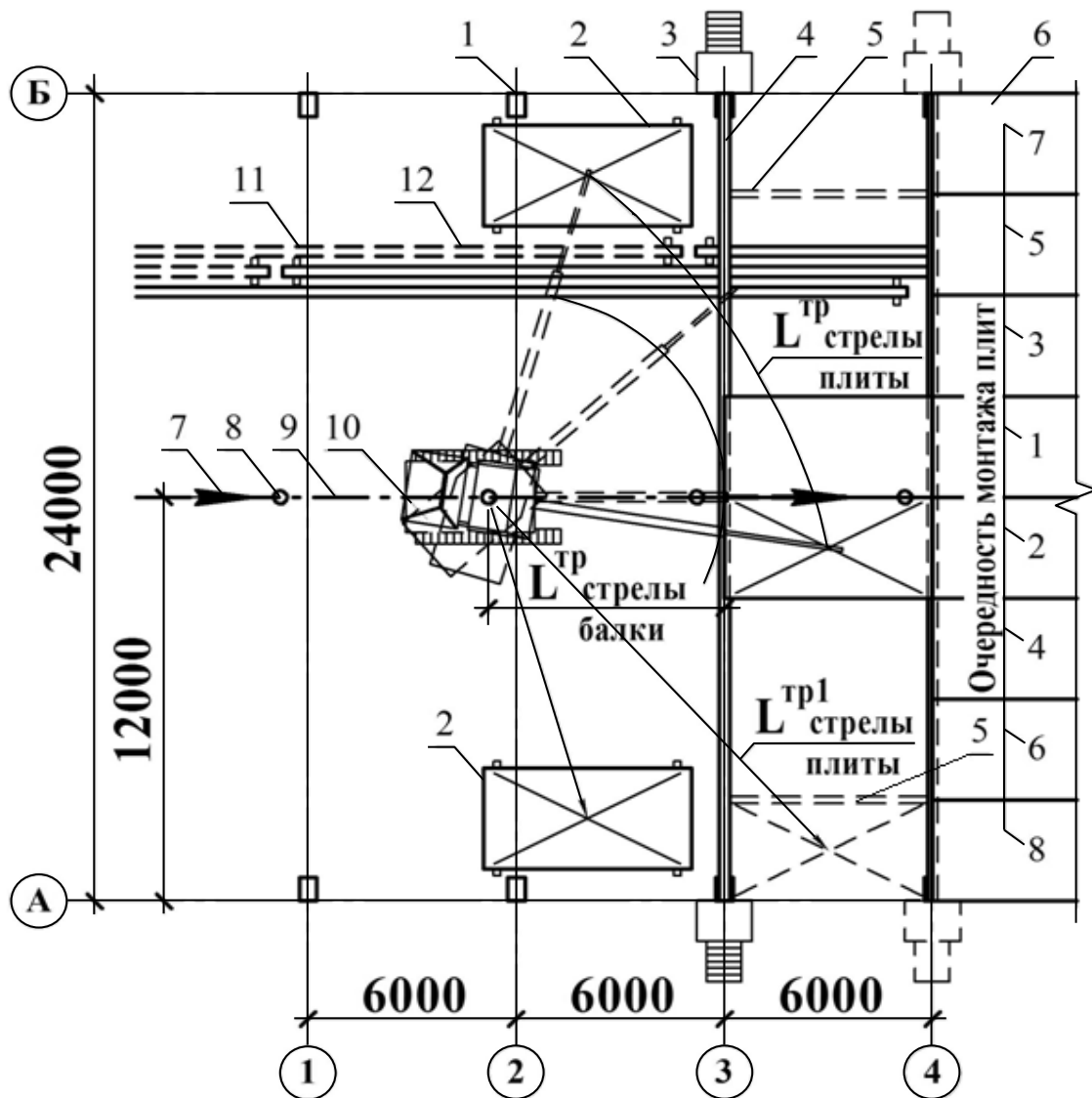


1 – колонна; 2 – заскладрованные плиты покрытия; 3 – инвентарные подмости; 4 – стропильная балка (ферма); 5 – инвентарная распорка; 6 – смонтированные плиты покрытия; 7 – направление движения крана; 8 – стоянка крана; 9 – ось движения крана; 10 – стреловой кран с гуськом; 11 – стропильная балка (ферма); 12 – кассета для складирования ферм

Рисунок 27 – Пример составления схемы монтажа конструкций покрытия здания с пролетом 18 м

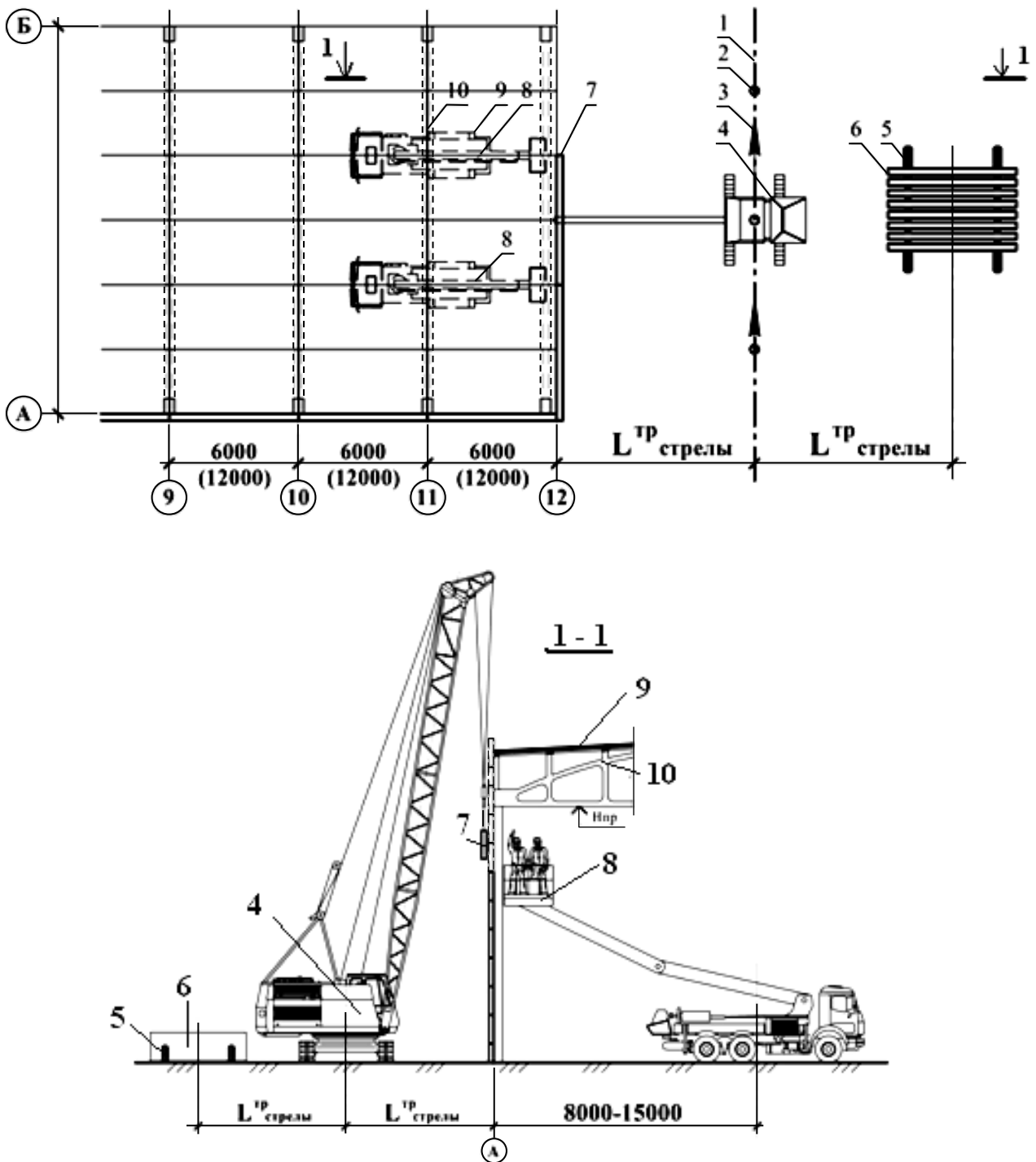
Исходя из организационных соображений, поперечный метод рекомендуется для монтажа покрытий без фонарных и бескрановых зданий. Для зданий с шагом стропильных конструкций 6 м поперечный метод монтажа конструкций покрытий экономически нецелесообразен, так как он не обеспечивает снижение грузоподъемности монтажных кранов.

На схемах монтажа должны быть обозначены места установки подмостей и их привязка, а также привязка складированных конструкций и монтажных кранов к разбивочным осям. К разбивочным осям также должны быть привязаны оси передвижения кранов, их стоянки, должны быть нанесены очередность монтажа строительных конструкций, их временное крепление и другие элементы монтажного цикла.



1 – колонна; 2 – складированные плиты покрытия; 3 – инвентарные подмости; 4 – стропильная балка (ферма); 5 – инвентарная распорка; 6 – смонтированные плиты покрытия; 7 – направление движения крана; 8 – стоянка крана; 9 – ось движения крана; 10 – стреловой кран с гуськом; 11 – стропильная балка (ферма); 12 – кассета для складирования ферм

Рисунок 28 – Схема монтажа конструкций покрытия здания пролетом 24 м



1 – ось движения крана; 2 – стоянка крана; 3 – направление движения крана; 4 – стреловой кран; 5 – кассета для складирования стеновых панелей; 6 – склад стеновых панелей; 7 – монтируемая стеновая панель; 8 – гидравлический подъемник на автомобильном шасси; 9 – плиты покрытия; 10 – стропильная конструкция

Рисунок 29 – Пример составления схемы монтажа стеновых панелей поворотом стрелы крана

## 7 Практическое занятие № 6. Выбор технологии производства монтажных работ

Раздел должен содержать:

- требования к качеству и законченности ранее выполненных (предшествующих) работ;
- схемы организации рабочих мест и выполнения технологических операций;
- наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена);
- указания по производству работ и особенности работ в зимний период времени (способы утепления конструкций, режим их выдерживания, схемы прогрева стыков и т. д.).

По технологическим признакам монтажные операции можно разделить на три группы:

- 1) **такелажные**, связанные с подготовкой конструкции к подъему, – оснастка и строповка (захват);
- 2) **монтажные**, включающие подъем, наводку, ориентирование, установку, выверку и закрепление конструкций;
- 3) **сопутствующие**, предусматривающие антикоррозионную защиту, герметизацию, бетонирование стыков, некоторые виды отделки, установку крепежных деталей, анкеров и т. п.

**Оснастка** – операция по обстройке монтируемых конструкций приспособлениями и оборудованием, необходимыми для создания удобных, надежных и безопасных условий производства работ.

**Захват (строповка)** – операция, обеспечивающая временное зацепление монтируемых конструкций с монтажными машинами и механизмами.

При строповке груза одной ветвью канат растягивается силой, равной весу груза. При двух и более ветвях расчетное усилие  $S$  определяется по формуле

$$S = G / m \cdot \cos \alpha, \quad (18)$$

где  $G$  – масса поднимаемого груза;


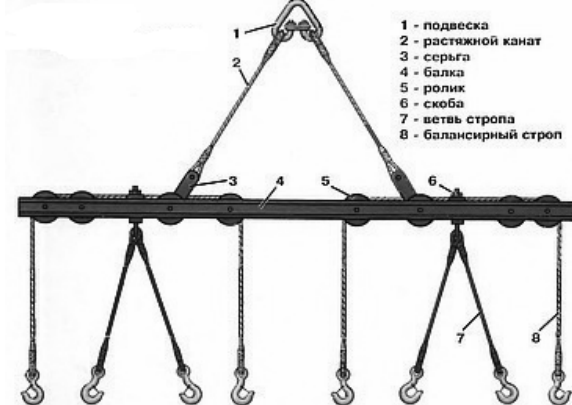
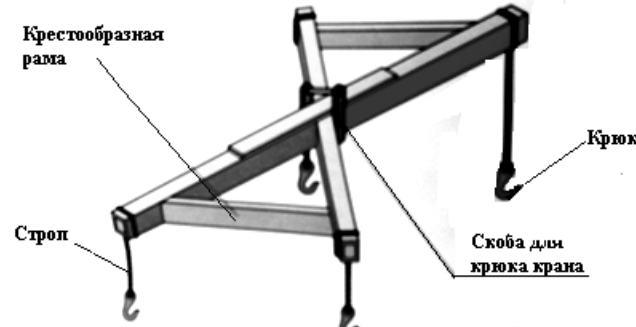
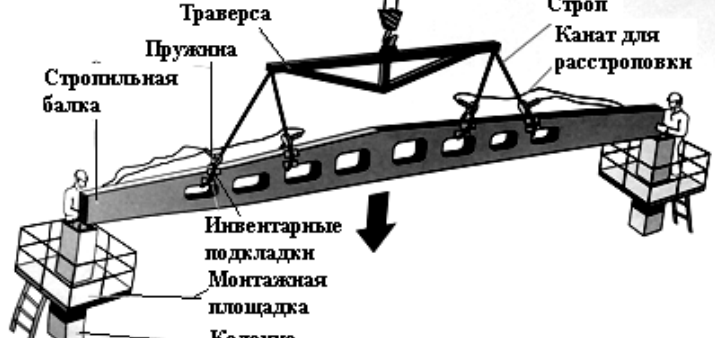
$m$  – число ветвей стропа, на которые передается масса груза;

$\alpha$  – угол отклонения ветвей стропа от вертикали (принимается не более  $50^\circ \dots 60^\circ$ ).

Диаметр каната устанавливают в соответствии с требуемым запасом прочности, для чего значение усилия  $S$  умножают на коэффициент запаса, минимальное значение которого для стальных канатов при массе груза до 50 т равно 8, более 50 т – 6.

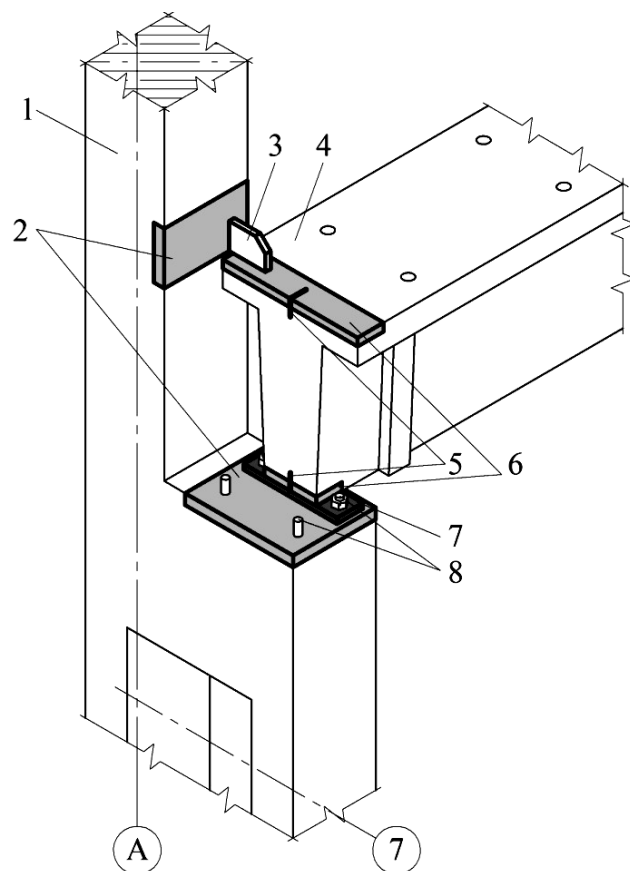
Монтажные операции, монтажная обстройка и грузозахватные приспособления приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Монтажные операции, монтажная обстройка и грузозахватные приспособления

Схема монтажной операции, монтажной обстройки, монтажного приспособления	Описание монтажного процесса
	<p>Стропы:</p> <p>а – двухветвевые б – четырехветвевые в – шестиветвевые с блоками</p>
	<p>Балочная универсальная траверса.</p> <p>Применяется для монтажа стропильных и подстропильных конструкций, стеновых панелей и перегородок</p>
	<p>Пространственная траверса.</p> <p>Применяется для монтажа плит перекрытий и покрытий</p>
	<p>Монтаж двухскатной стропильной балки.</p> <p>Выполняют с предварительно установленных на колонны приставных лестниц с площадками</p>

**Выверка** – операция, обеспечивающая точное соответствие положения монтируемых конструкций проектному. Выверку производят визуально и инструментально, выполняют в процессе установки, когда конструкция удерживается монтажными кранами или другими механизмами и приспособлениями, а также после ее установки при закреплении.

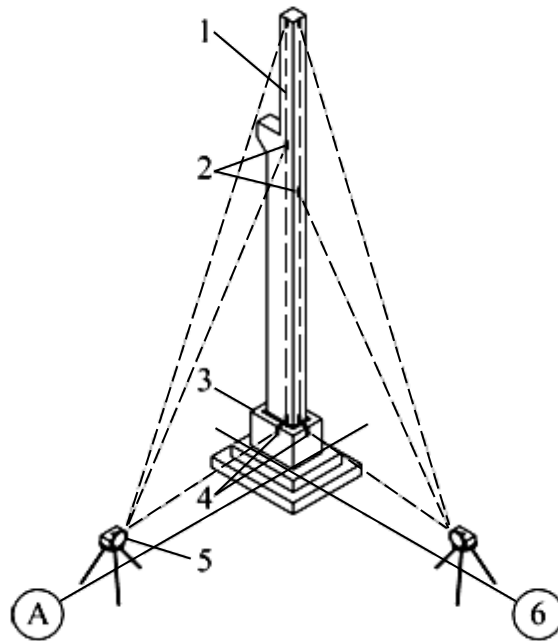
**Визуальную выверку** производят по монтажным ориентирам (рискам), нанесенным на смонтированные и монтируемые конструкции (рисунок 30).



1 – колонна; 2 – подкрановая балка; 3, 5 – закладные детали; 4 – анкерный болт; 6 – опорный лист; 7 – соединительная планка; 8 – отверстие для закрепления рельсов; 9 – ориентиры (риски) для визуальной выверки подкрановая балки

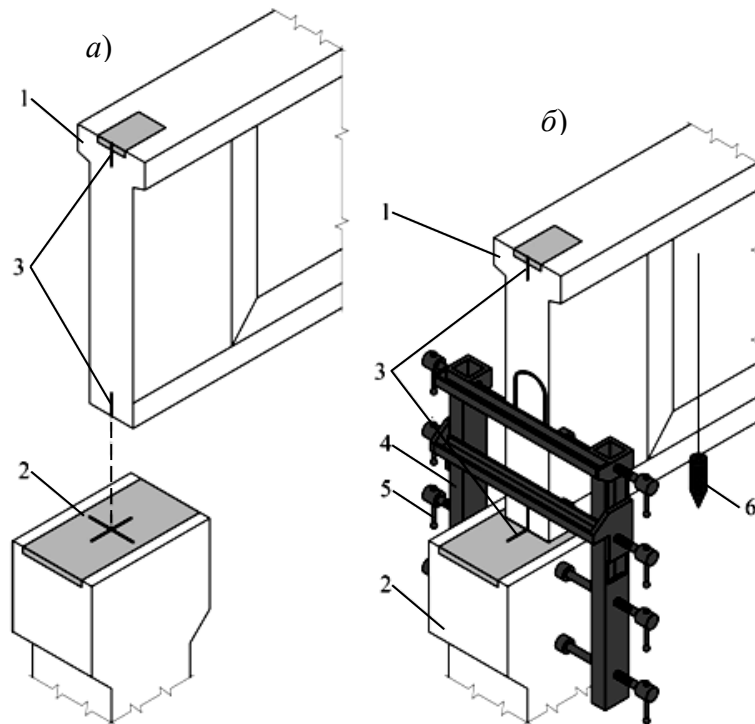
Рисунок 30 – Пример визуальной выверки подкрановая балки по монтажным ориентирам (рискам)

**Инструментальную выверку** выполняют с помощью геодезических приборов и приспособлений. Для этих целей используют теодолиты, нивелиры, отвесы, рейки-отвесы, уровни и другие приспособления. Пример инструментальной выверки колонн приведен на рисунке 31, а стропильных балок и ферм – на рисунке 32. Инструментальную выверку строительных конструкций производят совмещая монтажные ориентиры на их верхней и нижней частях с помощью геодезических приборов и инструментов (нивелиров, тахеометров, отвесов, рейки с отвесом и др.). При длине колонн до 3 м применяют рейку-отвес, а при большей длине – теодолит либо тахеометр.



1 – теодолит; 2 – монтажные ориентиры на колонне (разбивочные либо геометрические оси); 3 – монтажные ориентиры на фундаменте

Рисунок 31 – Пример инструментальной выверки колонн по вертикали



*а* – визуальная установка стропильной конструкции в проектное положение по нанесенным ориентирам (рискам); *б* – инструментальная выверка стропильной конструкции по вертикали с помощью отвеса; 1 – стропильная конструкция; 2 – оголовок колонны; 3 – монтажные ориентиры; 4 – рама кондуктора; 5 – зажимные винты; 6 – отвес

Рисунок 32 – Пример визуальной (по монтажным ориентирам) и инструментальной (с помощью отвеса) выверки балок или ферм

## 8 Практическое занятие № 7. Составление калькуляции затрат труда

Осуществляем на основании данных таблицы 5 по форме таблицы 11 с использованием сборников и выпусков норм затрат труда на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы [8–12].

Подсчет трудоемкости при составлении калькуляции затрат труда следует производить отдельно для каждого частного либо специализированного потока с учетом основных, подготовительных и сопутствующих работ.

Таблица 11 – Пример составления калькуляция затрат труда

Обос- но- вание ЕНиР	Вид работы	Еди- ница изме- рения	Количе- ство единиц измере- ния	Трудоемкость, <div>чел.-ч маш.-ч</div>		Состав звена
				на единицу измерения	на весь объем	
Монтаж колонн и вертикальных связей						
	Итого				—	
	На одну колонну			—		
Монтаж подкрановых балок						
	Итого				—	
	На одну подкрановую балку			—		
Монтаж стропильных конструкций, плит покрытия и горизонтальных связей						
	Итого				—	
	На один элемент			—		
Монтаж фундаментных балок и стенового ограждения						
	Итого				—	
	На один элемент			—		
Кирпичная кладка стен (по заданию)						
	Итого				—	
	На 1 м³ кладки			—		
Устройство мягкой рулонной кровли (по заданию)						
	Итого				—	
	На 1 м² кровли			—		
Устройство бетонных полов (по заданию)						
	Итого				—	
	На 1 м² пола			—		
Производство отделочных работ (по заданию)						
	Итого				—	
	На 1 м² отделки поверхно- сти стен (потолков)			—		



## 9 Практическое занятие № 8. Проектирование календарного графика монтажа строительных конструкций

Календарный график производства работ состоит из двух частей: левой расчетной и правой – в виде линейного графика Ганта.

Основанием для проектирования календарного графика производства работ являются установленные объемы работ и затраты труда на отдельные виды работ, приведенные в калькуляции затрат труда. Форма календарного графика производства работ приведена на рисунке 33.

В графу 1 (наименование работ) заносят виды работ, выполняемые отдельными специализированными либо частными потоками (бригадами, звеньями). В графу 2 (единица измерения) проставляют натуральный измеритель строительной продукции (вид работ). В третью графу заносят объемы работ, соответствующие единицам измерения, принятым в графе 2. Графа 4 заполняется значениями трудоемкости работ, подсчитанными в калькуляции затрат труда. При этом, трудоемкость на весь объем работ, взятую из калькуляции затрат труда, следует разделить на продолжительность рабочей смены для обеспечения ее измерения в человеко-днях. Графу 5 заполняют из условия перевыполнения норм выработки отдельных работ и процессов на 15 %...25 %. В графу 6 заносят принятый процент выполнения норм выработки. Принятое число смен (графа 11) для общестроительных работ, выполняемых с применением машин и механизмов (краны, экскаваторы, бульдозеры), должно быть не менее двух. В графы 9 и 10 заносят расчетный квалификационный и численный состав звеньев и бригад. Данные графы 12 получают делением графы 5 на графы 10 и 11, округляя данные расчетов до 0,5 смены. В графе 13 (линейный график) графически изображают работы и процессы, совмещая их во времени и пространстве в соответствии с требованиями технологии и организации производства работ и охраны труда.

В графы 7 и 8 заносят принятые машины, механизмы и их количество.

Гистограмму изменения численности рабочих получают путем суммирования по вертикали календарной линейки количества рабочих бригад и звеньев.

Календарный график производства работ должен содержать информацию о принятых машинах и механизмах, их количестве, принятом составе исполнителей. Рациональный расчетный состав исполнителей (звена, бригады) устанавливают на основании данных калькуляции затрат труда с учетом процентного соотношения трудоемкости выполнения отдельных основных и вспомогательных строительных процессов.

Оптимизацию календарного графика производства работ по трудовым ресурсам осуществляют на основании установленных его технико-экономических показателей. Так, коэффициент сменности должен быть в пределах 1...2. Коэффициент неравномерности движения рабочих должен быть в пределах 1,1...1,3.

N п/п	Наименование работ	Объем работ		Трудозатраты, чел.ч/шт.ч			Принятый состав звена	Принятые числ о смен	Продолжи- тель- ность выпол- нения работ, дней	Рабочие дни													
		еди- н. изм. ер	кол- во	нор- мати- вные	% пере- вы- полнения норм вы- работки	при- ня- тые				профес- сия, раз- ряд	кол- во, чел.	Рабочие смены											
												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	шт.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
1	Выгрузка железобетонных колонн	шт.	48	48	9,6 4,8	19	8 4	Маш-т бр Так-к 3р, 2р	1 1:1	1	0,5	КС5473Б 1:0,5											
2	Монтаж железобетонных колонн с бетонированием стыков с фундаментами и установкой вертикальных связей	шт.	48	48	37,4 35,0	24	30 5	Маш-т бр Монт-ки: 5р, 4р, 3р, 2р Эл. св-к 4р	1 1:1; 2:1 1	2	2,5	1:6 2:2,5											
3	Выгрузка и монтаж подкрановых балок с электродуговой сваркой и антикоррозионной защитой сварных швов	шт	15	15	29,5 5,5	23	24 4	Маш-т бр Монт-ки: 5р, 4р, 3р, 2р Эл. св-к 4р	1 1:1; 2:1 1	2	2	6 чел 2 см.; 2 дня											
4	Выгрузка стропильных ферм и плит покрытия	шт	126	126	14,4 7,2	20	12 6	Маш-т бр Так-к 3р, 2р	1 1:1	2	3	2 4 2:3											
5	Заделка стыков подкрановых балок, нанесение монтажных ориентиров на конструкции	1 эл	16	16	7,1 0	18	6 0	Мон-ки: 5р, 4р, 3р. Эл-св-к 4р.	1:1; 1; 1	2	1	4 2:1											
6	Монтаж стропильных ферм и плит покрытия с установкой горизонтальных связей, электродуговой сваркой и антикоррозионной защитой сварных швов	шт	126	126	68 12	13	60 10	Маш-т бр Монт-ки: бр, 5р, 4р, 3р, 2р Эл. св-к 4р	1 1:1; 1:1; 1 1	2	5	МКП140 2:5 МКП140											
7	Выгрузка и монтаж стеновых панелей с электродуговой сваркой и антикоррозионной защитой сварных швов	шт	88	88	58 11,6	16	50 10	Маш-т бр Монт-ки: бр, 5р, 4р, 3р, 2р Эл. св-к 4р	1 1:1; 1:1 1	2	5	КС5473Б 5 График изменения численности рабочих N ср.сп.=7 чел 8 11 2:5 7											
8	Заделка горизонтальных и вертикальных стыков стен	10 м	32	32	8,8 0	10	8 0	Монт-к 4р	1:1	1	4	2 6 2 4 2											
Итого: 232,8 76,1		Итого: 196 39		Процент перевыполнения норм выработки - 19%		Кпер.=1,6																	

Рисунок 33 – Пример календарного графика производства работ

## **Технико-экономические показатели календарного графика производства работ**

1 Общая продолжительность выполнения работ по календарному графику  $T$ , дн.

2 Коэффициент сменности

$$k_{см} = \frac{t_1 \cdot c_1 + t_2 \cdot c_2 + \dots + t_i \cdot c_i}{\sum t_i}, \quad (19)$$

где  $t_1, t_2$  – продолжительность отдельных работ, дн.;

$c_1, c_2, \dots, c_i$  – сменность (количество смен в сутки), применяется по отдельным процессам.

Значение  $k_{см}$  растет с расширением применения трех- и двухсменной работы, что способствует сокращению срока строительства.

3 Коэффициент совмещенности строительных процессов во времени:

$$K_c = \frac{\sum t}{T}, \quad (20)$$

где  $\sum t$  – сумма продолжительности отдельных процессов,  $\sum t = t_1 + t_2 + \dots + t_a$ .

При совмещении работ значение  $\sum t$  будет больше, чем  $T$  и коэффициент  $K_c > 1$ ; причем, чем значительнее  $K_c$  будет больше единицы, тем больше это будет способствовать уменьшению срока монтажа конструкций.

4 Коэффициент неравномерности движения рабочих

$$K_n = \frac{A_{\max}}{A_{ср}} = 1,1 \dots 1,3, \quad (21)$$

где  $A_{\max}$  – максимальное количество рабочих в день, принятое по графику движения рабочих;

$A_{ср}$  – среднее количество рабочих в день, равное общей трудоемкости, деленной на число дней строительства.

5 Выработка на 1 человеко-день

$$S = P/Q, \quad (22)$$

где  $P$  – объем монтажных работ, т ( $\text{м}^3$ );

$Q$  – общая трудоемкость строительства, чел.-дн.

6 Удельная трудоемкость, т. е. затраты труда на 1  $\text{м}^3$  (1 т) смонтированных конструкций.

## **10 Практическое занятие № 9. Разработка мероприятий по контролю качества и приемке монтажных работ**

Виды контроля классифицируются по следующим признакам:

- в зависимости от места и времени проведения контроля в технологическом процессе (стадия контроля):
  - а) входной;
  - б) операционный;
  - в) приемочный;
- в зависимости от охвата контролируемых параметров (объем контроля):
  - а) сплошной;
  - б) выборочный;
- в зависимости от периодичности контроля (периодичность контроля):
  - а) непрерывный;
  - б) периодический;
  - в) летучий;
- в зависимости от применения специальных средств контроля:
  - а) измерительный;
  - б) визуальный;
  - в) технический;
  - г) регистрационный.

Оформление раздела выполняется согласно [1].

Раздел «Контроль качества и приемка работ» должен содержать методы и средства контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ согласно [2–4].

Раздел «Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды» должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест в соответствии с требованиями [7].

## Список литературы

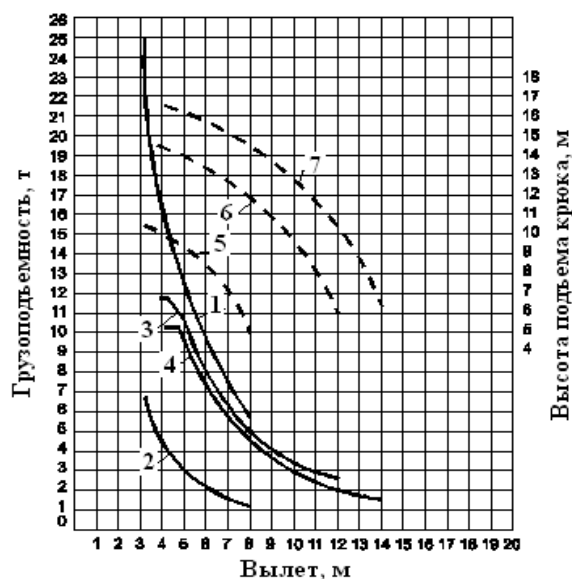
- 1 Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и применения технологической документации на производство строительно-монтажных работ. – Мн. : Минстройархитектуры, 2023. – 21 с.
- 2 Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений: СН 1.03.01–2019. – Мн. : Стройтехнорм, 2019. – 358 с.
- 3 Геодезические работы в строительстве. Основные положения : СН 1.03.02–2019. – Мн. : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2020. – 13 с.
- 4 Организация строительного производства : СН 1.03.04–2020. – Мн. : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2024. – 37 с.
- 5 Монолитные и сборные бетонные и железобетонные конструкции. Контроль качества работ: СП 1.03.09–2023. – Мн. : Минстройархитектуры, 2023. – 31 с.
- 6 Общие положения по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений: СП 5.01.01–2023. – Мн. : Минстройархитектуры, 2023. – 143 с.
- 7 Об утверждении Правил по охране труда при выполнении строительных работ: постановление М-ва труда и соцзащиты Респ. Беларусь и М-ва архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь от 31 мая 2019 г. № 24/33. – Мн., 2019. – 52 с.
- 8 Нормы затрат труда. Сборник № 1. Внутривозвращаемые транспортные работы: НЗТ № 1. – Мн. : Стройэкономика, 2009. – 36 с.
- 9 Нормы затрат труда. Сборник № 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ № 4. – Мн. : Стройэкономика, 2009. – 96 с.
- 10 Нормы затрат труда. Сборник № 6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях: НЗТ № 6. – Мн. : Стройэкономика, 2009. – 63 с.
- 11 Нормы затрат труда. Сборник № 22-1. Сварочные работы. Конструкции зданий и промышленных сооружений: НЗТ № 22-1. – Мн. : Стройэкономика, 2009. – 46 с.
- 12 Нормы затрат труда. Сборник № 5. Монтаж металлических конструкций. Конструкции зданий и промышленных сооружений: НЗТ № 5-1. – Мн. : Стройэкономика, 2009. – 432 с.

## Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Варианты индивидуальных заданий к практическим занятиям

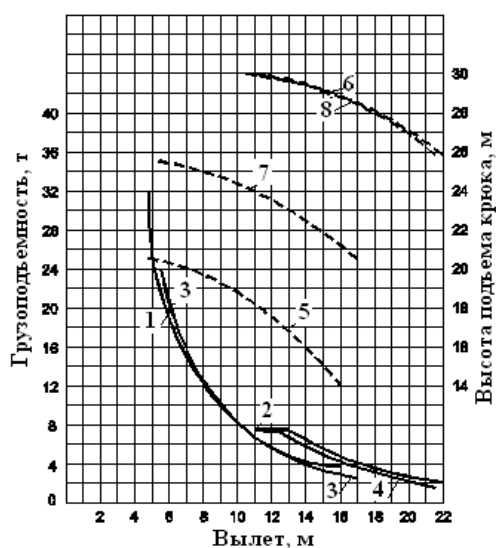
Номер варианта	Параметры здания					Отметка верха колонны, м	Наличие мостовых кранов	Стропиль- ная кон- струкция
	Длина, м	Ширина, м	Пролет, м	Шаг колонн, м				
				крайних	средних			
1	48	48	24	6	12	10,8	+	Ферма
2	48	54	18	6	12	12,6	+	Ферма
3	54	54	18	6	6	14,4	+	Балка
4	48	36	12	6	6	8,4	—	Балка
5	48	24	12	6	12	9,6	—	Балка
6	48	36	18	6	6	12,6	+	Балка
7	48	48	24	6	6	12,6	+	Ферма
8	48	54	18	6	6	10,8	—	Балка
9	48	36	12	6	12	9,6	—	Балка
10	54	24	12	6	6	10,8	+	Балка
11	54	48	24	6	6	10,8	+	Ферма
12	48	48	24	6	12	12,6	+	Ферма
13	54	36	12	6	6	8,4	—	Балка
14	54	48	24	6	6	14,4	+	Ферма
15	48	36	12	6	12	10,8	—	Балка
16	54	36	12	6	6	9,6	—	Балка
17	48	24	12	6	6	8,4	—	Балка
18	54	36	12	6	6	10,8	—	Балка
19	54	36	18	6	6	12,6	+	Балка
20	48	36	12	6	12	10,8	—	Балка
21	54	36	18	6	6	12,6	+	Ферма
22	48	36	18	6	12	8,4	—	Балка
23	54	48	24	6	6	14,4	+	Ферма
24	48	36	12	6	6	6,6	—	Балка
25	36	24	12	6	6	7,2	—	Балка
26	48	36	12	6	12	8,4	—	Балка
27	54	36	18	6	6	10,8	—	Балка
28	48	36	18	6	12	12,6	+	Ферма
29	48	48	24	6	6	10,8	+	Ферма
30	48	24	12	6	6	10,8	—	Балка
31	48	36	18	6	12	14,4	+	Ферма

## Приложение Б (справочное)



Кривые грузоподъемности: 1 – стрела 10 м, главный подъем на опорах; 2 – стрела 15 м, главный подъем на опорах; 3 – стрела 10 м, главный подъем без опор. Кривые высоты подъема крюка: 4 – стрела 10 м; 5 – стрела 15 м

Рисунок Б.1 – Грузовые и высотные характеристики автокрана КС-5473Б. Стрела 10 и 25 м



Кривые грузоподъемности: 1 – стрела 20 м с гуськом, главный подъем на выносных опорах; 2 – стрела 20 м с гуськом, вспомогательный подъем; 3 – стрела 25 м с гуськом, главный подъем на выносных опорах; 4 – стрела 25 м с гуськом, вспомогательный подъем. Кривые высоты подъема крюка: 5 – стрела 20 м с гуськом, главный подъем; 6 – стрела 20 м с гуськом, вспомогательный подъем; 7 – стрела 25 м с гуськом, главный подъем; 8 – стрела 25 м с гуськом, вспомогательный подъем

Рисунок Б.2 – Грузовые и высотные характеристики пневмоколесного крана МКП-40. Стрела 20 и 25 м