

Министерство образования и науки Российской Федерации

Вологодский государственный университет

Кафедра промышленного и гражданского строительства

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к разработке технологической карты на монтаж одноэтажного каркасного здания в курсовом и дипломном проектировании

Факультет: инженерно-строительный

Направление: 08.03.01 «Строительство»

Профили

подготовки: «Промышленное и гражданское строительство»

«Городское строительство и хозяйство»

Вологда  
2017

УДК 69.057

Технология возведения зданий и сооружений: Методические указания к разработке технологической карты на монтаж одноэтажного каркасного здания в курсовом и дипломном проектировании. – Вологда: ВоГУ, 2017. – 34 с.

В методических указаниях освещены вопросы, которые должны решать студенты в процессе проектирования технологии монтажа строительных конструкций промышленного здания, приведены примеры расчета и оформления фрагментов технологических карт.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: Кабанов Е.А., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Габиров Н.Н., к.т.н., доцент каф. АД ВоГУ

## **ВВЕДЕНИЕ**

Курсовой проект выполняется на основании реального задания или проекта по архитектуре «Промышленное здание», выполненного ранее студентом.

Выполнение курсового проекта по монтажу строительных конструкций имеет целью не только закрепление полученных теоретических знаний в области строительного производства, но и расширение их путем работы с типовыми технологическими картами, нормативно-справочной литературой, а также ознакомление студентов с методикой разработки проектов производства строительно-монтажных работ.

При разработке курсового проекта студент должен: уметь выбрать метод производства работ и средства механизации с учетом передовых методов труда, основанных на новейших достижениях строительной техники; определить последовательность выполнения работ; разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности, контролю качества монтажных работ; определить технико-экономические показатели.

Курсовой проект в законченном виде представляет собой технологическую карту на производство работ по монтажу строительных конструкций одноэтажного промышленного здания и состоит из пояснительной записки, написанной от руки на одной стороне белой бумаги формата А4 (размер 297х210) в объеме 20-25 листов, и графической части, выполненной на 1-1,5 листах чертежной бумаги формата А1 в карандаше.

Общие правила оформления чертежей и пояснительной записки даны в [20].

## **1. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

### ***1.1. Характеристика здания***

Дается краткое описание объемно-планировочного и конструктивного решения монтируемого здания, а также конструктивные решения стыков и швов сборных конструкций.

### ***1.2. Определение объемов работ***

На основании данных задания или проекта, например, приложение 1 рисунок 2, определяют количество монтажных элементов, их массу и размеры по каталогам типовых конструкций [20, 21] и справочным данным [22]; количество стыков колонн с фундаментами и объем бетона, необходимый для за-

моноличивания [прил. 2, табл. 1]; длину сварных швов [прил. 2, табл. 2, 3, 4]; длину заливки швов плит покрытия и стеновых панелей [прил. 2, табл. 2 и 3].

Данные по определению количества монтажных элементов и перечень рабочих процессов, совершаемых с ними, заносятся в таблицу 1.

Сводная ведомость объемов работ будет являться исходным документом для составления калькуляции трудовых затрат и выбора монтажных и транспортных машин.

Таблица 1 - Сводная ведомость объемов работ (выборочные монтажные элементы и сопутствующие им работы)

№ п/п	Наименование конструкций (марка) и рабочих операций	Ед. изм.	Объем	Эскиз и размеры конструкций (мм)	Масса (т)
1	Колонны (К) – КШ-27	шт.	18		4,7
2	Ферма (Ф) – ФСМ24-III	шт.	9		14,9
3	Плиты покрытия (П) ПАНВ 1,5x12 и т.д.	шт.	128		5,1
4	Заделка стыков колонн $V = 0,133 \text{ м}^3$	шт.	18		
5	Заливка швов плит покрытия	100 м	8,4	7x24 м+7x96 м=840 м.п.	

Продолжение таблицы 1 - Сводная ведомость объемов работ (выборочные монтажные элементы и сопутствующие им работы)

6	Электросварка монтажных стыков:				
	ферм	м	10,8	ферм (1,2x9)=10,8 м	
	плит	м	17,28	плит (0,135x128)=17,28	

### 1.3. Выбор метода производства монтажных работ

Определившись с объемами работ, необходимо выбрать метод производства монтажных работ. Выбор метода монтажа (комплексный, смешанный или дифференцированный) зависит в основном от объемно-планировочного решения и конструктивного. Здание разбивается на захваты (отдельные пространственно-жесткие секции здания). Монтаж ведется в 4-5 проходов монтажного крана или специальными потоками, каждому из которых придают комплект монтажных и транспортных машин и соответствующую машинную оснастку. Чаще всего монтаж сборных элементов одноэтажных промышленных зданий ведется в следующей последовательности: при первой проходке крана устанавливаются только колонны в пределах захватки, после их выверки и закрепления второй проходкой крана монтируют подкрановые балки и подстропильные фермы, третьей – балки покрытия или стропильные фермы и плиты покрытия, при четвертой проходке устанавливаю стеновые панели.

Размер захваток для сборных железобетонных зданий – пролет, промежуток между температурными швами и т.д., определяется с учетом набора 70% проектной прочности бетона в стыках колонн с фундаментом. Размер захватки можно определить по числу устанавливаемых колонн ( $N$ ) по формуле:

$$N = \frac{t_{см} \cdot A \cdot (t_{\phi} + t_s)}{t_{ок}}, \text{ (шт.)} \quad (1)$$

где  $t_{см}$  - продолжительность смены 8 ч.;

$A$  - количество рабочих смен в течение суток;

$t_{\phi}$  - время на образование фронта работы – интервал между началом установки первых колонн и бетонирования стыков;

$t_s$  - время твердения бетона в стыках определяется по графику на рис. 1.

Для ускорения процесса твердения разрабатываются дополнительные мероприятия [12, 16];

$t_{ок}$  - время установки одной колонны по ЕНиР [14, 15].

В случае поточного монтажа необходимо согласовать продолжительность монтажа колонн с продолжительностью монтажа элементов следующих потоков, т.е. определить ритм потока.

#### 1.4. Выбор монтажных приспособлений

Принимая во внимание, что большинство зданий и сооружений принимается из унифицированных конструкций, при производстве монтажных работ следует пользоваться типовой оснасткой, которая приведена в справочниках, альбомах и пособиях [23, 24, 21, 26, 27]. Выбранная конструкция строп должна способствовать снижению высоты подъема крюка, обеспечить необходимый маневр элементов в процессе монтажа, допускать дистанционную расстроповку, не деформировать поднимаемый элемент и обладать необходимой прочно-стью.

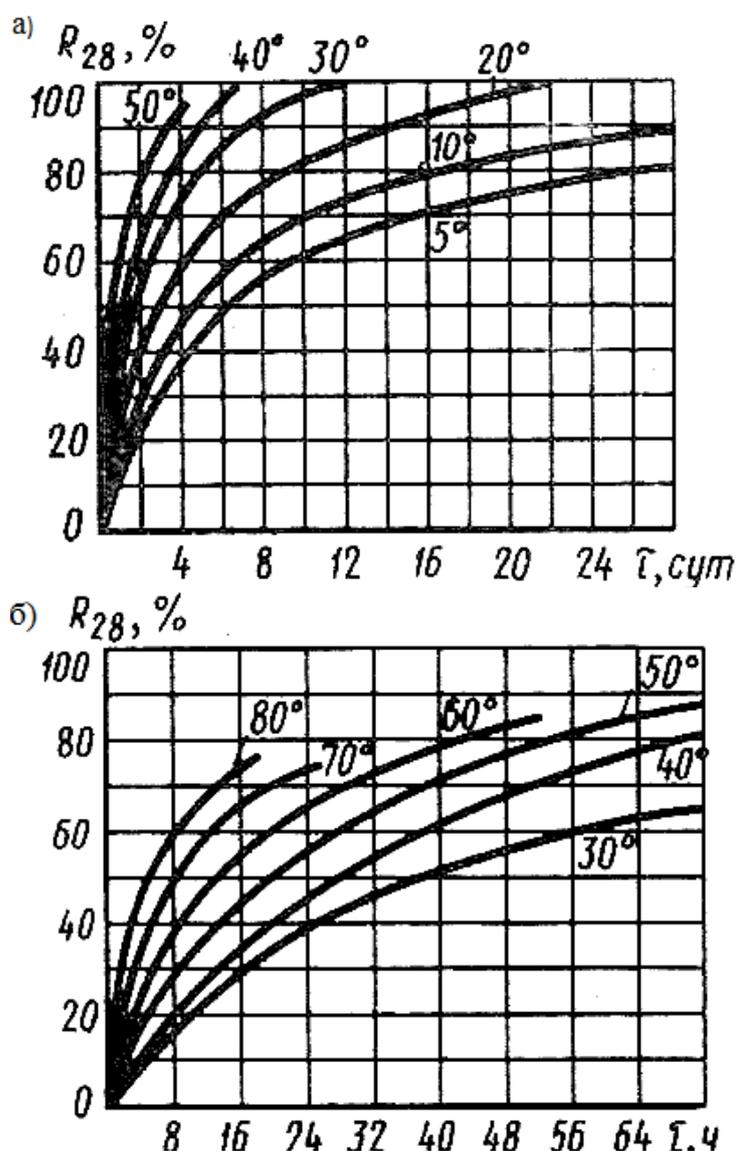


Рисунок 1 - Графики нарастания прочности бетона на портландцементях марок 400-500:  
а – при температуре до 50°С; б – при прогреве.

Строповку колонн рекомендуется производить одним из следующих способов:

- траверсой с двумя стропами и полуавтоматическим замком;
- рамочным захватом под подкрановые консоли;
- рамным захватом со штырем для колонн с отверстием в нижней части.

Расстроповку колонн при применении полуавтоматических замков производят с земли.

Подкрановые балки необходимо стропить в двух точках двухветвевыми стропами за монтажные петли или обхват.

Балки покрытий и фермы пролетом до 18 м следует устанавливать при помощи двухветвевых стропов за монтажные петли, а при их отсутствии можно применять строповку и обхват. При значительной высоте возводимого здания необходимо применять траверсы.

Фермы пролетом 24 м следует устанавливать при помощи траверс. Фермы поднимают за 2 или 4 точки, при этом на траверсе устанавливают уравнивательные ролики. Строповку фермы производят в обхват под узлы верхнего пояса. Стропила должны быть снабжены полуавтоматическими замками или захватами, саморасстрапливающимися под действием собственной массы.

Плиты покрытия следует укладывать при помощи 4-6 ветвевых стропов или траверс за монтажные петли.

При установке стеновых панелей необходимо применять траверсы или двухветвевые стропы.

Принятые стропы следует подвергнуть проверочному расчету [5].

Для временного закрепления и выверки установленных конструкций необходимо выбрать такие монтажные приспособления, как кондукторы или клиновые вкладыши, временные расчалки и распорки [22,23].

Для обеспечения безопасности работы монтажников следует подобрать различные подмости, лестницы, люльки, ограждения, страховочные канаты.

Выбранные строповочные и монтажные элементы вносят в таблицу 2.

### ***1.5. Определение трудоемкости и продолжительности монтажных работ***

Основным документом, определяющим затраты труда, стоимости и продолжительности работ, является калькуляция, которая выполняется по форме 5 представленной в [11] на основании ЕНиР [14, 15].

Объемы работ для расчета калькуляции берутся из таблицы 1.

Заполнение калькуляции по графам ведется в следующей форме:

- наименование работ (графа 2 ) записывается так же, как и наименование соответствующего параграфа ЕНиР;

- единицу измерения (графа 3) принимают по ЕНиР в зависимости от вида работ, соответственно и объем работ (графа 4) берется из таблицы 1 с учетом принятой единицы измерения;

- обоснование (графа 5) записывается так же, как и наименование соответствующего нормативного документа с указанием параграфа, таблицы, графы (буквой) и строки (цифрой);

- значения граф 6, 7 берутся из ЕНиР.

В конце таблицы могут быть примечания, уточняющие применяемую расценку с введенным коэффициентом «Пр».

Таблица 2 - Приспособления для монтажа сборных конструкций

Наименование приспособлений, кем разработано	Эскиз	Грузоподъемность, т	Вес, т	Расчетная высота, м
Двухветвевой строп 2СК		10	0,14	4,5
Фрикционный захват для колонн		15	0,25	1,5
Траверса для ферм $l = 12$ м		15	0,62	3,6
Многоветвевой уравновешивающийся строп		7	1,066	2,1
Монтажная площадка с лестницей				
Временное ограждение крупнопанельных плит				



Затраты труда (графы 8,9) определяются по формуле:

$$3T = H_{ep} \times V, \text{ (чел.-час)} \quad (2)$$

где  $3T$  - затраты труда на весь объем, чел.-час (графы 8,9);

$H_{ep}$  - норма времени на выполнение единицы работы, чел.-час (графа б), маш.-час (графа7);

$V$  - объем работы на все здание (графа 4).

Таблица 3 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование технологических процессов	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиРов и др. нормы расценки)	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.-ч	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)	рабочих, чел.-час	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)
1	Установка колонн без помощи кондукторов	1 колонна	18	Е 4-1-4 табл. 2, 5в,г	5,5	1,1	99	19,8
2	Заделка стыка колонны с фундаментом	1 стык	18	Е 4-1-25 табл.1,1	0,81		14,58	
3	Установка ферм $L=24$ м	1 эл.	9	Е 4-1-6 табл. 4, 4	9,5	1,9	85,5	17,1
4	Укладка плит покрытия	1 эл.	128	Е 4-1-7 11	1,2	0,3	153,6	38,4
5	Замоноличивание швов плит покрытия	100 м шва	8,4	Е 4-1-26 (ПР-1)	4,3		36,12	

### 1.6. Выбор монтажного крана

Монтаж конструкций одноэтажного промышленного здания в основном ведется гусеничными и пневмоколесными кранами, а сельскохозяйственных зданий – автомобильными и пневмоколесными. Подбор кранов производят сравнением технических параметров крана с требуемыми, определяемыми по методике, приведенной в приложении 3.

Первоначально определяют параметры крана из условия монтажа наиболее удаленного элемента (в промышленном здании обычно плита покрытия). Затем, разрабатывая схему движения крана, определяют количество элементов, монтируемых с одной стоянки крана, доступ к которым открыт (сборные фундаменты, колонны, стеновые панели, подкрановые балки и т.д.), см.

приложение 4.

Для выполнения монтажных работ подбираются 2-3 варианта комплектов монтажных кранов в случае крупноразмерного здания со сложным объемно-планировочным решением, в противоположном случае сравниваются два крана. Параметры сравниваемых кранов рекомендуется заносить в таблицу 4. Технические характеристики кранов и данные о себестоимости машино-смены, затраты на их монтаж и демонтаж приведены в [17, 18].

Таблица 4 - Технические характеристики сравниваемых кранов [17]

Наименование показателей	Модели кранов	
	КС-5363	МКГ-40
Длина основной стрелы	15	15,8
Грузоподъемность основного крюка, т		
- на опорах, при вылете:		
наименьшем	16	40
наибольшем	4,3	8
- без опор при вылете		
наименьшем	14	-
наибольшем	2	-
Вылет крюка, м основного		
наименьший	5,2	3-5
наибольший	11,7	14
вспомогательного		
наименьший	15,2	9-15
наибольший	21,7	20
Высота подъема крюка, м: основного при вылете		
наименьшем	22,9	13,8
наибольшем	16,2	8
вспомогательного при вылете		
наименьшем		8
наибольшем	0,5-10	17
Скорость подъема крюка, $10^{-2}$ м/с:		
основного	0,5-10	0,4-8,3
вспомогательного	0,5-50	2,67-53
Скорость передвижения, км/ч:		
рабочая	1,7	0,8
транспортная	16	0,8
Частота вращения, $\text{мин}^{-2}$	0,1-1,2	0,3
Радиус описываемый хвостовой частью, м	3,8	4,7
Преодолеваемый краном уклон подъема пути, град	10	10
Габаритные размеры в транспортном положении, м		
ширина	3,37	4,3
высота	3,9	4,27
длина базы	5,00	5,46
Инвентарно-расчетная стоимость, тыс. руб.	40,7	59,2
Единовременные затраты, руб.	58	53
Усредненная стоимость машино-смены, руб.	54,3	37,2

### 1.7. График производства работ

График составляется на основе калькуляции трудовых затрат и нормативной продолжительности работ по форме 6 [3] (см.табл.5).

Нормативная продолжительность работ монтажа конструкций определяется по СНиП 1.04.03-85 [25]. Для промышленных зданий использовать раздел «Машиностроение. Отдельные цеха, корпуса и здания», с. 228-231.

Пример. Склад закрытый одноэтажный, общей площадью 2304 м<sup>2</sup>. согласно СНиП 1.04.03-85 (с. 231, п. 22) для зданий этого типа при  $S=3000$  м<sup>2</sup> общая продолжительность работ составляет 5 мес., в том числе подготовительный период – 1 мес. Интерполируя, получим подготовительный период – 0,77 мес. и 3,8 мес. – общую продолжительность строительства.

В качестве нормативной продолжительности работ по монтажу конструкций  $T_n$  принимаем 80% продолжительности строительства надземной части:

$$T_n = 3,03 \cdot 0,8 \cdot 22 = 53,3 \text{ (дн.)},$$

где 22 – число рабочих дней в месяце.

Наименование работ (графа 2) записывается в соответствии с принятой технологической последовательностью монтажа.

В графы 3 и 4 вносятся значения из таблицы 3 соответственно из граф 3 и 4. Графа 5 заполняется значением из графы 8. Графа 6 заполняется значением из графы 9.

В графу 7 записываются марки и количество выбранных монтажных кранов и состав звена монтажников.

Значения в графе 8 для рабочих подсчитываются по формуле:

$$T = \frac{3T_{\text{раб}}}{8,2P \cdot N}, \text{ (дни)}, \quad (7)$$

где  $T$  - продолжительность отдельных видов работ, дни (на секцию или на все здание);

$3T_{\text{раб}}$  (чел.-дн.) – трудоемкость отдельных видов работ (на секцию или на все здание), берется из графы 5 для рабочих и графы 6 для машинистов;

8 – продолжительность одной смены;

$P$  - количество рабочих в одном звене монтажников (графа 7);

$N$  - количество смен (1,2 или 3).

Определив продолжительность отдельных видов работ, взаимно увязывают их во времени. Для этого из общего перечня монтажных работ выбираются те, время выполнения которых оказывает решающее влияние на общую продолжительность монтажа. К ним относятся наиболее сложные работы, требующие больших затрат машинного времени (установка колонн, монтаж покрытия, установка стеновых панелей).

Таблица 5 - График производства работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена, используемые механизмы	Продолжительность процесса, час	Рабочие смены, часы										
				рабочих ч.-час	машиниста, чел.-ч (работа машин, маш.-ч)			1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	2	3	4	5	6	7	8											
1.	Установка колонн без помощи кондукторов	1 кол.	18	99	19,8	Монтажник 6 разряд – 1 3 разряд – 2 2 разряд – 2 Машинист 6 разряд – 1 Кран МКГ-40 Сварщик	2,41	—		2,77								
2.	Заделка стыков колонн в стаканах	1 стык	18	14,58			0,36	---		1								
3.	Установка ферм l=24 м	1 эл.	9	85,5	17,1		2,09											
4.	Укладка плит покрытия	1 эл.	128	153,6	38,4		2,81			—		8,55						
5.	Замоноличивание швов плит покрытия	100 м шва	8,4	36,12			0,88											
6.	и т.д.																	
7.																		

Устанавливают последовательность и совмещенность ведущих монтажных работ, подчиняя темпу их выполнения остальные виды работ (заделка стыков, электросварка и заливка швов), с тем расчетом, чтобы обеспечить устойчивость в любой момент времени каждого возводимого элемента и здания в целом [12, 15].

Построение графика выполняется с учетом требований техники безопасности [26,27]. Продолжительность работ не должна превышать величины  $T_n$ , полученной по нормативам [25]. В конечном виде график помещается на листе проекта.

### ***1.8. Указания по производству работ***

Основные указания должны отражать следующие положения:

- какими механизмами, методами, в какой последовательности, по каким захваткам и во сколько смен должен производиться монтаж;
- какие подготовительные работы должны быть выполнены до начала монтажа конструкций (осмотр, замер, нанесение рисок, укрупнение и т.д.);
- основные условия на строительной площадке, которые должны быть учтены при производстве монтажных работ (время года, географическое положение, рельеф местности, стесненные условия и т.д.).

В конце указаний дается ссылка на СП [4].

### ***1.9. Указания по технике безопасности***

В соответствии с требованиями [26, 27] даются общие указания, обеспечивающие безопасное ведение монтажных работ.

При совмещении различных потоков на графике производства работ необходимо принять меры, обеспечивающие безопасность работ.

Приспособления для безопасного выполнения монтажных работ (ограждения, подмости, страховочные канаты, расчалки и др.) должны быть показаны на схемах монтажа и в табл. 2.

### ***1.10. Указания по осуществлению контроля и оценки качества монтажных работ***

В соответствии с требованиями СП [4], рабочих чертежей, инструкции СП [2], разрабатываются схемы операционного контроля качества с перечнем контролируемых операций, составом и сроком контроля. При наличии ТТК «Указания по осуществлению контроля и ...» составляются на основании схем операционного контроля.

## ***1.11. Список использованной литературы***

В список использованной литературы включаются все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте. При ссылке в тексте на источники следует приводить порядковый номер литературы, заключенный в квадратные скобки, например [1].

В конце пояснительной записки дается оглавление.

## **2. СОСТАВ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

1. План проходов кранов при монтаже конструкций здания.
2. Схема монтажа отдельных элементов.
3. График производства работ.
4. График грузоподъемности крана.
5. Сводная ведомость машин, оборудования и приспособлений.

### ***2.1. План проходов кранов***

Вычерчивают схематический план здания с нанесением осей и размеров в масштабе 1:200 (для зданий с пролетом 12 м), 1:400 (с пролетами 18 м и 24 м).

На плане показывают разбивку здания на захваты; оси проходов кранов при монтаже отдельных конструкций; стрелками – направления движения кранов; привязку осей проходов к осям здания, вдоль которых движутся краны; первую и последнюю стоянки крана на каждой проходке.

В каждой проходке даются пояснения: марка крана и наименование монтируемых им конструкций. Пояснения пишутся над осью проходки или выносятся за план в виде условных обозначений.

План проходов вычерчивается после построения схем монтажа отдельных конструкций.

### ***2.2. Схемы монтажа***

Схемы монтажа (план, разрез) рекомендуется вычерчивать в масштабе 1:200, 1:100. Построение схем монтажа начинают с определения монтажных зон рабочих кранов. Зная высоту каждого монтируемого элемента (табл. 1), по графику грузоподъемности находят  $L_{\max}$  и  $L_{\min}$  (см. приложение 4).

Для каждой схемы вычерчивают план 2-х – 3-х ячеек одного пролета с нанесением осей и размеров, намечают места стоянок крана, таким образом, чтобы обеспечить подъем максимально возможного количества монтируемых элементов с одной стоянки. При этом фактический вылет стрелы крана  $L$  при монтаже элементов не должен быть менее  $L_{\min}$  и более  $L_{\max}$ .

Места складирования элементов или транспортные средства размещаются

в пределах монтажной зоны.

На листе помещают следующие схемы монтажа:

1. Крайних и средних колонн.
2. Подкрановых балок.
3. Конструкций покрытия.
4. Стеновых панелей.

Образцы схем монтажа смотри в приложении 5.

### 2.3. Сводная ведомость машин и оборудования

Таблица 6 – Сводная ведомость машин и оборудования

№ п/п	Наименование, марка	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во	Назначение
1	2	3	4	5	6
1.	Кран МКГ-40	$Q=40$ т, $L_c=15,8$ м	шт.	1	монтаж каркаса здания

В ведомость включаются все машины и оборудование, используемые при монтаже, а также сварочные аппараты. В графу 3 для монтажных кранов и механизмов заносится грузоподъемность и длина стрелы.

### 2.4. Основные технико-экономические показатели

Исходными данными для определения технико-экономических показателей являются ведомость объемов работ (табл. 1), калькуляция трудозатрат (табл. 3) и график производства работ (табл. 5).

Общий объем работ берется из таблицы 1. Общая трудоемкость подсчитывается по графе 8 табл. 3 отдельно для стальных и железобетонных конструкций. Общая продолжительность берется из графика табл.5.

Таблица 7 - Техничко-экономические показатели

Показатели	Стальные конструкции		Сборные железобетонные конструкции	
	ед. изм.	кол-во	ед. изм.	кол-во
Общий объем работ	т	$\Sigma Q$	$m^3$	$\Sigma V$
Общая трудоемкость	чел.-дн.	$\Sigma 3T$	чел.-дн.	$\Sigma 3T$
Выработка на одного чел.-дн.	$\frac{т}{чел. - дн.}$	$\frac{\Sigma Q}{\Sigma 3T}$	$\frac{т}{чел. - дн.}$	$\frac{\Sigma V}{\Sigma 3T}$
Общая продолжительность работ	дн.	$T$		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Содержание пояснительной записки.....	3
1.1. Характеристика здания .....	3
1.2. Определение объемов работ .....	3
1.3. Выбор метода производства монтажных работ.....	5
1.4. Выбор монтажных приспособлений .....	6
1.5. Определение трудоемкости и продолжительности монтажных работ .....	7
1.6. Выбор монтажного крана.....	10
1.7. График производства работ .....	12
1.8. Указания по производству работ .....	13
1.9. Указания по технике безопасности.....	13
1.10. Указания по осуществлению контроля и оценки качества монтажных работ .....	13
1.11. Список использованной литературы .....	14
2. Состав графической части.....	14
2.1. План проходов кранов.....	14
2.2. Схемы монтажа .....	14
2.3. Сводная ведомость машин и оборудования.....	15
2.4. Основные технико-экономические показатели .....	15
Оглавление.....	16
Библиографический список.....	16
Приложение .....	21

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О введении в действие Градостроительного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 29\*.12.2004 №191-ФЗ ( ред.от 03.07.2016) // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум»Кодекс».

2. СП 48.13330.2011. Свод правил. Организация строительства: актуализированная редакция СНиП12-01-2004: утв. Минрегион России, 2011. – 21 с.

3. Руководство по разработке и утверждению технологических карт в строительстве (к СНиП 3.01.85\*\* «Организация строительного производства»): утв. ЦНИИ-ОМТП 01.01.2004. – Введ. 01.01.2004. – Москва, 2004. – 30 с.

4. СНиП 3.03.01-87. Строительные нормы и правила. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. – Введ. 01.07.1988. – Москва: ЦНИИОПМТП Госстроя СССР, 1988. – 192 с.

5. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции: актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Электронный ресурс]: утв. Госстроем от 25.12.2012 №109/ГС. – Введ. 01.07.2013 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум»Кодекс».

6. Общие производственные нормы расхода материалов в строительстве (ОПНРМС) [Электронный ресурс]: 2013 // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум»Кодекс».

7. Касаев, Г. С. Технология возведения зданий и сооружений: учебное пособие. Ч. 1 / Г. С. Касаев. – Москва: АСВ, 1998. – 128 с.

8. Афанасьев, А. А. Технология возведения полносборных зданий: учебник / А. А. Афанасьев. – Москва: АСВ, 2002. – 368 с.

9. Белецкий, Б. Ф. Технология строительного производства: учебник / Б. Ф. Белецкий. – Москва: АСВ, 2001. – 416 с.

10. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений: учебник для вузов по направлению «Стр-во» / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лапидус. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2004. – 446 с.

11. Кабанов, Е. А. Технология возведения зданий и сооружений: методические указания к разработке технологических карт на курсовом и дипломном проектировании / Е. А. Кабанов. – Вологда: ВоГТУ, 2017. – 12 с.

12. Хамзин, С. К. Технология строительного производства: курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для строительных специальностей вузов / С. К. Хамзин, А. К. Карасев. – Санкт-Петербург: Интеграл, 2005. – 215, [1] с.

13. Единые нормы и расценки. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы / Госстрой СССР. – Москва: Стройиздат, 1987. – 40 с.

14. Единые нормы и расценки. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Выпуск 1: Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – Москва: Стройиздат, 1987. – 64 с.

15. Единые нормы и расценки. Сборник Е5. Монтаж металлических конструкций. Вып. 1: Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – Москва: Стройиздат, 1987. – 26 с.

16. Марионков, К. С. Основы проектирования производства строительных работ / К.С. Марионков. – Москва: Стройиздат, 1980. – 231 с.

17. Строительные краны: справочник / под общей ред. В. П. Станевского. – Киев: Будивельник, 1984. – 240 с.

18. Технология возведения зданий и сооружений: методические указания для самостоятельной работы студентов по курсовому и дипломному проектированию. Подбор монтажного крана. – Вологда: ВоПИ, 1997. – 35 с.

19. Стандарт организации. Система стандартов по организации учебного процесса и контроля его качества. Проекты дипломные и курсовые. Общие требования и правила оформления расчетно-пояснительной записки. СТО ВоГТУ 2.7-2006. – Введ. 01.03.2006. – Вологда: ВоГТУ, 2006. – 30 с.

20. Территориальный каталог типовых сборных железобетонных конструкций для промышленного строительства в Вологодской области. Сборник ТК-70-1. Одноэтажные, многоэтажные здания и инженерные сооружения. – Москва: ЦНТИ, 1982.

21. Территориальный каталог индустриальных конструкций и изделий для строительства объектов Агропрома Вологодской области. Сборник ТК-70-3.87, Том 1 –

Производственные здания и сооружения, Том 2 – Жилые и общественные здания. – Вологда, 1987.

22. Лыпный, М. Д. Справочник производителя работ в строительстве / М. Д. Лыпный, К. Е. Синенький. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будивельник, 1986. – 400 с.

23. Каталог монтажной оснастки, приспособлений и инвентаря. Республиканское проектно-технологическое производственное объединение «Росоргтехстрой». – Москва, 1983. – 111 с.

24. Добронравов, С. С. Строительные машины и оборудования: справочник. / С. С. Добронравов, М. С. Добронравов. – Москва: Высшая школа, 2006. – 445 с.

25. СНиП 1.04.03-85. Строительные нормы и правила. Нормы продолжительности строительства. – Москва: Стройиздат, 1987.

26. СНиП 12-03-2001. Строительные нормы и правила. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – Введ. 01.09.2001. – Москва: ГУП ЦПП, 2001. – 26 с.

27. СНиП 12-04-2002. Строительные нормы и правила. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – Введ. 01.01.2003. – Москва: ГУП ЦПП, 2002. – 26 с.

28. СНиП 12-01-2004. Строительные нормы и правила. Организация строительства. – Москва: ФГУП ЦПП, 2004. – 26 с.

Приложение 1

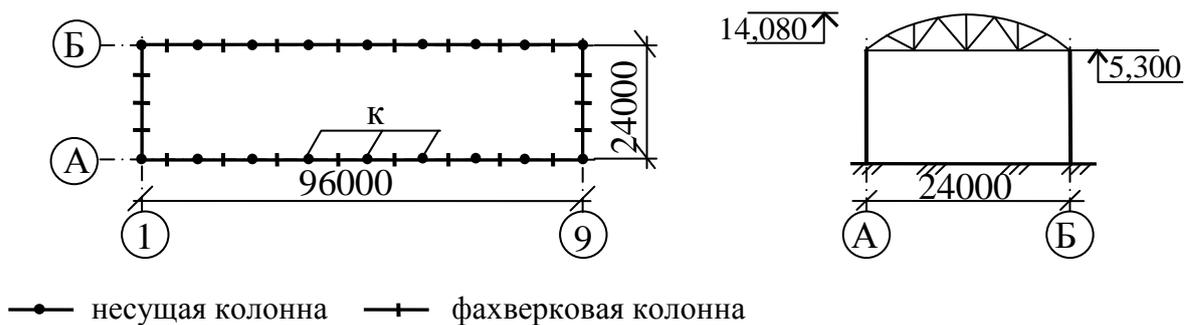


Рисунок 2 - Схема здания

Приложение 2

Таблица 1 - Объем бетона необходимый для замоноличивания стыков колонн с фундаментами

Сечение колонн, мм	Размеры стакана, мм			Объем бетона на стыке, м <sup>3</sup>
	по низу	по верху	глубина	
200x200	300x300	350x350	400	0,0264
300x300	400x400	450x450	400	0,036
180x180	190x650	330x700	450	0,035
300x600	400x700	450x750	450	0,049
140x400	240x500	290x550	450	0,063
280x400	280x500	330x550	450	0,0515
160x400	260x500	310x530	450	0,065
400x400	500x500	550x500	800	0,085
500x500	600x600	650x650	900	0,133

Таблица 2 - Объем работ по сварке и расход бетона при заделке стыков сборных железобетонных плит покрытия

Размеры плит покрытия	Объем работ на одну плиту	
	сварка, см	раствор, м <sup>3</sup>
6x1,5	7,5	0,063
6x3	9	0,103
12x1,5	13,5	0,190
12x3	15	0,2136

Таблица 3 - Объем работ по сварке, расход раствора и герметизирующих материалов

Размеры наружных стеновых панелей, мм	Сварка, см	Расход материалов		
		раствора, м <sup>3</sup>	герметизирующая прокладка на 1 панель, кг	полиизобутиленовая мастика, кг
5980x785x200	64	0,021	6,8	4,76
5980x1186x200		0,023	7,2	5,04
5980x1185x240		0,025	7,8	5,45
5980x1785x250		0,032	7,8	5,45

Таблица 4 - Объем работ по электросварке стыков конструкций

Наименование конструкций элементов	Длина швов, м
<b><i>Одноэтажные промышленные здания</i></b>	
Фундаментная балка для шага 6 м	1,0
Подкрановая балка 6 м	2,2
Подкрановая балка 12 м	2,6
Стропильная балка пролетом 12 м	0,72
Стропильная балка пролетом 18 м	1,02
Подстропильная балка для шага 12 м	0,8
Подстропильная ферма для шага 12 м	1,0
Ферма покрытия пролетом 18 м	1,0
Ферма покрытия пролетом 24 м	1,2
Крестовые связи для шага 6 м	3,2
Крестовые связи для шага 12 м	3,6
Связевые фермы для шага 6 м	1,0
Связевые фермы для шага 12 м	1,2
Фонарь пролетом для шага 6 м	1,8
Фонарь пролетом для шага 12 м	3,0
<b><i>Многоэтажные промышленные здания</i></b>	
Ригель к колонне	1,2
Стык двух колонн	1,5
Панель перекрытия к ригелю	0,8
<b><i>Гражданские здания</i></b>	
Стеновая панель 3 м	1,5
Стеновая панель 6 м	2,2
Панель перегородки	1,2
Панель перекрытий	0,6
Лестничные марши	0,5
Лестничные площадки	0,4
Санитарно-технические кабины*	0,8
Шахты лифтов	1,2

\* Толщина сварного шва – 6 мм, в остальных случаях – 8 мм

### Выбор монтажных кранов по техническим параметрам

На основании данных ведомости монтажных элементов табл. 1 выбирают группу элементов, характеризующихся максимальными монтажными параметрами (масса, габариты и проектное положение монтируемого элемента; монтажная оснастка; грузозахватные устройства), для которых определяют требуемые параметры монтажных кранов.

Требуемую грузоподъемность кранов  $Q$  определяют массой монтируемого монтажного элемента, т.е. с учетом не только собственной массы элемента  $Q_э$ , но и масс монтажных приспособлений  $Q_{np}$  и грузозахватного устройства  $Q_{зр}$ .

$$Q \geq Q_э + Q_{np} + Q_{зр} \cdot (\text{т}) \quad (8)$$

Высоту подъема крюка  $H_{кр}^{mp}$  над уровнем стоянки крана определяют по формуле (рис. 3):

$$H_{кр}^{mp} = h_0 + h_з + h_э + h_{стр}, (\text{м}) \quad (9)$$

где  $h_0$  - превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана, м;

$h_з$  - запас по высоте, необходимый по условиям безопасности монтажа для наводки конструкций или переноса через ранее смонтированные, м;

$h_э$  - высота (или толщина) элемента в монтажном положении, м;

$h_{стр}$  - высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана, м.

Вылет крюка  $L_{кр}$  и длина стрелы  $L_c$  определяются в зависимости от типа крана.

#### Стреловые самоходные краны

Для крана без гуська (см. рис. 3б) длину стрелы определяют по формуле:

$$L_c = \frac{H_0 - h_{uu}}{\sin \alpha} + \frac{b + 2S}{2 \cos \alpha}, (\text{м}) \quad (10)$$

где  $b$  - длина (ширина) монтируемого элемента, м;

$H_0$  - сумма превышения монтажного горизонта  $h_0$ , запаса по высоте  $h_з$  и толщины (высоты) элемента  $h_э$

$$H_0 = h_0 + h_з + h_э, (\text{м}) \quad (11)$$

$h_{uu}$  - превышение уровня оси крепления стрелы над уровнем стоянки;

$\alpha$  - угол наклона стрелы к горизонту;

$S$  - расстояние от края монтируемого элемента до оси стрелы ( $S \geq 1,5$  м).

Наименьшая длина стрелы крана обеспечивается при наклоне ее оси под углом  $\alpha$ , определенным по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{2(H_0 - h_{uu})}{b + 2S}}. \quad (12)$$

По длине стрелы находят вылет крюка  $L_{кр}$ :

$$L_{кр} = L_c \cdot \cos \alpha + d, \text{ (м)} \quad (13)$$

где  $d$  - расстояние от оси поворота крана до оси опоры стрелы ( $d \approx 1,5$  м).

Помимо определения вылета крюка при окончательном выборе крана следует проверить также достаточность размера грузового полиспаста  $h_n$ . Величину  $h_n$  определяют по формуле:

$$h_n = \left( \frac{b + 2S}{2 \cos \alpha} \right) \sin \alpha - h_c, \text{ (м)} \quad (14)$$

где  $h_c$  - высота строповки, м.

Полученное значение  $h_n$  необходимо сравнить с длиной грузового полиспаста выбранного крана (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Минимальная длина грузового полиспаста в стянутом состоянии

Грузоподъемность полиспаста, т	Длина, мм	
	основного крюка	вспомогательного
10	2100	1790
15	2550	1980
20	2660	2110
30	3110	2140
50	3250	2240

Для стреловых кранов, оборудованных гуськом (см. рис. 3а) наименьшую допустимую длину стрелы при горизонтальном гуське определяют по формуле:

$$L_c = \frac{H - h_{uu}}{\sin \alpha}, \text{ (м)} \quad (15)$$

где  $H$  - превышение оси вращения гуська над уровнем стоянки крана:

$$H = H_0 + h_c + h_n, \text{ (м)} \quad (16)$$

Требуемый вылет основного крюка составит:

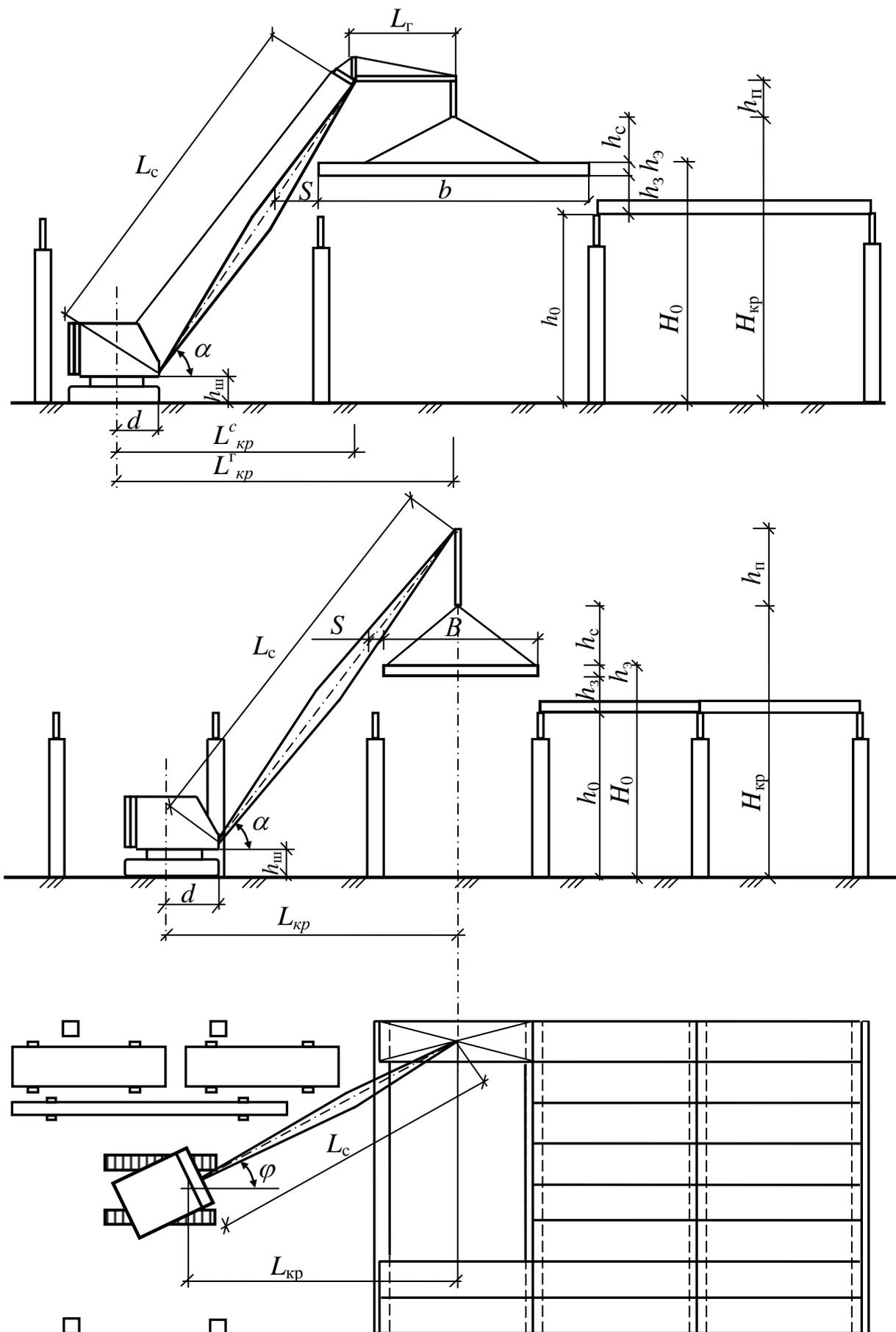


Рис. 3. К определению технических параметров самоходных стреловых кранов:  
 а – с гуськом; б – без гуська; в – без гуська с поворотом в плане.

$$L_{кр} = \frac{H - h_{uu}}{\operatorname{tg} \alpha} + d, \text{ (м)} \quad (17)$$

Требуемую длину гуська определим по формуле:

$$L_{г} = \frac{b}{2} + S - \frac{h_c + h_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ (м)} \quad (18)$$

Рассмотренный способ определения требуемого вылета крюка справедлив при условии передвижения крана вдоль фронта монтажа элементов. Если же будет осуществляется монтаж параллельно укладываемых элементов с одной стоянки краном, стоящим против средних элементов этого ряда (что часто имеет место при монтаже плит покрытий одноэтажных промышленных зданий, когда кран перемещается по оси пролета), то для укладки удаленных от оси пролета элементов проходится поворачивать стрелу крана в горизонтальной плоскости на угол  $\varphi$  (см. рис. 3в).

При повороте будет изменяться вылет крюка, длина и угол наклона стрелы ( $\alpha_\varphi$ ), а также высота подъема крюка.

Используя ранее полученные значения, определяют угол из следующего соотношения:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{D}{L_{кр}}, \quad (19)$$

где  $D$  - горизонтальная проекция расстояния от оси пролета до центра монтируемого элемента, м.

Получив значение  $\varphi$ , определяют проекцию длины стрелы из зависимости и длину стрелы.

Кран без гуська

$$L_{кр\varphi} = \frac{L_{кр}}{\cos \varphi}, \text{ (м)} \quad (20)$$

Так как разность  $H - h_{uu}$  остается неизменной, можно  $\alpha_\varphi$  определить по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_\varphi = \frac{H - h_{uu}}{L_{кр\varphi} - d}. \quad (21)$$

Зная величину угла  $\alpha_\varphi$ , определяют минимальную длину стрелы для монтажа крайнего элемента из зависимости

$$L_{с\varphi} = \frac{L_{кр\varphi} - d}{\cos \alpha_\varphi}, \text{ (м)} \quad (22)$$

Кран с гуськом.

Все величины определяются аналогично, как и для крана без гуська, кроме длины гуська ( $L_{\Gamma\varphi}$ ), которая определяется по формуле:

$$L_{\Gamma\varphi} = \frac{L_{\Gamma}}{\cos\varphi}. \quad (23)$$

### Башенные краны

Высоту подъема крюка  $H_{кр}$  над уровнем стоянки башенного крана определяют по формуле (9).

Вылет крюка для башенных кранов необходимо определять из условий полного обслуживания целого здания в плане или его с части, что зависит от ширины здания и возможности приближения крана к монтируемому объекту (рис. 4).

$$L_{кр}^{mp} = \frac{a}{2} + b + c, \text{ (м)} \quad (24)$$

где  $a$  - ширина кранового пути,

$b$  - расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части здания;

$c$  - расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до выступающей части здания со стороны крана.

При этом расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части здания должно быть на 0,75 м больше радиуса габарита верхней части крана (габарит контргруза среза, габарит кабины крана и т.п.).

Таким образом, должны быть соблюдены неравенства:

$$\frac{a}{2} + b \geq R^h + 0,75 \text{ или } \frac{a}{2} + b \geq R^6 + 0,5,$$

где  $R^h$  - радиус габарита нижней части крана;

$R^6$  - то же, верхней части.

На основании полученных  $Q^{mp}$ ,  $H_{кр}^{mp}$  и  $L_{кр}^{mp}$  по [17, 18] производят выбор крана.

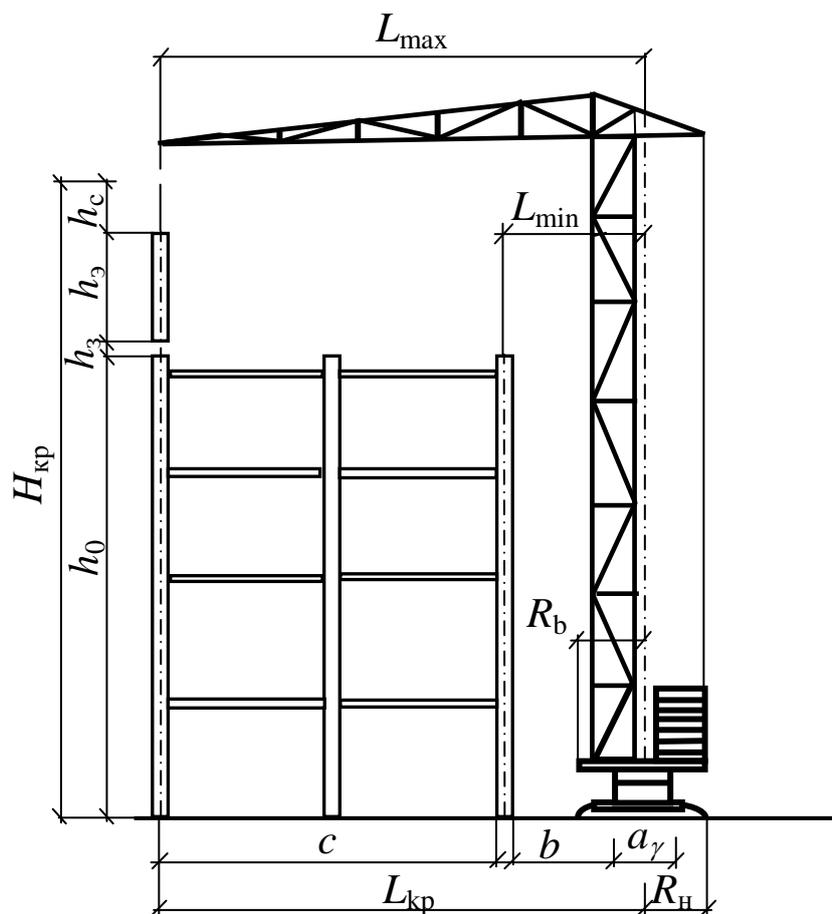


Рис. 4. К определению технических параметров башенного крана:

$Q$  - масса наиболее тяжелого и удаленного элемента;  $L_{\max}$  - наибольшее удаление центра тяжести конструкции от оси крана;  $H_{кр}$  - требуемая высота подъема крюка;  $h_0$ ,  $h_3$ ,  $h_3$  и  $h_c$  - аналогичны рис. 3;  $a$  – ширина подкранового пути;  $b$  - расстояние от оси рельса подкранового пути до ближайшей части здания;  $c$  - расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до наиболее выступающей части здания.

Пример определения  $L_{\min, \max}$  и  $H_{кр}$  по графику грузоподъемности

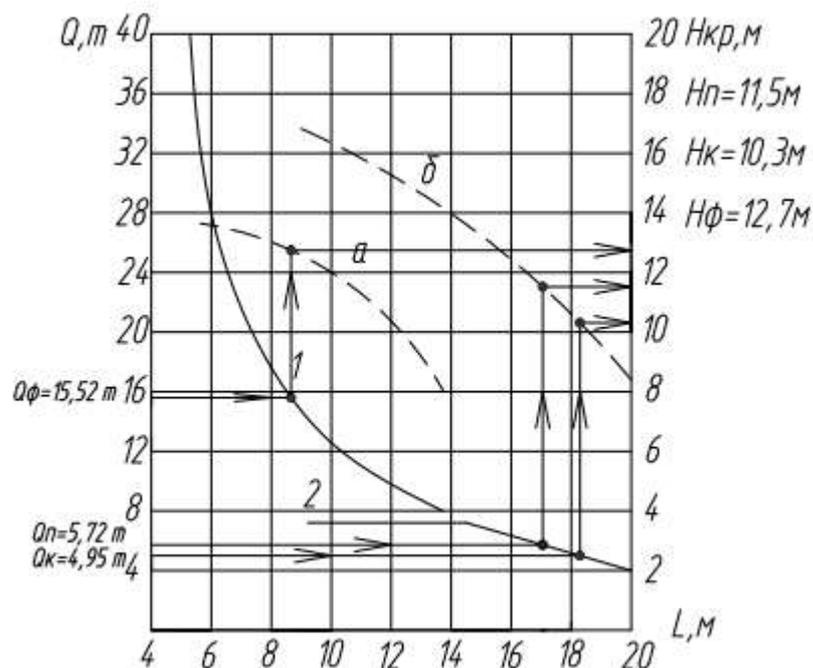


Рис. 5. Грузовые и высотные характеристики крана МКГ-40 при стреле длиной 15,8 м основного (1а) и вспомогательного подъемов (2б).

Требуемые параметры  $H_{кр}^{mp}$ ,  $L_{кр}^{mp}$ ,  $L_{стр}^{mp}$  определены по методике, приведенной в приложении 3 для примера, приведенного в приложении 1.

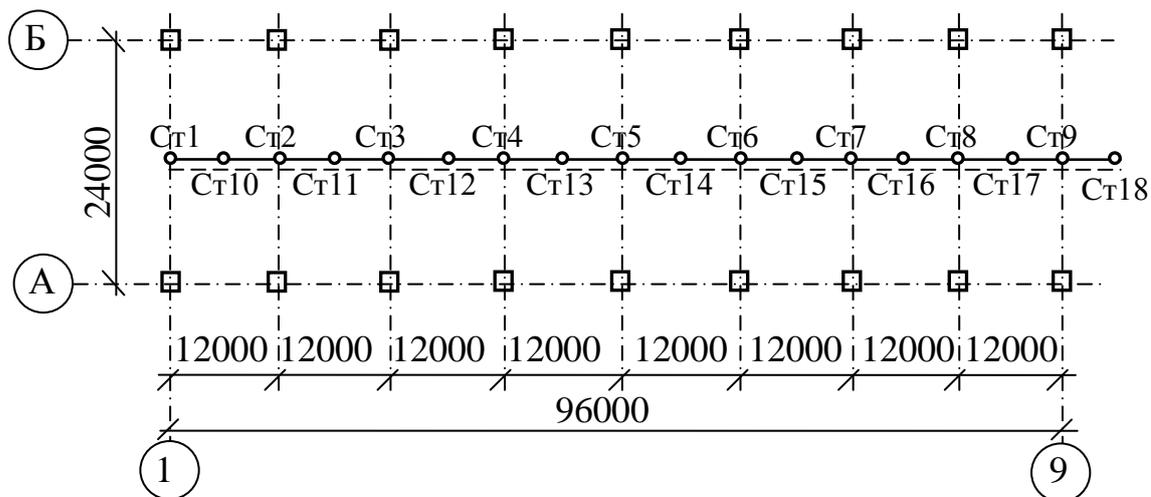
Монтажная масса фермы  $Q_M^{\phi} = 14,9 + 0,62 = 15,52$  т,  $H_{кр}^{mp} = 12,68$  м. Монтаж ферм ведется на  $L = 8,7$  м. Необходимо проверить по кривой а, которая показывает зависимость высоты подъема крюка от вылета стрелы.  $H_{кр} = 12,7$  м  $>$   $H_{кр}^{mp} = 12,68$  м.

Монтажная масса колонны  $Q_M^k = 4,7 + 0,247 = 4,947$  т,  $H_{кр}^{mp} = 8,2$  м. По графику 2 для  $Q_M^k - L_{np} = 18,3$  м,  $H_{кр} = 10,3$  м. При данном вылете крюка можно смонтировать с одной стоянки (при проходе посреди пролета) 2 колонны, см. рис. приложения 6.

Монтажная масса плиты  $Q_M^n = 5,1 + 0,62 = 5,72$  т,  $H_{кр}^{mp} = 13,13$  м.  $L_{\max} = 17,05$  м. На шкале “Q” определяем точку с  $Q_n = 5,72$  т и проводим горизонтальную прямую до пересечения с кривой 2. Из точки пересечения  $\Pi_1$  проводим перпендикуляр к шкале «Вылет» и определяем  $L_{\max}^n = 17,05$  м. Из точки  $\Pi_2$  проведем перпендикуляр к шкале «Высота подъема» получим  $H_{кр} = 11,5$  м  $>$   $H_{кр}^{mp} = 13,13$  м.

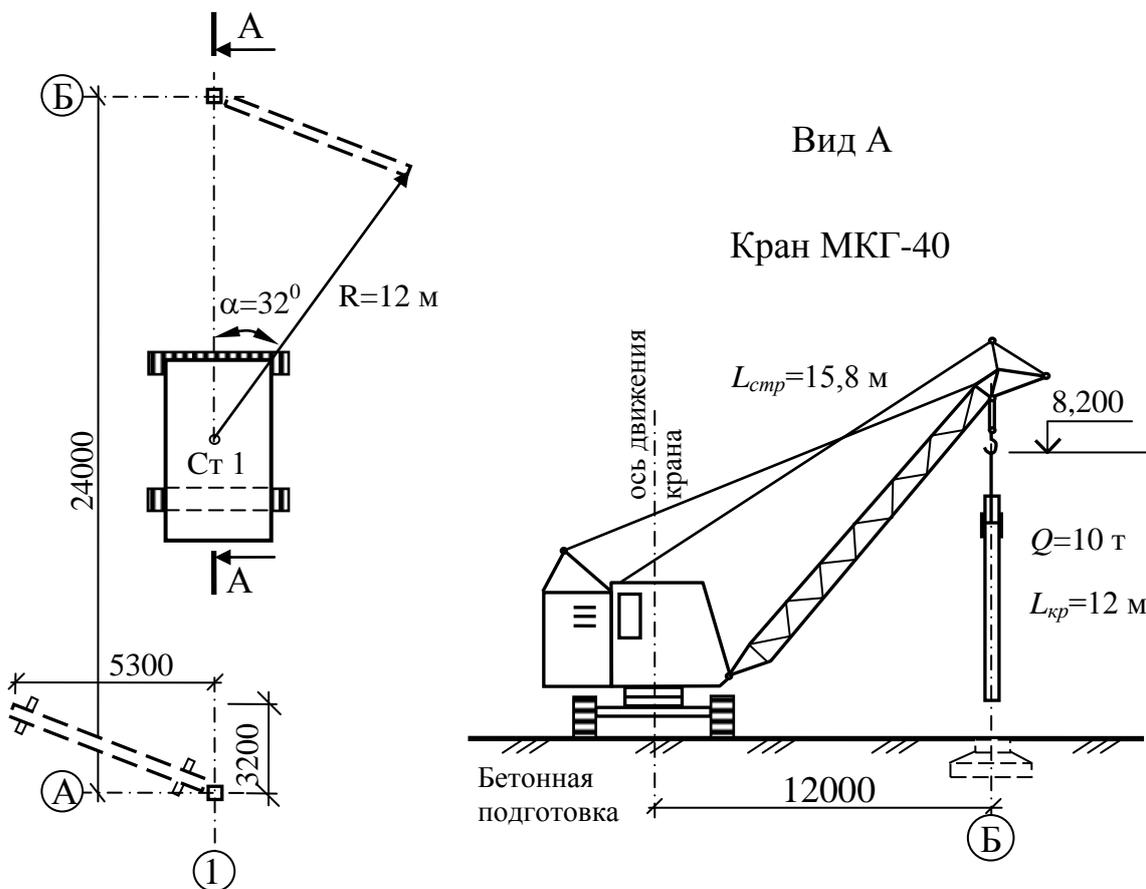
Мы проверили возможность монтажа самой удаленной крайней панели от оси проходки крана. Возможность монтажа панели в середине пролета очевидна из таблицы 4.

Схема движения крана

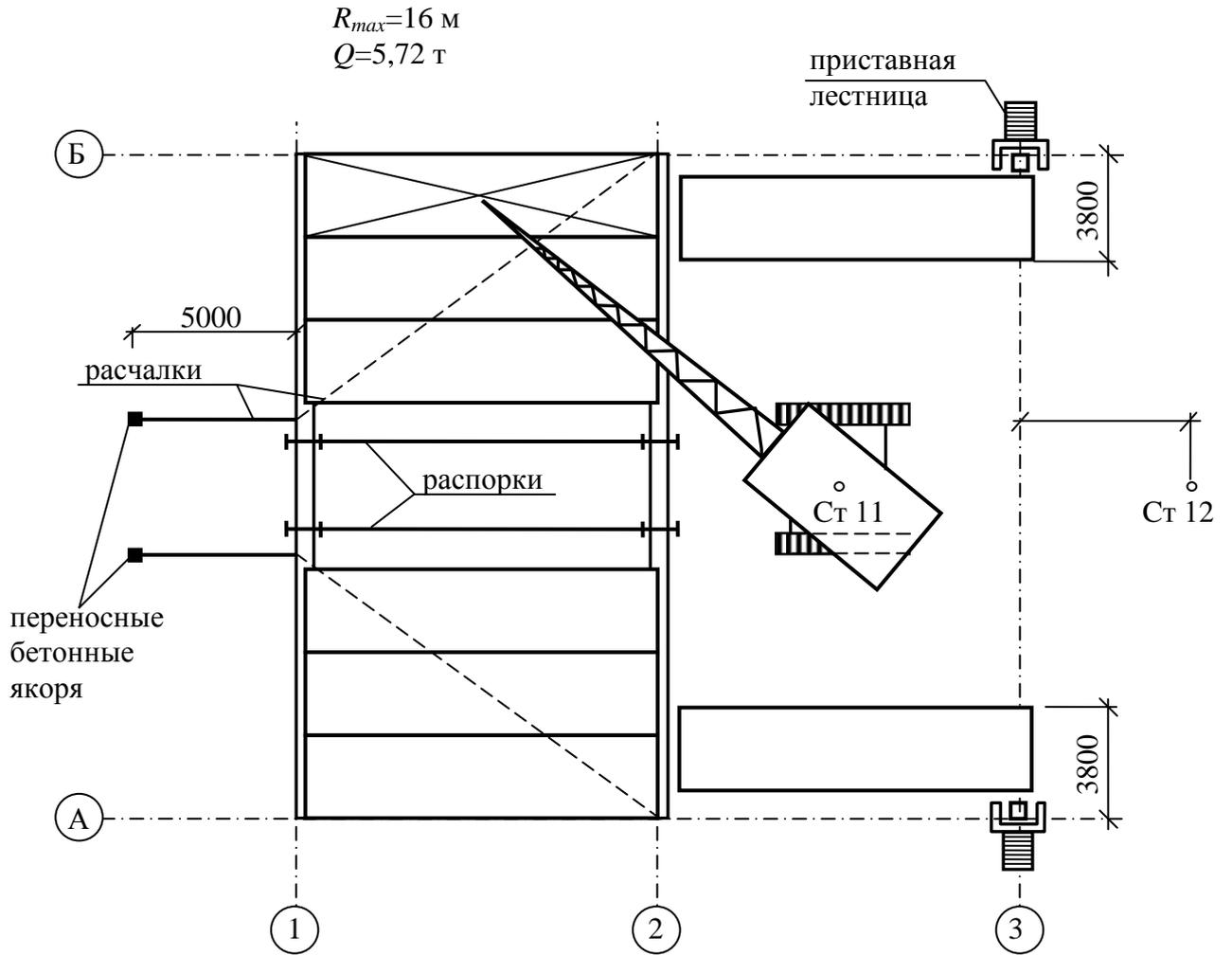


СтN – стоянки крана; 1-9 – при монтаже колонн;  
 10-18 – при монтаже покрытия;  
 - - - - - холостой ход.

Фрагмент монтажа колонн



Фрагмент монтажа покрытия



Монтаж фермы

