



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология строительного производства»

И.Н. Громов  
В.В. Павлович  
Г.С. Ратушный

# МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

М и н с к 2 0 0 9

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Технология строительного производства»

И.Н. Громов  
В.В. Павлович  
Г.С. Ратушный

МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию в области строительства и архитектуры в качестве учебно-методического пособия по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»*

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Минск 2009

69

УДК 69.057.04

ББК 378.224

Г 87

Рецензенты:

*А.В. Юрковец, Ф.П. Босовец*

**Громов, И.Н.**

Г 87 Монтаж строительных конструкций: учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология строительного производства» для студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» / И.Н. Громов, В.В. Павлович, Г.С. Ратушный. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Минск: БНТУ, 2009. – 78 с.

ISBN 978-985-479-931-5.

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с учебным планом подготовки студентов специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» и 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью», программой дисциплины «Технология строительного производства» и СТП БНТУ 3.01-2003 «Курсовое проектирование».

Приведены задания на проектирование и рекомендации по выполнению основных разделов курсового проекта «Монтаж строительных конструкций» с изложением последовательности выполнения проекта, методики выбора средств механизации монтажных работ и разработки эффективной технологии монтажа сборных конструкций зданий.

1-е издание вышло в БНТУ в 2004 г.

УДК 69.057.04

ББК 378.224

ISBN 978-985-479-931-5

© Громов И.Н., Павлович В.В.,  
Ратушный Г.С., 2009  
© БНТУ, 2009

## **ВВЕДЕНИЕ**

Выполнение курсового проекта по монтажу строительных конструкций имеет целью углубление теоретических знаний студентов в области технологии возведения зданий с применением сборных конструкций и приобретения ими навыков самостоятельной работы по проектированию технологических процессов при решении конкретных инженерных задач.

Содержание курсового проекта предусматривает решение следующих задач: выбор сборных элементов зданий в соответствии с заданной конструктивной схемой и определение их габаритных и весовых характеристик; определение видов и объемов монтажных и вспомогательных работ; выбор средств механизации для монтажа сборных конструкций; выбор наиболее эффективных способов производства монтажных работ; определение технико-экономических показателей для оценки эффективности принятых технологических решений; разработка технологии возведения зданий из сборных конструкций; планирование выполнения комплекса монтажных работ; расчет потребности в материальных и трудовых ресурсах.

### **1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Темой курсового проекта является разработка технологии производства работ по монтажу несущих и ограждающих конструкций надземной части одноэтажного и многоэтажного зданий, представляющих собой единый строительный объект.

Каркас многоэтажного здания проектируется из сборных железобетонных конструкций. Остекление здания, – ленточное, за исключением торцевых стен и участка стены в месте примыкания одноэтажного здания. Торцевые стены и участки стен, примыкающие к одноэтажному зданию, – глухие (без оконных проемов).

Каркас одноэтажного здания проектируется из стальных конструкций. Конструктивное решение стенового ограждения

здания и необходимость разработки в проекте технологии производства работ по устройству стеновых ограждений определяются руководителем проекта.

Условно принято, что подземные конструкции зданий возведены, подземные коммуникации уложены, а строительная площадка спланирована.

Вариант задания на проектирование принимается согласно прил. 2.

Приступая к разработке курсового проекта, необходимо детально изучить конструктивно-планировочную схему зданий, обратив особое внимание на следующее:

- строительный объем, этажность, количество и размер пролетов;
- конфигурация и размеры зданий в плане и по высоте;
- материал конструктивных элементов (колонн, перекрытий, покрытий, стен);
- параметры сборных конструкций зданий (габаритные размеры, масса и т.п.);
- конструктивное решение стыков сборных элементов.

## **2. СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект включает в себя пояснительную записку с необходимыми расчетами, схемами, чертежами, таблицами и графическую часть.

### **2.1. Состав пояснительной записки**

Пояснительная записка должна содержать следующие материалы:

- титульный лист стандартного образца;
- исходные данные для проектирования;
- введение (цели проектирования);

- конструктивную характеристику зданий и сборных элементов;
- определение объемов монтажных и вспомогательных работ;
- выбор монтажной оснастки и приспособлений;
- выбор методов монтажа и монтажных кранов;
- обоснование принятой технологии производства монтажных работ;
- описание организационно-технологических процессов монтажа сборных конструкций зданий;
- детальное (пооперационное) описание процесса монтажа одного из конструктивных элементов зданий (по указанию руководителя проекта);
- ведомость потребности в машинах, оборудовании, инструменте и приспособлениях для производства монтажных работ;
- указания по производству монтажных работ в зимних условиях;
- указания по контролю качества монтажных работ;
- перечень мероприятий по охране труда и технике безопасности;
- список использованной литературы, в том числе нормативных, проектных и справочных материалов.

Материал записки должен быть изложен технически грамотно, четко и сжато. Все расчеты и принятые решения должны основываться на действующих нормативных документах.

## **2.2. Состав графической части проекта**

В графической части проекта должны быть представлены следующие материалы:

- план строительного объекта с указанием разбивки зданий на захватки (монтажные участки);
- разрез зданий с указанием всех высотных отметок и необходимых привязок к осям здания (крановых путей, складских площадок и т.п.);

- последовательность выполнения работ по захваткам (участкам);
- пути движения монтажных кранов (одноэтажное здание) и привязки путей башенных кранов к осям здания;
- площадки для складирования конструкций (многоэтажное здание) с раскладкой сборных элементов;
- площадки для укрупнительной сборки конструкций (если предусматривается их предварительное укрупнение);
- схемы раскладки сборных конструкций у мест монтажа (одноэтажное здание);
- схемы строповки сборных конструкций и их временного закрепления;
- схемы монтажа основных конструкций зданий;
- схемы заделки монолитных стыков;
- характеристики монтажных кранов;
- график производства монтажных работ;
- основные указания по производству работ и технике безопасности.

### **2.3. Оформление курсового проекта**

Пояснительная записка должна быть выполнена на листах формата А4 (поля: правое – не менее 5 мм, левое – не менее 20 мм; нумерация страниц – сквозная), сброшюрована, иметь обложку и титульный лист в соответствии с прил. 1.

Графическая часть проекта выполняется на листе ватмана формата А1.

Формулы выносятся в отдельную строку и нумеруются цифрами в круглых скобках, размещаемых справа от формулы.

Эскизы, схемы и графики должны быть выполнены с применением чертежных инструментов.

Чертежи выполняются в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Планы и разрезы зданий представляются в масштабе, величина которого определяется габаритами зданий. Для одноэтажного здания план вычерчивается в виде схемы разбивочных продольных и поперечных осей с колоннами, для многоэтажного – только для типового этажа.

Для одноэтажного здания выполняется поперечный разрез всех пролетов здания, а для многоэтажного – поперечный разрез без подземной части.

На чертежах планов, разрезов, монтажных схем должны быть указаны все осевые и высотные отметки, а также произведена маркировка всех элементов сборных конструкций.

Все сборные элементы зданий вычерчиваются с соблюдением размеров и конфигурации в соответствии с типовыми каталогами строительных конструкций.

### **3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Разработку курсового проекта целесообразно выполнять в следующей последовательности:

- проводится анализ объемно-планировочной и конструктивной схемы зданий в соответствии с заданием на проектирование, и определяются тип, размеры, количество и масса сборных конструкций, способы соединения сборных элементов;

- определяется состав комплексного процесса монтажа конструкций зданий и входящие в него отдельные строительные процессы и операции;

- определяются объемы работ;

- с учетом объемно-планировочного решения строительного объекта производится выбор методов производства монтажных работ, монтажных приспособлений, определяются требуемые технические характеристики монтажных кранов и по каталогу определяются типы и их марка;



– определяется технологическая последовательность возведения отдельных частей объекта строительства (одноэтажной и многоэтажной);

– на основе сравнительного технико-экономического анализа вариантов производства монтажных работ определяются размеры монтажных захваток (участков), количество монтажных кранов, состав бригады рабочих и другие показатели, необходимые для выполнения комплексного процесса монтажа конструкций зданий поточным методом;

– детально разрабатывается технология монтажа отдельных видов сборных конструкций зданий, в том числе в зимних условиях;

– разрабатывается график производства работ;

– определяется потребность в материально-технических ресурсах;

– разрабатываются указания по контролю качества монтажных работ и мероприятия по охране труда и технике безопасности.

### **3.1. Состав комплексного процесса монтажа сборных конструкций зданий**

Монтаж сборных конструкций зданий может быть представлен отдельными процессами, выполняемыми в определенной технологической последовательности: транспортно-складскими, подготовительными, основными, дополнительными и вспомогательными.

В транспортно-складские процессы входит доставка сборных конструкций на строительную площадку, разгрузка, складирование и подача конструкций в зону действия монтажного крана.

Подготовительные процессы включают укрупнение конструкций и усиление их на период монтажа, обустройство конструкций монтажными лестницами, люльками и т.п.

К основным процессам относятся подъем и установка в проектное положение монтируемых элементов с выверкой и последующим постоянным закреплением.

Дополнительные процессы состоят из сварки стыковых соединений, замоноличивания стыков и швов, офактуривания швов и стыков и т.п.

Вспомогательные процессы предусматривают работы по устройству и перемещению монтажных лесов, подмостей и т.п.

Разбивка комплексного монтажного процесса на составные части позволяет четко определить номенклатуру работ, а также организовать выполнение работ поточным методом.

### 3.2. Определение объемов монтажных работ

Для определения объемов работ на основании заданных конструктивных схем и приложений 2–3, 5–7 составляется спецификация сборных конструкций зданий (таблица 1).

Таблица 1 – Спецификация сборных конструкций зданий

№ п/п	Наименование конструкции	Марка	Эскиз	Размеры		Масса, т	Количество конструкций на все здание
				длина, мм	ширина или высота, мм		
1	2	3	4	5	6	7	8

При определении объемов работ следует учесть объем не только монтажных работ, но и сопутствующих монтажу работ: заделка стыков, электросварка, заделка швов плит перекрытий и покрытия, стыков стеновых панелей и т.д. Полученные результаты сводятся в таблице 2.

Таблица 2 – Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ на все здание	Примечание
1	2	3	4	5

Единицы измерения объема работ следует принимать в соответствии с СНБ 8.03.109-2007 «Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы» (приложения 15, 16). При необходимости в графе 2 таблицы 2 следует привести формулу подсчета объемов работ или привести расчет в пояснительной записке.

### 3.3. Выбор методов производства монтажных работ

Исходя из объемно-планировочной и конструктивной характеристики зданий определяются возможные варианты производства монтажных работ. По каждому варианту рассматриваются принципиальные схемы монтажа конструкций, определяющие технологию возведения здания.

При выборе метода монтажа следует учитывать следующие основные положения:

- обеспечение геометрической неизменяемости, устойчивости и прочности смонтированной части здания на всех стадиях монтажа;
- эффективное использование монтажных кранов, монтажных приспособлений и оснастки;
- выполнение монтажа конструкций зданий поточными методами и обеспечение фронта последующих общестроительных работ;
- обеспечение безопасности производства монтажных работ.

Кроме того, при выборе методов монтажа сборных железобетонных конструкций необходимо учитывать сроки набора требуемой прочности бетона в стыках.

В зависимости от последовательности установки конструкций в проектное положение при возведении зданий могут применяться три метода монтажа: дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный).

При дифференцированном (раздельном) методе монтажа за каждую проходку кран устанавливает конструкции одного определенного типа. Преимущества такого метода – возможность применения различных типов кранов для различных по массе и габаритам сборных элементов, повышение производительности труда монтажников в результате специализации выполняемых работ; недостатки – большое число проходок крана.

Комплексный (совмещенный) метод предусматривает монтаж всех сборных элементов в пределах каждой конструктивной ячейки за одну проходку крана. Преимущество – возможность совместно с монтажом вести работы по навеске стеновых ограждений, устройству кровли и монтажу технологического оборудования; недостатки – частая смена монтажной оснастки и монтаж конструкций различной массы одним краном.

Комбинированный метод отличается тем, что часть конструкций монтируют раздельно и часть – комплексно.

В зависимости от направления монтажных работ применяют схемы продольного и поперечного монтажа для одноэтажных зданий, горизонтальную поэтажную и вертикальную по частям здания на всю высоту – для многоэтажных зданий.

При продольной схеме монтаж конструкций одноэтажных зданий ведется по пролетам здания вдоль его длины, при поперечной – поперек здания, охватывая часть или все пролеты. Следует принимать схему с более коротким путем движения крана, меньшим количеством стоянок и меньшей протяженностью переходов с одной стоянки на другую, так как в этом

случае повышается коэффициент использования его по времени и сменная выработка.

Горизонтальную поэтажную схему следует применять при монтаже каркасов многоэтажных зданий небольшой протяженности, вертикальную – для протяженных многоэтажных зданий. В последнем случае отдельная часть здания возводится на всю высоту как самостоятельный объект, что позволяет быстрее приступать к работам по монтажу технологического оборудования и внутренней отделке помещений и сократить общую продолжительность строительства.

### **3.4. Выбор монтажных приспособлений**

Для монтажа сборных конструкций зданий требуются приспособления грузозахватные, для установки, выверки и временного закрепления конструкций, а также приспособления, обеспечивающие безопасное производство работ.

К грузозахватным относятся стропы, траверсы и специальные захваты с полуавтоматическим устройством для расстроповки конструкций с земли.

К приспособлениям для установки, выверки и временного закрепления конструкций относятся кондукторы (одионочные и групповые), клинья, расчалки, распорки, якоря.

К приспособлениям, обеспечивающим безопасное производство работ, относятся лестницы, площадки, подмости, вышки, люльки, временные ограждения и т.п.

Основными требованиями, предъявляемыми к вышеуказанным приспособлениям, являются надежность и безопасность в работе, масса и универсальность.

Монтажные приспособления выбирают в зависимости от массы, размеров и конфигураций монтируемых конструкций, а также исходя из конструктивной характеристики здания.

При выполнении курсового проекта для выбора монтажных приспособлений можно воспользоваться данными приложений 9–12.

Перечень выбранных монтажных приспособлений приводится в пояснительной записке в виде таблицы (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика монтажных приспособлений

№ п/п	Наименование приспособлений, организация-разработчик	Эскиз	Технические характеристики			Назначение
			грузоподъемность, т	масса, кг	расчетная высота, м	
1	2	3	4	5	6	7

### 3.5. Выбор монтажных кранов

При разработке технологии возведения зданий из сборных конструкций необходимо предусматривать комплексную механизацию монтажных работ, когда все основные и вспомогательные операции (транспортировка, разгрузка, складирование, укрупнительная сборка, подъем и установка сборных элементов в проектное положение) выполняются с помощью соответствующих машин, механизированного инструмента и приспособлений, обеспечивающих заданные темпы выполнения работ.

Ведущей машиной, определяющей общую производительность монтажных работ, является монтажный кран.

Выбор типа крана зависит от принятого метода монтажа конструкций, объемно-конструктивного решения здания, массы, габаритов и расположения сборных элементов в здании и способа их установки.

Для обеспечения эффективности механизации монтажных работ выбор комплекта кранов осуществляется в два этапа.

Первый этап включает:

- определение принципиальной схемы (метода) монтажа конструкций;
- выбор типов кранов и определение их основных технических параметров;
- разработку возможных вариантов механизации монтажных работ (не менее двух) с использованием кранов различной грузоподъемности или их различного количества.

На втором этапе предусматривается определение основных технико-экономических показателей по вариантам механизации монтажных работ и выбор наиболее эффективного из них.

### **3.5.1. Определение требуемых технических параметров башенных кранов**

Башенные краны, как правило, используют при монтаже надземной части многоэтажных зданий. В практике строительства возможны различные варианты их расположения при монтаже сборных конструкций зданий (рисунок 1).

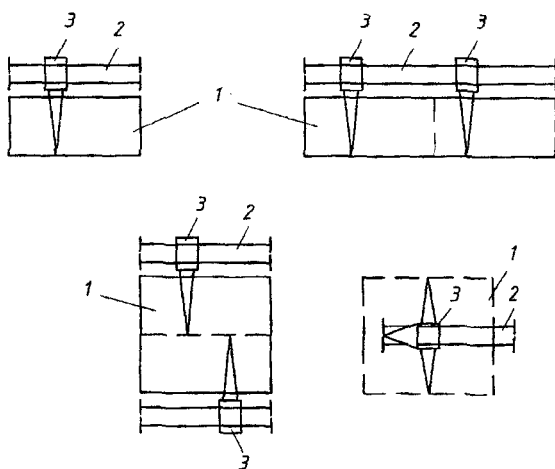


Рисунок 1 – Варианты расположения башенных кранов при монтаже многоэтажных зданий:

1 – монтируемое здание; 2 – подкрановый путь; 3 – башенный кран

Поскольку одним краном приходится монтировать все разновидности сборных конструкций здания, то он подбирается по максимальным расчетным параметрам: требуемая высота подъема крюка определяется исходя из необходимости подъема элемента на наиболее высокий монтажный горизонт; требуемый вылет стрелы крана определяется исходя из условия монтажа наиболее удаленного от оси крана элемента; требуемая грузоподъемность определяется на расчетных вылетах крюка крана.

Расчетная схема для определения технических параметров башенного крана при его расположении с одной стороны здания приведена на рисунке 2.

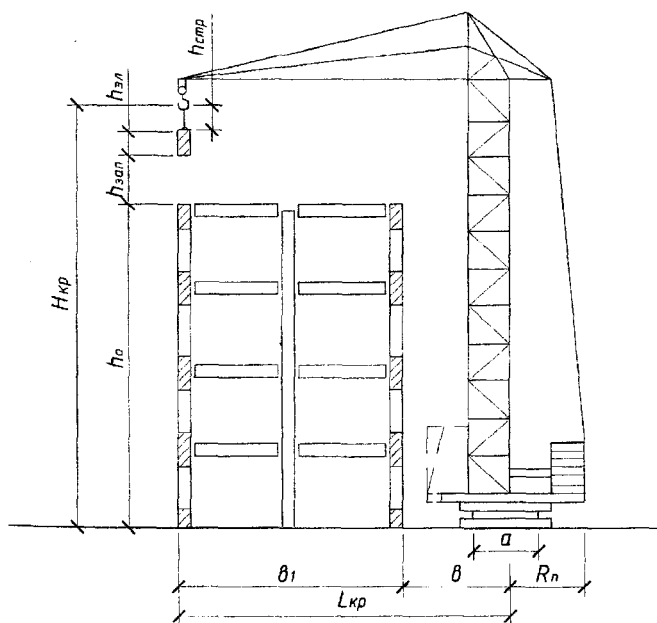


Рисунок 2 – Схема для определения требуемых параметров башенного крана

Требуемая высота подъема крюка башенного крана  $H_{кр}$  (см. рисунок 2) определяется по формуле



$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр}, \quad (1)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до поверхности монтируемого элемента, м;

$h_{зап}$  – превышение нижней части монтируемого элемента над уровнем опоры, необходимое по условиям монтажа для заводки конструкции к месту установки (не менее 0,5 м);

$h_{эл}$  – высота элемента в монтажном положении, м;

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

Требуемая грузоподъемность определяется по формуле

$$Q_{кр} = (Q_{э.макс} + Q_0)k_3, \text{ Т}, \quad (2)$$

где  $Q_{э.макс}$  – максимальная масса сборного элемента здания, монтируемого на расчетном вылете крюка крана, т;

$Q_0$  – масса установленной на элементе оснастки и грузозахватного приспособления, т;

$k_3$  – коэффициент запаса, равный 1,2.

Требуемый вылет крюка крана  $L_{кр.макс}$  определяется по формуле

$$L_{кр.макс} = v + v_1, \text{ М}, \quad (3)$$

где  $v$  – расстояние от оси вращения крана до выступающих в сторону подкрановых путей частей здания, м;

$v_1$  – максимальное расстояние от центра тяжести монтируемого элемента до выступающей части здания со стороны крана, м.

Значение  $v$  зависит от конкретной схемы установки башенного крана у здания (рисунок 3).

При установке башенного крана с верхним расположением противовеса у здания до обратной засыпки пазух котлована (рисунок 3, а) расстояние  $v$  определяется по формуле

$$v = a/2 + mh + 1,6 + e, \text{ м}, \quad (4)$$

где  $a$  – ширина подкрановых путей, м;  
 $m$  – коэффициент откоса;  
 $h$  – глубина котлована, м;  
 $e$  – расстояние от наружной поверхности подвальной части здания до наружной грани фундамента, м.

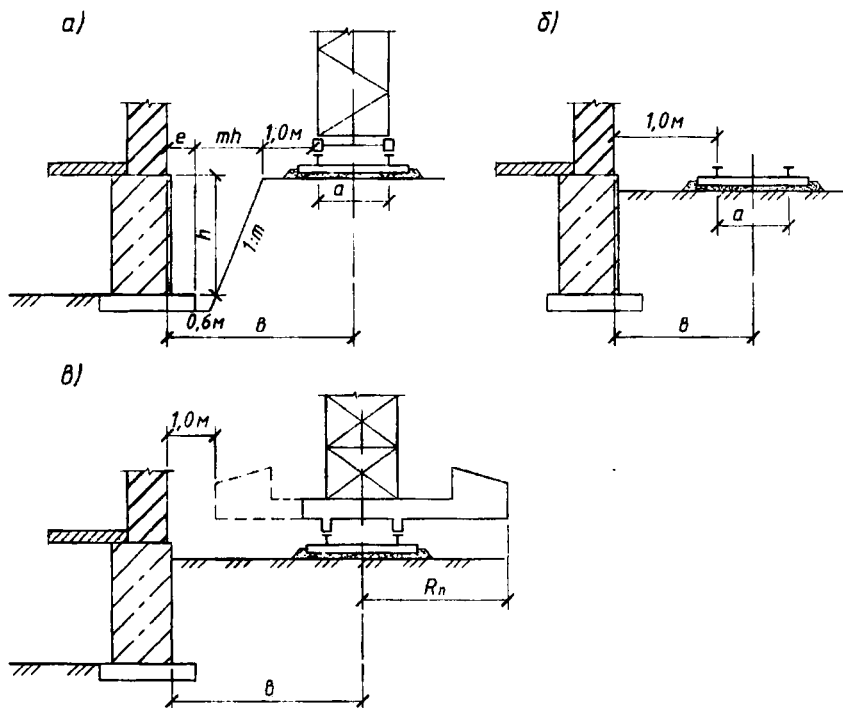


Рисунок 3 – Схемы установки башенного крана у здания:

$a$  – до обратной засыпки пазух котлована;  $б$  – после обратной засыпки пазух котлована с верхним расположением противовеса крана;  $в$  – после обратной засыпки пазух котлована с нижним расположением противовеса крана

При установке башенного крана с верхним расположением противовеса после обратной засыпки пазух котлована (рисунок 3, б) расстояние  $b$  определяется по формуле

$$b = a/2 + 1, \text{ м.} \quad (5)$$

При установке башенного крана с нижним расположением противовеса после обратной засыпки котлована (рисунок 3, в) расстояние  $v$  определяется по формуле

$$v = R_n + 1, \text{ м}, \quad (6)$$

где  $R_n$  – радиус поворотной части платформы с противовесом, м.

### ***3.5.2. Определение требуемых технических параметров самоходных стреловых кранов***

Автомобильные, пневмоколесные и гусеничные самоходные стреловые краны применяются, как правило, для монтажа сборных конструкций одноэтажных зданий. В отдельных случаях такие краны могут быть использованы для монтажа каркасных многоэтажных зданий (самоходные краны в башенно-стреловом исполнении).

Применительно к одноэтажному каркасному зданию требуемые технические параметры самоходных стреловых кранов без гуська определяют следующим образом:

– грузоподъемность на расчетном вылете крюка крана  $Q_{кр}$  определяется по формуле

$$Q_{кр} = (Q_{эл} + Q_0) \cdot k_3, \text{ т}, \quad (7)$$

где  $Q_{эл}$  – масса монтируемого элемента, т;

$Q_0$  – масса установленной на элементе оснастки и грузозахватного приспособления (строп, траверса, захват и т.п.);

$k_3$  – коэффициент запаса, равный 1,2;

– требуемая высота подъема крюка крана  $H_{кр}$  определяется по формуле

$$H_{кр} = h_0 + h_{зап} + h_{эл} + h_{стр}, \text{ м}, \quad (8)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до поверхности опоры монтируемого элемента, м;

$h_{\text{зап}}$  – превышение нижней части монтируемого элемента над уровнем опоры (запас по высоте) в пределах 0,5 – 0,8 м;

$h_{\text{эл}}$  – высота элемента в монтажном положении, м.

$h_{\text{стр}}$  – высота строповки от верха монтируемого элемента до крюка крана, м;

– требуемая высота подъема головки стрелы крана  $H_{\text{стр}}$  определяется по формуле

$$H_{\text{стр}} = h_0 + h_{\text{зап}} + h_{\text{эл}} + h_{\text{стр}} + h_{\text{пол}}, \text{ м}; \quad (9)$$

где  $h_{\text{пол}}$  – минимальная высота грузового полиспаста, принимаемая в пределах 1,0–1,5 м;

– минимальный вылет крюка крана  $L_{\text{кр}}$  в случае отсутствия возможности касания стрелой крана ранее смонтированных конструкций здания (при монтаже колонн, подкрановых балок, подстропильных и стропильных балок и ферм (рисунок 4)) определяется по формуле

$$L_{\text{кр}} = \frac{\left(c + \frac{a}{2}\right) \left(H_{\text{стр}} - h_{\text{ш}}\right)}{h_{\text{пол}} + h_{\text{стр}}} + b, \text{ м}, \quad (10)$$

где  $c$  – расстояние от оси стрелы крана до верхней грани монтируемого элемента (в формуле (10)) или до ранее смонтированной конструкции здания (в формуле (11)); предварительно принимается 1–1,5 м;

$a$  – габаритный размер монтируемого элемента, направленный в сторону стрелы крана, м;

$h_{\text{ш}}$  – высота шарнира пяты стрелы над уровнем стоянки крана, м; принимается по технической характеристике крана (в предварительных расчетах – 1,5...2,0 м);

$b$  – расстояние от оси вращения крана до шарнира пяты стрелы, м;

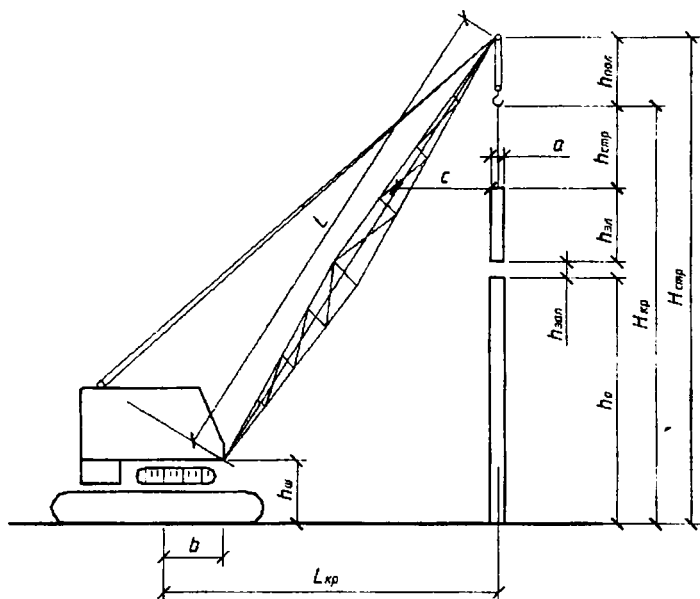


Рисунок 4 – Схема определения требуемых параметров стрелового крана без гуська (при отсутствии возможности касания стрелой крана ранее смонтированных конструкций)

– минимальный вылет крюка крана  $L_{кр}$  при наличии возможности касания стрелой крана ранее смонтированных конструкций здания (при монтаже листов профилированного настила покрытия и т.п. (рисунок 5)) определяется по формуле

$$L_{кр} = \frac{(c + d)(H_{стр} - h_{ш})}{H_{стр} - h_{к}} + b, \text{ м}; \quad (11)$$

где  $h_{к}$  – расстояние от уровня стоянки крана до верха ранее смонтированных конструкций, м;

$d$  – величина части конструкции, выступающей от центра строповки в сторону стрелы крана, м;

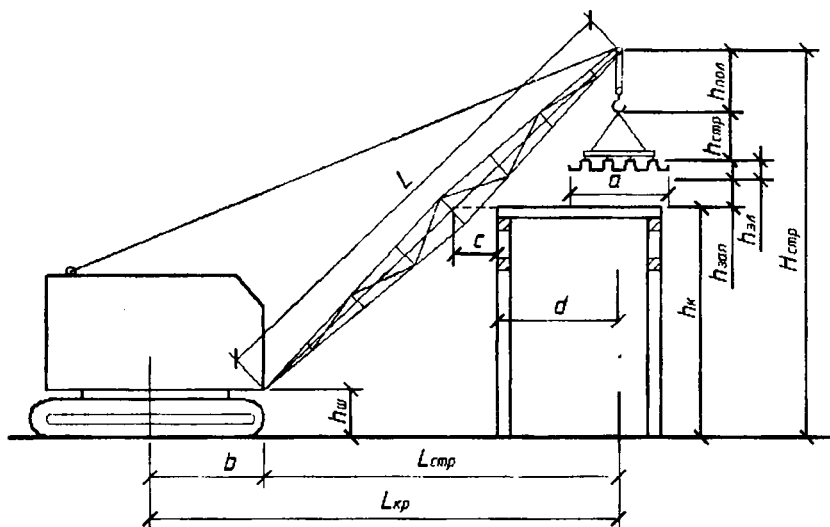


Рисунок 5 – Схема определения требуемых параметров стрелового крана без гуська (при наличии возможности касания стрелой крана ранее смонтированных конструкций здания)

– минимально необходимая длина стрелы  $L$  определяется по формуле

$$L = \sqrt{(L_{кр} - b)^2 + (H_{стр} - h_{ш})^2}, \text{ м.} \quad (12)$$

В случае применения крана со стрелой, оборудованной монтажным гуськом, наименьшая допустимая длина стрелы зависит от условий монтажа.

*При смешанном методе монтажа зданий*, когда за одну проходку кран монтирует элементы как основным крюком, так и крюком на гуське, наименьшая допустимая длина стрелы подбирается из условия, что верх ее расположен выше монтажного горизонта, и рассчитывается по формуле для стреловых кранов без гуська; длина гуська  $L_г$  (рисунок 6) подбирается из условия

$$d \leq L_r \cdot \cos(\alpha - \beta);$$

$$L_r = \frac{d}{\cos(\alpha - \beta)}, \quad (13)$$

где  $\alpha$  – наибольший угол подъема основной стрелы, градус (в расчетах можно принимать  $\alpha = 75-77^\circ$ );

$\beta$  – угол между осями основной стрелы и гуська, градус (в расчетах можно принимать  $\beta = 25-30^\circ$ );

– минимальный вылет вспомогательного крюка на гуське крана  $L_{кр.в}$  определяется по формуле

$$L_{кр.в} = L \cdot \cos \alpha + L_r \cdot \cos(\alpha - \beta) + b, \quad (14)$$

где  $L$  – минимально допустимая длина стрелы крана при монтаже стропильных конструкций на основном крюке, м.

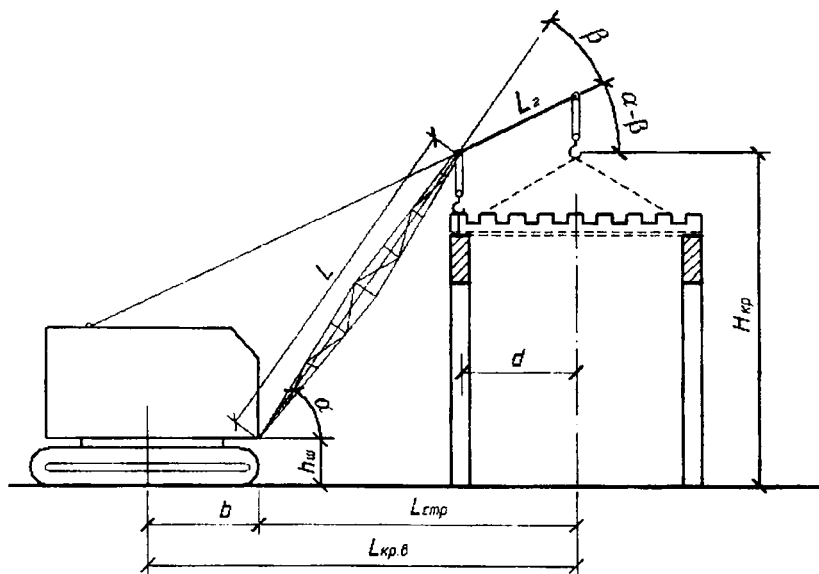


Рисунок 6 – Схема определения требуемых параметров стрелового крана с гуськом и стрелой, верх которой расположен выше монтажного горизонта

Возможно нахождение требуемой длины стрелы крана *графическим способом* (рисунок 7). В этом случае вначале на высоте  $h_{ш}$  (принимается 1,5–2,0 м) от уровня стоянки крана проводится горизонтальная прямая, определяющая положение нижней точки стрелы, затем – вертикальная прямая через центр тяжести монтируемой конструкции, определяющая положение головки стрелы. Ось стрелы должна проходить через точку  $A$ , находящуюся на расстоянии  $c$  от монтируемой или ранее смонтированной конструкции. Первоначальное положение оси стрелы определяется при минимальной длине полиспафта в стянутом состоянии (принимается 1,0–1,5 м), для чего от верха конструкции откладываем  $h_{стр} + h_{пол}$  и получаем точку  $B$ . Через точки  $A$  и  $B$  проводим прямую до пересечения с горизонтальной прямой, получая точку  $B_1$ . Расстояние между точками  $B_1$  и  $B$  представляет собой требуемую длину стрелы.

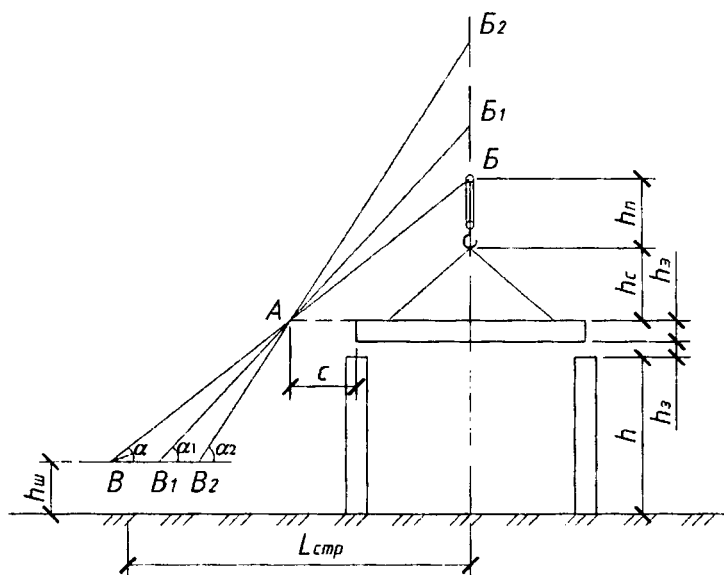


Рисунок 7 – Схема графического нахождения требуемой длины стрелы крана.  
Вылет крюка крана  $L_{кр} = L_{стр} + c$



Для нахождения минимальной длины стрелы увеличивается угол наклона прямой  $BB$  путем поворота относительно точки  $A$ . При этом получаем новую прямую  $B_1V_1$  и сравниваем ее с  $BB$ . Если  $B_1V_1 > BB$ , то окончательно требуемая длина стрелы принимается равной  $BB$ , если же  $B_1V_1 \leq BB$  – продолжается увеличение угла наклона оси стрелы до получения ею минимальной длины. Причем максимальный угол наклона стрелы не должен превышать  $75-77^\circ$  и все построения должны выполняться со строгим соблюдением масштаба.

Определив требуемые параметры монтажных кранов по справочной литературе, выбирают их тип и марку с техническими характеристиками, равными или превосходящими расчетные (не более 20 %).

#### **4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МОНТАЖНЫХ КРАНОВ И ПРИНЯТОГО СПОСОБА МОНТАЖА**

Выбор комплекта машин для монтажа конструкций зданий производится с учетом условий производства работ, принятого способа монтажа и технико-экономических показателей.

В проекте необходимо рассмотреть два варианта производства монтажных работ: монтаж всех сборных конструкций здания с использованием одного монтажного крана и монтаж сборных конструкций здания с использованием нескольких монтажных кранов различной грузоподъемности.

В качестве основных технико-экономических показателей при выборе варианта механизации можно принять продолжительность выполнения монтажных работ и удельные затраты труда на монтаж конструкций.

Общая продолжительность монтажа конструкций  $\Pi_m$  при работе одного крана определяется по формуле

$$\Pi_m = \sum \frac{T_m}{N_m}, \text{ см,} \quad (15)$$

где  $T_m$  – затраты труда на производство крановых монтажных работ;

$N_m$  – количество монтажников в звене.

Продолжительность монтажа конструкций при работе нескольких монтажных кранов можно ориентировочно определить по формуле

$$P_m = \sum_{i=1}^k P_{m,i} / C_k, \text{ см,} \quad (16)$$

где  $P_{m,i}$  – продолжительность работы  $i$ -го крана, см;

$C_k$  – коэффициент совмещения работы кранов во времени; зависит от принятых методов работ. Ориентировочно можно принять: при работе двух кранов  $C_k = 1,25$ ; трех –  $C_k = 1,3$ ;

$k$  – количество кранов в комплекте, шт.

Затраты труда на единицу объема монтажных работ определяются по формуле

$$q_y = \frac{T_o}{V_o}, \text{ чел.-дн./т(м}^3\text{)}, \quad (17)$$

где  $T_o$  – общие затраты труда при производстве монтажных работ, чел.-дн.;

$V_o$  – общий объем работ по монтажу конструкций, м<sup>3</sup>; т.

Общие затраты труда на производство монтажных работ слагаются из затрат труда машинистов и монтажников по основной работе, затрат по доставке кранов на строительную площадку, затрат на оборудование и текущий ремонт кранов и определяются по формуле

$$T_o = \sum_{i=1}^n \left( \frac{V_i \cdot H_{вpi}}{E_{ni} \cdot t_{см}} \right) + \sum_{i=1}^k T_i, \quad (18)$$

где  $V_i$  – объем работ  $i$ -го вида;

$H_{впр i}$  – норма затрат труда по  $i$ -му виду работы, чел.-ч;

$E_{mi}$  – единица измерения на  $i$ -й вид работ;

$t_{см}$  – продолжительность смены (8,0), ч;

$\sum_{i=1}^k T_i$  – суммарные единовременные затраты труда на вспомо-

гательные работы в чел.-дн., включающие в себя затраты труда на транспортирование крана к месту проведения работ, монтаж, пробный пуск и демонтаж кранов, устройство и разборку подкрановых путей и т.п. (для выполнения курсового проекта их можно принять по обобщенным данным приложения 13);

$k$  – количество монтажных кранов;

$n$  – количество видов работ.

Расчет продолжительности монтажа конструкций и затрат труда на единицу объема работ производится отдельно для одноэтажного и многоэтажного здания в соответствии с заданием на проектирование.

Для определения общих затрат труда на выполнение монтажных работ составляется калькуляция затрат труда (таблица 4).

Таблица 4 – Калькуляция затрат труда

№ п/п	Шифр норм	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Норма затрат труда на ед., чел.-ч	Норма затрат машинного времени на ед., маш.-ч	Затраты машинного времени на весь объем работ, маш.-смен.	Затраты труда на весь объем работ, чел.-дн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При составлении калькуляции должны быть учтены все затраты труда и машинного времени на основные и вспомога-

тельные процессы при монтаже сборных конструкций. В наименовании работ их следует записывать в том порядке, в каком они должны выполняться при монтаже здания. В тех случаях, когда монтажу подлежат конструкции одного вида, но разные по размеру и массе, в калькуляции в графе «Наименование» следует записать, например:

Монтаж колонн массой 16 т ...  
 то же массой 8 т ...  
 и т.п.

Основанием для определения норм затрат труда на производство монтажных работ являются СНБ 8.03.109-2007 (приложения 14, 15).

Калькуляция составляется отдельно для одноэтажного и многоэтажного зданий в соответствии с заданием на проектирование.

Полученные технико-экономические показатели сводятся в таблицу (таблица 5).

Таблица 5 – Техничко-экономические показатели вариантов механизации

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Варианты	
			монтаж одним краном	монтаж двумя кранами
Одноэтажное здание				
1	Продолжительность выполнения работ	смена		
2	Затраты труда на единицу объема работ	чел.-дн./т		
Многоэтажное здание				
1	Продолжительность выполнения работ	смена		
2	Затраты труда на единицу объема работ	чел.-дн./м <sup>3</sup>		

На основании сравнения перечисленных показателей, рассчитанных для производства монтажных работ по двум сравнимым вариантам, выбирается тот комплект машин, при применении которого обеспечивается меньшая продолжительность монтажа и меньшие затраты труда на производство монтажных работ.

Кроме этого, при обосновании окончательного принимаемого варианта производства монтажных работ следует учесть следующие факторы: возможность организации эффективной работы одновременно нескольких кранов в пределах монтажных участков; возможность складирования у мест монтажа в зоне действия крана всех сборных элементов (одноэтажные здания), ритмичность поставки сборных конструкций под монтаж; наличие технологических перерывов в процессе производства монтажных работ (например, времени для обеспечения прочности бетона в стыках железобетонных колонн с фундаментами); создание наиболее благоприятных условий для окончательной выверки проектного положения установленных конструкций и т.п.

## **5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

Технологическая последовательность производства монтажных работ зависит от конструктивного решения здания и принятого метода монтажа. Принятый метод монтажа и способы временного закрепления конструкций должны обеспечить их устойчивость в процессе производства монтажных работ, а организация работ – непрерывность и равномерность выполнения технологических процессов при максимальном совмещении монтажа с другими видами работ.

В пояснительной записке должны быть освещены следующие вопросы: перечень работ, которые необходимо выполнить до начала монтажа конструкций; обоснование принятого метода монтажа и организация монтажных работ на объекте; после-

довательность установки отдельных элементов; способы строповки, временного закрепления и выверки монтируемых элементов; технология заделки стыков и швов; допуски и методы проверки качества работ; рекомендации по ведению работ в зимних условиях, мероприятия по технике безопасности при производстве монтажных работ.

### **5.1. Монтаж стальных конструкций каркасов одноэтажных зданий**

Технология монтажа стальных конструкций каркасов зданий должна учитывать определенные их особенности: повышенную деформативность при транспортировании, складировании и монтаже (потеря устойчивости в горизонтальном направлении, возможность вмятин, повреждения фасонки, фрезерованных поверхностей и стыковых кромок и т.д.). Поэтому при необходимости нижние и верхние пояса стальных ферм усиливают деревянными брусами, при строповке в обхват применяют прокладки, которые предохраняют стропы от перетирания, а элементы конструкций – от местного смятия.

Стальные конструкции во многих случаях поставляются с заводов-изготовителей в виде отправочных марок, и при монтаже необходима их укрупнительная сборка до проектных размеров. В частности, стропильные фермы длиной 24 м и более поставляются на строительные площадки в виде отдельных отправочных элементов и требуется их укрупнительная сборка перед установкой в проектное положение (приложения 11, 12).

При монтаже стальных конструкций каркасов зданий применяют комбинированный или комплексный метод монтажа (метод секционной сборки). При комбинированном методе монтажа за первую проходку крана устанавливаются колонны, за вторую – элементы покрытия. Комплексный (секционный) метод предусматривает установку всех сборных элементов в пределах ячейки каркаса, образующих жесткую блок-секцию, за одну проходку крана.

Для обеспечения максимально возможного совмещения отдельных строительных процессов и поточного их ведения здание разделяется на монтажные захватки. Размер захваток устанавливаются с таким расчетом, чтобы на каждой из них трудоемкость и объем работ были примерно одинаковы.

Движение кранов и монтажные позиции выбирают с условием, чтобы монтажный кран с одной позиции смонтировал возможно большее число элементов.

При монтаже стальных конструкций возможно применение безвыверочного метода монтажа, т.е. монтаж конструкций, имеющих высокую точность обработки контактных поверхностей, отверстий и гнезд в стыках, без дополнительных перемещений (выверки). Этот метод широко применяется при монтаже стальных колонн. В проекте необходимо указать принятый метод монтажа колонн (с выверкой или без выверки) и описать пооперационно технологию выполнения процесса монтажа.

Стальные колонны крепят к фундаментам с помощью анкерных болтов, обеспечивающих проектное положение колонн в плане.

Подстропильные фермы устанавливают на монтажные столики, приваренные к колоннам, стропильные фермы – на опорные плиты оголовка колонн или монтажные столики (приложение 8).

При монтаже стропильных ферм следует обратить особое внимание на обеспечение их устойчивости в процессе монтажа. Первую ферму до расстроповки крепят расчалками, вторую связывают с первой связями и распорками (приложение 5).

Монтаж профилированного настила может выполняться отдельными листами (полистовой метод) или картинами размером 6х9 м, 6х12 м. Укрупнительная сборка отдельных листов в картины производится непосредственно на монтажном участке в зоне действия монтажного крана.

На схеме производства работ (графическая часть проекта) необходимо показать направление монтажа, пути движения и

стоянки монтажных кранов, раскладку и последовательность установки сборных элементов каркаса здания.

## **5.2. Монтаж железобетонных конструкций каркасов многоэтажных зданий**

В курсовом проекте каркас многоэтажной части запроектирован из сборных железобетонных конструкций с поперечным расположением ригелей.

Модульная сетка колонн 6х6, 6х4,5 м, высота этажей 3,3; 3,6 и 4,2 м. Колонны сечением 400х400 мм длиной на один и два этажа. Стыки колонн располагаются выше уровня перекрытия. Диафрагмы жесткости – устанавливаемые в продольном направлении сборные железобетонные панели, высотой на этаж, с полками для опирания плит перекрытия и без полков.

При монтаже колонн каркаса многоэтажной части принимаются одиночные или групповые кондукторы.

При возведении многоэтажных каркасных зданий применяют две основные схемы монтажа: горизонтальную (поэтажную) и вертикальную (по секциям здания).

При горизонтальной (поэтажной) схеме монтажа конструкции в пределах монтажного участка устанавливаются в следующей последовательности: в первую очередь монтируются колонны с временным креплением, выверкой и заделкой стыков в стаканах фундаментов; во вторую – ригели со сваркой выпусков; в третью – плиты перекрытий со сваркой закладных деталей. Затем осуществляется замоноличивание узлов сопряжения ригеля, а также швов плит перекрытия (приложение 4).

При этом следует иметь в виду следующее: к монтажу ригелей приступают только после достижения бетоном в стыке колонны с фундаментом не менее 50 % проектной прочности в летнее время и 100 % в зимнее, плиты перекрытий начинают монтировать после достижения бетоном в стыке 70 % прочности от проектной.



Монтаж колонн 2-го яруса производят в следующем порядке: устанавливают кондуктор (одиночный или групповой) для временного крепления и выверки колонны; устанавливают и временно закрепляют колонну, после чего освобождают крюк монтажного крана; приводят колонну в проектное положение, заваривают стык колонн и снимают кондуктор. Установку, снятие и перенос кондуктора производят монтажным краном.

Ригели монтируют после того, как колонны выверены и закреплены в проектном положении сваркой.

Плиты перекрытий и покрытия монтируют после сварки закладных деталей ригелей и колонн. Сначала укладывают распорные плиты между колоннами, а затем рядовые, причем рядовые плиты нужно укладывать после приварки распорных плит. Замоноличивание узлов сопряжений ригелей и колонн, а также швов плит производится с перекрытия.

Монтаж стеновых панелей ведется самостоятельным потоком.

При вертикальной схеме монтажные процессы выполняются по секциям здания: монтаж сборных элементов в пределах монтажного участка производится по ячейкам. Смонтировав наиболее удаленную ячейку, монтажный кран передвигают на новую стоянку и приступают к монтажу очередной ячейки. В пределах каждой ячейки кран устанавливает в первую очередь наиболее удаленные конструкции. При двухэтажной разрезке колонн сначала укладывают ригели 1-го яруса, затем после монтажа плит перекрытий в этом ярусе монтируют ригели и плиты 2-го яруса. Для обеспечения устойчивости смонтированной части здания и большей загрузки крана сварку стыков необходимо выполнять по ходу монтажа.

Продольная устойчивость здания в период монтажа обеспечивается временными и постоянными вертикальными связями (диафрагмами жесткости).

### **5.3. Заделка стыков и швов сборных железобетонных конструкций**

Производственные процессы по устройству и заделке стыков и швов характеризуются высокой трудоемкостью (до 15–20 % от общей трудоемкости монтажных работ) и в значительной степени определяют технологию и темпы монтажа.

В курсовом проекте должны быть освещены следующие вопросы: конструкция стыков; материалы, применяемые при заделке стыковых швов; способы производства работ по заделке стыков и швов; механизмы, инструмент и приспособления.

Объем работ и затраты труда по заделке стыков и швов подсчитываются в натуральных измерителях по номенклатуре, принятой в СНБ 8.03.109-2007.

При разработке технологических решений рекомендуется следующая последовательность:

1. Анализируются конструкции сопряжений сборных железобетонных элементов в зависимости от их роли в работе конструкций.
2. Определяются требования, предъявляемые к качеству стыков и швов (прочность, герметичность и др.).
3. Устанавливаются требования, предъявляемые к материалам для заделки стыков.
4. Определяется способ заделки стыков, соответствующий принятому методу монтажа сборных конструкций здания.

### **5.4. Особенности монтажа сборных конструкций в зимних условиях**

При производстве монтажных работ влияние зимних условий сказывается в основном на процессе обеспечения требуемой прочности бетонной смеси в стыках и швах.

Основными способами выдерживания бетона, уложенного в стыки и швы, являются способы безобогревного выдерживания, с обогревом нагревательными устройствами, с использованием электропрогрева.

Выдерживание бетона без обогрева основано на введении в смесь противоморозных добавок, которые обеспечивают твердение бетона при отрицательных температурах и необходимую прочность. Выбор противоморозной добавки зависит от конструктивного решения стыка.

При заделке стыков без обогрева в проекте должен быть изложен следующий материал: составы и класс бетонов и марки растворов; вид противоморозной добавки и ее количество в процентах от веса цемента; способы приготовления, транспортировки и укладки бетонной смеси.

При заделке стыков с последующим обогревом или прогревом необходимо описать следующие вопросы: способ обогрева (прогрева); температура бетона в момент укладки; скорость подъема температуры бетона, значение максимальной температуры прогрева; скорость остывания бетона; величина прочности бетона в стыке, до достижения которой производится обогрев; применяемое оборудование и материалы.

Рекомендации по производству бетонных работ в зимнее время и необходимые расчеты приведены в ТКП 45-5.03-21-2006 «Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства».

## 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Продолжительность производства работ ( $\Pi_i$ ) определяется на основании калькуляции трудовых затрат по формуле

$$\Pi_i = \frac{V_i \cdot N_{\text{вр}}}{t_{\text{см}} \cdot n \cdot k_{\text{см}}}, \text{ дней}, \quad (19)$$

где  $V_i$  – объем работ, м.п., м<sup>3</sup>, т;  
 $N_{\text{вр}}$  – норма затрат труда, чел.-ч;

$t_{см}$  – продолжительность смены, ч; (принимается 8 часов);

$n$  – количество рабочих в звене, чел.;

$k_{см}$  – сменность работы.

График выполнения монтажных работ определяет последовательность выполнения отдельных процессов, составляющих комплекс работ по возведению здания (комплекса зданий) из сборных элементов.

Основанием для составления графика служат: спецификация сборных элементов, ведомость объема работ, калькуляция затрат труда и машинного времени, выбранные методы производства монтажных работ, уровень механизации монтажных работ.

При разработке графика необходимо из общего комплекса работ выбрать основные монтажные процессы, продолжительность которых оказывает решающее влияние на общую продолжительность возведения здания. Остальные виды работ должны подчиняться темпу ведущих процессов и выполняться совмещенно с ними. Форма графика производства работ приведена в таблице 6.

Таблица 6 – График производства работ

№ п/п	Наименование строительных процессов	Ед. изм.	Объем работ	Затраты труда на весь объем работ, чел.-дн.	Состав звена, чел.	Продолжительность работы, смен	Сменность работы	Рабочие дни				
								1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9				

Количество рабочих в звене определяется из условия, что процесс производства монтажных работ выполняется комплексной бригадой. При определении состава комплексной бригады должны соблюдаться следующие условия: соответствие квалификации каждого исполнителя выполняемой работе; эффек-

тивное использование рабочего времени каждого члена бригады; возможность совмещения смежных профессий.

В качестве ведущего звена в комплексной бригаде принимается звено монтажников, непосредственно работающих с монтажным краном. Количественный состав звена монтажников определяется с учетом производительности монтажного крана.

Численность рабочих, занятых на других процессах, определяется с учетом продолжительности ведущего процесса – монтажа сборных элементов здания.

Рекомендации по количественному и квалификационному составу звеньев рабочих-строителей приведены в приложении 16.

## 7. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

В этом разделе курсового проекта определяется общая потребность в машинах, механизмах, оборудовании, механизированном инструменте, инвентаре и приспособлениях для выполнения комплексного процесса монтажа сборных конструкций здания. Полученные результаты заносятся в таблице 7.

Таблица 7 – Машины, механизмы, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Назначение	Количество на звено, шт.	Техническая характеристика
1	2	3	4	5	6

В таблице приводятся все механизмы, машины и оборудование для выбранного варианта комплексной механизации. Выбор типа машин и их количества должен быть обоснован в соответствующих разделах проекта.

При выборе инвентаря, инструментов и приспособлений следует исходить из принятого способа производства работ и численного состава бригады с учетом оборачиваемости инвентарных приспособлений.

Если для производства работ приняты нетиповые виды приспособлений, необходимо в проекте дать их описание и чертежи.

## **8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

В процессе монтажа конструкций необходимо обеспечить тщательную выверку положения элементов относительно монтажных осей и реперов с тем, чтобы отклонения в положении смонтированных сборных конструкций не превышали величин, установленных соответствующими нормативными документами.

В проекте должны быть отражены следующие мероприятия по обеспечению качества монтажных работ: организация транспортировки и складирования изделий, обеспечивающих их сохранность; порядок проверки соответствия поступающих на объект конструкций действующим нормативным документам; обеспечение качества сварки и заделки стыков и швов; способы и приемы выверки положения отдельных монтажных элементов и конструкций в целом, с указанием предельно допустимых отклонений от проектного положения.

Справочные данные приведены в приложениях 17–20.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

При производстве монтажных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности и предусматривать мероприятия по устранению источников возможного травматизма в данных конкретных условиях. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда разрабатываются на основании ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительст-

ве. Общие требования» и ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство» и излагаются в виде конкретных указаний. Основными причинами травматизма на монтажных работах являются: отсутствие связей, обеспечивающих жесткость и устойчивость конструкций в процессе монтажа; неисправность такелажных приспособлений; отсутствие или неправильное устройство лесов, подмостей, ограждений и т.п.

В проекте должны быть разработаны следующие основные мероприятия по обеспечению безопасных условий труда:

- определение опасных зон при работе кранов;
- обеспечение соответствия грузозахватных приспособлений массе монтируемых элементов и условий безопасного их подъема;
- обеспечение устойчивости отдельных конструкций и частей здания в процессе монтажа;
- исключение возможности производства других работ в зоне работы кранов;
- обеспечение безопасной работы монтажников на высоте;
- разработка дополнительных мер безопасности при производстве работ в зимних условиях.

Все разработанные мероприятия излагаются в пояснительной записке и графической части проекта в виде конкретных указаний.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технология, механизация и автоматизация строительства / под ред. С.С. Атаева, С.Я. Луцкого. – М.: Высшая школа, 1990. – 590 с.
2. Технология строительного производства: справочник / под ред. С.Я. Луцкого и С.С. Атаева. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Технология возведения зданий и сооружений / под ред. В.И. Теличенко, А.А. Лапидуса, О.М. Терентьева. – М.: Высшая школа, 2002. – 319 с.
4. Швиденко, В.И. Монтаж строительных конструкций / В.И. Швиденко. – М.: Высшая школа, 1987. – 420 с.
5. Техничко-экономическое обоснование выбора монтажных кранов и приспособлений / И.Г. Бороздин [и др.]. – М.: Стройиздат, 1973. – 176 с.
6. Технологические схемы монтажа каркасов серии ИИ-04, ИИС-04 с многоэтажными колоннами. – М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1979. – 69 с.
7. Монтаж сборных железобетонных конструкций унифицированных каркасов серий ИИ-04, ИИС-04 (схемы монтажа). – М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1975. – 122 с.
8. Справочник мастера-строителя / под ред. Д.В. Коротева. – М.: Стройиздат, 1989. – 543 с.
9. Технология строительных процессов / под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – М.: Высшая школа, 2001. – 463 с.
10. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции.
11. ТКП 45-5.04-41-2006. Стальные конструкции. Правила монтажа.
12. СНБ 8.03.109-2007. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы.
13. РДС 1.03.02-2003. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт.



14. ТКП 45-1.03-63-2007. Монтаж зданий. Правила механизации.

15. ТКП 45-1.03-40-2006. Безопасность труда в строительстве. Общие требования.

16. ТКП 45-1.03-44-2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство.

17. ТКП 45-5.03-21-2006. Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

СТП БНТУ 3.01-2003

## *Образец оформления титального листа курсового проекта*

**Белорусский национальный технический университет**

**Кафедра «Технология строительного производства»**

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту по дисциплине  
«Технология строительного производства»

Тема: «Монтаж строительных конструкций»

Исполнитель \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

Руководитель \_\_\_\_\_ (Фамилия, инициалы)  
(подпись)

Минск 200

### *Исходные данные для проектирования*

Вариант задания и планировочная схема зданий выдаются руководителем курсового проекта.

Для студентов заочной формы обучения планировочная схема зданий и вариант задания принимаются по двум последним цифрам номера зачетной книжки. Например, 21 соответствует варианту 2-1.

Если две последние цифры номера зачетной книжки 01, 02, 03, ..., 09, принимается соответственно вариант задания 1-1, 1-2, 1-3, ..., 1-9.

При двух последних цифрах номера зачетной книжки 80, 81, 82, ..., 89, соответственно вариант 2-0, 2-1, 2-2, ..., 2-9.

Последним двум цифрам номера зачетной книжки 90, 91, 92, ..., 99 соответствует вариант 3-0, 3-1, 3-2, ..., 3-9.

### **Планировочные схемы зданий:**

А – многоэтажная часть (здание из сборных ж/б конструкций).

Б – одноэтажная часть (стальной каркас с покрытием из профнастила).

Схема I

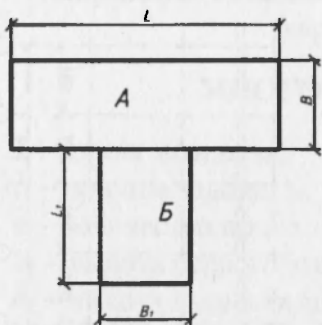


Схема II

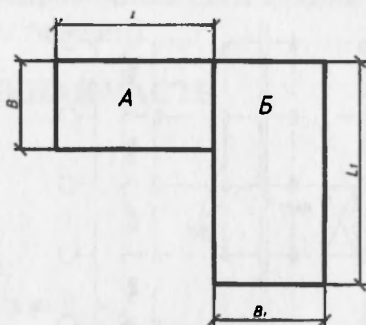


Схема III

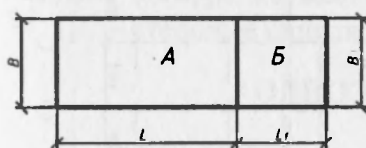


Схема IV

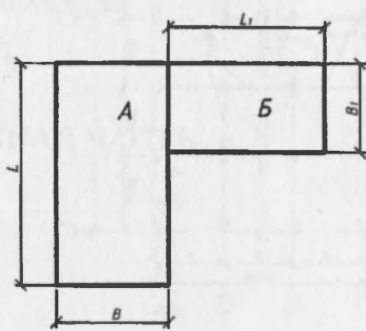


Схема V

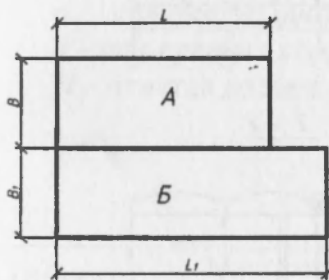


Схема VII

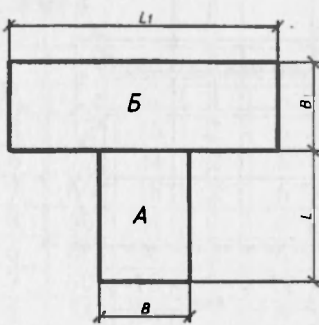
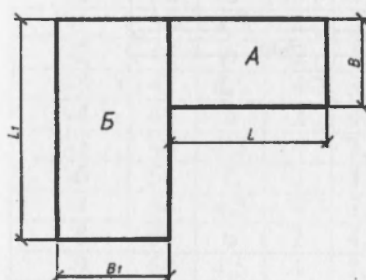
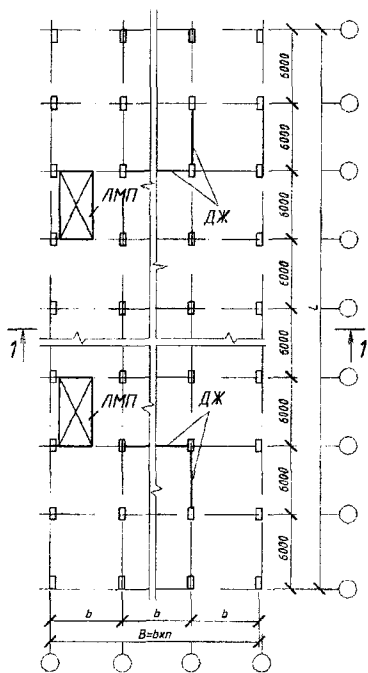


Схема VI

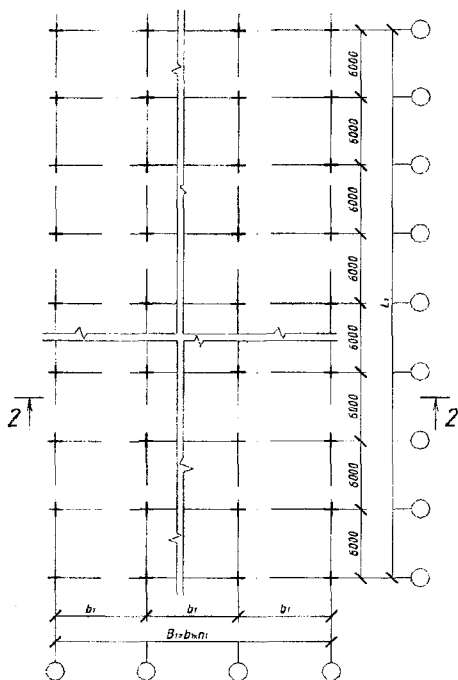


А - многоэтажная часть

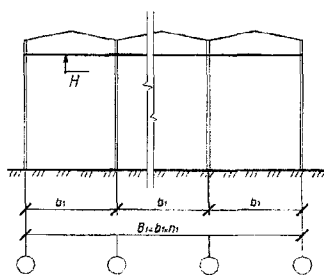
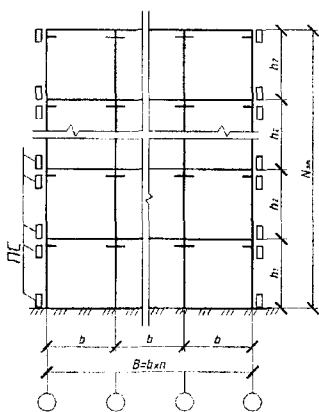


1 - 1

Б - одноэтажная часть



2 - 2



## Варианты объемно-планировочных схем зданий (варианты заданий)

### МНОГОЭТАЖНАЯ ЧАСТЬ

$L$  – длина здания, м;

$B$  – ширина здания, м;

$n$  – количество пролетов;

$h_1$  – высота первого этажа, м;

$h_2$  – высота вышележащих этажей, м;

$N_{\text{эт}}$  – количество этажей;

ЛМП – лестничный марш и площадка.

ДЖ – диафрагмы жесткости;

ПС – стеновые панели.

### ОДНОЭТАЖНАЯ ЧАСТЬ

$L_1$  – длина здания, м;

$b_1$  – ширина пролета, м;

$n_1$  – количество пролетов;

$a$  – шаг средних колонн, м;

$H$  – отметка до низа стропильных конструкций, м.

Таблица П1

*Варианты к схеме I*

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{\text{эт}}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
1-0	36	6	3	4,2	3,6	8	72	18	2	6	6,0
1-1	36	4,5	4	3,6	3,3	6	72	24	2	6	7,2
1-2	42	6	2	4,2	3,6	7	66	18	2	6	6,0
1-3	42	4,5	4	3,6	3,3	8	66	24	1	6	7,2
1-4	48	6	2	4,2	3,6	6	60	30	1	6	6,0
1-5	48	4,5	4	3,6	3,3	7	60	18	2	12	7,2
1-6	54	6	3	4,2	4,2	5	54	18	2	6	6,0
1-7	54	4,5	4	3,6	3,3	6	54	30	1	6	7,2
1-8	60	6	2	4,2	4,2	7	48	30	2	6	6,0
1-9	60	4,5	4	3,6	3,3	5	48	24	2	6	7,2

## Варианты к схеме II

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эТ}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
2-0	36	6	3	3,6	3,3	6	72	18	2	12	7,2
2-1	36	4,5	4	4,2	3,6	7	72	24	2	6	6,0
2-2	42	6	3	4,2	4,2	5	66	18	3	6	7,2
2-3	42	4,5	4	4,2	3,6	6	66	24	2	6	6,0
2-4	48	6	3	3,6	3,3	8	60	30	1	6	7,2
2-5	48	4,5	4	4,2	3,6	7	60	24	2	12	6,0
2-6	54	6	3	3,6	3,3	7	54	30	2	6	7,2
2-7	54	4,5	4	4,2	3,6	6	54	24	2	6	6,0
2-8	60	6	3	3,6	3,3	8	48	30	2	6	7,2
2-9	60	4,5	4	4,2	3,6	6	48	18	3	12	6,0

Таблица П3

## Варианты к схеме III

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эТ}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
3-0	36	6	2	4,2	3,6	7	60	30	1	6	6,0
3-1	36	4,5	4	3,6	3,3	6	60	24	2	12	7,2
3-2	42	4,5	4	4,2	4,2	8	60	18	2	6	7,2
3-3	42	6	2	3,6	3,3	6	60	30	1	6	7,2
3-4	48	6	3	4,2	3,6	7	54	24	1	6	6,0
3-5	48	4,5	4	4,2	3,6	8	54	18	2	6	7,2
3-6	54	6	3	4,2	3,6	6	54	30	1	6	6,0
3-7	54	4,5	4	3,6	3,3	7	36	24	1	6	7,2
3-8	60	4,5	4	4,2	4,2	5	36	18	2	6	7,2
3-9	60	6	3	3,6	3,3	6	36	18	2	12	6,0

## Варианты к схеме IV

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эТ}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
4-0	36	6	3	4,2	4,2	6	72	18	2	12	7,2
4-1	36	4,5	4	3,6	3,3	7	72	30	1	6	6,0
4-2	42	6	3	3,6	3,3	8	72	18	2	6	7,2
4-3	42	4,5	4	4,2	4,2	6	66	30	1	6	6,0
4-4	48	6	4	4,2	3,6	7	66	18	2	6	7,2
4-5	48	4,5	4	3,6	3,3	8	66	24	2	6	6,0
4-6	54	6	2	4,2	3,6	6	60	24	2	12	7,2
4-7	54	4,5	4	3,6	3,3	7	60	30	2	6	6,0
4-8	60	6	2	4,2	4,2	7	60	30	1	6	7,2
4-9	60	4,5	4	3,6	3,3	6	60	24	2	6	6,0

## Варианты к схеме V

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эТ}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
5-0	36	6	4	3,6	3,3	6	72	30	2	12	6,0
5-1	36	4,5	4	4,2	3,6	7	72	30	1	6	7,2
5-2	42	6	3	4,2	4,2	5	66	24	2	6	7,2
5-3	42	4,5	4	4,2	3,6	6	66	24	3	6	7,2
5-4	48	6	3	3,6	3,3	8	60	24	2	12	6,0
5-5	48	4,5	4	4,2	3,6	6	60	18	3	6	7,2
5-6	54	6	3	4,2	4,2	5	54	30	2	6	6,0
5-7	54	4,5	4	4,2	3,6	6	54	24	2	6	7,2
5-8	60	6	3	4,2	3,3	7	48	18	2	6	6,0
5-9	60	4,5	4	4,2	4,2	6	48	18	3	12	7,2



## Варианты к схеме VI

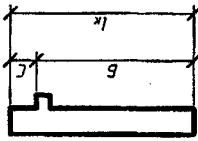
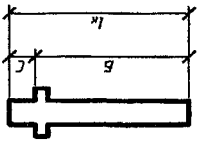
Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эт}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
6-0	36	4,5	4	4,2	3,6	6	72	30	2	12	6,0
6-1	36	6	3	3,6	3,3	7	72	24	3	6	7,2
6-2	42	4,5	4	4,2	4,2	6	66	18	2	6	6,0
6-3	42	6	3	4,2	3,3	7	66	30	1	6	7,2
6-4	48	4,5	4	4,2	3,6	6	60	24	1	6	6,0
6-5	48	6	3	4,2	3,6	7	60	18	2	12	7,2
6-6	54	4,5	4	3,6	3,3	6	54	24	2	6	7,2
6-7	54	6	3	4,2	4,2	6	54	24	2	12	6,0
6-8	60	4,5	4	4,2	3,6	6	48	18	2	6	6,0
6-9	60	6,0	3	4,2	4,2	5	48	30	1	6	7,2

## Варианты к схеме VII

Вариант	Многоэтажная часть						Одноэтажная часть				
	$L$	$b$	$n$	$h_1$	$h_2$	$N_{эт}$	$L_1$	$b_1$	$n_1$	$a$	$H$
7-0	36	6	3	4,2	3,6	6	72	24	2	6	6,0
7-1	36	4,5	4	3,6	3,3	7	72	18	2	12	7,2
7-2	42	6	3	4,2	3,6	5	66	30	2	6	7,2
7-3	42	4,5	4	4,2	3,3	6	66	18	3	6	7,2
7-4	48	6	2	4,2	4,2	6	60	24	3	6	6,0
7-5	48	4,5	3	3,6	3,3	7	60	30	2	12	6,0
7-6	54	6	2	4,2	3,6	6	54	24	2	6	7,2
7-7	54	4,5	4	4,2	3,3	5	54	18	2	6	6,0
7-8	60	6	3	4,2	4,2	6	48	24	2	12	6,0
7-9	60	4,5	4	4,2	3,3	5	48	18	3	6	7,2

*Основные сборные железобетонные элементы каркаса многоэтажных зданий*

Таблица П8

Эскиз колонны сечением 400х400 мм	Марка	Верхнего этажа, мм				Среднего этажа, мм				Нижнего этажа, мм						
		$l_k$	А	Б	С	масса, т	$l_k$	А	Б	С	масса, т	$l_k$	А	Б	С	масса, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	К-1К	2540	3300	2250	290	1,06	3300	3300	2250	1050	1,38	4950	3300	3900	1050	2,02
	К-2К	2840	3600	2550	290	1,16	3600	3600	2550	1050	1,48	5250	3600	4200	1050	2,14
	К-3К	3440	4200	3150	290	1,42	4200	4200	3150	1050	1,72	5850	4200	4800	1050	2,78
	К-1С	2540	3300	2250	290	1,10	3300	3300	2250	1050	1,42	4950	3300	3900	1050	2,07
	К-2С	2840	3600	2550	290	1,24	3600	3600	2550	1050	1,53	5250	3600	4200	1050	2,19
	К-3С	3440	4200	3150	290	1,47	4200	4200	3150	1050	1,77	5850	4200	4800	1050	2,83

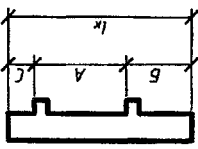
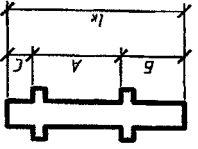
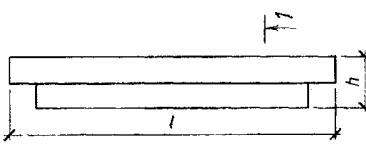
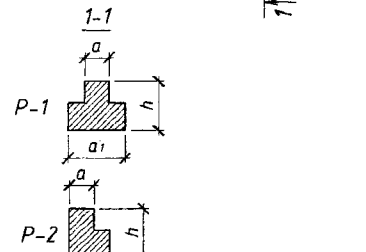
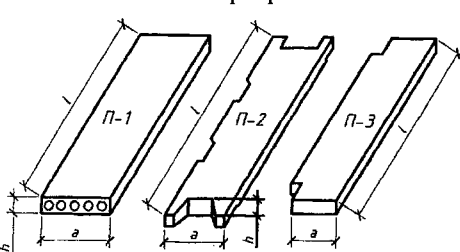
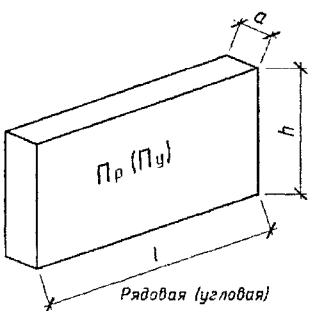
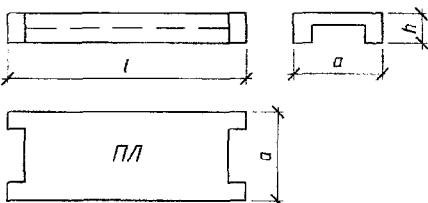
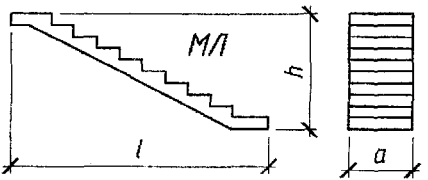
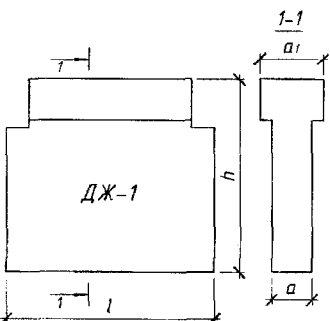
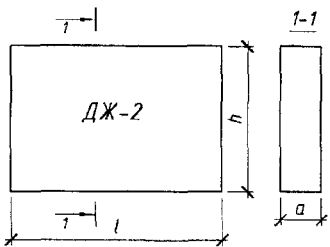
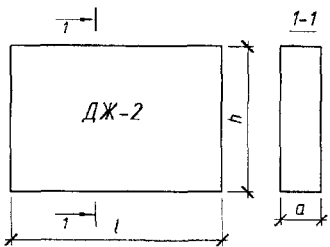
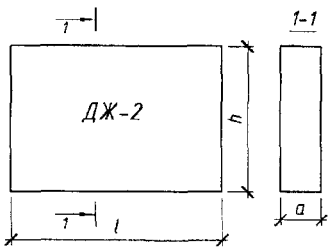
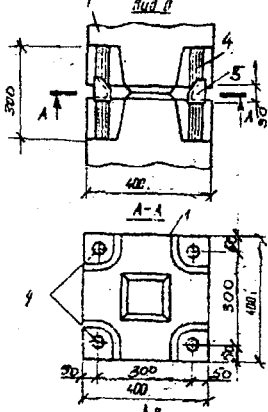
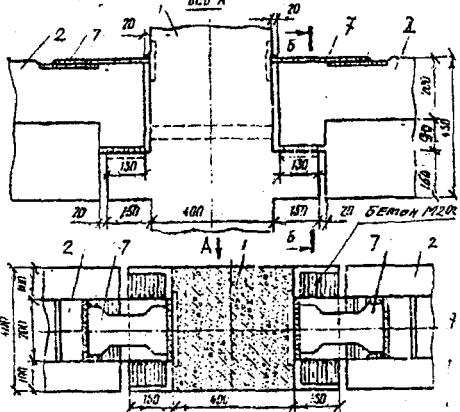
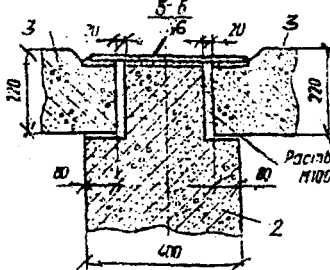
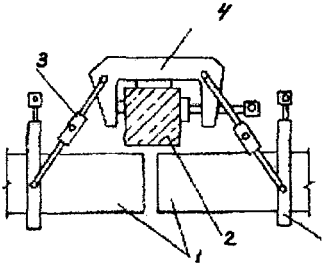
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	K-4 к K-5 к K-6 к	5840 6440 7640	3300 3600 4200	2250 2550 3150	290 290 290	1,95 2,45 2,95	6600 7200 8400	3300 3600 4200	2250 2550 3150	1050 1050 1050	2,44 2,70 3,25	8050 8650 9850	3300 3600 4200	3700 4000 4600	1050 1050 1050	2,95 3,15 3,70
	K-4 с K-5 с K-6 с	5840 6440 7640	3300 3600 4200	2250 2550 3150	290 290 290	2,40 2,65 3,20	6600 7200 8400	3300 3600 4200	2250 2550 3150	1050 1050 1050	2,75 2,90 3,50	8050 8650 9850	3300 3600 4200	3700 4000 4600	1050 1050 1050	3,40 3,55 4,15

Таблица П9

Эскизы элементов	Основные размеры, мм			Масса элемента, т
	$l$	$a/a_1$	$h$	
1	2	3	4	5
<b>Ригели</b>				
	3900 4100 5400 5600	$a = 200$ $a_1 = 400$	450	1,32 1,39 1,83 1,90
		3900 4100 5400 5600	$a = 200$ $a_1 = 300$	450
<b>Плиты перекрытий</b>				
	5800	1500 750	220	2,7 1,6
	5700	1500 750	220	2,64 1,55
<b>Стеновые панели</b>				
	6000 (6250)	250	900 1500	1,0(1,1) 1,7(2,0)
	4500 (4750)		900 1500	0,8(0,9) 1,3(1,4)

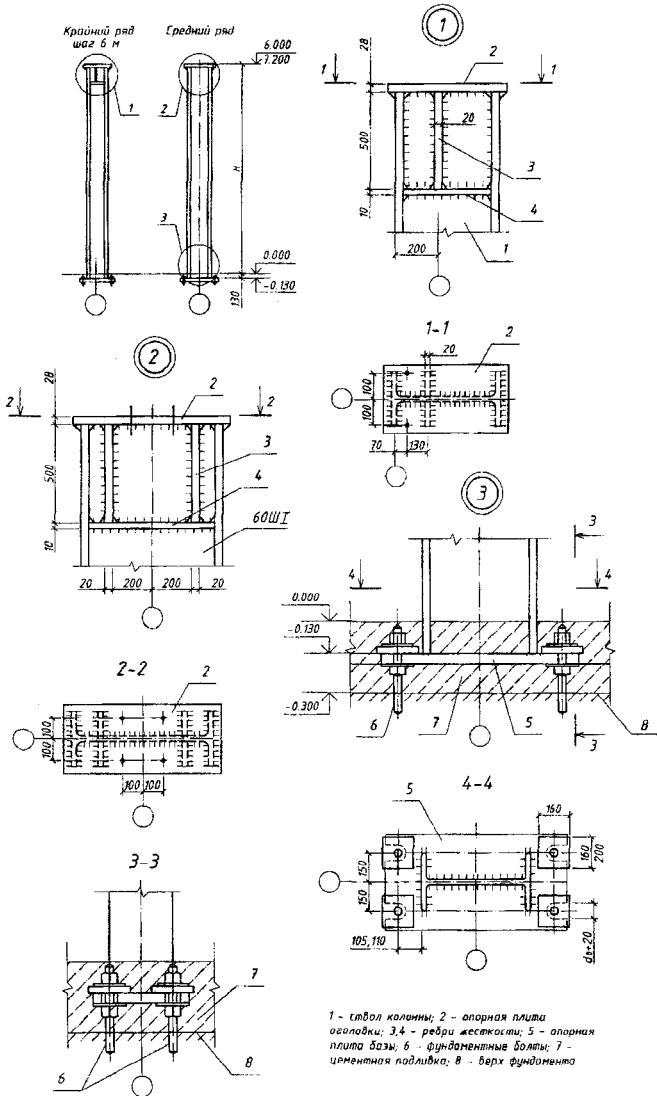
1	2	3	4	5
<p>Лестничная площадка</p> 	2880	1200	250	1,2
<p>Лестничный марш</p> 	3300 3600 4200	1140	1650 1800 2100	1,1 1,3 1,5
<b>Диафрагмы жесткости</b>				
<p>а) с опиранием плит перекрытий</p> 	2770	$a = 200$ $a_1 = 400$	3080 3380 3980	4,40 4,70 5,40
	4060	$a = 200$ $a_1 = 400$	3080 3380 3980	6,40 6,90 7,90
<p>б) без опирания плит перекрытий</p> 	2770	$a = 140$	3080 3380 3980	3,1 3,4 4,1
	5560	$a = 140$	3080 3380 3980	6,2 6,8 7,9

**Узлы сопряжений сборных железобетонных элементов каркаса**

Стык колонн	Узел сопряжения ригелей с колонной
	
<p>Узел сопряжения плит перекрытия с ригелем</p>	
	<p>1 – колонна                  2 – ригель                  3 – плита перекрытия                  4 – арматурные выпуски диаметром 20–40 мм                  5 – сварной стык                  6 – накладка (полоса) толщиной 8 мм                  7 – накладка толщиной 10 мм</p>
<p>Схема временного крепления стеновых панелей</p>	
	<p>1 – стеновая панель                  2 – колонна                  3 – подкос с винтовой нарезкой                  4,5 – струбцины</p>

# Основные конструктивные элементы каркаса одноэтажного здания

## Стальные колонны



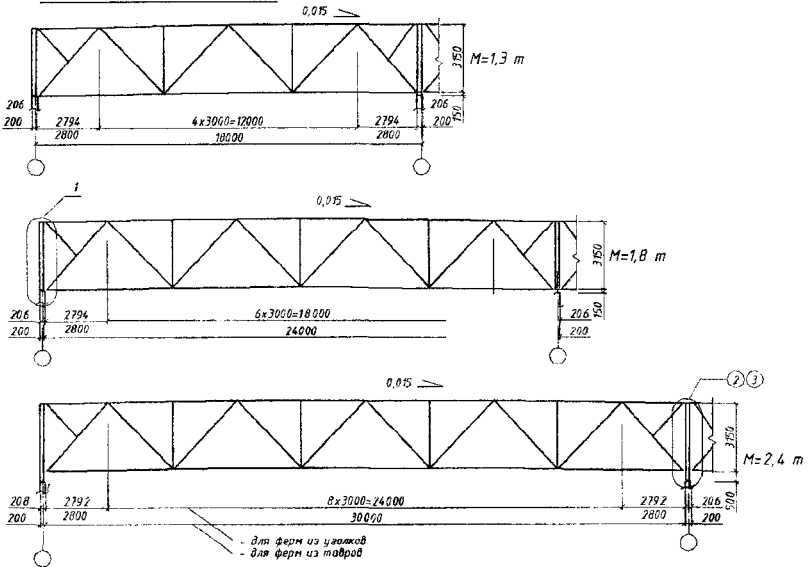
1 - ствол колонны; 2 - опорная плита  
ослодки; 3, 4 - ребра жесткости; 5 - опорная  
плита базы; 6 - фундаментные болты; 7 -  
цементная подливка; 8 - верх фундамента

**Сечения бескрановых сплошностенчатых колонн  
из широкополочных двутавров**

Высота <i>H</i> , м	Колонны крайнего ряда		Колонны среднего ряда	
	Шаг 6 м		Сечение	Масса, т
	Сечение	Масса, т		
6,0	35 Ш I	0,99	40 Ш I	1,04
7,2	40 Ш I	1,04	50 Ш I	1,20
	50 Ш I	1,74	60 Ш I	1,88

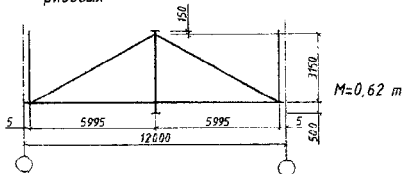
**Стальные фермы из парных уголков  
и широкополочных тавров**

*Схемы стропильных ферм*



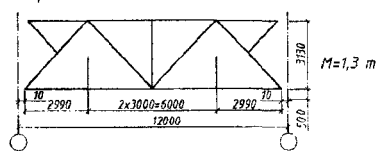
*Схемы подстропильных ферм из тавров*

- рядовых



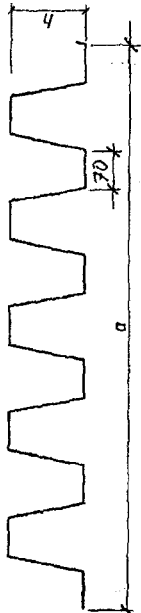
*Схемы подстропильных ферм из уголков*

- рядовых

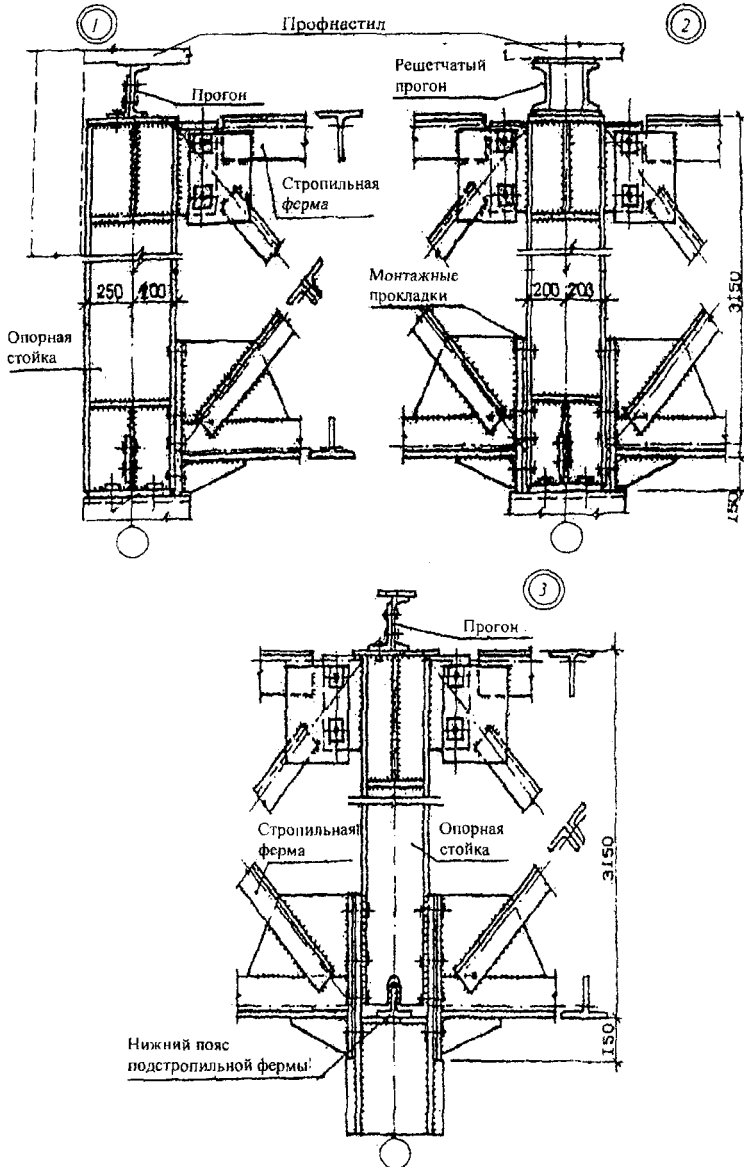




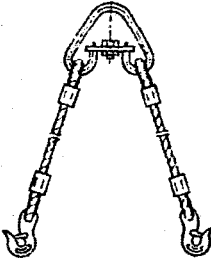
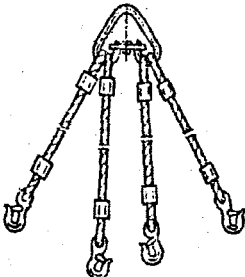
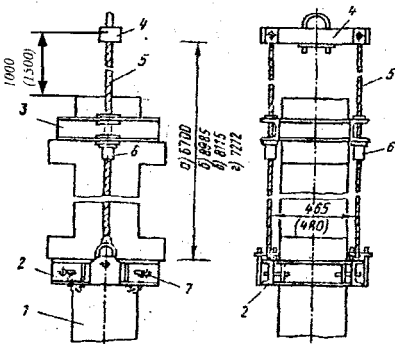
Элементы покрытия

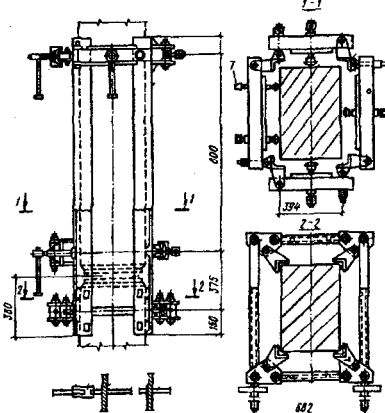
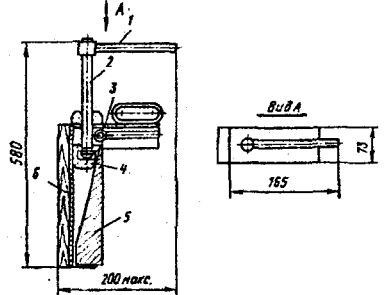
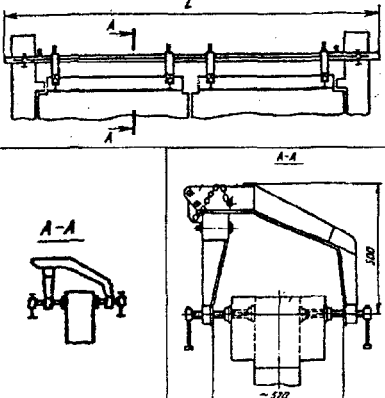
№ п/п	Эскиз	Размеры, мм			Масса, кг	Примечание
		a	l	h		
1	<p>Прогоны Швеллер № 16</p>		6000	160	8,5 кг/м.п.	
2	<p>Профилированный стальной лист НС 35-1000</p> 	1060	До 12000	35	15 кг/м <sup>2</sup>	Расстояние между прогонами 3000 мм

Узлы сопряжения стальных элементов покрытия

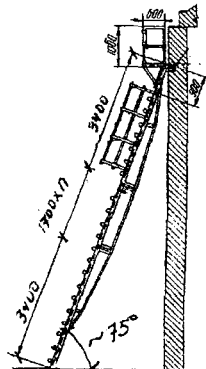
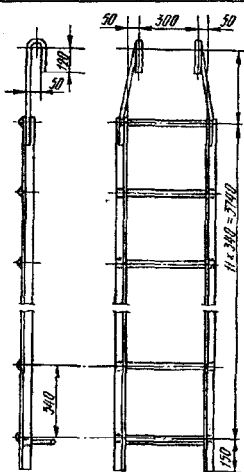
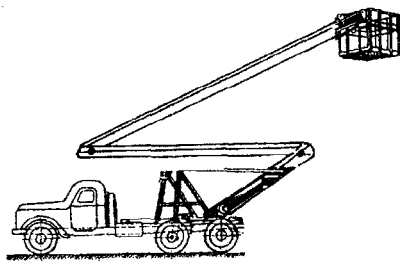


**Грузозахватные приспособления и монтажная оснастка**

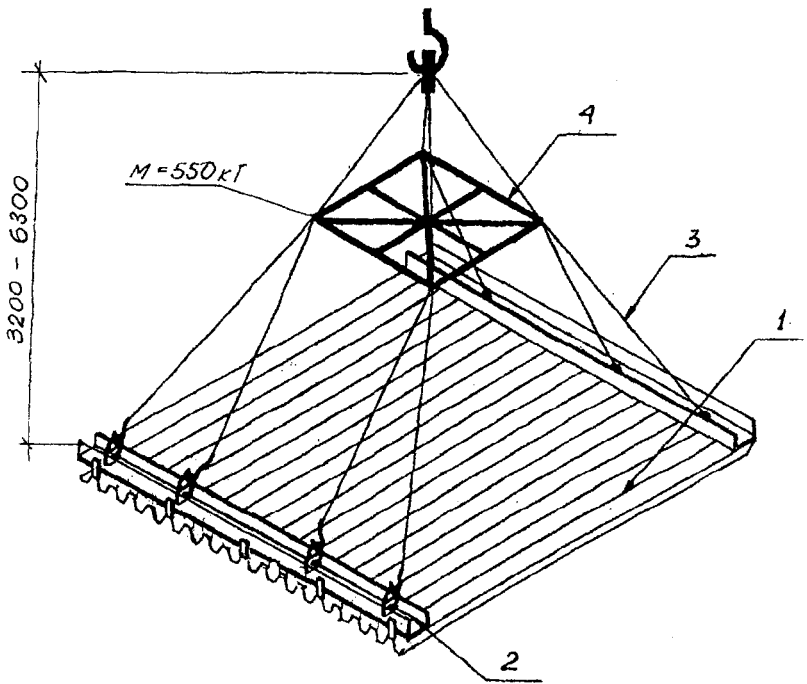
Наименование и назначение	Организация-разработчик	Схемы	Масса, кг										
1	2	3	4										
Строп двухветвевой для подъема ригелей, диафрагм жесткости и панелей стен	ЦНИИОМТП		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="736 386 853 475">Грузоподъемность, т</th> <th data-bbox="853 386 995 475"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="736 475 853 505">2,5</td> <td data-bbox="853 475 995 505">16</td> </tr> <tr> <td data-bbox="736 505 853 534">5</td> <td data-bbox="853 505 995 534">36</td> </tr> <tr> <td data-bbox="736 534 853 563">8</td> <td data-bbox="853 534 995 563">64</td> </tr> <tr> <td data-bbox="736 563 853 592">10</td> <td data-bbox="853 563 995 592">67</td> </tr> </tbody> </table>	Грузоподъемность, т		2,5	16	5	36	8	64	10	67
Грузоподъемность, т													
2,5	16												
5	36												
8	64												
10	67												
Строп четырехветвевой для подъема ригелей, плит перекрытия и покрытия, диафрагм жесткости, лестничных маршей и панелей стен			<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="736 657 853 686">3,2</td> <td data-bbox="853 657 995 686">20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="736 686 853 716">4</td> <td data-bbox="853 686 995 716">23</td> </tr> <tr> <td data-bbox="736 716 853 745">8</td> <td data-bbox="853 716 995 745">72</td> </tr> </tbody> </table>	3,2	20	4	23	8	72				
3,2	20												
4	23												
8	72												
Захват рамочный для подъема колонн грузоподъемностью 5 т	ЦНИИОМТП	 <p data-bbox="409 1364 844 1453">1 – колонна; 2 – нижняя рамка разъемная; 3 – верхняя рамка неразъемная; 4 – траверса; 5 – строп; 6 – гильза; 7 – палец</p>	85										

1	2	3	4
<p>Одиночный кондуктор для выверки и временного крепления колонн со стыком выше уровня перекрытия</p>	<p>ЦНИИОМТП</p>		<p>550</p>
<p>Инвентарный клиновой вкладыш для выверки и временного закрепления колонн в стаканах фундаментов</p>	<p>ЦНИИОМТП</p>	 <p>1 – ключ; 2 – винт; 3 – корпус; 4 – бобышка; 5 – клин; 6 – приставка</p>	<p>8,0</p>
<p>Балка со струбинами для временного крепления диафрагм жесткости</p>	<p>ЦНИИОМТП</p>		<p>217 (для <math>L = 6740</math> мм) 132 (для <math>L = 3740</math> мм)</p>

1	2	3	4
<p>Подкос для выверки и временного крепления диафрагм жесткости</p>	<p>ЦНИИОМТП</p>	<p>1-плита перекрытия; 2-монтажная платформа; 3-подкос; 4-струбцина; 5-колонна; 6-диафрагма жесткости</p>	<p>34 (для L=6200 мм)  24 (для L=4000 мм)</p>
<p>Групповой кондуктор для выверки и временного крепления четырех колонн со стыками выше уровня перекрытия</p>	<p>ЦНИИОМТП</p>	<p>Вид А</p> <p>1 – стойки; 2 – рама; 3 – ограждение; 4 – вставка; 5 – площадка монтажная; 6 – подкос; 7 – лестница; 8 – подкладка; 9 – струбцина со стяжкой; 10 – хомут шарнирный; 11 – винт</p>	<p>4500</p>

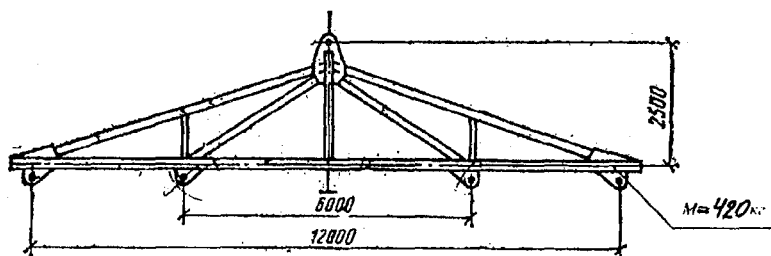
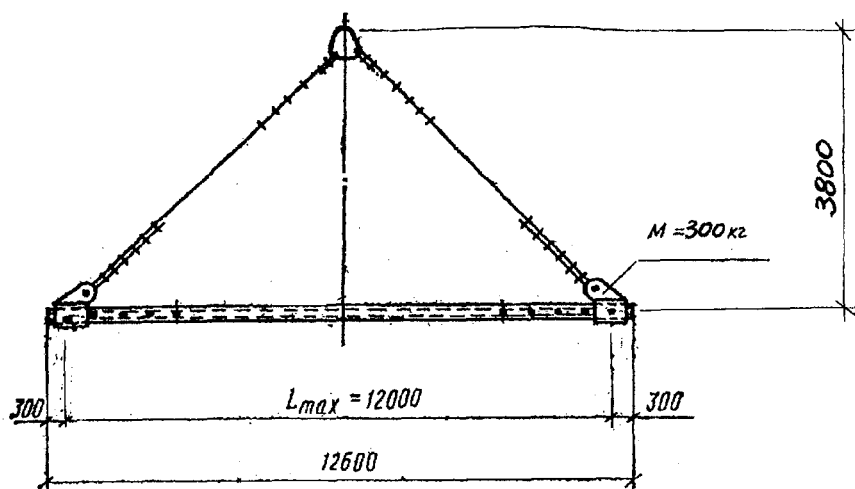
1	2	3	4
<p>Обеспечение рабочего места на высоте 4,8–8,4 м. Лестница приставная с площадкой</p>	<p>ПК Глав-сталь-реконструкция</p>		<p>170–270</p>
<p>Обеспечение рабочего места на высоте 6–18 м. Лестница навесная секционная</p>	<p>ПИ Пром-сталь-реконструкция</p>		<p>65 (секция)</p>
<p>1. Подъемник монтажный стреловой ПМС-328. Высота подъема 28 м. 2. Подъемник монтажный стреловой ПМС-318. Высота подъема 18 м</p>			

**Траверса для монтажа картин из стального  
профилированного настила**

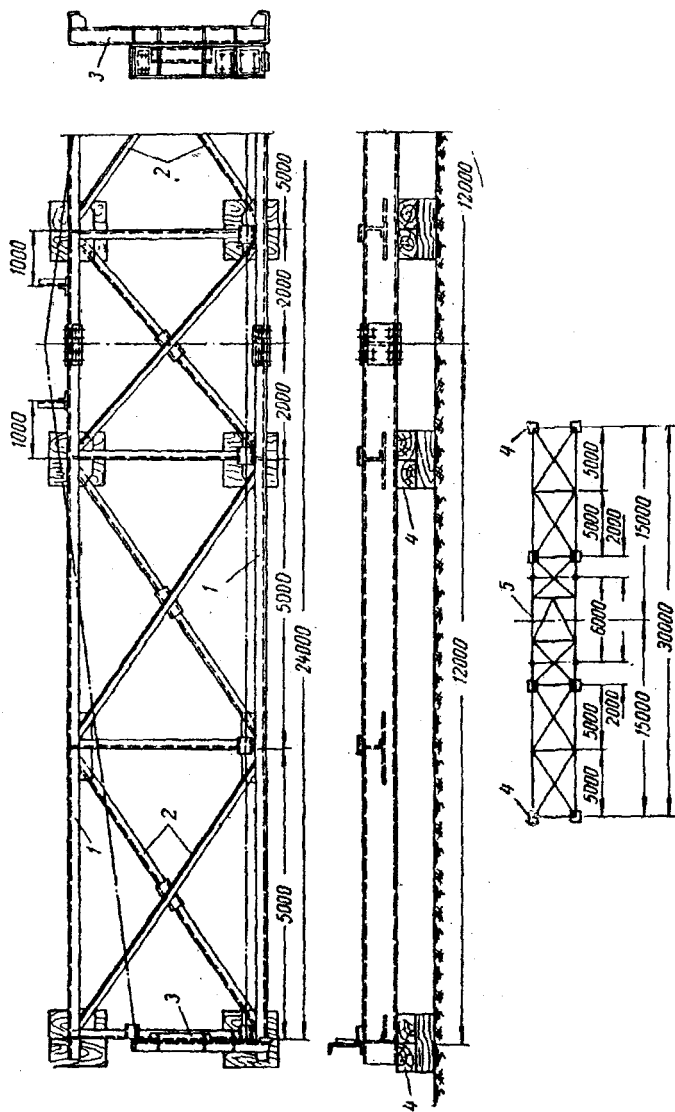


- 1 – карта из листов профилированного настила;  
 2 – балка с коротышами из уголков;  
 3 – стропы; 4 – траверса

# Траверы для монтажа стальных ферм







Кондуктор для сборки стропильных ферм в горизонтальном положении:

- 1 — пояс рамы кондуктора; 2 — раскосы рамы; 3 — торцовый упор;  
 4 — шпальная клетка; 5 — вставка в раму кондуктора

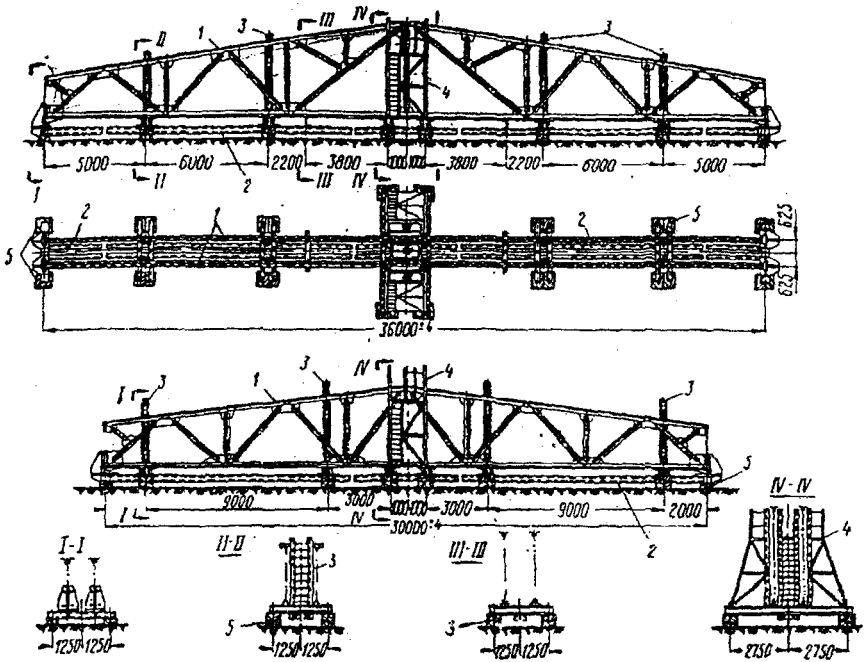


Схема кондуктора для сборки двух стропильных ферм  
в вертикальном положении:

- 1 – собираемая ферма; 2 – горизонтальная рама кондуктора;  
3 – стойки кондуктора; 4 – стойка с площадкой для сварщиков;  
5 – шпальные клетки

*Усредненные показатели единовременных затрат*

Значение основного параметра крана (грузоподъемность, т)	Единовременные затраты, чел.-дн.
1	2
Краны автомобильные:	
3...10	0,14
11...16	0,14
Краны стреловые на гусеничном ходу:	
5...10	1,4
11...20	7,0
21...30	64,0
31...40	65,0
41...60	90,0
Краны на пневмокошесном ходу:	
5...10	0,6
11...15	0,6
16...20	0,6
21...25	0,6
40	0,8
63	0,8
Краны башенные с поворотной платформой:	
1,5...3	17,0
3...5	26,0
5...8	45,0
Краны башенные с неповоротной платформой:	
3...5	70,0
5...7	110,0
7,5...15	450,0
15...25	650,0
Краны башенно-стреловые на гусеничном ходу:	
25	44,0
30	72,0
50	98,0
63	115,0

**Нормы затрат труда при монтаже сборных железобетонных конструкций многоэтажных зданий (основание: СНБ 8.03.107-2007 «Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные»)**

Шифр норм	Наименование и характеристика строительных работ и конструкций	Единица измерения	Затраты труда, чел.-ч	
			рабочих-строителей	маши-нистов
1	2	3	4	5
	Установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий при глубине заделки до 0,7 м и массе колонн, т			
E7-5-1	до 1	100 шт.	492,66	66,76
E7-5-2	до 2	100 шт.	574,77	75,21
E7-5-3	до 3	100 шт.	699,72	89,85
E7-5-4	до 4	100 шт.	810,39	104,37
E7-5-5	до 6	100 шт.	1062,67	133,28
E7-5-6	до 8	100 шт.	1180,49	133,28
E7-5-7	до 10	100 шт.	1344,70	170,17
	Установка колонн на нижестоящие колонны массой, т			
E7-8-1	до 2	100 шт.	847,28	45,82
E7-8-2	до 3	100 шт.	992,46	54,98
E7-8-3	до 5	100 шт.	1110,27	64,15
E7-8-9	более 5	100 шт.	1285,20	76,64
	Укладка ригелей перекрытий и покрытий с полками длиной, м			
E7-10-2	до 6	100 шт.	1344,70	62,83
E7-10-3	до 9	100 шт.	1475,60	79,97
E7-10-4	до 12	100 шт.	1963,50	94,25

1	2	3	4	5
	Установка диафрагм жесткости высотой до 3,6 м площадью, м <sup>2</sup>			
E7-50-5	до 10	100 шт.	1030,54	98,18
E7-50-6	до 15	100 шт.	1264,97	130,90
	Установка диафрагм жесткости высотой до 4,8 м площадью, м <sup>2</sup>			
E7-50-7	до 10	100 шт.	1322,09	98,18
	Укладка по ригелям с полками межколонных плит перекрытий и покрытий шириной, м			
E7-15-3	0,75	100 шт.	436,73	21,66
E7-15-4	1,5	100 шт.	459,34	24,51
E7-15-5	3	100 шт.	524,79	37,37
	Укладка по ригелям с полками пролетных плит перекрытий и покрытий шириной, м			
E7-15-6	1,5	100 шт.	311,78	24,51
E7-15-7	3,0	100 шт.	466,48	37,37
	Установка рядовых панелей наружных стен длиной до 6 м площадью, м <sup>2</sup>			
E7-17-8	до 10	100 шт.	673,54	102,34
E7-17-9	более 10	100 шт.	844,90	135,66
	Установка рядовых панелей наружных стен длиной более 6 м площадью, м <sup>2</sup>			
E7-17-10	до 10	100 шт.	699,72	119,00
E7-17-11	более 10	100 шт.	942,48	138,04
	Установка простеночных панелей наружных стен площадью, м <sup>2</sup>			
E7-17-12	до 5	100 шт.	546,21	59,50
E7-17-13	более 5	100 шт.	643,79	89,25
	Установка карнизных панелей			
E7-17-14		100 шт.	210,63	30,94
	Установка лестничных маршей			
E7-21-7		100 шт.	347,48	71,99

1	2	3	4	5
	Установка лестничных площадок			
E7-21-6		100 шт.	286,79	45,82
	Заполнение вертикальных швов стеновых панелей			
E7-19-1	цементным раствором	100 м	28,20	—
E7-19-2	упругими прокладками	100 м	7,75	—
	Герметизация мастикой стыков наружных стеновых панелей			
E7-19-3	горизонтальных	100 м	18,92	—
E7-19-4	вертикальных	100 м	22,61	—

*Примечание:* нормы затрат труда учитывают: разгрузку, сортировку и транспортировку конструкций и материалов от приобъектного склада в зону действия монтажного крана; подъем, установку, выверку и закрепление конструкций; сварку монтажных стыков; бетонирование стыков с установкой опалубки; установку, перестановку и снятие люлек, лестниц, кондукторов и монтажных приспособлений; транспортирование бетона, раствора и других материалов к месту укладки, устройство постели из раствора и бетона; срезку и загибание петель; очистку устанавливаемых конструкций, мест установки и сопряжений; устройство ограждений и других средств защиты, предусматриваемых правилами техники безопасности, и другие вспомогательные работы, необходимые при производстве работ.

**Нормы затрат труда на монтаж стальных конструкций  
одноэтажных зданий (основание: СНБ 8.03.109-2007  
«Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции  
и работы. Сборник 9. Металлические конструкции»)**

Шифр	Наименование и характеристика строительных работ и конструкций	Единица изме- рения	Затраты труда, чел.-ч	
			рабочих- строителей	маши- нистов
1	2	3	4	5
	Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой до 25 м цельного сечения массой, т			
E9-17-1	до 1,0	т	11,87	1,93
E9-17-2	до 3,0	т	7,36	1,14
E9-17-3	до 5,0	т	8,00	1,20
	Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой до 25 м составного сечения массой, т			
E9-17-4	до 3,0	т	15,87	2,86
E9-17-5	до 5,0	т	12,95	2,16
E9-17-6	до 15,0	т	9,57	1,65
E9-17-7	более 15,0	т	12,33	2,48
	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом до 24 м массой, т			
E9-22-1	до 3,0	т	29,19	4,23
E9-22-2	до 5,0	т	19,80	2,89
E9-22-3	более 5,0	т	15,11	2,23
	пролетом до 36 м массой, т			
E9-22-4	до 5,0	т	22,59	3,54
E9-22-5	до 8,0	т	16,25	2,55
E9-22-6	до 10,0	т	14,22	2,21
E9-22-7	более 10,0	т	11,32	1,76

1	2	3	4	5
	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания до 25 м			
Е9-25-1		т	17,90	1,61
	Монтаж кровельного покрытия из профилированного листа при высоте здания до 25 м			
Е9-42-1		100 м <sup>2</sup>	40,24	2,72
	Электродуговая сварка при монтаже каркасов одноэтажных зданий (колонны, фермы)			
Е-48-1		т	4,12	-

*Примечание:* приведенные нормы затрат труда учитывают: выгрузку конструкций на приобъектном складе; погрузку конструкций и транспортировку в зону работ; сортировку конструкций, очистку от загрязнений, исправление деформированных и поврежденных элементов; укрупнительную сборку отправочных марок в монтажные элементы с устройством и разборкой стендов; подачу в зону монтажа, обеспечение жесткости при монтаже; подъем, установку и совместную выверку конструкций; выполнение монтажных соединений; устройство и разборку подмостей, лестниц и других приспособлений; транспортировку, разгрузку вспомогательных материалов и приспособлений.



**Рекомендуемый состав звена рабочих-строителей  
(без машиниста крана) при монтаже строительных  
конструкций и сопутствующих монтажу работ**

Железобетонные конструкции			Металлические конструкции		
№ п/п	Наименование работ	Состав звена	№ п/п	Наименование работ	Состав звена
1	Монтаж колонн	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 2 2 разр. – 1	1	Укрупнительная сборка колонн, подстропильных и стропильных ферм	6 разр. – 1 5 разр. – 1 4 разр. – 2 3 разр. – 1
2	Монтаж ригелей	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 2 2 разр. – 1	2	Монтаж колонн	6 разр. – 1 4 разр. – 2 3 разр. – 1
3	Монтаж диафрагм жесткости	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 2 2 разр. – 1	3	Монтаж подстропильных и стропильных ферм	6 разр. – 1 4 разр. – 3 3 разр. – 1
4	Монтаж плит перекрытий и покрытий	4 разр. – 1 3 разр. – 2 2 разр. – 1	4	Монтаж прогонов	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 1
5	Монтаж панелей стен	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 1 2 разр. – 1	5	Монтаж стального профилированного настила	5 разр. – 1 4 разр. – 1 3 разр. – 1
6	Монтаж лестничных маршей или укладка лестничных площадок	4 разр. – 2 3 разр. – 1 2 разр. – 1			
7	Заделка стыков конструкций	4 разр. – 1 3 разр. – 1			
8	Заделка швов панелей стен и плит перекрытий и покрытий	4 разр. – 1 3 разр. – 1			

**Предельные отклонения фактического положения  
фундаментов**

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения, мм
1	Отклонение от совмещения установочных ориентиров фундаментных блоков и стаканов фундаментов с рисками разбивочных осей	12
2	Отклонение отметок опорной поверхности дна стаканов фундаментов от проектных: до устройства выравнивающего слоя по дну стакана	-20
	после устройства выравнивающего слоя по дну стакана	±5

Таблица П13

**Предельные отклонения фактического положения  
стальных конструкций одноэтажных зданий**

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения, мм
1	2	3
	Колонны	
1	Отклонения отметок опорных поверхностей колонны от проектных	5
2	Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн по ряду и в пролете	3
3	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении	5

1	2	3
4	Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении при длине колонн, мм	
	свыше 4000 до 8000	10
	свыше 8000 до 16000	12
	свыше 16000 до 25000	15
	свыше 25000 до 40000	20
	Фермы, ригели, балки, прогоны	
5	Отметки опорных узлов	10
6	Смещение ферм, балок, ригелей с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15
7	Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы и балки, ригеля	0,0013 длины закрепленного участка, но не более 15
8	Расстояние между осями ферм, балок, ригелей по верхним поясам между точками закрепления	15
9	Совмещение осей нижнего и верхнего поясов ферм относительно друг друга (в плане)	0,004 высоты фермы
10	Расстояние между прогонами	5
11	Отклонение длины опирания профилированного настила на прогоны в местах поперечных стыков	-5
12	Отклонение положения центров: высокопрочных дюбелей, самонарезающих болтов и винтов	5
	комбинированных заклепок: вдоль настила	20
	поперек настила	5

**Предельные отклонения фактического положения  
железобетонных конструкций (колонн, ригелей)  
многоэтажных зданий**

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения, мм
1	Отклонения отметок опорной поверхности колонн от проектной отметки	5
2	Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн	3
3	Смещение осей колонн в нижнем сечении с разбивочных осей при опирании на фундамент	5
4	Отклонение от смещения рисков геометрических осей колонн в верхнем сечении с рисками разбивочных осей при длине колонн, мм	
	до 4000	12
	свыше 4000 до 8000	15
	свыше 8000 до 16000	20
	свыше 16000 до 25000	25
5	Разность отметок верха колонн каждого яруса	$0,5n + 9$
6	Смещение оси ригеля с оси колонн	8
7	Отклонение расстояния между осями ригелей в середине пролета	10
8	Разность отметок верха смежных ригелей	15
9	Разность отметок верха ригеля по его концам	$0,001L$ , но не более 15

*Примечание:*  $n$  – порядковый номер яруса колонн.

**Предельные отклонения фактического положения  
стенных панелей каркасных зданий**

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения, мм
1	Отклонение от совмещения ориентиров (рисок геометрических осей, граней) в нижнем сечении установленных панелей навесных стен	10
2	Отклонение от вертикали верха плоскостей навесных панелей	12
3	Отклонение отметок маяков относительно монтажного горизонта	$\pm 5$
4	Разность отметок верха стеновых панелей каркасных зданий в пределах выверяемого участка при контактной установке установке по маякам	$12 + 2n$ 10

*Примечание:*  $n$  – число установленных по высоте панелей.

## Содержание

Введение. . . . .	3
1. Исходные данные для проектирования. . . . .	3
2. Состав, содержание и оформление курсового проекта. . . . .	4
2.1. Состав пояснительной записки. . . . .	4
2.2. Состав графической части проекта. . . . .	5
2.3. Оформление курсового проекта. . . . .	6
3. Последовательность разработки курсового проекта. . . . .	7
3.1. Состав комплексного процесса монтажа сборных конструкций зданий. . . . .	8
3.2. Определение объемов монтажных работ. . . . .	9
3.3. Выбор методов производства монтажных работ. . . . .	10
3.4. Выбор монтажных приспособлений. . . . .	12
3.5. Выбор монтажных кранов. . . . .	13
4. Техничко-экономическое обоснование выбора монтажных кранов и принятого способа монтажа. . . . .	24
5. Технология производства монтажных работ. . . . .	28
5.1. Монтаж стальных конструкций каркасов одноэтажных зданий. . . . .	29
5.2. Монтаж железобетонных конструкций каркасов многоэтажных зданий. . . . .	31
5.3. Заделка стыков и швов сборных железобетонных конструкций. . . . .	33
5.4. Особенности монтажа сборных конструкций в зимних условиях. . . . .	33
6. Определение продолжительности и планирование производства монтажных работ. . . . .	34
7. Расчет потребности в материально-технических ресурсах. . . . .	36
8. Контроль качества монтажных работ. . . . .	37
9. Обеспечение безопасных условий труда при производстве монтажных работ. . . . .	37
Литература. . . . .	39
Приложения. . . . .	41

Учебное издание

ГРОМОВ Игорь Николаевич  
ПАВЛОВИЧ Виктор Викторович  
РАТУШНЫЙ Георгий Степанович

## МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор Л.Н. Шалаева  
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

---

Подписано в печать 12.12.2008.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,53. Уч.-изд. л. 3,55. Тираж 300. Заказ 544.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.