

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ  
СООБЩЕНИЯ (МИИТ)**

**Институт пути, строительства и сооружений**

---

**Кафедра "Строительные конструкции"**

**В.И. КЛЮКИН, В.П. ЧИРКОВ**

**Методические указания  
к разработке курсового проекта  
одноэтажного производственного здания  
из железобетона с мостовыми кранами**

**Часть 1. КОМПОНОВКА КАРКАСА ЗДАНИЯ**

*по специальности*  
**«ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»**

**МОСКВА – 2005**

М.У.  
№2206  
03-12081

Клюкин В.И. уч. п  
Методические указания к  
разработке курсового проекта



УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ  
ИТ)

**Институт пути, строительства и сооружений**

---

Кафедра "Строительные конструкции"

**В.И. КЛЮКИН, В.П. ЧИРКОВ**

*Утверждено  
редакционно-издательским  
советом университета*

**Методические указания  
к разработке курсового проекта  
одноэтажного производственного здания  
из железобетона с мостовыми кранами**

**Часть 1. КОМПОНОВКА КАРКАСА ЗДАНИЯ**

*по специальности*  
**«ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»**

МОСКВА – 2005

Клюкин В.И., Чирков В.П. Методические указания к разработке курсового проекта одноэтажного производственного здания из железобетона с мостовыми кранами по специальности "Промышленное и гражданское строительство". Часть 1. Компоновка каркаса здания. – М.: МИИТ, 2005. – 21 с.

Рассматриваются проблемы выбора конструктивного решения каркаса одноэтажного производственного здания из железобетона, оборудованного мостовыми кранами. Даются примеры компоновки каркаса, продольных и поперечных рам здания, связей. Приводятся примеры выбора конструктивных элементов одноэтажных производственных зданий из железобетона с мостовыми кранами.

## 1. ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Объемно-планировочное решение промышленного здания выбирается в соответствии с Функциональным и технологическим назначением с учетом требованиями прочности, надежности, долговечности, экономичности. При этом должны быть учтены требования экономичности при строительстве и в эксплуатационный период, требования охраны труда, техники безопасности и пожарной безопасности, экологии окружающей среды. Проектируемое здание должно обладать и определенной архитектурно-художественной выразительностью.

Объемно-планировочное решение разрабатывается на основе типовых проектов и существующих решениях аналогичных зданий. Оптимальным решением является решение с новыми оригинальными конструкциями минимальной материалоемкости и энергозатратами на их изготовление, транспортировку, монтаж и эксплуатацию при обеспечении всех требований к прочности, надежности, долговечности и т.д.

При выборе объемно-планировочного решения и конструктивных элементов здания необходимо использовать весь существующий арсенал унифицированных и типовых решений.

Исходные данные на проектирование одноэтажного промышленного здания (ОПЗ) должны быть приведены в задании на проектирование. В задании приводятся схема поперечника здания, его размеры, пролеты, их количество, длина здания и шаг колонн в продольном направлении, грузоподъемность мостовых кранов и режим их работы, место строительства и др. На практике эти данные должны содержаться в техническом задании заказчика на проектирование объекта или определяются совместно с технологами.

Выбор оптимального решения здания производится путем эскизного проектирования с использованием метода сравнительного анализа. По принятому варианту производятся конструирование и расчеты отдельных элементов и узлов, составляются рабочие чертежи и т.д.

Состав проекта. Проект состоит из пояснительной записки на 40-50 страницах бумаги формата А4 (210 x 297 мм) и гра-

фической части на двух листах формата А1 (594 х 841мм). В пояснительной записке должен быть титульный лист, задание на проектирование, подписанное преподавателем, где изложены исходные данные на проектирование здания, собственно расчетно-конструктивная часть, список используемой литературы.

В расчетно-конструктивной части излагаются варианты конструктивного решения и их сравнительный анализ, статический расчет поперечной рамы, таблицы сочетания нагрузок и усилий, расчет крайней (или средней) колонны и фундамента под нее, расчет балки или фермы покрытия и подкрановой балки. В пояснительной записке излагаются схемы, чертежи, таблицы и проч. иллюстративный материал, расчетные формулы. Числовые же значения и результат расчета проставляются карандашом.

На 1-м листе чертежей приводятся поперечник здания с основными исходными (в задании) данными, продольный разрез и план раскладки в осях фундаментов, колонн, подкрановых балок, балок (или ферм) и плит покрытия, связи и выборка основных элементов здания. Кроме того, здесь приводятся опалубочный и арматурный чертежи колонны с разрезами и спецификацией на арматурные элементы.

На 2-м листе изображаются рабочие чертежи (опалубочные и арматурные) фундамента, балки или фермы покрытия и подкрановой балки с спецификациями арматуры и закладных деталей. Выбор масштаба для каждого конкретного элемента производится индивидуально.

## **2. КОМПОНОВКА КАРКАСА**

Одноэтажное производственное здание (ОПЗ) – жесткая пространственная система, состоящая из продольных и поперечных рам, совместно работающих под всеми действующими на эту систему нагрузками.

Поперечные рамы, как правило, состоят из жестко заделанных в фундаментах колонн и конструкции покрытия (стропильных конструкций: балок, ферм, плит покрытия).

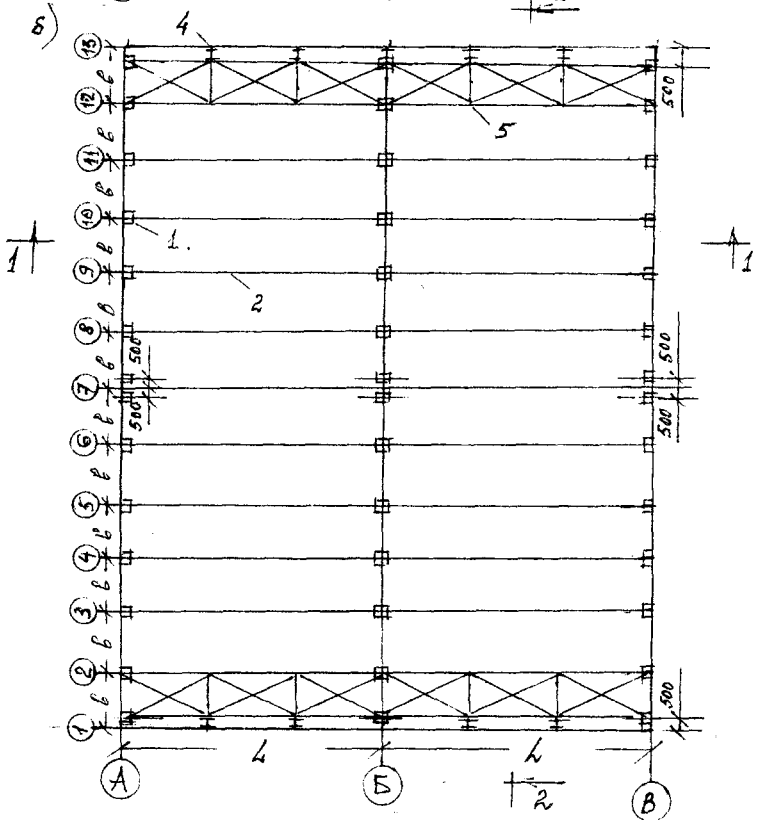
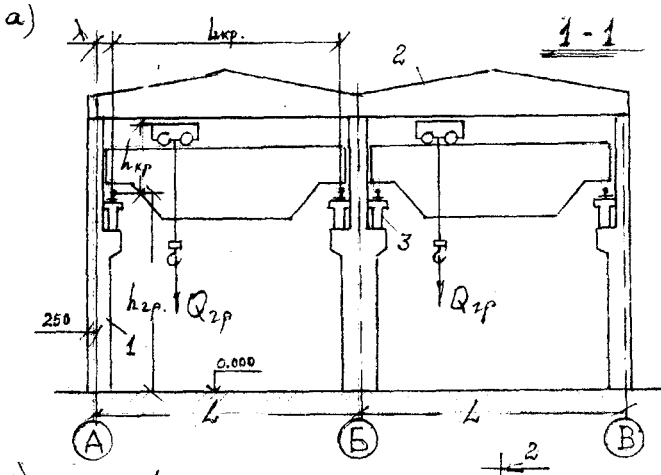
Жесткость поперечных рам обеспечивается жесткостью колонн в поперечном направлении здания.

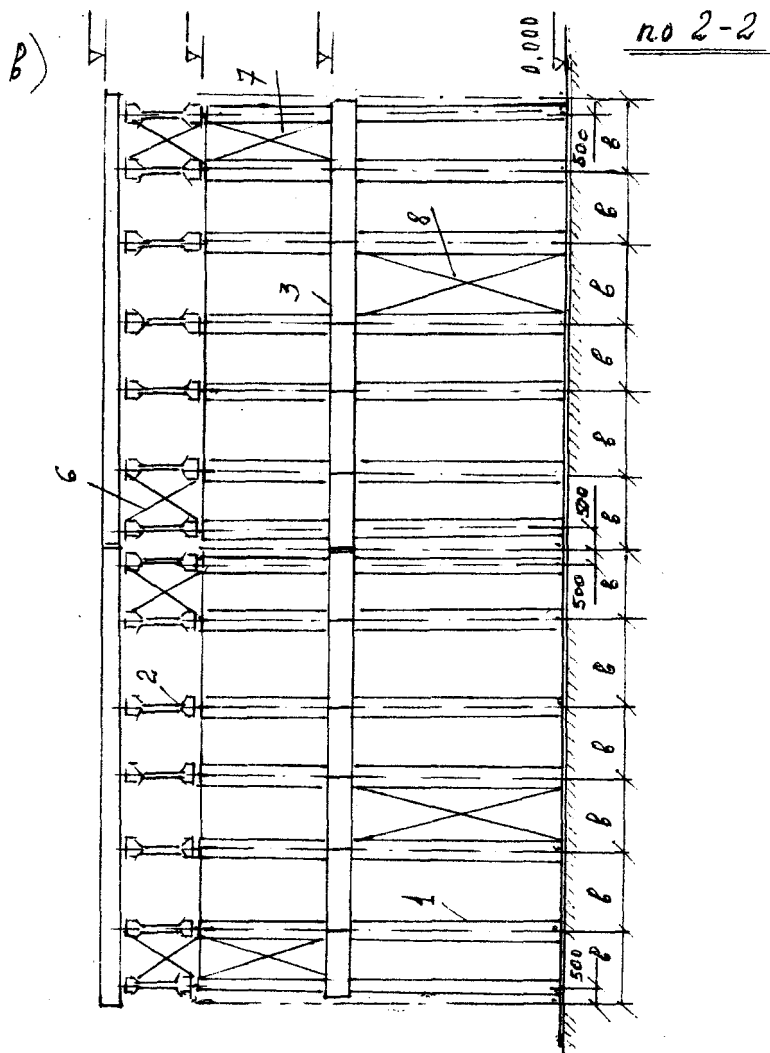
Продольные рамы состоят из жестко заделанных в Фундаментах колонн, расположенных по верхам колонн стальных или железобетонных распорок и вытянутых в линию подкрановых балок. Продольные рамы могут быть крайними или средними.

Жесткость продольных рам в продольном направлении обеспечивается или жесткостью колонн или вертикальными связями. Вертикальные связи поставлены в плоскости рам в двух уровнях – выше и ниже подкрановых балок. Роль продольных связей – обеспечить жесткость продольных рам, а точнее, воспринять ветровые нагрузки на торцы здания и тормозные от мостовых кранов усилия и передать их (усилия) на фундаменты.

С целью снижения температурных и осадочных усилий в элементах каркаса ОПЗ предусматривают продольные и поперечные деформационные швы. Такими швами все здание разделяется на отдельные, так называемые, температурные блоки. Длина и ширина температурных блоков для ОПЗ из железобетона зависят от температурного режима здания и составляют 40-70 м.

К элементам каркаса относятся: фахверковые колонны, на которые навешиваются торцевые стеновые панели, воспринимающие, кроме всего прочего, ветровые нагрузки; фундаментные балки; подстропильные конструкции: конструкции светозрационных фонарей и проч.





**Рис. 1.** Конструктивная схема одноэтажного промышленного здания  
 а) поперечник здания – поперечная рама; б) планы осей, колонн, горизонтальных связей: в) продольный разрез здания – продольная рама.  
 1 – колонны, 2 – стропильные балки, 3 – подкрановые балки, 4 – факверковые колонны, 5 – горизонтальные связи шатра, 6 – вертикальные связи шатра, 7 – вертикальные связи по колоннам выше подкрановых балок, 8 – вертикальные связи по колоннам ниже подкрановых балок



### **3. ВЫБОР ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЯ**

Выбор производится в соответствии с заданием на проектирование ОПЗ. Задание на проектирование выдается руководителем проекта – преподавателем. В реальных условиях такое задание приходится разрабатывать в процессе проектирования самими авторами проекта (ГИИ – главный инженер проекта, ГАП – главный архитектор проекта) совместно с технологами.

Задание по геометрии определяют три-четыре основных параметров здания, главными из которых являются:

А. Пролет (и число пролетов), т.е. расстояние между продольными осями колонн в поперечном направлении.

Длина пролета подчиняется модульной системе, т.е. должна быть кратной 6 м и составлять 12, 18, 24, 30, 36 м и т.д. Одновременно назначается и число пролетов. Произведение числа пролетов на длину пролета – ширина здания. В зависимости от этого произведения решается вопрос о продольном деформационном шве. Расстояние между такими деформационными швами также должно составлять 40-70 м.

Б. Полная кратная 6 м длина здания, зависит от технологического процесса. И здесь необходимо думать о поперечных деформационных швах. Длина температурного блока в отапливаемых зданиях должен быть максимум 72 м; в не отапливаемых – 48 м.

В. Шаг поперечных рам 6 или 12 м – расстояние между колоннами вдоль здания для крайних и средних рядов желательное принимать одним и тем же. Однако в отдельных случаях они могут быть разными. Наиболее экономичными по расходу материалов и по использованию производственных площадей здания с шагом 12 м. Однако стеновые панели требуют иногда шага колонн крайних рядов 6 м.

Г. Привязка разбивочных осей к элементам здания:

- к продольным осям
- крайних рядов

– при шаге колонн 6 м грузоподъемности кранов менее 30 т и расстоянии от уровня чистого пола до низа стропильных конструкций  $H < 16,2$  м привязка так называемая нулевая:

– при шаге колонн 6 м грузоподъемности кранов больше 30 т – привязка 250 мм (наружная грань колонн крайних рядов отстоит от продольных разбивочных осей на 250 мм);

– при шаге колонн в 12 м – привязка – 250мм;

– разбивочные оси средних рядов совпадают с геометрическими осями колонн;

– поперечные разбивочные оси совпадают с геометрическими осями колонн за исключением торцевых рам и рам, прилегающих к температурным швам. Здесь оси рам смещаются к центрам температурных блоков на 500 мм.

Д. Температурные швы решаются постановкой двойных рядов колонн. В местах пересечений поперечных и продольных температурных швов устанавливаются четыре колонны. Между прочим, в продольных температурных швах можно обойтись постановкой одних, а не двух рядов колонн.

Е. Следующий параметр здания – отметка головки рельса – связана с технологическим процессом и габаритами мостового крана, а точнее с нижней отметкой грузового крюка крана. Отметка головки рельса определяет и высоту здания, т.е. расстояние от уровня чистого пола до низа несущих конструкций покрытия. При этом необходим учет также и типовых высот стеновых панелей и оконных блоков.

По высоте размеры колонны определяются:

$$H = H_n + H_v,$$

где  $H$  – полная длина колонны (без учета заделки ее в фундаменте);  $H_n$  и  $H_v$  – высоты нижней подкрановой и верхней надкрановой частей колонны.

Высота нижней подкрановой части колонны:

$$H_n = h_{rp} - h_p - h_{пб} + h_1,$$

где  $h_{rp}$  – высота головки рельса (см. задание) – расстояние от уровня чистого пола до уровня головки рельса:  $h_p$  – высота кранового рельса (см. ГОСТ на крановые рельсы) при отсутствии информации – 150 мм;  $h_{пб}$  – высота подкрановой балки: при шаге рам 6 м – 1000 мм; при шаге рам 12 м – 1400 мм;  $h_1 = 150$  мм.

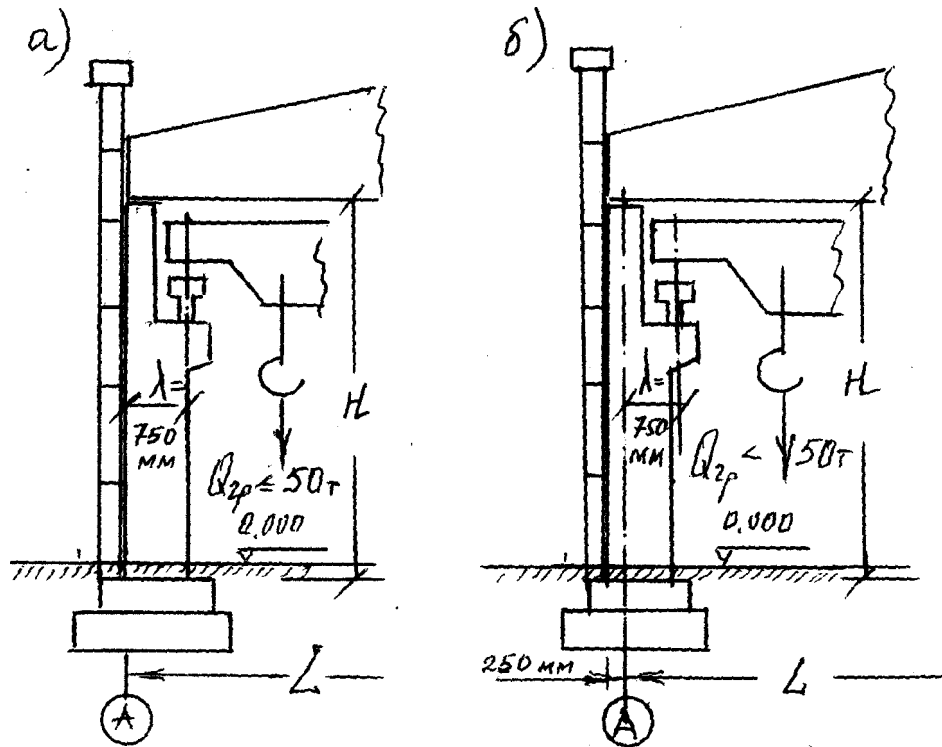


Рис. 2. Привязка колонн к разбивочным осям: а) нулевая; б) на 250 мм

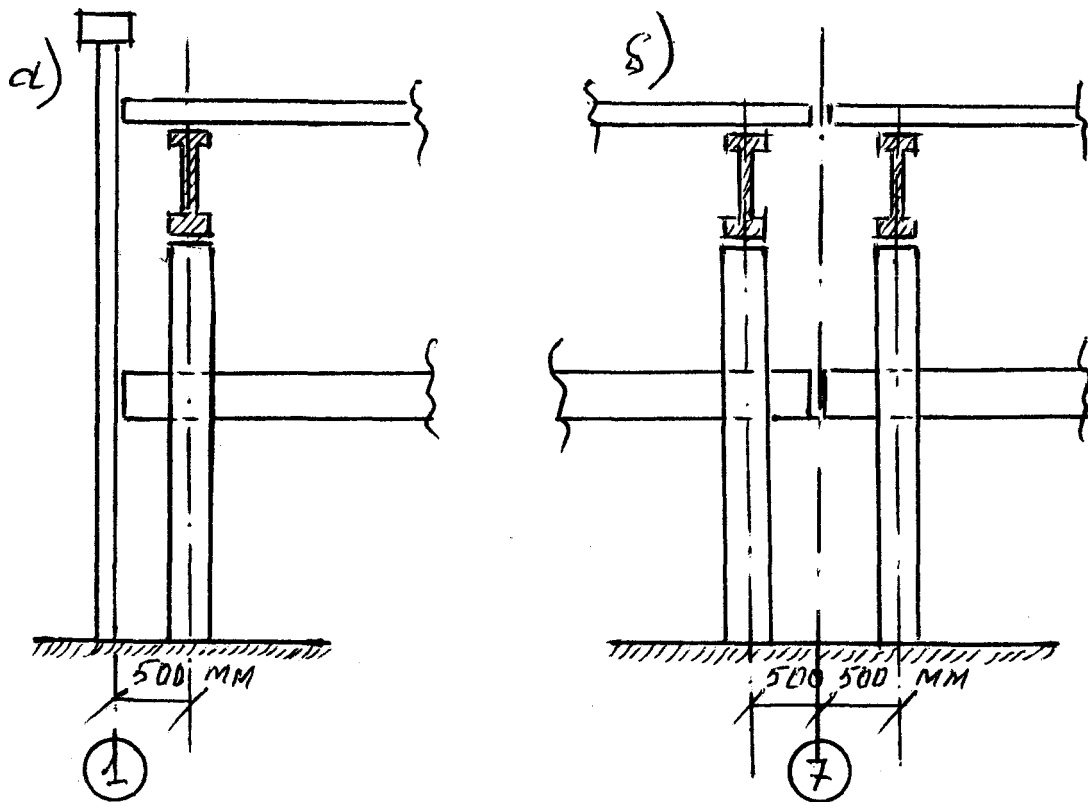


Рис. 3. Смещения осей колонн крайнего ряда (а) и в температурном шве (б)

Высота верхней надкрановой части колонны:

$$H_v = h_{rp} + h_p + h_{пб} + h_{кр} + h_2 + f;$$

где  $h_{кр}$  – высота мостового крана – расстояние от уровня головки рельса до верха грузовой тележки (см. ГОСТ на мостовые электрические краны);  $h_2 = 100$  мм – зазор между краном и низом покрытия;  $f$  – прогиб балки или фермы покрытия.

По горизонтали пролет мостового крана

$$L_{м. кр.} = L - 2x_1,$$

где  $l = 750; 1000; 1250 \dots$  мм.

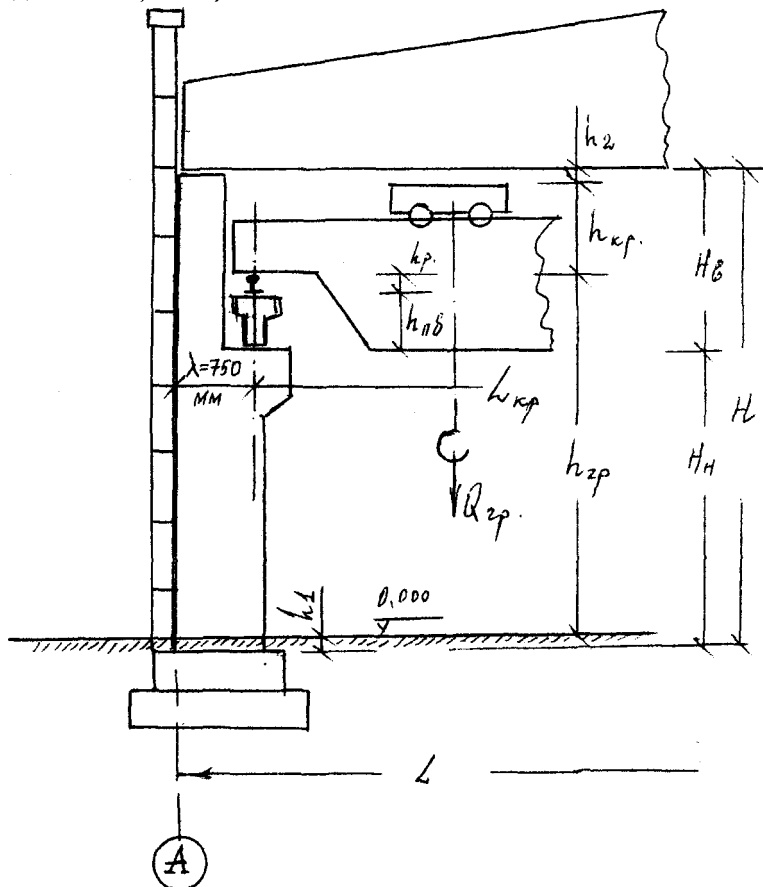


Рис. 4. Компонка поперечника здания по высоте и горизонтали для нулевой привязки

#### 4. ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Выбор основных конструктивных элементов: плит покрытия, балок, ферм, колонн, фундаментов, стеновых панелей производят по литературным источникам, типовым проектам и из опытов проектирования аналогичных зданий. При шаге колонн 6м плиты покрытия опираются непосредственно на балки или фермы, при шаге средних колонн 12 м применяются подстропильные конструкции по колоннам средних рядов, при шаге колонн 18м используются подстропильные конструкции, а при шаге колонн 18-24 м балки или Фермы устанавливаются на колонны по продольным осям, плиты при этом пролетом 18-24 м раскладываются поперек здания.

**А. Плиты покрытия.** Плиты покрытия выбирают в зависимости от шага балок (ферм), района строительства и температурного режима помещений. Железобетонные плиты покрытия – основные – пролетом 6 и 12 м имеют ширину 3 м, доборные – 1,5 м. В продольных ребрах располагается предварительно напряженная или ненапрягаемая арматура. Поперечные ребра армируются сварными каркасами, полка армируется сетками. Закладные детали плит и ригелей свариваются между собой. Сварка закладных деталей производится хотя бы в трех углах. Плиты покрытия в справочниках проектировщиков разделяются в зависимости от грузоподъемности на марки.

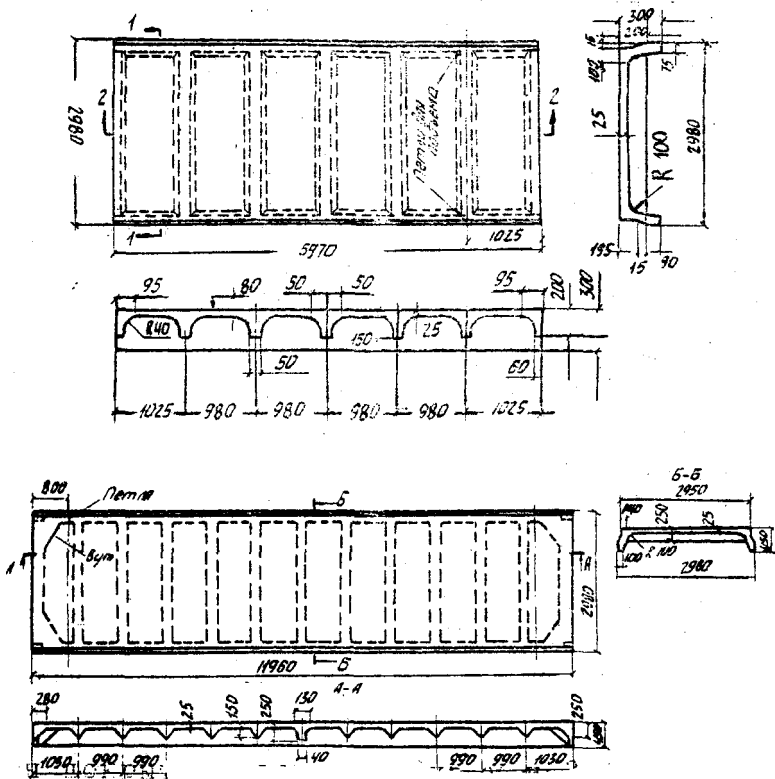


Рис. 5. Плиты покрытий размер 3х6 м и 3х12 м

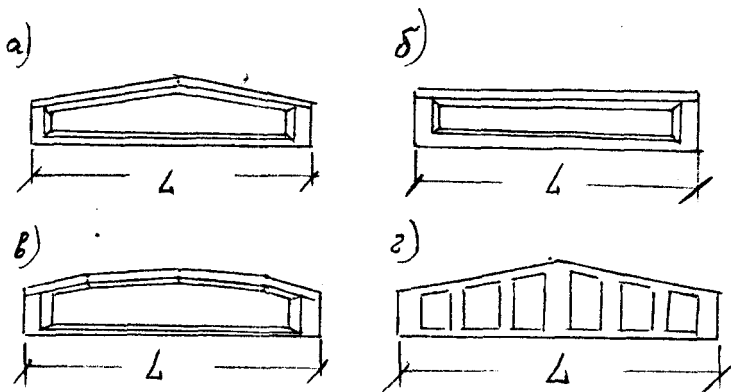


Рис. 6. Балки покрытия: а) двускатные; б) с параллельными поясами; в) с ломаным верхним поясом; г) решетчатые балки

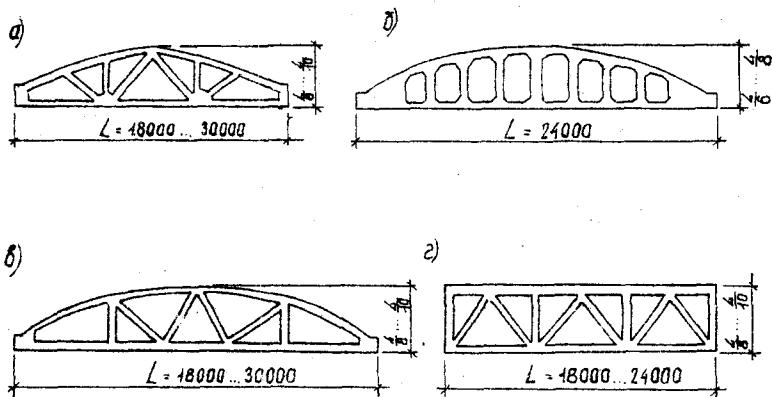


Рис. 7. Стропильные фермы: а) сегментные раскосные; б) с криволинейным верхним поясом; в) раскосные арочные; г) раскосные с параллельными поясами



**Б. Балки покрытия.** Балки покрытия бывают двускатными, с параллельными поясами, ломаным или криволинейным очертанием верхнего пояса, односкатные. Двускатные и с ломаным верхним поясом балки более экономичны при больших пролетах 24-30-36 м. При пролетах 15-18 м более экономичны балки с параллельными поясами. Уклоны двускатных балок, как правило, под мягкую кровлю составляют  $1/12$ . Сечения балок двутавровые. Высота балки на опоре составляет 800-900 мм, верхние пояса шириной 300-400 мм, нижние – 250-300 мм; толщина стенки (из условий бетонирования) не менее 80 мм. Интерес представляют двускатные решетчатые балки постоянной толщины около 300 мм с проемами.

**В. Фермы и арки.** Фермы сегментные и с круговым верхним поясом применяют для зданий со скатными кровлями. И здесь, как и в балках, сегментные и двускатные фермы более экономичны по сравнению с фермами с параллельными поясами при пролетах 30-36 м и более. При незначительных пролетах рекомендуются фермы с параллельными поясами. Высота ферм составляет  $(1/6-1/10)$  пролета. Толщина ферм 250-350 мм. Нижние пояса ферм армируются предварительно напрягаемой арматурой. Размещается там и каркасы из ненапрягаемой арматуры. Особое внимание уделяется размерам и армированию растянутых элементов решетки.

При пролетах 30 м и более применяют в качестве несущих элементов покрытия арки. Оси арок очерчиваются по дуге окружности или параболам. Рекомендуются в этом случае применять двухшарнирные арки с затяжками со стрелой подъема  $(1/5 - 1/8)$  пролета. Сечения элементов арок прямоугольные.

**Г. Колонны.** Колонны выбирают в зависимости от грузоподъемности кранов, их высоты и шага рам. При грузоподъемности кранов до 30 т и высоте до 12 м рекомендуются самые обычные сплошные колонны прямоугольного сечения. При грузоподъемности кранов от 30 до 50 т и высоте колонн от 12 до 18 м рекомендуются двухветвевые или двутаврового сечения. С целью обеспечения прочности и пространственной жесткости колонн и рам высоту подкрановой части сечения сплошных колонн при шаге 6 м принимают равной  $1/10$  высоты их, высоту надкрановой

части сечения сплошных колонн принимают для крайних – 38 см, средних – 50 см, при шаге колонн 12 м – 60 см. Ширина сечения колонн по всей высоте постоянна и при шаге 6 м составляет 40 см, а при шаге 12 м – 50 см.

Двухветвевые колонны имеют высоту сечения ветви в нижней части 20-30 см: высота распорок – 40 см. Расстояние между распорками – 2-3 м. Ширина сечения ветвей и распорок 40-60 см. Высота всего сечения крайних колонн 100-130 см, средних колонн – 120-160 см. Расстояния между гранями ветвей и распорок не должны препятствовать проходу людей.

Закладные детали в колоннах предусматриваются для крепления стропильных балок и ферм, подкрановых балок и стеновых панелей.

**Д. Подкрановые балки.** Подкрановые балки выбирают в зависимости от пролета-шага рам и грузоподъемности кранов. По статической схеме подкрановые балки проектируют разрезными и, как правило, с параллельными поясами. При шаге рам 6 м высота подкрановых балок принимается до 1000 мм, сечение – тавровое; при шаге рам 12 м высота подкрановых балок доходит до 1400 мм, а сечение двутавровое. Подкрановые балки соединяются с колоннами на сварке закладных деталей в уровне консолей колонн и по верхним граням балок.

**Е. Фундаменты под колонны.** Железобетонные фундаменты стаканного типа под колонны выполняют или монолитными, или сборными. Верхняя грань стакана на 150 мм ниже уровня чистого пола. Нижняя грань Фундаментной плиты должна располагаться не выше уровня промерзания в зависимости от района строительства. Остальные размеры фундамента определяются из расчетов на прочность, трещиностойкость и проч.

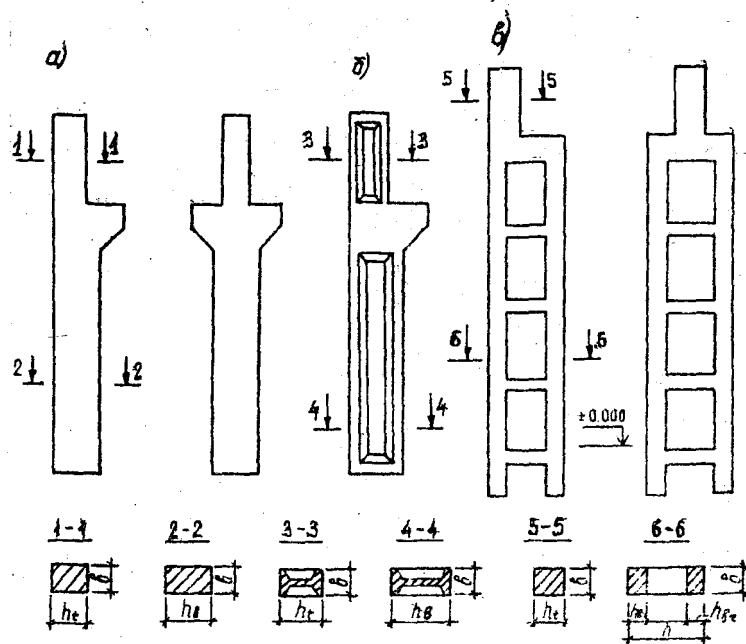


Рис. 8. Колонны ПОЗ с мостовыми кранами: а) прямоугольного сечения; б) двуглавового сечения; в) двухветвевые крайние и средние

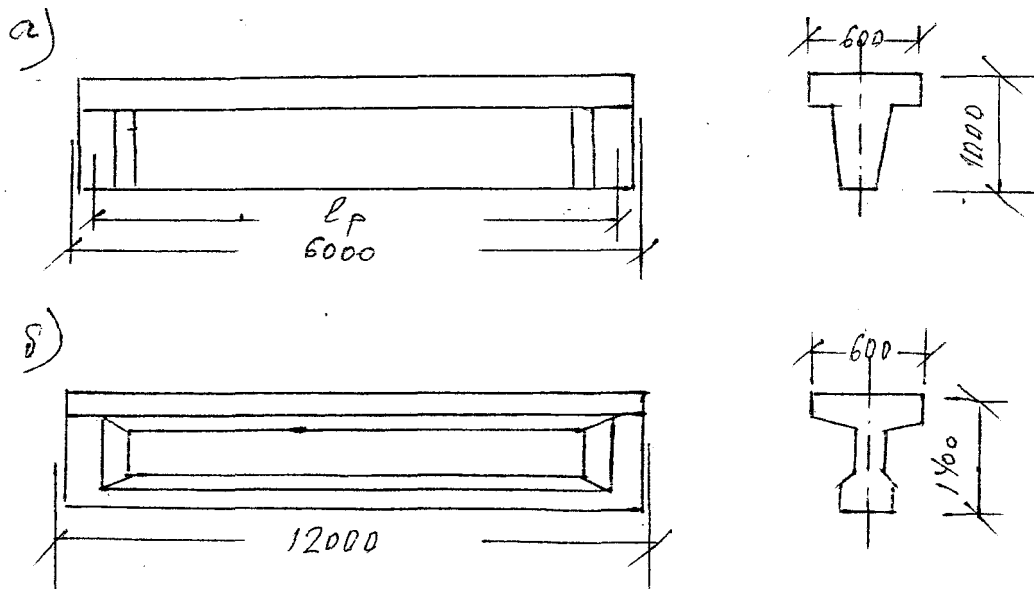
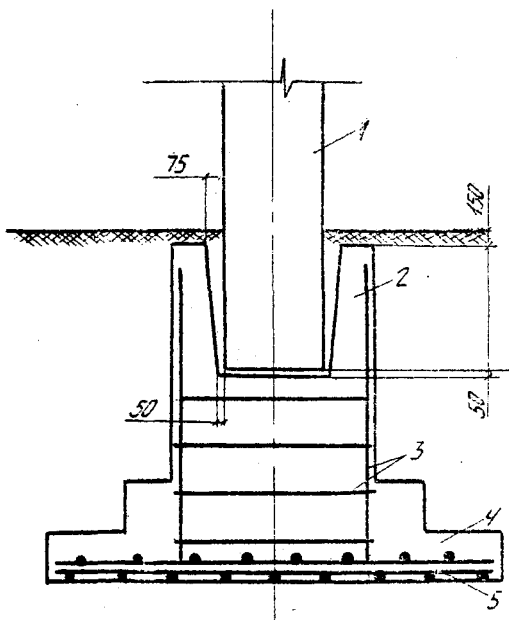


Рис. 9. Подкрановые балки: а) для пролетов 6 м тавровые; б) для пролетов 12 м двутавровые



**Рис. 10.** Сборный железобетонный фундамент:  
 1 – колонна; 2 – подколонник; 3 – каркас подколонника;  
 4 – опорная фундаментная плита; 5 – арматурные сетки опорной плиты

## 5. ЛИТЕРАТУРА

1. Банков В.Н., Сигалов Э.Е., Железобетонные конструкции. Общий курс. М.: Стройиздат, 1991. 728 с.
2. Чирков В.П., Клюкин В.И., Федоров В.С., Швидко Я.И. Основы теории проектирования строительных конструкций. Железобетонные конструкции. М.: УМК МПС РФ, 1999. 376 с.
3. Бондаренко В.М., Суворкин Д.Г. Железобетонные и каменные конструкции: Учебник для студентов вузов по спец. "Промышленное и гражданское строительство". М.: Высшая школа, 1987. 394 с.
4. Строительные нормы и правила – СНиП 2.03.01-84\*, Бетонные и железобетонные конструкции, Госстрой России. М.: ГП ИПП, 1998. 76 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие соображения.....	3
2. Компоновка каркаса.....	4
3. Выбор объемно-планировочных параметров здания.....	8
4. Выбор конструктивных элементов.....	13
Литература.....	20

Учебно-методическое издание

Владимир Иванович Ключин  
Владилен Павлович Чирков

Методические указания к разработке курсового проекта одно-этажного производственного здания из железобетона с мостовыми кранами по специальности "Промышленное и гражданское строительство"

Часть 1. Компоновка каркаса здания

---

Подписано в печать - 04.04.05.

Формат 60x84/16.

Тираж 100 экз.

Усл.-печ. л. - 1,5

Заказ - 231.

Цена - 12 руб. 00 коп.

---

127994, Москва, ул. Образцова, 15

Типография МИИТа