

Д.Р. Маилян, В.Л. Щуцкий, А.И. Евтушенко, З.М. Сабанчиев

# Проектирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

Пособие по выполнению выпускных квалификационных  
работ (бакалавр, специалист)

Допущено Южно-российским отделением  
УМО вузов РФ по образованию в области  
строительства в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению 08.03.01  
«Строительство»

«Феникс», 2018

Под общей редакцией

доктора технических наук, профессора Д.Р. Маиляна и кандидата  
технических наук, профессора В.Л. Щуцкого.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор К.А. Пирадов (Москва),  
доктор технических наук, профессор О.М. Устарханов (Махачкала)

#### Аннотация

В учебном пособии излагается комплекс вопросов, связанных с выполнением выпускных квалификационных работ (дипломных проектов), организацией дипломного проектирования и преддипломной практики, защитой проектов. Приводятся требования по составу и содержанию проектов, содержательные методические рекомендации по выполнению всех разделов выпускных квалификационных работ, включая: архитектурно-строительные решения; технико-экономические основы проектирования строительных конструкций; конструктивные решения зданий и сооружений; проектирование и расчет строительных конструкций, оснований и фундаментов; определение сметной стоимости строительства; проектирование производственных работ и организация строительства; проектирование строительных генеральных планов; безопасности жизнедеятельности человека. Уделено внимание оформлению, организации подготовки и защиты дипломных проектов. Приводятся исчерпывающие справочные материалы и библиографический список литературы по разделам проекта.

## **Оглавление**

## **Предисловие**

## **Введение**

### **1. Общие положения строительного проектирования**

- 1.1 Проектные организации, их задачи и организационная структура
- 1.2 Методы и технологии строительного проектирования
- 1.3 Автоматизация строительного проектирования
- 1.4 Системы стандартизации и нормирования в строительстве
- 1.5 Модульная координация размеров в строительстве
- 1.6 Унификация и типизация в строительстве

### **2. Дипломное проектирование и преддипломная практика**

- 2.1 Задачи дипломного проектирования и преддипломной практики
- 2.2 Состав и содержание дипломных проектов
- 2.3 Виды дипломных проектов и работ
- 2.4 Тематика дипломных проектов
- 2.5 Задания на дипломное проектирование
- 2.6 Преддипломная практика
- 2.7 Патентные исследования
- 2.8 Организация работы над дипломным проектом

### **3. Архитектурно-строительные решения**

- 3.1 Исходные данные для проектирования и строительства
- 3.2 Генеральный план
- 3.3 Варианты архитектурно-планировочных и конструкторских решений проектируемого здания или сооружения
- 3.4 Изображение планов и разрезов проектируемого объекта строительства
- 3.5 План кровли и полов
- 3.6 Фасады, наружная и внутренняя отделка
- 3.7 Инженерное оборудование
- 3.8 Противопожарные мероприятия
- 3.9 Техничко-экономические показатели архитектурно-строительных решений

### **4. Техничко-экономические основы проектирования строительных конструкций**

- 4.1 Виды строительных конструкций и предъявляемые к ним требования
- 4.2 Области рационального применения строительных конструкций из различных материалов
- 4.3 Мероприятия по экономическому расходованию основных строительных материалов
- 4.4 Техничко-экономическая оценка вариантов и выбор лучшего конструкторского решения на стадии проектирования
- 4.5 Методика определения технико-экономических показателей на стадии проектирования

### **5. Конструктивные решения зданий и сооружений**

- 5.1 Общие положения
- 5.2 Конструктивные решения одноэтажных производственных зданий
- 5.3 Железобетонные конструкции одноэтажных производственных зданий
- 5.4 Большепролетные тонкостенные железобетонные покрытия
- 5.5 Железобетонные конструкции многоэтажных зданий
- 5.6 Стальные конструкции одноэтажных производственных зданий
- 5.7 Металлические большепролетные покрытия зданий
- 5.8 Многоэтажные здания со стальным каркасом
- 5.9 Деревянные и пластмассовые конструкции зданий
- 5.10 Конструкции зданий и сооружений спортивных комплексов
- 5.11 Конструкции инженерных сооружений
- 5.12 Фундаменты
- 5.13 Реконструкция зданий и сооружений
- 6. Проектирование и расчет строительных конструкций, оснований и фундаментов**
  - 6.1 Основные положения расчета строительных конструкций
  - 6.2 Нагрузки и воздействия
  - 6.3 Статический расчет строительных конструкций
  - 6.4 Примеры проектирования железобетонных конструкций
    - 6.4.1 Расчет поперечной рамы одноэтажного промышленного здания
    - 6.4.2 Проектирование неразрезного ригеля сборного железобетонного перекрытия
- 7. Определение сметной стоимости строительства**
  - 7.1 Общие положения
  - 7.2 Локальные сметы
  - 7.3 Объектная смета
  - 7.4 Составление сводного сметного расчета
- 8. Проектирование производственных работ и организация строительства**
  - 8.1 Общие положения
  - 8.2 Разработка проекта производства работ (ППР)
  - 8.3 Разработка проекта организации строительства (ПОС)
  - 8.4 Экономическое сравнение организационно-технологических решений
- 9. Проектирование строительных генеральных планов**
  - 9.1 Общие указания по проектированию стройгенпланов и организации строительной площадки
  - 9.2 Размещение строительных кранов
  - 9.3 Привязка строительных кранов
  - 9.4 Устройство приобъектных складов
  - 9.5 Проектирование построечных автодорог
  - 9.6 Состав и размещение временных инвентарных зданий
- 10. Безопасности жизнедеятельности человека**
  - 10.1 Общие положения
  - 10.2 Задачи и мероприятия в области охраны труда и окружающей среды
  - 10.3 Примерный перечень тем для расчета обоснования мероприятий по охране труда и окружающей среды



10.4 Оформление принятых решений

**11. Оформление дипломного проекта. Нормконтроль**

11.1 Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и система проектной документации для строительства (СПДС)

11.2 Общие указания по оформлению дипломного проекта

11.3 Правила оформления расчетно-пояснительной записки

11.4 Составление списка литературы

11.5 Оформление графической части дипломного проекта

11.6 Составление паспорта на дипломный проект

11.7 Нормконтроль дипломных проектов

11.8 Содержание графической части дипломного проекта

**12. Организация подготовки и защиты дипломного проекта**

12.1 Организация работы над дипломным проектом

12.2 Рецензирование и подготовка к защите дипломных проектов

12.3 Защита дипломных проектов

12.4 Пути повышения уровня дипломного проектирования

**Указатель таблиц**

**Литература**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В общей сумме капитальных вложений в России на строительномонтажные работы приходится в зависимости от назначения объекта 40-60 % затрат, остальное – на оборудование и прочие расходы. Важной задачей является уменьшение в структуре капитальных вложений доли, приходящейся, на строительномонтажные работы. Эта цель может быть достигнута различными путями и прежде всего принятием наиболее выгодных и экономичных проектных решений, предусматривающих применение прогрессивных строительных конструкций и методов их изготовления и монтажа. Так, широкое использование местных материалов позволяет снизить транспортные расходы, вес зданий и сооружений и расход материалов. Повышение экономической эффективности строительства достигается также путем экономии общественного труда, состоящего из прошлых, настоящих и будущих трудовых затрат. Экономия прошлых трудовых затрат сводится к уменьшению расхода материалов, более эффективной эксплуатации машин и т. п. Уменьшение будущих трудовых затрат обеспечивается закладкой в проектные решения прогрессивной организации производства, улучшения качества строительства, уменьшения эксплуатационных расходов и удлинения межремонтных периодов зданий и сооружений и др.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) бакалавра или специалиста обоснованию выбора конструктивных решений, эффективной технологии и организации строительства должно уделяться большое внимание. В данном учебном пособии освещены требования к ВКР и рекомендации к их выполнению. Раскрыто содержание всех разделов проекта, дана методика работы над ВКР, приведены справочные данные, основные нормативные документы и список рекомендуемой литературы по всем разделам. Последовательность изложения материалов соответствует принятой в работе над ВКР.

При написании учебного пособия был использован многолетний опыт организации и руководства ВКР, накопленный в ведущих строительных вузах страны.

Пособие подготовлено авторами совместно под общей редакцией д.т.н. проф. Д.Р. Маиляна и к.т.н., проф. В.Л. Щуцкого. В написании отдельных глав и параграфов принимали участие: к.т.н., доц. Г.Б. Вержбовский (гл. 5, параграфы 5.6, 5.7, 5.8, 5.9), к.э.н., доц. Т.Н. Макарцова (гл.4, параграфы 4.4,

4.5; гл.7), к.т.н., доц. П.В. Духанин (гл.8,9), к.т.н., доц. В.Н. Аксенов (гл. 1, параграф 1.4).

*Посвящается памяти заслуженного деятеля науки и техники РФ,  
почетного члена Российской академии архитектуры и строительных  
наук, доктора технических наук, профессора  
Рафаэля Леоновича Маиляна.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Капитальному строительству принадлежит ведущая роль в реализации государственных программ развития народного хозяйства страны. Оно обеспечивает развитие и техническое перевооружение всех отраслей народного хозяйства и расширенное воспроизводство основных фондов, являющихся важнейшим национальным достоянием. Задачи по реконструкции народного хозяйства на основе научно-технического прогресса требуют коренного улучшения капитального строительства. С этой целью необходимо значительно увеличить его эффективность, сократить инвестиционный цикл как при строительстве новых объектов, так и при реконструкции существующих, повысить уровень индустриализации строительства и производства труда, использовать наиболее прогрессивные строительные конструкции и способы их монтажа, улучшить материально-техническую базу строительной индустрии.

Следует подчеркнуть, что технический уровень строительства, повышение эффективности капитальных вложений, ускорение научно-технического прогресса в строительстве во много зависят от качества проектирования. В процессе проектирования производится поиск наиболее оптимальных и прогрессивных решений, обеспечивающих достижение цели при минимальных затратах материалов, времени, труда, энергии и в конечном итоге денежных средств. При этом в зависимости от условий и района строительства, особенностей проектируемого объекта и других факторов в качестве основного критерия оптимизации, как правило, принимается минимум приведенных затрат денежных средств или дефицитных материалов. В некоторых случаях определяющими могут быть и другие технико-экономические показатели – капитальные вложения, трудозатраты, продолжительность строительства и др.

Глубокий всесторонний учет факторов и конкретных местных условий при проектировании объектов строительства позволяет принять наиболее рациональные решения, обеспечивающие получение высоких технико-экономических показателей. Важность принятия правильных решений уже на

стадии проектирования можно проиллюстрировать следующим примером. Так, около 80% общей экономии материалов закладывается при проектировании объекта строительства, а остальные 20% могут быть выявлены при строительстве. Если при этом учесть, что стоимость материалов составляет около 60% общей стоимости объекта строительства, то нетрудно представить, как велико влияние проектирования на технико-экономические показатели построенного объекта.

Успешное выполнение задачи по повышению эффективности капитального строительства и ускорению научно-технического прогресса может быть осуществлено лишь при коренном улучшении проектно-сметного дела, технологии и организационного производства и всех служб, обеспечивающих высокопроизводительный труд как проектировщиков, так и организаторов и производителей строительных работ, а так же приток в строительство высококвалифицированных специалистов.

Программа высшего и среднего специального образования в стране направлена на существенное повышение качества подготовки специалистов, в том числе инженеров-строителей.

Выпускники строительных ВУЗов – специалисты, бакалавры, должны знать общетеоретические дисциплины в объеме, необходимом для решения производственных, проектно-конструкторских и исследовательских задач, общинженерные и общестроительные дисциплины, в частности сопротивление материалов, строительную механику, строительные материалы, архитектуру, строительные конструкции, основания и фундаменты, технологию, организацию, управление и экономику строительства и др. Они должны овладеть специальными дисциплинами, связанными с основными проблемами капитального строительства, использованием современных методов планирования и управления строительством, способами рационального и автоматизированного архитектурно-строительного проектирования и расчета сооружений, методами конструирования и расчета сооружений и их частей, основами сметного дела, ценообразования и финансирования в строительстве, оснащением объектов строительства системами водоснабжения, канализации, газоснабжения, электроснабжения, связи, решением вопросов охраны труда, окружающей среды и др. Современный выпускник строительных ВУЗов должен уметь использовать в своей практической деятельности самые последние достижения науки и техники, руководствоваться принципами научной организации труда и управления,

широко применять вычислительную технику и системы автоматизации процессов.

Уровень подготовки выпускников вузов выявляется уже в процессе работы над ВКР и получает соответствующую оценку при защите на заседании Государственной экзаменационной комиссии(ГЭК), в состав которой входят представители проектных, строительных и других организаций, преподаватели выпускающих кафедр, а иногда и других вузов страны.

Повышение уровня подготовки выпускников строительных ВУЗов – важная государственная задача. Ее успешное решение позволит отечественной строительной науке и технике добиться успехов в создании высокоэффективных и эстетичных зданий и сооружений, наиболее полно отвечающих современным и перспективным требованиям.

# **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

## **1.1. Проектные организации, их задачи**

До начала строительства любого объекта необходимо разработать проект, который включает в себя технико-экономическое обоснование (ТЭО) целесообразности строительства данного объекта, комплект чертежей и другой документации, содержащих исчерпывающие сведения об архитектурных и конструктивных решениях, используемых строительных материалах, инженерных коммуникациях, сметной стоимости строительства, технологии и организации строительно-монтажных работ, охране окружающей среды и др.

Под термином «проектирование» понимается создание модели объекта (здания, сооружения). Конечным продуктом этой деятельности является техническая документация: технико-экономические обоснования, чертежи зданий, сооружений и конструктивных элементов, пояснительная записка с расчетами, сметы и др. Проектирование ведется как для нового строительства, так и для реконструируемых зданий и их комплексов.

Проектирование – это сложная творческая работа, направленная на создание проекта планируемого строительства, в наибольшей степени отвечающего функционально-технологическому назначению объекта, а также архитектурно-эстетическим, конструктивным, технико-экономическим, противопожарным, санитарным и другим требованиям. В проектировании участвуют специалисты различных профилей, широко использующие в своей работе над проектом научно-техническую и патентную литературу, сведения о ранее разработанных проектах аналогичных объектов, систему автоматизированного проектирования и др.

Проектные решения должны обеспечивать высокую эффективность капитальных вложений, внедрение высокопроизводительного оборудования, рациональное использование местных строительных материалов и отводимых земель, охрану окружающей среды, охрану окружающей среды, реализацию достижений науки и техники, механизацию и автоматизацию производственных процессов.

## **1.2. Структура проектной организации и порядок проектирования**

Архитектурно-строительное проектирование в Российской Федерации регламентируется «Градостроительным кодексом Российской Федерации» от

29.12.2004г. № 190-ФЗ с учетом последующих изменений, внесенных Федеральными законами, а также другими Федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также законами и иными нормативными актами субъектов российской Федерации, которые не противоречат Кодексу.

Архитектурно-строительное проектирование осуществляется путем подготовки разделов проектной документации на различные виды объектов капитального строительства в соответствии с требованиями «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008г. № 87 с учетом последующих изменений, внесенных Постановлениями правительства РФ.

Проектная документация состоит из текстовой и графической частей. Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технические документы, используемые при подготовке проектной документации, и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения. Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

В целях реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений, содержащихся в проектной документации, на объект капитального строительства разрабатывается рабочая документация, состоящая из документов в текстовой форме, рабочих чертежей, спецификаций оборудования и изделий.

Правила выполнения и оформления текстовых и графических материалов, входящих в состав проектной и рабочей документации, устанавливаются Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ.

Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2014 года № 1521 утвержден «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Проектная документация, представленная на государственную или негосударственную экспертизу, проверяется на соответствие национальным



стандартам и сводам правил (частям таких стандартов и сводов правил), включенным в вышеуказанный Перечень.

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16.04.2014г. № 474 утвержден «Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», которым необходимо руководствоваться при проектировании объектов капитального строительства.

Виды работ по подготовке проектной документации, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, должны выполняться только юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, имеющими выданные саморегулируемыми организациями (СРО) свидетельства о допуске к таким видам работ.

Минимальные требования к выдаче свидетельств о допуске к работам по организации подготовки проектной документации:

- наличие по месту основной работы работников индивидуального предпринимателя, работников юридического лица, имеющих высшее образование соответствующего профиля для выполнения определенных видов работ по организации подготовки проектной документации, при этом не менее чем три работника должны иметь высшее образование и стаж их работы по специальности должен составлять не менее чем пять лет;
- наличие у индивидуального предпринимателя высшего образования соответствующего профиля для выполнения определенных видов работ по организации подготовки проектной документации, которые могут выполняться индивидуальным предпринимателем самостоятельно и стажа работы по специальности не менее чем десять лет;
- получение не реже чем один раз в пять лет дополнительного профессионального образования работниками и индивидуальным предпринимателем с проведением их аттестации.

Перед началом проектирования застройщик или технический заказчик заключает с юридическим или физическим лицом, имеющим свидетельство

СРО на право осуществления подготовки проектной документации, договор и предоставляет такому лицу:

- градостроительный план земельного участка;
- результаты инженерных изысканий;
- технические условия для подключения (технологического присоединения) объекта к сетям инженерно-технического обеспечения.

После этого осуществляется подготовка проектной документации в следующем составе:

- пояснительная записка;
- схема планировочной организации земельного участка;
- архитектурные решения;
- конструктивные и объемно-планировочные решения;
- сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений;
- проект организации строительства;
- проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства (при необходимости);
- перечень мероприятий по охране окружающей среды;
- перечень мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;
- перечень мероприятий по обеспечению доступа инвалидов к объектам;
- требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, сооружений;
- сметы на объекты капитального строительства, финансируемых за счет соответствующих бюджетов;
- перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности

зданий, строений, сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов;

- иная документация в случаях, предусмотренных Федеральными законами.

После изготовления проектной документации застройщик или технический заказчик до утверждения передает ее на экспертизу. При наличии положительного заключения экспертизы проектная документация утверждается застройщиком или техническим заказчиком.

Экспертиза не проводится в отношении проектной документации следующих объектов капитального строительства:

- 1) отдельно стоящие жилые дома с количеством этажей не более чем три, предназначенные для проживания одной семьи (объекты индивидуального строительства);
- 2) жилые дома с количеством этажей не более чем три, состоящие из нескольких блоков, количество которых не превышает десять, и каждый из которых предназначен для проживания одной семьи, имеет общую стену без проемов с соседним блоком или соседними блоками, расположен на отдельном земельном участке и имеет выход на территорию общего пользования;
- 3) многоквартирные дома с количеством этажей не более чем три, состоящие из одной или нескольких блок-секций, количество которых не превышает четыре, в каждой из которых находятся несколько квартир и помещения общего пользования, и каждая из которых имеет отдельный подъезд с выходом на территорию общего пользования;
- 4) отдельно стоящие объекты капитального строительства с количеством этажей не более чем два, общая площадь которых составляет не более 1500 м<sup>2</sup> и которые не предназначены для проживания граждан и осуществления производственной деятельности за исключением особо опасных, технически сложных и уникальных объектов;
- 5) отдельно стоящие объекты капитального строительства с количеством этажей не более чем два, общая площадь которых составляет не более 1500 м<sup>2</sup>, которые предназначены для осуществления производственной деятельности и для которых не

требуется установления санитарно-защитных зон или для которых в пределах границ земельных участков, на которых расположены такие объекты, установлены санитарно-защитные зоны или требуется установление таких зон, за исключением особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

В связи с тем, что подготовкой проектной документации занимаются юридические и физические лица, имеющие выданные СРО свидетельства о допуске к видам работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства, объемы проектных работ и количество соответствующих специалистов напрямую зависят от количества разрешенных видов работ.

Структура проектных организаций зависит от их специализации, которая определяется видами проектных работ.

Независимо от системы организации проектирования и производственной структуры проектной организации остается неизменный состав руководителей, осуществляющих творческое и техническое управление проектированием: генеральный директор, главный инженер и главный архитектор организации, которые направляют работу ГИПов, ГАПов и главных специалистов по видам работ и отвечают за качество проектных работ.

Служебные функции и специализация в проектировании осуществляются в проектных подразделениях и входящих в них рабочих группах проектировщиков конкретными работниками.

Во главе каждой группы проектировщиков стоит заведующий группой, который является непосредственным организатором и техническим руководителем проектных работ, выполняемых подчиненными ему исполнителями. Заведующий группой отвечает за выполнение сроков и объемов проектных работ и обеспечивает высокое качество разрабатываемой документации.

Кроме проектных подразделений в структуру проектной организации в зависимости от видов работ по подготовке проектной документации, специализации и объема проектных работ и численности специалистов-проектировщиков включают: технический отдел, технический архив, техническую библиотеку, бухгалтерию, отдел кадров, спецчасть, сметно-

договорной сектор, сектор компьютеризации и автоматизации проектирования, отдел механизации проектных работ, транспортный отдел, юрисконсульта и др.

Приведенная структура является характерной для институтов указанного профиля. Вместе с тем в каждом отдельном случае структура проектной организации зависит от направления и объема ее работы и конкретных условий ее деятельности.

### **1.3. Методы и технология строительного проектирования**

При участии в проектировании зданий и сооружений, планировке и застройке населенных пунктов и других проектно-изыскательных работах нескольких проектных и изыскательных организаций одна из них назначается генеральным проектировщиком. Как правило, генеральным проектировщиком становится организация, разрабатывающая проект основных объектов строительства или технологическую часть проекта основного производства. Главной задачей генерального проектировщика в соответствии с Положением является комплексная разработка проектов на высоком современном научно-техническом уровне. С этой целью генеральный проектировщик для выполнения отдельных частей проекта должен привлекать специализированные проектные и изыскательные организации.

Для технического и организационного руководства разработкой проекта генеральный проектировщик приказом по институту назначает главного инженера (главного архитектора) проекта. При проектировании крупных и сложных объектов или объектов, имеющих большое значение для их архитектурного облика, допускается назначение главного инженера и главного архитектора с возложением ведущей роли одного из них. Главный инженер (главный архитектор) проекта: принимает участие в работе комиссии по выбору строительной площадки; подготавливает данные для заключения договора с заказчиком на выполнение проектно-изыскательных работ; формирует состав разработчиков проекта, распределяет между ними задания по разделам проекта; контролирует технико-экономический уровень принимаемых проектных решений; координирует проектно-изыскательные работы по всему проекту; осуществляет защиту проекта в вышестоящих инстанциях и авторский надзор за строительством.

Для крупных и сложных объектов проектирование ведется в две стадии. В проекте решается принципиальное объемно-планировочное и

конструктивное решение проектируемого здания, обосновывается целесообразность его возведения. После согласования и утверждения проекта в соответствующих инстанциях проектной организацией разрабатывается рабочая документация со сметами. Проектные работы выполняются на основании договоров, заключаемых заказчиками с проектным институтом.

Для заключения договора необходимо выбрать площадку для строительства, собрать необходимые исходные данные и составить задание на проектирование.

Ответственным за организацию выбора площадки и подготовку исходных данных для проектирования является заказчик. Для выбора площадки назначается комиссия, которая составляет акт о выборе площадки. В состав комиссии входят представители заказчика проектного института, административных органов, подрядчика, органов государственного контроля и других заинтересованных организаций. Акт о выборе площадки для строительства утверждается министерством или ведомством заказчика и является основным документом о согласовании принятых решений на присоединение проектируемого объекта к инженерным коммуникациям, а также намеченных мероприятий по охране окружающей среды.

Задание на проектирование составляется заказчиком с привлечением проектного института. В нём приводятся следующие сведения:

- наименование проектируемого объекта (приводится в полном соответствии с титульным списком на проектные и изыскательские работы);
- район, пункт и площадка строительства;
- основание для проектирования (приказ министерства, ведомства, решение административных органов; единый титульный список проектно-изыскательских работ на год строительства и т.д.);
- заказчик (наименование организации, предприятия);
- вид строительства (новое, реконструкция);
- исходные данные об особых условиях строительства (сейсмичность, группа просадочности грунтов, вечная мерзлота, горные выработки и т.д.);
- номенклатура и объем производства (производительность, вместимость, пропускная способность или другие показатели, определяющие проектную мощность);
- режим работы предприятия, сооружения;
- технологические требования;

- исходные положения для разработки мероприятий по защите окружающей природной среды, использованию отходов производства, рекультивации (восстановлению) нарушенных земель и т.п.;
- прогрессивные удельные показатели по эффективности капитальных вложений, материалоемкости и трудоемкости строительства, а также задание по экономному расходованию сырьевых, материальных, энергетических и трудовых ресурсов;
- источники обеспечения: сырьем, электроэнергией, теплом, водой, газом, радио, телефоном и др.;
- сроки начала и окончания строительства;
- необходимый объем топографической съемки инженерно-геологических изысканий;
- внешние транспортные связи;
- особые условия;
- наименование проектной организации - генерального проектировщика;
- способ строительства; наименование генерального подрядчика.

В задании на проектирование в некоторых случаях указываются и другие данные, необходимость которых зависит от специфики проектируемого объекта. Методика разработки проектов основана на поэтапном ведении работ, на каждом этапе устанавливаются свои цели, задачи и конкретные результаты.

Первый этап - подготовительный. Он включает ознакомление в натуре с аналогичным объектом или обследование реконструируемого здания. В этот период следует также ознакомиться с примерами типовых и индивидуальных проектов, изучить по информационным источникам тенденции проектирования данного типа зданий, уточнить особенности задания. Проводится анализ проектной ситуации: исходные данные условий проектирования; социальные, демографические, экономические и технические требования, определяемые типом объекта проектирования; градостроительное и природное окружение; природно-климатические, топографические и гидрологические условия участка. Изучаются возможности местной строительной базы, в частности получения стеновых, теплоизоляционных, отделочных и других материалов, изготовления конструкций и деталей.

Второй этап - стадия эскиза. Эскизирование включает: разработку общего вида и планировки будущего здания (сооружения); совмещение требований общего порядка с особенностями функционирования и требованиями

задания; предварительную оценку проекта. Этот этап заканчивается просмотром и утверждением эскизов.

Третий этап - детальная разработка проекта, необходимых расчетов и сметной документации.

Оперативное руководство работой над проектом на всех стадиях осуществляется главным инженером. Он выдает техническое задание в технологический отдел, а затем после решения основных принципиальных вопросов - группам архитекторов, строителей, сантехников, электриков и др. При разработке отдельных частей проекта при участии главного инженера осуществляется их взаимная увязка и координация работы над проектом.

#### **1.4. Автоматизация строительного проектирования**

Успешное решение задач по ускорению научно-технического прогресса в строительстве требует наиболее полного учета при проектировании зданий и сооружений новейших научных и инженерных достижений, внедрения методов оптимизации проектных решений, совершенствования технологии и сокращения сроков проектирования и его трудоемкости. Решению этих задач способствует автоматизация проектирования с помощью ЭВМ и других технических средств. Под *автоматизированным* понимается такое проектирование, которое осуществляется взаимодействием человека и ЭВМ. В отличие от этого *автоматическое* проектирование осуществляется без участия человека. Практика показала, что автоматизированное проектирование, при котором обеспечивается разделение труда между машинами и проектировщиками, наиболее эффективно. Уровень автоматизации проектирования может быть различным - от использования пакета прикладных программ для решения отдельных задач до создания систем автоматизированного проектирования (САПР), имеющих организационно-технический характер и включающих в себя методическое, математическое, лингвистическое, программное, информационное, техническое и организационное обеспечение.

В методическое обеспечение входит совокупность документов, устанавливающих состав и правила отбора и эксплуатации средств для выполнения проектирования. Математическое обеспечение представляет собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов проектирования, представленных в заданной форме. Лингвистическое обеспечение включает в себя языки программирования, правила формализации естественного языка и другие данные. Программное



обеспечение - это совокупность машинных программ, необходимых для автоматизированного проектирования. Совокупность сведений, необходимых для той же цели, составляет информационное обеспечение. Техническое обеспечение состоит из взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств для выполнения автоматизированного проектирования.

Организационное обеспечение представляет собой совокупность документов, устанавливающих состав проектной организации, связи между ее подразделениями, их функции, порядок рассмотрения проектных документов и т.д.

Применение вычислительной техники значительно облегчает и ускоряет трудоемкий процесс проектирования. Однако наибольший эффект достигается при использовании ЭВМ в виде систем автоматизированного проектирования.

Автоматизированное строительное проектирование применяется на всех стадиях разработки проектов зданий и сооружений, например, при проектировании генеральных планов и объемно-планировочных решений, строительных конструкций, производства и организации строительства.

При проектировании применяются различные программные комплексы. Они позволяют проводить расчеты строительных конструкций различной сложности на прочность, устойчивость и динамические воздействия. Более того, некоторые из программных комплексов имеют инструменты для создания основных комплектов рабочих чертежей на основе архитектурной модели здания и полученных результатов расчета, то есть, помимо расчетного модуля, такие программы в процессе своего развития получили еще и графические приложения для черчения – замену общепризнанным CAD-системам.

Robot Millennium, разработанный фирмой RoboBAT, воплощает в себе главные тенденции и актуальные направления современных систем проектирования. 15 января 2008 компания Autodesk приобрела компанию Robobat и в данное время Robot Millennium носит название **Autodesk Robot Structural Analysis Professional** (рис. 1.1). Данный программный комплекс, предназначенный для проведения расчетов строительных конструкций зданий и сооружений на прочность, устойчивость и динамические воздействия. Расчеты осуществляются методом конечных элементов с использованием технологии информационного моделирования зданий с учетом региональных особенностей. Комплекс имеет сертификат соответствия российским нормам.

Autodesk Robot Structural Analysis Professional дает возможность инженерам-конструкторам осуществлять расчет металлических каркасов зданий и железобетонных конструкций, как целиком, так и их фрагментов по-отдельности. Автоматическое разбиение на конечные элементы и задание параметров ячеек сети можно произвести отдельно для каждой панели, что помогает повысить точность расчетов. Количество узлов и стержней модели не ограничено.

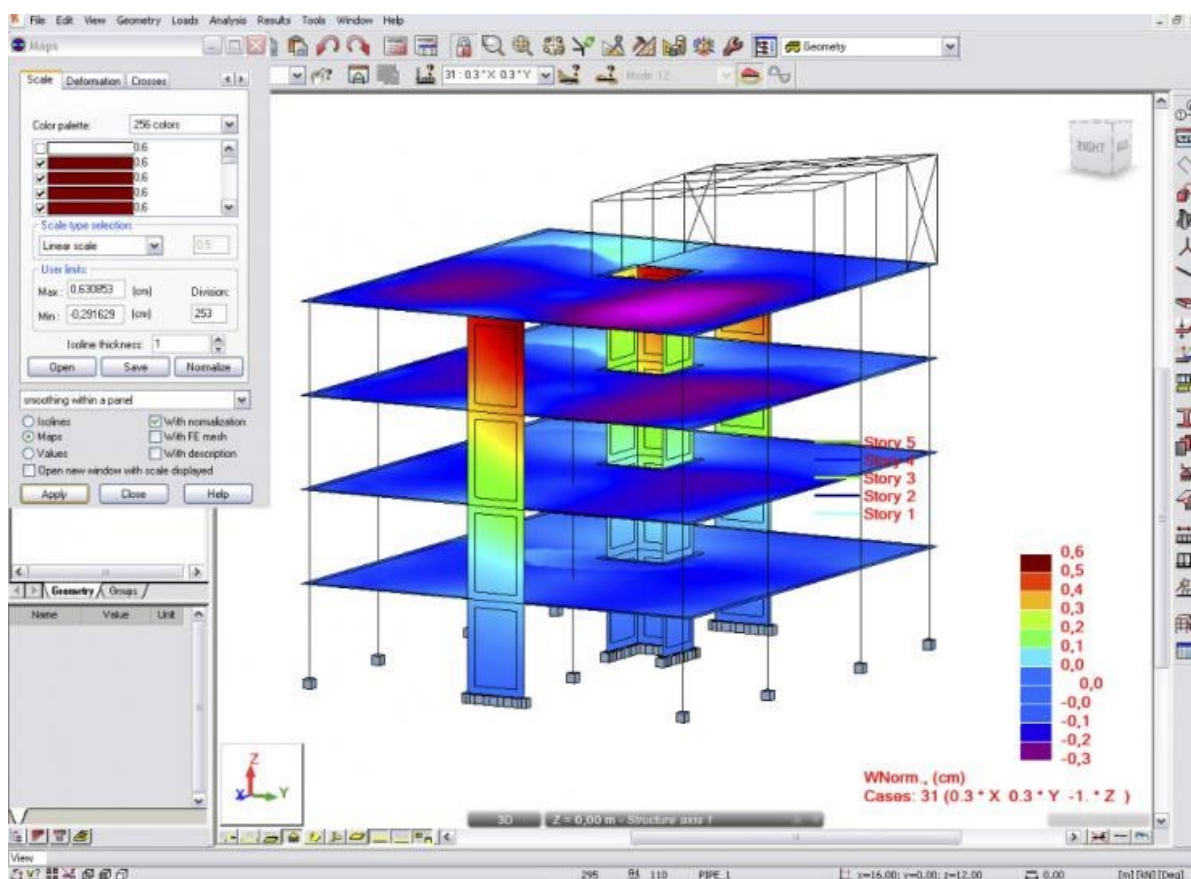


Рис.1.1. Анализ расчетной схемы в Autodesk Robot Structural Analysis

Типы производимых расчетов:

- статический линейный;
- динамические (модель, спектр, сеймика);
- гармонические колебания;
- кратковременная нагрузка;
- нелинейный расчет кратковременной нагрузки;
- потеря устойчивости;
- упруго-пластическая деформация;
- продавливания;
- расчет вибрационного воздействия от жизнедеятельности человека;
- отклик-спектр;

- вантовые элементы;
- дополнительные диаграммы результатов расчетов.

Функциональная совместимость программного комплекса Autodesk Robot Structural Analysis Professional дает возможность пользователям осуществлять всесторонний анализ разнообразных строительных конструкций, отличающихся по размеру и сложности. Детальная проработка узлов строительных конструкций и оформление рабочей документации может осуществляться после передачи данных в программу AutoCAD Structural Detailing.

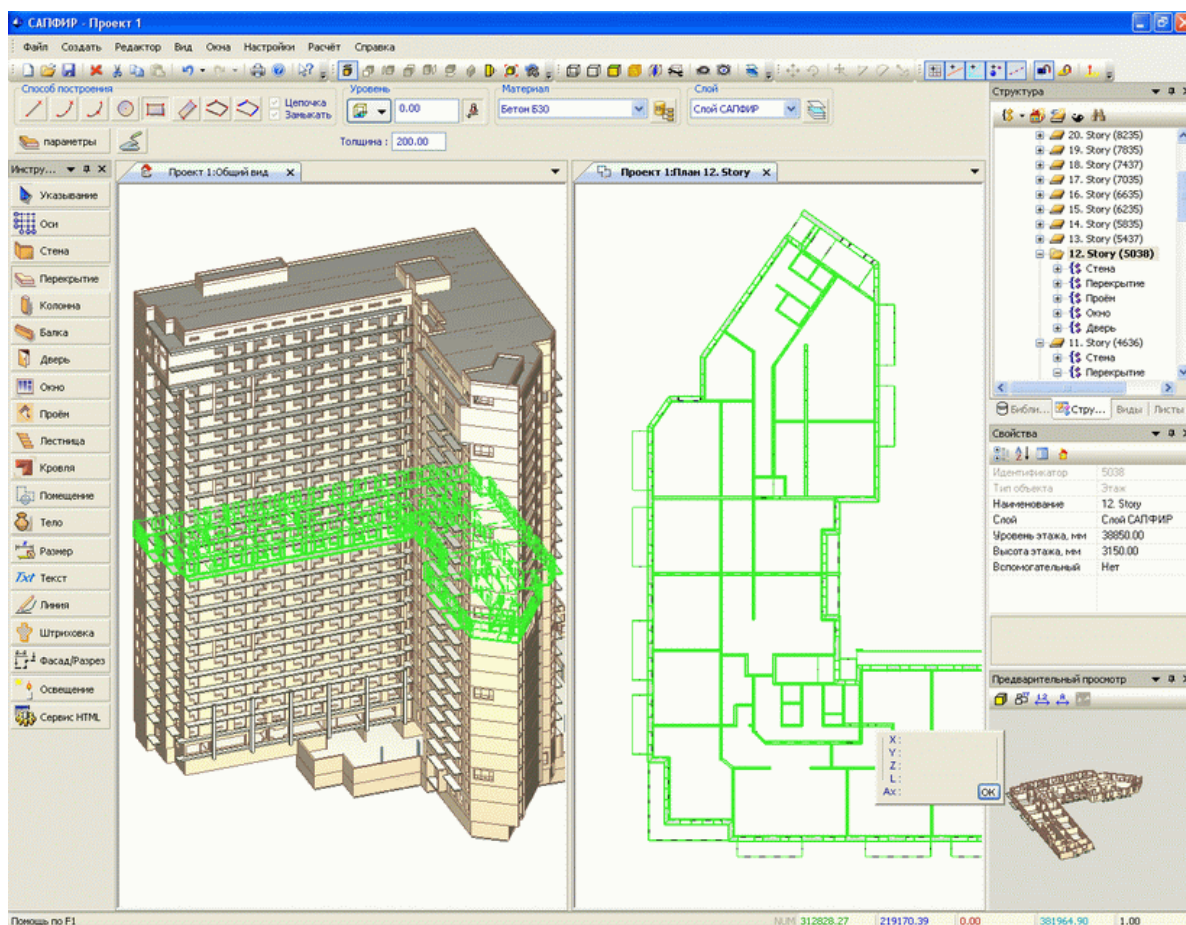
Реализована свободная передача данных между Autodesk Robot Structural Analysis и Revit Structure вместе с инструментами Revit Structure. Двусторонняя связь позволяет унифицировать процессы создания и расчета модели. Благодаря технологии BIM (building information model) возможно своевременное обновление всех компонентов проекта, что позволяет быстро получать конструкторскую документацию.

Открытый API-интерфейс (интерфейс прикладного программирования, позволяет пользователям устанавливать связи с внешними программами или создавать различные приложения для дальнейшей обработки данных, например, специальные кодифицированные расчеты для стальных, бетонных, деревянных и алюминиевых конструкций. Именно благодаря широким возможностям интеграции Робот приобретает новых сторонников в лице наиболее передовых в информационном плане российских коллективов.

**Ли́ра-САПР.** Этот программный комплекс является современным инструментом для численного исследования прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированного проектирования. В комплекс входят несколько основных программ, которые можно использовать как по отдельности для решения локальных задач, так и совместно. При комплексном использовании пакет Ли́ра-САПР становится универсальным инструментом, позволяющим реализовать принцип сквозного проектирования:

- создание архитектурной модели и соответствующего комплекта чертежей – Сапфир-3D (рис. 1.2);
- расчет несущих конструкций в соответствии с выбранными нормативными документами (Российские своды правил, строительные нормы Украины, Eurocodes) – Ли́ра-САПР (рис. 1.3);

- разработка рабочей документации конструктивных решений железобетонных и стальных конструкций – Сапфир-Конструкции, Сапфир-ЖБК (рис. 1.4).



**Рис.1. 2. Сапфир-3D**

Кроме указанных модулей в пакет программ Лира-САПР входят специализированные модули: Мост – для расчета мостовых конструкций (балочные, арочные, вантовые, висячие); Грунт – для автоматического определения переменного по области фундаментной плиты коэффициента постели; Монтаж-Плюс – для моделирования процесса возведения конструкции, с учетом последовательного изменения конструктивной схемы, установки и снятия монтажных нагрузок; и многие другие.

Расчетное ядро Лира-САПР позволяет выполнять расчеты железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материала. В программе реализован расчет задач физически нелинейного деформирования материалов и учета ползучести на основе шаговых методов. В качестве результатов выводится информация о нелинейных перемещениях и усилиях, значения о ширине и глубине раскрытия трещин в стержневых и пластинчатых элементах.



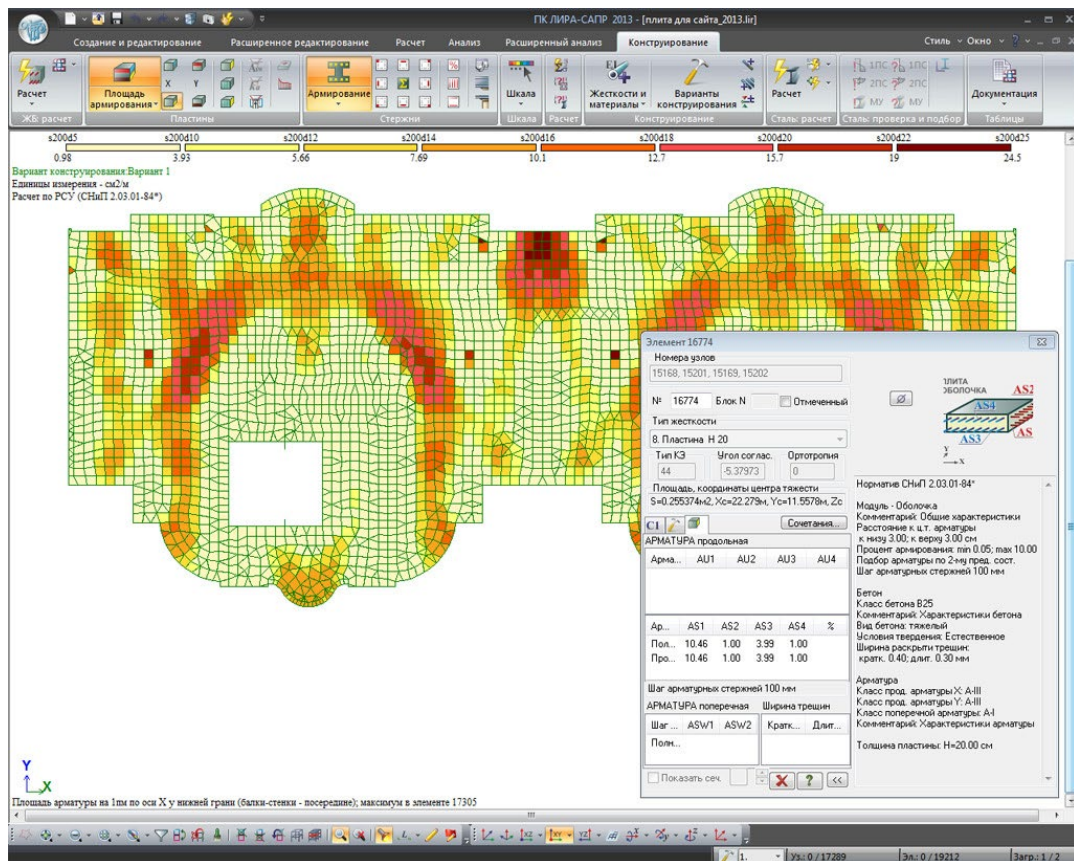


Рис. 1.3. Лира-САПР

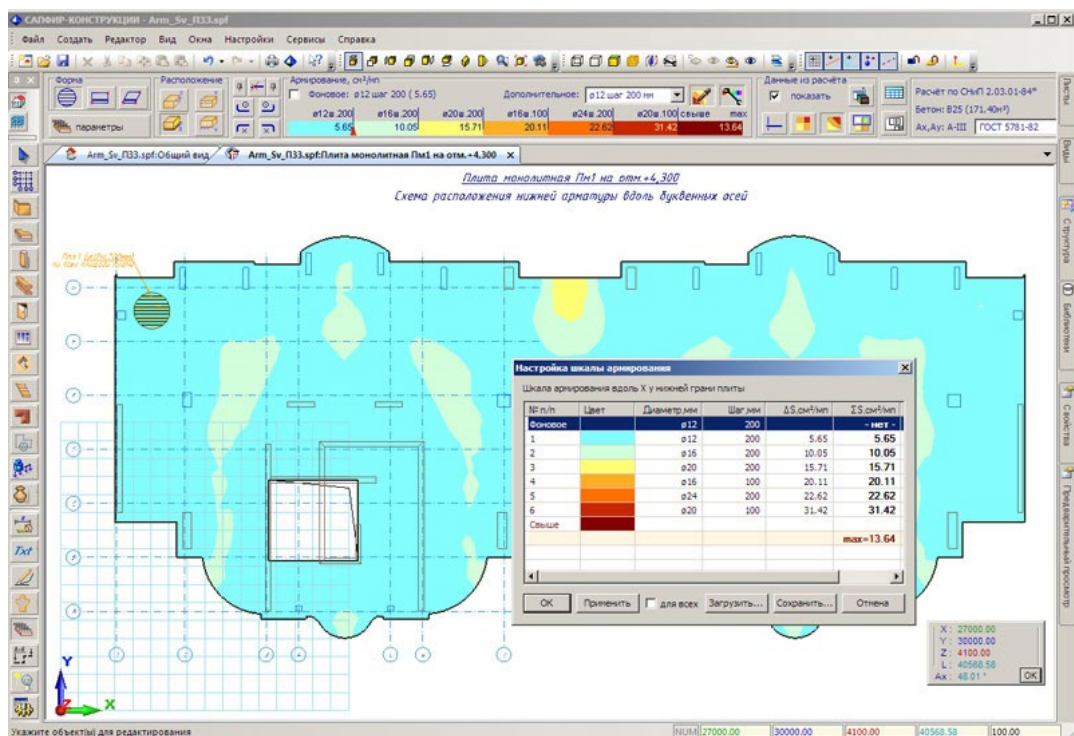


Рис. 1.4. Сапфир-ЖБК

**Ing+.** Современный комплекс программ для проектирования строительных конструкций, сочетающий удобство использования с точностью получаемых результатов, соответствием требованиям

нормативных документов стран СНГ и Европы, разнообразием решаемых задач. Реализует принцип сквозного проектирования строительных конструкций.

В систему проектирования входят следующие подсистемы:

**ViCAdo** – подсистема архитектурного и инженерного проектирования строительных объектов с широкими возможностями визуализации.

**MicroFe** – подсистема конечноэлементных расчетов строительных конструкций на прочность, устойчивость, колебания.

**Статика** – пакет программ для расчетов и конструирования железобетонных, стальных элементов строительных конструкций, фундаментов и подпорных стен.

**COSTRUC** (Сталебетон) – пакет программ для расчетов и конструирования композитных (сталежелезобетонных) элементов.

Система охватывает основные этапы проектирования конструкций, обеспечивая передачу данных от одного этапа к другому (ViCAdo – MicroFe, MicroFe – Статика, MicroFe – ViCAdo, Статика – ViCAdo и др.). Наличие связей, предусмотренных на этапе создания подсистем, позволяет избежать ошибок при передаче данных и обеспечить наилучшую (наиболее полную) передачу информации о конструкции.

В ViCAdo реализовано много удобных для проектировщика возможностей. Так, например, автоматическая окантовка проемов конструктивными стержнями или возможность задания максимальной длины стержней для раскладок арматуры. Это позволяет учесть в проекте фактическую длину поставляемых на строительную площадку стержней, если, к примеру, из-за труднопроходимого подъезда или других обстоятельств допустимо использование только стержней определенной длины.

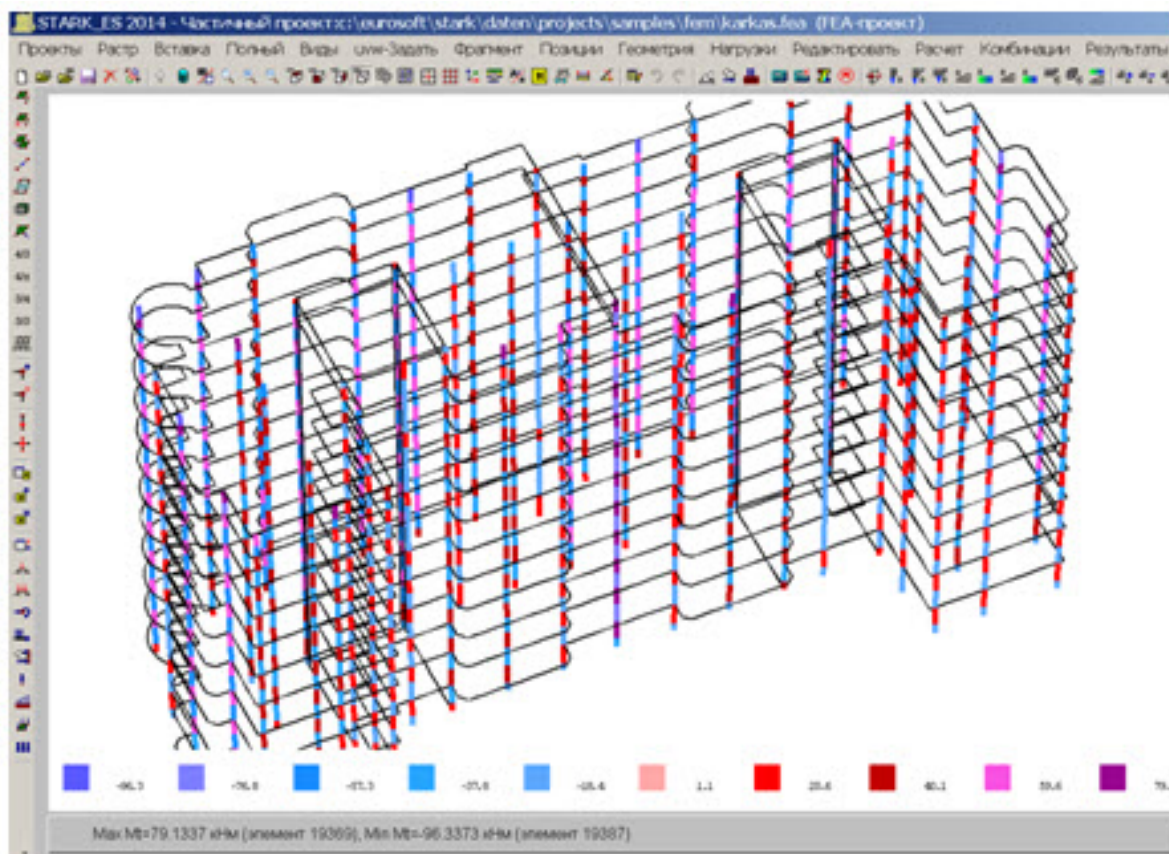
**STARK ES.** Программный комплекс для расчета конструкций зданий и сооружений на прочность, устойчивость и колебания на основе метода конечных элементов (рис.1.5). STARK ES предоставляет возможность редактирования и создания новых моделей зданий и сооружений как непосредственно на конечноэлементном уровне, так и путем предварительного описания конструктивной модели, состоящей из строительных элементов, с последующей автоматической генерацией конечно-элементной модели. Постпроцессорные функции программы

позволяют в простой и наглядной форме просмотреть результаты расчета и провести их анализ.

Возможности моделирования:

- автоматическая генерация конечно-элементных моделей многоэтажных зданий, ферм, рам, поверхностей вращения и поверхностей, заданных аналитически;
- стержневые конечные элементы для плоских и пространственных задач, в т.ч. с учетом поперечного сдвига;
- специальные стержневые элементы для моделирования ребер жесткости и канатов;
- высокоточные изотропные и ортотропные пластинчатые и объемные конечные элементы (гибридные и метода перемещений);
- универсальные элементы для расчета тонких и толстых плит;
- многослойные стержневые и пластинчатые элементы;
- одно- и двухпараметрические упругие основания, включая односторонние;
- возможность выполнять расчеты пофрагментно и с учетом изменения расчетной схемы в процессе нагружения;
- возможность учета различных свойств конструкций и оснований при статических и динамических воздействиях;
- абсолютно твердые тела и объединение перемещений узлов;
- учет начального искривления осей стержней;
- силовые и кинематические сосредоточенные и распределенные нагрузки по любому направлению;
- температурные нагрузки и нагрузки предварительного напряжения.
- Конечно-элементные расчеты
- Учет геометрической нелинейности работы конструкций в решателе «фронтальный».
- Модифицированный метод учета отброшенных высших форм собственных колебаний, обеспечивающий более точное определение сейсмической реакции конструкции в частотной и временной областях.
- Вывод усилий и рассчитанного количества арматуры в стержневых элементах в виде цветовой раскраски.

Другие программные продукты будут рассмотрены с следующих частях статьи.



**Рис.1.5 STARK-ES. Цветовая раскраска усилий в элементах арматуры**

Многофункциональная система анализа и расчета строительных и машиностроительных конструкций **ПК ЛИРА** отвечает всем современным требованиям к программным продуктам. Мощный расчетный процессор, позволяет производить расчеты практически любой сложности без ограничения числа узлов и конечных элементов. Комплекс имеет удобный, многофункциональный и настраиваемый интерфейс. В графическое ядро вошли самые современные графические технологии, использующие все мощности компьютера, позволяющие оперативно манипулировать объектами (рис.1. 6).

Расчетный процессор ПК Лира позволяет решать нелинейные задачи в прямой динамической постановке на различных стадиях монтажа/демонтажа сооружения. В последней версии программы появилась возможность расчета сооружений на сейсмограммы землетрясений, прикладываемые в основание сооружения в виде граничных условий. В отличие от расчета по акселерограммам, прикладываемым ко всему сооружению, в данной постановке появилась возможность учесть скорость распространения волны по сооружению (эффект «хлыста»).



Система расчета металлоконструкций, позволяет выводить по каждому элементу не только результаты расчета, но также и все промежуточные расчеты, с выводом формул, значений и оценок.

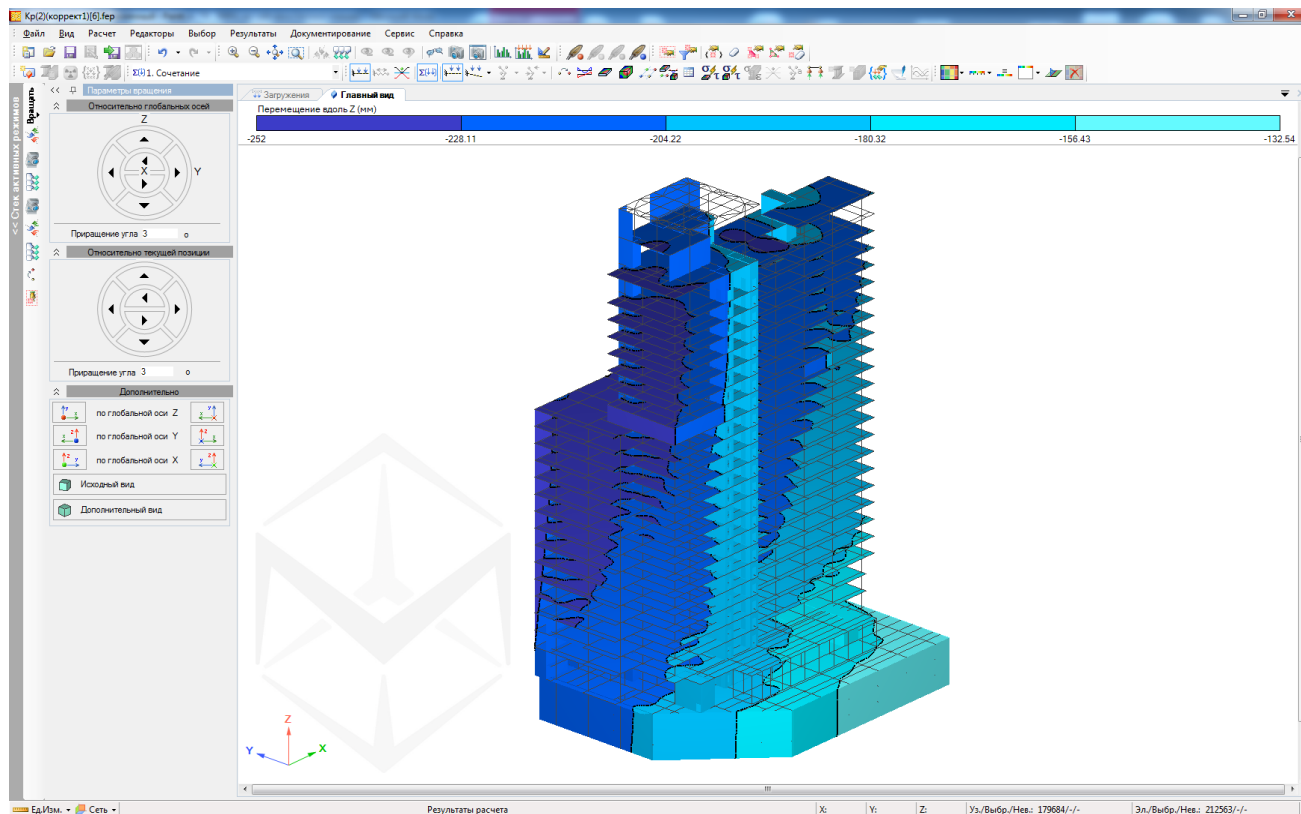


Рис. 1.6. Просмотр результатов расчета в ПК ЛиРа 10.4

В состав системы прочностного анализа и проектирования конструкций **Structure CAD Office (SCAD Office)** входит высокопроизводительный вычислительный комплекс SCAD, а также ряд проектирующих и вспомогательных программ, которые позволяют комплексно решать вопросы расчета и проектирования стальных и железобетонных конструкций. Именно богатство программ-сателлитов выгодно отличает данный программный комплекс от других. Ниже перечень только основных из них:

SCAD – вычислительный комплекс для расчета конструкций методом конечных элементов (рис. 1.7);

КРИСТАЛЛ, КОМЕТА-2 – расчет элементов и узлов стальных конструкций (рис. 8);

АРБАТ – расчет элементов железобетонных конструкций;

КАМИН – расчет каменных и армокаменных конструкций;

ДЕКОР – расчет деревянных конструкций;

ЗАПРОС – расчет элементов оснований и фундаментов;

ОТКОС – анализ устойчивости откосов и склонов;

ВЕСТ – расчет нагрузок по СНиП "Нагрузки и воздействия".

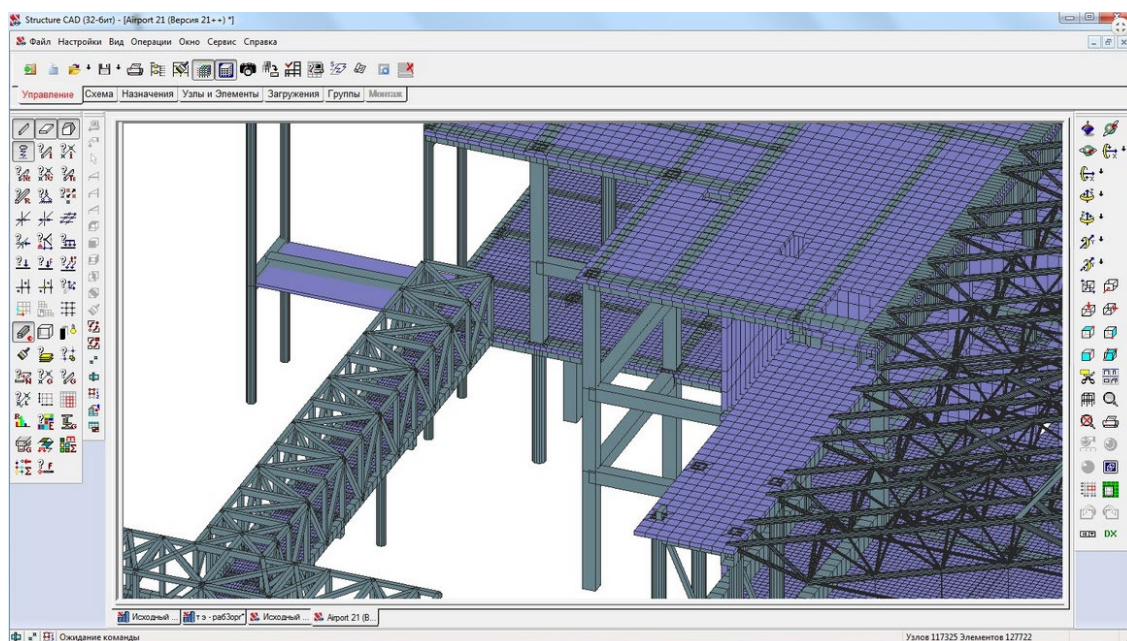


Рис. 1.7. Расчетная схема в SCAD

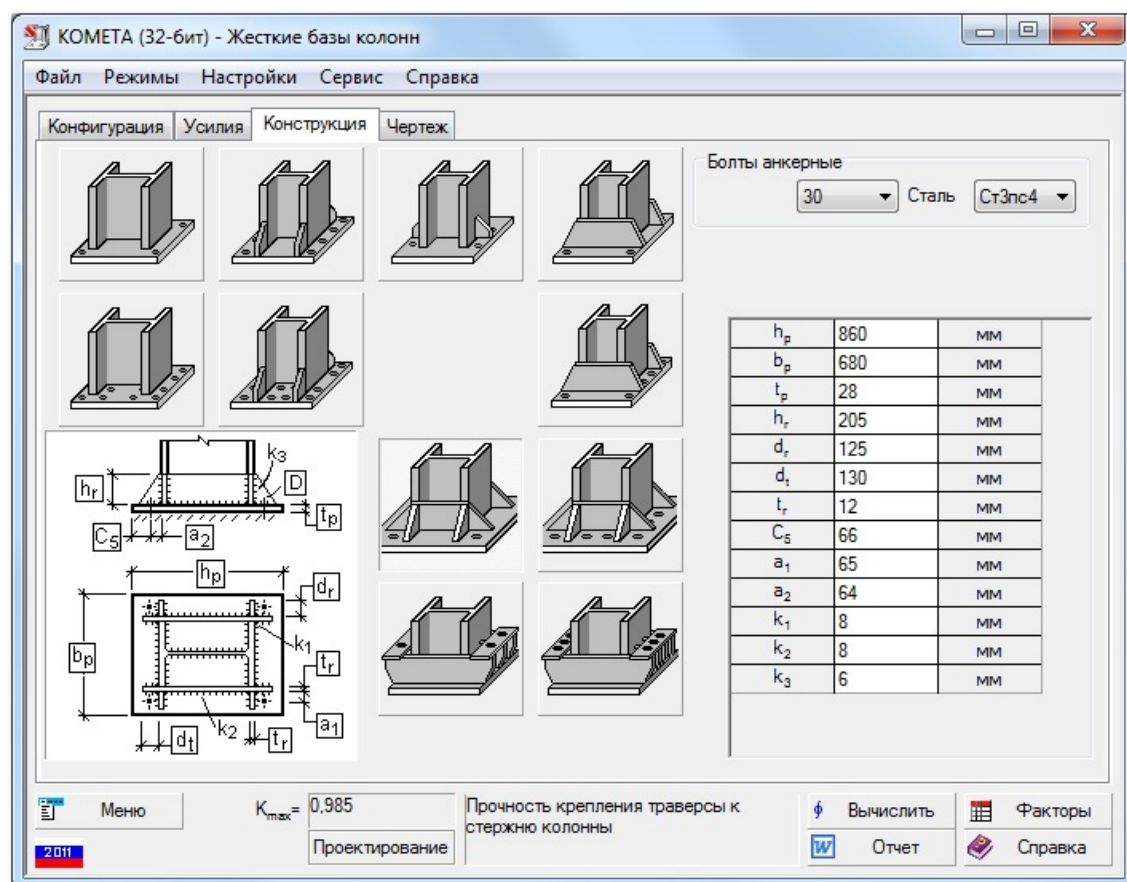
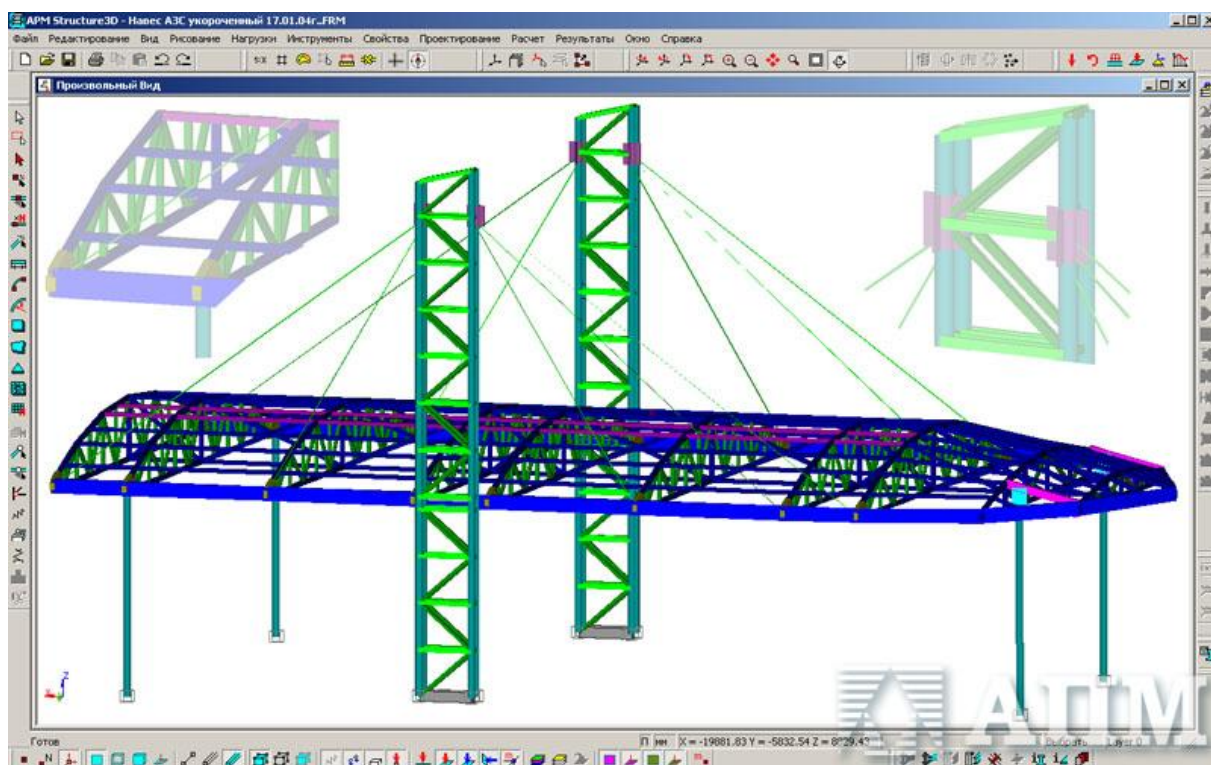


Рис. 1.8. Расчет узлов стальных конструкций в «Комете»

**APM Civil Engineering** – является одной из перспективных разработок российской компании НТЦ АПМ, в 90-х годах «выросшей» из подразделения МГТУ им. Н.Э. Баумана. APM Civil Engineering представляет собой систему автоматизированного проектирования строительных объектов гражданского и промышленного назначения. Помимо APM Civil Engineering (рис. 9) компания предлагает продукт для машиностроительной отрасли APM WinMachine, а также ряд более узкоспециализированных решений.



**Рис. 1.9. Общий вид расчетной схемы в APM Civil Engineering**

Функциональные возможности APM Civil Engineering позволяют решать весьма широкий круг задач:

- проектирование металлических конструкций с возможностью автоматического подбора поперечных сечений в соответствии со всеми требованиями СНИП;
- генерация чертежей типовых узлов металлоконструкций;
- определение параметров болтовых и сварных соединений;
- выполнение всего комплекса расчетов железобетонных конструкций по предельным состояниям первой и второй групп;
- проектирование деревянных конструкций, включая подбор металлических зубчатых пластин и нагелей в местах соединения брусев, а также получение схемы распиловки на все элементы конструкции;

- выполнение расчета одиночных, ленточных и сплошных железобетонных фундаментов;

Следует отметить, что проектирование строительной конструкции в АРМ Civil Engineering выполняется в единой среде, поэтому рассматриваемый строительный объект может состоять из комбинации металлических, железобетонных и деревянных частей. В такой постановке расчет и проектирование строительной конструкции выполняется комплексно, включая фундамент (единичный, ленточный или сплошной). Расчет фундаментов, включающий определение геометрических размеров, осадки грунтов под фундаментом и подбор армирования, ведется в соответствии с действующими сводами правил. Коэффициент постели определяется методом слоистого полупространства.

Данный обзор не может претендовать на полный обзор рынка программ по расчету конструкций. Здесь рассмотрены только наиболее часто применяемые в России на момент написания книги программные комплексы для расчета строительных конструкций, обладающие полнофункциональным модулем для расчета методом конечных элементов, а также дополнительными программами, расширяющими функционал МКЭ-ядра. Не рассмотрены такие универсальные «монстры» расчета как ANSYS, программы для геотехнических расчетов, а также пакеты для выполнения специализированных расчетов, например, NormCAD или программы от ООО ПСП "Стройэкспертиза" – Base, Фундамент, Плита.

### **1.5. Системы стандартизации и нормирования в строительстве**

Развитие стандартизации и нормирования в строительстве, т.е. установление и применение единых норм и правил, имеет большое народнохозяйственное значение. Оно способствует проведению единой технической политики в капитальном строительстве, повышению эффективности капитальных вложений, ускорению научно-технического прогресса в строительстве, выпуску высококачественных строительных конструкций и изделий, совершенствованию организации проектирования, сметного дела и т. п.

Стандартизация предусматривает обязательное выполнение требований нормативных документов. Объектами стандартизации в строительстве являются здания, сооружения, их элементы (части), а также правила, обеспечивающие их разработку, производство и применение.

Целью стандартизации в строительстве является внедрение новых проектных решений, эффективных строительных конструкций, деталей и материалов, повышение индустриализации строительного производства, совершенствование управления строительством, повышение его качества и др.

## **1.6. Модульная координация размеров в строительстве**

Для обеспечения взаимосогласованности, взаимозаменяемости и ограничения количества типоразмеров строительных конструкций, изделий и элементов оборудования стандартом СТ СЭВ 1001 -78 введена модульная координация размеров в строительстве (МКРС).

**МКРС** предусматривает применение в основном прямоугольной пространственной координационной системы (рис. 1.10), однако допускаются также косоугольная, центрическая и другие системы.

Для координации размером в качестве основного принят модуль  $M=100$  мм. Кроме основного применяются также производные модули: укрупненные (мультимодули) - 60M, 30M, 15M, 12M, 6M, 3M, соответственно равные 6000, 3000, 1500, 1200, 600, 300 мм и дробные модули (субмодули) -  $M/2$ ,  $M/5$ ,  $M/10$ ,  $M/20$ ,  $M/50$ ,  $M/100$ , соответственно равные 50, 20, 10, 5, 2, 1 мм.

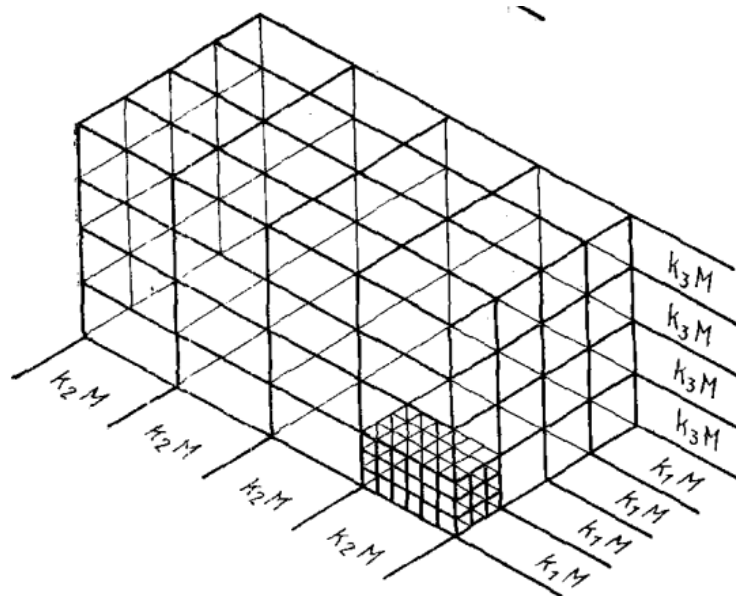
Размеры объемно-планировочного элемента, строительной конструкции, изделия или элементы оборудования должны быть кратными основному или производному модулю. Последний выбирается в зависимости от максимальных координационных размеров. Наибольший укрупненный модуль 60M (6000мм) применяется для любых размеров в плане без ограничений. Модуль 30M (3000мм) применяется при размерах в плане не более 18000мм, а 15M (1500мм) - не более 12000мм. Модули 12M (1200мм) и 6M (600мм) используются при размерах в плане до 7200мм и по вертикали без ограничений, модуль 3M (300мм) - в плане и по вертикали при размерах не более 3600мм. При технико-экономическом обосновании предельные размеры элементов, соответствующие указанным производным модулям, могут быть увеличены до значений, указанных в стандарте ГОСТ 28984-91.

Основной модуль  $M=100$  мм используется при размерах в любом направлении до 1200 мм, а дробные модули:  $M/2=50$  мм - до 600 мм,  $M/5=200$  мм - до 300 мм,  $M/10=10$  мм - до 150 мм т.д. Дробные модули применяются в основном при назначении размеров поперечных сечений элементов



строительных конструкций, толщины швов, ширины зазоров между элементами и т. п.

Модульные шаги, т. е. расстояние между двумя координационными осями в плане здания, следует принимать кратными наиболее крупным модулям 60М и 30М, что позволяет укрупнять длины плит, балок, ферм, а также сокращать количество типоразмеров строительных изделий. Модульные высоты этажей зданий и размеры по вертикали колонн, панелей стен и других конструкций назначаются кратными модулями 12М, 6М и 3М. Исключение составляет лишь высота этажа 2800 мм, кратная М.



**Рис. 1.10. Прямоугольная модульная пространственная координационная система**

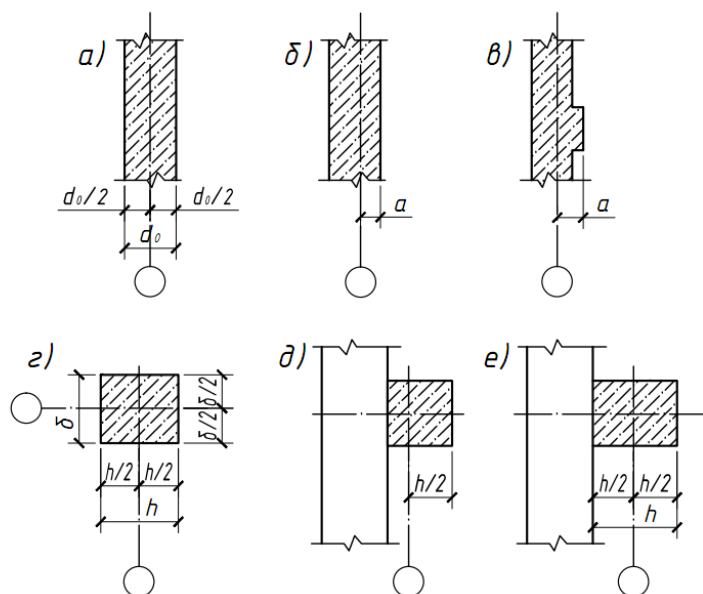
*Под координационной осью* понимают одну из координационных линий, определяющих членение здания или сооружения на модульные шаги и модульные высоты этажей. Конструктивные элементы зданий и сооружений, а также встроенное оборудование должны быть привязаны к координационным осям. Привязка осуществляется с учетом возможности применения строительных конструкций одинаковых типоразмеров для крайних и средних пролетов или зданий с различными конструктивными схемами.

Ниже приводятся примеры привязки несущих конструкций к координационным осям.

В зависимости от конструкции и расположения в здании несущие стены, как правило, привязываются к координационным осям следующим образом: геометрическая ось внутренних стен совмещается с координационной осью

(рис. 1.11, а), а наружных стен смещается так, чтобы внутренняя плоскость стены располагалась на расстоянии  $a$  от координационной оси (рис. 1.11, б, в), равном половине толщины смежной параллельной внутренней стены ( $d_0/2$ ).

Колонны средних рядов каркасных зданий располагаются так, чтобы геометрические оси их сечения совмещались с координационными осями (рис. 1.11, г). Привязка колонн крайних рядов в зависимости от конструктивного решения зданий может осуществляться так, чтобы координационная ось располагалась на расстоянии  $h/2$  от внутренней плоскости колонны (рис. 1.11, д), где  $h$  - высота сечения колонны среднего ряда, или совмещалась с геометрической осью сечения колонны (рис. 1.11, е). Правила привязки стен и колонн к координационным осям относятся к сечениям на уровне опирания на них верхнего перекрытия или покрытия.



**Рис 1.11. Примеры привязки стен и колонн к координационным осям**

Другие способы привязки строительных конструкций и их элементов к координационным осям, в частности в местах перепада высот зданий и сооружений, деформационных и температурных швов, около торцов зданий и других, приводятся в ГОСТ 28984-91.

В МКРС различают модульный и координационный размеры строительных конструкций, изделий и элементов оборудования.

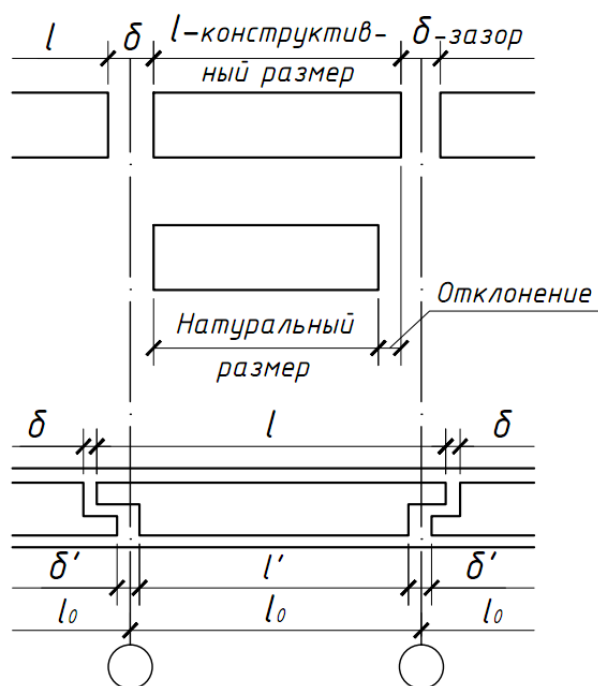
*Модульный размер* принимается равным или кратным основному или производному модулю.

*Координационный размер* – это модульный размер, определяющий границы координационного пространства в одном из направлений. Основные координационные размеры - это модульные размеры шагов в поперечном ( $L_0$ ) и продольном  $B_0$  направлениях и высот этажей  $H_0$  (равна расстоянию между уровнями чистого пола смежных этажей, а в одноэтажных – расстоянию от плоскости чистого пола до плоскости низа горизонтальной несущей конструкции на наиболее низкой опоре).

Координационные размеры  $l_0, b_0, h_0$  строительных конструкций, изделий и элементов оборудования при отсутствии разделяющих элементов принимаются равными основным координационным размерам  $L_0, B_0, H_0$ , а при их наличии - меньше на величину размера разделяющего элемента.

*Конструктивные размеры*  $l, b, h$  – это проектные размеры элементов, которые меньше координационных размеров  $l_0, b_0, h_0$  на величину зазора  $\delta$  (рис. 1.12, а), устанавливаемого в зависимости от конструкции стыка, или больше координационных размеров, что обуславливается наличием выступов в смежное пространство (рис. 1.12,б).

*Натурные (фактические) размеры* элементов могут отличаться от конструктивных (проектных) на некоторую величину, называемую отклонением (рис. 1.12, а). Алгебраическая сумма отклонений называется *допуском*.



**Рис. 1.12. Расположение элементов конструкций в координационном пространстве.**



## 1.6. Унификация и типизация в строительстве

В целях удешевления строительства зданий и сооружений, максимальной его индустриализации и сокращения сроков строительства следует, как правило, применять унифицированные конструктивные схемы и типовые планировочные и конструктивные элементы.

Унификация в строительстве состоит в приведении к технически целесообразному и экономически обоснованному единообразию типов зданий и сооружений, а также в ограничении разнообразия основных координационных размеров. Например, для одноэтажных промышленных зданий установлены унифицированные пролеты 6, 12, 18, 24, 30, 36 м и т.д., шаг колонн (в продольном направлении зданий) принимается равным 6 и 12 м. Для многоэтажных промышленных зданий приняты унифицированные сетки колонн 6х6 м; 6х9 м и высоты этажей 4,2; 4,8; 6 м и т.д.

Типизация в строительстве осуществляется с целью использования в массовом строительстве типовых планировочных и конструктивных элементов, являющихся наиболее рациональными на данном этапе развития строительной техники. Число типоразмеров таких элементов должно быть ограничено целесообразным минимумом. Применительно к строительным конструкциям уменьшение числа типоразмеров, с одной стороны, удешевляет заводское изготовление элементов, а с другой – приводит к некоторому перерасходу материалов, так как приходится использовать конструкции с большей несущей способностью, чем требуется по градации каталога.

Номенклатура типовых строительных конструкций содержится в каталоге унифицированных строительных изделий.

В нашей стране большое развитие получило строительство по типовым проектам, предназначенным для многократного применения. При их разработке используются достижения научно-технического прогресса и передового опыта в строительстве. Использование типовых проектов зданий, сооружений и отдельных элементов обеспечивает не только широкое применение в массовом строительстве унифицированных конструктивных схем и типовых элементов, но и значительно сокращает затраты на проектирование и повышает его качество.

## **2. ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**

### **2.1. Задачи дипломного проектирования и преддипломной практики**

Дипломное проектирование - важнейший и завершающий этап подготовки молодого специалиста в вузе. Уровень выполненных и защищенных дипломных проектов характеризует степень теоретической и практической подготовленности будущего инженера.

Основными задачами дипломного проектирования являются: систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний при решении конкретных научно-технических задач; развитие навыков самостоятельной работы инженерного уровня; решение научно-исследовательских вопросов, связанных с темой дипломного проекта.

В выпускной квалификационной работе, далее ВКР, студент решает архитектурно-планировочные, расчетно-конструкторские, организационно-технологические, экономические, социально-экологические, научно-исследовательские и другие вопросы. Несмотря на то, что эта работа выполняется под руководством преподавателей-консультантов, за все принятые в дипломном проекте решения ответственность несет только автор проекта – студент-дипломник.

Работа над темой **дипломного проекта** должна начинаться задолго до начала периода дипломного проектирования. Как правило, темы определяются и выдаются студентам очной формы обучения перед производственной практикой. Во время прохождения практики, обучения и особенно в период преддипломной практики, которая, как правило, осуществляется в крупных проектных организациях, студенты изучают технологический процесс разработки сложных проектов зданий и сооружений, а также подбирают материалы по теме дипломного проекта и выполняют задания по научно-исследовательской части проекта.

**Основное руководство дипломным проектированием и преддипломной практикой** осуществляется одной из выпускающих профилирующих кафедр, например, кафедрами: архитектуры; железобетонных и каменных конструкций; металлических, деревянных и пластмассовых конструкций; оснований и фундаментов; технологии строительного производства; организации, планирования и управления строительством и др.

## **2.2. Состав и содержание дипломных проектов**

ВКР по направлению «Строительство» профиля «Промышленное и гражданское строительство» является комплексным. В нем решаются инженерные задачи в области архитектуры, строительных конструкций, технологии, организации, планирования, управления и экономики строительства, охраны труда и окружающей среды и др. Он должен содержать также научно-исследовательские вопросы, связанные с одним или несколькими разделами дипломного проекта.

В расчетно-пояснительной записке должны найти отражение следующие организационно-экономические вопросы:

- выбор и обоснование района строительства проектируемого здания или сооружения; технико-экономическое сравнение возможных вариантов размещения объекта: краткая экономико-географическая характеристика района строительства, сырьевая база, обеспечение энергией, водой, решение проблемы сточных вод; условия обеспечения рабочими кадрами; наличие транспортных связей и т.д.;
- выбор и технико-экономическое обоснование принятых архитектурно-строительных решений и методов технологии и организации строительства:
- расчет капитальных вложений в основные и оборотные фонды проектируемого объекта;
- расчет материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости и себестоимости строительных изделий и материалов в сравниваемых вариантах конструктивных решений;
- составление сводной таблицы технико-экономических показателей проектируемого объекта.

Дипломный проект специалиста, как правило, включает около 10 листов чертежей формата А1 (594x841 мм) и расчетно-пояснительную записку объемом до 100 страниц текста. Ориентировочное распределение указанного объема по разделам дипломного проекта указано в табл. 2.1.

Выпускная квалификационная работы бакалавра по объему включает 6-8 листов чертежей и расчетно-пояснительную записку на 70-80 страниц.

Таблица 2.1.

## Объем разделов дипломного проекта

Разделы проекта	Выпускающие кафедры					
	Архитектуры		Строительных конструкций, оснований и фундаментов		Технологии строительного производства, и организации. планирования и управления строительством	
	с.	л.	с.	л.	с.	л.
Аннотации	1	—	1	—	1	—
Оглавление	1	—	1	—	1	—
Введение	2	—	2	—	2	—
Вариантное проектирование - выбор основного варианта	5	1	5	1	5	1
Архитектурно-строительные решения	35	4	15	3	15	3
Расчетно- конструктивный раздел, включая основания и фундаменты	15	3	35	4	15	3
Сметная документация	8	—	8	—	8	
Технология, организация и управление строительством	15	3	15	3	35	4
Охрана труда, защита окружающей среды и мероприятия по гражданской обороне	11	—	11	—	11	—
Сводные технико-экономические показатели проекта	2	—	2	—	2	

Научно-исследовательская часть	5	1	5	1	5	1
Всего	100	12	100	12	100	12

Примечание: с- количество страниц пояснительной записки; л - количество листов чертежей формата А1.

Аннотация дипломного проекта составляется на русском и одном из иностранных языков. Она должна содержать краткое изложение основных данных о дипломном проекте (ВКР).

**Во введении излагаются** основные постановления, принятые в области капитального строительства, относящиеся к теме дипломного проекта, а также основные направления развития отрасли народного хозяйства, для которой предназначен проектируемый объект. В нем обосновывается актуальность темы, методы решения поставленной задачи, выбор основных архитектурно-строительных решений, конструкций, материалов, технологии строительства и др.

**Вариантное проектирование** и выбор основного варианта выполняются под руководством выпускающей кафедры. Этот первый этап дипломного проектирования является важнейшим, поскольку именно на этом этапе принимаются принципиальные решения, которые в дальнейшем подлежат разработке и детализации. Для выбора основного варианта дипломнику следует эскизно разработать не менее двух-трех вариантов компоновки проектируемого объекта соответствующими конструктивными решениями.

При этом для сравнительной оценки могут быть привлечены сведения о ранее выполненных проектах аналогичных объектов и типовых конструкциях. Такие данные имеются в каталогах паспортов проектов зданий и сооружений, а также альбомах типовых конструкций, периодически издаваемых головными проектными организациями страны.

Очевидно, что вероятность получения наилучшего решения с увеличением количества рассматриваемых вариантов возрастает, однако не гарантирует получения оптимального (наилучшего) решения. Поэтому вариант, выбранный на основе сравнения нескольких решений, является лишь лучшим среди рассмотренных. Выбор наилучшего решения - задача весьма сложная, так как качество проекта определяется очень большим количеством параметров и требований, образующих огромное число возможных сочетаний.

Определение технико-экономических показателей по каждому из двух-трех рассмотренных в дипломном проекте вариантов производится на основании рекомендаций, изложенных в § 4.4 и 4.5. Результаты вариантного проектирования приводятся на одном листе чертежа (эскизное изображение планов, разрезов, узлов) и 5 страницах пояснительной записки (расчеты, таблицы).

**Архитектурно-строительные решения** разрабатываются на базе основного варианта, отобранного при вариантном проектировании. Объемно-планировочные решения принимаются в зависимости от функционально-технологических требований, предъявляемых к зданиям и сооружениям, а также с учетом многочисленных факторов – эстетических, экологических, экономических и др. Одновременно разрабатываются принципиальные решения основных строительных конструкций, нередко влияющих на объемно-планировочные решения и архитектурный облик объекта. Производится выбор основных строительных материалов для фундаментов, стен, каркасов, перекрытий, покрытий, кровли, полов и других частей зданий и сооружений. Решаются вопросы освещенности, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и т.п.

На чертежах (3-4 листа) должны быть представлены генеральный план, планы, разрезы и фасады здания (сооружения), а также архитектурно-конструктивные элементы и их сопряжения.

В пояснительной записке приводятся характеристики района строительства (климатические, гидрологические, сейсмические и др.), инженерно-геологические данные территории строительства, функциональное назначение проектируемого объекта, краткое описание технологического процесса, описание архитектурно-планировочного и конструктивного решений, наружной и внутренней отделки, теплотехнические расчеты, сведения о противопожарных мероприятиях и эвакуации людей, инженерном оборудовании, основные строительные показатели и др.

**Расчетно-конструктивный раздел** содержит статический расчет, подбор сечений и других размеров основных строительных конструкций, расчет оснований и фундаментов, вопросы, связанные с обеспечением общей устойчивости зданий и сооружений. При выполнении расчетов следует широко использовать современные пакеты прикладных программ. Расчеты следует иллюстрировать расчетными схемами, рисунками, эпюрами усилий и т.п. Изложение должно быть кратким, без промежуточных вычислительных

операций, с использованием графической и табличной форм представления результатов расчета. Графическая часть раздела составляет четыре листа, на которых приводятся монтажные схемы, рабочие чертежи конструктивных элементов, стыки и узлы.

**Сметная документация** включает в себя сводный сметный расчет строительства, объектную смету и локальную смету.

Технология, организация и управление строительством включает проект производства работ (ППР) при строительстве проектируемого объекта и обоснование решений по технологии стройпроизводства. Приводятся условия производства работ; сравнение вариантов методов производства (механизации) работ с расчетом эффективности; методы производства работ; применение бригадного подряда; технологическая карта № 1 (указывается название); технологическая карта № 2 (далее указываются все карты, входящие в раздел); календарный план (сетевой график); расчет численности персонала строительства; обоснование потребности во временных зданиях и сооружениях, перечень мобильных зданий и устройств; расчет потребности в воде; расчет потребности в энергетических ресурсах, решения по ее покрытию; расчет площадей складов; стройгенплан (с описанием мероприятий по обеспечению сохранности материалов и по защите действующих зданий и сооружений от повреждений); технико-экономический анализ принятых проектных решений.

**Охрана труда и защита окружающей среды** должны учитываться при работе над проектом во всех необходимых случаях, главным образом при разработке строительного генерального плана, технологических карт на производство строительных, монтажных и специальных работ, при принятии архитектурно-строительных решений и т.д. Мероприятия по охране труда и защите окружающей среды отражаются на чертежах генплана, проектируемого объекта, стройгенплана, технологических карт, а их обоснование приводится в пояснительной записке.

Сводные технико-экономические показатели проекта приводятся в табличной форме, которая должна содержать данные о всесторонней оценке проекта.

**Научно-исследовательская часть** проекта выполняется по профилю выпускающей кафедры. Она представляет собой краткое изложение результатов научно-исследовательской работы, выполненной студентом, как правило, на старших курсах, а также, в период дипломного проектирования.

На чертеже изображаются графики полученных зависимостей, математические модели, схемы оригинальных испытательных установок и т.п. В пояснительной записке излагаются задачи и методика исследования, основные результаты, их анализ, выводы и рекомендации.

В конце пояснительной записки помещается пронумерованный список использованной литературы (20...25 наименований), составленный в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ Р 7.0.5-2008

В тексте пояснительной записки ссылки на использованную литературу указывают в квадратных скобках.

Приложения, подшиваемые к пояснительной записке дипломного проекта, содержат задание на дипломный проект, документацию по патентному поиску, распечатки с ЭВМ и т.п.

В состав не подшиваемых к дипломному проекту документов входят: отзыв основного руководителя дипломного проекта, выдаваемый дипломнику по окончании работы над проектом; рецензия на дипломный проект специалиста-производственника, которому декан факультета направляет проект на отзыв; письмо-заказ предприятия на выполнение реального проекта; письмо предприятия или решение его технического совета о принятии выполненного реального проекта и т.п.

*Таблица 2.2. Сводные технико-экономические показатели проекта*

Показатели	Единица измерения	Количество
1	2	3
<b><i>1. Объемно-планировочные решения</i></b>		
<i>Для жилых домов:</i>		
отношение жилой площади к приведенной общей площади	—	
отношение строительного объема к приведенной общей площади	—	
приведенная общая площадь на одного заселяемого человека	М <sup>2</sup>	
<i>Для общественных зданий:</i>		



полезная площадь на единицу вместимости (пропускной способности)	М <sup>2</sup>	
строительный объем на единицу вместимости (пропускной способности)	М <sup>3</sup>	
отношение рабочей площади к полной площади здания	—	
отношение строительного объема к рабочей площади здания	—	
<i>Для производственных зданий:</i>		
отношение производственной площади к полной площади	—	
отношение строительного объема к производственной площади	—	
<b>2. Сметная стоимость</b>		
полная (по сводному сметному расчету)	тыс. руб.	
здания (сооружения) по объектной смете строительно-монтажных работ (в % от стоимости строительства здания)	%	
здания на 1 м <sup>2</sup> приведенной общей площади (для жилых зданий)	руб.	
то же, на 1 м <sup>2</sup> полезной площади (для общественных зданий)	руб.	
то же, на 1 м <sup>2</sup> производственной площади здания на 1 чел. (для жилых зданий)	руб.	
то же, на расчетную единицу вместимости или пропускной способности (для общественных зданий)	руб.	
<b>3. Потребность в основных материалах (для жилых зданий – на 1 м<sup>2</sup> приведенной общей площади; для общественных зданий – на 1 м<sup>2</sup> полезной площади; для производственных зданий – на 1 м<sup>2</sup> производственной площади)</b>		
<i>Бетон и железобетон:</i>		
монолитный	М <sup>3</sup>	
сборный	М <sup>3</sup>	
сталь (приведенная к стали класса А-1)	кг	

цемент (приведенный к марке 400)	кг	
лесоматериалы (в переводе пиломатериалы)	м <sup>3</sup>	
<b>4. Строительное производство</b>		
сокращение продолжительности работ по сравнению с нормотивной	мес.	
сокращение трудоемкости работ по сравнению с нормативной	чел.-дн.	
затраты труда:		
на 1 м <sup>2</sup> общей приведенной площади (для жилых зданий)	чел.-дн.	
на 1 м <sup>2</sup> общей площади (для общественных зданий)	чел.-дн.	
на 1 м <sup>2</sup> полной площади (для производственных зданий)	чел.-дн.	
уровень механизации отдельных видов работ	%	
уменьшение затрат накладных расходов за счет сокращения продолжительности строительства	руб.	
народнохозяйственный эффект от досрочного ввода объекта в эксплуатацию	руб.	
<b>5. Расчетная экономия от применения в проекте прогрессивных технических и организационных решений</b>		
снижение себестоимости работ	руб.	
сокращение затрат ручного труда	чел.-дн.	
сокращение расхода материальных ресурсов:		
цемента	т	
металла	т	
древесины	м <sup>3</sup>	
энергоресурсов	кВт*ч	
и др.	—	

### **2.3. Виды выпускных квалификационных работ**

Выпускники строительных вузов и факультетов завершают свое обучение подготовкой и защитой ВКР, а в отдельных случаях — ВКР научно-исследовательского характера.

С учётом присваиваемых по итогам обучения в РГСУ квалификаций, все выполняемые обучающимися ВКР подразделяются на следующие виды:

бакалаврская работа (БР) – самостоятельно выполненная работа, связанная с решением определённых научно-исследовательских, научно-технических, технических и/или организационно-экономических, а также других задач, вытекающих из содержания и объёма подготовки по соответствующему направлению, определяемых Программами итоговой государственной аттестации, состоящая из расчетно-пояснительной записки и графической части.

- дипломный проект (ДП) – самостоятельная инженерная или информационная разработка, отвечающая современным требованиям строительства и решению конкретной технической задачи, состоящая из расчетно-пояснительной записки и графической части.

- дипломная работа (ДР) – самостоятельное научное исследование конкретной научно-технической или организационно-экономической задачи, представляемая в виде основного текста работы, включающего необходимый для пояснения выводов иллюстративный материал.

- магистерская диссертация (МД) представляет собой самостоятельную и логически завершённую ВКР, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится магистрант (научно-исследовательской, научно-педагогической, проектной, опытно-конструкторской, технологической и т.д.), состоящая из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Темы ВКР следует преимущественно принимать реальными, при разработке которых учитываются конкретные реально существующие условия проектирования и строительства. С этой целью их целесообразно принимать как варианты зданий и сооружений, проекты которых разрабатываются в крупных проектных организациях. Необходимо стремиться к выполнению студентами дипломных проектов по заказам производства. В этом случае огромный студенческий потенциал при

выполнении дипломных проектов может быть использован непосредственно в народном хозяйстве.

Реальной принято считать ВКР, если тема проекта предложена письмом предприятия и от последнего получен положительный отзыв на законченную работу. К этой категории относятся также темы проекта, соответствующие планам хоздоговорной или госбюджетной научно-исследовательской работы, выполняемой кафедрой, а также темы, в результате разработки которых получены авторские свидетельства или дипломы и грамоты.

Следует, однако, отметить, что для обеспечения достаточно большого разнообразия тематики ВКР и разработки проектов уникальных зданий и сооружений, возводимых на практике сравнительно редко, часть тем ВКР может разрабатываться по заданиям, подготавливаемым кафедрами вуза. К таким относятся также темы, отражающие вопросы перспективного строительства.

Тематику ВКР для студентов-иностранцев желательно выбирать с учетом специфики географических районов страны, в частности, климатических, инженерно-геологических и других, а также тенденций развития в них строительной промышленности. При выполнении ВКР этими студентами целесообразно использовать нормативные документы, как нашей страны, так и страны, для которой готовится специалист.

Существуют следующие формы проектирования:

- 1) индивидуальное, когда ВКР выполняется одним студентом;
- 2) групповое, когда ВКР выполняется по единой теме группой студентов одной специальности, каждый из которых разрабатывает самостоятельно определенную часть проекта (например, при проектировании комплексов зданий и сооружений каждый студент может получить задание на проектирование одного из объектов);
- 3) комплексное, предусматривающее разработку единой темы несколькими студентами различных специальностей. В этом случае, например, студенты-архитекторы подробно и полно разрабатывают архитектурную часть проекта, студенты-строители — конструктивную часть, а также организацию и технологию строительства, студенты-технологи — технологический процесс производства строительных материалов и изделий, студенты-сантехники — отопление, вентиляцию, водоснабжение и канализацию.

**К фундаментальным** относятся исследования, выполняемые с целью расширения научных знаний, изучения явлений и закономерностей их развития, создания научных основ проблемы, не ограниченной определенным конкретным практическим применением.

**Поисковые** исследования направлены на анализ результатов фундаментальных с целью создания принципиально новых изделий, материалов, технологии, методов организации и управления производством.

**Прикладные** исследования решают научные проблемы для получения конкретных результатов, которые могут быть непосредственно использованы в практической деятельности проектных и строительных организаций.

ВКР научно-исследовательского характера студенты строительных вузов и факультетов выполняют, как правило, в области прикладных наук для применения их в дальнейшем непосредственно в строительной практике.

В ВКР научно-исследовательского характера необходимо отразить следующие вопросы: соответствующие государственные постановления о развитии науки и техники в исследуемой области знаний; актуальность и практическое значение темы исследования; экономическая целесообразность проведения исследования для предприятий, где результаты исследований могут быть внедрены; научно-техническая новизна отдельных результатов исследования.

Графическая часть научно-исследовательской ВКР выполняется в виде графиков установленных зависимостей, таблиц полученных результатов, схем нестандартных испытаний, приборов и оборудования, инженерных чертежей строительных конструкций и др. В пояснительной записке даются обзор состояния вопроса, задачи исследования, методы решения поставленных задач, описание полученных результатов, их анализ, технико-экономическая оценка, основные выводы, приложения, список использованной литературы.

## **2.4. Тематика ВКР**

Тематика ВКР должна быть актуальной и отвечать реальным задачам народного хозяйства и перспективам развития строительства.

Темы ВКР определяются выпускающими кафедрами и утверждаются советом факультета. Студент может выбрать тему дипломного проекта выпускающей кафедры, а также имеет право предложить свою тему, но при этом представить обоснование необходимости ее разработки.

Закрепление за студентами тем ВКР оформляется приказом ректора института перед их направлением на преддипломную практику.

Тематика ВКР для студентов профиля «Промышленное и гражданское строительство» включает в себя проектирование новых объектов различного назначения и реконструкцию (расширение и усиление) существующих зданий и сооружений или их частей, вызванную техническим перевооружением, расширением производства и другими причинами.

По своему назначению здания можно разбить на четыре группы: промышленные, общественные, жилые и сельскохозяйственные.

Промышленные здания подразделяются на производственные, подсобные, энергетические и складские. Общественные и жилые здания объединяются общим названием «гражданские здания». К сельскохозяйственным относятся здания, предназначенные для сельскохозяйственных производственных нужд.

В состав промышленных, общественных и сельскохозяйственных комплексов входят, как правило, инженерные сооружения. Нередко они возводятся и как самостоятельные объекты.

**Промышленные предприятия** и здания весьма разнообразны. Они могут быть предназначены для следующих групп производств:

- а) горно-обогатительной промышленности;
- б) черной, цветной и алюминиевой металлургии;
- в) коксохимической, химической, нефтехимической и газовой промышленности;
- г) машиностроения, автомобилестроения, станкоинструментальной промышленности;
- д) деревообрабатывающей, лесохимической и целлюлозно-бумажной промышленности;
- е) промышленности строительных материалов и конструкций;
- ж) электронной, радиотехнической и приборостроительной промышленности;
- з) легкой и текстильной промышленности;

и) пищевой, мясной и молочной промышленности;

к) прочей промышленности (заводы химволокна, резиновых изделий и др.).

**К общественным зданиям** согласно СП 118.13330.2011 [] относятся:

а) школы, школы-интернаты, профессионально-технические училища, средние специальные и высшие учебные заведения и др.;

б) лечебницы, больницы, санатории, дома отдыха, пансионаты, базы отдыха, спортивные здания и др.;

в) научно-исследовательские и проектные институты, архивы и др.;

г) магазины, крытые рынки, предприятия общественного питания и др.;

д) библиотеки, театры, клубы, музеи, выставочные павильоны и др.;

е) здания для партийных и других общественных организаций, административные здания, многофункциональные здания и др.;

ж) вокзалы всех видов транспорта, транспортные агентства;

з) гостиницы, мотели и кемпинги.

**К жилым зданиям** согласно СП 54.13330.2011 [] относятся квартирные жилые дома, жилые дома гостиничного типа и общежития.

**К сельскохозяйственным производственным** относятся здания:

а) животноводческие — коровники, телятники, свинарники, конюшни, овчарни, кошары и др.;

б) птицеводческие — инкубатории для выведения цыплят, птичники для выращивания цыплят на мясо (бройлеры) и др.;

в) ветеринарные — амбулатории, стационары, изоляторы и другие для оказания лечебной помощи животным и птицам;

г) складские — овоще- и зернохранилища, склады минеральных удобрений и др.;

д) культивационные — парники, теплицы, оранжереи и др.;

е) для обработки и переработки сельскохозяйственных продуктов — зерно- и овощесушилки, кормоприготовительные цеха, комбикормовые предприятия, мельницы и др.;

ж) для ремонта и хранения сельскохозяйственных машин.

**Инженерные сооружения** подразделяются на следующие группы:

а) транспортные мосты и путепроводы, крановые и разгрузочные эстакады, транспортные галереи и др.,

б) надземные и подземные коммуникации - тоннели и каналы, эстакады паропроводов, отдельные опоры материалопроводов и др.;

в) емкостные сооружения — бункера и силосы, резервуары, водонапорные башни, градирни, отстойники и др.;

г) сооружения для опирания и размещения оборудования — фундаменты и постаменты под оборудование, этажерки и площадки для размещения технологического и вентиляционного оборудования и др.;

д) отдельно стоящие высотные сооружения—теле- и радиобашни, дымовые трубы, опоры ЛЭП (линии электропередачи) и светильников и др.;

е) прочие сооружения — подпорные стенки, трибуны открытых стадионов и ипподромов, лыжные трамплины и др.

Выбор темы дипломного проекта — ответственный этап. К нему необходимо отнестись со всей серьезностью. Тему целесообразно определить с помощью основного руководителя дипломного проекта.

Тематика дипломных проектов весьма разнообразна, она включает в себя как здания различного назначения, так и инженерные сооружения.

Ниже приводится примерный перечень тем ВКР для студентов профиля «Промышленное и гражданское строительство».

**Производственные здания:** кузнечно-прессовый цех; блок цехов завода газовой аппаратуры; блок механических цехов; цех металлоконструкций; цех сборки комбайнов; прокатный цех; цех пищевой промышленности; многоэтажный цех измерительной аппаратуры; цех железобетонных конструкций; механосборочный цех бурового оборудования; комплекс зданий мясомолочной промышленности; завод ремонта комбайнов; производственный корпус завода керамических стеновых материалов;



производственный корпус гаража для 70 автобусов; главный корпус ТЭЦ; главный корпус ГРЭС; лесопильно-заготовительный цех; мебельная фабрика; прядильная фабрика; обувная фабрика; швейная фабрика; реконструкция механосборочного цеха; реконструкция сталелитейного цеха; реконструкция гальванического отделения; проект усиления конструкций промышленного предприятия.

Ангараы, гаражи, склады: ангар-мастерская; ангар-стоянка для четырех самолетов типа ИЛ-62, ТУ-154; многоэтажная гараж-стоянка на 220 или более легковых автомашин; подземный гараж; станция технического обслуживания автомобилей; автотранспортное предприятие на 650 легковых автомобилей – такси; автотранспортное предприятие на 250 грузовых автомобилей; склад химических средств защиты растений.

**Общественные здания:** многоэтажное административное здание с пристроенным конференц-залом; многоэтажная гостиница; универмаг; торговый центр; крытый рынок на 300...600 торговых мест; выставочный павильон; крытый стадион; плавательный бассейн; автовокзал; железнодорожный вокзал на 2000 пассажиров; речной или морской вокзал; административный корпус; дворец бракосочетания; дворец молодежи; здание инженерно-лабораторного корпуса повышенной этажности; музей; театр; цирк; телевизионный центр.

**Жилые здания:** многоэтажный жилой дом из монолитного железобетона; крупнопанельный жилой дом в 9... 16 этажей; кирпичный жилой дом в 9... 14 этажей; жилой дом гостиничного типа; многоэтажное общежитие.

**Сельскохозяйственные здания:** птицефабрика на 1 млн. голов молодняка в год; коровник на 200.. 400 голов; телятник на 600 голов; свинарник-откормочник на 1200 мест; овцеводческие комплексы; овчарня для ягнения и содержания 750...1000 племенных маток с ягнятами; склад минеральных удобрений вместимостью 100 тыс. т; центральная ремонтная мастерская в блоке с гаражом на 100 тракторов; мастерская по ремонту сельскохозяйственной техники; тепличные комбинаты; овощехранилища.

**Инженерные сооружения:** зернохранилище башенного типа на 1000 т; хранилище башенного типа для кормовых гранул на 750 т; силосный корпус комбикормового завода; резервуар для хранения нефтепродуктов; резервуар для нефтепродуктов с плавающей крышей; водонапорная башня; транспортная галерея; лыжный трамплин.

## **2.5. Задания на дипломное проектирование**

Задание на проектирование должно содержать исчерпывающие и четко сформулированные исходные данные для выполнения всех разделов проекта, указанных в п. 2.2, и решения поставленных научно-технических задач. В нем приводятся, в частности, следующие сведения:

1) назначение здания или сооружения, их функциональные особенности, вместимость, годовая производственная мощность, условия эксплуатации и т.п.;

2) основные функциональные требования — условия обеспечения видимости в зрелищных зданиях, функциональная связь помещений жилого здания, размещение мест в киноконцертных залах и т.д.;

3) сведения о технологических процессах: например, технология сцены в зрелищных зданиях, технология организации производственных процессов на предприятиях общественного питания и т.д.; существенную роль сведения о технологических процессах играют в производственных и сельскохозяйственных зданиях (поступление сырья, его складирование, сведения о технологических линиях и требования по размещению цехов, вертикальное или горизонтальное зонирование помещений в связи с особенностями технологии и другие вопросы);

4) особенности строительной площадки и района строительства, инженерно-геологические данные, климатические условия, расчетная сейсмичность и др.:

5) источники снабжения электроэнергией, теплом, водой;

6) наличие местных строительных материалов, предприятий стройиндустрии, транспортных путей и др.

По каждому разделу ВКР задания подготавливают соответствующие кафедры под общим руководством основного руководителя, который комплектует общее задание по теме, представляет на утверждение заведующему выпускающей кафедры и декану факультета, после чего оно выдается студенту-дипломнику для выполнения.

Задание кроме указаний по составу и содержанию дипломного проекта должно включать в себя календарный план работы над проектом, который студент обязан выполнять.

## **2.6. Преддипломная практика**

До начала периода, отведенного для непосредственной работы над дипломным проектом, студенты проходят 2-3-недельную преддипломную практику в проектной организации.

Целью практики является изучение поставлений по вопросам проектной организации, изучение структуры проектной организации, функций различных отделов, их взаимосвязи, изучение вопросов технологии строительного проектирования, начиная составления технического задания до выдачи полной проектной документации на строительство проектируемого объекта, ознакомление с новейшими конструктивными решениями зданий и сооружений, принципами их унификации и стандартизации, изучение методов технико-экономической оценки проектных решений и учета вопросов охраны окружающей среды, изучение мероприятий по гражданской обороне.

В процессе прохождения практики студенту следует изучить:

- 1) систему автоматизированного проектирования объектов строительства; математические методы в проектировании; методы механизации и автоматизации расчетно-конструкторских работ;
- 2) принципы оптимального проектирования и экономического анализа проектных решений;
- 3) унификацию, стандартизацию и типизацию в строительстве; категории стандартов и объектов стандартизации; систему органов и служб по стандартизации; государственный надзор и ведомственный контроль за соблюдением стандартов, ТУ и СНиПов;
- 4) научную организацию труда проектировщиков, составление планов новой техники и контроль за их выполнением; материальное стимулирование сроков и качества выполнения проектных работ;
- 5) охрану окружающей среды при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;
- 6) основы трудового законодательства; права и ответственность сотрудников проектных организаций; должностные инструкции; документы, оформляемые при приеме на работу; материальную ответственность служащих за ущерб, причиненный ими предприятию; наложение взысканий и т.д.

В проектной организации определяют порядок дня работы студента таким образом, чтобы часть рабочего времени студент мог посвятить подбору материалов по теме своего дипломного проекта. С этой целью студент должен обратиться в технический архив и выяснить:

- 1) найти объект аналогичный указанному в задании на дипломный проект;
- 2) подробно ознакомиться с архитектурно-планировочным решением здания, его конструктивными решениями, вертикальной планировкой площадки и подключением наружных сетей;
- 3) изучить сметную документацию, выписать стоимость единицы объема или площади здания;
- 4) рассмотреть проект организации работ, сроки строительства, проектируемое число рабочих, рекомендуемую технологию и последовательность работ.

В период практики студенту следует приобрести опыт организаторской работы. С этой целью необходимо ознакомиться с формами и методами работы в условиях хозрасчета и самофинансирования по обеспечению выполнения производственных планов, со структурой общественных организаций, работой по укреплению трудовой дисциплины.

Во время прохождения практики студент полностью подчиняется правилам внутреннего распорядка проектной организации.

В процессе прохождения практики студент должен ежедневно заполнять дневник, в который вносят данные по всем видам работ.

После окончания практики студенту необходимо представить на кафедру отчет по практике, который должен содержать задания на практику, календарный план и дневник практики, описание всех видов выполненных работ, схемы и эскизы зданий и сооружений, их конструктивных решений, фрагменты расчетов, алгоритмы и программы, составленные студентом и др. Отчет пишут основываясь на конкретных фактических материалах, собранных студентом в период практики.

По получении допуска к защите отчета студент обязан в 3-дневный срок защитить отчет перед комиссией кафедры, на основании которого ему ставится зачет по практике.

## 2.7. Патентные исследования

В дипломных проектах патентные исследования выполняются по заданию основного руководителя. Проводят их с целью поиска, отбора и анализа научно-технической информации, относящейся к теме дипломного проекта. Использование научных открытий и изобретений при работе над дипломным проектом способствует повышению научно-технического уровня принимаемых в нем решений, созданию новых решений, которые могут оказаться охраноспособными, т.е. такими, которые можно защитить авторскими свидетельствами или патентами. Патентные исследования по теме дипломного проекта включают следующие этапы:

- 1) составление регламента патентного поиска;
- 2) поиск и отбор патентной и другой научно-технической документации;
- 3) Систематизация и анализ отобранной документации с целью выявления технических решений для использования их в дипломном проекте;
- 4) обобщение результатов поиска и составление раздела «Патентные исследования», пояснительной записки к дипломному проекту.

Регламент поиска предусматривает следующие операции, выполняемые последовательно:

- 1) определение предмета поиска (объект в целом, его составные части или элементы), которое зависит от темы дипломного проекта;
- 2) определение стран поиска информации. Как правило, это Россия, США, Великобритания, Франция, ФРГ, Япония и др.;
- 3) определение необходимой ретроспективности (глубины) поиска по странам. При определении уровня техники — это 7...10 лет, т.е. период морального старения техники. При проверке на патентную чистоту — глубину действия патента, т.е. за 15...20 лет, в зависимости от того, по какой стране будет проводиться проверка. По России рекомендуется: а) описание изобретений к авторским свидетельствам и патентам; б) официальный бюллетень «Открытия, изобретения»; в) библиографический указатель действующих патентов.

Патентный поиск может быть: предметным; именовым; нумерационным.

При выполнении дипломного проекта осуществляется предметный поиск для определения уровня развития техники. Такой поиск является составной частью комплексного поиска патентной информации, а так же информации получаемой из журналов, книг, справочников и т.д. Этот вид проводят для знакомства с новейшими достижениями техники, защищенными авторскими свидетельствами или патентами.

Согласно существующей практике авторские свидетельства и патенты выдают на изобретения, т.е. на решение технических задач, отличающихся существенной новизной. Экспертизу на новизну проводят, сопоставляя предлагаемое техническое решение с прототипом. Такое сопоставление позволяет сделать вывод, является ли предложение новым, что именно в нем нового в нем, в каком объеме и что должно быть защищено охранным документом.

Источниками, содержащими сведения о прототипе, могут быть любое из патентных описаний мирового патентного фонда независимо от срока его действия; заявки на патенты; другая открытая публикация технического решения.

Естественно, что требуется найти все патентные описания, имеющие отношение к данному вопросу, поэтому поиск при экспертизе на новизну предполагаемого изобретения является наиболее трудоемким и сложным.

Систематизация и анализ отобранной документации с целью выявления технических решений для использования их дипломом в проекте. При изучении патентных описаний необходимо составлять себе ясное представление о содержании класса, по которому производится поиск, установить, насколько название класса охватывает его содержание, и уже с самого начала определить целесообразность поиска по данному классу. В ходе изучения соответствующих патентных описаний следует дать предварительную оценку материалам, что определяет характер дальнейшей работы.

Отобранные технические решения, которые можно использовать в дипломном проекте, следует выделить особо и сделать более подробное описание.

Обобщение результатов поиска и составление раздела «Патентные исследования» пояснительной записки к дипломному проектированию. Отчет о патентных исследованиях состоит из регламента патентного поиска, отчета о патентном поиске и анализа отобранных патентных материалов.

Первый раздел составляется перед началом работы над дипломным проектом дипломантом совместно с основным руководителем дипломного проекта, который его подписывает. Правильность составления этого раздела заверяет начальник патентного отдела института. Второй раздел составляют по окончании проведения патентного поиска, третий – после проведения совместно с основным руководителем дипломного проекта анализа отобранных технических решений точки зрения их использования в дипломной работе. Весь отчет подписывает дипломант и заверяет начальник патентного отдела института. Ниже приводятся формы указанных материалов.

## Отчет

о проведении патентных исследований

студентом гр. \_\_\_\_\_

### 1. Регламент патентного поиска

1. Наименование темы дипломной работы

2. Предмет поиска (объект поиска, его составные части)

3. Страна поиска \_\_\_\_\_

4. Глубина поиска \_\_\_\_\_

5. Индексы классификации по МКИ \_\_\_\_\_

6. Цель поиска – установление уровня развития техники, проверка предполагаемого изобретения на новизну (ненужное зачеркнуть).

7. Источники патентной информации и место их нахождения

Основной руководитель  
дипломного проекта

\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проверено

Начальник патентного отдела

\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### 2. Отчет о патентном поиске

Поиск проведен по следующим станам:

Страна выдачи, вид, номер охранного документа, классификация по МКИ	Наименование и сущность изобретения

### 3. Анализ отобранных патентных материалов

Проверено

Исполнитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Начальник патентного отдела

\_\_\_\_\_ (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



## **2.8. Организация работы над дипломным проектом**

Руководители дипломных проектов назначаются приказом ректора по представлению выпускающих кафедр. К этой работе привлекаются наиболее квалифицированные сотрудники вуза и представители проектных и научно-исследовательских организаций.

Руководитель дипломного проекта составляет задание на проектирование и календарный график на весь период дипломного проектирования, рекомендует литературу, оказывает консультативную помощь, координирует работу консультантов по различным разделам проекта, контролирует ход выполнения графика работы над дипломным проектом.

Календарный график выполнения дипломного проекта составляется с учетом специализации студента-дипломника. На разделы, выполняемые по профилю выпускающей кафедры, выделяется больше времени, чем на другие. Ориентировочное распределение времени по разделам дипломного проектирования дано в табл. 2.3. В каждом конкретном случае оно должно корректироваться и уточняться в соответствии с поставленными задачами.

Законченный дипломный проект должен быть подписан студентом-дипломником, консультантами, нормоконтролером и руководителем дипломного проекта, который, кроме того, должен составить письменный отзыв с характеристикой проделанной работы по всем разделам проекта. В нем должны быть указаны основные особенности разработанного проекта: выполнение проекта по заказу производства, реальный проект, по реконструкции предприятий, элементы научных исследований, патентные исследования, разработка вопросов гражданской обороны, публикация научных статей, оформление заявок на изобретения, подача рационализаторских предложений, получение экономического эффекта, рекомендации по внедрению в производство, рекомендации по участию в выставках и конкурсах и др.

К защите дипломных проектов допускаются студенты, полностью выполнившие требования учебного плана и задание на дипломное проектирование.

Таблица 2.3

## Календарный график выполнения дипломного проекта для специалиста

Разделы дипломного проекта	Затрата времени						Время выполнения проекта, недели														
	% от общего срока			Нарастающим итогом			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	При выпускающих кафедрах																				
	A	СК	ОУС	A	СК	ОУС															
Изучение литературы и проектов-аналогов	5	5	5	5	5	5	- + *														
Вариантное проектирование	10	10	10	15	15	15		- + *													
Архитектурно-строительные решения	35	15	15	50	30	30			- + *	- + *	-	-	-								
Расчетно-конструктивные раздел, включая основания и фундаменты	15	35	15	65	65	45					+	+	+	- +	- +						
Сметная документация	5	5	5	70	70	50							*			- +					
Технология, организация и управление строительства	15	15	35	85	85	85								*	*	*	- + *	- + *			
Охрана труда, защита окружающей среды и мероприятия гражданской обороны	5	5	5	90	90	90													- + *		
Научно-исследовательская часть	5	5	5	95	95	95															- + *
Оформление проекта, получение рецензии, подготовка к защите	5	5	5	100	100	100															- + *

Примечание: Условные обозначения выпускающих кафедр А-архитектура(-), СК-строительные конструкции, основания и фундаменты (+), ОУС-технология, организация и экономика строительства (\*)

### **3. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

В разделе «Архитектурно-строительные решения» дипломного проекта в пояснительной записке и на чертежах должны быть представлены сведения о проектируемом объекте, приводимые ниже.

#### **3.1. Исходные данные для проектирования и строительства**

Выбор архитектурно-планировочных и конструктивных решений здания во многом зависит от исходных данных. В дипломном проекте такие данные описываются в разделе «Архитектура». В исходных данных приводятся следующие сведения.

1. Особенности места и района строительства. Описывается географическое положение строительной площадки, степень её освоения, наличие существующих зданий и сооружений, влияющих на выбор архитектурно-планировочного и конструктивного решения, наличие или отсутствие зеленых насаждений, особенности рельефа местности, наличие топографической подосновы застраиваемой территории.

2. Климатические условия района строительства. Пользуясь СП 131.13330.2012 [] «Строительная климатология», данными местных проектных организаций и другими источниками, следует уточнить климатический район и подрайон строительства и выявить наиболее характерные факторы местного климата: ветровой режим (направление, скорость ветра в зимний и летний периоды); температурный режим (расчетные температуры наружного воздуха; в зимний и летний периоды); продолжительность отопительного периода (сутки); среднегодовое количество осадков и влажность наружного воздуха в зимний и летний периоды; данные о снеговом покрове.

3. Инженерно-геологические данные строительной площадки. Эти сведения можно получить в проектной организации (при выполнении реального проекта) или на кафедре оснований и фундаментов. Приводится литологический разрез по скважинам с указанием напластований различных типов грунтов и мощности каждого слоя, обобщенные характеристики грунтов, сведения о наличии грунтовых вод (уровень грунтовых вод, степень их агрессивности).

4. Источники снабжения строительства электроэнергией, теплом и водой. Указывается источник получения электроэнергии (районная трансформаторная подстанция, ЛЭП с установкой трансформаторной

подстанции и др.). Рассматриваются источники теплоснабжения (местная котельная, ТЭЦ, использование электрической энергии для обогрева, использование солнечной энергии для целей отопления и т.д.). Следует также указать источник водоснабжения (заводской или городской водопровод, артезианские скважины и др.).

5. Оценка сейсмичности района строительства и других возможных природных воздействий. Прежде всего указывают расчетную сейсмичность района строительства согласно СП 14.13330.2011 [ ] и перечень мероприятий, необходимых для безопасного строительства. Дается анализ других природных воздействий, учитываемых при разработке проекта; наличие просадочных грунтов, обводненных территорий, подрабатываемых территорий с горными выработками; участков, подверженных оползням, закарстованных зон.

6. Обеспечение местными строительными материалами (прежде всего стеновыми, кровельными, бетоном, раствором), наличие в районе строительства предприятий строительной индустрии (с указанием характера выпускаемой продукции), подъездных железнодорожных путей, автодорог, пристаней и др.

### **3.2. Генеральный план**

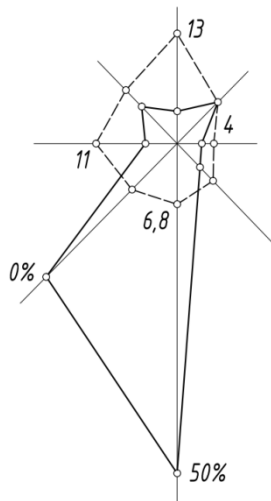
При проектировании генерального плана необходимо соблюдать основные требования, вытекающие из условий оптимизации технологических процессов, транспортных потоков, охраны природы, санитарно-гигиенических показателей и др.

Здания и сооружения на генеральном плане располагают в соответствии с поточностью, принятой для технологического процесса. Грузовые потоки должны проходить кратчайший путь и не пересекаться между собой. Основные и вспомогательные объекты располагают с учетом требований противопожарных норм и охраны природы и труда.

Здания различного назначения размещают с учетом направления господствующих ветров. Не следует допускать того, чтобы дым, отработанные пары, запахи были направлены в сторону жилых районов или зоны отдыха. Влияние ветра необходимо учитывать также при выборе профиля здания, типа и расположения фонарей.

Направление господствующих ветров видно из розы ветров, размещаемой в левом верхнем углу чертежа. Роза ветров (рис. 3.1) — это графическое

изображение повторяемости, а иногда и скорости ветра разного направления. Для ее построения определяют число дней в году, когда дует ветер каждого направления. Это число дней в определенном масштабе откладывают от начала координат по принятым направлениям, а концы отрезков соединяются прямыми линиями. По полученной ломаной линии легко судить о повторяемости ветра в различном направлении.



**Рис. 3.1. Роза ветров**

Чертеж генерального плана совмещают с чертежами горизонтальной планировки и организации рельефа.

Табличные и текстовые материалы, а также фрагменты и узлы располагают на листе, как правило, справа от основного изображения или под ним. В левом верхнем углу листа наносят указатель направления севера в виде стрелки с буквой «С» у острия. Положения здания или сооружения на генеральном плане и на других листах чертежей должны совпадать, за исключением случаев, оговоренных ГОСТ 21.508-93.

На генеральном плане наносят и указывают:

1) проектируемые здания и сооружения; существующие, подлежащие разборке или реконструкции здания и сооружения;

2) дороги железнодорожные автомобильные вместе с транспортными сооружениями (погрузочно-разгрузочные площадки, транспортеры, краны и др.); автомобильные стоянки и площадки (отдыха, детские, хозяйственные, спортивные, складские и т.д.);

3) отмостки зданий, пандусы, крыльца;

4) ограждение территории с воротами и калитками, границу отвода территории, красную линию, застройки;

5) элементы организации рельефа (горизонтали), не прерывая их в пределах зданий и сооружений; проектные и существующие отметки опорных точек планировки, а также наружного края отмоستок по углам здания; проектную отметку чистого пола первого этажа проектируемого здания; направление уклона рельефа и уклоноуказатели по оси дорог;

6) сооружения водоснабжения и канализации (колодцы, водоемы, водонапорные башни, насосные станции);

7) элементы благоустройства и озеленения;

8) строительную координатную сетку и привязку к ней проектируемого здания;

9) маркировку осей здания в двух противоположных углах;

10) ориентацию здания относительно сторон горизонта в левом верхнем углу;

11) экспликацию зданий и сооружений:

12) условные графические изображения и обозначения, не предусмотренные стандартом.

Изображение генерального плана располагают на листе чертежей так, чтобы длинная сторона границы территории располагалась вдоль длинной стороны листа, а оси строительной сетки были параллельны сторонам рамки рабочего поля листа. Верхняя часть листа должна быть северной стороной территории.

Условные графические изображения проектируемых наземных и надземных зданий выполняют сплошной основной линией, подземных — штриховой линией.

На условном графическом изображении проектируемого здания количество этажей от двух до пяти обозначают соответствующим количеством точек, если свыше пяти — цифрами (например: 6 эт.).

Условные графические изображения многосекционных жилых домов на чертежах в масштабе 1:500 и 1:1000 выполняют с разбивкой их на секции, указывая лестничные клетки.



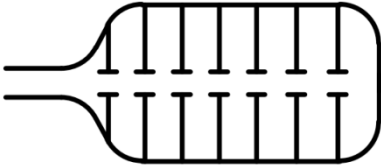
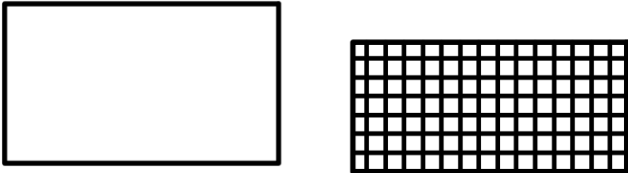
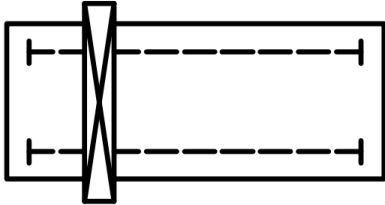
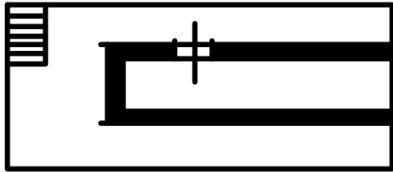
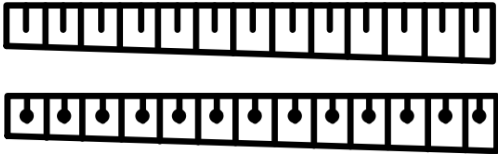


Внутреннюю сторону линии контура условного графического изображения здания совмещают с координационными осями.

Строительную координатную сетку наносят на чертеж в виде квадратов со сторонами 10 см. Начало координат принимают в нижнем левом углу чертежа. Оси сетки маркируют буквенными индексами (горизонтальные — А, вертикальные — Б) и цифровыми (целые числа соответствуют сотням метров).



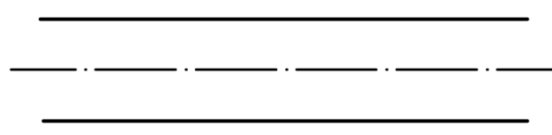
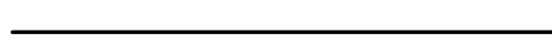
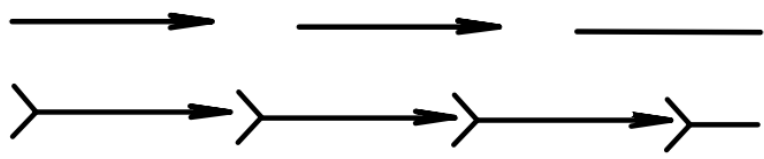
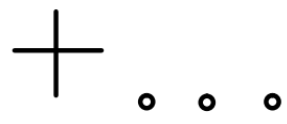

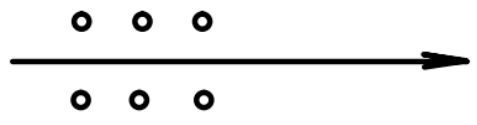
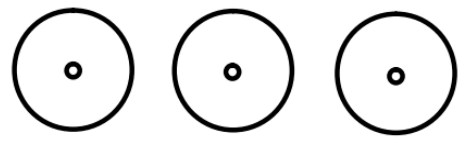

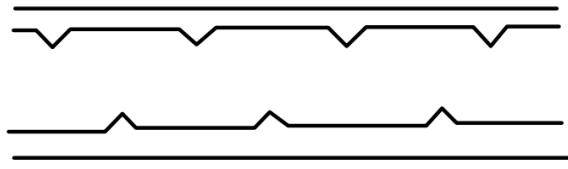

Таблица 3.1

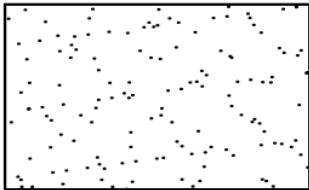
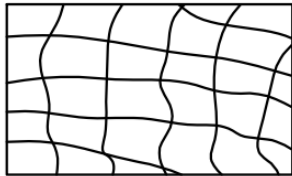
**Условные графические изображения для чертежа генерального плана**

№ п/п	Наименование изображения	Условное графическое изображение
1.	Проектируемое наземное здание с указанием отступки и количества этажей	
2.	Надземное здание со стенами, не доходящими до земли	
3.	Подземное здание	
4.	Здание предусматриваемое к расширению	
5.	Проезд, проход в уровне первого этажа	
6.	Переход (галерея)	

7.	Нависящая часть здания а) без опор  б) на опорах	
8.	Вышка, мачта	
9.	Автостоянка	
10.	Площадка производственная, складская (открытая) а) без покрытия  б) с покрытием	
11.	Площадка с оборудованием	
12.	Высокая платформа	
13.	Откос а) неукрепленный  б) укрепленный	
14.	Стенка подпорная	
15.	Ограждение барьерного типа у откосов и подпорных стенок	



16.	Ограждение территории с воротами	
17.	Лестница	
18.	Автомобильная дорога с бордюром	
19.	Путь железнодорожный	
20.	Лоток а) планировочный и неукрепленный б) железобетонный и укрепленный	
21.	Точка перелома рельефа	
22.	Проектный уклон рельефа	
23.	Уклоноуказатель	
24.	Деревья лиственные	
25.	Деревья хвойные	
26.	Кустарник рядовой посадки	
27.	Кустарник групповой посадки	

28.	Газон	
29.	Цветник	

Контуры проектируемых зданий на генпланах наносят по осевым размерам, принятым в строительных чертежах. На контуре наносят в масштабе проемы ворот с их осями и координаты осей, а также проемы дверей. Номер здания или сооружения проставляют в правом нижнем углу его контура. Пример чертежа генерального плана здания приведен на рис. 3.2

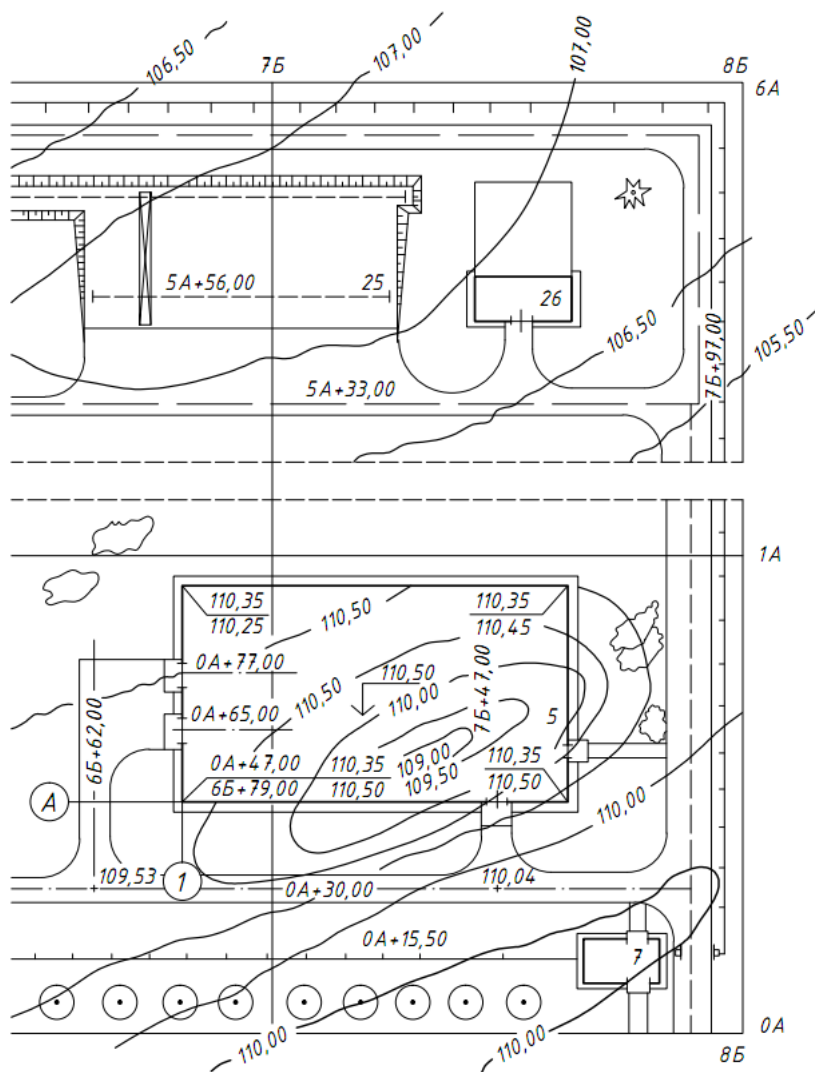


Рис. 3.2. Пример чертежа генерального плана

Вертикальная планировка в дипломном проекте решается, как правило, с использованием отдельных характерных точек рельефа по углам зданий и у входов. Следует также решить высотные отметки наиболее характерных точек проезжих частей дорог.

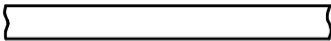

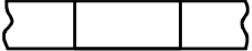


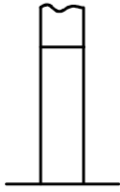
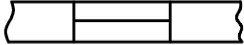

Водоотвод решают таким образом, чтобы атмосферная влага удалялась от зданий на газоны или проезжую часть дорог.

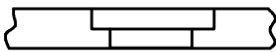

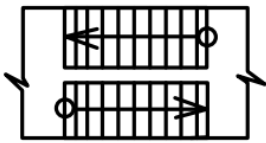


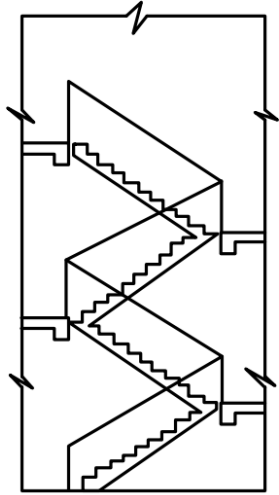
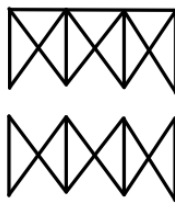
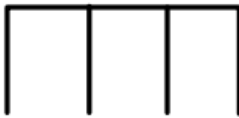
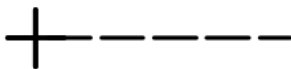

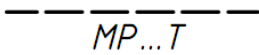
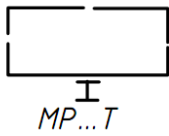
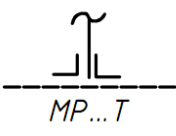
Минимальный уклон площадок, тротуаров и дорог принимают 10 %, максимальный 30 %, за исключением участков с особо сложным рельефом.

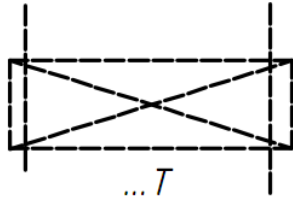
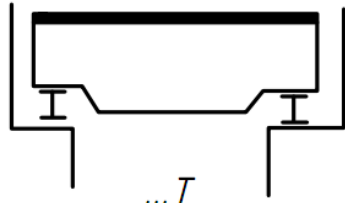
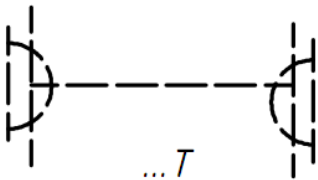
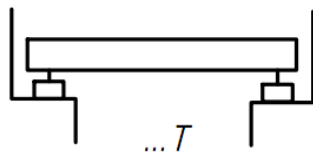
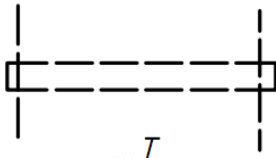
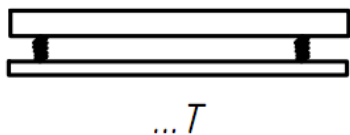
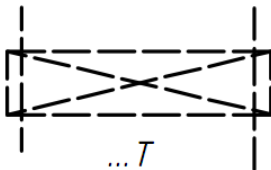
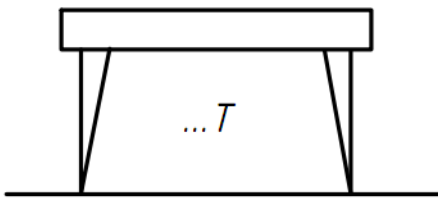
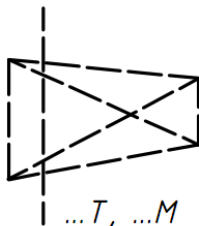
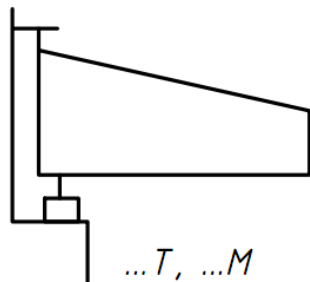
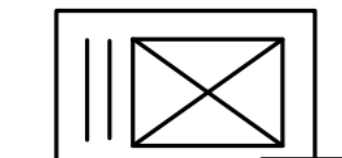
Противопожарные и санитарные разрывы между зданиями сооружениями принимают согласно СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.» [1].





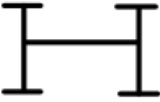
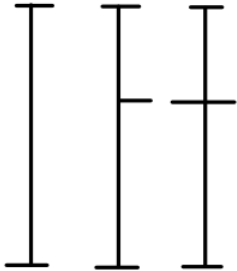

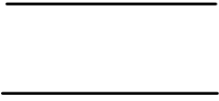


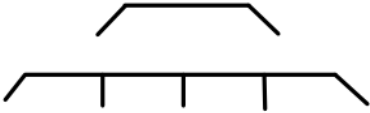

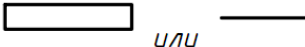
Таблица 3.3

**Условные обозначения элементов зданий, сооружений и конструкций**

Наименование	План	Разрез
Элементы зданий и сооружений		
Стена, перегородка		
Проем без четвертей в стене или перегородке а) не доходящий до пола б) доходящий до пола	 	 
Проем оконный без четвертей		

То же, с четвертями		
<p>Лестницы</p> <p>а) верхний марш</p> <p>б) промежуточный марш</p> <p>в) нижний марш</p>	  	
Кабины душевые		
Кабины уборных в масштабе до 1:200		
Путь подкрановый (с концевым упором)		
Монорельс, монорельс с талью и т.п.		 

Кран мостовой		
То же, однобалочный		
Кран подвесной однобалочный		
Кран козловый		
Кран консольный		
Подъемник (лифт)		
Элементы конструкций		

Фундамент ленточный сборный		
Колонна железобетонная: сплошного сечения  двухветневая	 	
Колонна металлическая:  сплошная  двухветневая	 	
Балка, прогон, распорка независимо от материала и сечения		
Ферма		
Плита, панель ребристые		
То же, плоские (сплошные, многопустотные, составные)		

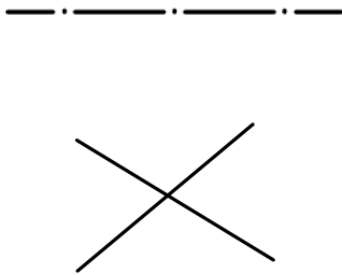
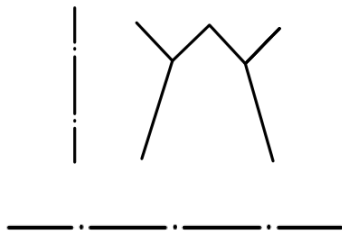

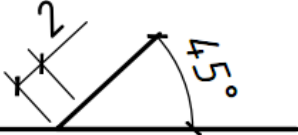

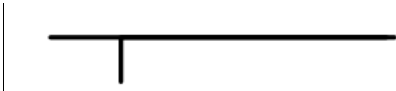
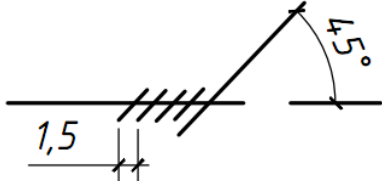
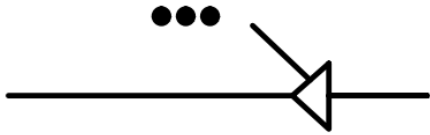
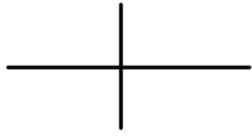
<p>Сетчатая металлическая решетчатая</p> <p>а) вертикальная</p> <p>б) горизонтальная</p>		
--	---	---

Таблица 3.3 а

Арматурные изделия	
Стержень арматурный, арматурная проволока, арматурная прядь, канат	
<p>Конец стержня совмещенном изображении стержней разной длины</p> <p>а) без крюка и лапки</p> <p>б) с крюком</p> <p>в) с лапкой</p>	  
Конец стержня с резьбой	
Анкер на натягаемом стержне пряди, канате	
<p>Пресечение стержней</p> <p>а) без перевязки или сварки</p> <p>б) при наличии перевязки</p>	

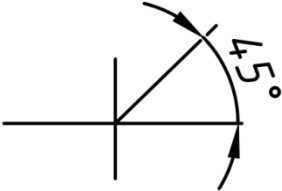


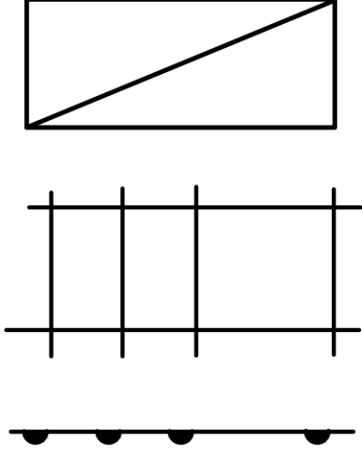
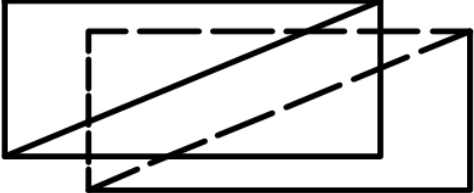
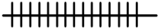
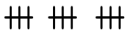


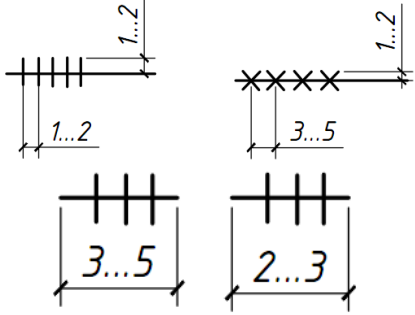
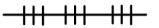
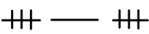


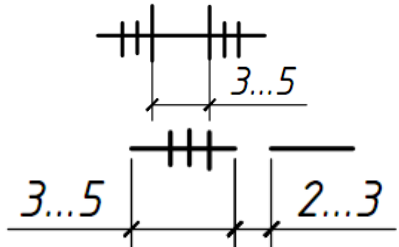

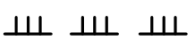


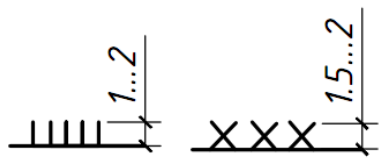




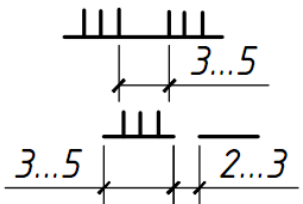
	
Пучок, канат, арматурная прядь в канале	
Пучок, канат, арматурная прядь в каналообразователе	
<p>Арматурный каркас или сетка</p> <p>а) условно</p> <p>б) упрощенно</p>	
Арматурный каркас или сетка в совмещенном изображении	



Таблица 3.3 б

Наименование	Швы сварных соединений		
	заводской	монтажный	размеры, мм
Шов сварного соединения стыкового-сплошной  а) с видимой стороны  б) с невидимой стороны	 	 	
То же, прерывистый  а) с видимой стороны  б) с невидимой стороны	 	 	
Шов сварного соединения углового, таврового или внахлестку сплошной  а) с видимой стороны  б) с невидимой стороны	 	 	
То же, прерывистый  а) с видимой стороны  б) с невидимой стороны	 	 	


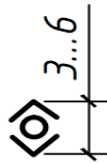
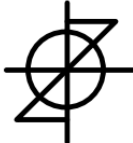
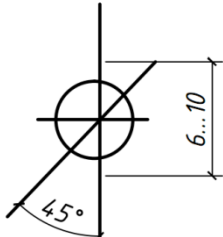

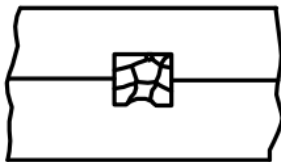
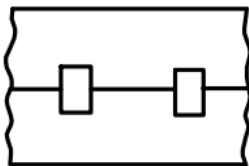
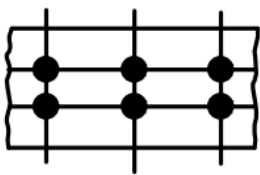
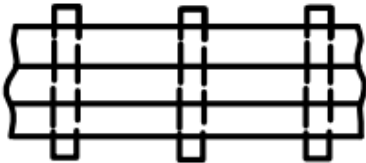
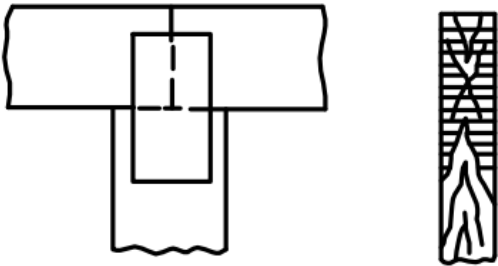
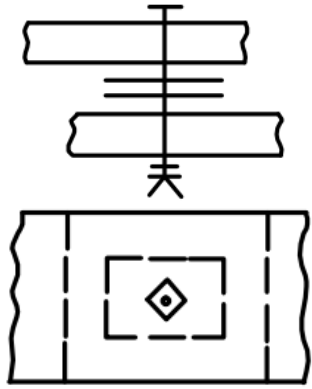
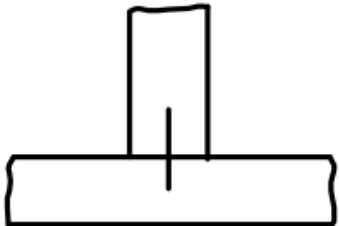
Шов сварного соединения внахлестку контактный, точечный			
Шов сварного соединения электрозаклепочны й внахлестку (с круглы отверстием)			

Таблица 3.3 в

Элементы деревянных изделий	
Наименование	Изображение
Стык элементов на схематических чертежах в масштабе 1:100 и мельче	
Соединение на шпонках деревянных	
Соединение на нагелях а) пластичных в) круглых	  

Соединение на коннекторах	
Соединение на шайбах	
Соединение на скобах	

### 3.3. Варианты архитектурно-планировочных и конструктивных решений проектируемого здания или сооружения

Варианты архитектурно-планировочных и конструктивных решений разрабатывают согласно задания на проектирование. Их цель—выбор оптимального решения. Для этого целесообразно воспользоваться расчетами на ЭВМ. На этой стадии производится также выбор строительных материалов и конструкций. Окончательное решение, подтвержденное технико-экономическими обоснованиями утверждается основным руководителем проекта и разрабатывается наиболее подробно.

В пояснительной записке к ВКР в разделе «Архитектура» обосновывается выбор конструктивной системы и схемы здания (особенности объемно-планировочного решения, техническая или экономическая целесообразность и т.п.), а также выбор основного материала несущих конструкций

(железобетонные, металлические, деревянные, комбинированные). При этом ссылаются на источники, подтверждающие обоснованный выбор.

Описываются способы обеспечения пространственной жесткости и геометрической неизменяемости несущего остова (наличие связей диафрагм жесткости, диском перекрытий со сборно-монолитными шпонками и др.). Далее приводится характеристика основных несущих и ограждающих конструкций (отдельно для нулевого цикла и надземной части здания) в табличной форме.

### **3.4. Изображение планов и разрезов проектируемого объекта строительства**

Планы зданий, как правило, располагают длинной сторон вдоль горизонтальной стороны листа в положении, принятом на генеральном плане, или с поворотом по отношению к этому положению. При выполнении плана этажа положение мнимой горизонтальной плоскости разреза принимают, как правило, на уровне  $1/3$  высоты изображаемого этажа или 1 м над изображаемым уровнем. В случаях, когда оконные проемы расположены выше мнимой горизонтальной плоскости разреза, по периметру плана следует располагать сечения соответствующих стен на уровне оконных проемов.

Планы располагают на листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо. Если планы этажей многоэтажного здания имеют небольшие отличия друг от друга, то полностью выполняют план одного из этажей, например, план второго этажа; для других этажей выполняют только те части плана, которые необходимы для показа отличия от плана, изображенного полностью.

В названиях планов здания указывают или отметку чистого пола этажа, или номер этажа, или обозначение, соотношение секущей плоскости.

На планах этажей наносят и указывают:

- 1) координационные оси здания, расстояния между ними и крайними осями, оси у деформационных швов;
- 2) отметки полов, расположенных на разных уровнях;
- 3) направление и величину уклона полов;
- 4) толщины стен и перегородок и их привязки;

5) все (независимо от размера) проемы, отверстия, ниши с необходимыми размерами и привязками; для проемов с четвертями размеры показывают на наименьшей величине приема, размеры проемов в перегородках не показывают;

6) заполнения дверных и оконных проемов;

7) условные изображения подъемно-транспортного оборудования и привязку осей крановых путей к координационным осям здания;

8) наименование помещений или технологических участков с указанием размещаемых в них производств (для производственных зданий) по взрывной, взрыво-пожарной и пожарной опасности (категории производства);

9) площади помещений приводят в нижнем правом углу плана и подчеркивают сплошной толстой линией;

10) марки элементов зданий, например, лестниц;

11) ссылки на фрагменты и узлы.

Конструкции(площадки, антресоли), расположенные выше указанной секущей плоскости, изображают схематично штрихпунктирной линией с двумя точками.

Координационные оси здания наносят на изображение тонкими штрихпунктирными линиями с длинными штрихами и обозначают арабскими цифрами или прописными буквами русского алфавита(за исключением букв З, Й, О, Х, Ы, Ъ) в кружках диаметром 6...12 мм. Пропуски в цифровых и буквенных обозначениях не допускаются. Размер шрифта для обозначения координационных осей должен быть больше размера цифр размерных чисел, применяемых на том же чертеже в 1,5....2 раза. Если для обозначения координационных осей не хватает букв алфавита, последующие оси обозначают двумя буквами, например, АА, ББ.

Цифрами обозначают координационные оси по стороне здания или сооружения с большим количеством координационных осей.

Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх. Обозначения координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания или сооружения.

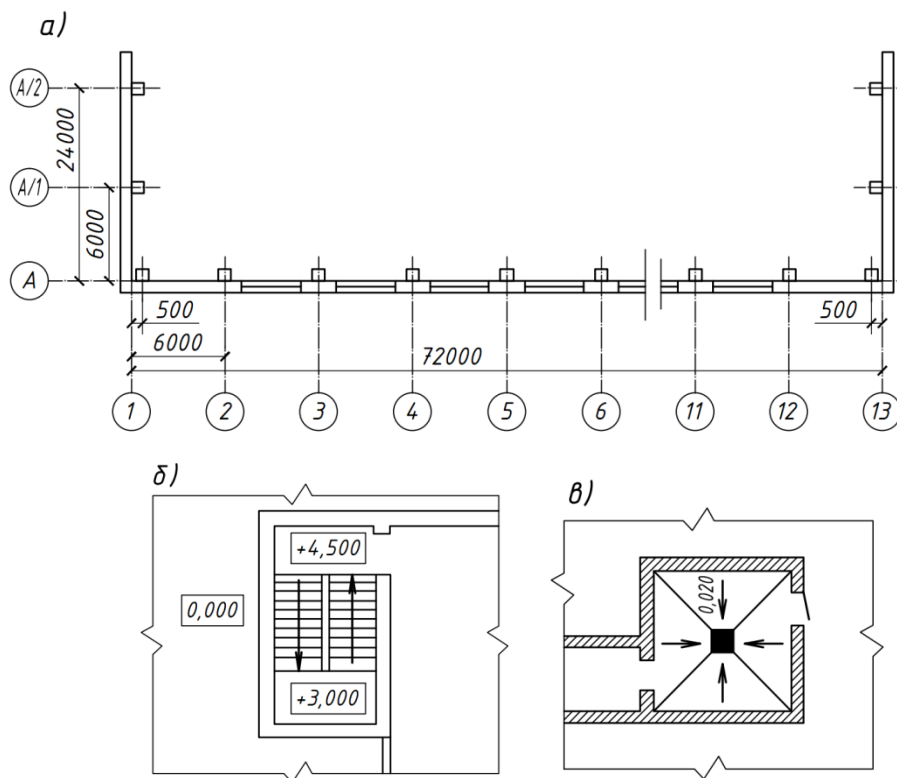
Для отдельных элементов несущего остова допускается применять дополнительные оси, которые обозначают дробью: в числителе приводят номер предшествующий координационной оси, в знаменателе – порядковый номер дополнительной оси на участке между смежными координационными осями (рис. 3.3, а).

При наличии в изображении одинаковых элементов, расположенных на равных расстояниях друг от друга (например, осей колонн), размеры между такими элементами проставляют только начале и в конце ряда (рис. 3.3, а). Расстояние первой размерной линии от выступающего элемента плана следует принимать 14 мм.

Отметки полов на планах наносят или в прямоугольнике, или на полке линии-выноски. В этих случаях отметки указывают со знаком «+» или «—» при отметках соответственно выше или ниже нулевой (рис. 3.3, б). Линии-выноски должны быть без стрелок.

Направление уклона пола на планах указывают стрелкой, над которой в виде десятичной дроби с точностью до третьего знака ставят величину уклону (рис. 3.3, в).

Наименование помещений приводят или непосредственно на чертеже плана, или в табличной форме (табл. 3.4).



**Рис. 3.3. Примеры указания размеров (а), отметок полов (б) и уколов (в) на планах зданий**

*Таблица 3.4.*

**Экспликации помещений**

Номер по плану	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Категория производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности*

\*Для жилых и общественных зданий графу «Категория производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности» исключают.





Категории производства указывают под наименованиями помещений в прямоугольнике размером 5х8 мм или в таблице «Экспликация помещений» (табл. 3.4). Номера помещений на планах проставляют в кружках диаметром 7...8 мм или в овалах.

Фрагменты на планах зданий отмечают фигурной скобкой или на полке линии-выноски. Если фрагмент помещен на другом листе раздела, то под фигурной скобкой или на полке линии-выноски дают ссылку на этот лист, например, «Фрагмент 3. Лист 2».

Пример выполнения плана производственного здания приведен на рис 3.4. Разрезы выполняют так, чтобы в изображение попали проемы окон, ворот и дверей. На изображении разреза схематически тонкой штриховой линией показывают тоннели и фундаменты здания (в учебных целях). Пол на грунте изображают одной сплошной толстой линией, пол на перекрытии и кровлю — одной сплошной тонкой линией независимо от числа слоев в их конструкции. Расположение разрезов на листах принимают в последовательности их нумерации слева направо или сверху вниз. В названиях разрезов показывают обозначение соответствующей секущей плоскости, например, «Разрез 1— 1».

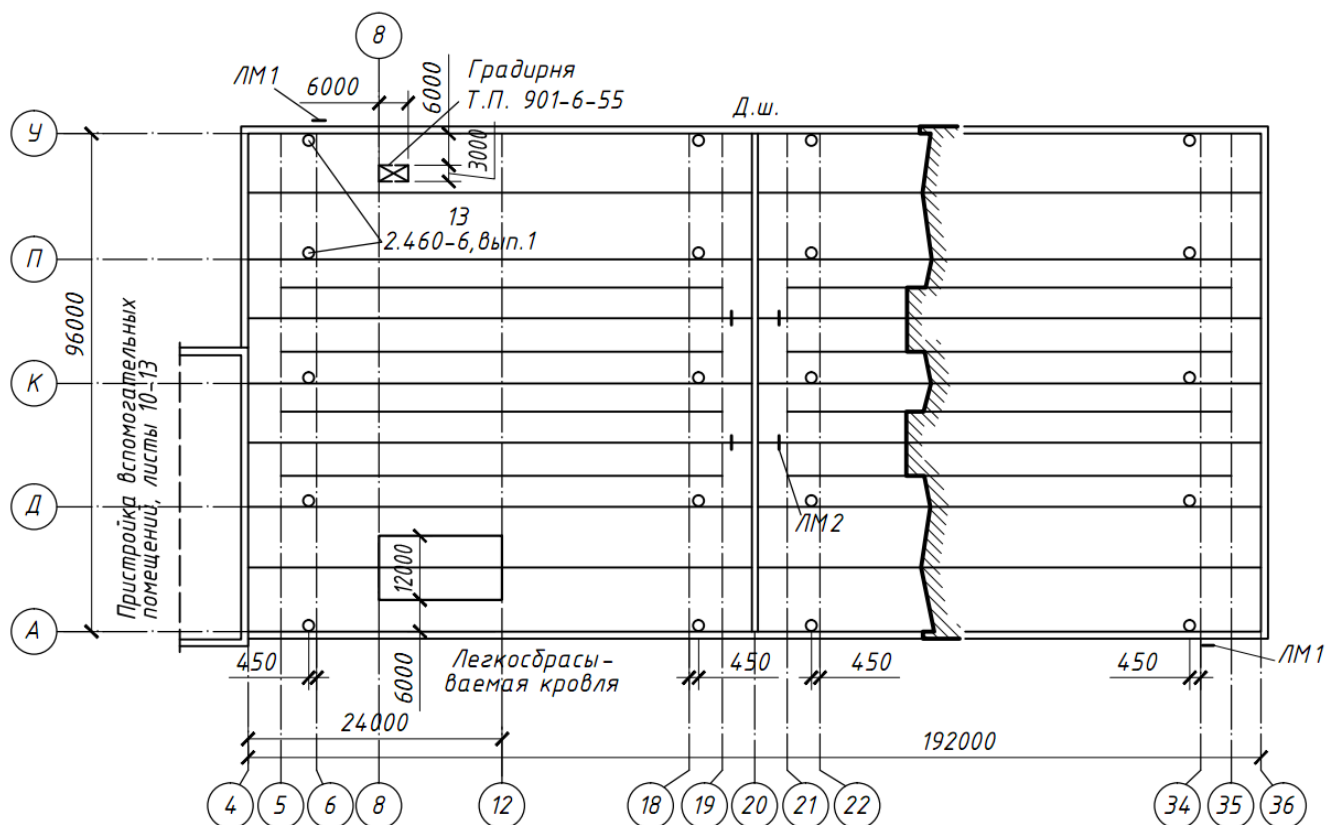
Отметки уровней от отсчетного уровня (условной «нулевой» отметки) помещают на выносных линиях или линиях контура и обозначают стрелкой с полочкой (рис. 3.5, 3.6), при этом стрелку выполняют основными линиями длиной 2...4 мм, проведенными под углом 45° к выносной линии (линии контура). Нулевую отметку и отметку выше «нулевой» указывают без знака, ниже «нулевой» — со знаком « — » (например: 3, 600).

Выносные надписи к многослойным конструкциям следует наносить в последовательности сверху вниз или справа налево.

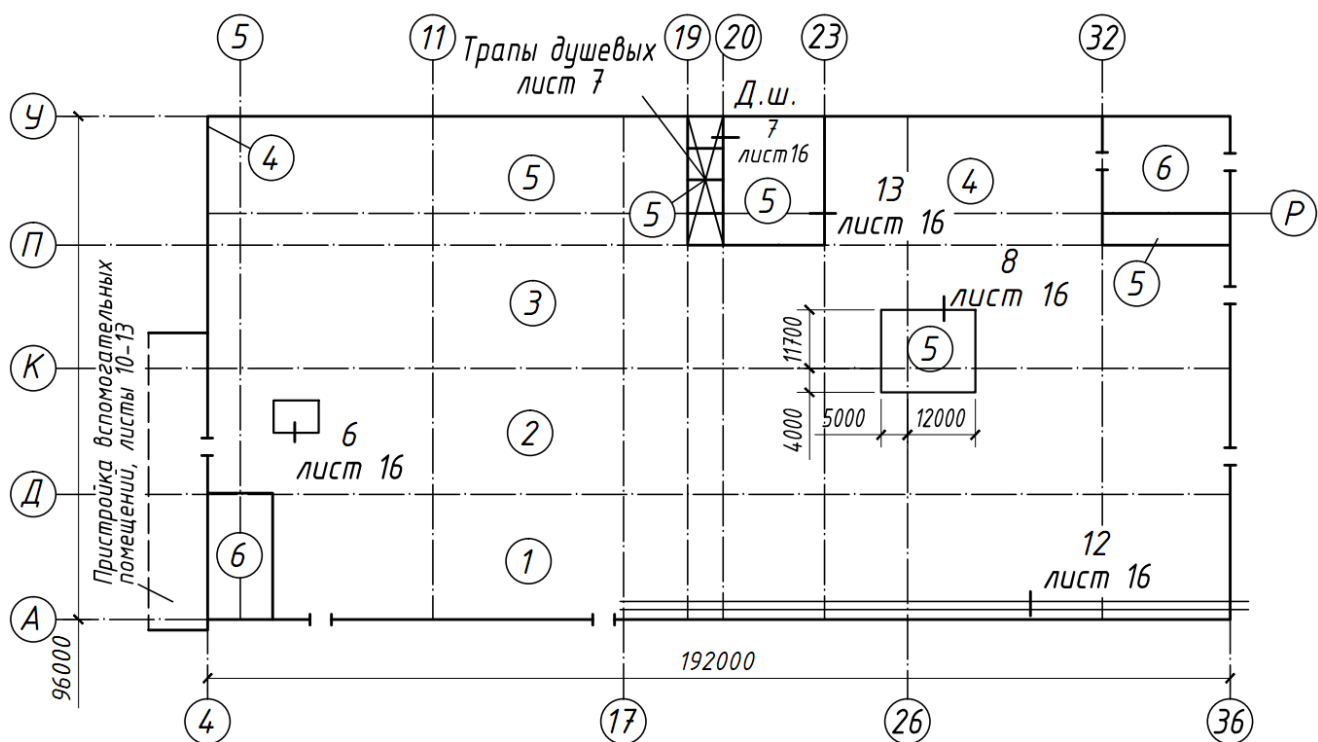
На разрезах наносят и указывают:

- 1) координационные оси здания и расстояния между ними и крайними осями;
- 2) отметки уровня земли, чистого пола этажей и площадок;
- 3) отметки верха и низа оконных проемов, верха парапета или карниза, головок рельсовых путей кранов и т.д.;
- 4) толщину стен и их привязку к координационным осям здания;
- 5) состав покрытия.





**Рис. 3.7. Пример выполнения плана кровли**



**Рис. 3.8. Пример выполнения плана полов**

### **3.5. Планы кровли и полов**

На плане кровли (крыши) наносят:

- 1) крайние координационные оси с указанием расстояния между ними, оси деформационных швов, в местах уступов в плане и перепадов высот, у водосточных воронок и торцов фонарей;
- 2) размеры участков с различной конструкцией и материалом кровли (крыши), например, с легкосбрасываемой кровлей;
- 3) марки пожарных лестниц, элементов металлических ограждений кровли и других элементов;
- 4) схематический поперечный профиль кровли крыши с указанием направления и величины уклонов покрытия;
- 5) обозначения местных уклонов;
- 6) выходы на покрытие;
- 7) покрытие и благоустройство эксплуатируемых крыш.

Пример выполнения плана кровли приведен на рис. 3.7.

**На планах полов наносят и изображают:**

- 1) координационные оси здания (крайние, у деформационных швов и у границ участков с полами разного типа), расстояния между крайними осями;
- 2) стены здания и перегородки (кроме сборно-разборных, устанавливаемых на покрытие пола);
- 3) проемы ворот;
- 4) железнодорожные и технологические напольные рельсовые пути;
- 5) границы участков с полами различной конструкции;
- 6) привязку к координационным осям границ участков с полами разного типа, не ограниченных стенами, перегородками или координационными осями;
- 7) типы полов.

Обозначения типов полов проставляют в кружке диаметром 5 мм.

Пример выполнения плана полов приведен на рис. 3.8.

На листках с изображением планов полов помещают экспликацию полов по форме, приведенной в табл. 3.5.

Таблица 3.5.

Наименование или помещения по проекту	Тип пола по проекту	Схема пола или номер узла по серии	Элементы пола и их толщина	Площадь пола, м <sup>2</sup>

### 3.6. Фасады, наружная и внутренняя отделка

**В наименовании фасада** указывают крайние координационные оси изображенного на чертеже участка (например: фасад 1—31).

На фасадах наносят и указывают:

1) координационные оси здания, проходящие в характерных местах фасадов (например, крайние, у деформационных швов, в местах уступов в плане и перепада, высот);

2) отметки уровня земли, входных площадок, верха стен верха и низа проемов и расположенных на разных уровнях элемент фасадов (например, козырьков, выносных тамбуров). Допускает отметки низа и верха проемов указывать на разрезах;

3) типы заполнения оконных проемов, если они не входят в состав элементов сборных конструкций стен;

4) вид отделки отдельных участков сте отличающихся от остальных (преобладающих);

5) наружные пожарные и эвакуационные лестницы, примыкание галерей;

6) ссылки на фрагменты и узлы.

Пример изображения фасада приведен на рис. 3.9.

**Наружная отделка** описывается в табличной форме, в которой указывают характер отделки поверхностей стен, панелей, элементе конструкций (табл. 3.6).

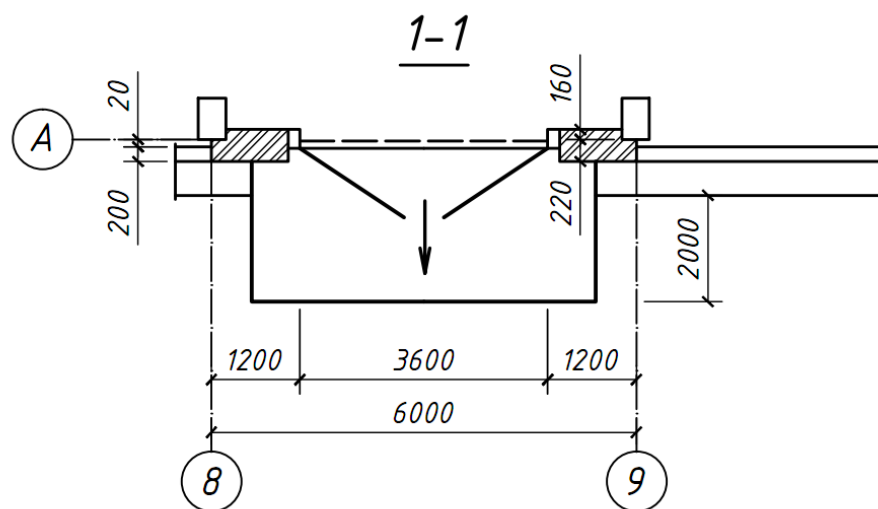
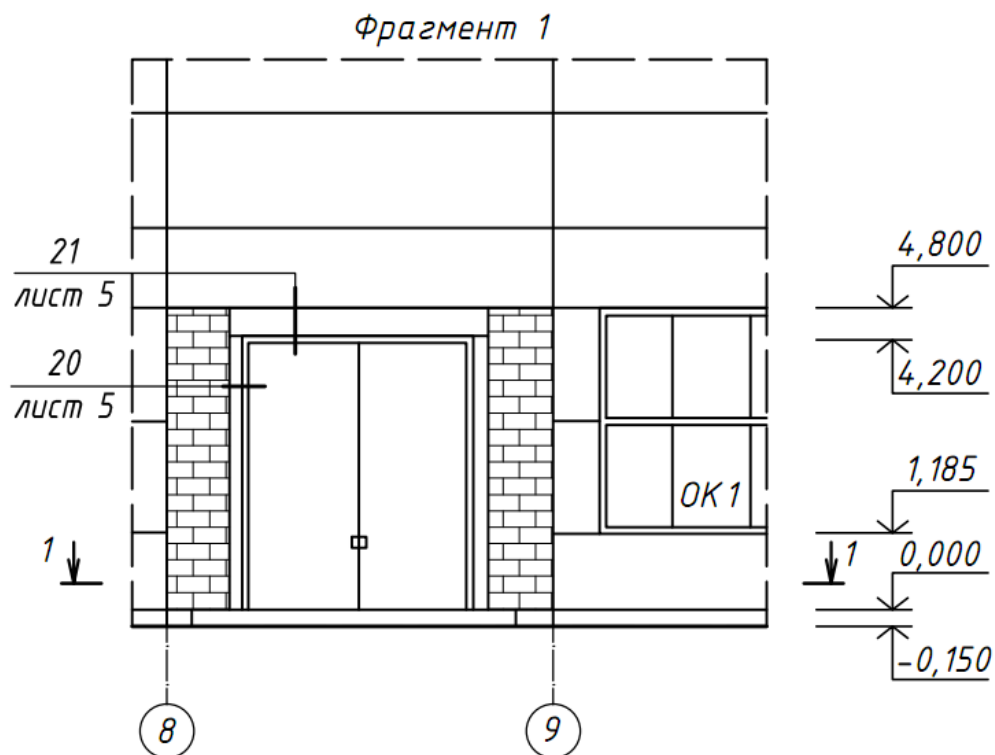
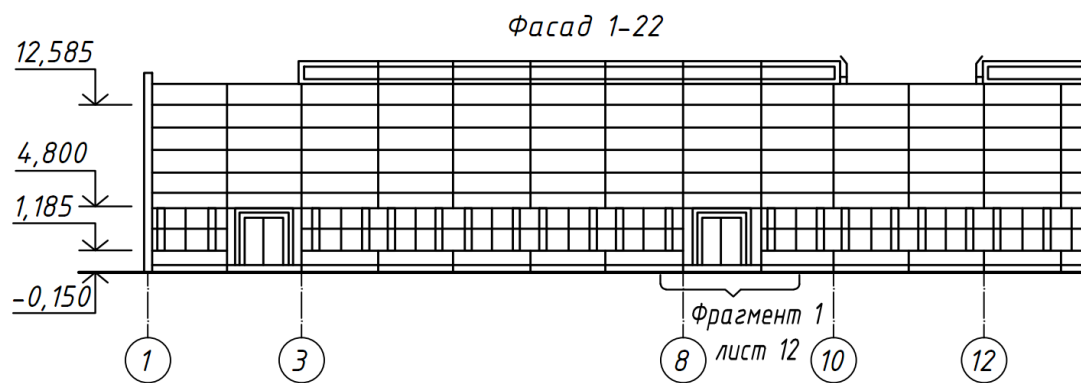


Рис. 3.9. Примет изображения фасада

Таблица 3.6

Наименование	Вид отделки
Цокольные панели	Облицовка керамическими плитками типа «кабанчик» ГОСТ..., цвет...
Стеновые панели	Облицовка мелкоформатными керамическими плитками типа ГОСТ..., цвет...

Внутренняя отделка описывается в пояснительной записке в табличной форме. Ведомость отделки помещений в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Наименование или номер помещения	Потолок		Стены или перегородки		Низ стен или перегородок		Примечание
	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки	

### 3.7. Инженерное оборудование

В пояснительной записке необходимо привести сведения о водоснабжении, канализации, отоплении, вентиляции, электроснабжении и т.д. Приведем пример:

- 1) водопровод—хозяйственно-питьевой и противопожарный от городской сети;
- 2) канализация—хозяйственно-фекальная, с выпуском в городскую сеть;
- 3) отопление—центральное от городской ТЭЦ, с параметрами теплоносителя 130... 70°С ;
- 4) горячее водоснабжение—от городской ТЭЦ;
- 5) электроснабжение — от внешней трансформаторной подстанции напряжением 380/220 В;
- 6) слаботочные устройства — радио, телефон, телевидение, часофикация и т.д.

При необходимости указываются также мероприятия по ограничению шума, вибрации, по кондиционированию и герметизации помещений и т.д.

### **3.8. Противопожарные мероприятия**

Необходимо указать степень огнестойкости здания, характеристику участков по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности. Перечисляются категории огнестойкости и предел распространения огня для основных несущих и ограждающих конструкций согласно СТ СЭВ 383—76 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений»; приложений к нему и СНиП 2.01.02—85.

Описываются основные противопожарные мероприятия по защите здания от огня и дыма, по защите от огня основных строительных конструкций и повышению их предела огнестойкости.

Подробно характеризуются планы эвакуации людей из помещений с их характеристикой, длиной пути эвакуации, количеством выходов, с указанием максимальной удаленности рабочих мест или помещений от эвакуационных выходов.

Для многоэтажных зданий подробно описываются конструктивно-планировочные решения лестничных клеток, принятые типы в соответствии со СНиПом (задымляемые, незадымляемые). выходы на покрытия, возможность переходов в смежные секции жилых домов, наличие дополнительных пожарных лестниц и люков и т.д.

### **3.9. Техничко-экономические показатели архитектурно-строительных решений**

По принятому объемно-планировочному решению подсчитывают технико-экономические показатели по генеральному плану и проектируемому зданию.

Техничко-экономические показатели по генеральному плану:

Площадь участка в границах отвода, га

Площадь застройки, га

Площадь озеленения, га

Площадь дорог и площадок с твердым покрытием, га

Плотность застройки, %

Техничко-экономические показатели по проектируемому зданию:



Общая плотность, м<sup>2</sup>

Площадь застройки, м<sup>2</sup>

Жилая площадь, м<sup>2</sup>

Площадь летних помещений, м<sup>2</sup>

Приведенная общая площадь по дому в целом, м<sup>2</sup>

Рабочая площадь, м<sup>2</sup>

Строительный объем надземной части, м<sup>3</sup>

Строительный объем подземной части, м<sup>3</sup>

Строительный объем здания в целом, м<sup>3</sup>

Расчет технико-экономических показателей по генеральному плану здания производят в сравнении и рекомендациями СНиП.

## 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 4.1. Виды строительных конструкций и предъявляемые к ним требования

Строительные конструкции зданий и сооружений выполняют несущие и ограждающие функции, а некоторые их виды выполняют одновременно обе функции

В зависимости от того, на какие нагрузки рассчитаны строительные конструкции, они подразделяются на:

- **несущие**, воспринимающие собственный вес, давление ветра, вес покрытий и перекрытий со всеми действующими на них нагрузками, вес кранов и т.д.;

- **самонесущие**, воспринимающие нагрузку только от собственного веса; если речь идет о стенах, то еще и от веса стен вышележащих этажей, а также ветровую нагрузку;

- **не несущие** (в том числе навесные), воспринимающие только нагрузку от собственного веса и ветра в пределах одного этажа высотой до 6м (стены); при большей высоте этажа стены относят к самонесущим.

В зданиях с самонесущими и не несущими наружными стенами основные нагрузки передаются на каркас или поперечные конструкции зданий.

Строительные конструкции отличаются от архитектурных частей здания тем, что размеры их сечений определяются расчетом. Они изготавливаются из различных материалов в зависимости от предъявляемых к ним требований, местных условий строительства, экономических и других соображений. Основным видом строительных конструкций считаются железобетонные, которые являются основой современного капитального строительства. Широко используются также металлические конструкции, особенно стальные. Применяются строительные конструкции из алюминиевых сплавов, дерева и пластмасс. Большое количество объектов, особенно жилых и общественных зданий, возводится из каменных и армокаменных конструкций.

В отапливаемых зданиях для повышения теплотехнических свойств ограждающих конструкций применяют природные пористые камни (известняк-ракушечник, пемзу, туф и др.), искусственные – кирпич и керамические блоки, панели и блоки из легких бетонов, двух- и трехслойные конструкции, в которых один из слоев, выполняющих теплозащитные функции, изготавливается из легкого бетона, минераловатных плит, полистирола и других эффективных утеплителей.

Для правильного выбора материала строительных конструкций необходимо учитывать их основные свойства.

**Вес.** При прочих равных условиях предпочтение следует отдавать наиболее легким конструкциям. Это уменьшает транспортные расходы и облегчает монтаж, а кроме того снижает нагрузки как на данную конструкцию, так и на все нижележащие подпирающие. Как видно из табл. 4.1. по этому показателю наиболее выгодными являются металлические конструкции, а наименее выгодными – каменные.

*Таблица 4.1.*

**Сравнительный вес несущих строительных конструкций из различных материалов**

Маркер силового воздействия	Сталь	Алюминиевые сплавы	Дерево	Железобетон	Камень
Сжатие	1	-	1...1,5	3,7	15...25
Изгиб	1	0,3...0,5	1...1,5	2,6	-

**Огнестойкость.** Наиболее огнестойкими являются железобетонные, бетонные и каменные конструкции. Достаточно огнестойкие деревянные конструкции, но они возгораемы. Металлические конструкции неогнестойки.

**Долговечность.** Железобетонные, бетонные и каменные конструкции в неагрессивных средах отличаются наибольшей долговечностью. При надлежащем уходе металлические конструкции также могут быть долговечными. Деревянные конструкции наименее долговечны, они требуют защиты от увлажнения и гниения.

**Эксплуатационные расходы.** Строительные конструкции из железобетона, бетона, камня, алюминия, пластмасс практически не нуждаются в таких расходах. Деревянные конструкции требуют расходов для

борьбы с гниением и расстройством стыковых соединений, стальные конструкции – с коррозией.

Наибольшее применение в современном строительстве получили сборные железобетонные конструкции, значительному росту производства которых способствовало создание развитой сети предприятий, возможность широкого использования местных дешевых материалов (песка и щебня) и экономии дефицитной стали. Наряду со сборными используют монолитные железобетонные конструкции, бетонированные на месте строительства. Все большее применение находят металлические конструкции, в особенности легкие заводского изготовления, а так же клееные деревянные конструкции.

Строительные конструкции должны удовлетворять различным требованиям: эксплуатационным, техническим, экономическим, производственным, эстетическим и др.

Эксплуатационные и технические требования заключаются в том, что строительные конструкции должны быть удобны в эксплуатации зданий (сооружений) и иметь достаточную прочность, устойчивость, выносливость, жесткость, трещиностойкость, обеспечивая долговечность зданий и сооружений. Одним из основных требований является их экономичность.

Экономичность конструкции зависит от расхода и стоимости материалов, стоимости изготовления, транспортирования, монтажа и величины эксплуатационных расходов. Поэтому при выборе конструкции необходимо учитывать трудоемкость ее изготовления и монтажа, сокращение сроков строительства зданий (сооружений). Экономичность зависит так же от типа конструкции (например, плоскостной – арки, фермы или пространственной – оболочки, складки), конструктивной схемы здания, соотношения основных размеров (например, отношение высоты фермы или балки к пролету или стрелы подъема арки или оболочки к пролету и т.п.).

При выборе конструктивного решения особое внимание следует уделять применению индустриальных типовых изделий массового производства. Применение унифицированных типовых изделий позволяет максимально механизировать и автоматизировать процесс их изготовления, что значительно удешевляет конструкции, упрощает и ускоряет процесс их монтажа на строительной площадке. Снижение расхода материалов и массы конструкции достигается так же выбором наиболее рациональной в статическом отношении схемы и установление расчетным путем или по

конструктивным соображениям минимально допустимых размеров поперечных сечений элементов конструкций.

Технико-экономическое обоснование выбора типа строительных конструкций представляет собой важнейший этап при проектировании зданий и сооружений.

Важным показателем строительных конструкций является индустриальность, возможность максимально механизировать и автоматизировать процесс заводского изготовления конструкций или их частей и монтажа на стройплощадке. Наиболее индустриальны металлические и сборные железобетонные конструкции. К индустриальным относятся так же деревянные конструкции заводского изготовления и крупноблочные каменные конструкции.

Выбор материала для строительных конструкций производится на основе требований, предъявляемых к сооружению с учетом условий их эксплуатации, долговечности, огнестойкости и др. Если этим условиям отвечают строительные конструкции из различных материалов, то выбор производится из соображений технико-экономической целесообразности в конкретных условиях строительства.

**Сборные железобетонные конструкции** в современном строительстве имеют наибольшее распространение. Основными преимуществами их является высокая индустриальность и возможность широкого применения дешевых местных строительных материалов.

В сборных железобетонных конструкциях следует преимущественно применять высокопрочные материалы (бетон и арматуру). По возможности необходимо отдавать предпочтение предварительно напряженным конструкциям, а так же изделиям из легких бетонов на пористых заполнителях и ячеистым бетонам.

**Монолитные железобетонные конструкции** по сравнению со сборными имеют ряд положительных качеств – отсутствие стыков, неразрезность конструкции, более высокая жесткость и монолитность, что снижает расход материалов, увеличивает сейсмостойкость. Однако их применение экономически выгодно, как правило, в следующих случаях: когда возможно использование многократно оборачиваемой, переставной или скользящей опалубки; при строительстве объектов, в которых применение унифицированных сборных элементов невозможно; когда

бетонирование конструкций на месте строительства не снижает темпов возведения объекта и не препятствует одновременному производству других работ; в южных и сейсмических районах.

В последние годы монолитные железобетонные конструкции получают все большее развитие, их успешно применяют при строительстве жилых и общественных зданий, а также элеваторов, возводимых со скользящей (или переставной) опалубке, в гидротехническом и морском строительстве и др. Иногда целесообразно применять сборно-монолитные железобетонные конструкции, практически не требующие опалубки (ее роль играют сборные части конструкции) и отличающиеся простотой и малой металлоемкостью стыков.

**Стальные конструкции** благодаря высоким механическим характеристикам стали и показателями надежности, связанной с однородностью структуры материала, применяют в ответственных сооружениях, при больших пролетах и высотах зданий и сооружений, при повышенных нагрузках. Стальные конструкции рекомендуется применять лишь в тех случаях, когда это экономически выгоднее, чем железобетонные.

В последние годы наблюдается расширение объемов применения стальных строительных конструкций, особенно облегченных решетчатых, профилированных и др. Увеличивается также выпуск строительных конструкций из алюминиевых сплавов, которые не нашли пока широкого применения, однако благодаря особым свойствам (стойкость против коррозии, сохранение механических свойств при отрицательных температурах, малая масса, хороший внешний вид) их использование целесообразно в труднодоступных районах Севера, в зданиях с повышенными эстетическими требованиями, в многослойных облегченных ограждающих конструкциях и др.

**Деревянные несущие и ограждающие конструкции,** преимущественно клееные, применяют в зданиях и сооружениях, возводимых в районах, лесной фонд которых имеет эксплуатационное значение, а также в районах расположения производственных баз по изготовлению таких конструкций. В других районах такие конструкции используют в зданиях с агрессивной средой по отношению к железобетонным или стальным конструкциям, в сборно-разборных конструкциях различного назначения при заводском изготовлении. Деревянные конструкции, как правило, рекомендуются для возведения одно-

и двухэтажных жилых и общественных зданий, сельскохозяйственных помещений и складов минеральных удобрений, для опор линий электропередачи напряжением до 35 кВ (в отдельных случаях до 220 кВ), линий связи и др.

**Каменные и армокаменные конструкции** целесообразно применять в районах добычи естественного пильного камня (туф, пемза, известняк-ракушечник), в особенности в Закавказье, Молдове, на юге Украины и в других районах. Для каменных конструкций широко используют искусственные материалы – кирпич, керамические блоки. Каменные конструкции в основном применяют в качестве стеновых ограждений, подпорных стен, столбов и др.

При выборе конструктивных решений и материалов для строительных конструкций необходимо стремиться к получению наибольшего технико-экономического эффекта. Многообразие объектов, строящихся в различных районах, отличающихся природно-климатическими условиями, видами местных строительных материалов, уровнем развития строительной индустрии, обуславливает возможность и целесообразность изготовления строительных конструкций из различных материалов.

#### **4.2. Области рационального применения строительных конструкций из различных материалов**

При проектировании зданий и сооружений необходимо предусматривать использование наиболее эффективных строительных материалов и конструкций. Следует обращать внимание на широкое использование местных строительных материалов и индустриальных изделий из них. При этом необходимо особенно экономно расходовать дефицитные материалы (металл, цемент, древесину и др.) Строительные материалы и конструкции следует выбирать с учетом необходимости снижения сметной стоимости строительства, материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости, эксплуатационных расходов, массы конструкций и других факторов.

При выборе конструкций и материалов, проектировании и строительстве зданий и сооружений необходимо руководствоваться техническими правилами по экономному расходованию основных строительным материалов ТП 101 – 81.

**Сборный железобетон**, как правило, целесообразно применять в следующих случаях:

- 1) при строительстве одноэтажных производственных и складских зданий в виде:
  - Стропильных и подстропильных конструкций в зданиях с пролетами до 24 м и шагом колонн до 12 м включительно;
  - Колонн зданий, высотой до 18 м включительно при одноярусном расположении мостовых кранов грузоподъемностью до 32 т;
  - Крупноразмерных конструкций покрытия типа плит длиной «на пролет» размером до 24 м включительно;
  - Оболочек положительной двоякой кривизны для покрытий с сеткой колонн 18х24; 24х24; 18х30м.;
  - Подкрановых балок пролетами 6 и 12 м для кранов с режимом работы 1К-3К (в отдельных случаях также 4К-6К) грузоподъемностью до 32 т включительно;
- 2) при строительстве многоэтажных каркасных производственных, складских и вспомогательных зданий с колоннами без стыков на 3...5 этажей, ригелями, предварительно напряженными ребристыми плитами преимущественно шириной 3 м, стеновыми панелями из легких бетонов;
- 3) в несущих и ограждающих конструкциях одно- и многоэтажных сельскохозяйственных зданий (колонны, балки, плиты перекрытия, стеновые панели, полы);
- 4) в полносборных многоэтажных жилых зданиях – бескаркасных крупнопанельных, из объемных элементов, каркасно-панельных;
- 5) в многоэтажных общественных и вспомогательных зданиях каркасно-панельных и крупнопанельных систем с навесными или самонесущими панелями и сборными колоннами, перекрытиями, лестничными маршами и другими элементами.

Следует отметить, что строительство жилых, общественных, вспомогательных зданий предприятий с каркасами из стали и железобетона с жесткой арматурой не допускается;
- 6) для несущих конструкций покрытий крупнопролетных одноэтажных общественных зданий (концертно-спортивных, крытых рынков, выставочных павильонов и др.), а также производственных (ангар - стоянки для самолетов, гаражи и др.) в виде тонкостенных пространственных оболочек;
- 7) для фундаментов под колонны при массе фундаментов до 6 т. и под опоры ЛЭП;



- 8) для свайных забивных фундаментов;
- 9) в колоннах открытых крановых эстакад высотой до 13 м включительно при мостовых кранах грузоподъемностью до 32 т включительно, а также одноярусных эстакад под технологические коммуникации с пролетами до 24 м включительно;
- 10) в конструкциях угольных башен, бункеров, складов угля;
- 11) в силосах для хранения сыпучих материалов;
- 12) в подземных и заглубленных резервуарах для нефти и нефтепродуктов;
- 13) в емкостных сооружениях систем водоснабжения и канализации (резервуары для воды, водонапорные башни, аэротенки, отстойники и т.п.);
- 14) в подпорных стенках, тоннелях, вытяжных башнях градирен и др.;
- 15) в дымовых трубах;
- 16) в опорах одноцепных ЛЭП напряжением 110...500 кВ, в двухцепных ЛЭП напряжением до 150 кВ включительно, линий осветительных сетей и контактных сетей электрифицированного транспорта;
- 17) в шпалах железных дорог.

**Монолитные бетонные и железобетонные конструкции могут применяться:**

- 1) при строительстве многоэтажных зданий и инженерных сооружений, возводимых в переставной (скользящей) опалубке или методом подъема этажей перекрытий;
- 2) при строительстве многоэтажных зданий в южных и сейсмических районах;
- 3) при использовании инвентарной многократно оборачиваемой опалубки;
- 4) для фундаментов – ленточных, плитных, массивных, а также отдельных под колонны при общей массе фундамента более 6 т;
- 5) при устройстве набивных свайных фундаментов;
- 6) для стен подвалов и технических подполий, возводимых в инвентарной опалубке, а также способом «стена в грунте»;
- 7) Для сплошных полов, например, в животноводческих помещениях.

**Сборно-монолитные железобетонные конструкции** следует широко применять для зданий и сооружений различного назначения в южных и сейсмических районах, а также в других районах при технико-экономическом обосновании.

**Армоцементные конструкции** следует преимущественно применять для покрытий одноэтажных зданий различного назначения в виде сборных тонкостенных укрупненных элементов.

**Каменные и армокаменные** конструкции допускается применять при строительстве:

- 1) стен малоэтажных и многоэтажных жилых, общественных и вспомогательных зданий, а также предприятий, в особенности в районах, располагающих природными материалами (пильные известняки, туфы и т.п.);
- 2) стен и перегородок из кирпича в зданиях с повышенной влажностью и агрессивностью среды, а также при большом количестве в них проемов;
- 3) дымовых труб;
- 4) подпорных стен и т.п.

**Стальные конструкции** допускается применять для зданий (кроме жилых, общественных и вспомогательных) и сооружений без ограничения их габаритов при строительстве в труднодоступных районах (высокогорные, пустынные и т.п.), а также в отдаленных районах страны (Якутия и Тува, Камчатская и Магаданская области и другие согласно перечню. Если доставка в эти районы сборных железобетонных конструкций с ближайших производственных баз экономически выгодна, то целесообразно применять сборный железобетон.

Стальные конструкции независимо от района строительства допускается использовать в следующих случаях:

- 1) в одноэтажных производственных зданиях при:
  - стропильных и подстропильных конструкциях в зданиях с пролетами 30 м и более;
  - колоннах зданий высотой более 18 м;
  - наличии мостовых кранов грузоподъемностью 50 т и более независимо от высоты колонн, а также при меньшей грузоподъемности кранов группы режимов работы 8К;
  - шаге колонн более 12 м; двухъярусном расположении мостовых кранов;
  - подкрановых балках для кранов группы режимов работы 1К...3К грузоподъемностью более 32 т и остальных групп режимов работы кранов любой грузоподъемности;
  - устройстве фонарей, связей, элементов фахверка;

- возведении типовых легких несущих конструкций комплектной поставки в зданиях площадью 5 тыс. м<sup>2</sup> и более при пролетах 24 м и более;
- 2) в зданиях и сооружениях промышленных объектов при блочном комплектном исполнении полной заводской готовности;
- 3) в инвентарных сборно-разборных передвижных зданиях и сооружениях;
- 4) в каркасах многоэтажных производственных зданиях с нагрузкой на перекрытия превышающей 30, 20 и 10 кПа при сетке колонн соответственно 6х6, 9х6 и 12х6 м.
- 5) в двух- и трехэтажных производственных зданиях с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа для стропильных конструкций покрытия пролетом 24 м и более;
- 6) в виде покрытий из стального профилированного листа с эффективным утеплителем по стальным стропильным конструкциям одноэтажных производственных зданий с пролетами 30 м и более или в районах с расчетной сейсмичностью 8 и 9 баллов или в труднодоступных районах;
- 7) в качестве несущих конструкций покрытий зальных помещений общественных зданий при пролетах не менее 9 м – в труднодоступных районах, при пролетах не менее 12 м – в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов и при пролетах не менее 24 м – в других районах при технико-экономическом обосновании преимуществ в сравнении с конструкциями из других материалов; при этом следует применять эффективные облегченные пространственные стальные конструкции, например, структурные, вантовые, мембранные и др.
- 8) в виде легких ограждающих конструкций покрытия сельскохозяйственных отапливаемых зданий с пролетами 18 м и более при относительной влажности внутренних помещений до 75%; применение стальных колонн, как в одноэтажных, так и в многоэтажных сельскохозяйственных зданиях не допускается;
- 9) в колоннах открытых крановых эстакад высотой более 13 м или при кранах грузоподъемностью 50 т и более, а также в конструкциях многоярусных эстакад и пролетных строений одноярусных эстакад с пролетами 18 м и более под технологические коммуникации;
- 10) в силосах для сыпучих материалов, хранение которых не допускается в железобетонных емкостях;
- 11) в наземных резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов; в газгольдерах и резервуарах для хранения сжиженных газов; в резервуарах водонапорных башен и др.;

12) в опорах одноцепных ЛЭП напряжением более 500 кВ и двухцепных ЛЭП напряжением 220 кВ и более.

Применение стальных труб в качестве опор ЛЭП и других фидерных устройств не допускается. За исключением опор ЛЭП высотой 80 м и более, а также антенно-мачтовых сооружений.

**Конструкции из алюминиевых сплавов** допускается применять при надлежащем технико-экономическом обосновании для:

- 1) окон, дверей, витрин, витражей, элементов асбестоцементных ограждающих конструкций, подвесных потолков и солнцезащитных устройств общественных зданий, а также производственных зданий с особыми требованиями;
- 2) ограждающих конструкций отапливаемых производственных зданий комплектной поставки, а также зданий со стальным каркасом, возводимым в северных, отдаленных и труднодоступных районах согласно перечню;
- 3) опор ЛЭП и антенно-мачтовых сооружений, возводимых в тех же районах;
- 4) обшивки каркаса башенных градирен в районах с сейсмичностью 8 и 9 баллов;
- 5) наземных резервуаров для нефтепродуктов и сжиженных газов, а также агрессивных по отношению к стали продуктов, работающих при температуре 150°C и ниже.

**Деревянные конструкции** (несущие и ограждающие) следует применять:

- 1) в зданиях и сооружениях, возводимых в районах, лесной фонд которых по народохозяйственному и природному факторам имеет эксплуатационное значение (Дальневосточный, Сибирский, Уральский, Северо-Западный и другие района);
- 2) в зданиях с внутренней агрессивной по отношению к железобетону и стали средой, например, склады минеральных удобрений и химических средств защиты растений;
- 3) в сборно-разборных зданиях и сооружениях заводского изготовления, возводимых в любых районах страны;
- 4) в зданиях и сооружениях, возводимых вблизи производственных баз по изготовлению деревянных конструкций;

- 5) в виде клееных для складов, сельскохозяйственных производственных зданий, общественных и спортивных зданий с пролетами 18 м и более;
- 6) в одно- и двухэтажных жилых и одноэтажных общественных зданиях в районах, указанных в п.1, а также в других, если здания монтируются из готовых заводских деталей;
- 7) в качестве опор линий электропередачи напряжением до 35 кВ, а при технико-экономической целесообразности – до 220 кВ, линий связи и осветительных сетей.

**Полимерные пленочные и листовые материалы** следует широко применять для:

- 1) гидроизоляции и антикоррозийной защиты подземных и подводных конструкций;
- 2) пароизоляции ограждающих конструкций;
- 3) тепловых экранов и светопрозрачных ограждающих конструкций парников, теплиц, оранжерей;
- 4) воздуховодов в животноводческих помещениях и теплицах.

Конструктивные решения зданий и сооружений должны в наибольшей степени использовать специфические свойства материалов.

Следует применять наиболее рациональные конструкции из различных материалов. К ним относятся в первую очередь типовые конструкции, а в случаях, когда габаритные размеры превышают размеры типовых изделий, а также для уникальных зданий и сооружений следует применять прогрессивные конструкции, преимущественно такие, как оболочки, висячие (вантовые) системы, пространственные, структурные, предварительно напряженные и др.

#### **4.3. Мероприятия по экономному расходованию основных строительных материалов**

Установив на основании технико-экономических соображений вид материала для несущих и ограждающих конструкций проектируемого здания или сооружения, необходимо для каждой конструкции выбрать наиболее рациональные классы и марки материала (бетона, камня, раствора, стали, дерева и др.)

Для несущих железобетонных конструкций, в особенности сжатых и большепролетных изгибаемых, целесообразно применять и высокопрочные бетоны. Однако не всегда повышение класса бетона экономически выгодно.

Прежде всего, существует большая группа слабоармированных бетонных и железобетонных конструкций, в которых сечения элементов и объемы бетона назначаются исходя из архитектурно-планировочных, конструктивных, технологических, теплотехнических соображений, из условий транспортировки, требований огнестойкости, долговечности и т.п. К этой группе конструкций следует отнести также большинство массивных конструкций, размеры которых определяются в основном допускаемыми давлениями на основания или конструктивными соображениями. В конструкциях такого рода напряжения в сечениях весьма малы, поэтому даже при бетоне классов В10...В15 прочность их полностью не используется.

Другая группа – железобетонные конструкции с ненапрягаемой арматурой, работающие на изгиб и изготавливаемые из бетона классов не выше В25. Повышение класса бетона для таких конструкций не дает эффекта, так как не может быть использовано для уменьшения размеров сечений и расхода бетона из-за ограничений по условиям жесткости, трещиностойкости и защиты арматуры от коррозии.

Следует отметить, что повышение прочности бетона в изгибаемых элементах весьма слабо влияет на увеличение несущей способности, а также жесткости элемента; исключение составляют лишь элементы с очень высоким процентом армирования, редко встречающимся на практике. При обычно применяемых средних процентах армирования увеличение прочности бетона вдвое приводит к повышению несущей способности железобетонной балки лишь на 6...12%.

Незначительно в большинстве случаев влияние прочности бетона и на жесткость элемента. Так, увеличение прочности бетона вдвое ведет к повышению жесткости элемента при различных процентах армирования в среднем на 15...20%.

Применение высокопрочных бетонов рационально в таких конструкциях, как колонны, мачты, верхние пояса ферм и арок и т.п.; предварительно напряженные конструкции, особенно при армировании высокопрочной проволокой, например, фермы или балки при значительных пролетах и нагрузках; тонкостенные конструкции – пространственные и плоскостные. В таких конструкциях повышение прочности бетона приводит

к снижению массы конструкции, расхода бетона и стали. Однако стоимость конструкции при этом может возрасти из-за увеличения расхода цемента и стоимости высококачественных материалов. Лишь при определенных соотношениях между расходом бетона и удельными затратами на материалы и изготовление можно получить снижение не только массы и расхода материалов, но и стоимости конструкции. При существующих соотношениях стоимости материалов и изготовления снижение стоимости железобетонных конструкций и расхода цемента при увеличении прочности бетона может быть достигнуто лишь при значительном сокращении его расхода (15...35%).

В районах, располагающих природными пористыми заполнителями, сырьем для искусственных заполнителей (керамзит, шунгизит и др.) и отходами промышленности (шлаковая пемза, зола) целесообразно изготовление ограждающих и несущих конструкций, в том числе предварительно напряженных, из легкого бетона на пористых заполнителях. При этом особенно большой экономический эффект достигается при использовании дешевых природных пористых заполнителей вблизи районов их добычи. К таким районам относятся: южные области Украины, Молдова, Закавказье, Северный Кавказ, Казахстан и другие, в которых имеются огромные запасы известняков-ракушечников, Армения, Грузия, Дальний Восток, Кабардино-Балкария, располагающие большими запасами туфа, пемзы и др.

Для обеспечения экономного расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций и изделий в СНиП 5.01.23-83 приводятся типовые нормы расхода цемента, предназначенные для оценки обоснованности принятых производственных норм. Типовые нормы регламентируют рациональное содержание цемента на  $\text{м}^3$  бетона, обеспечивающее получение бетона с заданными свойствами.

В целях снижения расхода стальной арматуры в железобетонных элементах следует в обоснованных случаях армирование растянутой зоны элементов осуществлять высокопрочной предварительно напряженной сталью (арматура классов А500, А600, А800, А1000, Вр1300, Вр1400, К1400, К1500 и др.) Это ведет не только к снижению расхода арматуры, но и повышению их технических характеристик (трещиностойкость, жесткость и др.). Предварительное напряжение может оказаться эффективным не только в растянутых и изгибаемых элементах, но и в сжатых. Например, в колоннах большой гибкости, несущая способность которых определяется устойчивостью (продольным изгибом), предварительное напряжение может

привести к существенному повышению несущей способности или к снижению расхода стали.

Для стальных несущих конструкций следует применять высокопрочные стали с пределом текучести 450...750 МПа, низколегированные с пределом текучести до 400 МПа включительно и другие экономичные профили – прокатные широкополочные двутавры и тавры, открытые гнутые и замкнутые гнутосварные профили, тонкостенные электросварные круглые трубы, широкополосную универсальную сталь и т.п. При изготовлении стальных конструкций для сокращения потерь металлопроката необходимо стремиться к оптимальному его раскрою, применению безфасоночных решений и других мероприятий.

**Деревянные** конструкции и изделия должны изготавливаться из сухих специфицированных пиломатериалов и черновых заготовок. Вместо лесоматериалов следует максимально использовать отходы лесопиления и деревообработки, а также арболит, фибролит, цементностружечные, древесностружечные, древесноволокнистые плиты и др.

Маломерные пиломатериалы следует в основном использовать для изготовления клееных деталей и изделий. При строительстве временных зданий и сооружений (складов, эстакад, бункеров и т.п.), а также для неответственных и легко контролируемых элементов зданий и сооружений вместо хвойных и твердолиственных пород (дубов, бука и др.) следует максимально использовать лесоматериалы из мягколиственных пород. Для улучшения свойств последних их пропитывают аммиаком, фурановыми и другими смолами.

В процессе проектирования зданий и сооружений необходимо учитывать требования по экономному расходованию строительных материалов.

#### **4.4. Оценка вариантов и выбор лучшего конструктивного решения на стадии проектирования**

В общей сумме капитальных вложений на строительно-монтажные работы приходится в зависимости от назначения объекта 40...60% затрат, остальное – на оборудование и прочие расходы. Достигнуть снижения расходов на строительно-монтажные работы можно принятием наиболее выгодных и экономичных проектных решений, предусматривающих



использование прогрессивных строительных конструкций и методов их изготовления и монтажа. Так, широкое применение местных материалов и облегченных конструкций позволяет снизить транспортные расходы, ЕС зданий и сооружений и расход материалов. Повышение экономической эффективности строительства достигается также путем экономии общественного труда, состоящего из прошлых, настоящих и будущих трудовых затрат. Экономия прошлых трудовых затрат сводится к уменьшению расхода материалов, более эффективной эксплуатации машин и т.п. уменьшение будущих трудовых затрат обеспечивается закладкой в проектные решения прогрессивной организации производства, улучшения качества строительства, уменьшения эксплуатационных расходов и удлинения межремонтных периодов зданий, сооружений и др.

Выбор наиболее целесообразного проектного и конструктивного решения – важная и трудная задача. Основным методом ее решения является вариантное проектирование, в результате которого путем сравнения технико-экономических показателей можно выбрать для данных конкретных условий строительства наиболее рациональное решение. Кроме того, для решения поставленной задачи пользуются методами математической оптимизации с применением ЭВМ на основе линейного и нелинейного программирования. Однако окончательный выбор лучшего проектного решения (ЛПР) для данных конкретных условий выполняет человек – высококвалифицированный специалист. ЛПР не всегда оказывается тем, которое вытекает из оптимального или многовариантного проектирования, так как последние могут не учесть полностью комплекс таких требований к зданиям или сооружениям как, например, экологические, социальные и т.п.

Выбор оптимальных конструктивных решений требует определения на стадии проектирования стоимости, трудоемкости и других показателей, характеризующих экономическую эффективность конструкций.

**Себестоимость** строительства – это выраженные в денежной форме затраты строительной организации на возведение зданий или сооружений, они

состоят из прямых затрат и накладных расходов. В прямые затраты входят стоимость материалов, заработная плата и стоимость эксплуатации строительных машин. Накладные расходы, включающие в себя административно-хозяйственные расходы, стоимость содержания временных нетитульных сооружений и приспособлений, пожарно-сторожевой охраны и других объектов, зависят от вида строительства и вида выполняемых работ. Они уменьшаются при сокращении продолжительности строительства, снижении трудоемкости работ и затрат на заработную плату и др.

Стоимость строительно-монтажных работ представляет собой сумму себестоимости и сметной прибыли, характеризующей нормативную величину чистого дохода строительной организации. Стоимость СМР во многом зависит от принятых договорных цен.

Расчеты экономической эффективности производятся на основе стандартной методики. Основным критерием при выборе наиболее экономичного проектно-конструктивного решения является минимум приведенных затрат, которые представляют собой сумму текущих издержек и удельных единовременных затрат (капитальных вложений), приведенных к годовой размерности.

Приведенные затраты на единицу продукции, руб.,

$$Z = C + E_n K \quad (4.1)$$

Где  $C$  – себестоимость единицы продукции (например, себестоимость строительных конструкций в деле, т.е. установленных в проектное положение), руб.;  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;  $K$  – удельные капитальные вложения в производственные фонды (в базу строительной индустрии).

Себестоимость единицы продукции включает в себя затраты прошлого труда (амортизационных отчислений основных фондов, материалов) и затраты на оплату вновь вложенного труда. С уменьшением себестоимости экономическая эффективность проектного решения повышается. Однако оценку проектных решений только по этому показателю в общем случае

производить нельзя, так как в сопоставляемых вариантах возможны различные капитальные вложения и другие затраты.

Удельные капитальные вложения единовременные затраты, приходящиеся на 1 м<sup>2</sup> производственной площади промышленного здания или на 1 м<sup>2</sup> жилой площади и др.

Коэффициент эффективности капитальных вложений представляет собой величину, обратную сроку окупаемости вложений. Его значение при определении эффективности новой техники (в частности, новых строительных конструкций) принимается равным 0,15, а при подсчете экономической эффективности в строительстве в остальных случаях (например, при сравнении известных вариантов конструктивных решений) – 0,12. При  $E_n=0,15$  срок окупаемости капитальных вложений составляет около 6...7 лет, а при  $E_n=0,12$  он равен 8,3 года.

При сравнении экономической эффективности вариантов проектно-конструктивных решений, каждый из которых обеспечивает одинаковую долговечность здания и их эксплуатационные качества, а также одинаковую продолжительность строительства, приведенные затраты для всех вариантов определяются по формуле (4.1).

В тех случаях, когда в сравниваемых вариантах решений используются разные материалы или изделия, влияющие на эксплуатационные качества зданий и сооружений или на расходы, связанные с эксплуатацией сооружений, а также требующие дополнительных капитальных вложений в производство строительных материалов и изделий, расчет полных приведенных затрат следующий:

$$Z=C+E_n(K+K')+MT, \quad (4.2)$$

Где  $K'$  - сопряженные капитальные вложения в производство строительных материалов и изделий по сравниваемым вариантам;  $M$  – эксплуатационные среднегодовые затраты;  $T$  – расчетный период времени в течение которого учитываются эксплуатационные затраты на срок службы конструкции по вариантам.

При сравнении вариантов конструктивных решений в общий объем сопоставляемых конструкций необходимо включить все смежные конструкции, в которые вносятся какие-либо отличия.

Если сравниваются строительные конструкции с различными сроками службы, для приведения варианта с меньшим сроком службы в соответствие с сопоставимым вариантом более долговечной конструкции, необходимо определить суммарные затраты, включающие дополнительные расходы на замену менее долговечных конструкций за период службы более долговечного варианта.

При экономической оценке вариантов проектно-конструктивных решений необходимо учитывать также продолжительность строительства и сроки ввода в действие зданий и сооружений. Экономический эффект от сокращения сроков строительства и ускорения ввода в действие объекта связан с получением дополнительной прибыли (например за счет дополнительного выпуска продукции при досрочном пуске завода), а также эффекта от снижения накладных расходов в строительной организации.

Экономический эффект, получаемый от ускорения ввода в действие объекта

$$\mathcal{E}_T - \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_\phi \quad (4.3)$$

Где  $\mathcal{E}_y$  – показатель экономии от сокращения условно-постоянных расходов строительной организации;  $\mathcal{E}_\phi$  – эффект от выпуска дополнительной продукции или оказания дополнительных услуг за период сокращения продолжительности строительства объекта производственного назначения.

В связи с сокращением продолжительности строительства объектов в результате совершенствования технологии, организации и управления строительством при неизменной сметной стоимости

$$\mathcal{E}_y = H(1 - T_1/T_2), \quad (4.4)$$

Где  $H$  – условно постоянные расходы по варианту с продолжительностью строительства  $T_1$ , руб.;  $T_2$  – продолжительность строительства сравниваемого варианта, год.

Условно-постоянная часть расходов строительной организации  $H$  принимается в процентах от общей величины затрат по соответствующим статьям: затраты на материалы – 1%; затраты на эксплуатацию машин и механизмов – 15%; накладные расходы – 50%.

$$H=(0,01q+0,15m+0,5n)C_0/100 \quad (4.5.)$$

Где 0,01;0,15;0,5 – доля условно-постоянных затрат соответственно в расходах на материалы, эксплуатацию строительных машин и механизмов, в накладных расходах;  $q, m, n$  – коэффициенты, отражающие структуру сметной себестоимости СМР – соответственно затраты на материалы, эксплуатацию машин и механизмов, накладные расходы, %. В укрупненных расчетах принимают  $q=60\%$ ,  $m=8\%$ ,  $n=14\%$ ;  $C_0$  – себестоимость СМР.

Эффект от досрочного ввода промышленного предприятия в результате сокращения продолжительности строительства

$$\mathcal{E}_\Phi = E_n \Phi (T_2 - T_1), \quad (4.6)$$

где  $\Phi$  – стоимость основных фондов, досрочно вводимых в действие, тыс. руб.;  $T_1$  и  $T_2$  – продолжительность строительства по сравниваемым вариантам, год.

Таким образом, общий экономический эффект

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) + \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_\Phi \quad (4.7)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – затраты по сравниваемым вариантам.

При выборе вариантов конструктивных решений для технико-экономического сравнения следует использовать опыт проектирования и строительства лучших образцов аналогичных зданий и сооружений, альбомы типовых конструкций и другие материалы, содержащие наиболее экономичные решения. Выбор наиболее экономичной строительной конструкции, в конечном счете, не может быть осуществлен в отрыве от общего проектного решения здания и сооружения, поскольку экономические показатели всего сооружения в целом зависят от взаимосвязанного набора всех конструкций (перекрытий, колонн, фундаментов, стенового ограждения), их габаритов, эксплуатационных расходов, связанных с отоплением и

вентиляцией помещений и других факторов. Однако, если поставлена задача сравнить лишь экономическую эффективность проектируемых строительных конструкций, то приведенные затраты определяют по формулам (4.1) или (4.2).

Иногда, например, при оценке сравнительной экономической эффективности конструкции и деталей из определенного материала, предназначенных для эксплуатации в заданных условиях, и соблюдении других условий, обеспечивающих сопоставимость рассматриваемых вариантов, имеется возможность ограничиться сопоставлением только расчетной себестоимости конструкции в деле, а в некоторых случаях – лишь расхода материалов, т.е. если при определении приведенных затрат отдельные составляющие имеют одинаковые значения, то при расчетах сравнительной экономической эффективности их можно не учитывать как равновеликие.

Из-за необходимости одновременного учета большого количества показателей выбор наиболее эффективной конструкции является весьма сложной задачей. Иногда, например, при небольшой разнице в приведенных затратах принимается более дорогой вариант, в котором, однако, значительно ниже расход дефицитной стали. В других случаях особенно важным является сниженный показатель массы конструкций, так как с ним связано удешевление смежных поддерживающих конструкций и фундаментов. В районах Крайнего Севера, например, особое значение приобретает снижение трудоемкости изготовления и монтажа конструкций. Поэтому в каждом конкретном случае необходим тщательный анализ и сопоставление комплекса показателей, которые в рассматриваемых условиях являются основными.

В сметной стоимости строительно-монтажных работ затраты на материалы, изделия и конструкции определяются по цене франко-приобъектный склад, которая включает следующие составляющие:

- отпускную цену завода изготовителя;

- снабженческо-сбытовые наценки, комиссионные вознаграждения брокерам, таможенные пошлины и сборы;
- транспортные расходы;
- заготовительно-складские расходы.

Сметные цены на материалы, изделия и конструкции определены в уровне цен на 1.01.2000г. и в сметно-нормативной базе 2001г. включены в федеральные, территориальные и отраслевые сборники. Федеральный сборник сметных цен на материалы, изделия и конструкции составлен для Московской области, Территориальные сборники разработаны для каждого региона Российской Федерации с учетом конкретных условий производства и поставки материалов в соответствующих административно-территориальных районах.

Для составления сметной документации и технико-экономических обоснований инвестиционных проектов рекомендуется применять следующие виды цен на материалы, изделия и конструкции:

- базисные цены, принимаемые по федеральным или территориальным сборникам сметных цен на материалы, изделия и конструкции с соответствующей индексацией на момент составления документации;
- средние территориальные текущие сметные цены, формируемые региональными центрами по ценообразованию в строительстве( на этапе проектирования);
- фактические текущие цены, определяемые по условиям поставки на объект строительства с поставщиками.

Исходя из сложившихся цен на материалы, изделия и конструкции в различных территориальных районах определяют более эффективные варианты проектных решений

Опыт показывает, что металлические конструкции значительно легче железобетонных, их целесообразно применять в районах, удаленных от баз строительной индустрии, а также на объектах рассредоточенного

строительства. Возможность снижения транспортных расходов, использования имеющихся механизмов небольшой грузоподъемности, облегчение перевозок конструкции и их монтажа в труднодоступных районах могут оказать решающее влияние на выбор рационального типа конструкции.

Основой современного строительства является монолитный и сборный железобетон, позволяющий широко использовать местные материалы и экономить сталь. Однако применение других видов строительных конструкций в ряде случаев в технико-экономическом отношении может оказаться выгоднее. Выбор конструктивного решения и материалов для конструкций должен производиться на основе вариантного проектирования и сопоставительного анализа эффективности, при котором учитываются технические свойства материала конструкции, тип здания и сооружения, условия их эксплуатации, природно-климатические особенности района строительства, обеспеченность местными строительными материалами, наличие и оснащенность базы строительной индустрии и другие факторы.

Для оценки вариантов проектных решений зданий и сооружений вычисляют следующие технико-экономические показатели (ТЭП):

- расход основных строительных материалов ( $m^3$ , т) бетона, стали, кирпичной кладки, утеплителя, древесины и других и их удельный расход;
- капитальные вложения в базу по производству материалов и конструкций, в основные и оборотные фонды строительной организации (руб.);
- эксплуатационные расходы, связанные с капитальными и текущими ремонтами, затратами на отопление и вентиляцию (руб.);
- продолжительность основных строительных работ (дн., год);
- экономический эффект от сокращения продолжительности основных строительных работ (руб.);
- расчетную себестоимость законченного строительством здания (руб.);



– трудозатраты на изготовление и заводскую укрупнительную сборку сборных конструкций, трудозатраты на укрупнительную сборку в условиях стройплощадки и на монтаж сборных конструкций, возведение монолитных конструкций и конструкций из кирпичной кладки (чел.-дн.);

– суммарные приведенные затраты на здание в целом, включая затраты на основные конструкции, капитальные вложения, эксплуатационные расходы и эффект от сокращения срока строительства (руб.)

Указанные показатели определяются в целом на весь проектируемый объект, а также в виде удельных показателей, отнесенных к расчетным единицам измерений, характер которых зависит от функционального назначения объекта (табл. 4.2).

*Таблица 4.2* Расчетные единицы измерения для подсчета ТЭП проектов конструкций зданий и сооружений

Наименование зданий, сооружений и конструкций	Расчетные единицы измерения
<b>Здания</b>	
Одноэтажные промышленные здания	1 м <sup>2</sup> площади пола
Многоэтажные промышленные здания	1м <sup>2</sup> развернутой площади пола
Предприятия общественного питания	1 посадочное место
Предприятия бытового обслуживания	1 рабочее место
Прачечные, химчистки	100 кг сухого белья в смену
Жилые дома, общежития	1 м <sup>2</sup> общей площади
Административные здания	1м <sup>2</sup> рабочей площади
Предприятия торговли	1м <sup>2</sup> торгового зала
Спортивные залы	1м <sup>2</sup> площади зала
Плавательные бассейны	1м <sup>2</sup> водной поверхности ванн
Школы, ПТУ, учебные заведения, вузы	1 место учащегося
Театры, концертные залы, кинотеатры, цирки, клубы, дома культуры	1 место в зрительном зале
Библиотеки, архивы	1 тысяча единиц хранения
Гостиницы, санатории, дома отдыха, пансионаты, ясли, сады	1 место
Больницы	1 койка
Поликлиники, диспансеры	1 посещение в смену
<b>Сооружения и конструкции</b>	
Резервуары, бункера, силосы	1 м <sup>3</sup> емкости
Этажерки	1 м <sup>2</sup> всех перекрытий
Мосты автодорожные	1 м <sup>2</sup> полезной площади проезжей части и тротуаров
Мосты железнодорожные	1 м длины моста
Опоры ЛЭП, трубопроводы	1 км длины трассы
Подкрановые пути	1 м длины пути

Конструкции покрытий и перекрытий	1 м <sup>2</sup> горизонтальной проекции
Колонны основные	1 м <sup>2</sup> площади здания
Колонные фахверковые	1 м <sup>2</sup> площади стены

Примечание. Для отдельных сооружений (например, дымовых труб, градирен, теле- и радиобашен и др.) технико-экономические показатели определяются только в целом на весь объект.

Сравнивая ТЭП каждого из вариантов, выбирают тот, который затем подлежит детальной разработке. При этом основным критерием является минимум приведенных затрат. Если они примерно одинаковы (разница не более 5%), то сравнивают другие ТЭП, в первую очередь те, которые в данных конкретных условиях играют более важную роль. Как правило, следующими по значимости после приведенных затрат являются показатели расхода стали, вложений, трудозатрат, продолжительности строительства, эксплуатационных затрат. Следует учитывать также социально-экономический эффект, включая вопросы охраны окружающей среды.

#### **4.5. Методика определения технико-экономических показателей на стадии проектирования (изменения внесены)**

**Определение расхода основных строительных материалов.** Расход материалов определяется по фактическому объему конструкций, размеры и сечения которых устанавливают на основе приблизительных расчетов. Для этой цели можно использовать также каталоги типовых строительных изделий, справочники проектировщика и др.

Объем или массу строительных материалов подсчитывают отдельно по классам и сортам, так как стоимость их различна. Суммарный расход материалов определяется на всё здание (сооружение) в целом и на расчетную единицу измерения (см. табл. 4.2). Так, например, расход материалов на отдельные железобетонные элементы здания подсчитывается в табличной форме (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Расход материалов на железобетонные элементы здания

Наименование элемента здания	Число элементов в здании	Класс бетона	Расход бетона на элемент, м <sup>3</sup>	Расход стали на элемент, кг				
				A240	B-I	A400	A600	Закладные детали
Колонны каркаса	12	B25	5,18	75	-	454	-	111
Фермы	6	B30	5,94	41	28	476	500	31
Плиты покрытия и т.д.	40	B30	2,28	11	84	45	90	24

По этим данным определяется общий расход бетона и стали на все здание в целом, а также удельный расход на расчетную единицу, например, на 1 м<sup>2</sup> пола.

В табл. 4.4 приведены абсолютные показатели расхода материалов некоторых видов типовых железобетонных конструкций покрытий при расчетной нагрузке 3,5...5,5 кН/м<sup>2</sup>.

Определение массы металлических конструкций. Массу таких конструкций определяют с учетом строительного коэффициента массы  $\varphi_{м.к.}$  по формуле

$$G_{м.к.} = G_0 \varphi_{м.к.}, \quad (4.8)$$

Где 
$$\varphi_{м.к.} = 1 + G_v / G_0 \quad (4.9)$$

Таблица 4.4. Расход материалов на различные виды железобетонных конструкций

Наименование конструкции	Масса, т	Класс бетона	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Общий расход стали, кг
Рёбристая плита покрытия 3x12м	6,8	B30, B40	2,83	205...391
Плита покрытия 2Т 3x12м	6,8	B40	2,83	240...330
Двускатная коробчатая плита на пролет 3x18 м	15,1	B40	6,29	382
Сводчатая плита КЖС на пролет 3x18	10,9	B40	4,54	431
Двускатная балка покрытия пролетом 18 м двутаврового сечения при шаге 6 м с преднапряженной канатной арматурой	9,1	B30, B40	3,64	360...565

То же, прямоугольного сечения с отверстиями (решетчатая)	8,5...12,1	B30, B40	3,4...4,84	418...662
Сегментная раскосная ферма пролетом 24 м с канатной арматурой при шаге:				
6 м	9,2	B30, B40	3,68	557...625
12 м	14,9...18,6	B30, B40	5,94...7,42	853...1204
То же, безраскосная при шаге:				
6 м	9,2...10,5	B30, B40	3,7...4,2	654...715
12 м	14,2...18,2	B30, B40	5,7...7,8	1020...2010

$G_B$  – масса вспомогательных деталей;  $G_0$  – масса основных элементов.

Строительный коэффициент массы характеризует степень рациональности конструкции. Приведем его значение для некоторых конструкций: арки и рамы сплошного сечения – 1,25; то же, решетчатые – 1,7; ступенчатые колонны со сплошной верхней и решетчатой нижней частью – 1,6; фермы из двойных уголков – 1,2; то же, из одиночных – 1,15; то же, из труб и замкнутых гнутых профилей – 1,10; подкрановые балки сварные с тормозными фермами – 1,4.

Удельный расход стали с увеличением нагрузок, в частности, крановых, возрастает (табл. 4.5).

*Таблица 4.5.* Удельный расход стали, кг/м<sup>2</sup>, для стальных каркасов производственных зданий

Грузоподъемность кранов, т	Вид конструкций				Всего
	шатер	колонны	связи	подкрановые балки	
До 50		25...35	3...4	25	80...110
75...100		45...65	4...5	30...60	100...170
125...150	30...45	55...75	6...7	40...70	130...200
175...250		70...90	7...8	60...100	170...240

Для применения в качестве сравнительных данных в табл. 4.6 приводится приблизительный удельный расход стали на сооружения с несущими стальными конструкциями.

*Таблица 4.6.* Ориентировочный расход стали на здания и сооружения со стальными несущими конструкциями

Наименование зданий и сооружений	Расход стали
Мартеновский цех	450...550 кг/м <sup>2</sup>
Конверторный цех	650...700 кг/м <sup>2</sup>

Прокатный и чугунолитейные цехи	150...200 кг/м <sup>2</sup>
Главный корпус ТЭЦ	300...500 кг/м <sup>2</sup>
Ангараы	50...75 кг/м <sup>2</sup>
Радиобашни высотой:	
150..200 м	700...1200 кг/м
200..400 м	1200...1600 кг/м
Телевизионные башни высотой:	
150..200 м	1500...1800 кг/м
200..400 м	1800...2500 кг/м
Резервуары цилиндрические	20...35 кг/м <sup>3</sup>

Расход пиломатериалов для клееных деревянных конструкций (м<sup>3</sup>)

$$V_{\text{пил}} = k_{\text{от}} V_{\text{д}}, \quad (4.10)$$

Где  $k_{\text{от}}$  – коэффициент, учитывающий отходы древесины и равный 1,21...1,23 – несущих конструкций, 1,14 – для щитов покрытия, 1,12 – для клефанерных конструкций;  $V_{\text{д}}$  – объем древесины в деле по спецификации, м<sup>3</sup>.

Приведенный расход древесины в круглом лесе (м<sup>3</sup>)

$$V_{\text{кр}} = k_{\text{кр}} V_{\text{пил}}, \quad (4.11)$$

Где  $k_{\text{кр}}$  – коэффициент расхода круглого леса, принимаемый равным 1,61 – для пиломатериалов и 2,5 – для фанеры.

Расход клея на 1м<sup>3</sup> клееных деревянных конструкций составляет 12...16 кг.

Приведем данные о расходе материалов на клееные многослойные деревянные конструкции типа «Агрокомплекс». Расход материалов (м<sup>3</sup>) на 1 м<sup>2</sup> площади здания составляет: для двускатных балок при пролете 9...13,5 м и шаге 6м – 0,0138; для трехшарнирных рам пролетом 15,3...16,5 м и шаге 4...6м – 0,0215...0,0225; для двухпролетной составной шарнирной балки длиной 21 м и шаге 6м – 0,0124.

**Определение капитальных вложений в базу по производству материалов и конструкций, в фонды строительной организации.**

Полные капитальные вложения (руб.) вычисляются как сумма капитальных вложений в базу по производству изделий и материалов  $K_{\text{баз}}$  и в основные и оборотные фонды строительной организации  $K_{\text{стр}}$  по каждому изделию и конструкции здания (сооружения):

$$K_{\text{кап}} = E_n \sum_{i=1}^n (K_{\text{баз}} + K_{\text{стр}}), \quad (4.12)$$

Где  $E_n=0,15$ .

Капитальные вложения в базу для изготовления сборных железобетонных конструкций

$$K_{\text{баз}} = k_b V_b + \sum k_{ai} G_{ai} + k_j V_b \quad (4.13)$$

Где  $k_b$  – удельные капитальные вложения в производство бетона;  $V_b$  – объем бетона,  $\text{м}^3$ ;  $k_{ai}$  – удельные капитальные вложения в производство арматуры;  $G_{ai}$  – расход арматуры  $i$ -го класса, т;  $k_j$  – удельные капитальные вложения в производство сборного железобетона.

Для монолитных конструкций в формуле (4.13) значения  $k_b$  принимаются уменьшенными на 40%, а  $k_j$  – для плоских конструкций на 40%, для криволинейных – на 20%.

Капитальные вложения в основные и оборотные фонды строительной организации

$$K_{\text{стр}} = K_{\text{осн}} = K_{\text{об}}, \quad (4.14)$$

Основные производственные фонды (здания, сооружения, машины и т.п.) представляют собой совокупность материально-вещественных ценностей, действующих в течение длительного времени.

Из основных производственных фондов  $K_{\text{осн}}$  при сравнении вариантов в расчет вводится только стоимость машин и механизмов используемых при возведении объекта. Стоимость же остальных производственных фондов принимается равновеликой. Учитываемая величина  $K_{\text{осн}}$  принимается по справочникам на строительные машины или определяется по приближенной формуле (в ценах на 01.01.2000 г.) с последующей индексацией в текущий уровень цен.

$$K_{\text{осн}} = 1400 G_{\text{кр}} t_m, \quad (4.15)$$

Где  $G_{\text{кр}}$  – грузоподъемность монтажного крана, назначаемая по массе наиболее тяжелого элемента конструкции,  $t_m$  – продолжительность монтажа, год.

Оборотные фонды – часть производственных фондов, целиком потребляемая в одном производственном цикле и полностью переносящая свою стоимость на производимый продукт (объект строительства).

Величина оборотных средств приблизительно составляет  $0,3C_{\text{кд}}$ , т.е. 30% от расчетной себестоимости конструкций «в деле».

Определение эксплуатационных расходов. При сравнении вариантов конструктивных решений следует учитывать расходы на выполнение текущих ремонтных работ  $C_{\text{э тек}}$ , на отопление  $C_{\text{э от}}$  и принудительную вентиляцию  $C_{\text{э вен}}$  (руб/год):

$$C_{\text{экс}} - C_{\text{э кап}} + 12,5(C_{\text{э тек}} + C_{\text{э от}} + C_{\text{э вен}}) \quad (4.16)$$

Среднегодовые расходы на капитальный ремонт, связанные с заменой или усилением конструкций, полной заменой кровли и других частей зданий (сооружений),

$$C_{\text{э кап}} = K_{\text{к}} K_{\text{п}} C_{\text{к.д.}} \quad (4.17)$$

Где  $K_{\text{к}}=1$  – для строительных конструкций,  $K_{\text{к}}=1,3$  – для кровли;  $K_{\text{п}}$  – коэффициент, зависящий от периодичности капитальных ремонтов конструкции (табл.4.7 и 4.8);  $C_{\text{к.д.}}$  – себестоимость конструкций «в деле».

Среднегодовые затраты на текущий ремонт

$$C_{\text{э тек}} = K_{\text{т}} C_{\text{к.д.}} / T_{\text{к.р.}}, \quad (4.18)$$

Где  $K_{\text{т}}$  – коэффициент, оценивающий долю затрат на текущий ремонт и принимаемый равным для: железобетонных конструкций – 0,05; каменных и армокаменных – 0,20; стальных и деревянных – 0,35; плоских и малоуклонных кровель – 0,10; скатных кровель – 0,30.

Таблица 4.7. Примерная периодичность капитальных ремонтов конструкций производственных зданий  $T_{\text{к.р.}}$  год

Вид конструкций	Агрессивное воздействие среды			
	Отсутствует	Слабая	Средняя	Сильная
Железобетонные фундаменты	60	50	30	25
Стеновые панели	45	35	25	15
Кирпичные стены	25	20	18	15
Железобетонные колонны	60	50	45	35
Стальные колонны	50	45	40	35
Кирпичные столбы	25	20	18	15

Железобетонные фермы и балки покрытия	50	35	25	20
Стальные фермы балки покрытия, стальные связи	30	25	20	15
Стальные балки	40	35	30	20
Стропильные конструкции деревянные	20	15	12	10
Железобетонные балки и плиты	50	30	20	15
Деревянные перекрытия	20	15	12	10
Кровля рулонная скатная	10	10	8	5
Кровля рулонная плоская, малоуклонная	20	20	15	10

Таблица 4.8. Коэффициент периодичности капитальных ремонтов

Т <sub>к.р.</sub> , год	10	15	20	25	30	40	50	60
К <sub>п</sub>	0,85	0,45	0,29	0,17	0,10	0,05	0,02	0,01

Среднегодовые затраты на отопление  $C_{з\text{от}}$  и принудительную вентиляцию  $C_{з\text{вент}}$  зданий равны

$$C_{з\text{от}} = (0,12 + 0,004 |t|) V_{зд} \quad (4.19)$$

$$C_{з\text{вент}} = 0,12 V_{зд}, \quad (4.20)$$

Где  $|t|$  - абсолютное значение среднеянварской температуры;  $V_{зд}$  – объем здания, м<sup>3</sup>.

*Определение продолжительности основных строительных работ.*

Продолжительность строительных работ на стройплощадке (дн.)

$$T = \frac{1,5 \sum T_{к.д.}}{n_{бр} n_{см} n_{раб}} \quad (4.21)$$

$\sum T_{к.д.}$  – суммарная трудоемкость всех видов работ на стройплощадке, чел.-дн.;  $n_{бр}$  – количество бригад;  $n_{см}$  – количество смен работы,  $n_{раб}$  – количество рабочих в бригаде.

На стадии сравнения вариантов, когда отсутствует проект организации строительства, можно принять  $n_{бр} = 1$  или 2;  $n_{см} = 2$ ;  $n_{раб} = 7$ .

При необходимости продолжительность работ выразить в годах вычисленные по формуле (4.21) значение  $T$  следует разделить на 260 (количество рабочих дней в году).



*Определение экономического эффекта от сокращения продолжительности основных строительных работ.*

Определив продолжительность строительных работ по каждому из сравниваемых вариантов, принимают вариант с наибольшей продолжительностью за  $T_1$  и для каждого  $i$ -го варианта определяют разность  $(T_1 - T_i)$ . Экономический эффект от ускорения ввода в действие объекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{инв.}} + \mathcal{E}_{\text{стр}}, \quad (4.22)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{инв.}}$  – эффект получаемый инвестором;  $\mathcal{E}_{\text{стр}}$  – эффект, получаемый строительной организацией.

В общем виде значение эффекта инвестора

$$\mathcal{E}_{\text{инв.}} = \mathcal{E}_{\text{инв.}}^{\text{м}} + \mathcal{E}_{\text{инв.}}^{\text{н}}. \quad (4.23)$$

Эффект от досрочного ввода производственных объектов в эксплуатацию

$$\mathcal{E}_{\text{инв.}} = \Phi E_{\text{н}}'(T_1 - T_i), \quad (4.24)$$

Где  $\Phi$  – сметная стоимость объекта (стоимость вводимых фондов), руб.;  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент капитальных вложений отрасли объекта (для сельскохозяйственного строительства  $E_{\text{н}} = 0,07$ , для промышленного, для производственных объектов стройиндустрии  $E_{\text{н}} = 0,22$ ).

Эффект от уменьшения объема незавершенного строительства в связи с сокращением сроков строительства

$$\mathcal{E}_{\text{инв.}}^{\text{н}} = 0,5 E_{\text{н}} (k_1 T_1 - k_i T_i), \quad (4.25)$$

Где  $k_1$  и  $k_i$  – среднегодовые размеры капитальных вложений за период строительства по сравниваемым вариантам (руб.), которые при равномерном расходовании за время строительства объекта введены в формулу с коэффициентом  $1/2$ , чтобы получить их средние значения;

$$k_1' = C_{\text{зд1}} \times 1,08 / k_i \text{ и } k_i' = C_{\text{зд1}} \times 1,08 / k_i \quad (4.26)$$

где  $C_{\text{зд1}}$  – себестоимость объекта; 1,08 – коэффициент, учитывающий сметную прибыль;  $k_i$  – усредненный срок строительства объекта (год), зависящий от вида строительства и принимаемый равным 1,2 – для жилищного

строительства; 1,3 – для объектов культурно-бытового и административного строительства; 1,4 – для объектов медицины, культуры и спорта; 1,8 – для производственных объектов.

Эффект строительной организации от сокращения продолжительности сроков строительства

$$\mathcal{E}_{\text{стр}} = 0,14 C_{\text{зд1}} (1 - T_i / T_1); \quad (4,27)$$

Где  $C_{\text{зд1}}$  – себестоимость объекта по эталонному варианту; 0,14 – доля условно-постоянной части затрат в составе сметной стоимости.

*Определение полной расчетной себестоимости и трудоемкости работ по изготовлению конструкций и возведению здания (сооружения).*

Расчетная себестоимость законченного здания  $C_{\text{зд}}$  (руб.) определяется как сумма расчетных себестоимостей конструкций «в деле»  $C_{\text{к.д.}}$ , из которых возведено здание (сооружение):

$$C_{\text{зд}} = \sum C_{\text{к.д.}} \quad (4,28)$$

Расчетная себестоимость конструкций «в деле» в законченном здании (сооружении) определяется по формуле:

$$C_{\text{к.д.}} = 1,28 [(C_{\text{к}} + C_{\text{т}}) 1,02 + C_{\text{м}}] k_3, \quad (4,29)$$

Где 1,28 – коэффициент, учитывающий накладные расходы на строительные работы в размере 10,0...18,0% и сметную прибыль в размере 8%;  $C_{\text{к}} = C_{\text{с.к.}} \cdot P$  – полная расчетная себестоимость конструкций;  $C_{\text{с.к.}}$  – расчетная себестоимость конструкции;  $P$  – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы (в среднем составляет до 5%);  $C_{\text{т}}$  – затраты на транспортирование конструкций от завода-изготовителя до стойплощадки (в среднем составляет до 10%); 1,02 – коэффициент, учитывающий заготовительно-складские расходы строительной организации;  $C_{\text{м}}$  – затраты на монтаж конструкций;  $k_3$  – коэффициент зимних удорожаний (для Ростовской области относящейся ко II температурной зоне принимается равным для промышленного строительства – 1,02, гражданского – 1,01, сельскохозяйственного – 1,009).

Затраты на транспортирование железобетонных изделий от завода-изготовителя до стройплощадки

$$C_T - B_H \Pi_T \quad (4.30)$$

Где  $B_H$  – объем бетона конструкции в плотном теле,  $m^3$ ;  $\Pi_T$  – затраты на транспортирование  $1m^3$  железобетонных изделий в плотном теле, руб.,

$$\Pi_T = C_{1T} \gamma + b \quad (4.31)$$

$C_{1T}$  – стоимость перевозки 1т изделий в плотном теле (руб.) с учетом тарифа на перевозки автомобильным или железнодорожным транспортом, коэффициента на длинномерность груза, погрузочно-разгрузочных работ на заводе-изготовителе и на стройплощадке, подачи и уборки вагонов, переходного коэффициента от массы нетто к массе брутто;  $\gamma$  – плотность бетона,  $t/m^3$ ;  $b$  – стоимость реквизита в плотном теле, руб./ $m^3$ .

В рекомендациях приводятся нормативы  $C_{1T}$  и  $b$  для автомобильного и железнодорожного транспорта, что позволяет определить  $\Pi$  для бетона любой плотности. Значения  $\Pi_T$  для некоторых сборных железобетонных конструкций приведены в таб. 4.9 (в ценах 2000 г. по Ростовской обл.)

*Таблица 4.9.* Затраты на транспортирование  $\Pi_T$ , руб./т, железобетонных конструкций из тяжелого бетона при  $\gamma = 2,5 t/m^3$

Наименование конструкций	Расстояние перевозки транспортом, км								
	Автомобильным					железнодорожным			
	До 10	11...15	16...25	26...50	51..100	До 150	151...200	201...300	301...500
Балки, ригели, прогоны, сваи, стойки, колонны с массой более 10т до 15 т.	13,2	14.64	17.51	24.7	39.05	112.59	122.66	147.72	199,07
То же, с массой более 5 т до 10 т	10.18	11.93	15.44	24.22	46.77	166.42	181.17	217.78	293.7
Плоские настилы, панели, плиты перекрытий массой до 5т	21,91	24.95	31.04	46,86	76,69	326.95	353.98	427.69	575.1

Затраты на транспортирование железобетонных, металлических и деревянных конструкций, а также других материалов определяются по

сборнику сметных цен на перевозки грузов для строительства составленному в ценах на 01.01.2000г. с последующей индексацией

Стоимость монтажа конструкций на стройплощадке  $C_m$  определяется по сборникам ТЕР для данного региона строительства на строительные и специальные строительные работы (сб.6 и 7 «Бетонные и железобетонные конструкции», сб.8 «Конструкции из кирпича и блоков», сб. 9 «Строительные металлические конструкции», сб.10 «Деревянные конструкции»).

*Полная расчетная трудоемкость работ (чел-ч)* по изготовлению конструкций и возведению здания (сооружения)

$$T_{зд} = \sum T_k + \sum T_{к.д.}$$

Где  $\sum T_k$  – сумма трудовых затрат на изготовление сборных конструкций (включая в необходимых случаях заводскую укрупнительную сборку);  $\sum T_{к.д.}$  – сумма трудозатрат на монтаж сборных конструкций (включая укрупнительную сборку на стройплощадке), а также на возведение других видов конструкций (стен из штучных камней, монолитных перекрытий и др.) и на выполнение других работ на стройплощадке.

Расчетную себестоимость  $C_{с.к.}$  и трудоемкость изготовления  $T_k$  сборных железобетонных конструкций можно определить с помощью рекомендаций, согласно которым

$$C_{с.к.} = C_б + C_{ст} + C_a + C_n + C_d + C_y + C_{нн} + C_{ф} + C_o + C_{п} + C_{оуу} \quad (4.33)$$

$$T_k = T_б + T_a + T_n + T_d + T_y + T_{нн} + T_{ф} + T_{yy} \quad (4.34)$$

Где  $C_б$  и  $T_б$  – соответственно суммарная себестоимость бетонной смеси и трудовые затраты на ее приготовление;  $C_{ст}$  – стоимость все видов стали, франко-завод по изготовлению конструкций, расходуемой на изготовление ненапрягаемой и напрягаемой арматуры и закладных деталей;  $C_a$  и  $T_a$  – соответственно суммарные затраты на изготовление ненапрягаемой арматуры (сеток, каркасов, отдельных стержней, монтаж петель) и трудоемкость ее изготовления;  $C_n$  и  $T_n$  – соответственно суммарные затраты на заготовку элементов напрягаемой арматуры (стержней, проволоки, струнопакетов, канатов и т.п.) и трудоемкость изготовления заготовок;  $C_d$  и  $T_d$  –

соответственно себестоимость и трудоемкость изготовления закладных деталей;  $C_y$  и  $T_y$  – соответственно себестоимость и трудоемкость укладки элементов ненапрягаемой арматуры и закладных деталей в формы (опалубку, кассеты и т.д.);  $C_{нн}$  и  $T_{нн}$  – соответственно себестоимость и трудоемкость комплекса работ по натяжению напрягаемой арматуры;  $C_{\phi}$  и  $T_{\phi}$  – соответственно себестоимость и трудоемкость формования изделий;  $C_o$  – затраты на содержание и эксплуатацию форм (опалубки), кассет для данного изделия;  $C_{\pi}$  – себестоимость пара для тепловой обработки изделия.  $C_{оуу}$  и  $T_{уу}$  – соответственно суммарная себестоимость утеплителя и его укладки и трудоемкость операций по заготовке и укладке утеплителя.

В табл. 4.10 приводятся данные о себестоимости  $C_{к.к.}$  некоторых железобетонных конструкций, дающие представление об их экономических показателях.

*Таблица 4.10.* Стоимость  $C_{с.к.}$  Железобетонных конструкций (по сборникам сметных цен на материалы ) в ценах на 01.01.2000 года.

Наименование и характеристика конструкций	Класс бетона	Единица измерения	Оптовая цена за единицу измерения, руб	
			ФЕР	ТЕРпоРО
Балки стропильные объемом 1,5...3 м <sup>3</sup> сечения пролетом до 12м				
Прямоугольного	B30	м <sup>3</sup>	2723,0	2831.0
Таврового	B30	шт	2618.0	2722.0
Двутаврового	B30	шт	5547.0	5767.0
Фермы стропильные пролетом более 18 до 24 м, объемом более 5 м <sup>3</sup>	B30	м3	4251,0	4420.0
Плиты покрытий ребристые	B30	м <sup>2</sup>	120.0	140.0
Плиты перекрытий под нагрузку 22,1...24,0 кН/м <sup>2</sup> ребристые с приведенной толщиной до 12 см	B30	м3	2660.0	2769.0
Плиты многопустотные под нагрузку 12,1...16 кН/м <sup>2</sup> с приведенной толщиной до 14 см	B30	»	1170.0	1362.0
Колонны прямоугольного сечения с консолями в одну сторону	B25	м <sup>3</sup>	2192.0	2279,0
Колонны двухветвенные	B30	м3	2704.0	2271,0
Балки подкрановые пролетом 12м типа:		м3		
БКН 12-2с	B30		2854.0	2967.0
БКН 12-3с	B30		2854.0	2967,0

Трудоемкость изготовления строительных конструкций определяется на основании сметных норм и расценок или по специально составленным калькуляциям.

Основные данные для приблизительной оценки стоимости металлических и деревянных конструкций приводятся в табл. 4.11 и 4.132

Таблица 4.11. Стоимость  $C_{с.к}$  руб/т. стальных конструкций в ценах на 01.01.2000 г.

Наименование и характеристика конструкций	ФЕР		ТЕРпоРО	
	ФЕР		ТЕРпоРО	
колонны одноэтажных промышленных зданий и крановых эстакад одноветвевые составного сечения	8546--8647		8417--8466	
То же двухветвевые	9444--9708		9245--9504	
Колонны многоэтажных зданий составного сечения	9444--9708		9245--9504	
Подкрановые балки пролетом 6м	9782		9577	
Подкрановые балки пролетом 12 м	9782		9577	
Фермы стропильные пролетом 18...48 м и подстропильные пролетом 12...24 м из:				
парных уголков	15828		12504	
круглых труб	18040		14290	
Балки покрытий из листовой стали с высотой сечения				
постоянной	11425		11185	
переменной	12339		12155	
Балки покрытий и под оборудование составного сечения	12339		12155	
Связи покрытий и по колоннам	7007		6860	
Мачты на вантах высотой до 350 м треугольного сечения	15190		14871	
То же квадратного сечения	13670		13384	
То же круглого сечения	11750		11530	
Теле и радио башни прямоугольного сечения	15085		14768	

Таблица 4.12. Стоимость  $C_{с.к}$  деревянных конструкций в ценах на 01.01.2000г

Наименование и характеристика конструкций	Единица измерения	ФЕР		ТЕР поРО	
		ФЕР		ТЕР поРО	
Конструкции постоянного сечения:					
Прямолинейные клееные	м <sup>3</sup>	4972		5569	
Гнутые клееные	»	5910		6043	
Балки из ценной древесины:					
Одинарные	»	2500		2640	
Составные	»	2678		2828	

Щиты деревянные не строганные для перекрытий из досок толщиной 40 мм шириной 440 мм и длиной:			
1500 мм	м2	90	87
2100 мм	»	88	85

Трудоемкость монтажа  $T_{к.д.}$  определяется по элементным сметным нормам по таблицам ГЭСН-2001 на строительные работы. Для сборных железобетонных конструкций  $T_{к.д.}$  (чел-ч/шт) характеризуется следующими показателями: установка колонн прямоугольного сечения при массе 4 т – 7,63; то же, при массе 10т – 12,54; установка двухветвевых колонн при массе 10т – 12,88; то же, при массе 30т – 20,1; установка стропильных балок одноэтажных зданий пролетом 9...12 м – 8,08; установка стропильных ферм пролетом до 24м – 15,7; укладка плит покрытий пролетом 6м – 2,3; то же, пролетом 12м – 3,7.

Трудоемкость монтажа металлоконструкций на стройплощадке  $T_{к.д.}$  (чел.-час./т) примерно составляет: колонн – 6.44, подкрановых балок – 13,99,, стропильных ферм – 13,21, структурных покрытий – 18...20, рамных конструкций – 7...8. Эстакад – 44,35, бункеров – 65,3; дымовых и вентиляционных труб – 33,14, телевизионных башен – 24,8, водонапорных башен – 24.85.

Для деревянных конструкций  $T_{к.д.}$  ориентировочно составляет при укрупнительной сборке и установке: стоек – 12,85 чел-ч/м<sup>3</sup>; клееных балок и ферм всех типов пролетом 22...24 м – 13.7 чел-ч/шт; трехшарнирных арок пролетом до 20 м – 47,5 чел-ч/шт.

Определение приведенных затрат. Для каждого из сравниваемых вариантов суммарные приведенные затраты вычисляются по формуле (4.35), вытекающей из основных формул (4.1)...(4.3):

$$Z = C_{зд} + K_{кап} + C_{экс}, \quad (4.35)$$

где  $C_{зд}$  – определяется по (4.27) и (4.28);  $K_{кап}$  – по (4.12);  $C_{экс}$  – по (4.16).

при сравнении двух вариантов конструкции с приблизительно одинаковым сроком службы, один из которых относится к созданию новой конструкции, расчет годового экономического эффекта производится согласно [173] по формуле

$$\mathcal{E}_{\phi}=(Z_1-Z_i+\mathcal{E})A, \quad (4.36)$$

где  $Z_1$  и  $Z_i$  – приведенные затраты соответственно по базовому (заменяемому) варианту и новой конструкции, вычисляемые по формуле (4.35);  $\mathcal{E}$  – экономический эффект от сокращения продолжительности строительства, определяемый по формуле (4.22) и вводимый в формулу (4.36) со знаком «+», если продолжительность по варианту «i» меньше, чем по базовому, и со знаком «-» - в противном случае;  $A$  – годовой объем применения предлагаемой конструкции в натуральных единицах.

Укрупненные показатели стоимости зданий и сооружений, включающие в себя прямые затраты, накладные расходы и сметную прибыль, приводятся в табл. 7.3.

Сравнение технико-экономических показателей, приведенных в табл. 4.13, показывает, что наиболее эффективными являются крупнопанельные и объемно-блочные дома.

*Таблица 4.13.* Техничко-экономические показатели девятиэтажных жилых домов

Тип здания	Стоимость, %	Затраты труда, чел.-дн./м	Продолжительность строительства, %
Крупнопанельные	100	2,3	75
Каркасно- панельные	106	2,8	82
Объемно - блочное	103	2,2	40
Крупноблочное	105	2,5	90
Кирпичное	101	3,2	100
Каркасно- монолитные			



В общей стоимости одноэтажных промышленных зданий наибольший удельный вес приходится на ограждающие элементы покрытий и кровли, а в многоэтажных – на конструкции междуэтажных перекрытий (таб. 4.14).

*Таблица 4.14.* Стоимость основных конструктивных элементов промышленных зданий (% от общей стоимости общестроительных работ)

Элементы зданий	Стоимость, % для зданий	
	одноэтажных при пролетах 18...24 м с кранами	многоэтажных
Основания и фундаменты	6...8	7...8
Подкрановые балки	10...12	
Несущие элементы покрытий	7...9	4...6
Фонари	7...10	
Междуэтажные перекрытия с ригелями		26...28
Наружные несущие стены	11...12	18...20
Ограждающие элементы покрытий и кровли	26...30	6...7
Полы	12...14	13...14
Окна, двери, ворота	5...6	12...13
Перегородки	3...4	1
Лестницы		1...1,5
Лифты		2...3
Прочие элементы и работы	3...8	8...9

В связи с этим в целях снижения общей стоимости зданий в первую очередь следует уделять внимание выбору наиболее экономичных конструктивных решений элементов зданий, требующих наименьших затрат.

## **5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **5.1. Общие положения**

При проектировании зданий и сооружений следует применять такие конструктивные решения, которые в максимальной степени отвечали бы требованиям экономичности и индустриализации строительства. При этом должны быть учтены местные условия строительства – климатические, инженерно-геологические, сейсмические, экологические и др. Важное влияние на выбор материалов для строительства оказывает возможность рационального использования местных материалов, в частности, природных каменных материалов, заполнителей (щебня, гравия, песка) для бетона и других, а также наличие и возможности местных предприятий стройиндустрии, оснащенность строительства машинами, энергией, водой, наличие коммуникаций, особенно транспортных. Таким образом, на выбор конструктивных решений влияет большой комплекс факторов, правильный и достаточно полный учет, которых позволяет на основе вариативного проектирования выбрать лучшее конструктивное решение.

Конструктивное решение и выбор материалов для его реализации во многом определяются габаритами зданий и сооружений, их назначением и функциональными особенностями, требуемой долговечностью и капитальностью, архитектурно-эстетическими, экономическими и другими соображениями.

Конструктивные решения одно- и многоэтажных зданий, как правило, применяются в виде каркасных или бескаркасных, в частности, панельных схем. Они должны обеспечивать пространственную устойчивость (жесткость) системы при любых воздействиях, среди которых особое внимание следует уделять сопротивлению горизонтальным воздействиям (ветровым, сейсмическим, тормозным от мостовых кранов и др.). В многоэтажных каркасных зданиях такие воздействия воспринимаются либо элементами каркаса совместно с вертикальными связевыми диафрагмами, которыми могут служить поперечные стены, расположенные с определенным шагом, жесткие пространственные коробки лестничных клеток и др. (рамно-связевая система). В одноэтажных каркасных зданиях для обеспечения общей устойчивости по продольным рядам колонн в средней ячейке каждого температурного блока устанавливаются специальные стальные связи, а в качестве распорок между колоннами служат подкрановые балки, а при их отсутствии – подстропильные фермы или продольные распорки,

располагаемые по верху всех колонн. При необходимости связи устанавливаются также в горизонтальных плоскостях, например, для обеспечения устойчивости поясов ферм.

В последние годы разработаны различные варианты эффективных строительных конструкций для зданий и сооружений. Ниже приводятся примеры конструктивных решений зданий и сооружений, реализованные в отечественной и зарубежной практике. В первую очередь рассматриваются типовые строительные конструкции, применяемые в массовом строительстве, а затем нетиповые, которые могут быть использованы в объектах, сооружаемых по индивидуальным проектам, а также в уникальных зданиях (сооружениях) и в перспективном строительстве.

В дипломном проектировании типовые конструкции следует использовать только в качестве вариантов-эталонов или прототипов разрабатываемого основного варианта.

## **5.2. Конструктивные решения одноэтажных производственных зданий**

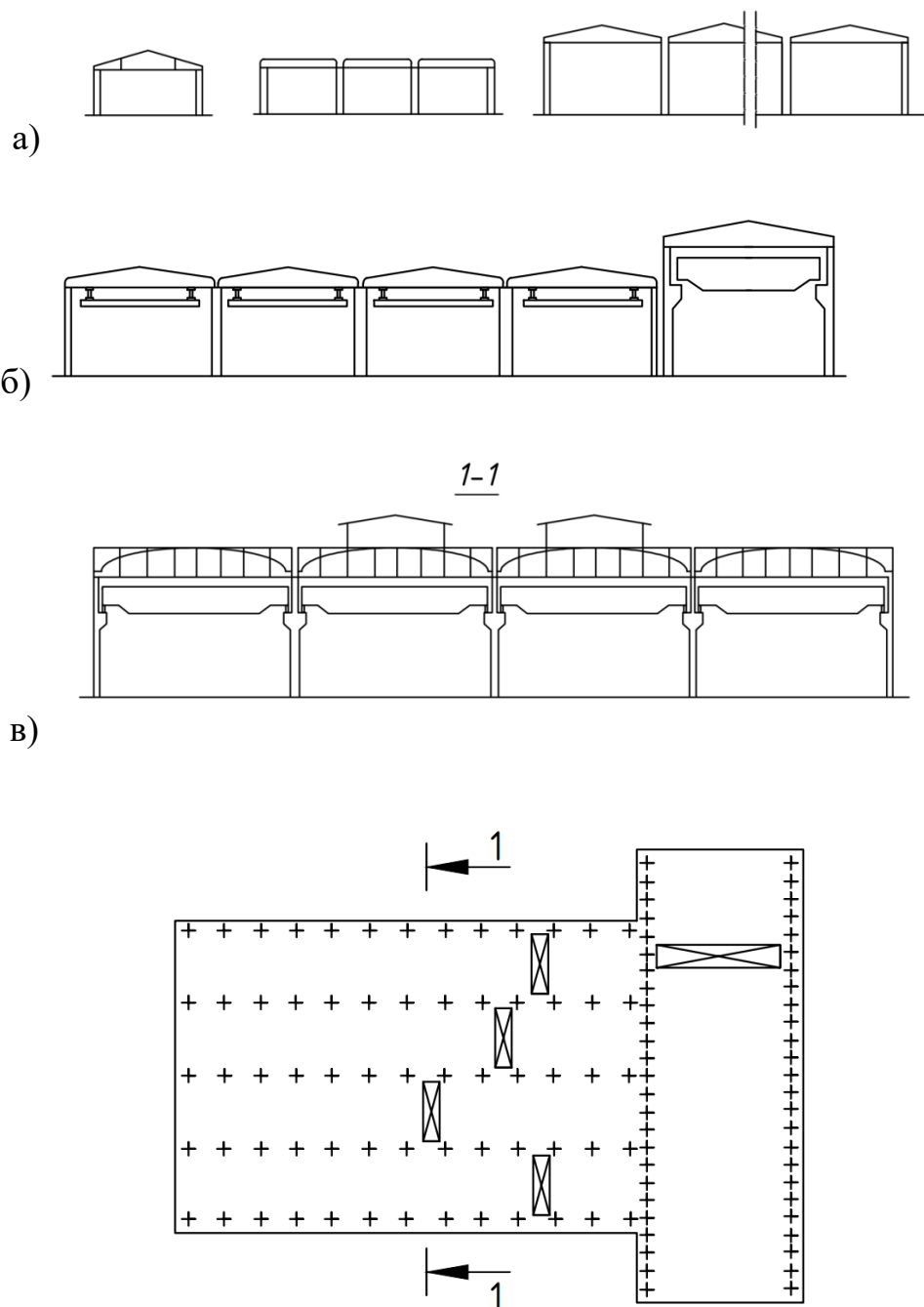
Наиболее типичным конструктивным решением является каркасное с ограждающими панелями. Основные нагрузки в таких зданиях передаются на каркас, состоящий из колонн, стропильных, подстропильных и других конструкций, выполняемых преимущественно из железобетонных и стальных элементов. Применяются решения и с неполным каркасом, в котором вместо крайних рядов колонн предусматривают несущие каменные или кирпичные стены (обычно с пилястрами). В зданиях с мостовыми кранами применяют колонны с консолями для подкрановых балок.

На колонны поверху опирают ригели каркаса, представляющие собой стропильные балки, фермы, арки и др. по стропильным балкам укладывают панели покрытий. Колонны понизу жестко закрепляют в фундаментах.

Основным принципом компоновки одноэтажных зданий является их составление из прямоугольных блоков с параллельно расположенными пролетами (рис. 5.1). Если блоки имеют разную высоту или расположены с взаимно перпендикулярными пролетами, то в местах их примыканий, как правило, устраивают деформационные швы.

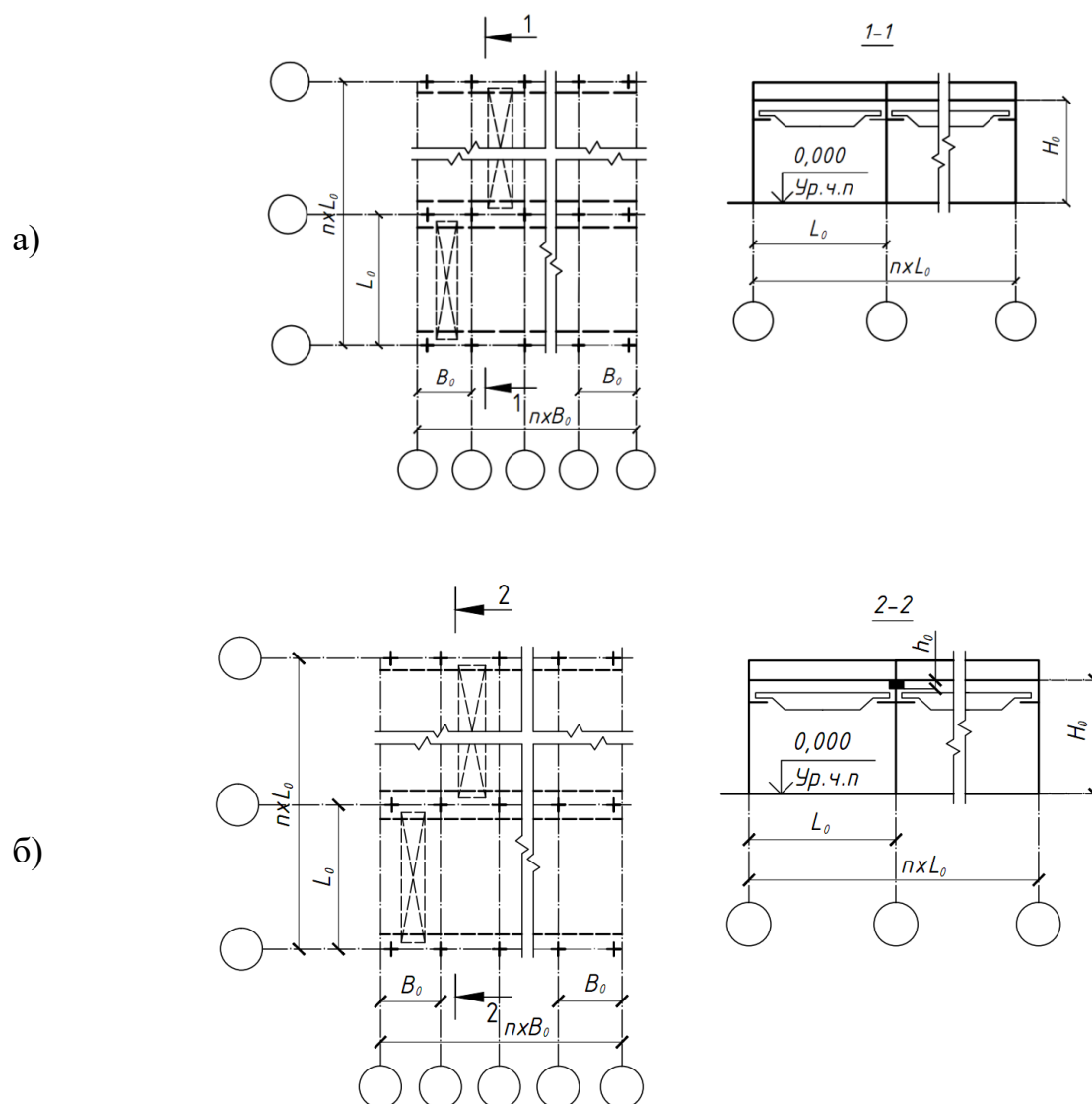
Габаритные схемы одноэтажных зданий промышленных предприятий (рис. 5.2) должны соответствовать требованиям, согласно которым

установлено сочетание геометрических параметров по координатным осям:  
пролетом  $L_0$ , шагом колонн  $B_0$ , высот  $H_0$ .



**Рис. 5.1. Примеры компоновки одноэтажных производственных зданий:**

**а – бескрановых; б – с подвесными и мостовыми кранами; в – с взаимно перпендикулярными блоками**



**Рис. 5.2. Габаритные схемы одноэтажных каркасных промышленных зданий:**

**а) с опиранием ригелей покрытия на колонны; б) с опиранием ригелей покрытия на достаточную конструкцию.**

**$n$  – число пролетов или шагов колонн;  $h_0$  – расстояние между низом стропильных и подстропильных конструкций, равное 0 или 600 мм;  $H_0$  – расстояние от уровня чистого пола до низа несущей конструкции покрытия**

Высоты этажей  $H_0$  принимаются кратными 1,2 м и составляют 8,4; 9,6÷18 м, шаг колонн 6 или 12 м, пролеты – 18, 24, 30 и 36 м; номинальная отметка головки подкранового рельса  $L_0$  – 5,75...15,05 м, грузоподъемность крана – 5...50 т. Аналогичные требования предъявляются к габаритным схемам одноэтажных сельскохозяйственных зданий. К этой категории относятся здания животноводческого и птицеводческого назначения, предприятия переработки сельхозпродуктов, складские помещения,

подсобно-производственные и др. В таких зданиях шаг колонн  $B_0$  принимается равным: для средних колонн 6 м, для крайних  $L_0$  – 3 или 6 м, пролеты – 9;12;18 и 21 м; высота этажа  $H_0$  – 2,4;2,7;3,0;3,6;4,8 и 6 м. Указанные габаритные схемы не распространяются на здания с пространственными конструкциями покрытий типа оболочек или структур.

Для повышения эффективности проектирования и возведения зданий и сооружений в массовом строительстве применяют типовые конструкции заводского изготовления. С этой целью создан и постоянно обновляется каталог строительных конструкций, который широко используется в проектных организациях.

### **5.3. Железобетонные конструкции одноэтажных производственных зданий**

Железобетонные типовые ребристые плиты покрытий зданий (табл. 5.1) имеют в плане размеры 3х6 и 3х12 м, в качестве доборных применяют также плиты размерами 1,5х6 м. Более экономично и индустриально применение ребристых плит длиной 12 м с высокопрочной предварительно напряженной арматурой.

Типовые железобетонные ребристые плиты размером в плане 3х6 м для покрытий производственных зданий должны соответствовать требованиям ГОСТ 22701.2-81.

Существуют и другие типы плит покрытий, например: железобетонные плиты двойное «Т», трехслойные со средним слоем из минераловатных или полистирольных утеплителей, а в неотапливаемых зданиях – из волнистых асбестоцементных листов и т.п. плиты длиной 6 и 12 м, которые укладываются на стропильные конструкции при соответствующем их шаге.

Железобетонные типовые стропильные балки пролетом 6;9;12 и 18 м (табл. 5.2) применяют при шаге 6 м. Балки постоянной высоты с параллельными полками используются в зданиях с плоской или односкатной кровлей. Технические условия на балки длиной 6 и 9 м из тяжелого и легкого бетона и длиной 12 м изложены в ГОСТ 20372-90 [43] (см. табл. 5.1).

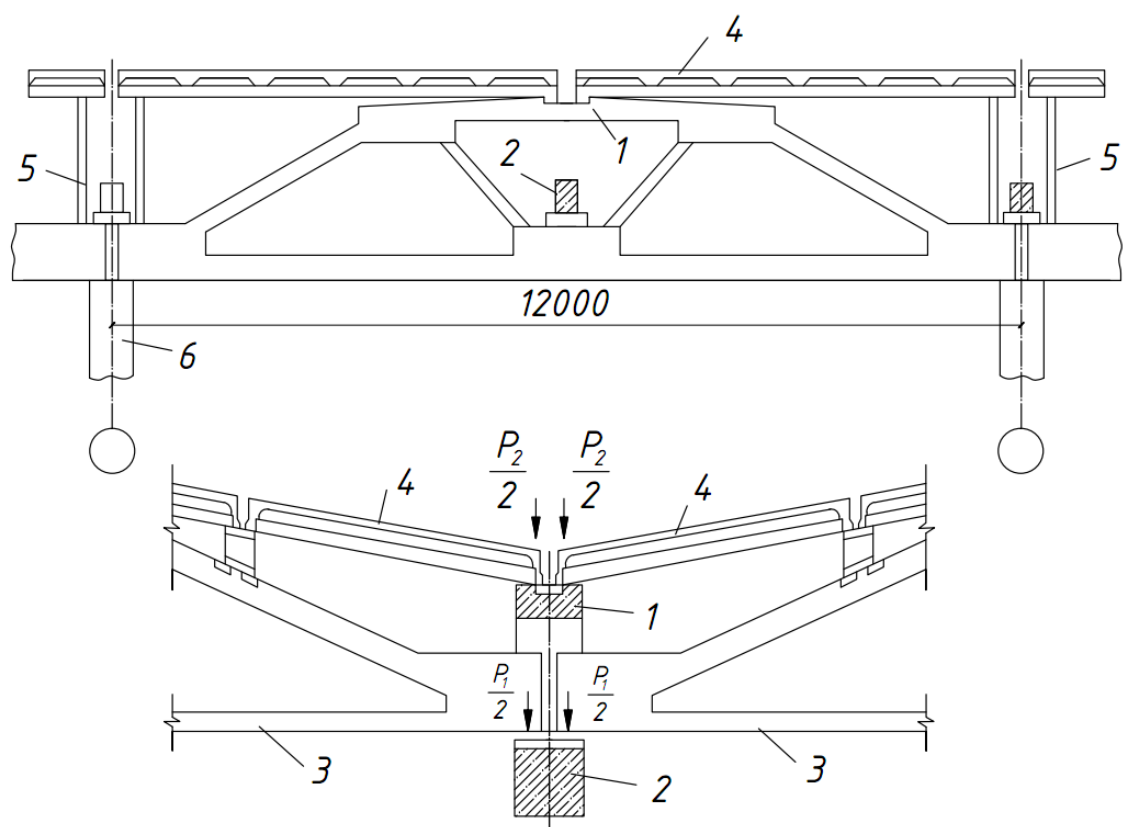
Для одно- и многопролетных зданий со скатными покрытиями применяются двускатные балки двугаврового сечения, решетчатые и др.

Железобетонные типовые стропильные и подстропильные фермы предназначаются для покрытий одно- и многопролетных зданий с пролетами

от 6 до 24 м включительно (табл. 5.3). Треугольные фермы используются для покрытий неотапливаемых зданий пролетами 6;9;12 и 18 м при кровле из асбестоцементных волнистых листов. Для отапливаемых зданий с железобетонными плитами и рулонной кровлей применяют преимущественно раскосные фермы с верхним поясом ломаного очертания пролетом 18 м и бесраскосные арочного очертания пролетами 18 и 24 м. Последние изготавливают из тяжелого и легких бетонов на пористых заполнителях. Основные размеры сечений поясов и стоек должны соответствовать ГОСТ 20213-89 [44] (см. табл. 5.3).

Для зданий с шагом колонн 12 м применяют типовые подстропильные фермы, которые при скатной кровле имеют очертания и размеры, указанные в табл. 5.3 при малоуклонной кровле применяют подстропильные фермы треугольного очертания. Схема опирания стропильных ферм на подстропильные при скатной кровле приведена на рис. 5.3.

В современном строительстве много зданий возводится с пролетом 18 м. Для покрытий таких зданий могут быть использованы плиты или панели «на пролет» с размерами в плане 3х18 м, позволяющие отказаться от устройства отдельных стропильных конструкций, так как их функции выполняют сами плиты или панели, укладываемые в поперечном направлении зданий на подстропильные балки или фермы, располагаемые по колоннам вдоль здания. Возможна другая схема покрытия, при которой плиты или панели укладываются вдоль здания на стропильные балки или фермы, располагаемые с шагом 18 м. в этом случае сетка колонн может быть значительно увеличена (18х18; 18х24; 18х30 м).



**Рис. 5.3. Опираие стропильных ферм на подстропильные при скатной кровле: 1 – верхний пояс подстропильной фермы; 2 – средний узел нижнего пояса подстропильной фермы; 3 – стропильные фермы; 4 – плита покрытия; 5 – стойка подстропильной фермы; 6 – колонна**



Таблица 5.1.

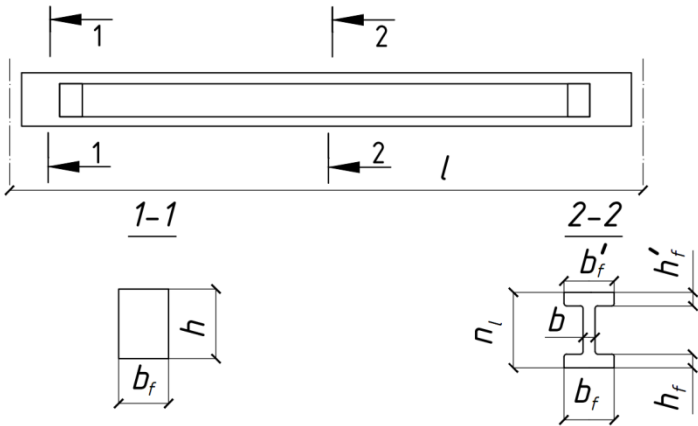
## Типовые железобетонные плиты для покрытий промышленных зданий

Эскиз плиты	Марка изделия	Пролет L, м	Основные размеры, мм							Расчетная нагрузка кН/м²	Масса, т
			h	h <sub>т</sub>	b <sub>f</sub>	b' <sub>f</sub>	h' <sub>f</sub>	b	h <sub>f</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Серия [1.465.1-20]										
	ПГ6	6	300	300	-	1490	30	65...80	150	2,6...12,0	1,5
	ГОСТ 22701.6 – 79*										
	ПГ6	6	305	305	-	2980	35	75	155	10,0	2,9
	Серия [1.465.1-15]										
	ПГ12	12	455	455	-	2980	30	80...100	155	3,6...7,4	6,2
	Серия 1.465.1 – 13.85*										
ПГ18	18	600	900	-	2920	30...50	100	-	2,2...9,4	10,8-11,5	

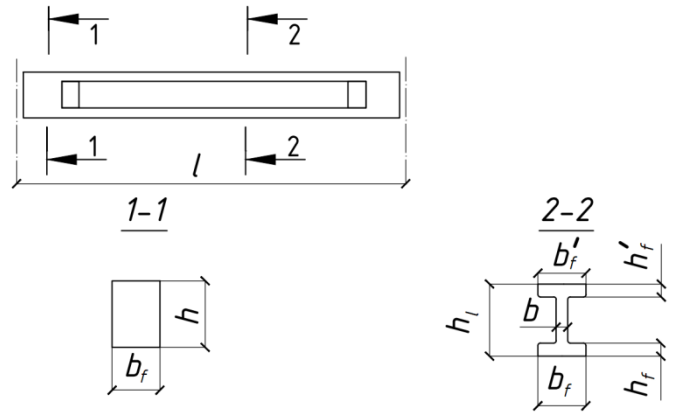
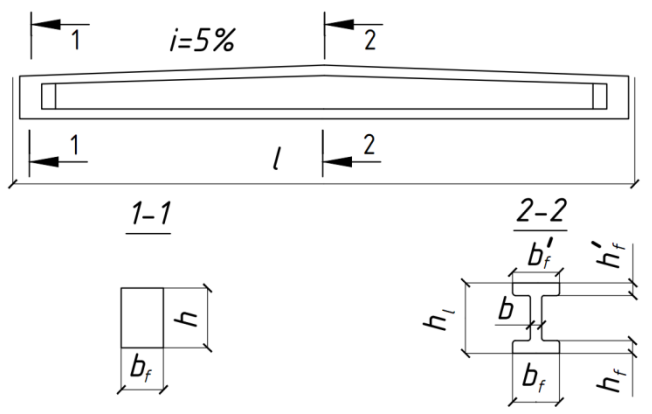
Примечание: \* отмененные серии и ГОСТы, которые в дипломном проектировании могут быть использованы в качестве аналогов проектных решений и разработки предложений по их совершенствованию с применением новых классов бетона и арматуры.

Таблица 5.2.

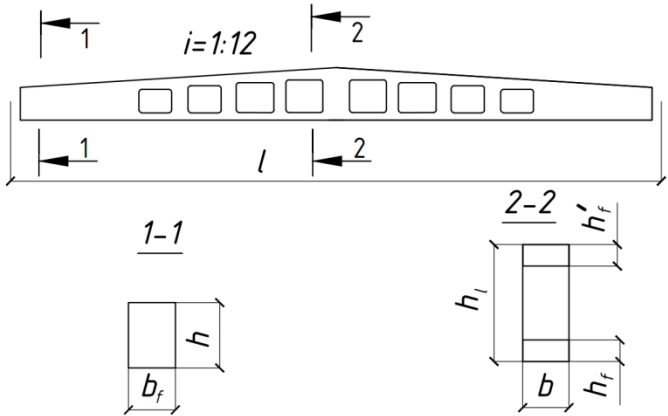
Типовые железобетонные балки для покрытий промышленных зданий

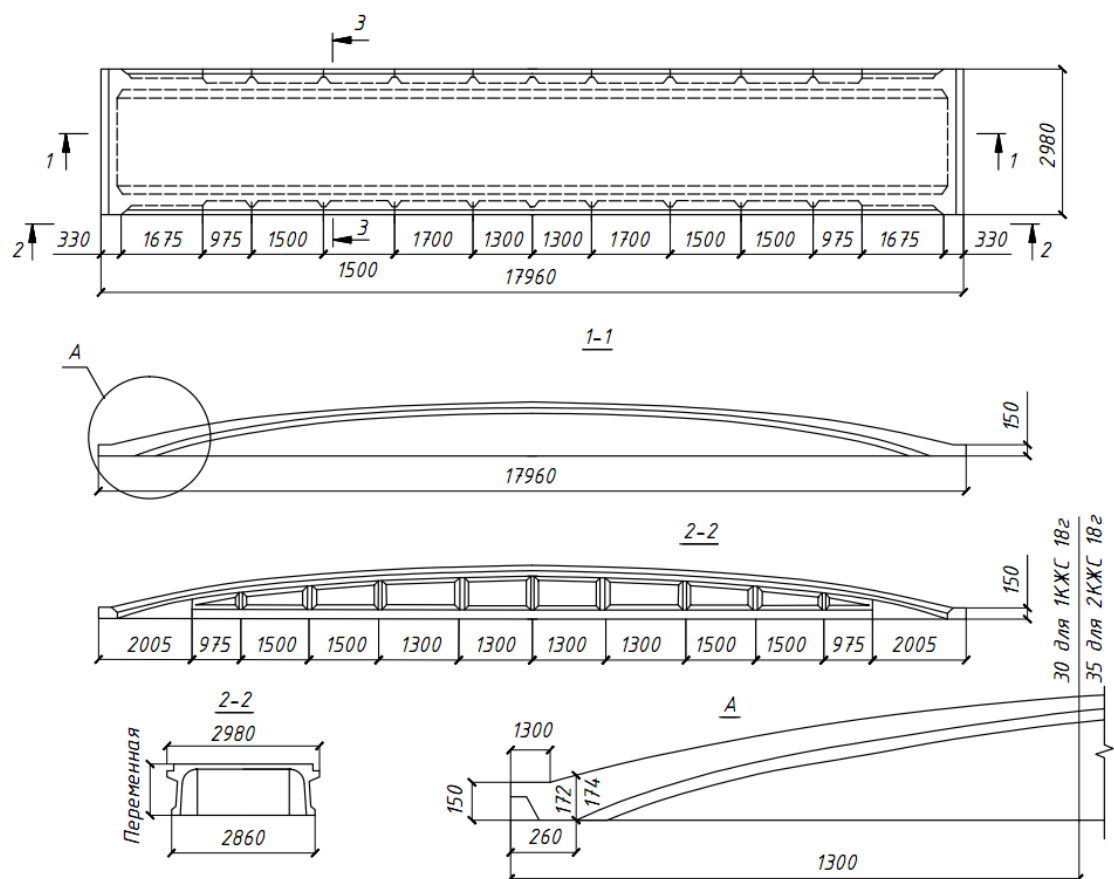
Эскиз балки	Марка изделия	Пролет L, м	Основные размеры, мм							Расчетная нагрузка кН/м <sup>2</sup>	Масса, т
			h	h <sub>л</sub>	b <sub>f</sub>	b' <sub>f</sub>	h' <sub>f</sub>	b	h <sub>f</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Серия [1.462.1 – 1.10/93]										
	БСТ6	6	590	590	100	200	100	100	0	3,5...11,0	1,15
	БСД6	9	890	890	220	220	100	100	180	3,5...11,0	2,75

Продолжение таблицы 5.2

	Серия [1.462.1 – 1/88]										
	БСП12	12	890	890	280	280	80	120	150	3,5...9,5	4,5...5,5
	Серия [1.462.1 – 16.88]										
	БСД18	18	900	1350	230...330	230...330	100	80...280	60...160	3,0...11,0	5,6...10,4

Продолжение таблицы 5.2

	Серия [1.462.1 – 3/89]										
	БДР12	12	890	13 90	-	-	20 0	300 ...36 0;	180 ...24 0;	3,0...6, 0	4,7... 5,0
	БДР18	18	890	16 40	-	-	20 0; 24 0;2 80	420	300	3,1...6, 0	8,4... 12,1



**Рис. 5.4. Сводчатая железобетонная плита типа КЖС**

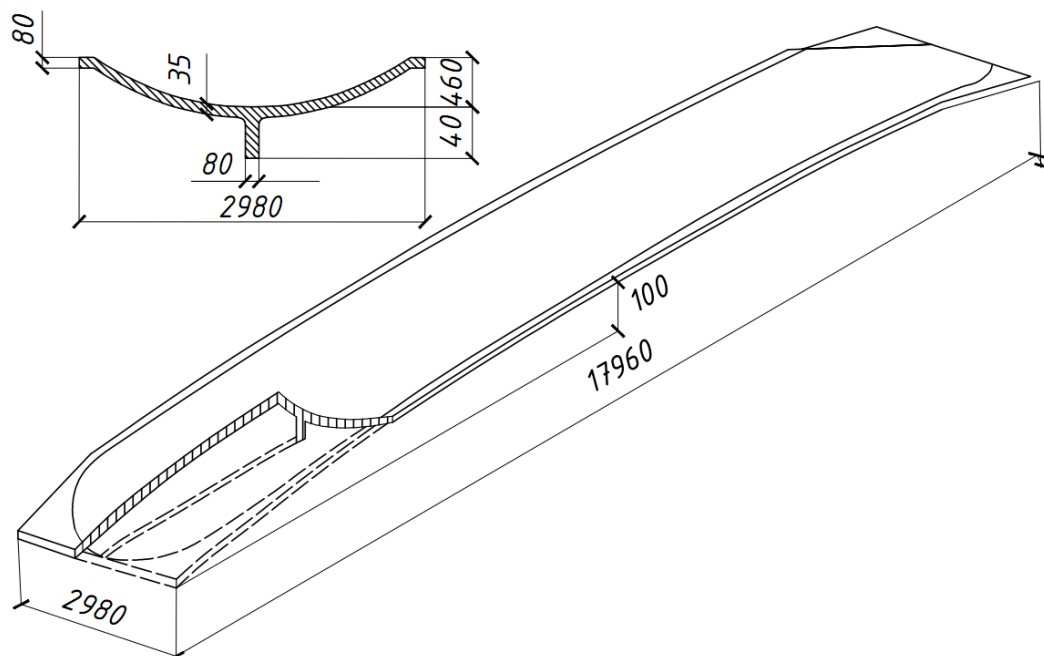
В нашей стране нашли большое применение следующие типы железобетонных плит размером 3x18 м.

Плиты типа ПГ-18 (см. табл. 5.1) представляют собой конструкцию с двумя плоскими скатами, имеют два основных продольных ребра переменной высоты и поперечные ребра, расположенные с шагом 1,3...1,55 м.

Плиты типа КЖС (рис 5.4) имеют форму сводчатой полой оболочки с двумя продольными ребрами – диафрагмами и гладкой полкой, толщина которой переменна – в середине составляет 30...35 мм, а на концевых участка – 172...174 мм.

Панель-оболочка конструкции НИИСК (рис 5.5) имеет форму лотка с горизонтальным продольным ребром (килем) переменной высоты, изменяющейся от 200 мм у опор до 540 мм к середине. В продольном направлении панель очерчена по дуге окружности, а в поперечном – по

кривой гиперболы. Основная рабочая арматура размещается в продольном ребре (киле).

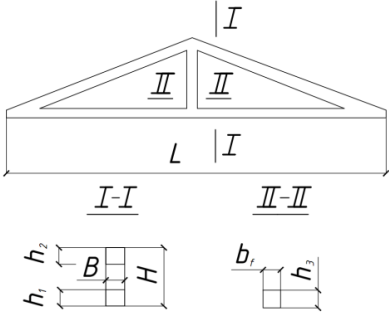
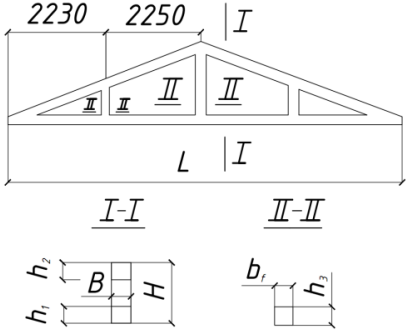


**Рис. 5.5. Предварительно напряженная панель – оболочка конструкции НИИКС: а – поперечное сечение; б – общий вид**

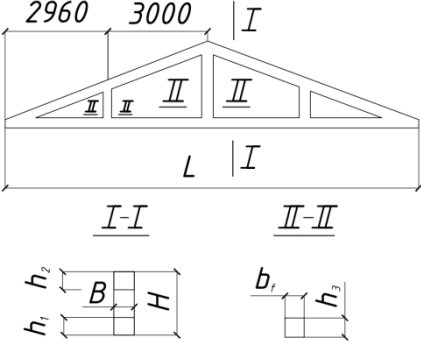
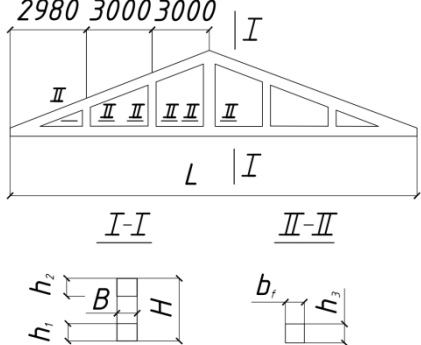
**Сборно-монолитные железобетонные оболочки.** Для покрытий одноэтажных зданий вместо набора плоских несущих ограждающих конструкций могут быть применены сборно-монолитные железобетонные оболочки положительной гауссовой кривизны. В таких конструкциях, совмещающих несущие и ограждающие функции, благодаря благоприятным статическим условиям работы достигается значительное уменьшение материалоемкости. Типовые железобетонные оболочки предназначены для зданий с сетками колонн 18х24, 18х30 и 24х24 м (рис. 5.6). Оболочки собираются из ребристых плит размером 3х6 м с цилиндрической поверхностью.

Таблица 5.3.

## Типовые железобетонные фермы

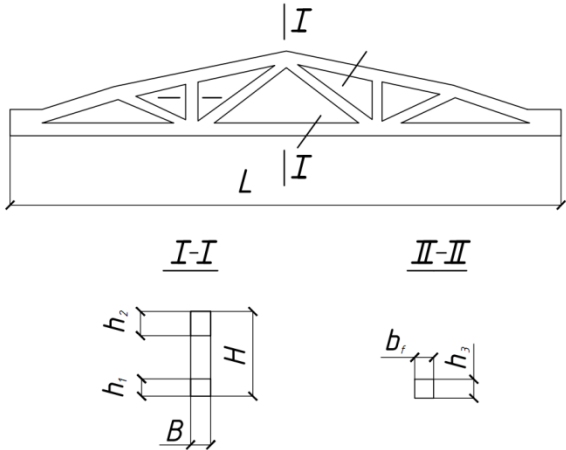
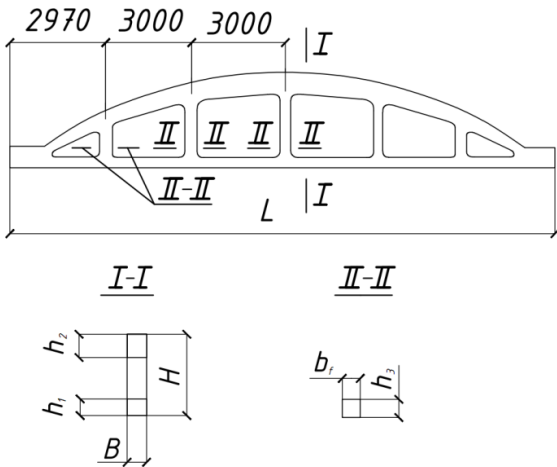
Эскиз	Обозначение документа	Марка	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Основные размеры, мм							Масса, т.
				L	B	H	h1	h2	h3	h1	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Серия 1.063.1-4	1ФТ6	2...4,5	5960	200	1195	120	140	200	120	1.0
		1ФТ9	2,5...4,5	8960	200	1570	140	160	200	120	1.8

Продолжение табл. 5.3

			1ΦT12	2...4,5	11960	200	1945	180	220	200	150	2
			1ΦT18 2ΦT18	2...3 3,5...4,5	17960 17960	220 220	2695 2695	220 240	260 280	220 220	200 250	5.6 6.4



Продолжение табл. 5.3.

	Серия 463.1- 16	1ФС18 1	3,5...7,5	17940	200	2630	180	180	150	120	4,5
		2ФС18 2	4,5...9,5	17940	250	2640	200	180	150	120	6,0
		3ФС18 5	7,5...13	17940	250	2725	300	250	150	150	7,8
		4ФС18 7	9,5...19	17940	300	2735	320	250	150	150	9,4
	Серия 1.463. 1- 3187	ФБ18I- 1.2	2,5...5,5	17940	240	3000	220	200	240	200	6,5
		ФБ18I-3	3,2; две кран- балки Q=2т	17940	240	3000	220	200	240	200	6,5
			2,5...3; две кран-балки Q=3,2т	17940	240	3000	220	200	240	200	6,5
		ФБ18II- 4	То же	17940	240	3000	280	250	240	250	7,7
		ФБ18II- 5	3,5; две кран- балки Q=3,2т.	17940	240	3000	280	250	240	250	7,7

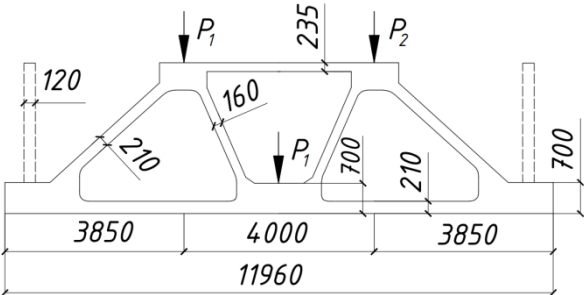
Продолжение табл. 5.3.

		ФБ18II-6	4.5...5,5; две кран- балки Q=3,2т.	17940	240	3000	280	250	240	250	7,7
		ФБ18III-7	3...4,5	17940	280	3000	280	250	280	250	9,2
		ФБ18III-8	5.5; кран балка Q=5т	17940	280	3000	280	250	280	250	9,2
		ФБ18III-9	5...5,5	17940	280	3000	280	250	280	250	9,2
		ФБ18IV-9	5...5,5	17940	280	3000	340	300	280	300	10,5
		ФБ18IV-10	6,5	17940	280	3000	340	300	280	300	10,5
		ФБ18IV-11	6,5; две кран балки Q=1 т.	17940	280	3000	340	300	280	300	10,5
		ФБ18IV-12	6,5; две кран балки Q=2 т.	17940	280	3000	340	300	280	300	10,5

Продолжение табл. 5.3.

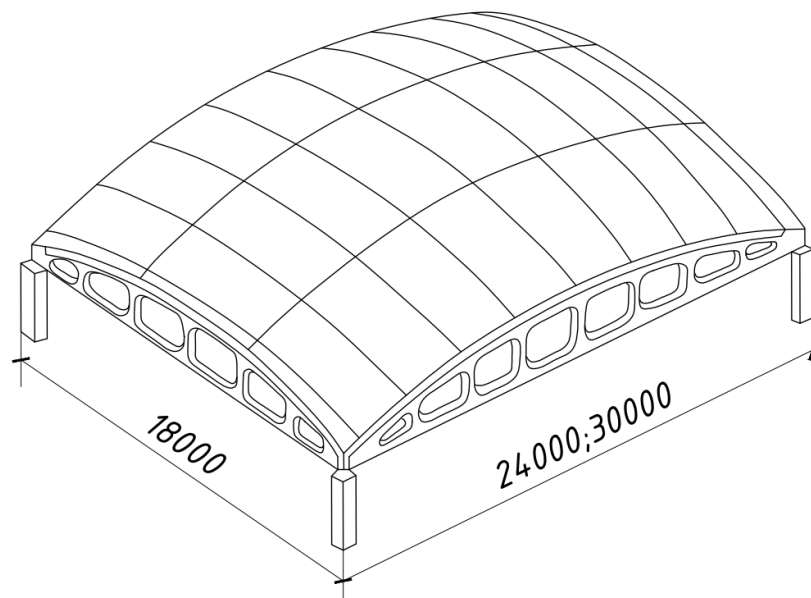
	Серия [1463.1 -3187]	ФБ24I-1	2,5...4,5	23940	240	3300	220	200	240	250	9,5
		ФБ24II-3,1	4,5...5,5	23940	240	3300	280	250	240	250	10,5
		ФБ24II-5	5,5; две кран балки Q=1т	23940	240	3300	280	250	240	250	10,5
		ФБ24II-5	«	23940	280	3300	340	300	240	250	11,7
		ФБ24III-6	5...5.5; две кран балки Q=2т	23940	280	3300	340	300	240	250	11,7
		ФБ24III-7	4...5.5; две кран балки Q=3,2т	23940	280	3300	340	300	240	250	11,7
		ФБ24IV-8...10	3...4,5	23940	280	3300	340	300	260	300	14,2
		ФБ24V-11	5,5...6,5	23940	280	3300	460	420	280	350	18,2
		ФБ24V-12	5,5...6,5; кран балка Q=1т	23940	280	3300	460	420	280	350	18,2

Окончание табл.5.3.

		ФБ24V-13	6,5	23940	280	3300	460	420	280	350	18,2
		ФБ24V-14	6,5; две кран балки Q=2т	23940	280	3300	460	420	280	350	18,2
	Серия ПК-01-110/81*	ФСП12-1...4	7,60...14,6	11960	550	2200					11,3

Примечание: \* отмененные серии и ГОСТы, которые в дипломном проектировании могут быть использованы в качестве аналогов проектных решений и разработки предложений по их совершенствованию с применением новых классов бетона и арматуры.

Каждая оболочка является частью многоволнового покрытия, смежные оболочки имеют общие контурные фермы – диафрагмы, а наружные края оболочек опираются на контурные диафрагмы в виде ферм или арок. На верхней поверхности диафрагм, особенно на крайних участках, предусматривается устройство железобетонных или стальных упоров, а также шпоночных пазов для восприятия сдвигающих усилий от оболочек.

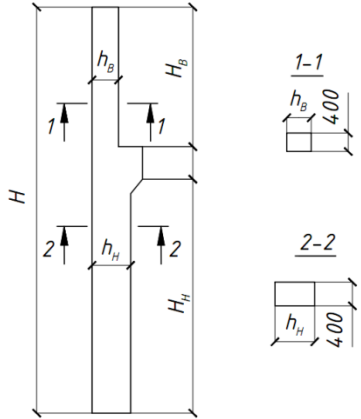


**Рис. 5.6. Типовые железобетонные оболочки положительной гауссовой кривизны.**

**Типовые железобетонные колонны.** Для одноэтажных производственных зданий применяют следующие виды типовых железобетонных колонн: прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов высотой до 14,4 м; прямоугольного сечения для зданий пролетами до 36 м с мостовыми кранами (табл. 5.4); двухветвевые для зданий с мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т; центрифугированные кольцевого сечения для зданий без мостовых кранов с наружным диаметром 300...1000 мм и длиной 3,6...19,2 м по ГОСТ 23444-79.

В отечественной и зарубежной практике применяются и другие типы колонн, например: двутаврового сечения, кольцевые центрифугированные с консолями для зданий с мостовыми кранами.

Общие технические условия для железобетонных колонн одноэтажных производственных зданий изложены в ГОСТ 25628-83\*.

Эскиз колонны	Марка	Отметка верха колонны, м	Основные размеры, мм								Грузоподъ- мность крана, т		Пролет, м		Масса, т
			Н	Нв		нв		нн							
				min	max	min	max	min	max	min	max	min	max		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	1K84	8,4	9300	2900	4500	380	600	600	700	5	32	18	24	5,2...7,2	
	1K96	9,6	10500	2900	4500	380	600	600	700	5	32	18	24	6...8,3	
	1K108	10,8	11850	2900	4500	380	600	700	800	5	32	18	24	7,6...9,8	
	1K120	12,0	13050	2900	4500	380	600	700	800	5	32	18	36	8,2...11,6	
	1K130	13,2	14250	3000	4500	380	600	800	900	10	32	18	36	10,1...12,9	
	1K140	14,4	15450	3000	4500	380	600	800	900	10	32	18	36	13,6...14,0	
	3K84	8,4	8850	2700	4500	600	600	600	700	5	32	18	24	5,2...7,2	
	3K96	9,6	10500	2900	4500	600	600	600	700	5	32	18	24	6...8,3	
	K108	10,8	11250	2700	4500	600	600	700	800	5	32	18	24	7,6...9,8	
	K120	12,0	12450	2700	4500	600	600	800	900	5	32	18	36	8,2...11,6	

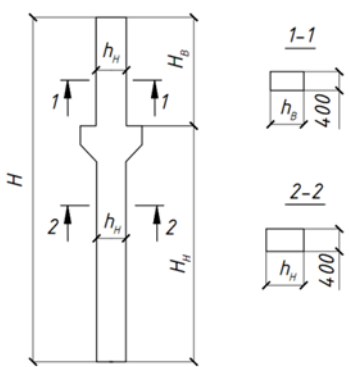
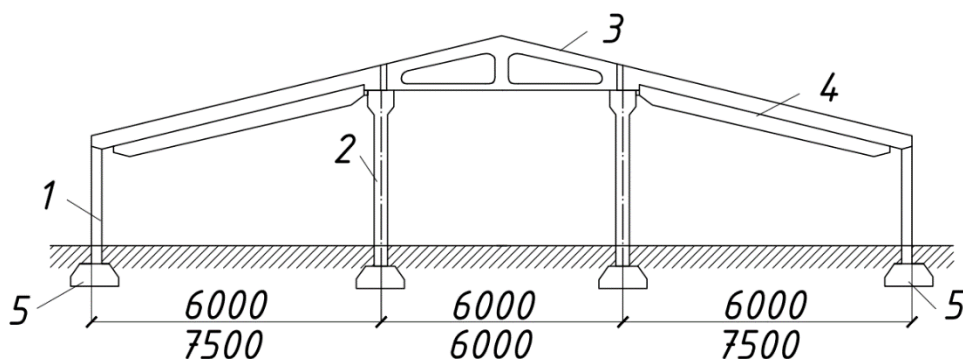
	K132	13,2	13800	3300	4500	600	600	900	900	10	32	18	36	10,1...12,9
	K144	14,4	15000	3300	4500	600	600	900	900	10	32	18	36	13,6...14,0

Таблица 5.4.

Типовые железобетонные колонны для зданий с мостовыми кранами (М. – ЦИТП. – серия 1.424 – 1 – 5, 1984г.)

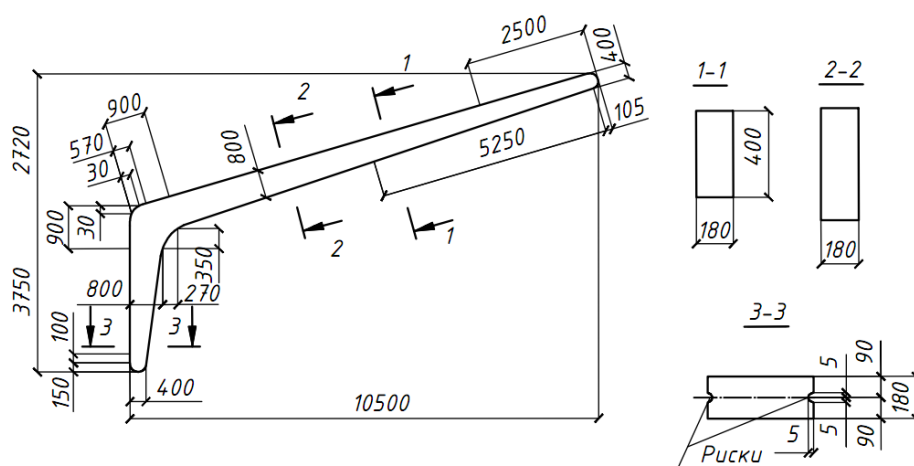
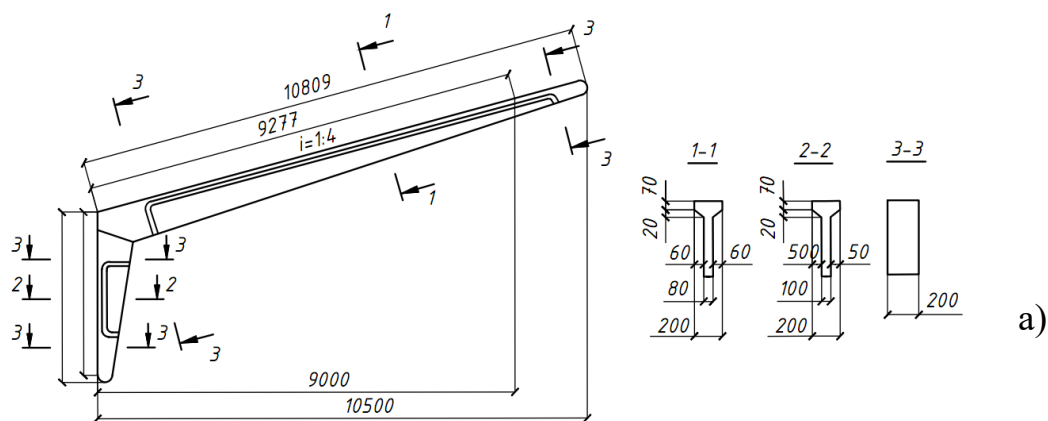
Для каркасов одноэтажных производственных сельскохозяйственных зданий шириной 18 или 21 м применяют типовые колонны, стропильные балки пролетом 6,0 или 7,5 и треугольные фермы пролетом 6 м (рис. 5.7). Широкое распространение получили однопролетные сельскохозяйственные здания с каркасами их трехшарнирных железобетонных рам, составляемых из двух полурам (рис. 5.8).

Железобетонные колонны соединяют с фундаментами, как правило, защемлением в стакане (рис. 5.9). При отдельно стоящих фундаментах стены опираются на фундаментальные балки. Верх фундаментов размещается на 150 мм ниже отметки чистового пола, что исключает возможность опирания фундаментных балок на верхние обрезы фундаментов. Поэтому их опирают на бетонные столбики, а при панельных стенах – с помощью арматурных выпусков непосредственно на верх подколонников фундаментов. При глубоком (более 4,2 м) заложении фундамента вместо подколонников целесообразно применять удлиненные колонны. В этом случае в нижних частях колонны предусматривают консоли для опирания фундаментных балок. Типовые железобетонные фундаментные балки для каркасных зданий с шагом колонн 6 м имеют длину от 4,3 до 5,95 м, а при шаге колонн 12 м – 10,7...11,95 м.



**Рис. 5.7. Схема железобетонного каркаса одноэтажного сельскохозяйственного производственного здания: 1,2 – колонны крайних и средних рядов; 3 – треугольная ферма; 4 – стропильная балка; 5 – фундамент под колонну**





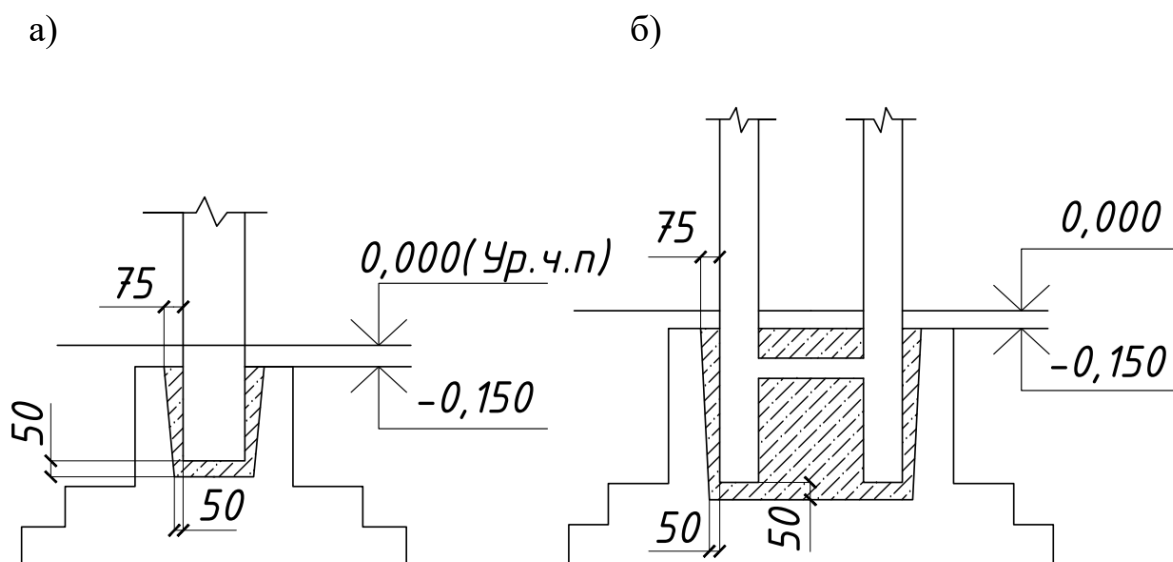
**Рис. 5.8. Железобетонные полурамы для одноэтажных сельскохозяйственных зданий: а – цельная прямоугольного сечения; б – составная таврового сечения**

Они имеют трапециевидное сечение высотой 300...450 мм при шаге колонн 6 м и 400...600 мм при 12 м.

**Панели стен.** Для производственных зданий панели стен могут быть плоскими длиной 6 м и ребристыми с предварительно напряженной арматурой длиной 12 м. Панели стен для отапливаемых зданий изготавливают однослойными из ячеистого автоклавного бетона плотностью 700...800 кг/м<sup>3</sup> или из легких бетонов на пористых заполнителях (керамзите, аглопорите, вспученном перлите и др.) плотностью до 900...1200 кг/м<sup>3</sup>. В последнем случае панели должны иметь наружные и внутренние фактурные слои из цементно-песчаного раствора толщиной по 20 мм.

Эффективны трехслойные панели различных видов – с наружными слоями из тяжелого бетона и внутренним – из легкого или минераловатного,

полистерольных плит с гибкими связями между наружными слоями панелей. Стеновые панели могут быть навесными и самонесущими. Навесные стены выполняются из панелей, длина которых равна шагу колонн с проемами (промежутками по высоте) для ленточного остекления. В самонесущих стенах панели различных типов опираются друг на друга – надоконные панели на простеночные и т.п. при этом образуются оконные проемы шириной 3...4,5 м (при шаге колонн 6 м).



**Рис. 5.9. Соединение колонн с фундаментами стаканного типа:**

**а – прямоугольный; б – двухветвевых**

#### **5.4. Большепролетные тонкостенные железобетонные покрытия**

При проектировании производственных и гражданских одноэтажных зданий, когда требуется перекрывать большие пролеты без промежуточных опор (ангары, гаражи, рынки, выставочные павильоны, спортивные арены и др.), целесообразно использовать тонкостенные железобетонные или армоцементные покрытия в виде оболочек или сводов.

Приведем примеры наиболее часто применяемых конструктивных решений.

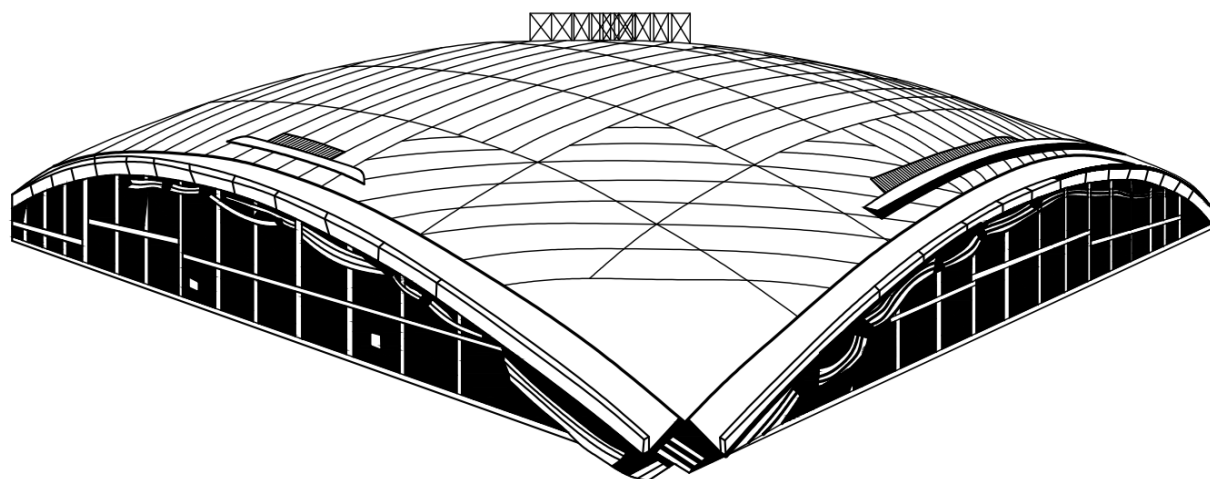
**Железобетонные оболочки двоякой** положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане. Ими перекрывают пролеты размером более 100 м. Например, такие оболочки (рис. 5.10), перекрывающие площади более 1 га без промежуточных опор, использованы при строительстве рынка в Челябинске и Минске.

**Оболочки двоякой отрицательной гауссовой кривизны.** Большой архитектурной выразительностью отличаются оболочки двоякой отрицательной гауссовой кривизны (гиперболические параболоиды), поэтому их применяют для покрытий зданий различного назначения.

**Оболочки вращения (купола).** Они широко применяются для покрытия зданий (цирки, рынки, спортивные арены, павильоны и др.) и сооружений (резервуары).

**Цилиндрические оболочки и призматические складки.** Их используют для покрытий различных зданий, в том числе производственных. Например, многоволновыми многопролетными цилиндрическими оболочками целесообразно покрывать здания с шагом колонн 12 м (длина диафрагм) и пролетами 36...60 м. (длина бортовых элементов).

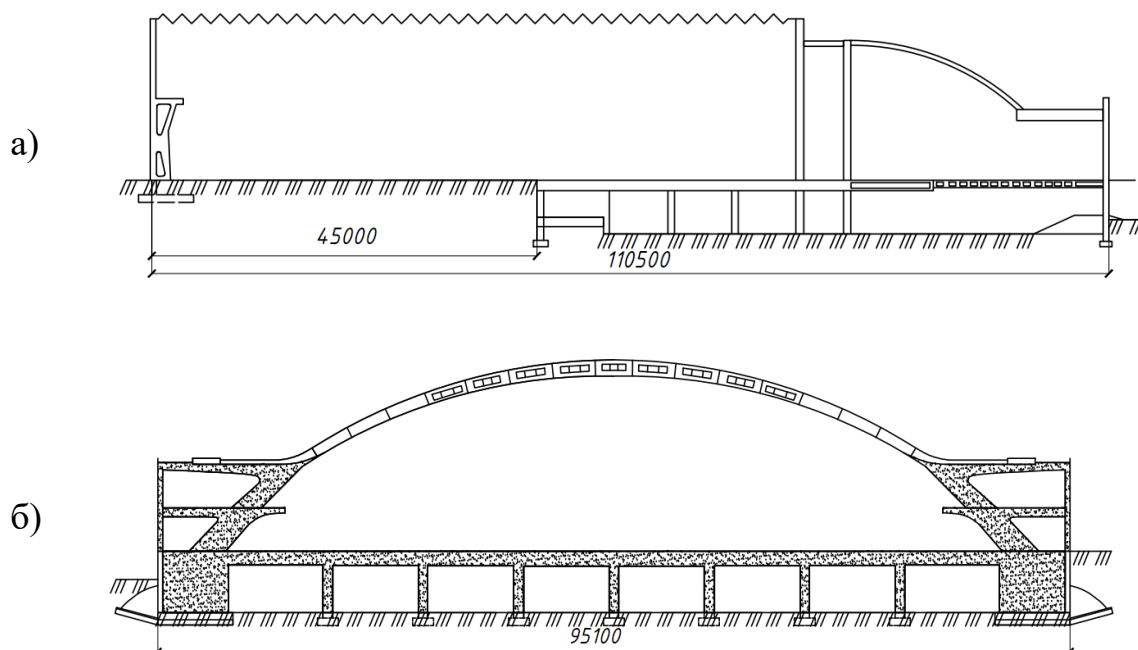
**Железобетонные своды.** Для покрытий больших пролетов применяются железобетонные своды с затяжками или без них (при передаче распора на опорные несущие конструкции).



**Рис. 5.10.** Здание крытого рынка площадью более 1 га, покрытое сборной железобетонной оболочкой

**Волнистые своды.** Для увеличения момента инерции сечения свода и уменьшения расхода материалов целесообразно применять волнистые своды из железобетона или армоцемента.

Большое распространение в отечественной и зарубежной практике получили армоцементные волнистые своды, отличающиеся малой толщиной стенки и большой высотой волны и призматической складки. Характерное решение покрытий из таких сводов показано на рис. 5.11.



**Рис. 5.11. Покрытие в виде армоцементного волнистого свода главного павильона промышленной выставки в Турине (Италия)**

## **5.5. Железобетонные конструкции многоэтажных зданий**

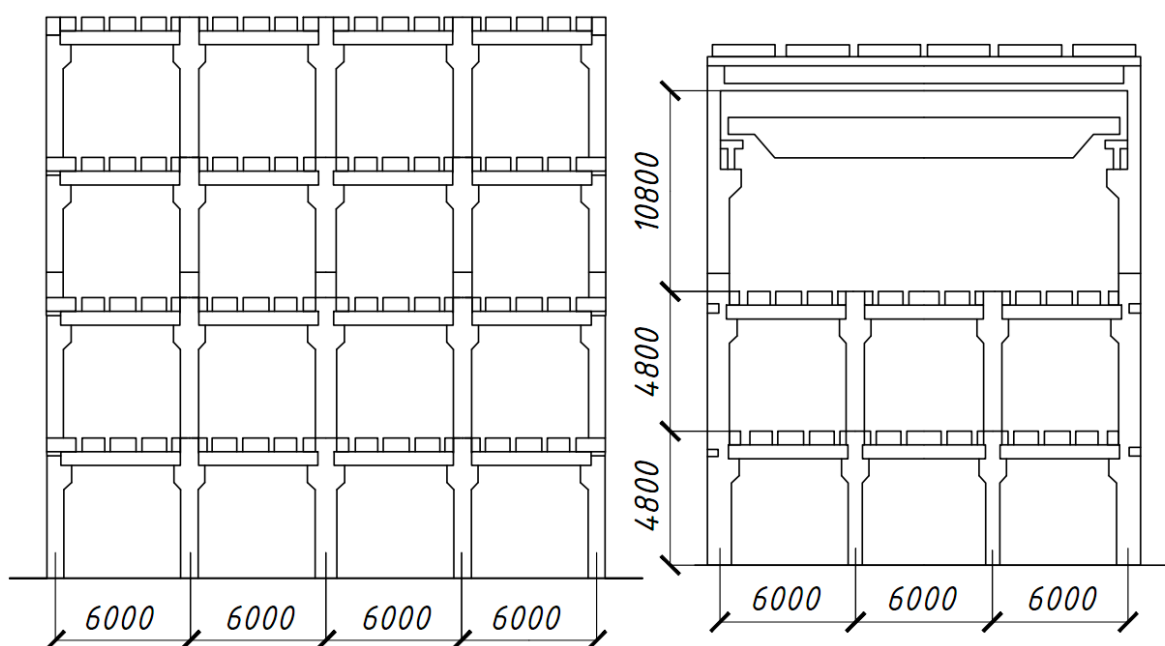
**Многоэтажные промышленные здания.** Их проектируют, как правило, каркасными с навесными стеновыми панелями. Типовые конструкции для таких зданий разработаны с балочными и безбалочными перекрытиями.

При балочных перекрытиях (рис 5.12) сетка колонн принята 6х6 или 9х6 м. высоты этажей равны 3,6; 4,8; 6 и 7,2 м. При необходимости верхний этаж предусматривается пролетом 18 м (рис. 5.12, б), в нем возможно расположение мостовых кранов грузоподъемностью до 10 т или подвесного транспорта. При устройстве мостовых кранов высота верхнего этажа принимается равной 10,8 м, а при подвесном транспорте – 7,2 м. **Основными** несущими конструкциями в таких зданиях являются (рис. 5.13): колонны с консолями (табл. 5.5), жестко заделываемые в фундаментные башмаки стаканного типа, ригели перекрытий (табл. 5.6), навесные плиты перекрытий (табл. 5.7), панели стен.

В зданиях с безбалочными перекрытиями (рис. 5.14) железобетонная плита опирается на колонны, имеющие, как правило, капители, уменьшающие рабочий пролет плиты и распределяющие опорную реакцию на значительную поверхность плиты. Такие перекрытия целесообразны в зданиях с большими равномерно распределенными нагрузками и квадратной сеткой колонн (например, 6х6 м). При временной нагрузке на перекрытие ( $10 \text{ кН/м}^2$  и более) безбалочные перекрытия экономичнее балочных.

а)

б)



**Рис. 5.12. Поперечный разрез многоэтажных промышленных зданий с балочными перекрытиями: а – без мостовых кранов; б – с мостовыми кранами в верхнем этаже**

Таблица 5.5.

## Типовые железобетонные колонны для многоэтажных промышленных зданий

[illegible]

Продолжение табл. 5.5

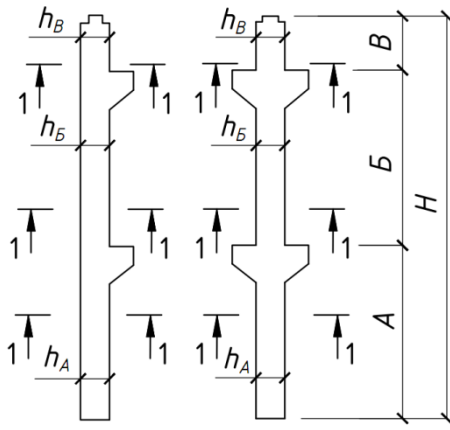
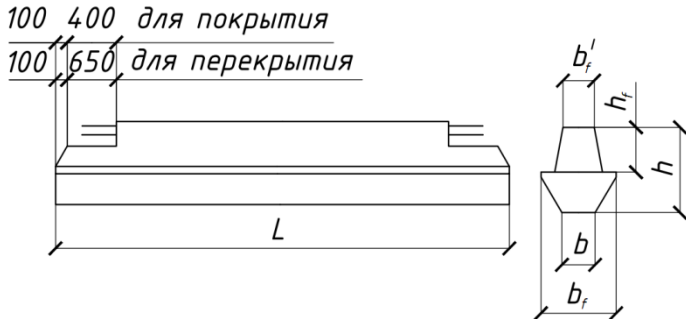
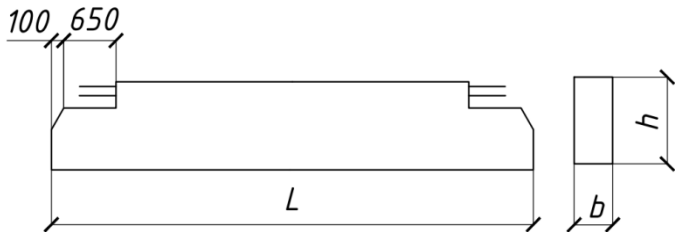
												
	7870	3000	4200	670	400;	400;	400;	400;	400	400	10,1...30,0;	3,8...8,4
	7920	3000	4200	720								
	14825	7050	7200		600	600	600	600	600	600		

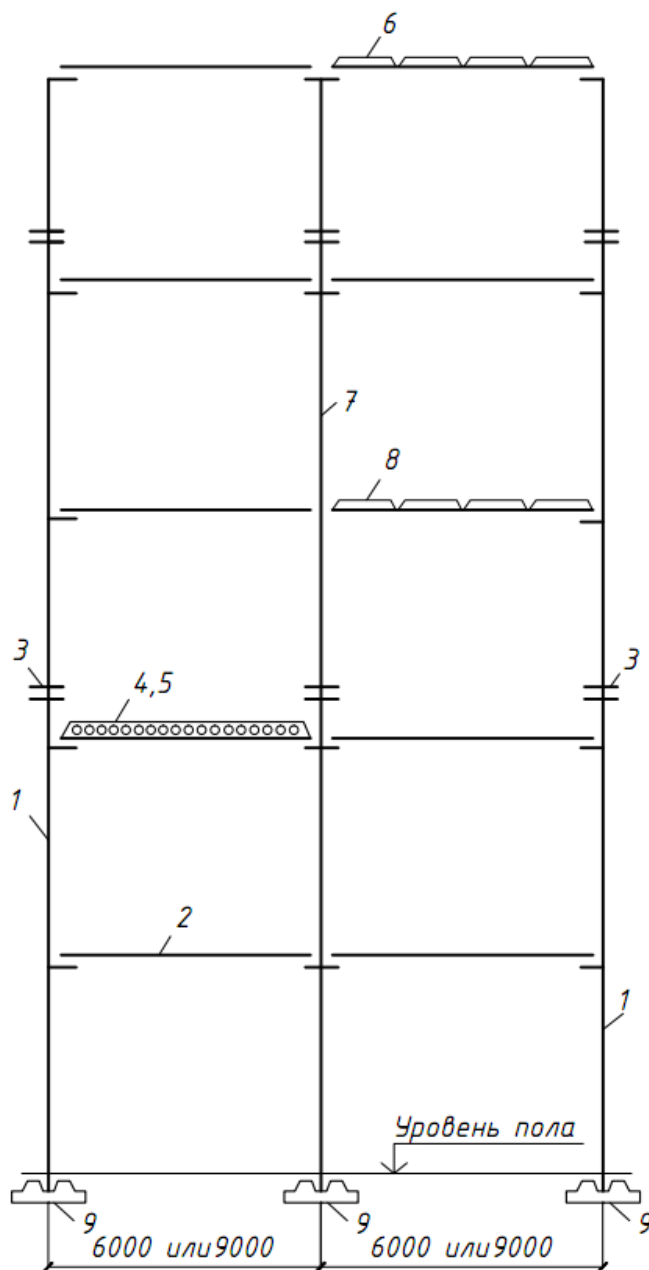
Таблица 5.6.

Типовые железобетонные ригели для многоэтажных промышленных зданий

Эскиз элемента	Марка изделия	Пролет L, м	Основные размеры, мм						Расчетная нагрузка кН/м <sup>2</sup>	Масса, т
			h	b'f	h'f	b <sub>i</sub>	b	hf		
 <p>100 400 для покрытия 100 650 для перекрытия</p>	Серия 1.420 – 13 вып. 4*									
	P4-22A...P27	7980 8280 8480	800	300	-	650	300	400	15,0...30,0	5,75...6,9
 <p>100 650</p>	Серия 1.420 – 13 вып. 2 и 3*									
	P1-15A	4980								
	P3-20A	5280 5480	800	-	-	-	300	-	15,0...30,0	2,9...3,2



Примечание: \* отмененные серии и ГОСТы, которые в дипломном проектировании могут быть использованы в качестве аналогов проектных решений и разработки предложений по их совершенствованию с применением новых классов бетона и арматуры.



**Рис. 5.13. Схема каркасного здания с балочным перекрытием:**

**1 – крайняя колонна с консолями; 2 – ригель перекрытия;**

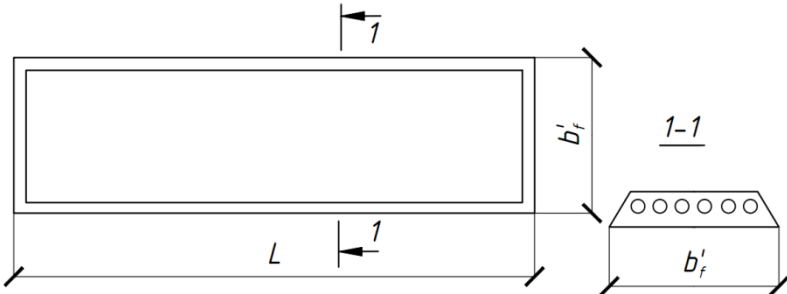
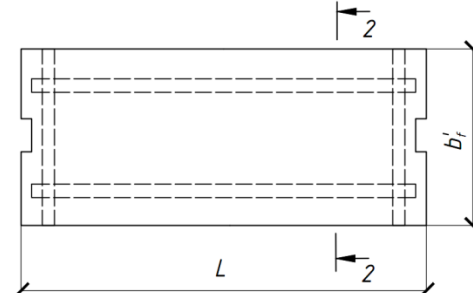
**3 – стык колонн; 4,5 – многпустотные плиты перекрытия;**

**6 – ребристые плиты покрытия; 7 – средняя колонна с консолями;**

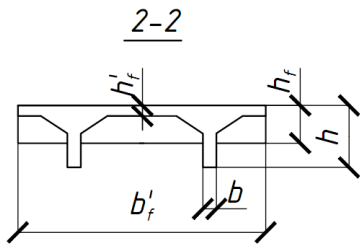
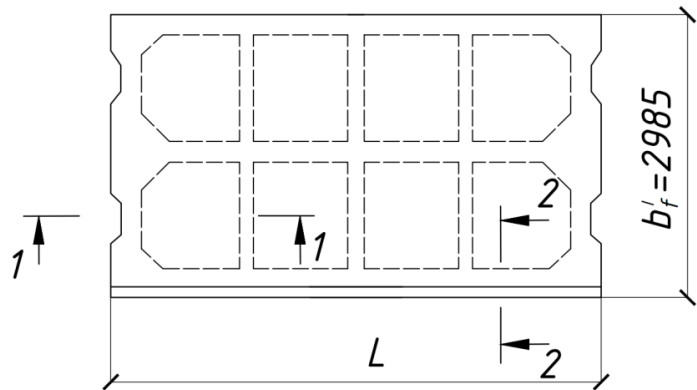
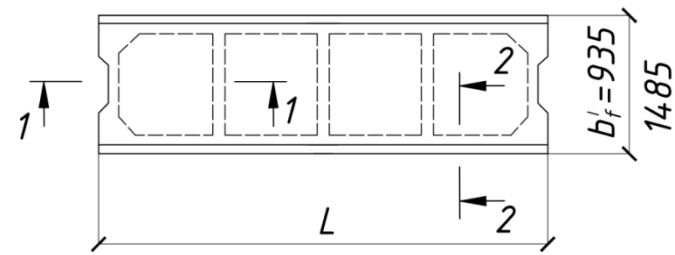
**8 – ребристые плиты перекрытия (вариант); 9 – фундаментные башмаки**

Таблица 5.7.

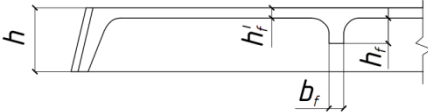
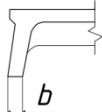
Типовые железобетонные плиты для многоэтажных промышленных зданий

Эскиз элемента	Марка изделия	Пролет L, м	Основные размеры, мм						Расчетная нагрузка кН/м²	Масса, т
			h	b'f	h'f	b <sub>t</sub>	b	hf		
	Серии [1.041.1-3]									
	ПК29.9	2650	220	940					2,75...16,65	0,8...1,3
	ПК29.12	6850		1190						
	ПК29.15			1490						
	ПК68.9	8650								
	ПК86.9									
	Серии [1.042.1-2]									
	ПТ86.30	8650	600	1450	50		115	300	4,0...16,0	9,16...11,96
	ПТ116.30	11650		2980						

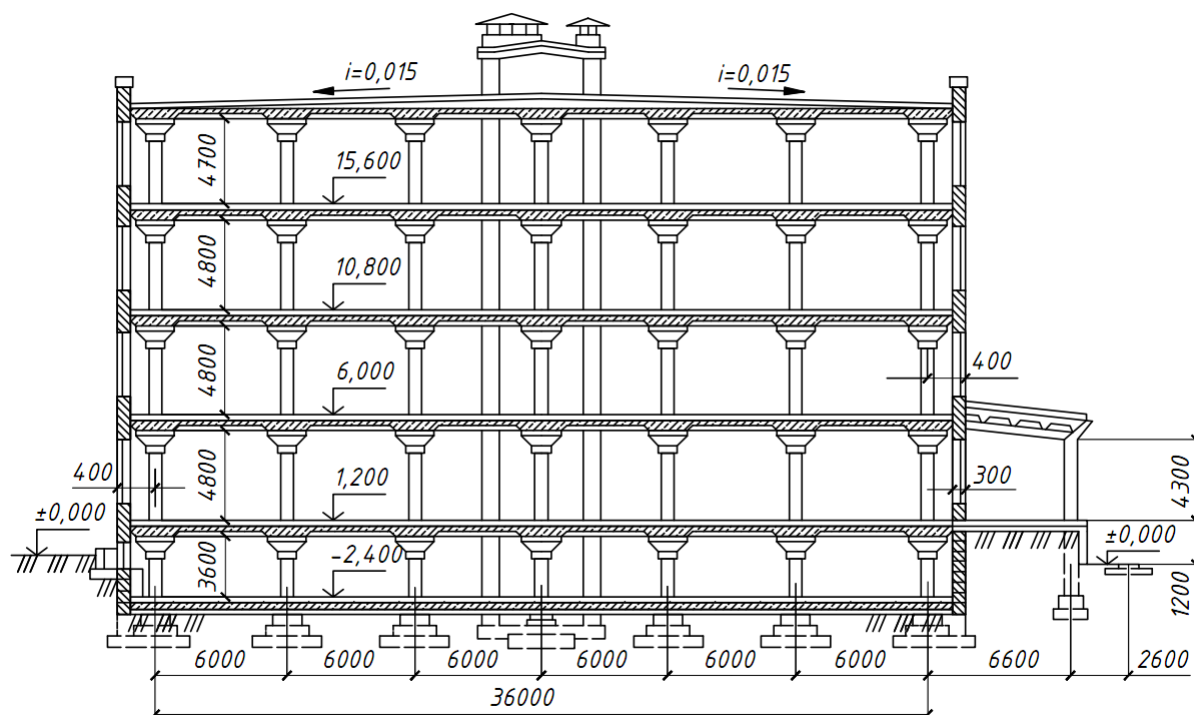
Продолжение табл. 5.7

<div></div>	ПТ8615									
<div></div>	Серии 1.041.1 – 4.1*									
	П1	5650	300	935						
	П3			1485	50	60	85	150	9,0...35,8	1,45...3,85
П4		2985								
<div></div>	Серии 1.442.1 – 1.4*									
	1П1	5150	400	935	50	60	85	150	4,45...44,95	2,3...4,85
	1П4			1485 2985						

Окончание табл. 5.7.

<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>1-1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>2-2</p>  </div> </div>	Серии 1.041.1 – 4.1*									
	П4	5150	300	935 1485	50	60	85	150	9,9...39,8	1,32...1,75

Примечание: \* отмененные серии и ГОСТы, которые в дипломном проектировании могут быть использованы в качестве аналогов проектных решений и разработки предложений по их совершенствованию с применением новых классов бетона и арматуры.



**Рис. 5.14. Многоэтажное каркасное здание с безбалочными перекрытиями**

Их преимущество состоит также в том, что ввиду меньшей конструктивной высоты перекрытия общая высота здания и расход стеновых материалов уменьшаются. Безбалочные перекрытия применяют в зданиях холодильников, мясокомбинатов, складов и др. Сборные безбалочные перекрытия состоят из капителей, опирающихся по периметру среднего отверстия на выступы колонн, надколонных панелей, укладываемых в обоих направлениях на капители колонн, и пролетной панели, опирающейся по контуру на подрезки надколонных панелей (рис. 5.15).

Типовые железобетонные конструкции каркаса многоэтажных зданий с безбалочными перекрытиями изготовляют по рабочим чертежам серии 1.420.1 – 14. Здание имеет сетку колонн 6х6 м и высоту этажей 4,8 или 6 м. Эти конструкции должны удовлетворять требованиям ГОСТ 27108-86 [47].

Если по функциональным и технологическим требованиям производственное здание должно иметь более крупные пролеты, то принимают сетку колонн 12х6, 18х6, 18х12, 24х6 м. В этих случаях здание, как правило, проектируют с дополнительными межферменными этажами (рис. 5.16), в которых размещают оборудование, коммуникации, бытовые, складские и другие помещения. Ригелями здания служат безраскосные фермы или арки, жестко связанные с колоннами. По верхнему поясу ригелей

укладывают ребристые плиты (перекрытия основных этаже), а по нижнему – пустотные (перекрытия вспомогательных этажей).

Многоэтажные производственные и гражданские здания могут иметь и другие конструктивные решения. Так, например, при строительстве 32-этажного административного здания в Претории (рис. 5.17) несущий каркас здания смонтирован из 8 колонн (по две с каждой стороны здания) и мощных контурных преднапряженных балок системы Виринделя высотой по 3,9 м с параллельными поясами высотой по 1,2 м, жестко соединенных распорками. Размеры в плане 4-этажного подиума – 65х130м, а высотной части – 38х47 м. Колонны здания выполнены полыми, в них размещаются коммуникации и подъемники.

Многоэтажные здания с железобетонными каркасами достигли высоты более 200 м. Рекордным является небоскреб «Уан Шелл Плаза» в Хьюстоне (США) высотой 218 м с железобетонным ядром жесткости и легковесными ограждающими конструкциями.

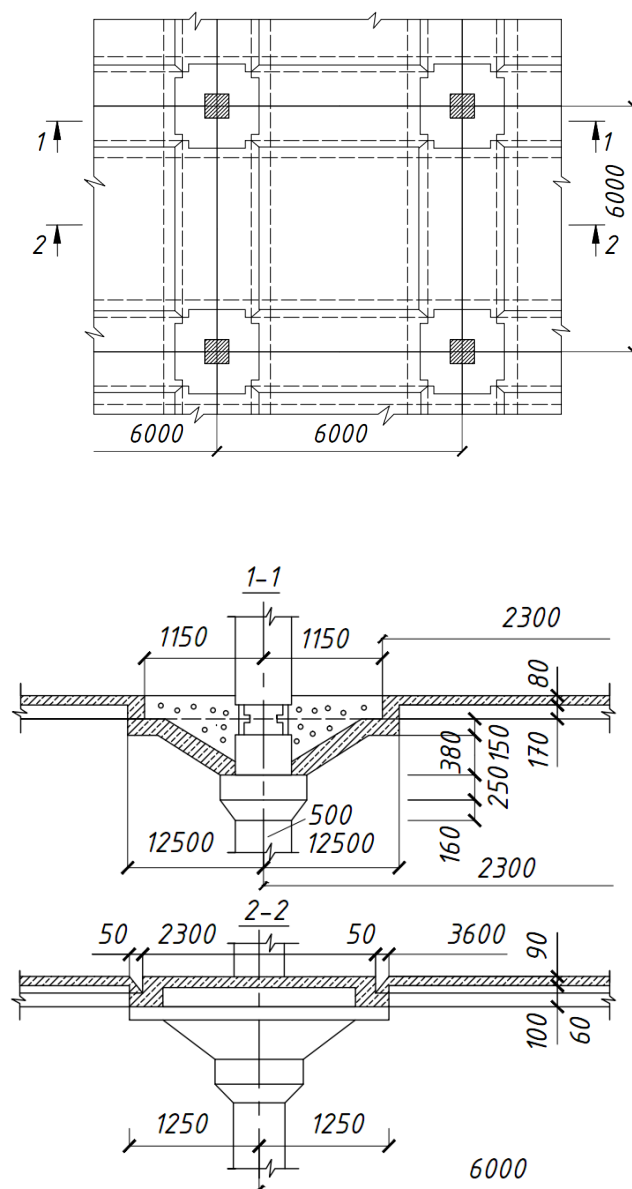
**Многоэтажные гражданские здания.** Такие здания, особенно жилые дома, общежития, гостиницы и другие, как правило, решаются в виде каркасно-панельных или крупнопанельных (бескаркасных) конструктивных систем, состоящих из крупноразмерных сборных железобетонных изделий заводского изготовления.

**Каркасно-панельные здания.** Их проектируют с полным или неполным каркасом. При полном каркасе панели перекрытия опирают по углам на колонны. Колонны и ребра перекрытий образуют пространственный каркас здания. Панели стен и внутренних перегородок – самонесущие и крепятся к стойкам каркаса. При неполном (внутреннем) каркасе крайних колонн нет, а панели наружных стен несущие. Панели перекрытий опираются на несущие наружные стены и внутренние колонны каркаса.

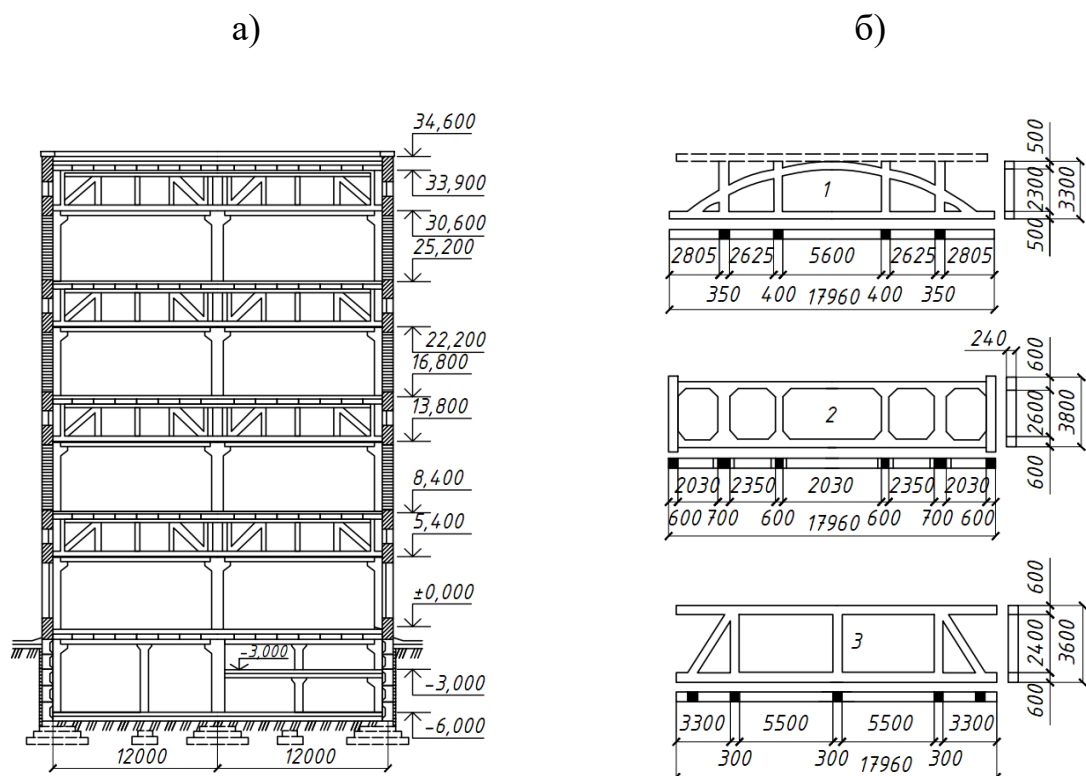
Широко распространены, особенно в жилищном строительстве, крупнопанельные (бескаркасные) здания; ввиду отсутствия каркаса и повышения степени заводской готовности элементов уменьшается трудоемкость монтажа и стоимость таких зданий.

**Крупнопанельные здания.** Эти здания делят на две группы (рис. 5.18) с продольными несущими стенами и с поперечными несущими перегородками. Конструктивная схема с поперечными несущими перегородками более выгодна, так как панели перекрытий опираются на

внутренние поперечные перегородки, что позволяет предельно укрупнить и облегчить наружные стеновые панели, которые, не воспринимая нагрузки от перекрытий и выполняя лишь ограждающие функции, могут быть изготовлены из легких эффективных материалов (керамзитобетона, ячеистого бетона и др.). панели перекрытий и стен в крупнопанельных зданиях проектируют преимущественно размером на комнату.



**Рис. 5.15. Фрагмент сборного безбалочного перекрытия  
с ребристыми панелями**



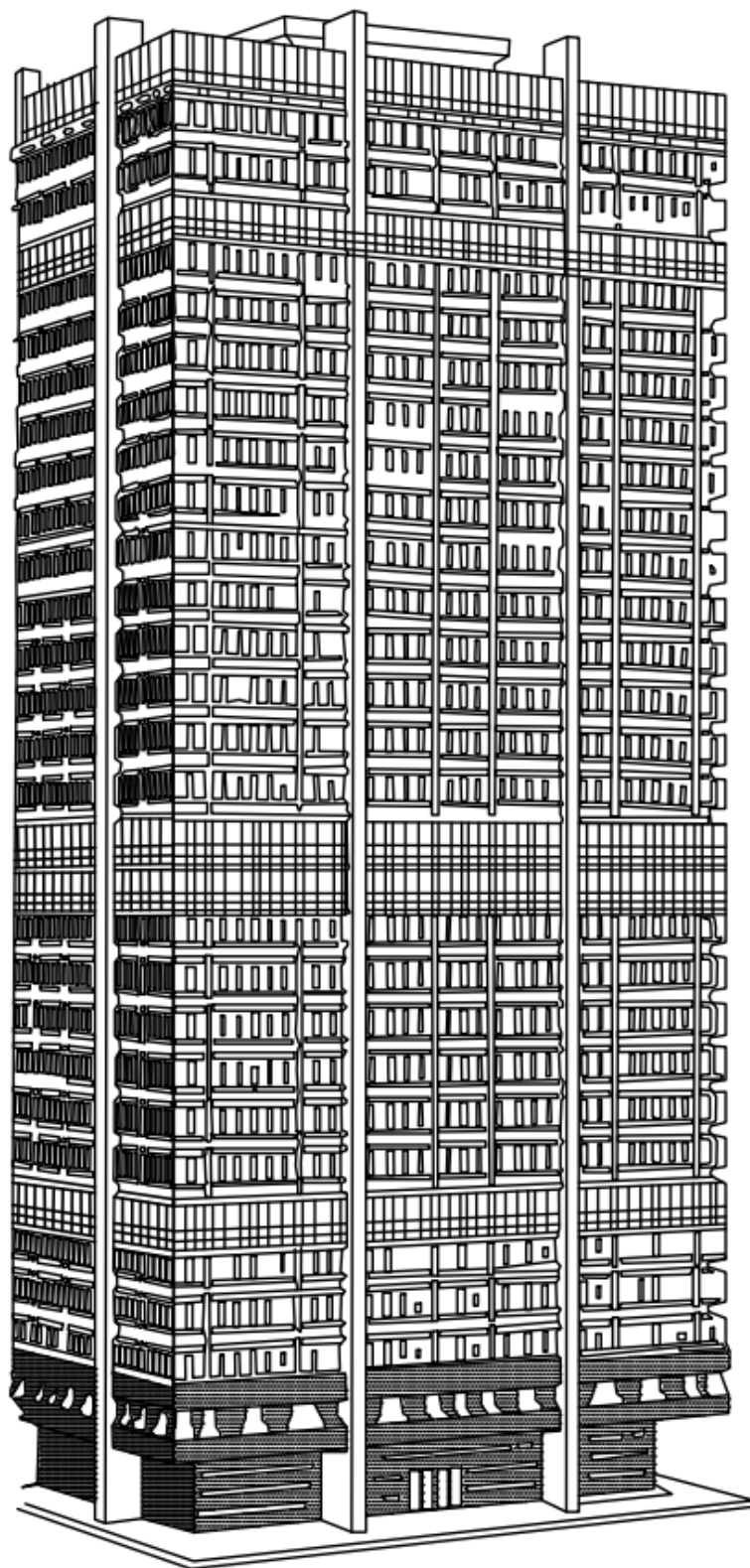
**Рис. 5.16. Конструкции многоэтажного промышленного здания с межферменными этажами: а) поперечный разрез; б) типы железобетонных ферм ригелей; 1 – арка с затяжкой; 2 – безраскосная ферма; 3 – то же с подкосами в крайних пролетах**

Панельные здания, особенно в районах с невысокой сейсмичностью, могут достигать 20 этажей и более и иметь выразительный архитектурный облик (рис. 5.19)

**Жилые дома из объемных железобетонных элементов.** Дальнейшим развитием крупнопанельного строительства явилась разработка и внедрение в строительную практику конструкций жилых домов из объемных железобетонных элементов – блок - комнат и блок - квартир. Объемные блоки изготовляют из отдельных плоских панелей стен и перекрытий укрупненной заводской сборкой или в виде монолитного «стакана» или «колпака» с раздельным перекрытием (панелями потолка и пола). Всю внутреннюю отделку блок - комнат или блок - квартир производят в заводских условиях, поэтому трудоемкость строительных работ, выполняемых на площадке, предельно снижается. Крупнопанельные здания благодаря механизированному заводскому изготовлению крупноразмерных изделий и значительному уменьшению трудовых затрат при монтаже в экономическом

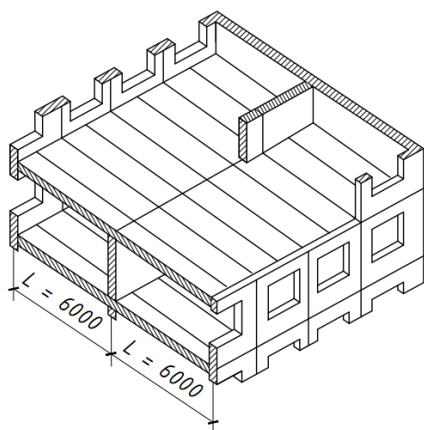


отношении весьма эффективны. Стоимость  $1\text{м}^2$  площади в таких зданиях обычно ниже, чем в кирпичных или крупноблочных домах.

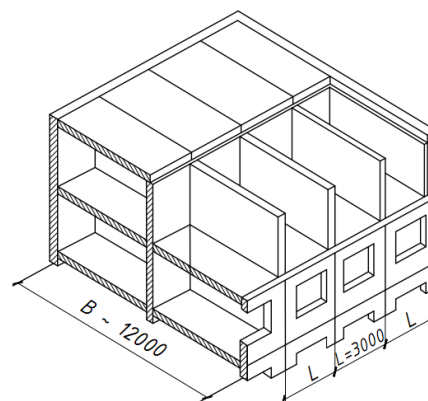


**Рис. 5.17. Многоэтажное железобетонное  
каркасное административное здание**

а)



б)

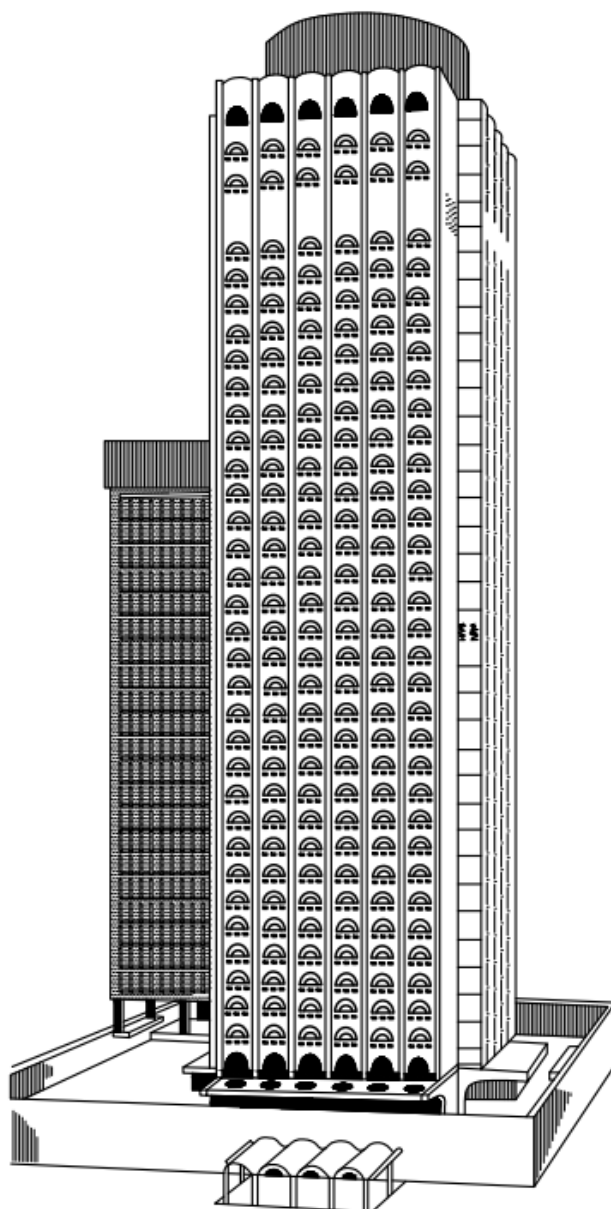


**Рис. 5.18. Конструктивные схемы крупнопанельных зданий: а – с продольными несущими стенами; б – с поперечными несущими перегородками**

**Многоэтажные здания из монолитного железобетона.** Возводимые в скользящей или объемно-переставной опалубке, такие здания являются весьма перспективными. 17...20-этажные жилые дома подобного типа построены во многих городах страны.

**Здания, возводимые методом подъема этажей.** В таких зданиях после бетонирования сплошной плиты каждого перекрытия на нулевой отметке оно с помощью мощных домкратов поднимается по направляющим – колоннам на проектную отметку.

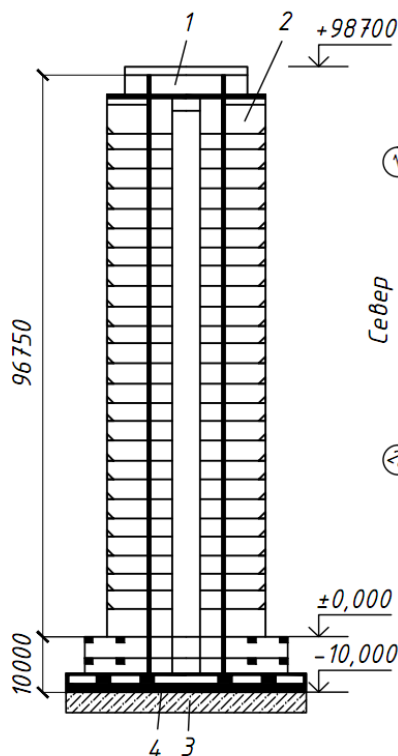
Многоэтажные здания, особенно гражданские, могут иметь конструктивную схему с центральным монолитным ядром жесткости различной конфигурации, в котором располагаются подсобные помещения, лифтовые и вентиляционные шахты, лестничные клетки и т.п. В подобных решениях могут быть предусмотрены два и более ядра жесткости замкнутого или открытого профилей. Основой объемно-планировочного решения гостиничного комплекса является, как правило, деление общего объема на высотную и малоэтажную части. В высотной части размещаются жилые номера, а в малоэтажной – рестораны, помещения бытового обслуживания и др.



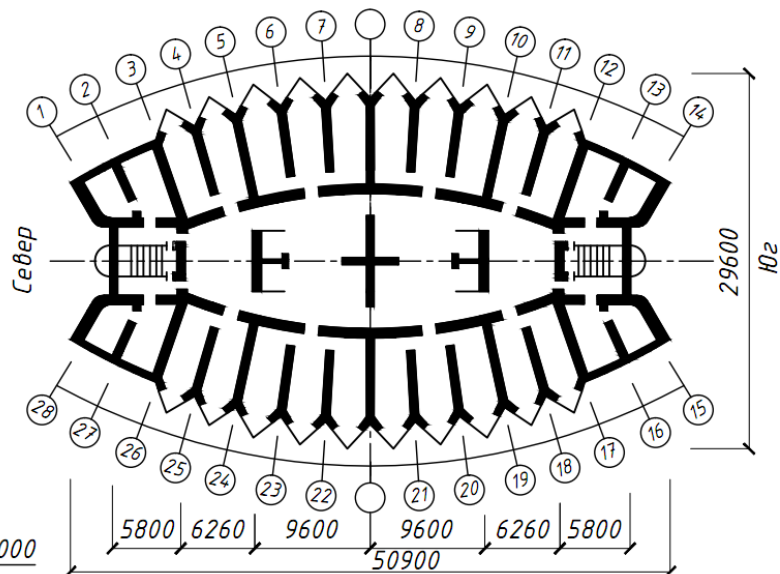
**Рис. 5.19. Высотная гостиница из сборных железобетонных панелей**

Примером такого решения может служить также гостиничный комплекс в г. Алма-Ате на 1000 мест (рис. 5.20). Высотная часть имеет в плане эллипсовую форму, ее основным несущим элементом является монолитное железобетонное ядро с расходящимися от него поперечными железобетонными диафрагмами жесткости. Ограждающие конструкции выполнены в виде легких навесных стеновых панелей. Монолитные конструкции высотной части возведены с помощью скользящей и объемно-переставной опалубки.

а)



б)



**Рис. 5.20 Высотная гостиница в г. Алма-Ате:**

**а – разрез; б – план этажей высотной части;**

**1 – машинное помещение лифтов; 2 – кафе; 3 – валунно-галечное основание;**

**4 – фундаментная плита**

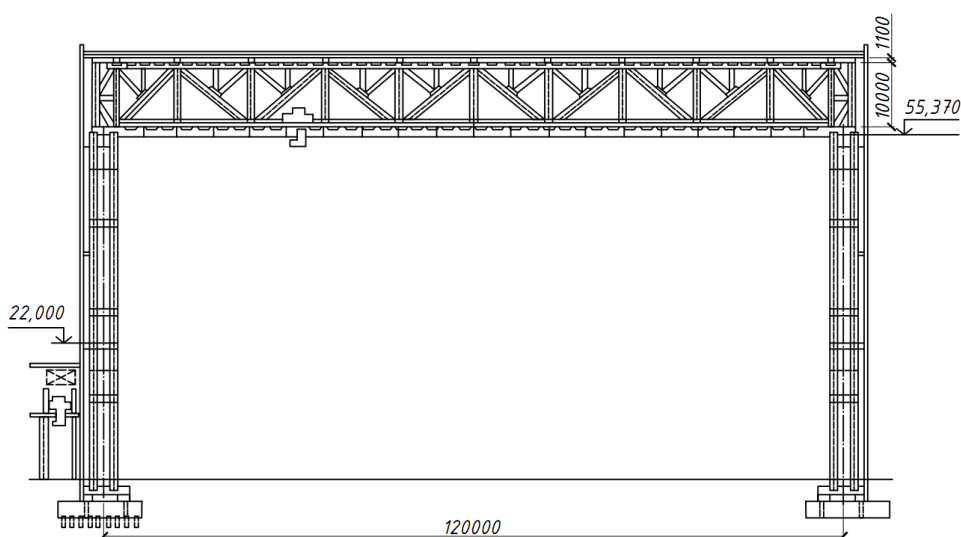
## **5.6. Стальные конструкции одноэтажных производственных зданий**

При отсутствии особых условий применение стальных конструкций в одноэтажных производственных зданиях целесообразнее, чем железобетонных в следующих случаях: при больших пролетах (30 м и более) и высотах до низа несущих конструкций (более 18) зданий, наличии мостовых кранов грузоподъемностью 50 т и более или при режиме их работы 8К и в других случаях. Современные производственные здания нередко имеют большие габариты в плане и высоту до 40...80 м (рис. 5.21) при мостовых кранах грузоподъемностью 450...1200 т. В этих случаях каркасы следует проектировать стальными. Однако при этом, учитывая, что на каркасы расходуется более 50% стали, используемой для строительных стальных конструкций, необходимо предусматривать меры, обеспечивающие

снижение расхода стали. К таким мерам относится поиск рациональных конструктивных форм, использование сталей повышенной прочности и эффективных профилей, создание предварительного напряжения и др.

Одним из важных путей снижения стоимости и трудоемкости изготовления строительных конструкций является их унификация и типизация, позволяющие сократить количество типоразмеров конструкций.

Для производственных зданий общего назначения разработаны типовые чертежи стальных подкрановых балок, колонн, стропильных и подстропильных ферм, пространственных решетчатых покрытий, структурных покрытий, рамных и других конструкций (табл. 5.8).

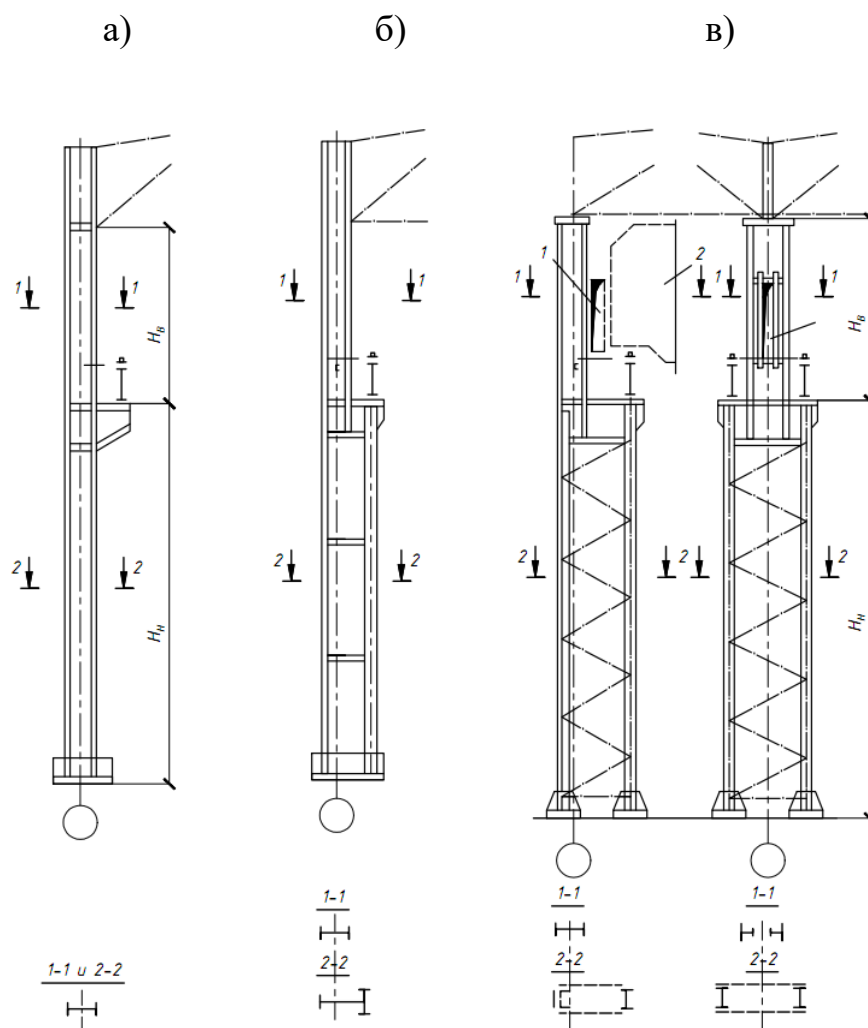


**Рис. 5.21 Стальной каркас здания сборочного цеха  
с подвесными кранами грузоподъемностью 30 т**

**Колонны.** Колонны одноэтажных производственных зданий при высоте до 10 м и грузоподъемности кранов 15...20 т проектируются сплошного постоянного сечения (рис. 5.22, а), а при кранах большей грузоподъемности – ступенчатыми сплошными (рис. 5.22, б) или решетчатыми (рис. 5.22, в).

**Конструкции покрытия.** Они могут быть разрешены в виде плоскостных систем (стропильных балок, ферм, арок) или пространственных решетчатых. При плоскостных системах рациональными являются беспрогонные решения, при которых по верхнему поясу стропильных конструкций устанавливаемых с шагом 6 или 12 м, укладываются крупноразмерные панели. При больших пролетах производственных зданий

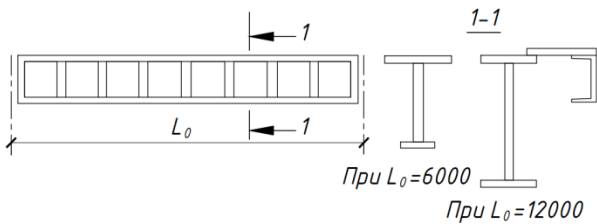
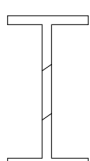
целесообразно применение пространственных решетчатых конструкций  
 примеры, которых приведены в §5.7.



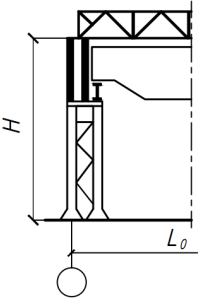
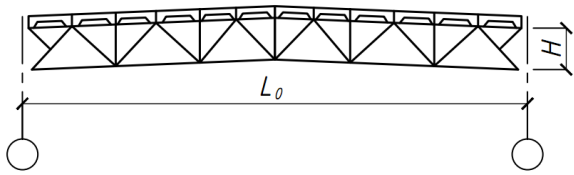
**Рис. 5.22 Стальные колонны одноэтажных производственных зданий: а – постоянного сплошного сечения; б – то же, ступенчатые; в – сквозные решетчатые, 1,3 – проход; 2 – кран.**

Таблица 5.8.

## Типовые металлические строительные конструкции

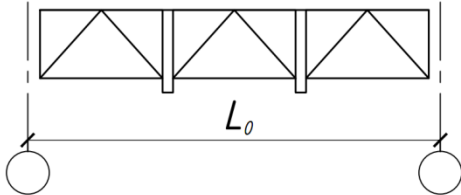
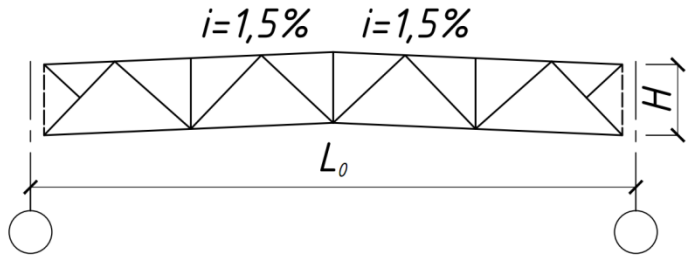
Наименование конструкций и эскиз	Пролет L, м	Высота H, м	Грузоподъемность крана Q, т	Условия эксплуатации	Серия
Подкрановые балки 	6;12		$\leq 50,0$	Сейсмичность до 9 баллов, $t = -65^\circ\text{C}$ и выше	1.426 – 1, вып. 1,2,3 ЦНИИПСК
Балки с применением тавров по ТУ 14-2-24-72 	6;12		$\leq 50,0$	—	1.426 – 1, вып. 4 ЦНИИПСК
Балки с поперечными и продольными ребрами жесткости	6;12;18		8,0...32,0	Сейсмичность до 9 баллов, $t = -65^\circ\text{C}$ и выше	1.426 – 1, вып. 5 ЦНИИПСК
Балки под краны специального назначения	12;24		15,0...45,0	$t = -40^\circ\text{C}$ и выше	1.426 – 8, вып. 1 ЦНИИПСК

Продолжение табл. 5.8

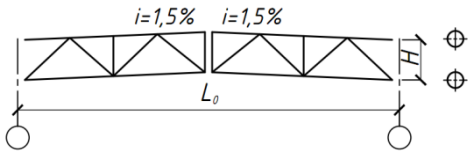
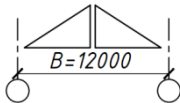
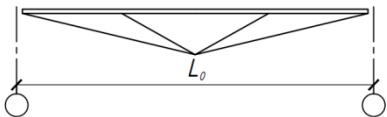
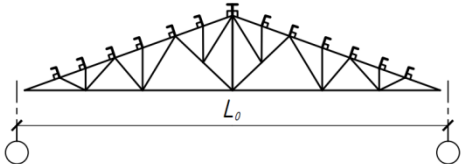
Колонны одноэтажных производственных зданий	18;24	6...9,6	$\leq 20,0$	I...IV снеговые районы, I...IV ветровые районы, $t = -40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.424 – 4, вып. 2 ЦНИИПСК
Колонны ступенчатые 	18;24;30;36	10,8...18	$\leq 50,0$	I...IV снеговые и ветровые районы, $t = -40^{\circ}\text{C}$ и выше, сейсмичность до 9 баллов	1.424 – 4, вып. 1,3,4 ЦНИИПСК
То же, без мостовых кранов, сквозные, постоянного сечения	18...36	9,6...18	-	I...IV снеговые и ветровые районы, $t = -40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.424 – 4, вып. 1 ЦНИИПСК
Колонны объектов черной металлургии	18...42	10,8...21	$\leq 100,0$	I...IV снеговые и ветровые районы, $t = -40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.424 – 3, вып. 1 ЦНИИПСК
Стальной каркас покрытий производственных зданий с применением железобетонных плит 	18...36	3,15	-	Несейсмические районы, $t = -40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.460 – 2, вып. 1 ЦНИИПСК



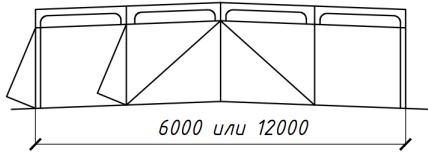
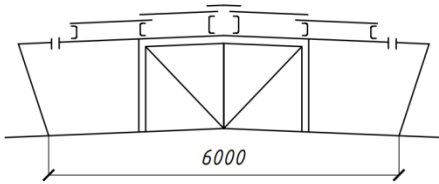
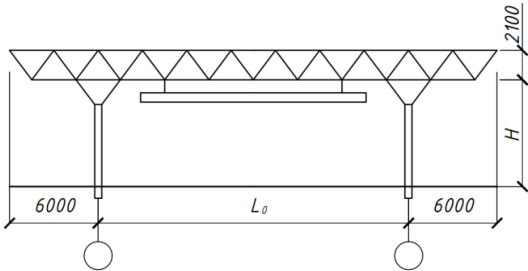
Продолжение табл. 5.8

То же, фермы с пониженной высотой	18	2,9	-	То же	То же, вып.2
Стальной каркас покрытий с применением профильного настила из оцинкованной стали по прогонам	18...36	3,15	-	»	1.460 – 4, вып.1
Подстропильные фермы	18;24	3,15	-	Дополнение к вып. 1	1.460 – 4, вып.2
					
Стальные конструкции покрытий с применением стального профилированного настила	18...36	3,15	-	I...IV снеговые районы сейсмичностью до 7 баллов; I...III снеговые районы сейсмичностью 8...9 баллов	1.460 – 4, вып.3 ЦНИИПСК
					
То же	18...24	3,15	-	Несейсмические районы, t=-40°C и ниже	То же, вып. 4...7
Стальные конструкции одноэтажных производственных зданий для условий конвейерной сборки и блочного монтажа	24;30	3,15	-	Несейсмические районы, t=-40°C и выше	1.460 – 3, вып.1 ЦНИИПСК

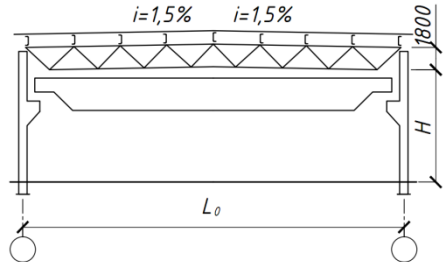
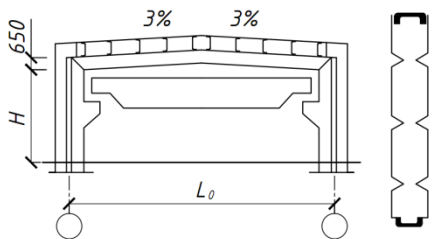
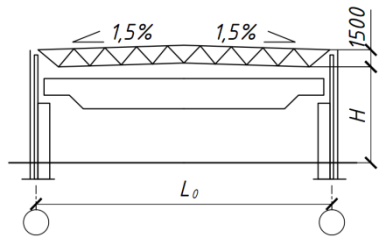
Продолжение табл. 5.8

<p>Стальные конструкции покрытий с применением круглых труб</p> 	18...30	2,9	-	Несейсмические районы и сейсмические до 7...9 баллов при I...III снеговых районах, $t=-40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.460 – 5, вып. 1и2. ЦНИИПСК
<p>То же, с применением широкополочных тавров в поясах ферм</p> <p>Подстроильная ферма</p> 	18...36	2,9	-	То же	1.460 – 8, Вып.1,2,3
<p>Стальные решетчатые прогоны</p> 	12	6...10	-	Под профнастил, $t=-40^{\circ}\text{C}$ и выше	ЦНИИПСК
<p>Стальные конструкции покрытий неотапливаемых зданий – под кровлю из асбестоцементных волнистых листов</p> 	18;24;30;36	6...10	-	-	1.462 – 5 ЦНИИПСК  ПК-01 – 130/66

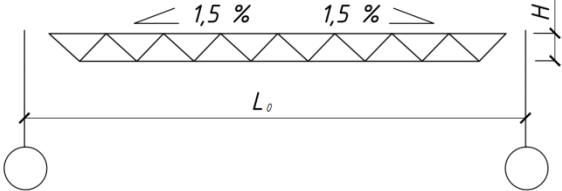
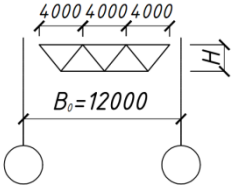
Продолжение табл. 5.8

<p>Светоаэроционные фонари</p> 	-	-	-	<p>С одним ярусом переплетов</p> <p>С двумя ярусами переплетов</p>	<p>1.464 – 11,</p> <p>1.464 – 13</p> <p>ЦНИИПСК</p>
<p>Аэроционные фонари</p> 	-	-	-	-	<p>1.464 – 3.19</p> <p>ЦНИИПСК</p>
<p>Пространственная решетчатая конструкция покрытий из труб типа «Кисловодск»</p> 	<p>18;24 секции</p> <p>30x30 и</p> <p>36x36</p>	<p>4,8...8,4</p>	<p><math>Q \leq 10</math></p>	<p>Для одно- и многопролетных отапливаемых зданий, I...V ветровых и снеговых районов, <math>t = -40^\circ\text{C}</math> и выше</p>	<p>1.466 – 2,</p> <p>ВГПКИ</p> <p>«Гипромонтажн дустрия»</p>

Продолжение табл. 5.8

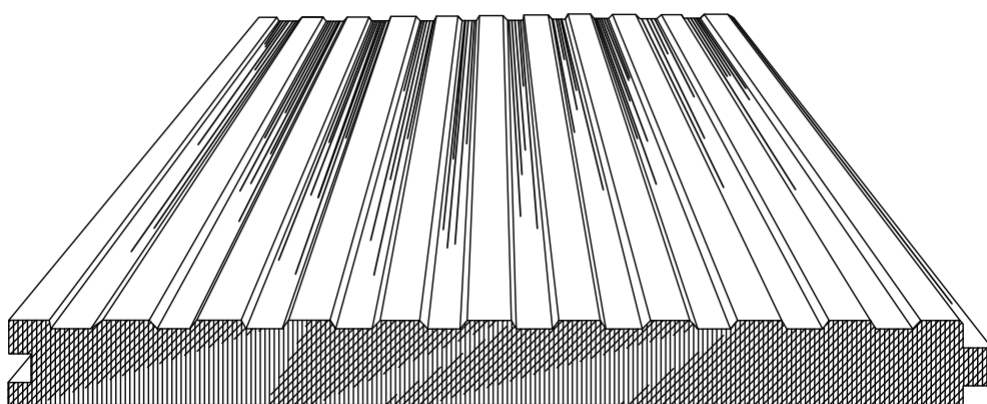
<p>Структурные конструкции покрытий из труб типа «Берлин»</p> 	<p>18; 24 секции и 18x12 и 24x12 м</p>	<p>6,7; 7,2; 8,4</p>	<p><math>Q \leq 100</math></p>	<p>I...III снеговых и I...IV ветровых районов, сейсмичность менее 6 баллов,  <math>t = -40^\circ\text{C}</math> и выше</p>	<p>2.420 – 5 УкрПСК, Киевский ЦИТП</p>
<p>Рамные конструкции коробчатого сечения типа «Плауэн»</p> 	<p>18; 24, шаг 6м</p>	<p>6,98 и 8; 18</p>	<p><math>Q \leq 50</math></p>	<p>I...III снеговые и ветровые районы, сейсмичность до 7- 9 баллов,  <math>t = -40^\circ\text{C}</math> и выше  Несейсмичные районы,  <math>t = -65^\circ\text{C}</math> и выше</p>	<p>10107-км  ЦНИИПСК</p>
<p>Пространственное решетчатое покрытие из прокатных профилей типа ЦНИИСК</p> 	<p>18; 24 блоки 18x12 и 24x12м</p>	<p>4,8; 8,6; 10; 11,2</p>	<p><math>Q \leq 300</math></p>	<p>I...V снеговые и I...IV ветровые районы, сейсмичность до 9 баллов,  <math>t = -40^\circ\text{C}</math> и выше</p>	<p>1.460 – 6/81  ЦНИИ промзданий и ЦНИИПСК</p>

Окончание табл. 5.8

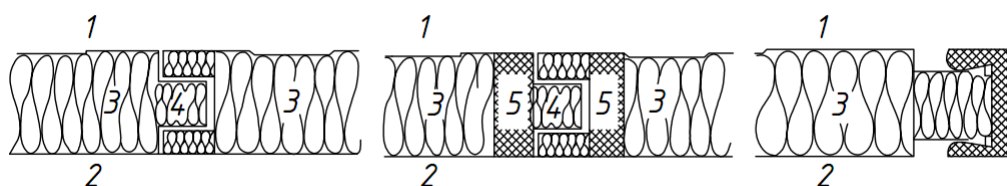
<p>Покрытие по фермам из труб прямоугольного сечения (специализированная поточная линия Московского завода МК)</p> 	18;24 и 30	2,0	-	I...V ветровые и снеговые районы, $t=-40^{\circ}\text{C}$ и выше	1.460.2-10/88 Ленинградское отделение ЦНИИПСКа
<p>Подстропильная ферма</p> 		1,69	-		То же

**Трехслойные панели.** В качестве ограждающих стеновых конструкций эффективно применение легких трехслойных панелей, в которых обшивками служат профилированные или плоские стальные оцинкованные листы толщиной 0,8...1 мм. Средний слой – утеплитель – изготавливается из пенопластов. С целью повышения степени огнестойкости трехслойных панелей средний слой изготавливают из минераловатного утеплителя (рис. 5.23). Такие панели могут быть использованы также в покрытии зданий.

а)



б)



**Рис. 5.23. Трехслойная панель:**

**а – общий вид; б – конструктивное решение; 1, 2 – наружная и внутренняя металлическая обшивки; 3 – утеплитель; 4 – уплотнительная лента; 5 – клеенная несгораемая прокладка**

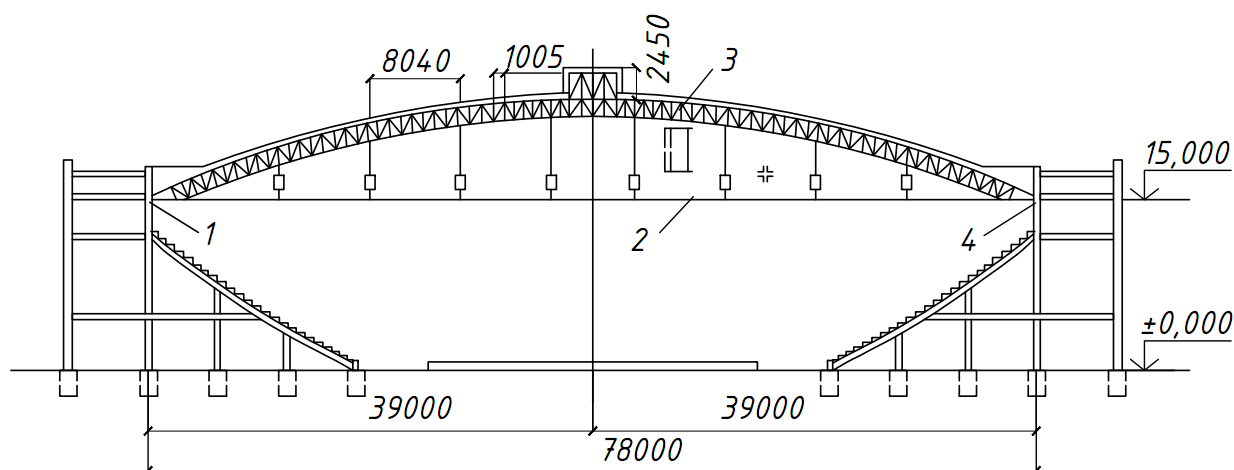
## **5.7. Металлические большепролетные покрытия зданий**

Конструктивные решения металлических покрытий большепролетных зданий могут быть балочными, арочными, пространственными, висячими

вантовыми, мембранными и др. Учитывая, что в таких конструкциях основной нагрузкой является собственный вес, следует стремиться к его уменьшению, что достигается применением сталей повышенной прочности и алюминиевых сплавов.

**Балочные системы.** Такие системы (как правило, фермы) включаются в состав поперечных рам, что улучшает статическую схему работы (см. рис. 5.21).

**Арочные покрытия.** При пролетах более 60...80 м целесообразно использовать арочные покрытия (рис. 5.24). При больших пролетах такие покрытия выгоднее проектировать предварительно напряженными. В арочном покрытии (рис. 5.25) верхний пояс предусмотрен жестким, а нижний пояс и решетка арки выполнены из тросов. После монтажа арки осуществляют принудительное смещение опорных узлов наружу, что вызывает предварительное растяжение в нижнем поясе и раскосах арки



**Рис. 5.24. Арочное покрытие Дворца спорта в Лужниках (Москва):**

1,4 – неподвижная и подвижная шарнирные опоры; 2 – затяжка; 3 – арка

**Пространственные решетчатые конструкции покрытий.** Они могут быть плоскими двухслойными (двухсетчатыми) и криволинейными однослойными (односетчатыми) или двухслойными. В двухсетчатых конструкциях две параллельные сетчатые поверхности соединяются между собой решетчатыми связями.

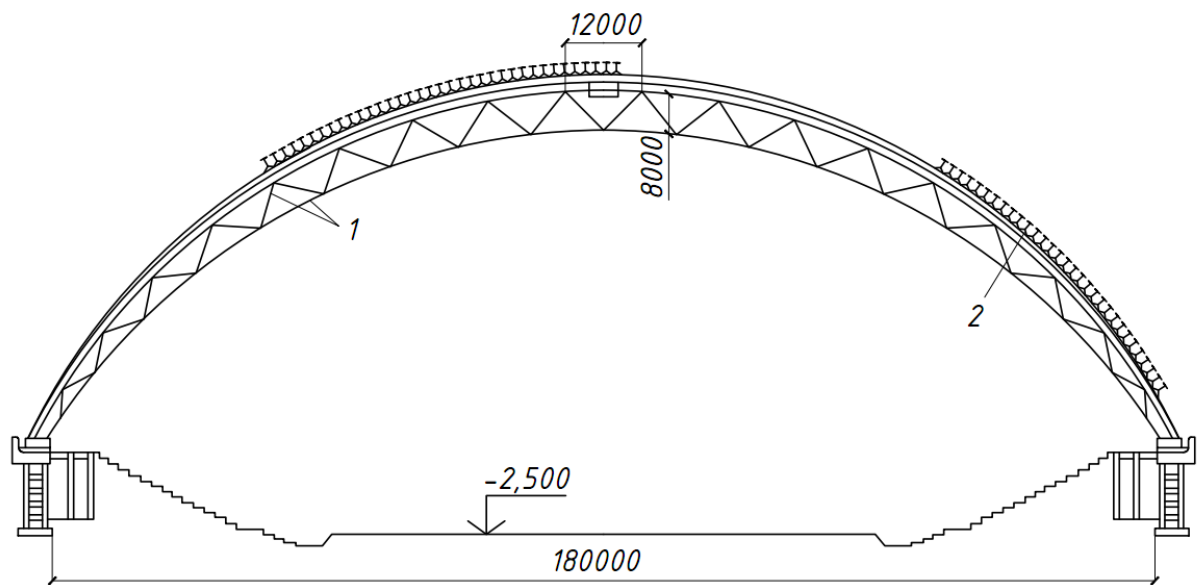


Рис. 5.25. Предварительно напряженная стальная арка пролетом 180 м:

1 – трос; 2 – жесткий пояс

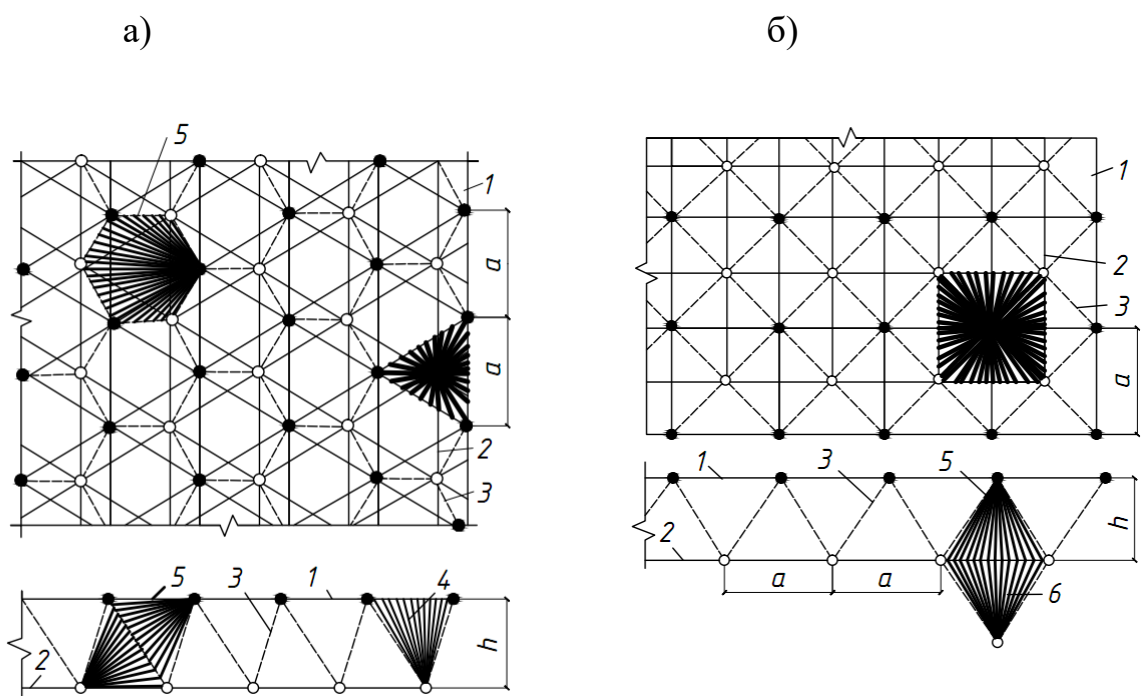


Рис. 5.26. Структурные покрытия с треугольной (а) и квадратной (б) ячейками:

1,2 – верхняя и нижняя поясные сетки; 3 – раскосы; 4 – тетраэдр;

5 – октаэдр; 6 – опорная капитель



**Структурные плоские перекрытия.** Сетчатые системы регулярного строения называют *структурными* и применяют, как правило, в виде плоских покрытий. Они представляют собой различные системы перекрестных ферм (рис 5.26). Структурные плоские перекрытия благодаря большой пространственной жесткости имеют небольшую высоту ( $1/16 \dots 1/20$  пролета), ими можно перекрывать большие пролеты. Устройством консольных свесов за линией опор достигается уменьшение изгибающих моментов и веса покрытия.

Криволинейные пространственные покрытия имеют, как правило, цилиндрическую или купольную поверхность.

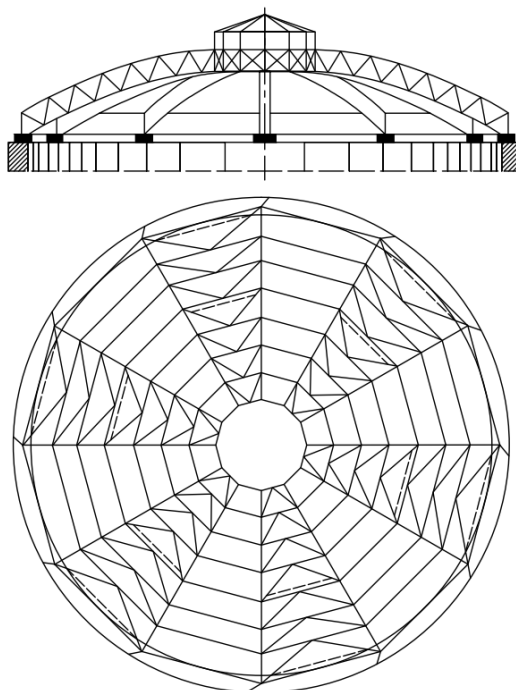
**Цилиндрические покрытия.** Они могут быть односетчатыми или двухсетчатыми (криволинейные структуры). Такие покрытия в поперечном направлении работают как свод, распор которого воспринимается стенами или затяжками.

**Купольные покрытия.** Они могут иметь ребристую (или ребристокольцевую) (рис. 5.27, а) или сетчатую (рис. 5.27, б), конструктивную схему. В ребристых куполах радиально расположенные ребра соединены между собой кольцевыми прогонами. Если последние составляют с ребрами единую жесткую пространственную систему, то кольцевые прогоны работают не только на местный изгиб, но в составе купольной системы воспринимают также кольцевые сжимающие или растягивающие усилия. В сетчатых куполах в состав конструкции кроме ребер и кольцевых элементов входят раскосы, что создает условия, при которых стержни работают только на осевые усилия.

**Висячие покрытия.** Эти покрытия состоят из опорного контура и основных несущих элементов в виде вант или тонких стальных листов, работающих на растяжение. Поскольку основные элементы покрытия работают на растяжение, их несущая способность определяется прочностью (а не устойчивостью), что позволяет эффективно использовать высокопрочные канаты или листовую сталь. Такие покрытия весьма экономичны, однако повышенная деформативность ограничивает их применение для покрытий производственных зданий. Кроме того, учитывая большую распорность таких систем, форму в плане целесообразно принимать круглой, овальной или многоугольной, что облегчает восприятие распора. В связи с этим они применяются в основном для покрытий

спортивных зданий, крытых рынков, выставочных павильонов, складов, гаражей и других зданий больших пролетов.

а)



б)

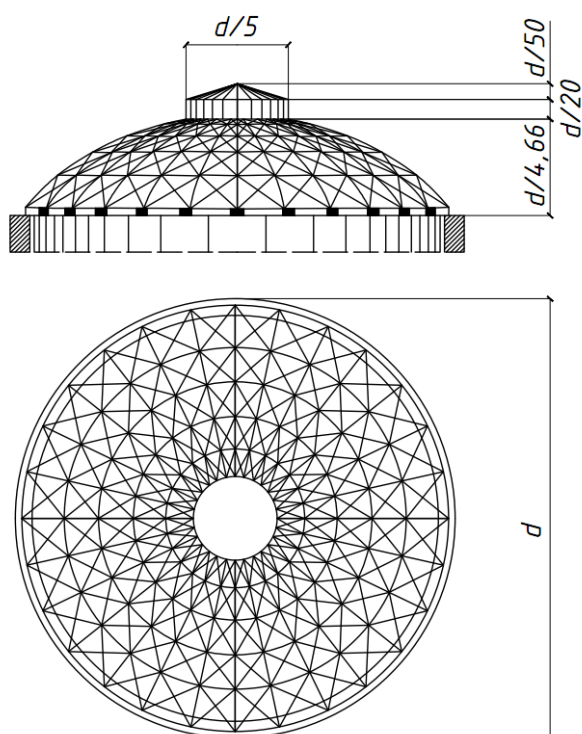
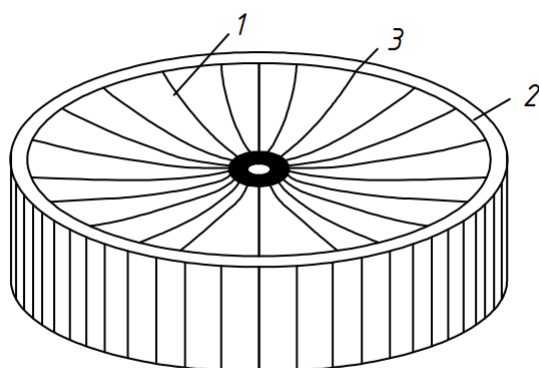


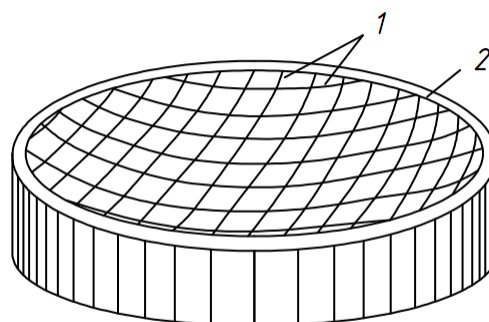
Рис. 5.27. Конструктивные решения металлических куполов:

а – ребристое; б - сетчатое

а)

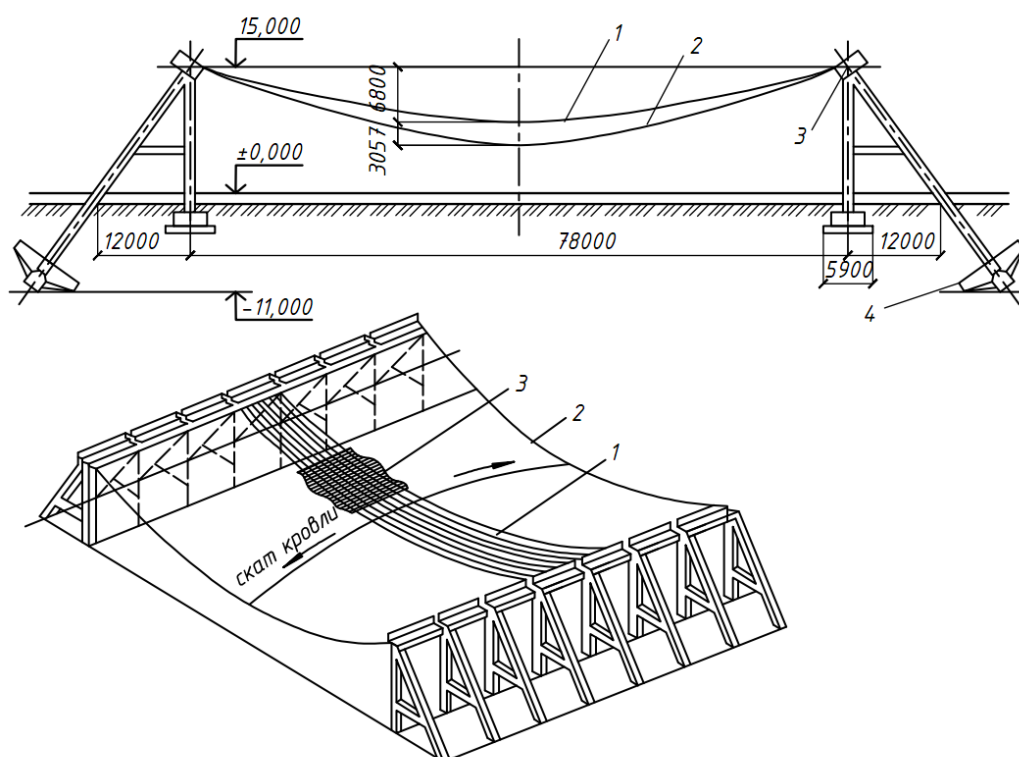


б)



**Рис. 5.28. Системы висячих вантовых покрытий: а, б – радиальное и ортогональное расположение вант;**

**1 – ванты; 2 – опорный контур; 3 – центральное кольцо**



**Рис. 5.29. Висячее вантовое покрытие гаража в Красноярске:**

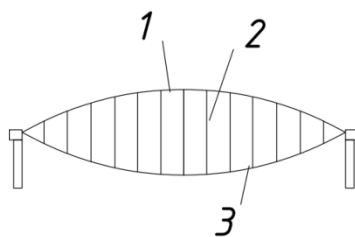
**1,2 – ванты соответственно в середине и в торце; 3 – опорный контур;**

**4 – анкерный фундамент**

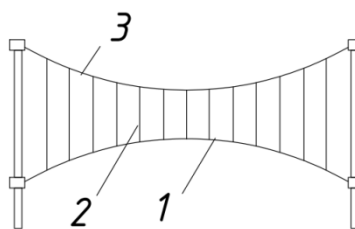
**Вантовые висячие покрытия.** В состав вантовых висячих покрытий входят гибкие ванты (стальные канаты или арматурные стержни), располагаемые в радиальном направлении (рис. 5.28, а), в ортогональных направлениях (рис. 5.28, б) или параллельно друг другу в одном направлении (рис. 5.29). Криволинейные замкнутые опорные контуры работают преимущественно на сжатие, а центральное кольцо – на растяжение. В этих случаях на поддерживающие покрытие конструкции (стены, колонны, рамы) передаются только вертикальные силы. В отличие от этого при незамкнутых контурах (см. рис. 5.29) распор передается на несущие конструкции здания, что требует устройства анкерных фундаментов, работающих на выдергивание, или стен с контрфорсами и т.п. На систему вант укладываются плиты из легкого железобетона или металлические с полимерным утеплителем, трехслойные и др.

Системы висячих вантовых покрытий отличаются большим разнообразием. Нередко применяют шатровую вантовую систему, при которой центральное кольцо размещается на колонне и поднимается на более высокую отметку, чем опорное контурное. Примером такой системы может служить покрытие автобусного парка в Киеве диаметром 161 м. Описанные выше системы являются однопоясными. Применяются также двухпоясные системы (особенно при больших ветровых нагрузках), в которых стабилизация покрытия осуществляется с помощью контура обратной кривизны. В таких системах несущие ванты имеют выгиб вниз, а стабилизирующие – вверх. Стабилизирующие ванты с установленным на них настилом могут быть расположены под несущими, что вызывает сжатие распорок (рис. 5.30, а). При расположении стабилизирующих тросов под несущими вантами связи между ними будут растянутыми (рис. 5.30, б). Возможен и третий вариант, при котором несущие и стабилизирующие тросы пересекаются, а стойки сжаты в средней части покрытия и растянуты в крайних (рис. 5.30, в).

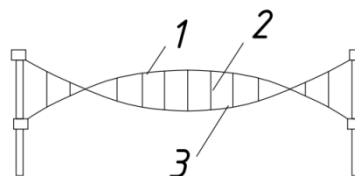
а)



б)



в)



**Рис. 5.30. Двухпоясные вантовые системы:**

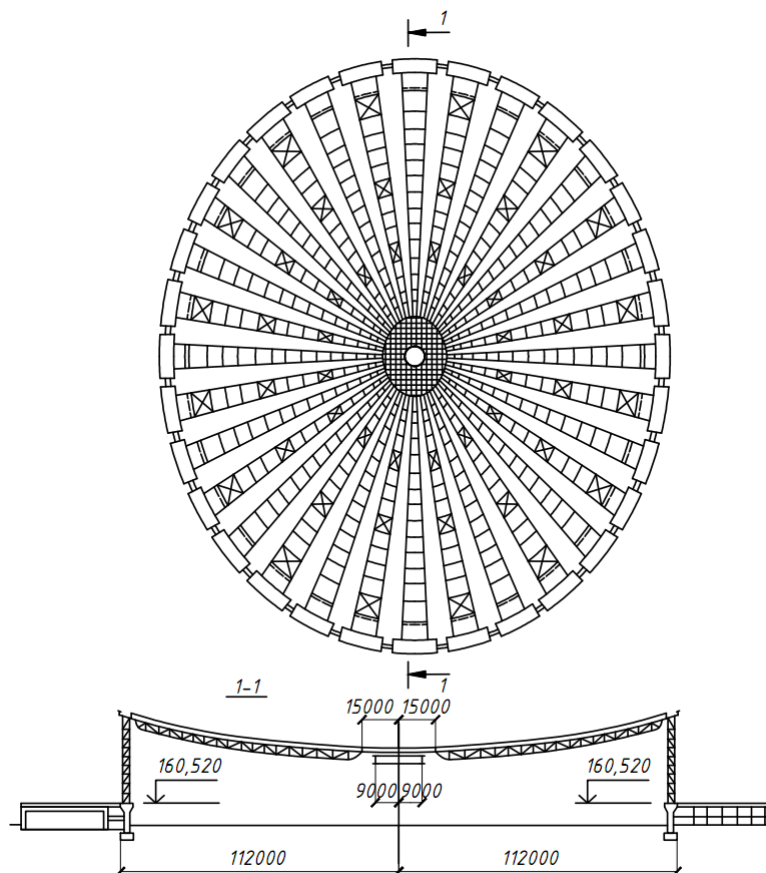
**1 – стабилизирующие ванты; 2 – стойки;**

**3 – несущие ванты**

### **Висячие тонколистовые системы – мембранные покрытия.**

Большое распространение в зарубежной и отечественной практике получили также висячие тонколистовые системы – мембранные покрытия. Они представляют собой пространственную конструкцию из тонкого металлического листа (стального или из алюминиевых сплавов) толщиной в несколько миллиметров, закрепленного по периметру в опорном контуре. Их преимущества состоят в совмещении несущей и ограждающей функций, а также в повышенной индустриальности изготовления. В некоторых случаях вместо сплошной мембраны покрытие образуется из отдельных, не соединяемых друг с другом тонких стальных лент. Располагаемые в двух

взаимно перпендикулярных направлениях ленты могут переплетаться, что предотвращает их расслаивание.

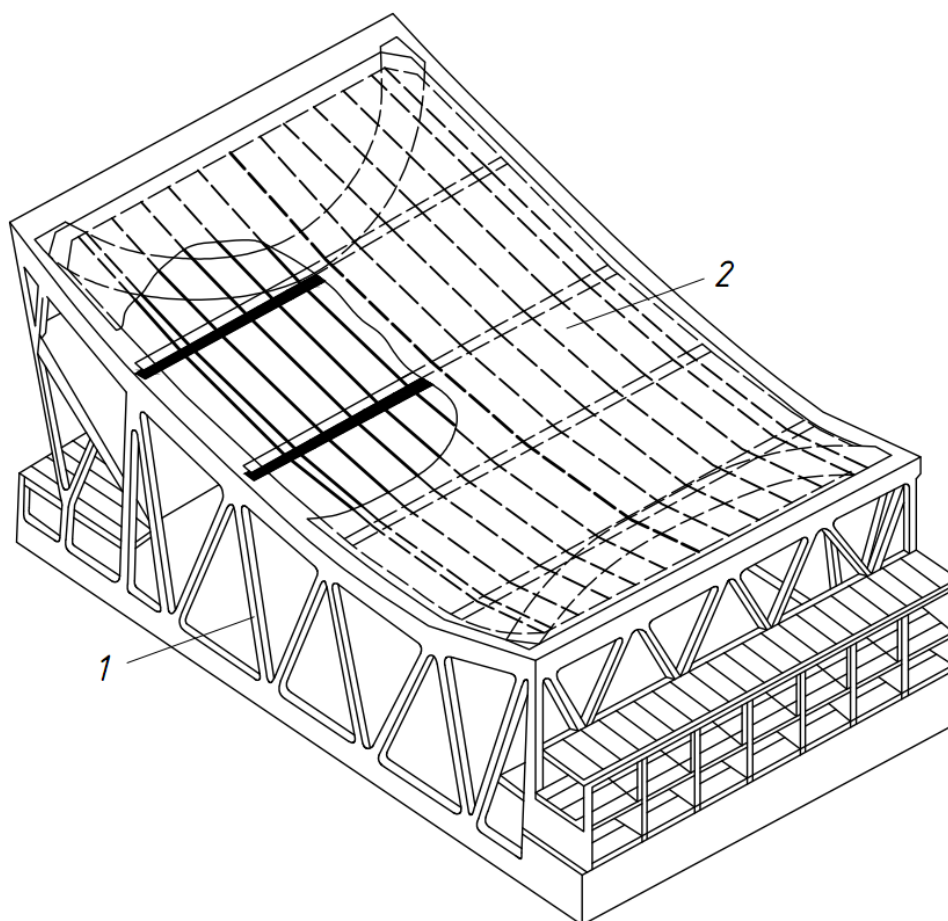


**Рис. 5.31. Конструктивная схема покрытия универсального стадиона**

**«Олимпийский» на просп. Мира в Москве (стальная мембрана толщиной 5мм)**

Сплошное мембранное покрытие успешно применено для универсального стадиона «Олимпийский» на просп. Мира в Москве. Размеры в плане, которого достигают 183х224 м (рис. 5.31).

В состав спортивного комплекса, построенного в г. Бишкеке входит зал на 3 тыс. зрителей, покрытие которого решено в предварительно напряженной мембранно-балочной висячей системе (рис. 5.32). Каркас здания выполнен из монолитного железобетона в виде раскосных ферм, расположенных по периметру здания размерами в плане 42.5х65,15 м. Покрытие состоит из собственно мембраны толщиной 2 мм, продольных прогонов и поперечных балок – распорок. Утеплитель в виде минераловатных матов подвешен к мембране снизу, потолок выполнен из штампованных алюминиевых элементов.

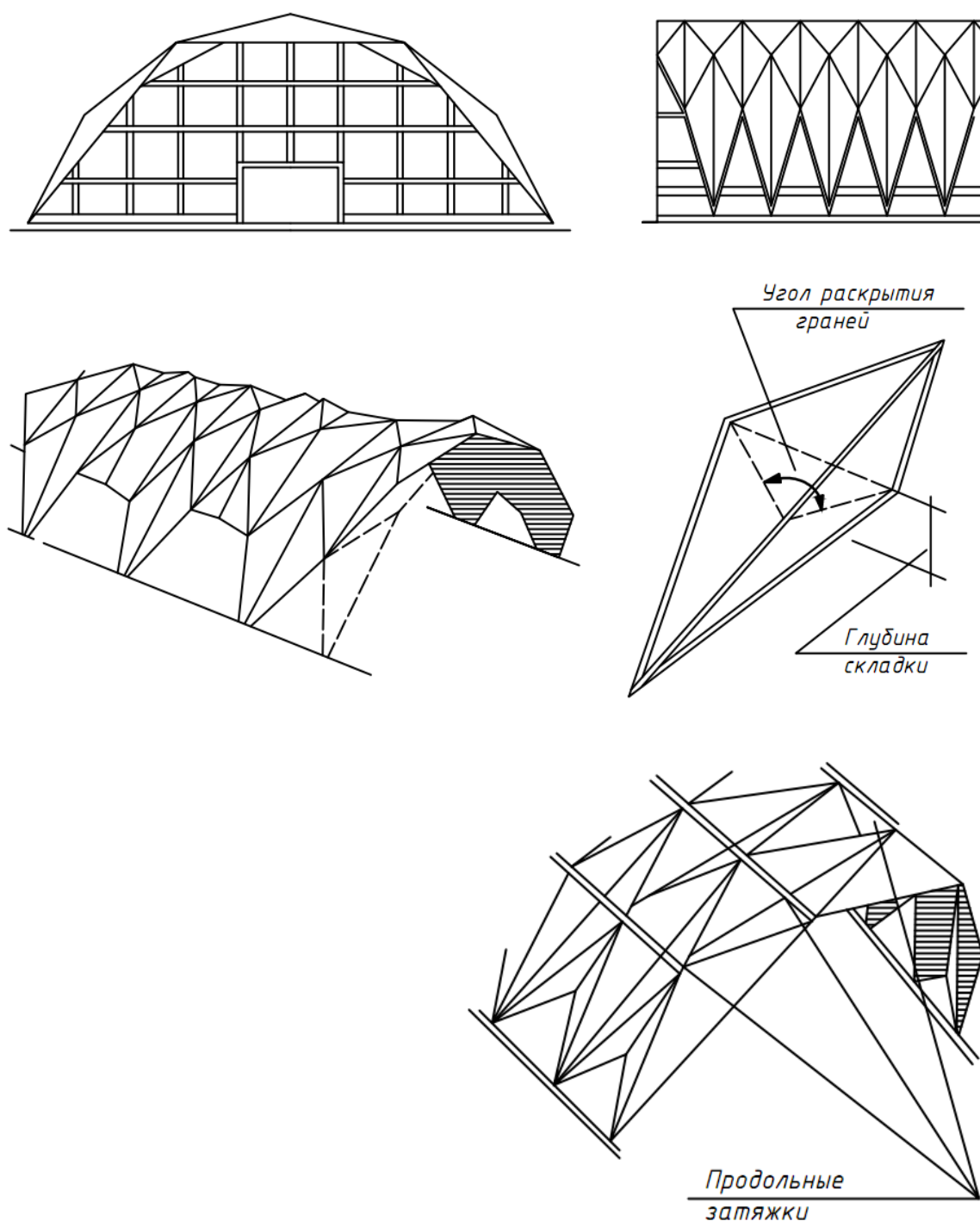


**Рис. 5.32. Конструктивная схема здания Дворца спорта в Бишкеке:**

**1 – каркас здания; 2 – мембранно-балочная висячая система**

Мембранные покрытия использованы и в ряде других большепролетных зданий. Так, в Санкт-Петербурге универсальный спортивный зал диаметром 160 м перекрыт мембранной оболочкой толщиной 6 мм. Подобными оболочками перекрыты также универсальный спортивный зал с размерами в плане 66х72 м на 5 тыс. зрителей в Измайлово (Москва), здание плавательного бассейна «Пионер» с размерами в плане 30х63 м в Харькове и др.

**Складчатые своды покрытий.** Складчатые своды покрытий – пространственные конструкции, которые могут быть выполнены из металла (стали, алюминиевых сплавов), железобетона, пластмасс.



**Рис. 5.33. Многогранный складчатый свод**

Особенно эффективны такие покрытия из алюминиевых сплавов. Основным конструктивным элементом покрытия (рис.5.33) является лист ромбовидной формы, согнутый вдоль большей диагонали. Сопряжение ромбовидных элементов между собой может осуществляться при помощи цилиндрических шарниров или жесткими фланцевыми сочленениями. Для повышения пространственной жесткости покрытия (особенно при шарнирных



сопряжениях) необходимо предусматривать установку продольных затяжек по выступающим узлам складчатого свода.

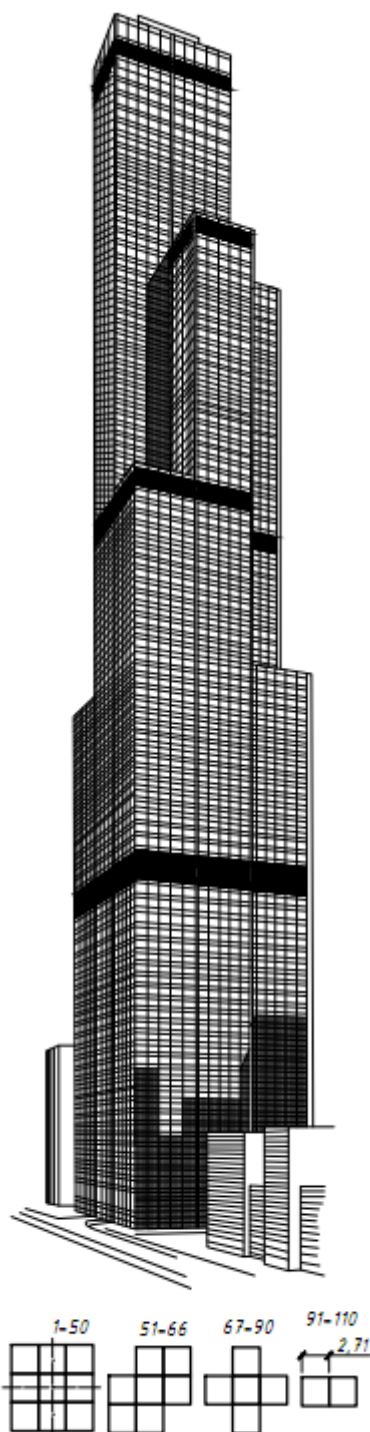
## **5.8. Многоэтажные здания со стальным каркасом**

Многоэтажные здания большой высоты целесообразно проектировать каркасными с несущими конструкциями из высокопрочной стали и ограждающими из легких стеновых панелей из эффективных материалов. Наибольший расход стали в таких зданиях приходится на основные элементы каркаса – колонны (40...60%) и балки (30% и более). С увеличением шага общая масса колонн уменьшается, а балок увеличивается. В зданиях высотой 30...40 этажей оптимальный шаг колонн составляет 4...6 м. Конструктивные схемы зданий должны обеспечивать пространственную жесткость здания. Различают рамные, связевые и рамно-связевые конструктивные схемы.

В рамных системах, состоящих из поперечных и продольных рам, пространственная устойчивость обеспечивается жесткими узлами рам. Такие системы рациональны для сравнительно невысоких зданий.

В связевых и рамно-связевых системах пространственная жесткость создается установкой связей в поперечном, а также в продольном направлениях. Связевые фермы должны устанавливаться на всю высоту здания. Вместе с горизонтальными жесткими дисками, образуемыми перекрытиями, они обеспечивают общую пространственную устойчивость здания. Колонны каркасов могут иметь различные типы сечений – двутавровые сварные с толстыми стенками и полками, из пакета сваренных между собой листов, сплошные прямоугольные и т.п. Балки проектируют преимущественно двутаврового сечения.

В период строительства зданий высотой 100...200 м применялись как стальные, так и железобетонные каркасы. В каждом из таких решений были свои преимущества и недостатки, однако с 60-х годов прошлого века высота строящихся зданий стала быстро расти и достигла 300...400 м. С ростом высоты зданий значительно увеличиваются нагрузки, особенно опасными становятся горизонтальные силы, что усложняет обеспечение горизонтальной жесткости и общей устойчивости зданий.



**Рис. 5.34. Высотное здание «Сирс-билдинг» (Чикаго) высотой 445 м.**

В послевоенный период ряд высотных зданий со стальным каркасом построены в Москве (главное здание МГУ, дом на Котельнической набережной и др.), в Варшаве (здание Дома культуры и науки) и во многих других городах различных стран. В зарубежной практике имеется немало примеров строительства гигантских небоскребов со стальными каркасами. В 60-х годах в Нью-Йорке был построен международный торговый центр с двумя башнями – корпусами высотой по 411 м, а в 70-е годы в Чикаго – супер

небоскреб «Сирс-Билдинг» высотой 445 м (рис. 5.34). Устойчивость этого самого высокого здания в мире обеспечивается рациональной геометрической формой, в которой девять квадратов в плане первых 50 этажей постепенно прерываются по мере подъема. Жесткость здания обусловлена применением серии стальных решетчатых систем.

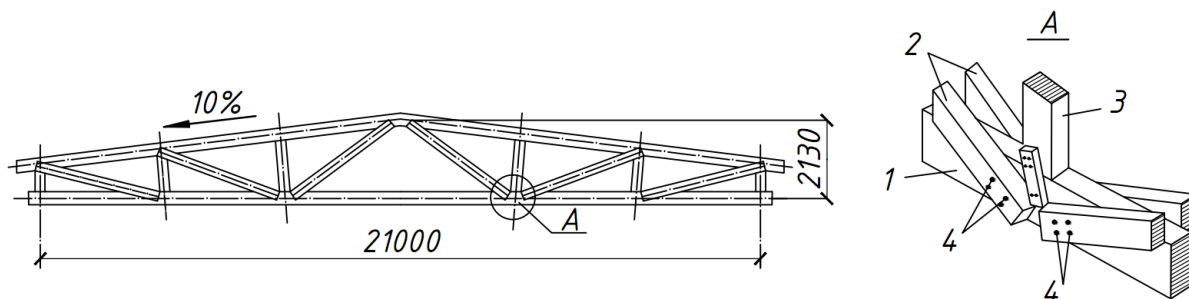
### **5.9. Деревянные и пластмассовые конструкции зданий**

Область рационального применения деревянных и пластмассовых конструкций достаточно обширна (см. §4.1 и 4.2). Деревянные конструкции весьма разнообразны и могут применяться в зданиях и сооружениях различного назначения. Особенно эффективно их применение в покрытиях производственных и общественных зданий.

Деревянные конструкции следует изготавливать из высушенной древесины, которая должна быть антисептирована. Следует выполнять конструктивные меры и требования по защите древесины от гниения. Они должны подвергаться также огнезащитной пропитке.

Дальнейшее развитие производственной базы по изготовлению деревянных конструкций позволит повысить объем и эффективность их применения в строительстве. В настоящее время в нашей стране действует большое количество предприятий, на которых выпускаются клееные деревянные конструкции.

**Плоскостные сплошные деревянные конструкции.** К основным плоскостным сплошным деревянным конструкциям относятся: балки на пластинчатых нагелях (пролетами  $L_0=4,5\ldots6\text{м}$ ); балки двутаврового сечения с перекрестной стенкой на гвоздях ( $L_0=6\ldots12\text{м}$ ); клееные балки двутаврового сечения со стенкой из досок на ребро ( $L_0=3\ldots7\text{м}$ ); дощатоклееные балки из пакета досок – постоянной высоты, двускатные, гнутоклееные ( $L_0=6\ldots24\text{м}$ ); клефанерные балки с плоской стенкой ( $L_0=6\ldots15\text{м}$ ); армированные дощатоклееные балки ( $L_0=12\ldots24\text{м}$ ); распорные системы треугольного очертания из клееных элементов ( $L_0=12\ldots18\text{м}$ ); арки со стальной затяжкой дощатоклееные или из балок с перекрестной стенкой на гвоздях ( $L_0=15\ldots36\text{м}$ ); арки дощатоклееные с опиранием на фундаменты ( $L_0=18\ldots100\text{м}$ ); рамы с перекрестной стенкой на гвоздях ( $L_0=9\ldots18\text{м}$ ); дощатоклееные гнутые рамы ( $L_0=12\ldots24\text{м}$ ); дощатоклееные рамы с соединением ригеля со стойками на зубчатый шип или на нагелях ( $L_0=12\ldots18\text{м}$ ) и др.



**Рис. 5.35. Трапециевидная ферма из дощатоклеенных деревянных элементов:**

**1 – нижний пояс; 2 – раскосы; 3 – стойка; 4 – стальные нагели и болты**

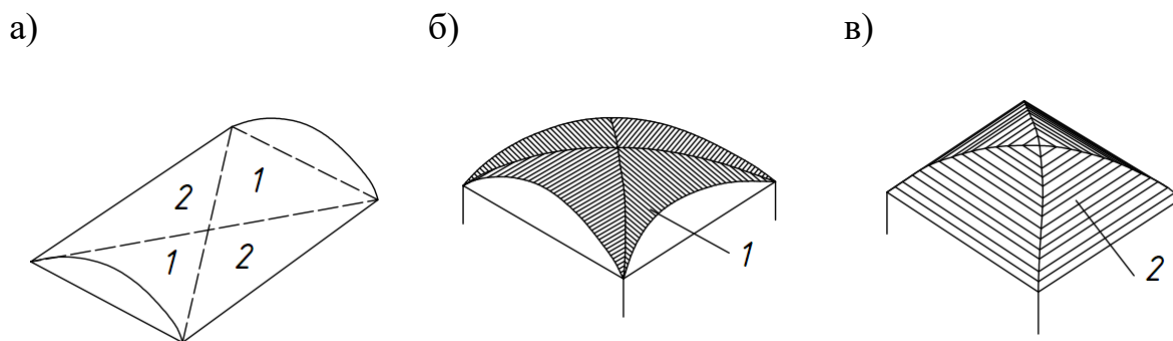
В армированных деревянных конструкциях на растянутой (нижней) поверхности деревянных элементов в специальных бороздах размещают стальную стержневую арматуру, которая с помощью синтетических смол приклеивается к дереву и защищается от коррозии. Благодаря армированию достигается уменьшение высоты деревянных конструкций и существенное (до 30...40%) снижение расхода древесины.

**Плоскостные сквозные деревянные конструкции.** К плоскостным сквозным относят такие деревянные конструкции, которые состоят из поясов и связывающих их решеток (раскосов и стоек). Основным видом сквозных конструкций являются фермы: сегментные клееные со стальным нижним поясом (пролетом  $L_0=12...36$ м); полигональные брусчатые со стальным нижним поясом ( $L_0=12...30$ м); треугольные брусчатые или дощатые со стальным нижним поясом; трапециевидные из дощатоклеенных элементов (рис. 5.35) пролетом до 21 м.

Сквозные арки, состоящие из двух полуарок со стальной затяжкой, могут достигать пролетов до 60 м и более. Сквозными (решетчатыми) могут быть стойки, высота которых достигает 15 м.

Для применения в массовом строительстве разработаны типовые плоскостные деревянные конструкции (табл. 5.9).

**Пространственные деревянные конструкции.** Их применяют в строительной практике, как правило, в виде сводов или куполов.



**Рис. 5.36. Схемы образования сводов-оболочек:**

**а – цилиндрическая оболочка; б – крестовый свод; в – сомкнутый свод;**

**1 – распалубки; 2 – лотки**

**Кружально-сетчатые своды.** Такие своды собирают из поставленных на ребро стандартных косяков, расположенных по двум пересекающимся направлениям. Поперечное сечение свода имеет круговое или многоугольное очертание. Распор свода воспринимается стальными затяжками или непосредственно фундаментами. Узловые соединения косяков осуществляются либо с помощью шипов, либо металлических связей. При косяках цельного сечения пролет свода не превышает 20м, при использовании клефанерных косяков пролет свода может достигать 100 м.

**Складчатые покрытия** образуются системой наклонных граней примыкающих друг к другу длинными сторонами и опирающихся на торцовые диафрагмы – по коротким сторонам. В поперечном разрезе профиль складчатого покрытия может быть треугольным, трапециевидным или прямоугольным. Гранями складок могут служить цельные доски, дощатогвоздевые или клеенные элементы, а также трехслойные пластмассовые панели. Пролет таких покрытий достигает 30 м.

Цилиндрические оболочки, опирающиеся по торцам на жесткие в своей плоскости диафрагмы и имеющие вдоль образующей свободные края (бортовые элементы), изготовляют из криволинейных деревянных ребер, соединенных с клефанерными криволинейными панелями. В качестве диафрагм применяют фермы, арки с затяжкой, торцовые стены.

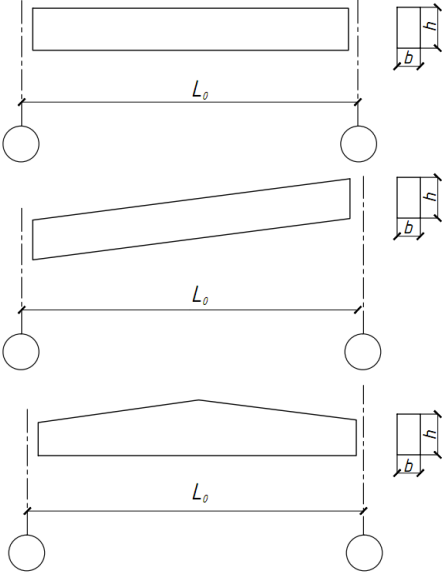
Если цилиндрическую оболочку рассечь диагональными плоскостями (рис. 5.36, а), то образуются две пары сводов, называемых распалубками 1 и лотками 2. Оболочки, составленные из четырех или более лотков, называются *сомкнутыми сводами* (рис. 5.36, б), а образованные из распалубок –

*крестовыми сводами* (рис 5.36, в). В месте пересечения распалубок устраивают ребра – гурты. Пролет таких оболочек достигает 30 м.

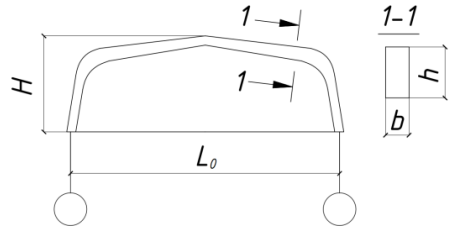
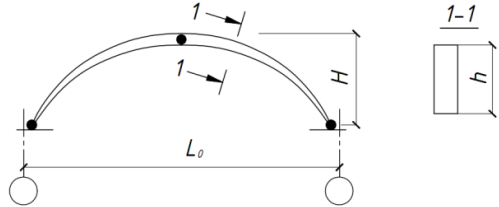
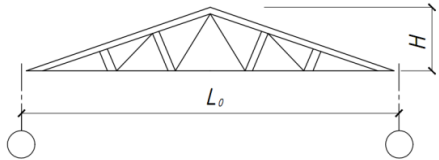
**Структурные деревянные покрытия** представляют собой пространственные плиты или оболочки из регулярно повторяющихся элементов. Примером могут служить структуры из пересекающихся в двух или трех направления клееных балочных элементов с их жестким соединением в узлах. Пролет структурных плит составляет 12...28 м, а размер ячейки структуры – 2,4...7,2 м. Структуры могут быть смонтированы с применением разнообразных элементов, например, объемных в форме тетраэдров из фанерных листов. Их выполняют металлодеревянными с растянутыми элементами из металла и сжатыми – из древесины.

Таблица 5.9

Типовые деревянные строительные конструкции

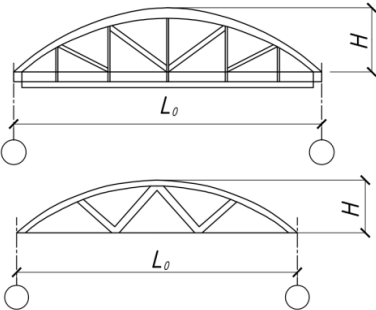
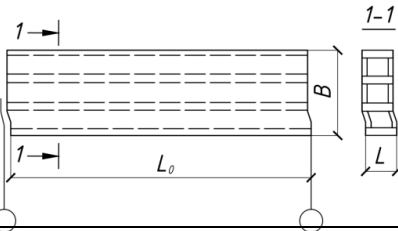
Наименование конструкций и эскиз	Марка изделия	Пролет $L_0$ , м	Высота $H$ , м	Расчетные нагрузки	Назначение	Серия
1	2	3	4	5	6	7
<p>Балки клееные</p> 	БКП	3;6;7,5		12...33 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия и перекрытия одноэтажных производственных зданий	1.062.5-3
		9;12		9...27 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия одноэтажных производственных зданий	
	БКО	3;6;7,5;9;12;18;24		9...27 кН/м <sup>2</sup>	То же	
	БКД	9;12;15		6...12,5 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия общественных зданий	

Продолжение табл. 5.9

<p>Рамы клееные</p> 	РГД	18;21;24	7,9; 8,4;10,4	6...12 кН/м <sup>2</sup>	То же	1.222.5 – 1, вып. 5
<p>Арки клееные, трехшарнирные</p> 	ДЭА	18; 24	7,5; 7,95; 9,95; 9,5	Снеговая нагрузка 0,7...2 кН/м <sup>2</sup>	Спортивные сооружения	1.263 – вып. 1.
<p>Фермы металлодеревянные</p> 	ФМД	18;21;24	3,42	То же, до 1,5 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия однопролетных производственных и сельскохозяйственных зданий с подвесным потолком	1.063.9-3



Окончание табл. 5.9

<p>Фермы клееные сегментные</p> 	КДФ	15;18;21;24	2,14; 2,57; 3,00; 3,43	18...27 кН/м <sup>2</sup>	Однопролетные озалы общественных зданий с подвесным потолком	1.263 – 1, вып. 1
	КДФт	15;18;21;24	2,14...3,43	15...24 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия общественных зданий	1.263 – 1, вып. 2
<p>Панели клефанерные</p> 	ДАФ	3;6	0,22; 0,26; 0,29; 0,31	Снеговая нагрузка 1...2 кН/м <sup>2</sup>	Покрытия отапливаемых зальных помещений общественных зданий	1.265 – 1, вып. 1-3

**Купольные покрытия из древесины и фанеры.** Такие покрытия применяют достаточно широко. Их пролеты составляют, как правило, 12...35 м, но могут превышать 100 м. Купола обычно состояются из меридиональных ребер, опорного и фонарного колец, кольцевого и косога настилов. Каждое из ребер состоит из нескольких склеенных или сбитых гвоздями досок. Расстояние между ребрами на уровне верхнего опорного кольца равно 0,8...1,5 м. Опорное кольцо, работающее на растяжение, изготавливают из дерева, металла или железобетона. Кольцевой настил в зоне опорного кольца, где возможно появление кольцевых растягивающих усилий, выполняют из двух слоев досок. Доски верхнего слоя должны перекрывать стыки нижнего. Косой настил предназначен для восприятия сдвигающих усилий, возникающих при несимметричной нагрузке.

В качестве меридиональных ребер используют полуарки или прямолинейные элементы, изготовленные из досок, клееной древесины или фанеры. Они могут иметь сплошную или сквозную стенку. Ребра располагаются с шагом 4,5...6 м по нижнему опорному кольцу. Для обеспечения устойчивости ребер из плоскости они попарно соединяются между собой металлическими связями. По ребрам укладывают кольцевые прогоны, а на последние – дощатый настил – продольный и косой. Вместо прогонов и настила можно использовать панели, например, трехслойные, укладываемые непосредственно на меридиональные ребра.

Другими разновидностями деревянных куполов являются складчатые, ребристо-кольцевые, сетчатые, кружально-сетчатые из сомкнутых сводов и др.

**Ребристо-кольцевые купола.** Они образуются из пересекающихся меридиональных ребер и непрерывных кольцевых прогонов. Последние работают не только на местный изгиб, но в составе купола, кроме того, воспринимают кольцевые усилия.

Клееные деревянные купола больших пролетов применяются в США, Японии и других странах при строительстве крытых стадионов, рынков и т.п. Купола имеют сферическую поверхность, их диаметр может превышать 160 м. Например, крытый стадион в г. Такома (США) имеет деревянный купол диаметром 162 м, куполами аналогичной конструкции покрыты также спортивные залы в других странах. Так в г. Ясусиро (Япония) спортивный зал покрыт сферическим клееным деревянным куполом диаметром 36,6 м и стрелой подъема 8 м (рис. 5.37). Каркас купола собран из криволинейных

пересекающихся в трех направлениях главных ребер, по которым уложены криволинейные прогоны. Каркас обшит дощатым настилом, поверх которого расположены гидроизоляция и кровля из оцинкованного железа. Купол опирается на монолитное железобетонное кольцо, которое поддерживается железобетонными колоннами, опирающимися на кольцевую железобетонную балку.

**Многогранные купола.** Эти купола образуются из треугольных ромбовидных, многоугольных элементов, соединяемых по углам шарнирно. Примером такого покрытия может служить разработанный в РГСУ деревянный многогранный решетчатый сферический купол из деревянных брусков цельного сечения (рис. 5.38). Стержни каркаса являются контурными ребрами треугольных панелей, образующих многогранную поверхность купола. В контурных ребрах предусмотрены отверстия под монтажные болты, используемые для соединения панелей между собой. Контурные ребра треугольных панелей (рис. 5.39) в углах соединяются при помощи листовых фанерных вкладышей 3 на клею. Между наружной и внутренней обшивками 4 из тонких алюминиевых листов укладывается тепло-, звуко-, и пароизоляция 5...7.

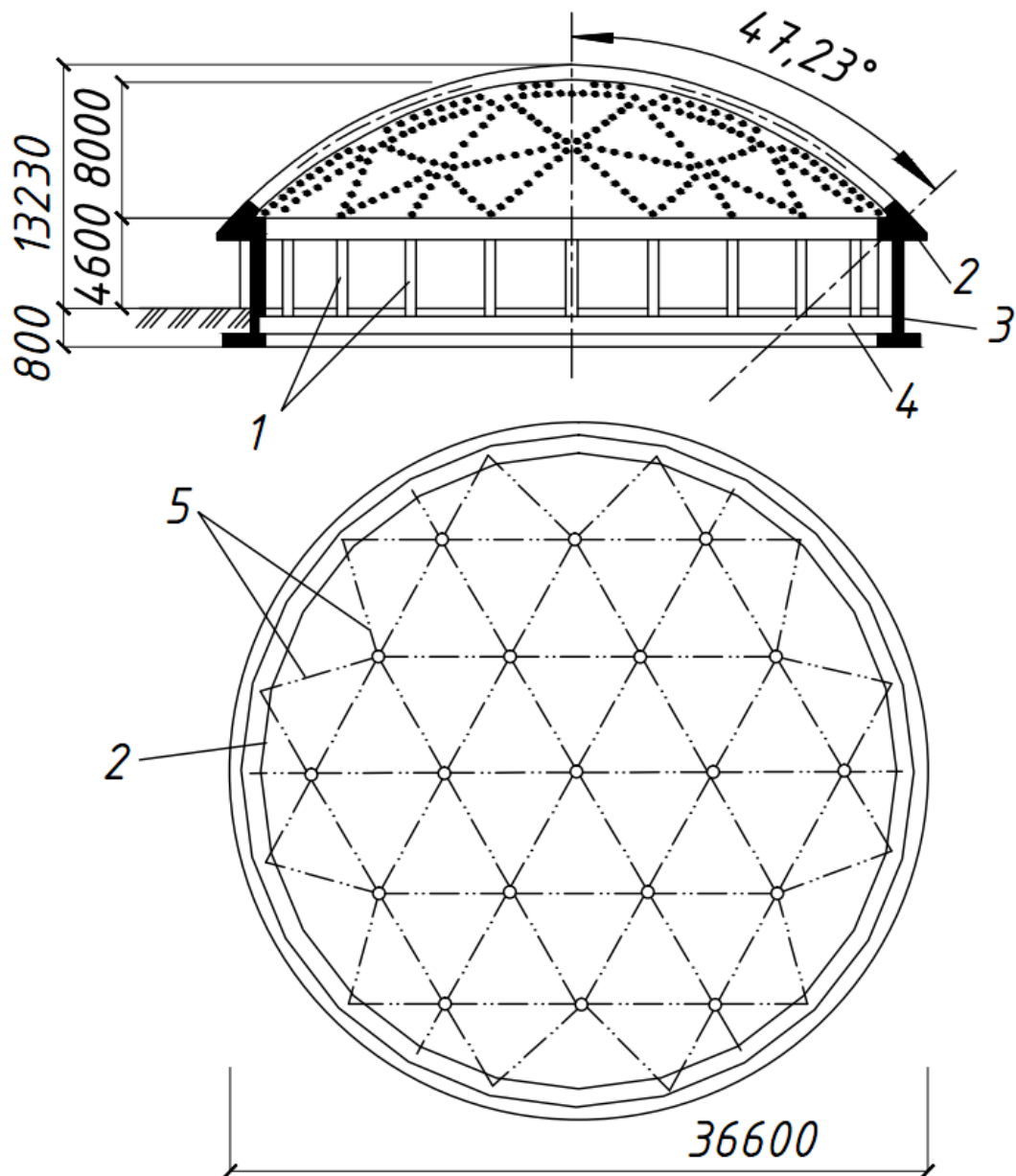
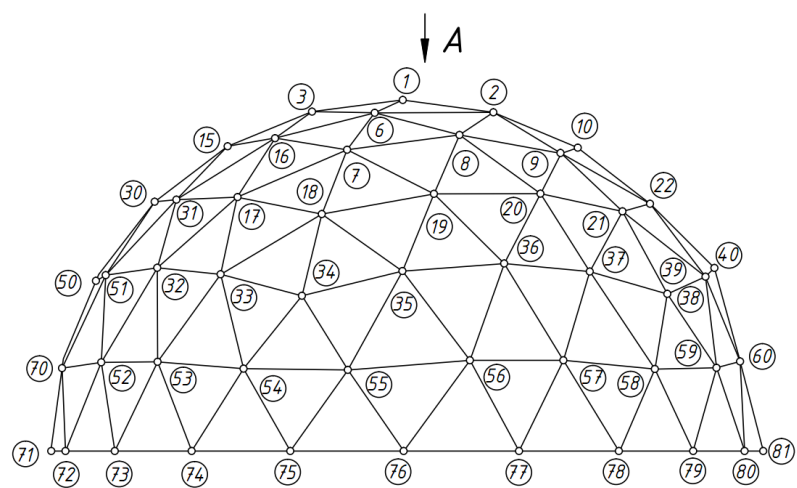
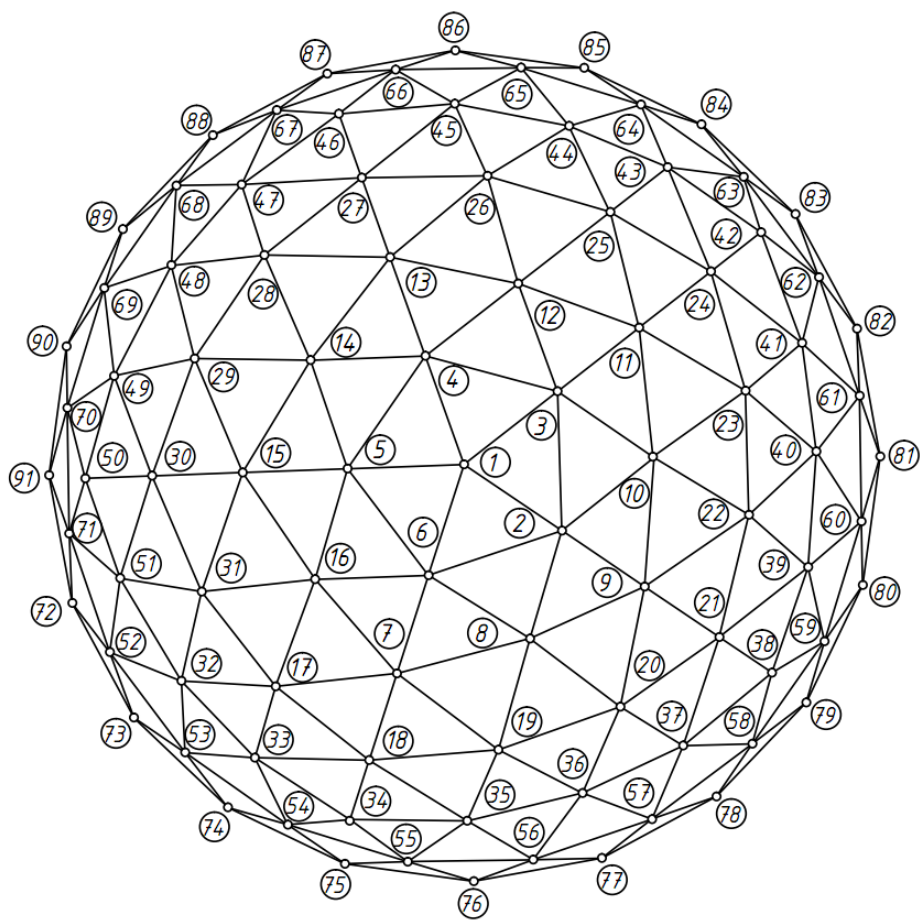


Рис. 5.37. Разрез и план здания спортивного зала с клееным деревянным решетчатым куполом покрытия: 1 – колонны; 2 – опорный контур; 3 – фундамент; 4 – кольцевая обвязочная балка; 5 – главные ребра каркаса купола.



Вид А



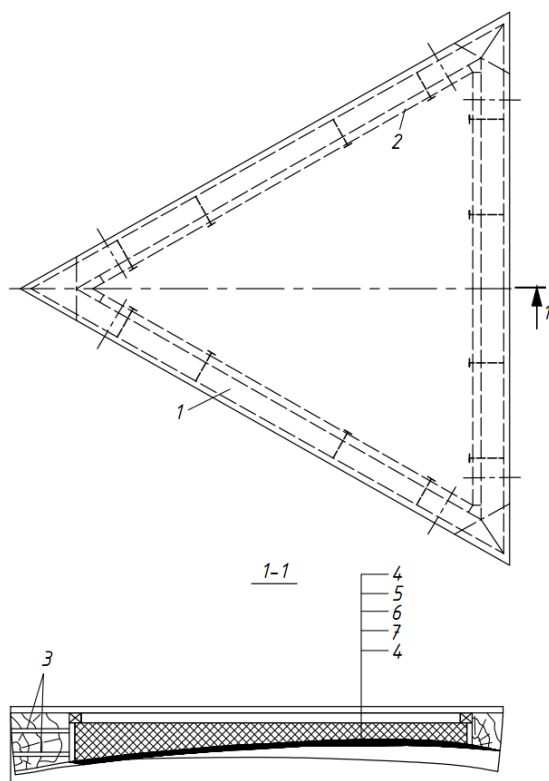
**Рис. 5.38. Каркас многогранного сферического купола  
из деревянных брусков**

**Гиперболические оболочки** отрицательной гауссовой кривизны отличаются тем, что позволяют получать криволинейную поверхность из прямолинейных досок, брусков, фанерных полос.

Пластмассовые конструкции с учетом их свойств целесообразно применять в качестве ограждающих и пространственных.

**Волнистые или плоские листы** толщиной 1,5...2,5 мм из светопрозрачного стеклопластика на полиэфирных смолах применяют для покрытий неотапливаемых зданий.

**Трихслойные панели.** Трехслойными панелями с обшивками из стеклопластика и средним слоем из пенопласта перекрывают отапливаемые здания.



**Рис. 5.39. Треугольные панели многогранного купола:**

**1 – контурное ребро; 2 – прижимная планка; 3 – листовые фанерные вкладыши; 4 – наружная и внутренняя обшивки из алюминиевых листов; 5 – перфорированный картон; 6 – минераловатная плита; 7 – пароизоляция**

**Волнистые своды** монтируют при пролетах 18...20 м из лотковых пластмассовых элементов толщиной 1...4 мм, шириной 0,75...1,6 м и высотой лотка до 9,6 м. Элементы соединятся между собой внахлестку на клею или болтах, а поперечные швы герметизируются лентой на полиэфирном клее.

**Стеклопластиковые складчатые своды.** Стеклопластиковые складчатые своды из ромбических панелей, согнутых по большой диагонали являются также эффективным материалом для покрытий. Панели состоят из контурных ребер и обшивок, между которыми в необходимых случаях вводят пенопласт. Размеры ромбических трехслойных панелей при толщине 48 мм составляют по направлениям диагоналей 3 и 6 м, а пролет свода – до 20 м и более.

**Структурные сводчатые покрытия.** Такие покрытия, собираемые из тонкостенных стеклопластиковых объемных элементов, также широко применяют в строительной практике. Вершины их соединяются стальными или стеклопластиковыми стержнями, тросами или алюминиевыми трубами, которые могут быть подвергнуты предварительному напряжению. В результате образуется двухпоясная система, одним поясом которой являются стержни, соединяющие вершины объемных элементов, а другим – примыкающие друг к другу ребра пластмассовых объемных элементов. Пролет таких структурных сводов достигает 18...24м.

**Пластмассовые купола.** Они могут быть одно-, двух- и трехслойными. Однослойные купола изготавливают из полиэфирного стеклопластика, оргстекла и пенопласта, двухслойные – из наружного стеклопластикового слоя и внутреннего пенопластового, трехслойные – из наружной и внутренней стеклопластиковых обшивок и среднего теплоизоляционного слоя (пенополистирола, пенофенопласта и т.п.). Диаметры одно- и двухслойных куполов при толщине стенки 6...9 мм не превышают 10 м, а трехслойных куполов при общей толщине 50 мм достигают 25м. Пластмассовые купола нередко проектируют из волнистых или складчатых элементов.

**Комбинированные конструкции.** Комбинированные конструкции, включающие элементы из различных материалов, весьма разнообразны. К ним относятся: металлодеревянные фермы, в которых растянутые элементы (нижний пояс, раскосы) выполнены металлическими, а остальные элементы – деревянными; панели стен и покрытий с каркасами из древесины и обшивкой из стеклопластика; элементы структурных плоских и пространственных

покрытий и многие другие разновидности конструкций, в которых рационально сочетаются элементы из различных материалов.

### 5.10. Конструкции зданий и сооружений спортивных комплексов

Состав спортивных комплексов весьма разнообразен, в него могут входить дворцы спорта, крытые и открытые плавательные бассейны, арены спортивных игр с трибунами, лыжные трамплины и др. Во многих случаях они рассчитываются на десятки тысяч зрителей, требуют больших перекрываемых площадей и решения сложных архитектурно-строительных задач.

**Покрывтия спортивных зданий больших пролетов.** Их целесообразно решать в виде железобетонных оболочек, висящих вантовых, стальных арочных или мембранных конструкций, а также эффективных деревянных и пластмассовых конструкций. Большие спортивные арены могут быть решены с покрытием только трибун для зрителей. Практика показала целесообразность и экономическую эффективность таких решений.

**Крытые трибуны стадионов.** Как правило, их решают в виде железобетонных консольных рам Г-образной формы, располагаемых с шагом 6...8 м. В решении, показанном на рис. 5.40, стойки рам имеют высоту 15,3 м, а длина ригеля – 13 м. Стойка и ригель рамы соединяются между собой предварительно напряженной канатной арматурой. Арматура стоек заанкеривается в основании и натягивается с верхнего конца, после чего производится инъецирование каналов цементным раствором.

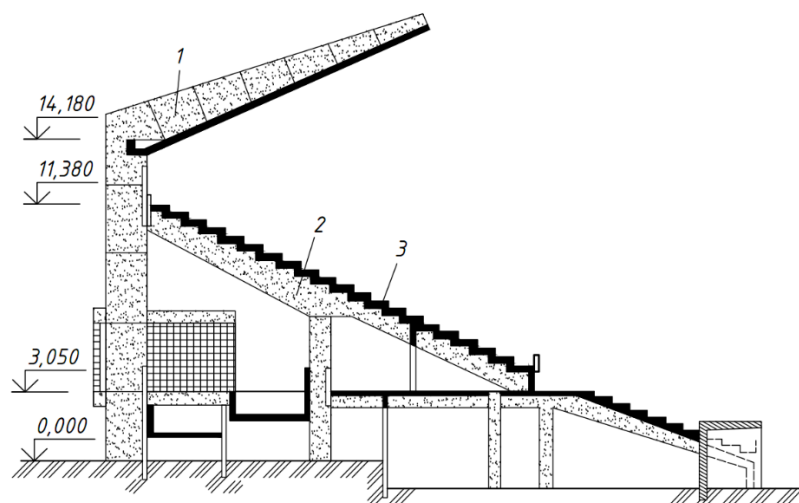
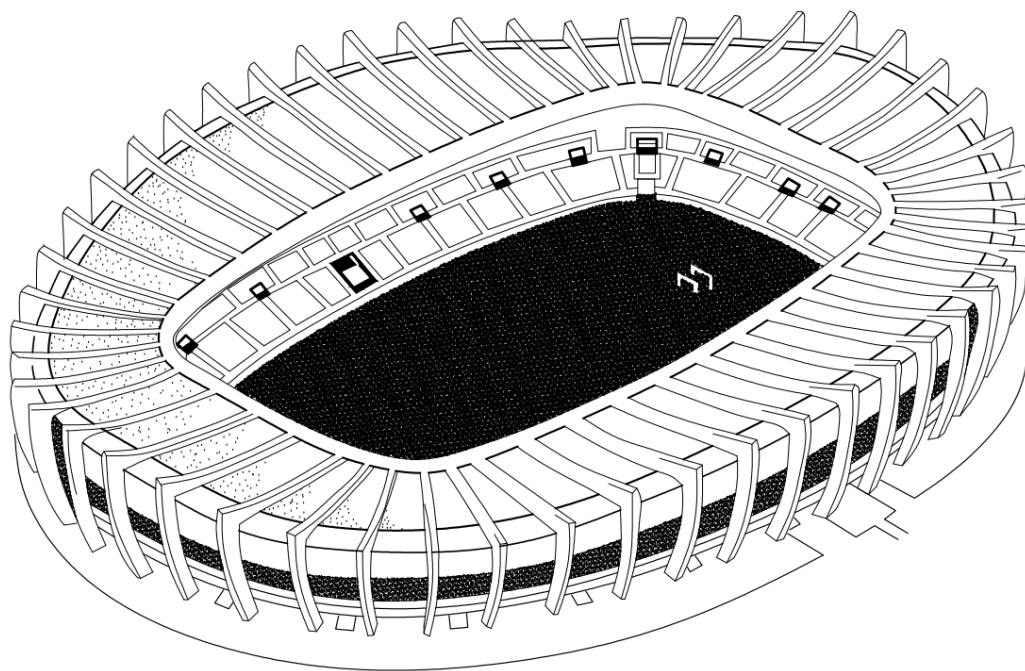


Рис. 5.40. Поперечный разрез крытых трибун стадиона:

1 – консольная рама; 2 – опорные конструкции трибун;

3 – ступени трибун





**Рис. 5.41. Стадион с крытыми трибунами на 50 тыс. зрителей**

В верхней части стойки объединены обвязочным ригелем. По верху ригелей укладываются железобетонные плиты покрытия. Балки опорных конструкций трибун опираются на стойки.

Стадион с крытыми трибунами на 50 тыс. зрителей, построенный в Париже (рис. 5.41), имеет крытую площадь 17 тыс. м<sup>2</sup> и открытую 40 тыс. м<sup>2</sup>. Основными несущими конструкциями являются 50 полурам высотой 24,3...34,3 м, имеющих вылет консолей 32,5...45,6 м. Колонны, консоли и конструкции трибун выполнены из предварительно напряженного железобетона с канатной арматурой в каналах.

**Плавательные бассейны.** В плавательных бассейнах основным элементом является ванна бассейна, которую целесообразно выполнять из монолитного железобетона. Поскольку глубина ванны бассейна многоцелевого назначения переменна, то толщина плиты днища и армирование принимаются переменными. Стенки бассейна также проектируются переменной толщины и с различным армированием по высоте в соответствии с эпюрами внутренних усилий, вызванных переменным гидростатическим давлением воды и другими нагрузками.

## 5.11. Конструкции инженерных сооружений

Из большого многообразия инженерных сооружений, классификация которых дана в §2.4 и в табл. 5.10, приведем примеры конструктивных решений некоторых из них.

**Телевизионные башни.** Эти башни, совмещенные нередко с радиобашнями, достигают высот, превышающих 500м. Наиболее высокими (высота вместе с антенной частью 530 и 545 м) телебашнями из предварительно напряженного железобетона являются Останкино в Москве (рис. 5.42) и Канадская в Торонто.

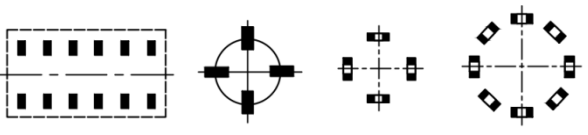
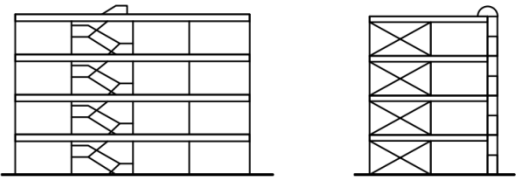
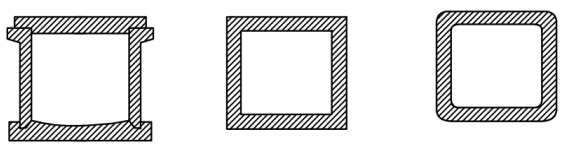
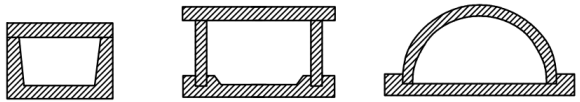
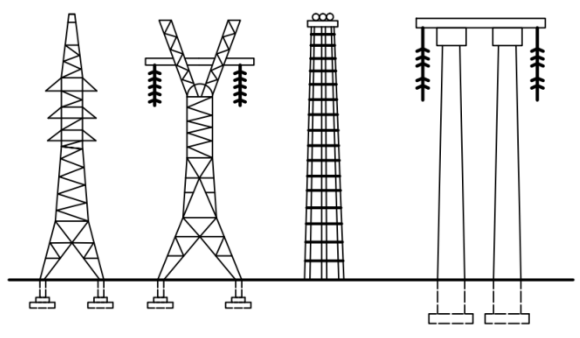
Обе возведены из монолитного железобетона в передвижной опалубке с последующим поэтапным предварительным напряжением канатной арматуры, что значительно повышает устойчивость башни. На высоте 300...400 м предусматриваются обычно ресторан (кафе) и обзорные площадки.

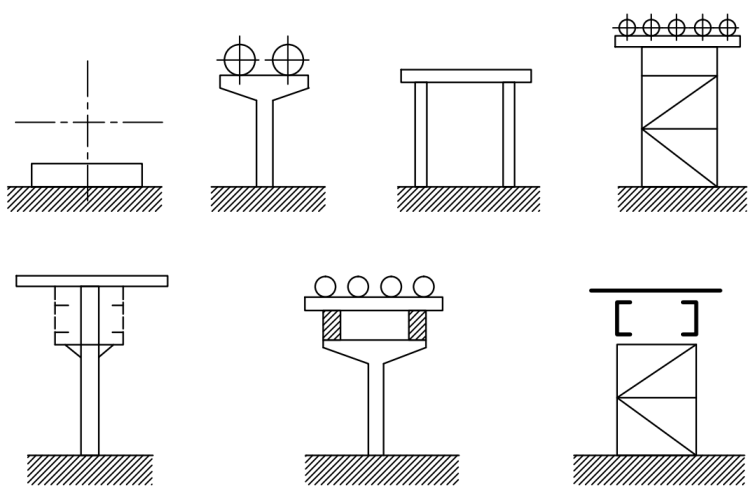
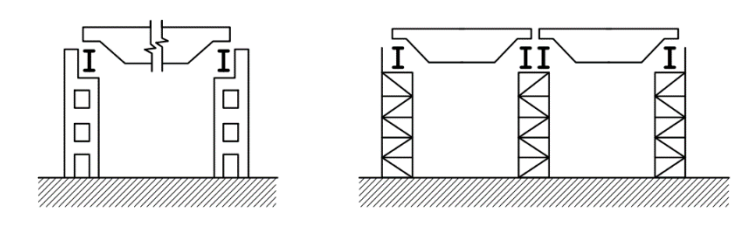
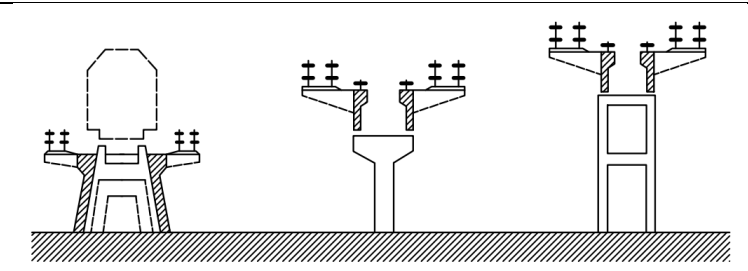
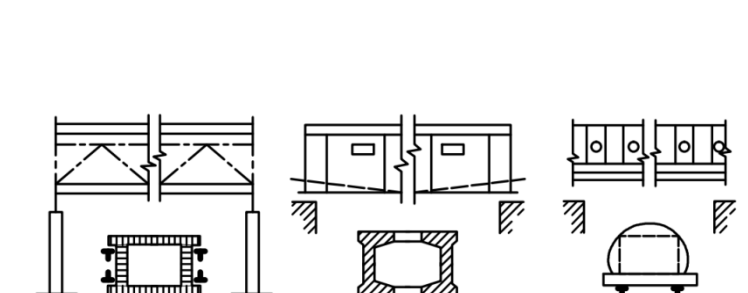
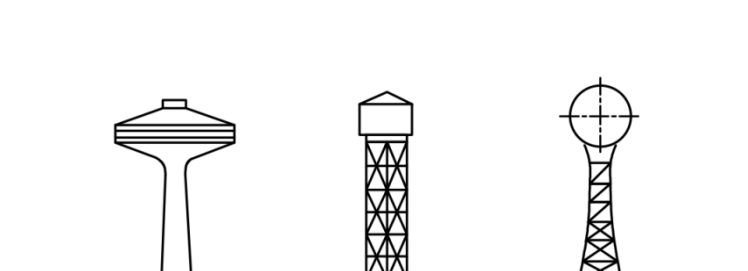
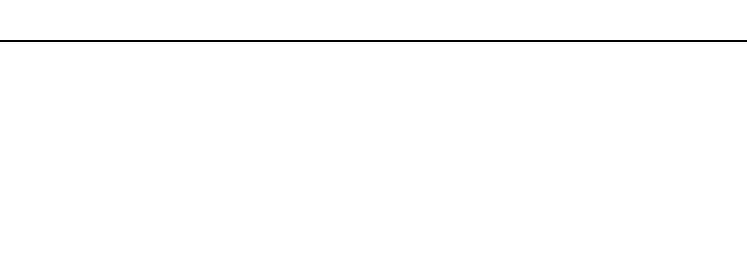
В некоторых случаях телебашни проектируют в виде железобетонного полого ствола, удерживаемого в вертикальном положении стальными канатами – растяжками.

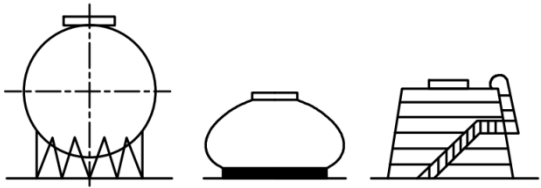
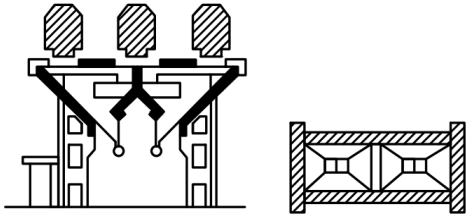
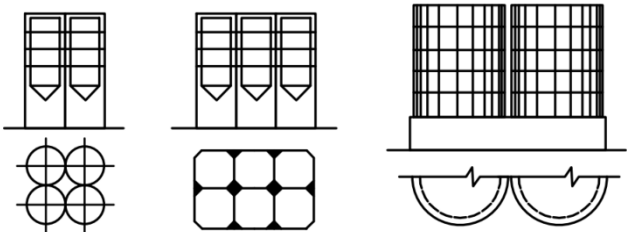
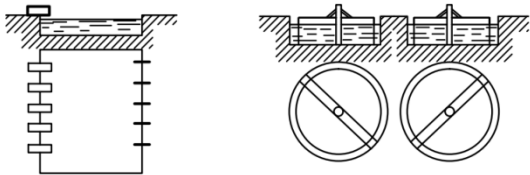
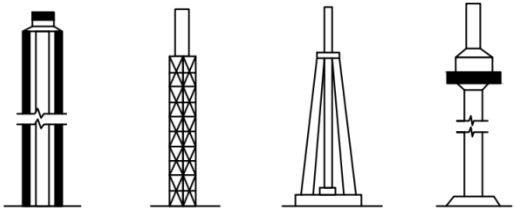
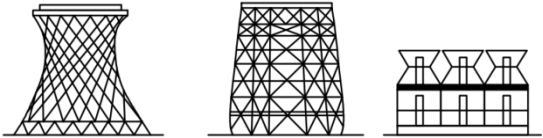
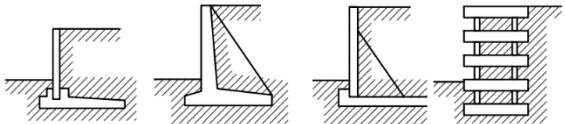
Ряд радиотелевизионных башен большой высоты как в нашей стране, так и за рубежом смонтированы из стального проката. Самой высокой металлической телевизионной башней в Европе является Киевская (рис. 5.43, а). Восьмигранный ствол этой башни высотой 392 м и диаметром в основной своей части 20 м устанавливается на четырех опорах. Наиболее нагруженные элементы башни выполнены из высокопрочных стальных труб, все соединения – сварные. Новым решением отличается радиотелевизионная стальная башня высотой 360 м, построенная в Алма-Ате. Ствол башни в основании имеет диаметр 18,5 м. и по высоте ступенчато уменьшается до 13 и 9 м, его конструкция решена в виде решетчатых призм из сварных двутавров. С целью уменьшения аэродинамического эффекта грани ствола облицованы панелями из профилированного алюминия. Оригинальностью отличается также конструктивное решение Ташкентской телебашни высотой 374 м, она имеет центральный решетчатый ствол из стальных труб, поддерживаемый тремя трубчатыми подкосами (рис. 5.43, б).

Таблица 5.10.

Инженерные сооружения

Инженерное сооружение	Схема
Опора под аппаратуру и емкости	
Этажерки	
Тоннели	
Каналы	
Опоры для ЛЭП, светильников молниеотводов	

<p>Отдельно стоящие опоры для трубопроводов</p>	
<p>Эстакады для трубопроводов</p>	
<p>Открытые крановые эстакады</p>	
<p>Разгрузочные эстакады</p>	
<p>Конвейерные галереи</p>	
<p>Водонапорные башни</p>	

Резервуары	
Бункера	
Силосы	
Очистные сооружения	
Дымовые и вентиляционные трубы	
Градирни	
Подпорные стенки	

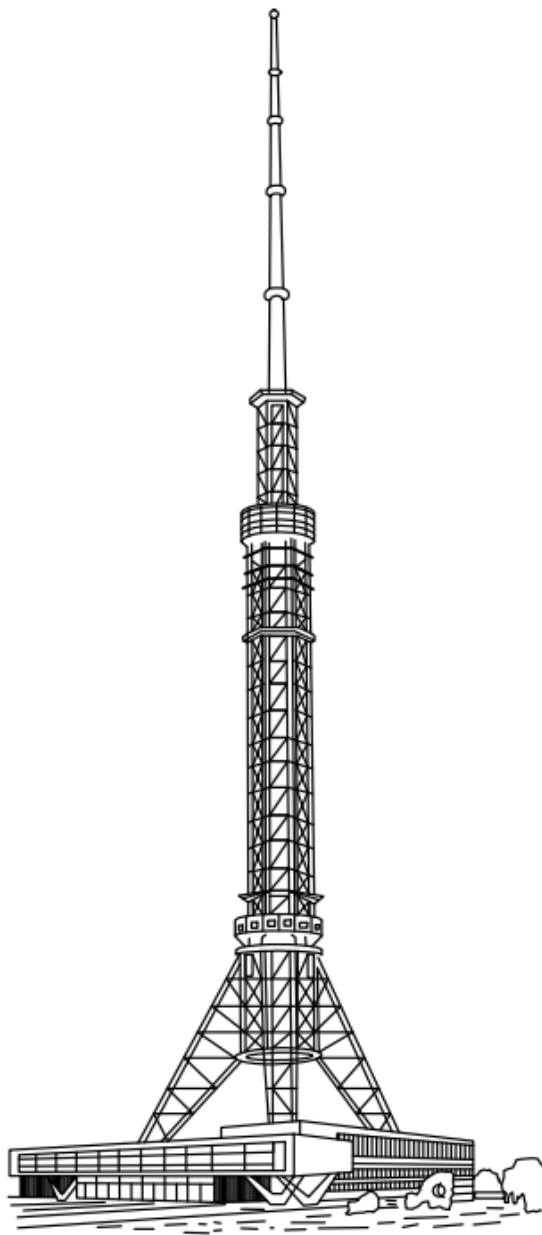
Интересным является так же решение Ереванской телебашни высотой 312 м. Нижняя ее часть до отметки 130 м представляет собой трехгранную решетчатую пирамиду, средняя – до отметки 173 м – шестигранную пирамиду из труб, верхняя – сплошную трубу переменного сечения. По оси башни по всей ее высоте расположен стальной цилиндрический ствол диаметром 4 м. Телевизионные башни в Алма-Ате, Ташкенте и Ереване запроектированы и построены с учетом условий высокой сейсмичности.



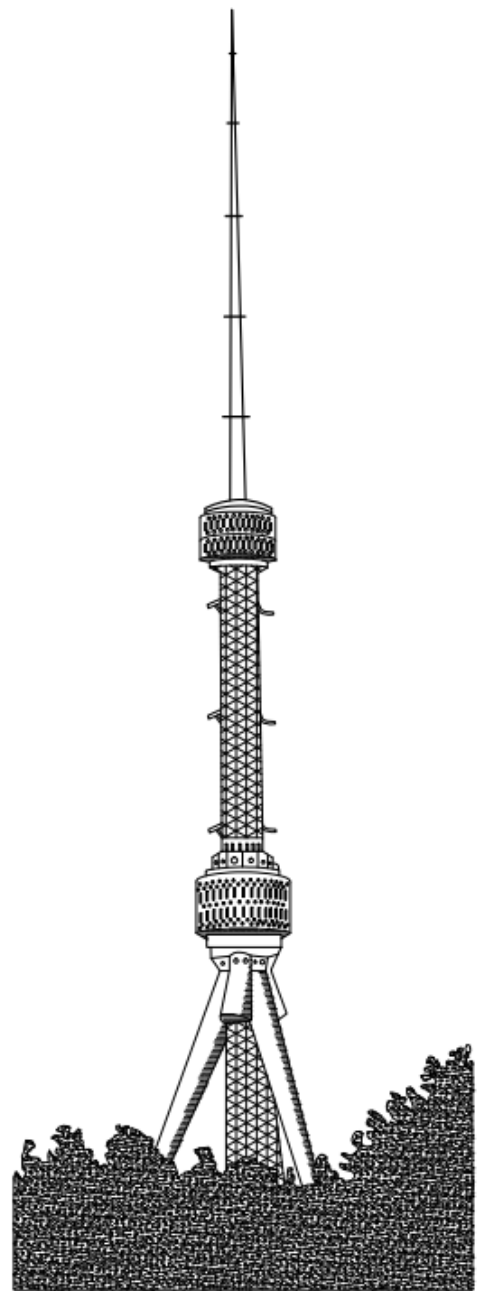
**Водонапорные башни** располагают на возвышенных участках рельефа местности, поэтому они обычно хорошо обзораются. Учитывая это, им следует придавать выразительный архитектурный облик. Примеры решений железобетонных водонапорных башен приведены на рис. 5.44 и 5.45. Бетонирование верхнего резервуара может быть осуществлено на нулевой отметке, а затем его по направляющему стволу или колоннам поднимают на проектную отметку. Показанное на рис. 5.45 комплексное решение железобетонной водонапорной башни имеет резервуар на башне вместимостью 3000 м<sup>3</sup> и в подземной части - на 5000 м<sup>3</sup>. Последний выполняет одновременно функции фундамента

**Рис. 5.42. Телевизионная башня из предварительно напряженного монолитного железобетона высотой 530 м в г. Москве**

а)



б)



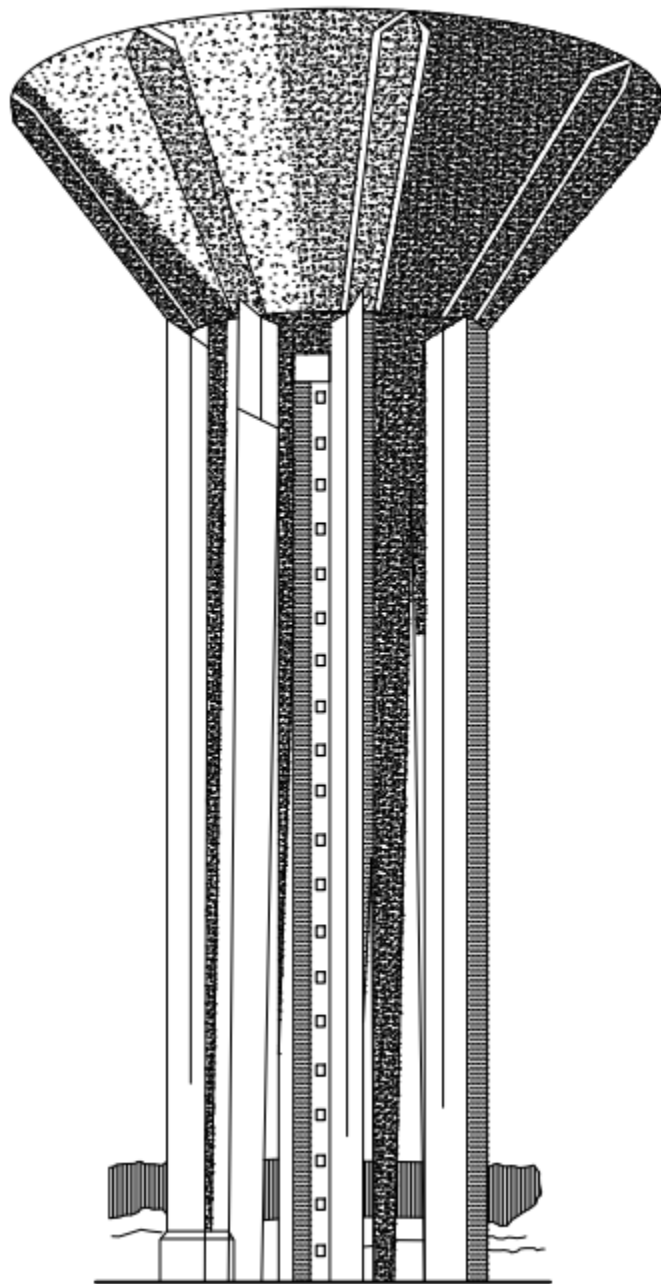
**Рис. 5.43. Телевизионные башни из стальных профилей:**

**а- в Киеве высотой 392 м; б – в Ташкенте высотой 375 м**

Стальные водонапорные башни могут быть полностью выполнены из листовых конструкций в виде цилиндрических оболочек ствола и расположенного на нем бака. При таком решении объем ствола может быть использован в качестве дополнительной емкости.

**Резервуар.** Для хранения жидкостей строят заглубленные или наземные резервуары. Заглубленные резервуары имеют, как правило, цилиндрическую

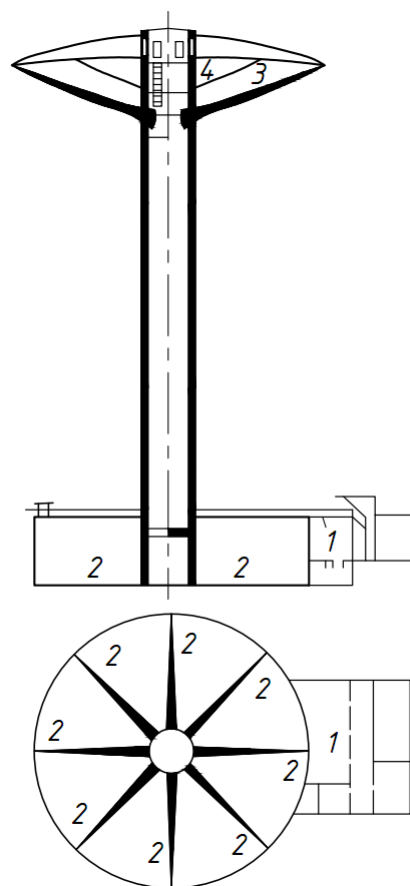
или прямоугольную форму, а наземные могут иметь также более сложную форму – сферическую, линзообразную, каплевидную и др.



**Рис. 5.44. Железобетонная водонапорная башня**

Железобетонные заглубленные резервуары выполняют преимущественно цилиндрическими с вертикальной или горизонтальной образующей. При низкой упругости паров хранимых нефтепродуктов крыша резервуаров является стационарной, а при высокой – плавающей. Шаровые и каплевидные резервуары применяют для хранения сжиженных газов, бензина и других продуктов с повышенной упругостью паров.





**Рис. 5.45. Комплексное решение железобетонной водонапорной башни с резервуарами на верхней отметке и в фундаменте: 1 – машинное отделение; 2 – подземный резервуар; 3,4 – резервуары на башне**

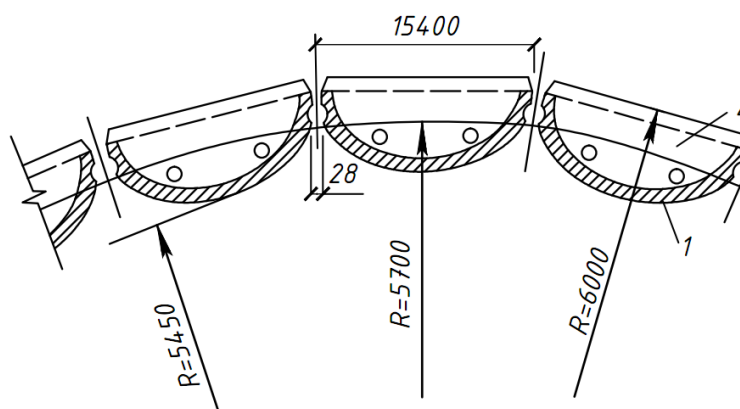
**Силосы.** Их используют для хранения сыпучих материалов, в частности, зерна, цемента, угля и др. Они могут быть решены в виде отдельных силосов или группы силосов, объединенных в силосный корпус. Последний отличается большой компактностью и высоким коэффициентом полезного объема (0,80...0,95). Загрузка силосов осуществляется через люки в надсилосном перекрытии с помощью транспортеров, шнеков или пневмотранспорта, располагаемых в надсилосных галереях, а разгрузка – через отверстия в днище. Силосные банки могут иметь круглую, квадратную, прямоугольную и многоугольную формы. Наиболее рациональна круглая форма силосов, так как они проще в изготовлении и находятся в более благоприятных условиях статической работы. По расходу материалов и стоимости изготовления оптимальный диаметр цилиндрических силосов равен 6м. Квадратное или прямоугольное сечение силосов целесообразно принимать при ширине стенок не более 3...4 м, так как при больших размерах изгибающие моменты в стенках существенно возрастают. Силосные банки опираются, как правило, на колонны подсилосного этажа, а последний – на фундаментную плиту.

Силосы целесообразно возводить из железобетона, стальные силосы применяют для хранения материалов, которые недопустимо хранить в железобетонных. Железобетонные силосы могут быть монолитными или сборными. Монолитные силосы целесообразно возводить с помощью передвижной опалубки, а сборные монтируются из элементов заводского изготовления. Для зерновых элеваторов с цилиндрическими силосами диаметром по 6 м рекомендованы следующие унифицированные размеры в плане – 36х24; 36х18 и 24х18 м. высота силосов – 30...42 м и более. Сборные цилиндрические силосы диаметром 6 м монтируются из гладких или ребристых криволинейных элементов. Каждое кольцо образуется из четырех элементов соединяемых друг с другом болтами. В практике строительства применяют также силосные корпуса с отдельно стоящими предварительно напряженными силосами диаметром 12 м каннелюрного типа (рис. 5.46), монтируемые из тонкостенных панелей оболочек 1. Последние по торцам имеют ребра-диафрагмы 4, в пазах которых располагается предварительно напряженная кольцевая канатная арматура.

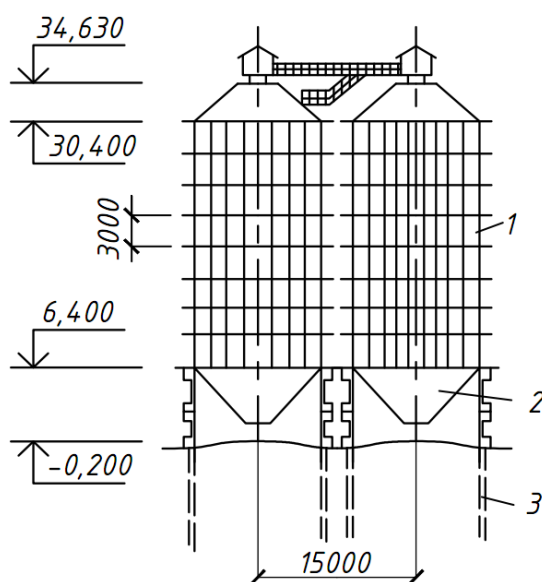
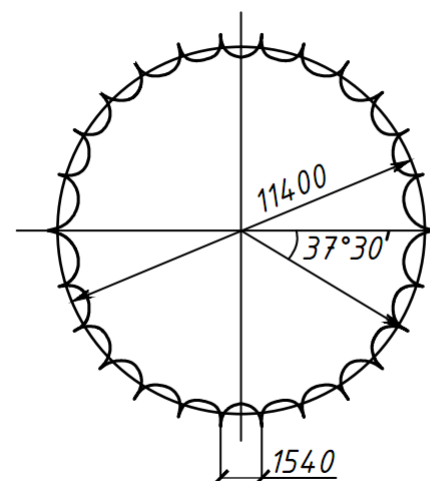
Вначале на монтажной площадке из 24 панелей-оболочек собирают царги, которые подвергают предварительному напряжению кольцевой арматурой. Затем производят монтаж царг.

Стальные силосы применяют сравнительно редко. Их конструктивные элементы изготавливают на заводах, а монтируют на стройплощадке. В зависимости от диаметра силосов толщину стальных листов стенок принимают равной 1...7 мм, их соединение между собой осуществляется сваркой встык или болтами внахлестку. Листовые конструкции силосов монтируют полистовой сборкой или методом рулонирования.

а)



б)



в)

**Рис. 5.46. Сборный железобетонный силос из панелей-оболочек:**

**а – разрез; б – план; в – деталь плана; 1 – панели-оболочки;**

**2 – воронка; 3 – сваи; 4 – ребра-диафрагмы**

## 5.12. Фундаменты

Фундаменты весьма ответственная часть зданий и сооружений, поэтому выбор их конструктивных решений является очень важным этапом

дипломного проекта. Тем более, что их стоимость составляет 4...6% общей стоимости здания, а в отдельных случаях может достигать 10...15 и даже 25% стоимости сооружения.

**В малоэтажном строительстве** при небольших нагрузках и определенных грунтовых условиях возможно применение бетонных или каменных фундаментов. Однако, как правило, применение железобетонных фундаментов вместо каменных или иных позволяет значительно уменьшить глубину их заложения. При этом на одной и той же площади подошвы фундамента, определяемой сопротивлением грунта, высота железобетонного фундамента может быть существенно уменьшена. При этом достигается снижение трудовых затрат на земляные работы и возведение фундаментов. Важное преимущество таких фундаментов – возможность повышения индустриальности работ, особенно при сборных железобетонных фундаментах.

Железобетонные фундаменты подразделяют на три вида: отдельно стоящие (отдельные); ленточные под рядами колонн или под стенами; сплошные, устраиваемые под всем сооружением. Отдельно стоящие и ленточные фундаменты могут быть сборными или монолитными.

При слабых и неоднородных грунтах нередко применяются свайные фундаменты, представляющие собой группу свай, по верху которых устраивается железобетонная плита – ростверк.

**Отдельно стоящие фундаменты.** Такие фундаменты при центральном загрузении обычно бывают в плане квадратной формы. При внецентренном загрузении или при стесненных условиях, препятствующих развитию подошвы фундамента в одну или другую сторону, фундаменты могут иметь прямоугольный план с отношением сторон не более чем 3:1.

Сборные фундаменты при небольших размерах изготовляют цельными – пирамидальными или ступенчатыми, а при больших – составными из отдельных блоков. В некоторых случаях при большом заглублении подошвы применяют фундаменты с подколонником; при таких фундаментах работы нулевого цикла могут быть полностью завершены до установки колонн. Монолитные фундаменты (бетонируемые на месте) имеют обычно ступенчатую форму.

Сборные колонны обычно жестко заделывают в фундамент, в котором с этой целью устраивают выемку (стакан) – см. рис. 5.9.

**Ленточные фундаменты.** Их устраивают под стенами и под рядами колонн при близком их расположении друг к другу или при слабых грунтах, когда расстояния между отдельными фундаментами становятся столь малыми, что их целесообразно соединить между собой. Они могут быть монолитными и сборными из сплошных ребристых или пустотелых блоков. Такие фундаменты состоят из отдельных параллельных или пересекающихся лент, образующих ленточный ростверк.

Ленточные фундаменты под колоннами работают как многопролетные балки, загруженные снизу реактивным давлением грунта. Поэтому кроме арматурной сетки, укладываемой по подошве фундамента, ребро ленточного фундамента армируют как балку плоскими каркасами. Ленточные фундаменты стен обычно делают сборными, подушки фундаментов имеют рабочую арматуру только в поперечном направлении.

**Сплошные фундаменты.** Их устраивают, например, при частом расположении колонн в двух направлениях (фундаментная плита силосного корпуса), при больших неравномерных нагрузках, слабых неоднородных грунтах и т.д. Такие фундаменты могут иметь прямоугольное, ребристое (тавровое) или коробчатое поперечное сечение. Под действием реактивного давления грунта на подошву фундамент работает как перевернутое перекрытие (безбалочное или ребристое).

Сплошные фундаменты армируют сварными сетками, устанавливаемыми у нижней и верхней поверхности плиты, и плоскими каркасами, располагаемыми в ребрах.

Ленточные и сплошные фундаменты рассчитывают с учетом жесткости фундаментов как балки и плиты, лежащие на упругом основании.

**Свайные фундаменты.** Они позволяют уменьшить объем земляных работ в 3...5 раз и расход бетона в 2...3 раза. При этом снижаются также трудозатраты и продолжительность строительства. Эффективность применения свайных фундаментов возрастает при производстве работ в зимнее время, при большой глубине промерзания грунтов и в других случаях. По способу устройства свайных фундаментов на строительной площадке они подразделяются на забивные, погружаемые в грунт в готовом виде, и набивные, изготавливаемые непосредственно в грунте. По условиям работы в грунте различают висячие сваи, передающие давление на грунт в основном через силы трения боковых поверхностей и частично через нижний торец, и сваи-стойки, опирающиеся концами на прочный слой грунта. По форме

поперечного сечения сваи могут быть квадратными, прямоугольными, треугольными, многоугольными, круглыми, кольцевыми, крестовыми, тавровыми, двутавровыми. Армирование свай осуществляется ненапрягаемыми стержнями, а при большой длине – предварительно напряженной высокопрочной сталью. В зарубежной практике применяют цельные предварительно напряженные сваи длиной в десятки метров

Сваи поверху с помощью железобетонного растверка объединяются в единую конструкцию, что создает условия для равномерного распределения нагрузки от здания или сооружения на сваи.

### **5.13. Реконструкция зданий и сооружений**

Модернизация технологических процессов, установка нового оборудования, расширение производства, обновление физически устаревших или вышедших из строя строительных конструкций вследствие аварийных или сейсмических воздействий, изменения гидрогеологических условий грунтов и в других случаях требуют реконструкции зданий (сооружений), а также принятия мер для придания строительным конструкциям свойств, удовлетворяющих требованиям в новых условиях эксплуатации.

Реконструкция зданий и сооружений в зависимости от поставленных задач требует обычно увеличения количества пролетов, этажности, величины пролета, высоты колонн, повышения несущей способности и жесткости перекрытий, колонн, фундаментов и других строительных конструкций.

Важным условием при разработке проекта реконструкции и усиления конструкций является сохранение возможности эксплуатации объекта или его части в период производства строительных работ.

При реконструкции зданий и сооружений расчет и конструирование железобетонных конструкций производятся в соответствии с указаниями разд. 9 СНиП 52-01-2003. В нем отмечается, что проверочные расчеты существующих конструкций следует производить с учетом изменений действующих нагрузок, объемно-планировочных решений, условий эксплуатации, наличия дефектов и повреждений, обнаруженных при натурных обследованиях. Целью проверочных расчетов является установление соответствия действительной несущей способности, трещиностойкости и деформативности конструкций предъявляемым требованиям в изменившихся условиях их эксплуатации. Если проверочные расчеты покажут, что для обеспечения условий нормальной эксплуатации конструкций необходимо их

усиление, то следует разработать проект усиления и экономическими расчетами подтвердить его целесообразность. Если окажется, что усиление обходится дороже возведения новых, что случается нередко, то от усиления конструкций следует отказаться в пользу разборки старых конструкций и замены их новыми.

Наибольшее распространение получили способы усиления конструкций путем изменения статической схемы работы конструкций, наращиванием сечения или их частичной замены.

Усиление конструкций, особенно железобетонных, требует больших материальных и трудовых затрат, поэтому необходимы тщательные проектные разработки и экономическое обоснование принятых решений.

## **6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОМ**

### **6.1. Основные положения расчета строительных конструкций**

Для обеспечения требуемой несущей способности, жесткости трещиностойкости строительные конструкции рассчитываются по методу предельных состояний.

*Предельными* называются такие состояния, при превышении которых конструкция перестает удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям.

Предельные состояния подразделяют на две группы: первая – по полной непригодности к эксплуатации вследствие потери несущей способности, вторая — по непригодности к нормальной эксплуатации, вследствие образования или чрезмерного раскрытия трещин, появления недопустимых деформаций и др.

Расчет по первой группе предельных состояний должен предотвратить разрушение конструкции (расчет на прочность), потери устойчивости формы конструкции (расчет на продольный изгиб, устойчивость тонкостенных конструкций и т.п.) или ее положения (расчет на опрокидывание или скольжение подпорных стен, на всплытие подземных или подводных сооружений и др.), усталостное разрушение (расчет на выносливость конструкций при воздействии многократно повторяющейся нагрузки), разрушение при совместном воздействии силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды (попеременное замораживание—оттаивание, увлажнение-высушивание, действие агрессивной среды).

Расчет по второй группе предельных состояний должен исключить чрезмерные деформации (прогибы, углы поворота) и колебания конструкций, образование трещин, недопустимую ширину их раскрытия, а также невозможность закрытия трещин (при необходимости выполнения этого условия).

Метод расчета по предельным состояниям состоит в недопущении превышения предельных состояний при эксплуатации в течении всего срока службы конструкций, а также в стадии их изготовления, транспортирования и монтажа или возведения.

При расчете по методу предельных состояний надежность конструкции обеспечивается путем учета возможных отклонений в неблагоприятную сторону действительных нагрузок или воздействий, а также характеристик материалов от среднестатистических значений. Учет указанных возможных отклонений, а также действительных условий эксплуатации конструкций



производят на основе вероятностно-статистических методов, обеспечивающих требуемую надежность конструкции в зависимости от степени опасности того или иного предельного состояния.

Расчетная несущая способность определяется в зависимости от системы коэффициентов надежности по нагрузке, учитывающих изменчивость нагрузок или воздействий; вариационных коэффициентов, учитывающих изменчивость прочности материалов; коэффициентов надежности; коэффициентов условий работы материалов и конструкции в целом и др. С помощью соответствующих коэффициентов по среднестатистическим значениям нагрузок или характеристик материалов определяются их расчетные (или нормативные) величины, вводимые в расчет.

Введением системы указанных коэффициентов обеспечивается высокий уровень надежности (0,997) при расчете конструкций по несущей способности.

При расчете конструкций по второй группе предельных состояний, учитывая, что их наступление, как правило, не ведет к столь опасным последствиям, как при исчерпании несущей способности, уровень обеспеченности принят более низким (0,95). Это находит свое выражение в том, что, за исключением расчета по образованию трещин, во всех остальных случаях нагрузки вводятся без коэффициентов надежности по нагрузке.

Кроме того, механические характеристики материалов принимаются повышенными — равными нормативным сопротивлениям, поскольку в расчетах по второй группе предельных состояний коэффициенты надежности приняты равными единице. Не учитываются, как правило, и коэффициенты условий работы.

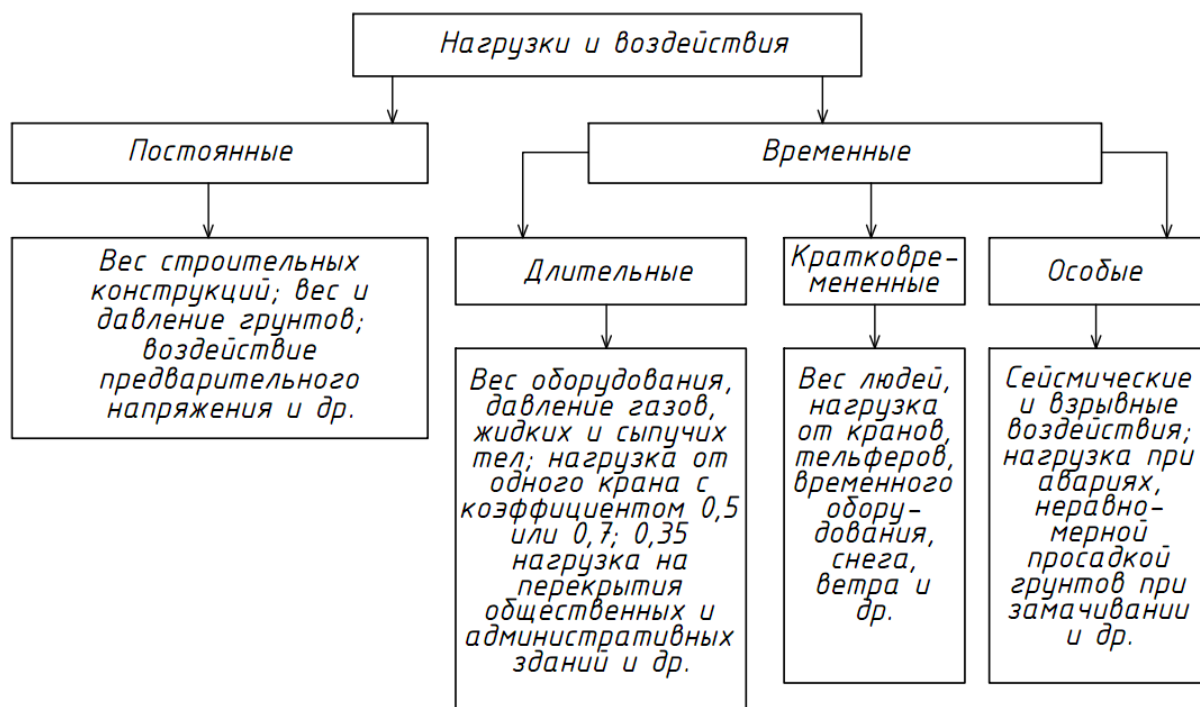
## **6.2. Нагрузки и воздействия**

Действующие на здания и сооружения нагрузки и воздействия принимаются по СП 20.13330.2011 [26]. Они подразделяются на постоянные и временные (рис. 6.1). В свою очередь временные нагрузки, которые в отдельные периоды строительства и эксплуатации сооружений могут отсутствовать, в зависимости от продолжительности их действия подразделяются на длительные, кратковременные и особые.

К постоянным нагрузкам относятся вес несущих и ограждающих строительных конструкций, горное давление, вес и давление грунтов, воздействие предварительного напряжения.

К временным длительным нагрузкам относятся: вес стационарного оборудования (станков, емкостей, транспортеров и др.); вес жидкостей и твердых тел, заполняющих оборудование в процессе его эксплуатации;

давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах;  
нагрузка на перекрытия в складских помещениях, холодильниках,



**Рис. 6.1. Нагрузки и воздействия**

зернохранилищах, архивах, библиотеках, а также в помещениях жилых и общественных зданий, где преобладает вес оборудования и материалов; температурные, технологические и климатические воздействия; воздействия усадки, ползучести бетона, а также неравномерных деформаций грунтов оснований; нагрузка от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с пониженными нормативными значениями, приведенными в табл. 8.3 и п.8.2.3 [26] пониженные значения крановых нагрузок согласно п.9.20 [26], пониженное значение снеговой нагрузки, умноженный на коэффициент 0,3...0,6 в зависимости от географического района строительства.

К кратковременным нагрузкам относятся вес людей, нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (кранов, тельферов т.п.), нагрузки на перекрытия жилых и общественных зданий, снеговые и ветровые нагрузки и др. согласно п.5.5 [26].

К особым нагрузкам относятся сейсмические и взрывные воздействия, нагрузки, вызываемые аварийными нарушениями технологического процесса, неравномерными деформациями просадочных грунтов при их замачивании и др. согласно п.5.6 [26].

Нормативные значения равномерно-распределенных нагрузок приведены в табл. 8.3 СП2.13330.2011. В табл. 6.1 даны выборочные значения

нормативных равномерно распределенных нагрузок на перекрытия и лестницы зданий и помещений различного назначения, которые колеблются в широких пределах – от 1,5 до 5 кН/м<sup>2</sup>.

Таблица 6.1.

**Нормативные равномерно распределенные нагрузки на перекрытия и лестницы зданий**

Назначение зданий или помещений	Нормативные значения нагрузок, кН/м <sup>2</sup>
Квартиры, палаты больниц и санаториев, спальные помещения школ-интернатов	1,5
Служебные помещения организаций и учреждений, классные помещения школ, бытовые помещения предприятий и общественных зданий и сооружений	2,0
Обеденные залы кафе, столовых, ресторанов	3,0
Залы зрительные, концертные, спортивные	4,0
Сельскохозяйственные помещения:	
– для мелкого скота	2,0
– для крупного	Не менее 5,0
книгохранилища, архивы	Не менее 5,0

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия  $S$  принимаются в соответствии с п.10.1 [26].

Схемы распределения снеговой нагрузки и значения коэффициента  $\mu$  в соответствии с приложением Г [26].

Ветровая нагрузка на здания и сооружения передается в виде нормального давления  $W_e$ , приложенного к их внешней поверхности, сил трения  $W_f$ , направленных по касательной к внешней поверхности, и нормального давления  $W_i$ , приложенного к внутренним поверхностям зданий с проницаемыми ограждениями или открываемыми проемами. Ветровую нагрузку следует определять как сумму средней и пульсационной составляющих. Последнюю можно не учитывать при расчете многоэтажных зданий высотой до 40 м и одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5.

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки в зависимости от эквивалентной высоты  $Z_c$  над поверхностью земли определяется по формуле:

$$W_m = W_0 k(Z_c) c \quad (6.1)$$

где  $W_0$  — нормативное значение ветрового давления, принимается по табл. 11.1 [];  $k(Z_c)$  — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте  $Z_c$  для открытых местностей при увеличении 2 с 10 до 300 м коэффициент  $k$  возрастает с 1 до 2,75;  $c$  — аэродинамический коэффициент знак и значения которого зависят от профиля здания или сооружения, формы в плане, соотношения размеров и т.п. приводятся в приложении С П 2.13330.2011 [26].

Расчетные значения нагрузки определяются умножением нормативных значений нагрузок на коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$ , учитывающие возможное отклонение нагрузок в неблагоприятную сторону. Значения этих коэффициентов зависят от характера нагрузок — с увеличением степени их изменчивости значения возрастают. Так, для веса строительных конструкций из металла принимается равным 1,05, из бетона плотностью более 1600 кг/м, железобетона, камня и дерева — 1,1, для ветровой нагрузки — 1,4, а для снеговой нагрузки 1,4...1,6. При расчете конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, скольжения или всплытия неблагоприятным является возможность уменьшения веса, поэтому в этих случаях к весу конструкций и грунтов вводится коэффициент  $\gamma_f = 0,9$ . Расчет конструкций по второй группе предельных состояний, за некоторым исключением (например, при расчете железобетонных элементов по образованию трещин), производится при коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1$ .

При проектировании конструкций необходимо учитывать также *коэффициент надежности по ответственности*  $\gamma_n$ , значение которого устанавливается в зависимости от класса ответственности здания или сооружения. На этот коэффициент следует умножать значения нагрузок или делить значения несущей способности, допустимые значения прогибов и ширины раскрытия трещин. Для зданий и сооружений класса КС–3 повышенного уровня ответственности (имеющих большое народнохозяйственное значение, например, главные корпуса ТЭС, АЭС, телевизионные башни, крытые стадионы и рынки, здания театров, музеев, учебных заведений и др.) —  $\gamma_n = 1,1$ . К классу КС–2 относятся здания и сооружения промышленности сельскохозяйственного и гражданского строительства, не входящие в КС–3 и КС–1 классы. В этих случаях  $\gamma_n = 1,0$ .

Для класса зданий и сооружений КС–1 (одноэтажные жилые дома, склады, временные постройки и т.п.)  $\gamma_n = 0,8$ .

Здания и сооружения обычно подвергаются одновременному воздействию различных нагрузок, поэтому при их расчете следует учитывать наиболее неблагоприятные сочетания этих нагрузок или вызываемых ими усилий. Эти сочетания устанавливаются, исходя из реально возможных вариантов одновременного действия различных нагрузок. При этом, считается маловероятным, чтобы все учитываемые в расчете кратковременные нагрузки одновременно достигали расчетных значений.

В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:

а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных

$$C_m = P_d + (\psi_{l1}P_{l1} + \psi_{l2}P_{l2} + \psi_{l3}P_{l3} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots) \quad (6.2)$$

б) особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок

$$C_s = C_m + P_s \quad (6.3)$$

где  $C_m$  - нагрузка для основного сочетания;

$C_s$  - нагрузка для особого сочетания;

$P_s$  – величина особой нагрузки;

$\psi_{li}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) - коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

$\psi_{ti}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) - коэффициенты сочетаний для кратковременных нагрузок.

Значение коэффициентов  $\psi_{li}$ ,  $\psi_{ti}$  определяется в соответствии с пп.6.3,6.4 норм [26].

Для особых сочетаний коэффициенты сочетаний для всех кратковременных нагрузок принимаются равными 0,8, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований.

В особых сочетаниях нагрузок, включающих взрывные воздействия, нагрузки, вызываемые пожаром, столкновением транспортных средств с частями сооружений, кратковременные нагрузки допускается не учитывать.

Следует отметить, что при расчете конструкций по неупругой схеме с учетом перераспределения внутренних усилий на коэффициенты надежности

по нагрузке  $\gamma_f$  и по назначению  $\gamma_n$ , а также на коэффициенты сочетаний  $\phi$  необходимо умножать не внешние нагрузки, а внутренние усилия, которые в этих случаях находятся в нелинейной зависимости от нагрузок.

При подсчете нагрузок, который выполняют, как правило, в табличной форме (табл. 6.2), определяют как их нормативные значения, так и расчетные. Временные и полные нагрузки должны быть подразделены на длительно действующие и кратковременные.

Таблица 6.2.

**Определение нагрузок**

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка
Постоянная: $q^1$ $q^n$			
Временная длительная: $p^1$ $p^n$			
Кратковременная: $S^1$ $S^n$			

Полная нагрузка:  $\sum_{i=t}^n q_i + \sum_{i=t}^n p_i + \sum_{i=t}^n S_i$

Длительная действующая (постоянная и временная):  $\sum_{i=t}^n q_i + \sum_{i=t}^n p_i$

Кратковременная:  $\sum_{i=t}^n S_i$

В табл. 6.3 приводятся справочные данные по нормативным нагрузкам от собственного веса наиболее часто встречающихся строительных материалов и конструкций.

Таблица 6.3.

**Нормативная нагрузка от собственного веса строительных конструкций и материалов**

Строительные конструкции и материалы	Толщина, мм	Нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Покрытия		
Защитный слой из гравия по мастике	15-20	0,3-0,4

Кровля из рулонных материалов(3-4 слоя)	—	0,15–0,2
Асфальтовая или цементная стяжка	20	0,35
Утеплитель:		
пенобетон( $\rho=500\text{кг/м}^3$ )	80–160	0,4–0,8
пенопласт( $\rho=50,0\text{кг/м}^3$ )	60–120	0,03–0,06
Пароизоляция обмазочная или из одного слоя рубероида	—	0,05
Профилированный стальной настил	0,8–1	0,13–0,16
Волнистые листы:		
асбестоцементные	—	0,2
стальные	1–1,75	0,12–0,21
Плоский стальной настил	3–4	0,24–0,32
Полы		
Бетонный	20...30	0,48–0,72
То же, при наличии бетонной стяжки	50...65	1,20–1,56
Асфальтобетонный	25...50	0,52–1,05
То же, при наличии бетонной стяжки	55...65	1,25–1,90
Дощатый по деревянным лагам из брусков	110	0,35
То же, со звукоизоляционным слоем из шлака		0,80
То же, из песка		1,20

Значения собственного веса типовых железобетонных конструкций плит, стропильных балок, стропильных и подстропильных ферм, колонн одноэтажных промышленных зданий приводятся в табл. 5.1 ...5.4, а колонн, ригелей и плит многоэтажных зданий и табл. 5.5...5.7.

Вес железобетонных подкрановых балок пролетом 6 м составляет: при грузоподъемности кранов до 10 т ( $h=800$  мм) — 36 кН, до 30 т ( $h=1000$  мм) — 42 кН. При пролете железобетонных подкрановых балок 12 м их вес равен: для кранов грузоподъемностью до 10 т ( $h=1200$  мм) – 79 кН, до 20 т ( $h=1200$  мм) — 96 кН, до 30 т ( $h=1400$  мм) — 115 кН/

Вес металлических конструкций из расчета на 1 м пола (кН) ориентировочно равен: каркаса фонаря (включая остекление)—0,15...0,2; связей покрытия—0,04...0,06; стропильных ферм пролетом 24...36 м — 0,1...0,4; подстропильных ферм— 0,05...0,1; колонн высотой около 20 м — 0,3...0,7. Вес стальных подкрановых балок на 1 м длины балки (кН): при пролете балки  $V_0=6$  м и грузоподъемности крана  $Q=30...80$  т — 4,0...5,0; при  $V_0=12$  м и  $Q...80$  т — 4,0...5,0; при  $V_0=12$  м и  $Q=100...200$  т — 5,5...6,5 т.

Ориентировочно вес клееных несущих деревянных конструкций (кН) при расчетной нагрузке 4,5...9кН/м: балки прямоугольного сечения постоянной высоты при пролете 6 м — 1,15...1,60; то же, при пролете 9 м — 2,35...3,50; то же, при пролете 12 м — 4,6...6,8; балки двускатные прямоугольного сечения при пролете 9 м— 125...3,38; то же, при пролете 12м — 4,25...7,60; фермы треугольного очертания со стальным нижним поясом при пролете 12м — 3,2...4,35; То же, при пролете 18 м — 4,5...9; рамы гнутоклееные прямоугольного сечения при высоте стоек 3,6 м и пролете 18 м — 1,2...1,64; то же, при пролете 24 м — 2,14...3,44.

**Нагрузки от мостовых кранов** зависят от их грузоподъемности, пролета, собственного веса и других параметров. В стандартах на краны приводятся габариты крана, расстояние между колесами крана, вес тележки крана, максимальное и минимальное вертикальное давление на колесо крана, поперечная тормозная сила на колесо крана и другие данные.

Таблица 6.4.

**К определению группы режимов работы кранов**

Класс использования	Класс нагружения				
	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4
C0	—	—	1 К	1 К	2 К
C2	1 К	1 К	2 К	3 К	4 К
C4	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К
C6	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К
C8	6 К	7 К	8 К	8 К	—
C9	7 К	8 К	8 К	—	—

Таблица 6.5.

**Группы режимов работы кранов (согласно...)**



Краны	Группы режимов работы	Условия использования
Ручные всех видов	1К – 3К	Любые
С приводными подвесными талями, в том числе с навесными захватами		Ремонтные и перегрузочные работы ограниченной интенсивности
С лебедочными грузовыми тележками, в том числе с навесными захватами		Машинные залы электростанций, монтажные работы, перегрузочные работы ограниченной интенсивности
С лебедочными грузовыми, в том числе с навесными захватами	4К – 6К	Перегрузочные работы средней интенсивности, технологические работы в механических цехах, склады готовых изделий предприятий строительных материалов, склады металлообработки
С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные		
Закалочные, ковочные, штыревые, литейные	7К	Смешанные склады, и склады полуфабрикатов, работа с разнообразными грузами
С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные		Цехи металлургических предприятий
С лебедочными грузовыми, в том числе с навесными захватами		
Траверсные, мультгрейферные, мультдозавалочные, для раздавливания слитков, копровые, ваграночные, колодцевые	8К	Склады насыпных грузов и металлолома с однородными грузами(при работе в одну или две смены)
Магнитные		Технологические краны при круглосуточной работе
С грейферами двухканатного типа, магнитно-грейферные		Цехи металлургических предприятий
		Цехи и склады металлургических предприятий, крупные металлобазы с однородными грузами

		Склады насыпных грузов и металлолома с однородными грузами( при круглосуточный работе)
--	--	--

Таблица 6.6.

Данные о мостовых кранах (по ТУ 24.09.404–83)

Грузоподъемность, Q, т	Режим работы	Пролет крана по ГОСТ 534–78, м	Габаритные и основные размеры, мм		Нагрузка на колесо крана, кН		Конструктивная масса, т, не более	
			A <sub>к</sub>	B	max	min	тележки	крана
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2К	16,5	4400	5600	134	32		17,6
		22,5	4400	5600	146	41,5	3,6	21,5
		28,5	5000	6200	164	58		28,4
		34,5	5600	6800	198	86,3	3,8	41,3
16	5К	16,5	4400	5600	136	35		18,2
		22,5	4400	5600	148	42,5	4,1	22,1
		28,5	5000	6200	167	58		29,0
		34,5	5600	6800	202	90,5	4,2	42,5
16	6К	16,5	4400	5600	143	37		20,2
		22,5	4400	5600	156	46	5,0	24,4
		28,5	5000	6200	174	61		31,0
		34,5	5600	6800	212	93	5,3	45,0

Нагрузки от кранов определяют в зависимости от групп режимом их работы, вида привода и способа подвеса груза. Группы режимом работы кранов устанавливаются по табл. 6.4 в зависимости от класса использования и класса нагружения в соответствии с ГОСТ 25546-82 [48]. Класс использования зависит от общего количества циклов работы крана за срок его службы. Так, при классе использования С0 число циклов составляет до  $1,6 \cdot 10^4$ , при С2 — от  $3,2 \cdot 10^4$  до  $6,3 \cdot 10^4$ , при С4 — от  $1,25 \cdot 10^5$  до  $2,5 \cdot 10^5$  и

так далее до С9 — свыше  $4 \cdot 10^6$  циклов. Класс нагружения устанавливается в зависимости от коэффициента нагружения, определяемого по формуле

$$K_p = \sum [(Q_i / Q_{\text{ном}})^3 C_i] C_T \quad (6.4)$$

Где  $Q_i$  — масса груза, перемещаемого краном с числом циклов  $C_i$ ;  $Q_{\text{ном}}$  — номинальная грузоподъемность крана;  $C_T$  — число циклов работы крана за срок его службы,  $C_T = \sum C_i$ .

При  $k_p \leq 0,063$  класс нагружения составляет Q0, при  $0,063 < k_p \leq 0,125$  — Q1, при  $0,125 < k_p \leq 0,25$  — Q2, при  $0,25 < k_p \leq 0,5$  — Q3, при  $0,5 < k_p \leq 1$  — Q 4.

Если исходные данные для определения класса нагружения и коэффициента использования отсутствуют, группу режима допускается устанавливать по приложению к ГОСТ 25546-82. В табл. 6.5 приводится перечень мостовых и подвесных кранов разных групп режимов работы.

Таблица 6.7.

## Данные о мостовых кранах (по ТУ 24.09.404.–83)

Грузоподъемность Q, т		Режи м работ ы	Пролет крана по ГОСТ 543- 78*, м	Габаритные и основные размеры, мм					Размеры определяющие положение крюка, мм				Нагрузка на колесо крана, кН		Конструктивна я масса, т, не более	
головног о крана	вспомога- тельного крана			A1	B	B1	H	H1	<i>l</i>	<i>l</i> 1	<i>l</i> 2	<i>l</i> 3	max	min	тележ - ки	крана
20	5	2К	16,5	4400	5600	260	2400	935	1120	2000	1880	1250	155	44	5,5	19,8
			22,5	4400	5600								170	49		23,8
			28,5	5000	6200								191	66		31,4
			34,5	5600	6800								230	100	5,8	46,0
			34,5													
20	5	5К	16,5	4400	5600	260	2400	935	1120	2000	1880	1250	156	44,5	5,9	20,1
			22,5	4400	5600								171	50,5		24,3
			28,5	5000	6200								193	60		31,8
			34,5	5600	6800								231	90	6,2	46,0
			34,5													
		6К	16,5	4400	5600	260	2400	935	1120	2000	1880	1250	164	48	6,7	22,4
			22,5	4400	5600								179	55		26,8

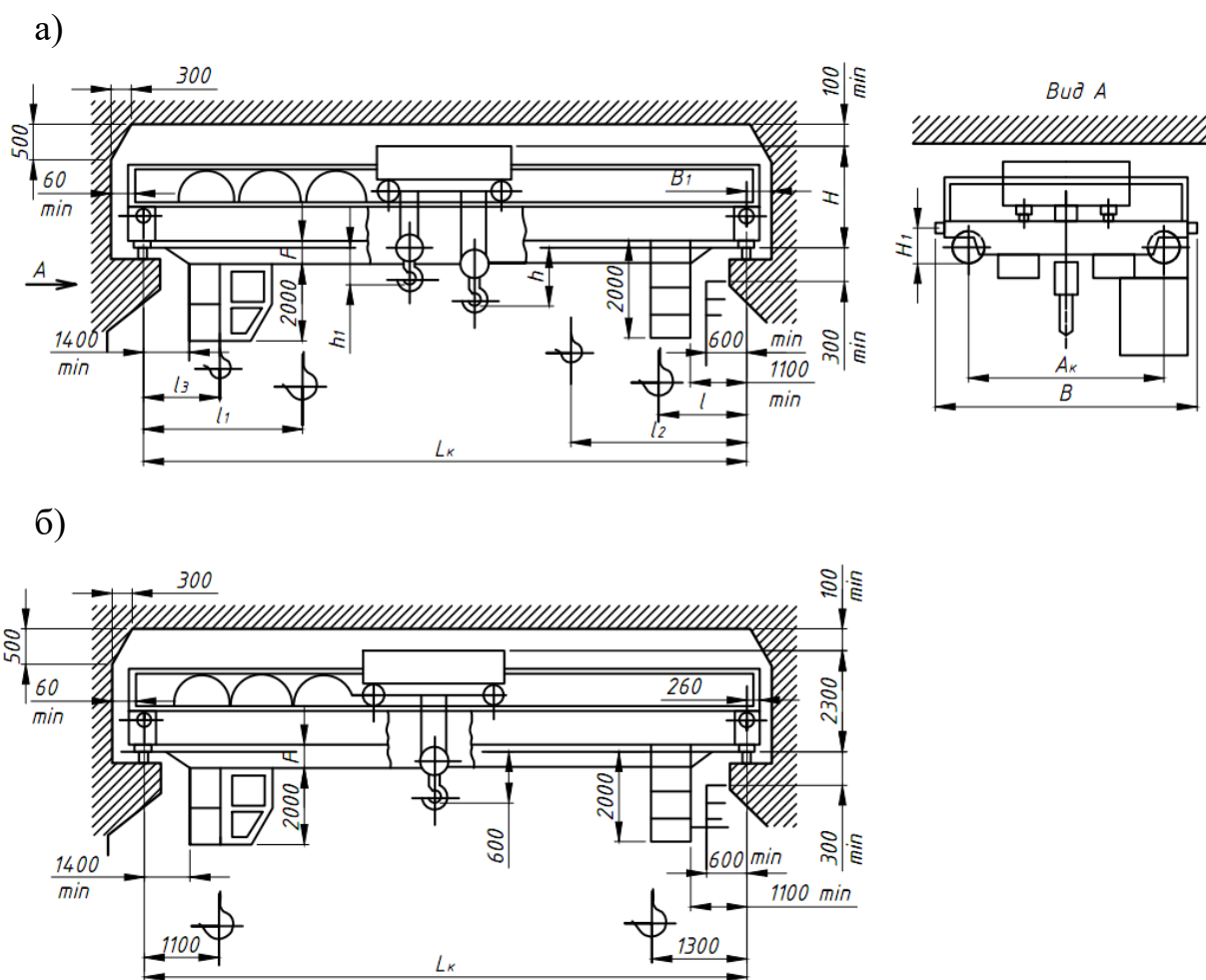
			28,5	5000	6200								200	70,5	7,0	34,1
			34,5	5600	6800								240	105		49,0
			34,5													

Продолжение табл. 6.7.

32	5	2K	16,5	5100	6300	300	2750	109 0	1600	1910	2560	950	233	63	8,2	27,2
			22,5										252	70,5		32,5
			28,5										278	88,5		41,3
			34,5										320	127		57,4
			34,5													
32	5	5K	16,5	5100	6300	300	2750	109 0	1600	1910	2560	950	236	65,5	8,9	28,3
			22,5										257	69,5		33,3
			28,5										282	86		41,6
			34,5										324	124		57,6
			34,5													
		6K	16,5	5600	6800								244	70	9,7	30,8
			22,5										255	90		36,3
			28,5										289	93,5		44,5
			34,5										331	132		60,6

			34,5													
--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: 1- в массу крана включена масса тележки, 2 – буквенные обозначения размеров даны на рис. 6. 2, а



**Рис. 6.2. Габариты мостовых кранов грузоподъемностью:**  
а) 20 и 32 т; б) 16 т

### 6.3. Статический расчет строительных конструкций

Для установления размеров поперечных сечений элементов строительных конструкций необходимо, прежде всего, определить передающиеся на них усилия. С этой целью выполняют статические расчеты конструкций. Для этого натурную конструкцию представляют в виде расчетной схемы, в максимальной степени учитывающую условия работы натуральных конструкций. Этот весьма важный момент во многом предопределяет степень сходимости вычисленных и действительных значений.

Расчет строительных конструкций и их элементов должен производиться как на нагрузки, действующие при эксплуатации зданий (сооружений), так и на нагрузки, действующие в процессе изготовления, транспортирования и монтажа с учетом всех воздействий, которым могут подвергаться конструкции на различных стадиях работы (собственный вес, усилия предварительного напряжения, температурные воздействия при пропаривании или электропрогреве, динамические воздействия при транспортировании и др.). При

этом расчетные схемы на различных стадиях монтажа могут существенно различаться. Так, в процессе создания жестких соединений элементов между собой статическая неопределимость системы будет изменяться, что повлечет также изменение распределения внутренних усилий.

Усилия в элементах металлических, деревянных, пластмассовых, бетонных, каменных, а во многих случаях и железобетонных конструкций определяются по правилам строительной механики в предположении упругой работы материалов. В необходимых случаях следует учитывать податливость узловых соединений, нелинейность работы материалов, а также влияние перемещений на усилия (расчет по деформированной схеме).

Расчет железобетонных конструкций в определенных случаях производится с учетом перераспределения усилий и по предельному равновесию (когда схема излома конструкции предсказуема).

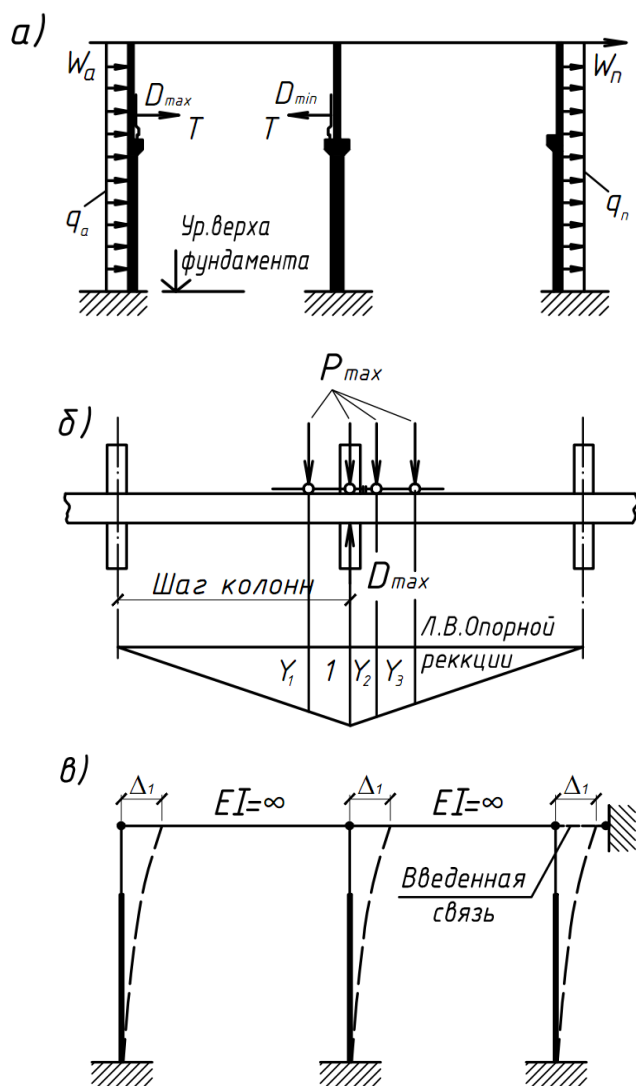


Рис. 6.3. Расчетная схема одноэтажного каркасного здания: а – поперечная рама; б – элемент продольного разреза; в – основная система метода перемещений



Расчетная схема одноэтажного каркасного промышленного здания в поперечном направлении, как правило, представляет собой раму с шарнирным соединением ригелей с колоннами (рис. 6.3). Заделка колонн в фундаменты стаканного типа считается жесткой, Ригель рамы, имеющей очень большую жесткость ( $EY=\infty$ ), считается абсолютно жестким.

На раму передаются следующие нагрузки: постоянная – масса покрытия, колонн, подкрановых балок и путей и т.п.; временная — снеговая, ветровая и крановая. В особых случаях (при землетрясениях) могут действовать также сейсмические силы и др. Все вертикальные нагрузки вводят в расчет с их фактическими эксцентриситетами относительно центров тяжести сечений колонн. Ветровую распределенную нагрузку, действующую на конструкции, расположенные выше уровня верха стоек, при расчете рамы заменяют равнодействующими  $W_a$  (положительное, активное давление)  $W_n$  (отрицательное, пассивное давление). В пределах высоты стойки ветровая нагрузка, передаваемая на колонну от стен, прикладывается в виде распределенной нагрузки — положительной  $q_a$  и отрицательной  $q_n$ .

Вертикальные нагрузки от крана, складывающиеся из массы моста крана, массы тележки и массы груза, передаются на подкрановую балку через колеса крана. Наибольшее давление на одно колесо крана  $P_{max}$  возникает при наиболее близком к колонне положении тележки с грузом; при этом на противоположной стороне крана давление на колесо равно минимальному значению  $P_{min}$ .

При расчете рамы исходят из предположения, что в здании одновременно находятся два мостовых крана. Максимальную вертикальную нагрузку на стойку определяют от двух кранов, расположенных по отношению к раме невыгоднейшим образом (рис. 6.3, б).

Построив линии влияния опорных реакций однопролетных подкрановых балок, вычисляют:

$$\begin{aligned} D_{max} &= P_{max} (y_1 + y_2 + 1 + y_3) \\ D_{min} &= P_{min} (y_1 + y_2 + 1 + y_3) \end{aligned} \quad (6.5)$$

Горизонтальная сила  $T$ , возникающая при поперечном торможении тележки крана, передается на один рельсовый путь. Она может действовать как в одну, так и в другую сторону. Горизонтальная сила распределяется поровну между колесами крана, стоящими на одном рельсовом пути.

При гибком подвесе груза сила от одного колеса составляет:

$$T_k = 0,05(Q + g) \quad (6.6)$$

При жестком подвесе из-за появления дополнительных инерционных сил:

$$T_k = 0,1(Q + g) \quad (6.7)$$

где  $Q$  — грузоподъемность крана;  $g$  — масса тележки крана.

Наибольшую поперечную тормозящую силу, передающуюся на стойку поперечной рамы (на уровне верха подкрановой балки), вычисляют по тем же линиям влияния (см. рис. 6.3,б):

$$T = \pm T_k(y_1 + y_2 + 1 + y_3) \quad (6.8)$$

Статический расчет рамы на каждый вид нагрузки производится отдельно, чтобы для каждого расчетного сечения можно было бы брать наиболее невыгодные сочетания усилий.

Рамы рассматриваемого типа удобно рассчитывать методом перемещений (рис. 6.3, в), каноническое уравнение которого при учете пространственной работы каркаса имеет вид:

$$C_{пр} r_{11} \Delta_1 + R_{1p} = 0 \quad (6.9)$$

где  $r_{11}$  и  $R_{1p}$  — реакции в введенной связи основной системы соответственно от единичного смещения стоек и от действия внешней нагрузки;  $\Delta_1$  — горизонтальное перемещение верхних концов стоек.

При расчете рам с числом пролетов 3 и более на вертикальные нагрузки, кроме крановой, перемещение  $\Delta_1$  практически можно принять равным нулю. В этом случае каждая колонна рассматривается как отдельно стоящая стойка с несмещаемой опорой сверху.

При действии нагрузок одновременно на все поперечные рамы здания (например, ветровой нагрузки, массы покрытия и др.) Все рамы получают одинаковые горизонтальные перемещения; поэтому каждую плоскую поперечную раму следует рассматривать с учетом смещения  $\Delta_1$ , а коэффициент  $C_{пр} = 1$ .

При крановой нагрузке в основном загружается одна плоская рама: остальные, препятствуя смещению загруженной рамы (благодаря жесткому покрытию и связям), вовлекают в пространственную работу каркас здания. Для расчета следует выбрать вторую раму блока (считая от торца или деформационного шва), так как она оказывается в наиболее невыгодных условиях. Пространственную работу каркаса в этом случае учитывают введением в каноническое уравнение коэффициента  $C_{пр}$ , значения которого зависят от жесткости кровли, количества рам в блоке, количества пролетов рам, шага колонн.

Значения  $r_{11}$  и  $R_{1p}$  канонического уравнения определяются как сумма опорных реакций в введенных связях верхних концов стоек. Для ступенчатых колонн двухветьевых и сплошного сечения с одним защемленным концом и другим шарнирным опорные реакции могут быть определены по формулам, приведенным в табл. 6.8. Пример определения нагрузок на поперечную раму одноэтажного здания и статический расчет рамы приведены в разделе 6.4.

Таблица 6.8.

Формулы для определения  
опорных реакций колонн  
(двухветвевых (а)  
и сплошного (б) сечений)

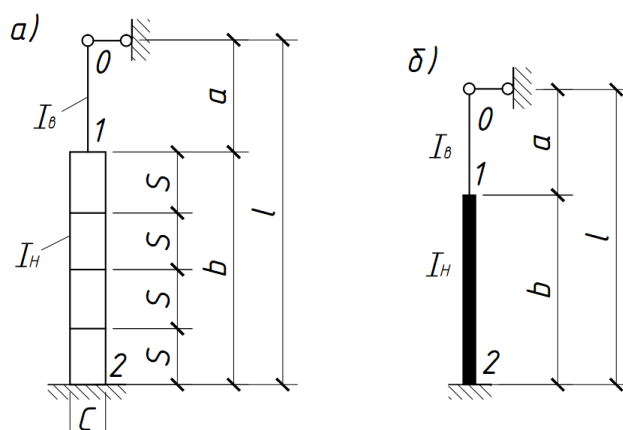
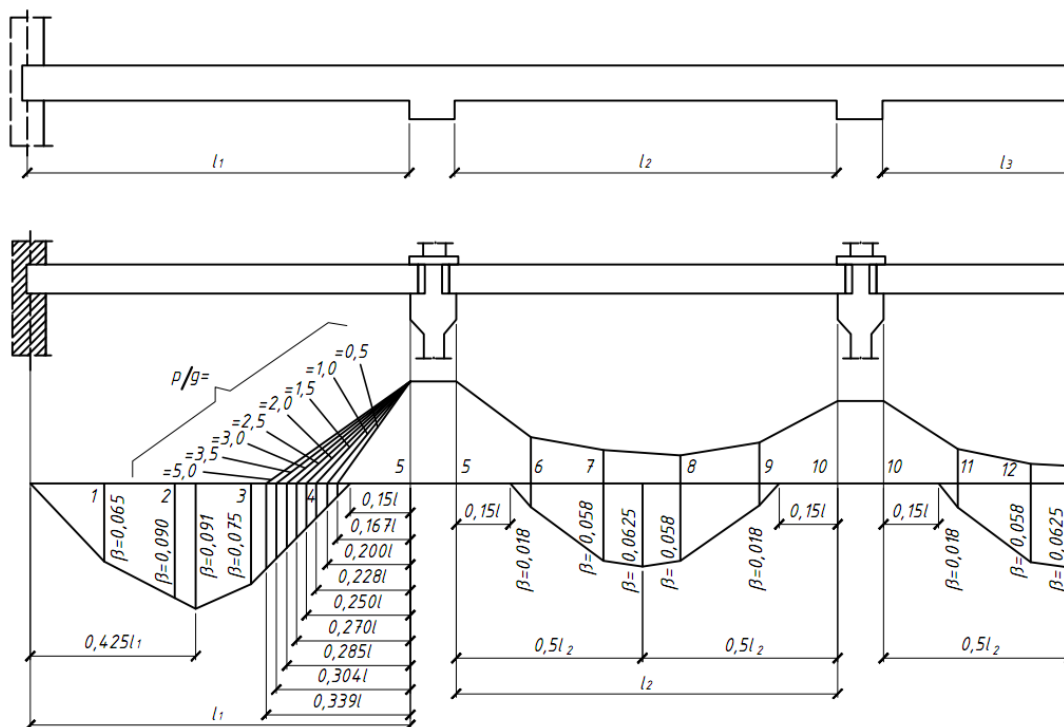


Схема загрузки	Опорная реакция $B$	Схема загрузки	Опорная реакция $B$
	$B_{\varphi} = \frac{3E_{\theta}I_H}{l^2(1+k+k_1)}$		$B = \frac{3M(1+\frac{k}{\alpha})}{2l(1+k+k_1)}$
	$B_{\Delta} = \frac{3E_{\theta}I_H}{l^3(1+k+k_1)}$		$B = \frac{3M\eta(2-\eta)}{2l(1+k+k_1)}$
	$B = \frac{3M(1-\alpha^2)}{2l(1+k+k_1)}$		$B = \frac{3p\ell[1+\alpha k+1,33(1+\alpha)k_1]}{8(1+k+k_1)}$
	$B = \frac{T(1-\alpha+k_1)}{1+k+k_1}$		$B = \frac{p\ell[3(1-\alpha k)-(3+\alpha)(1-\alpha)^3+k_1]}{8(1+k+k_1)}$

Примечание: 1.  $\alpha=a/l$ ;  $k=\alpha^3(I_H/I_{\theta}-1)$ ;  $k=(1-\alpha^3)I_H/8n^2$ ;  $=Ac^2/2$ ;  $A$  и  $I$  – площадь и момент инерции сечения одной ветви;  $n$  – число панелей двухветвевой колонны. Остальные обозначения см. в табл. 6.8.

2. При определении реакции  $B$  сплошных колонн следует в формулах, приведенных выше для двухветвевых колонн, принять  $k_1=0$ , а момент инерции  $I_H$  нижней подкрановой части колонны определять, как для сплошного сечения.

При расчете монолитных и сборных железобетонных перекрытий многоэтажных зданий главные балки перекрытий, на которые опираются второстепенные балки, представляют собой, как правило, многопролетные балки, нагруженные сосредоточенными силами. В справочниках приводятся данные для построения огибающих эпюр изгибающих моментов и поперечных сил в равнопролетных балках.

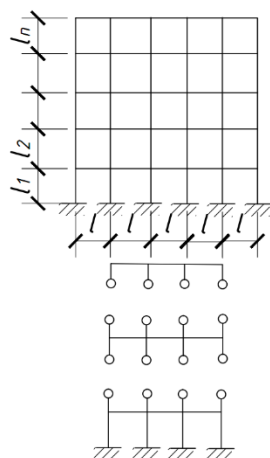


**Рис. 6.4. Построение огибающей эпюры моментов неразрезанных железобетонных балок при расчете с учетом перераспределения усилий**

Железобетонные балки следует рассчитывать с учетом перераспределения внутренних усилий. При равномерно распределенной нагрузке построение огибающей эпюры изгибающих моментов для неразрезанных железобетонных балок, рассчитанных с учетом перераспределения усилий, выполняют по значениям моментов, вычисленных по формуле:

$$M = (g+p)l^2 \quad (6.10)$$

где  $\beta$  — коэффициент, принимаемый для определения положительных моментов по рис. 6.4, а для определения отрицательных моментов — по табл. 6.9;  $(g+p)$  — полная постоянная и временная равномерно-распределенные расчетные нагрузки



**Рис. 6.5. Расчетные схемы многоэтажных рам**

Многоэтажные многопролетные рамы каркасных зданий имеют, как правило, регулярную схему (рис. 6.5). Узлы стоек таких рам имеют примерно равные углы поворота, поэтому нулевые точки эпюр моментов располагаются посередине, стоек, что позволяет расчленить многоэтажную раму на ряд одноэтажных (рис. 6.5). В справочниках и учебной литературе приводятся данные для определения изгибающих моментов в ригелях рам, по которым можно также вычислить усилия в стойках.

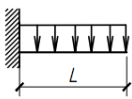
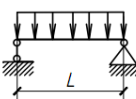
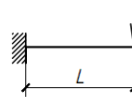

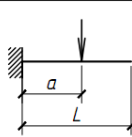
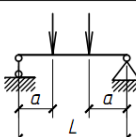
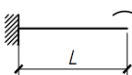
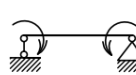
Таблица 6. 9.

**Значение коэффициентов  $\nu$  для определения ординат отрицательных моментов в средних пролетах балок в зависимости от соотношения нагрузки**

$p/g$	Номера точек							
	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5	-0,0715	-0,010	+0,022	+0,024	-0,004	-0,0625	-0,003	+0,028
1	-0,0715	-0,020	+0,016	+0,009	-0,014	-0,0625	-0,013	+0,013
1,5	-0,0715	-0,026	-0,003	+0,000	-0,020	-0,0625	-0,019	-0,004
2	-0,0715	-0,030	-0,009	-0,006	-0,024	-0,0625	-0,023	-0,003
2,5	-0,0715	-0,033	-0,012	-0,009	-0,027	-0,0625	-0,025	-0,006
3	-0,0715	-0,035	-0,016	-0,014	-0,029	-0,0625	-0,029	-0,013
3,5	-0,0715	-0,037	-0,019	-0,017	-0,031	-0,0625	-0,029	-0,0715
4	-0,0715	-0,038	-0,021	-0,018	-0,032	-0,0625	-0,030	-0,015
4,5	-0,0715	-0,039	-0,022	-0,020	-0,033	-0,0625	-0,032	-0,016
5	-0,0715	-0,040	-0,024	-0,021	-0,034	-0,0625	-0,033	-0,018

Таблица 6.10

## Значение S

Схема загрузки консольной балки	S	Схема загрузки свободно опертой балки	S
	$\frac{1}{4}$		$\frac{5}{48}$
	$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{12}$
	$\frac{a}{6l} (3 - \frac{a}{l})$		$\frac{1}{8} - \frac{a^2}{6l^2}$
	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{8}$

**Определение прогибов балок.** При отношении пролета балки к высоте  $h/l \geq 10$  и постоянном сечении для свободно опертой или консольной балки прогиб допускается определять по кривизне  $1/r_m$ , вычисленной для сечения с наибольшим изгибающим моментом. При этом кривизны в остальных сечениях принимаются изменяющимися пропорционально изгибающим моментам. В этих случаях прогиб:

$$f = (1/r_m) S l^2 \quad (6.11)$$

где кривизна при упругой работе балок  $1/r_m = M_{\max} / (EL)$ , при неупругой (для железобетонных балок) — по п. 4.23 [40], а при наличии трещин — по п. 4.24 [40]; S — коэффициент, определяемый по табл. 6.10.

Пример расчета сборного балочного железобетонного покрытия приведен в разделе 6.4.

При работе над дипломным проектом необходимо пользоваться соответствующими СНиПами и пособиями. Так, при проектировании и расчете бетонных и железобетонных конструкций следует руководствоваться положениями СНиП и сводов правил (СП): СП 20.1333.2011 [26]; СП 63.13330. [29]; СП 22.13330.2011; СП 52-102-2004; СП 52-101-2003. Кроме того, по отдельным видам конструкций и различных материалов разработаны руководства и рекомендации. В помощь проектировщикам изданы также справочники и многочисленная специальная литература, перечень которых дан в конце книги. Более подробный список литературы имеется в специальном библиографическом указателе.



## **6.4. Примеры проектирования железобетонных конструкций**

### **6.4.1 Расчет поперечной рамы одноэтажного промышленного здания**

#### **Компоновка поперечной рамы и определение нагрузок**

Компоновка поперечной рамы выполняется по данным индивидуального задания из типовых сборных элементов железобетонных конструкций, сведения о которых содержатся в приложениях IV–VII. Конструктивная схема поперечной рамы составляется по общим требованиям типизации с учетом шага колонн и грузоподъемности мостовых кранов. Сборный железобетонный каркас здания проектируется с наличием связей в продольном направлении и разрезными сборными железобетонными подкрановыми балками.

Поперечную раму одноэтажного промышленного здания рассчитывают на действие: постоянной нагрузки (от веса конструкций покрытия, стен, подкрановых балок и колонн) и временных нагрузок, состоящих из крановых, снеговой и ветровой нагрузок. Величины нагрузок должны определяться согласно [26].

Для примера возьмем следующие исходные данные:

Шаг колонн в продольном направлении, м – 6.00

число пролетов в продольном направлении – 5

число пролетов в поперечном направлении – 2

Высота до низа стропильной конструкции, м – 12.00

Тип стропильной конструкции и пролет – БДР-18

Грузоподъемность мостовых кранов, тс – 32/5

Тип конструкции кровли – 4

Тип и толщина стеновых панелей – ПСЯ-240

Район строительства – Пенза

Тип местности – А

класс ответственности здания – КС-2

**Решение.** Компоновку поперечной рамы производим в соответствии с требованиями типизации конструктивных схем одноэтажных промышленных зданий (см. рис.6.6).

Находим высоту надкрановой части колонн, принимая высоту подкрановой балки 0,8 м (по приложению VI), а кранового пути 0,15 м с учетом минимального габарита приближения крана к стропильной конструкции 0,1 м и высоты моста крана грузоподъемностью 32/5 т  $H_k = 2,75$  м (см. приложение VIII):



$$H_2 > 2,75 + 0,8 + 0,15 + 0,1 = 3,8 \text{ м.}$$

С учетом унификации размеров колонн серии 1.424.1 (приложение IV) назначаем  $H_2 = 3,9 \text{ м.}$

Высоту подкрановой части колонн определяем по заданной высоте до низа стропильной конструкции 12 м и отметки обреза фундамента – 0,150 м при  $H_2 = 3,9 \text{ м: } H_1 = 12,0 - 3,9 + 0,15 = 8,25 \text{ м.}$

Расстояние от верха колонны до уровня головки подкранового рельса соответственно будет равно  $y = 3,9 - 0,8 - 0,15 = 2,95 \text{ м.}$

Для назначения размеров сечений колонн по условию предельной гибкости вычислим их расчетные длины в соответствии с требованиями таблицы III.3 приложения III. Результаты представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11

**Расчетные длины колонн ( $l_0$ )**

Часть колонны	При расчете в плоскости поперечной рамы		В перпендикулярном направлении
	при учете нагрузок от крана	без учета нагрузок от крана	
<b>Подкрановая</b> $H_1 = 8,25 \text{ м}$	$1,5H_1 = 1,5 \cdot 8,25 = 12,375 \text{ м}$	$1,2(H_1 + H_2) = 1,2(8,25 + 3,9) = 14,58 \text{ м}$	$0,8 H_1 = 0,8 \cdot 8,25 = 6,6 \text{ м}$
<b>Надкрановая</b> $H_2 = 3,9 \text{ м}$	$2H_2 = 2 \cdot 3,9 = 7,8 \text{ м}$	$2,5H_2 = 2,5 \cdot 3,9 = 9,75 \text{ м}$	$1,5H_2 = 1,5 \cdot 3,9 = 5,85 \text{ м}$

Согласно требованиям норм [29], размеры сечений внецентренно сжатых колонн должны приниматься так, чтобы их гибкость  $l_0/r$  ( $l_0/h$ ) в любом направлении, как правило, не превышала 120 (35).

Следовательно, по условию максимальной гибкости высота сечения подкрановой части колонн должна быть не менее  $14,58/35 = 0,417 \text{ м}$ , а надкрановой  $9,75/35 = 0,279 \text{ м}$ . С учетом требований унификации для мостовых кранов грузоподъемностью более 30 т принимаем поперечные сечения колонн в над- крановой части  $400 \times 600 \text{ мм}$ .

В подкрановой части для крайних колонн назначаем сечение  $400 \times 700 \text{ мм}$ , а для средней –  $400 \times 800 \text{ мм}$ . В этом случае удовлетворяются требования по гибкости и рекомендации по назначению высоты сечения подкрановой части колонны в пределах  $(1/10 \dots 1/14)H_1 = (1/10 \dots 1/14) 8,25 = 0,825 \dots 0,589 \text{ м}$ .

В соответствии с таблицей габаритов колонн (приложение IV) и назначенными размерами поперечных сечений принимаем для колонн крайнего ряда по оси А номер типа опалубки 4, а для колонн среднего ряда по оси Б номер типа опалубки 9.

Стропильную конструкцию принимаем в виде двухскатной решетчатой балки типа БДР18.

По приложению V назначаем марку балки 1БДР18 с номером типа опалубочной формы 1 с максимальной высотой в середине пролета 1,64 м (объем бетона 3,46 м<sup>3</sup>).

По приложению VI назначаем тип плит покрытия размером 3×6 м (номер типа опалубочной формы 1, высота ребра 300 мм, приведенная толщина с учетом заливки швов бетоном 65,5 мм).

Состав кровли принимаем согласно рис.6.7, толщина которой 100 мм.

Проектируем наружные стены в виде сборных навесных панелей из ячеистого бетона марки по плотности D800 толщиной 240 мм. Размеры остекления назначаем по приложению VII с учетом грузоподъемности мостовых кранов.

Результаты компоновки поперечной рамы здания представлены на рисунках 6.6 и 6.7.

### **Определение постоянных и временных нагрузок на поперечную раму.**

*Постоянные нагрузки.* Распределенные по поверхности нагрузки от веса конструкций покрытия заданного типа (рис. 6.7) приведены в таблице 6.12.

С учетом шага колонн в продольном направлении 6 м и коэффициента надежности по ответственности здания  $\gamma_n = 1,0$  (уровень ответственности II) расчетная постоянная нагрузка на 1 м ригеля рамы будет равна  $g = 3,787 \cdot 6,0 \cdot 1,0 = 22,72$  кН/м.

Нормативная нагрузка от 1 м<sup>2</sup> стеновых панелей из ячеистого бетона марки D800 при толщине 240 мм составит  $8,8 \cdot 0,24 = 2,112$  кН/м<sup>2</sup>, где 8,8 кН/м<sup>3</sup> – плотность ячеистого бетона.

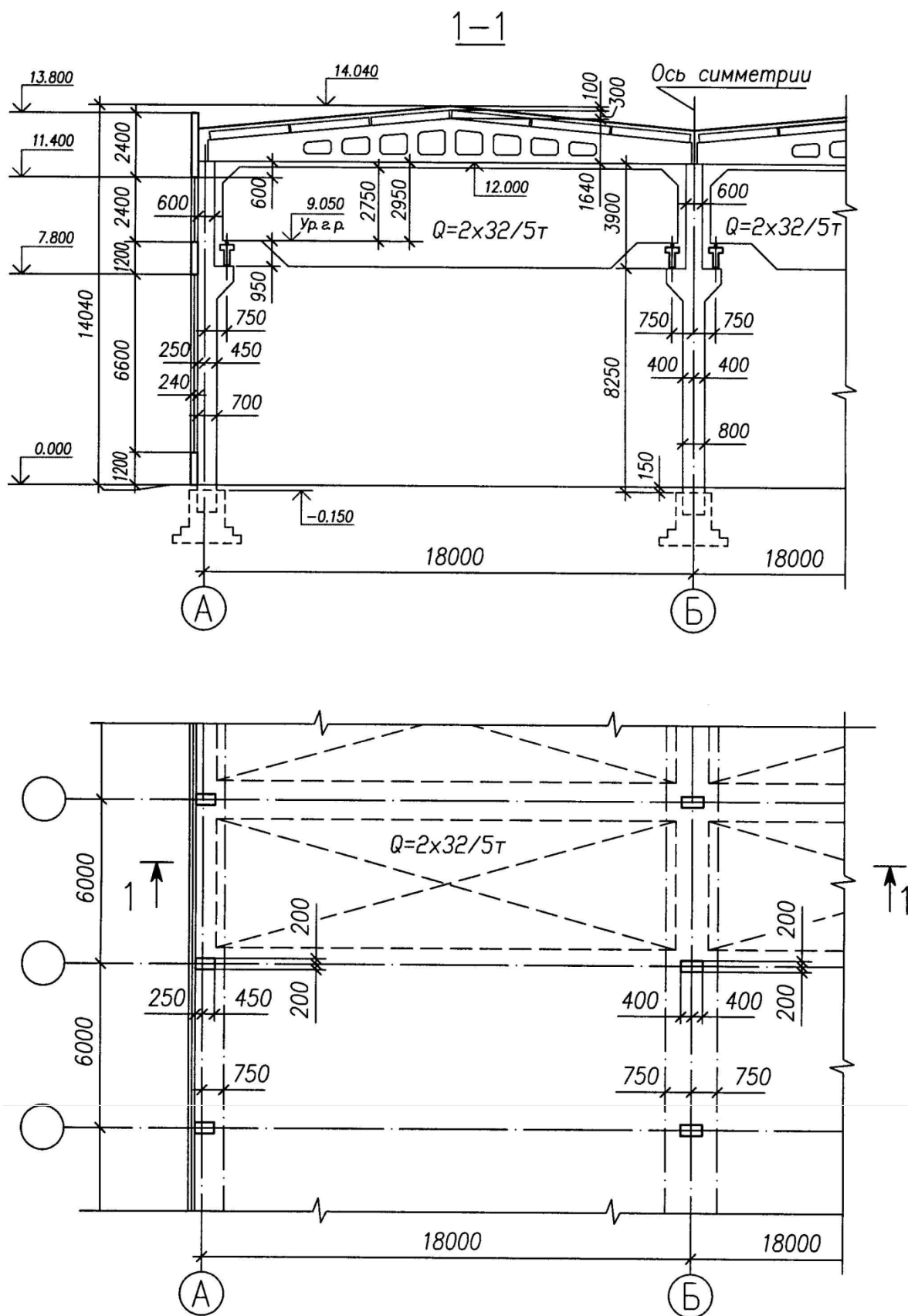


Рис. 6.6. Поперечный разрез и фрагмент плана одноэтажного двухпролетного промышленного здания

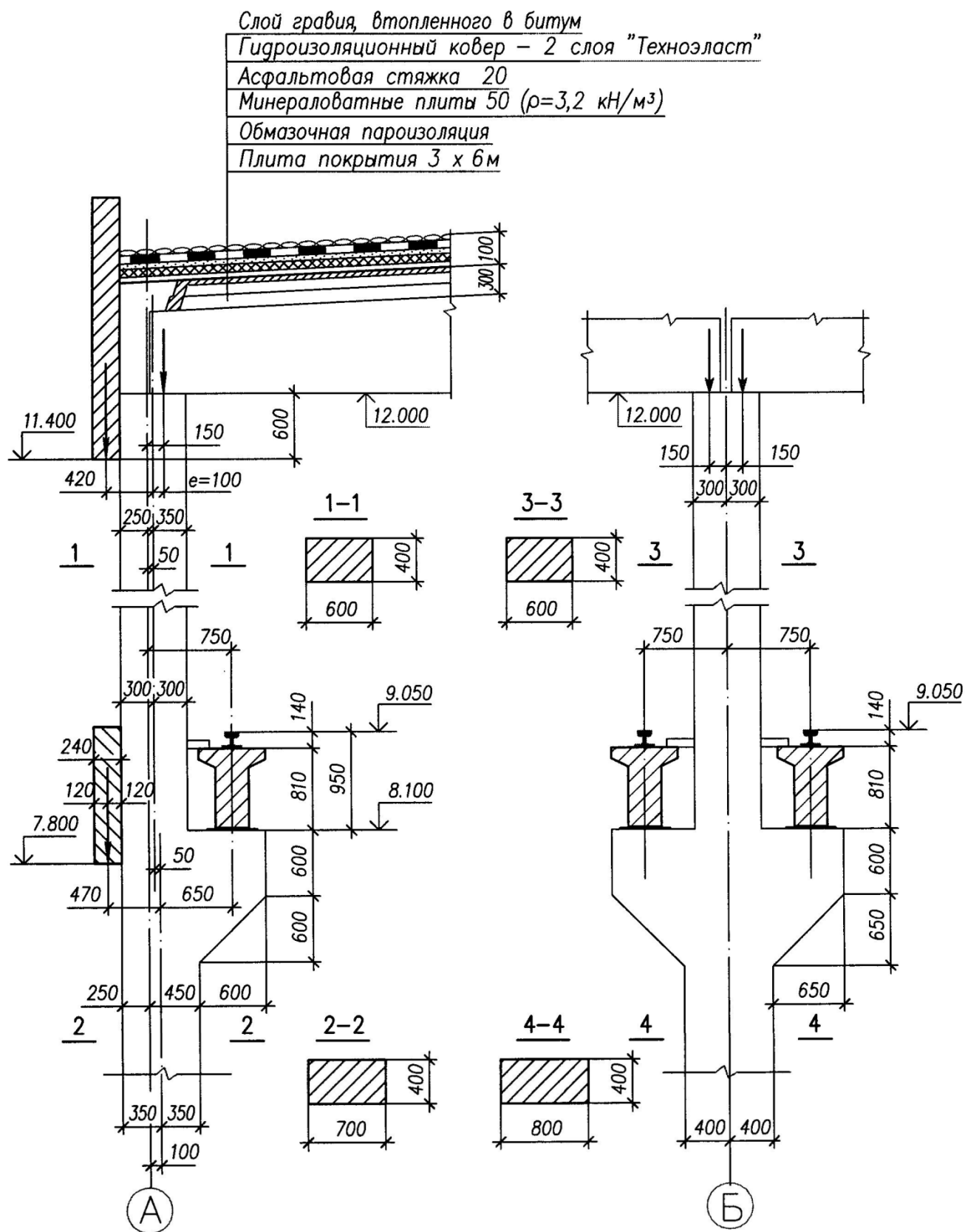


Рис. 6.7. К определению эксцентриситетов продольных сил в колоннах

Таблица 6.12

Постоянная нагрузка от 1 м<sup>2</sup> покрытия

Элементы кровли	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке,	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
<b>Кровля:</b>			
Слой гравия, втопленный в битум	0,16	1,3	0,208
Гидроизоляционный ковер – 2 слоя «Техноэласт»	0,12	1,3	0,156
Асфальтовая стяжка ( $\delta = 20$ мм, $\rho = 18$ кН/м <sup>3</sup> )	0,36	1,3	0,468
Минераловатные плиты ( $\delta = 50$ мм, $\rho = 3,2$ кН/м <sup>3</sup> )	0,16	1,3	0,208
Обмазочная пароизоляция	0,05	1,3	0,065
Ребристые плиты покрытия размером 3×6 м с учетом заливки швов ( $\delta = 65,5$ мм, $\rho = 25$ кН/м <sup>3</sup> )	1,637	1,1	1,801
Решетчатая балка ( $V_b = 3,46$ м <sup>3</sup> , пролет 18 м, шаг колонн 6 м) $3,46 \cdot 25 / (18,0 \cdot 6,0) = 0,801$ кН/м <sup>2</sup>	0,801	1,1	0,881
<b>И т о г о</b>			3,787

Нормативная нагрузка от 1 м<sup>2</sup> остекления в соответствии с приложением VII равна 0,5 кН/м<sup>2</sup>.

Расчетные нагрузки от стен и остекления оконных переплетов:

- на участке между отметками 11,4 и 13,8 м

$$G_1 = 2,4 \cdot 6,0 \cdot 2,112 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 33,45 \text{ кН};$$

- на участке между отметками 7,8 и 11,4 м

$$G_2 = (1,2 \cdot 6,0 \cdot 2,112 + 2,4 \cdot 6,0 \cdot 0,5) \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 24,64 \text{ кН};$$

- на участке между отметками 0,0 и 7,8 м

$$G_3 = (1,2 \cdot 6,0 \cdot 2,112 + 6,6 \cdot 6,0 \cdot 0,5) \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 38,5 \text{ кН}.$$

Расчетные нагрузки от собственного веса колонн. Колонна по оси А:

- подкрановая часть с консолью:

$$G_{41} = (0,7 \cdot 8,25 + 0,6 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,6) \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 69,46 \text{ кН};$$

- надкрановая часть:

$$G_{42} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot 3,9 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 25,73 \text{ кН};$$

- Итого:

$$G_4 = G_{41} + G_{42} = 69,46 + 25,73 = 95,2 \text{ кН};$$

Колонна по оси Б:

- подкрановая часть с консолями:

$$G_{51} = (0,8 \cdot 8,25 + 2 \cdot 0,6 \cdot 0,65 + 0,65 \cdot 0,65) 0,4 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 85,86 \text{ кН};$$

- надкрановая часть:

$$G_{52} = G_{42} = 25,73 \text{ кН};$$

- Итого:

$$G_5 = G_{51} + G_{52} = 85,86 + 25,73 = 111,59 \text{ кН} \approx 111,6 \text{ кН}.$$

Расчетная нагрузка от собственного веса подкрановых балок (по табл. VI.2 приложения VI) и кранового пути (1,5 кН/м) будет равна:

$$G_6 = (35 + 1,5 \cdot 6,0) 1,1 \cdot 1,0 = 48,4 \text{ кН}.$$

*Временные нагрузки.* Снеговая нагрузка для расчета поперечной рамы принимается равномерно распределенной во всех пролетах здания.

Нормативное значение снеговой нагрузки на 1 м<sup>2</sup> покрытия определяем по формуле (10.1) [26]:

$$S_0 = 0,7 c_e c_t \mu S_g = 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ кН/м}^2,$$

где  $c_e = 1,0$  – коэффициент, учитывающий снос снега от ветра, принят по формуле (10.4) [26];

$c_t = 1,0$  – термический коэффициент, принят по формуле (10.6) [26];

$\mu = 1,0$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке, принят в соответствии с п. 10.2 [26];

$S_g = 1,8$  кПа – вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли для г. Пенза (III снеговой район) в соответствии с таблицей 10.1 [26].

Расчетное значение снеговой нагрузки будет равно:

$$S = S_0 \gamma_f = 1,26 \cdot 1,4 = 1,764 \text{ кН/м}^2,$$

где  $\gamma_f = 1,4$  – коэффициент надежности по снеговой нагрузке согласно п. 10.12 [26].

При этом длительная составляющая будет равна  $0,7 \cdot 1,764 = 1,235 \text{ кН/м}^2$ , где коэффициент 0,7 принят по п. 10.11 [26].

Тогда расчетная нагрузка от снега на 1 м ригеля рамы с учетом шага колонн в продольном направлении и класса ответственности здания будет равна:

$$p_{sn} = 1,764 \cdot 6,0 \cdot 1,0 = 10,58 \text{ кН/м}.$$

Длительно действующая часть снеговой нагрузки составит:

$$p_{sn,l} = 1,235 \cdot 6,0 \cdot 1,0 = 7,41 \text{ кН/м}.$$

**Крановые нагрузки.** По приложению VII находим габариты и нагрузки от мостовых кранов грузоподъемностью  $Q = 32/5$  т (313,9/49 кН):

- ширина крана  $B_k = 6,3$  м;
- база крана  $A_k = 5,1$  м;
- нормативное максимальное давление колеса крана на подкрановый рельс  $P_{max,n} = 235$  кН;
- масса тележки  $G_T = 8,7$  т;
- общая масса крана  $G_k = 28$  т.

Нормативное минимальное давление одного колеса крана на подкрановый рельс (при 4 колесах):

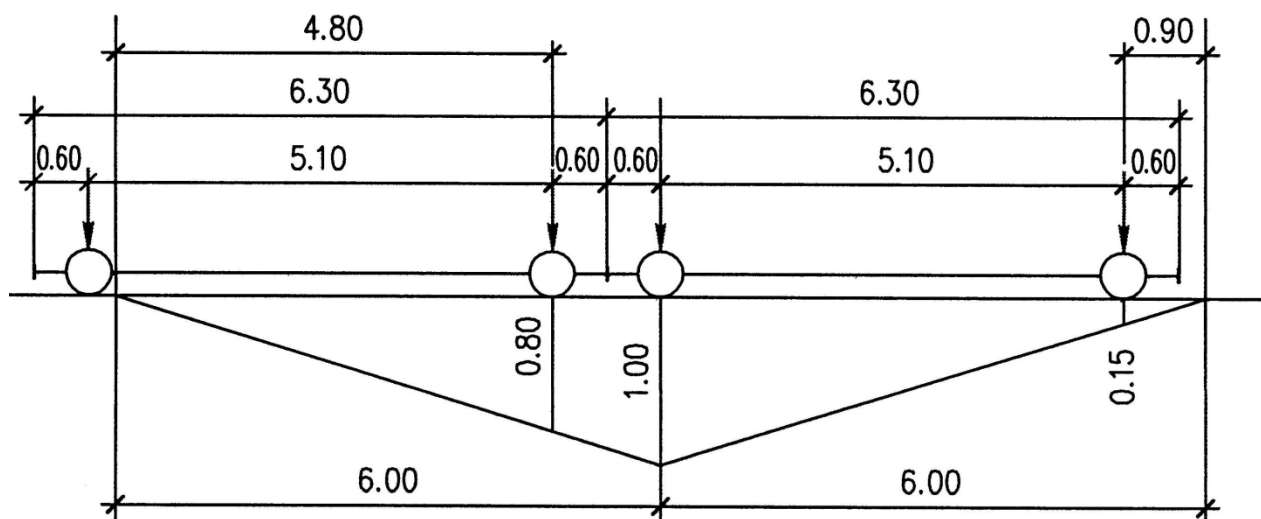
$$P_{min,n} = 0,5(Q + Q_k) - P_{max,n} = 0,5(313,9 + 28 \cdot 9,81) - 235 = 59,3 \text{ кН.}$$

Нормативная горизонтальная нагрузка на одно колесо крана, направленная поперек кранового пути и вызываемая торможением тележки, при гибком подвесе груза будет равна:

$$T_n = 0,5 \cdot 0,05(Q + Q_T) = 0,5 \cdot 0,05(313,9 + 8,7 \cdot 9,81) = 9,98 \text{ кН.}$$

Расчетные крановые нагрузки вычисляем с учетом коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$  согласно п. 9.8 [26].

Определим расчетные нагрузки от двух сближенных кранов по линии влияния (рис. 6.8) без учета коэффициента сочетания  $\psi$ :



**Рис. 6.8. Линия влияния давления на колонну и установка крановой нагрузки в невыгодное положение**

- максимальное давление на колонну:

$$D_{max} = P_{max,n} \gamma_f \Sigma_y \cdot \gamma_n = 235 \cdot 1,2 \cdot 1,95 \cdot 1,0 = 549,9 \text{ кН, где } \Sigma_y -$$

сумма ординат линии влияния,  $\Sigma_y = 0,8 + 1 + 0,15 = 1,95$ ;

- минимальное давление на колонну:

$$D_{min} = P_{min,n} \gamma_f \Sigma_y \cdot \gamma_n = 59,3 \cdot 1,2 \cdot 1,95 \cdot 1,0 = 138,73 \text{ кН};$$

- тормозная поперечная нагрузка на колонну:

$$T = T_n \gamma_f \Sigma_y \cdot \gamma_n = 9,98 \cdot 1,2 \cdot 1,95 \cdot 1,0 = 23,33 \text{ кН}.$$

*Ветровая нагрузка.* Пенза расположена во II ветровом районе по скоростным напорам ветра. Согласно п. 11.1.4 [26] нормативное значение ветрового давления равно  $w_0 = 0,3$  кПа.

Согласно 11.1.5 [26] эквивалентная высота  $z_e = h = 14,04$  м, где  $h$  – высота здания. Коэффициент  $k(z_e)$ , учитывающий изменение ветрового давления с учетом эквивалентной высоты вычисляем по формуле (11.4) [26]:

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha} = 1,0 (14,04/10)^{0,3} = 1,107,$$

где параметры  $k_{10} = 1,0$  и  $\alpha = 0,15$  приняты по таблице 11.3[26] для заданного типа местности А.

Нормативные значения средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  определяем по формуле (11.2) [26]:

- для наветренной стены  $w_m = w_0 k(z_e) c_e = 0,3 \cdot 1,107 \cdot 0,8 = 0,266$  кПа;
- для подветренной стены  $w_m = w_0 k(z_e) c_{e-} = 0,3 \cdot 1,107 \cdot 0,5 = 0,166$  кПа; где аэродинамические коэффициенты  $c_e = 0,8$  и  $c_{e-} = 0,5$  приняты по таблице Д.2 [26].

Пульсационную составляющую ветровой нагрузки будем вычислять по формуле (11.5) [26], следуя указаниям примечания к п. 11.1.8[26].

Для этого находим коэффициент пульсации давления ветра по формуле (11.6) [26]:

$$\zeta(z_e) = \zeta_{10} (z_e / 10)^{-\alpha} = 0,76 (14,04/10)^{-0,15} = 0,722,$$

где параметры  $\zeta_{10} = 0,76$  и  $\alpha = 0,15$  приняты по таблице 11.3[26] для заданного типа местности А.

По таблице 11.6 [26] определяем коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления  $\nu = 0,748$  (при высоте здания  $h=14,04$  м и длине здания равной произведению шага колонн в продольном направлении на число пролетов в продольном направлении по заданию:  $6,0 \cdot 5 = 30$  м).



Теперь можно вычислить нормативные значения пульсационной составляющей ветровой нагрузки  $w_p$  по формуле (11.5) [26]:

- для наветренной стены  $w_p = w_m \zeta(z_e) v = 0,266 \cdot 0,722 \cdot 0,748 = 0,144$  кПа;
- для подветренной стены  $w_{p-} = w_m \zeta(z_e) v = 0,166 \cdot 0,722 \cdot 0,748 = 0,090$  кПа.

Тогда, согласно формулы (11.1) [26] с учетом коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,4$ , шага колонн 6 м и с учетом коэффициента надежности по назначению здания  $\gamma_n = 0,95$  получим следующие значения расчетных ветровых нагрузок:

- равномерно-распределенная нагрузка на колонну рамы с наветренной стороны:

$$w_1 = (w_m + w_p) \gamma_f L \gamma_n = (0,266 + 0,144) 1,4 \cdot 6,0 \cdot 0,95 = 3,27 \text{ кН/м};$$

- то же, с подветренной стороны:

$$w_2 = (w_{m-} + w_{p-}) \gamma_f L \gamma_n = (0,166 + 0,090) 1,4 \cdot 6,0 \cdot 0,95 = 2,04 \text{ кН/м};$$

- расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка от давления ветра на ограждающие конструкции выше отметки 12,0:

$$W = (w_1 + w_2) \cdot (h - h_{нск}) = (3,27 + 2,04) \cdot (14,04 - 12,0) = 10,83 \text{ кН}.$$

Расчетная схема поперечной рамы с указанием мест приложения всех нагрузок приведена на рисунке 6.9.

При определении эксцентриситета опорных давлений стропильных конструкций следует принимать расстояния сил до разбивочных осей колонн в соответствии с их расчетными пролетами по приложению V.

Результаты статического расчета рамы с помощью программы приведены для колонны по оси «А» в таблице 6.13. На рис. 6.10 приведены эпюры изгибающих моментов в крайне колонне по оси «А» от всех видов загрузки.

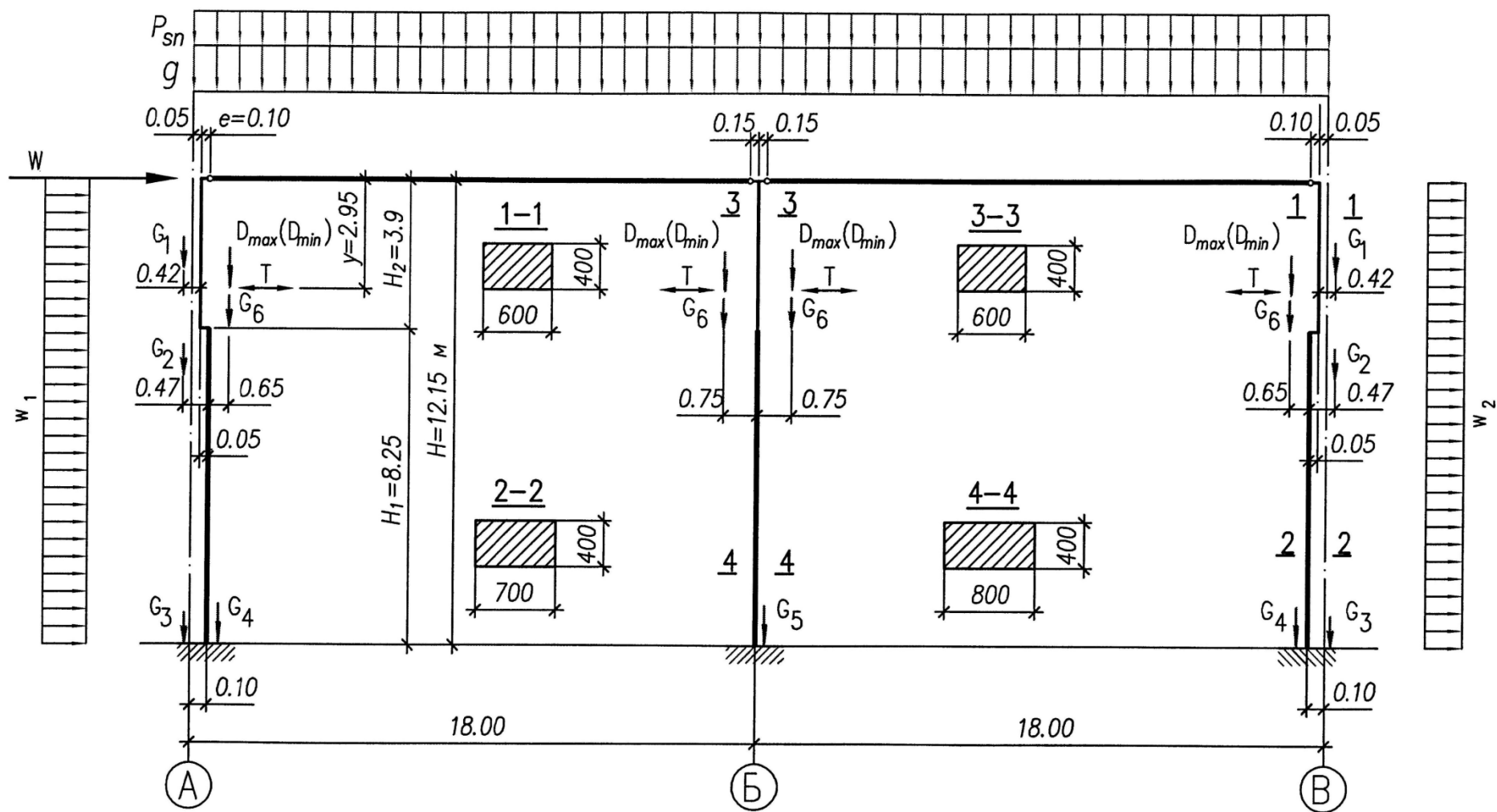
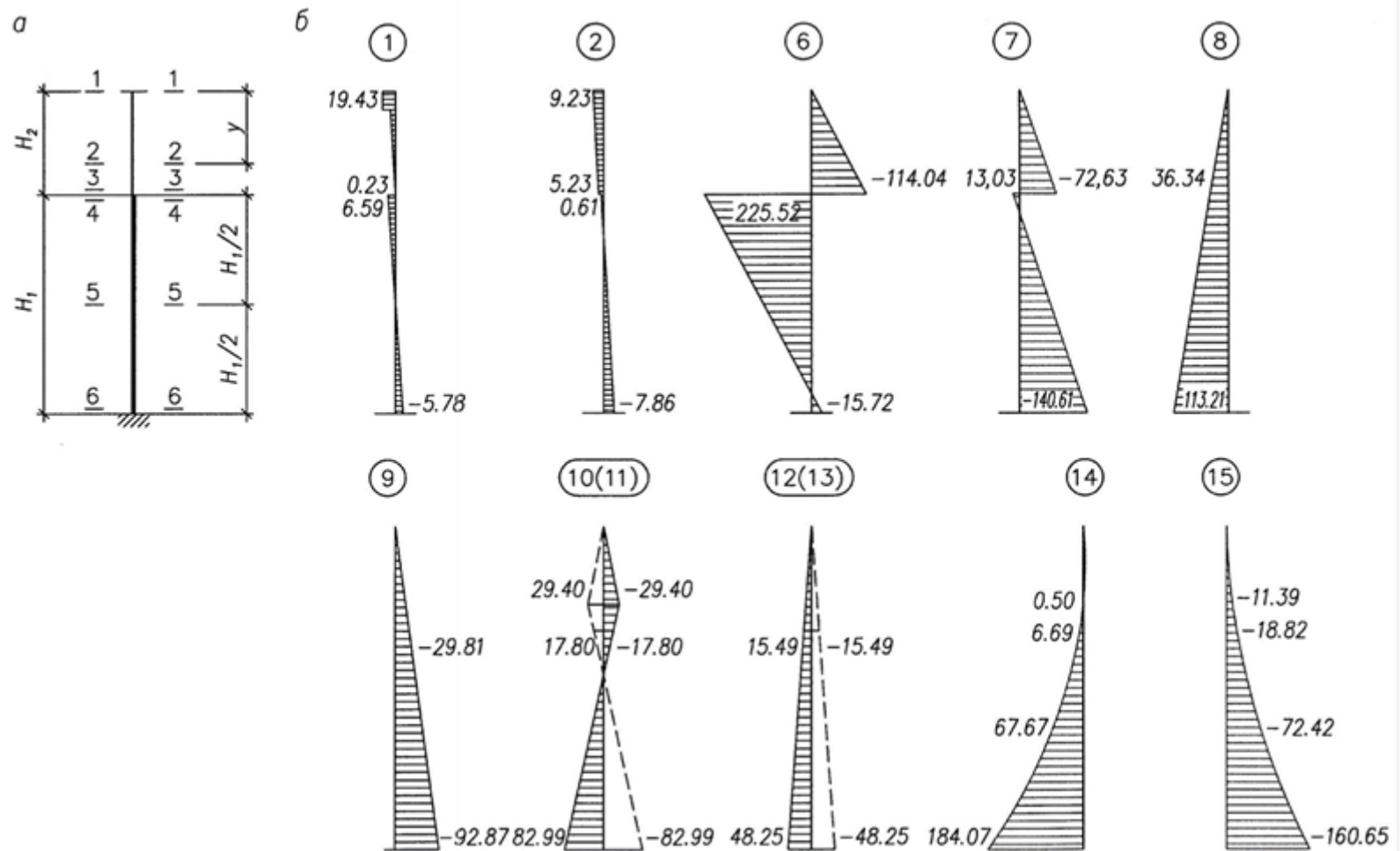


Рис. 6.9. Расчетная схема поперечной рамы

Таблица 6.13

## Результаты статического расчета поперечной рамы для колонны по оси «А»

: Н :	У с и л и я в с е ч е н и я х (силы – в кН ; моменты – в кН.м )													:
: о :	-----													
: м : На г р у з к а :	1-1		2-2		3-3		4-4		5-5		6-6		:	
: е :	-----													
: р :	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	Q	:
-----														
: 1 Постоянная	194.29	19.43	226.07	1.66	250.52	.23	319.92	6.59	319.92	.40	385.91	-5.78	-1.50	:
: 2 Снеговая АБ	90.49	9.05	90.49	6.08	90.49	5.13	90.49	.60	90.49	-3.55	90.49	-7.70	-1.01	:
: 3 Снеговая АБ, L	63.35	6.33	63.35	4.26	63.35	3.59	63.35	.42	63.35	-2.48	63.35	-5.39	-.70	:
: 4 Снеговая БВ	.00	.00	.00	.99	.00	1.31	.00	1.31	.00	2.69	.00	4.07	.34	:
: 5 Снеговая БВ, L	.00	.00	.00	.69	.00	.92	.00	.92	.00	1.88	.00	2.85	.23	:
: 6 К.АБ Dmax-Dmin	.00	.00	.00	-86.26	.00	-114.04	522.41	225.52	522.41	104.90	522.41	-15.72	-29.24	:
: 7 К.АБ Dmin-Dmax	.00	.00	.00	-54.94	.00	-72.63	131.78	13.03	131.78	-63.79	131.78	-140.61	-18.62	:
: 8 К.БВ Dmax-Dmin	.00	.00	.00	27.49	.00	36.34	.00	36.34	.00	74.78	.00	113.21	9.32	:
: 9 К.БВ Dmin-Dmax	.00	.00	.00	-22.55	.00	-29.81	.00	-29.81	.00	-61.34	.00	-92.87	-7.64	:
: 10 Кран. Т на А >	.00	.00	.00	-29.40	.00	-17.80	.00	-17.80	.00	32.60	.00	82.99	12.22	:
: 11 Кран. Т на А <	.00	.00	.00	29.40	.00	17.80	.00	17.80	.00	-32.60	.00	-82.99	-12.22	:
: 12 Кран. Т на Б >	.00	.00	.00	11.72	.00	15.49	.00	15.49	.00	31.87	.00	48.25	3.97	:
: 13 Кран. Т на Б <	.00	.00	.00	-11.72	.00	-15.49	.00	-15.49	.00	-31.87	.00	-48.25	-3.97	:
: 14 Ветровая слева	.00	.00	.00	.50	.00	6.69	.00	6.69	.00	67.67	.00	184.07	34.93	:
: 15 Ветровая справа	.00	.00	.00	-11.39	.00	-18.82	.00	-18.82	.00	-72.42	.00	-160.65	-25.59	:



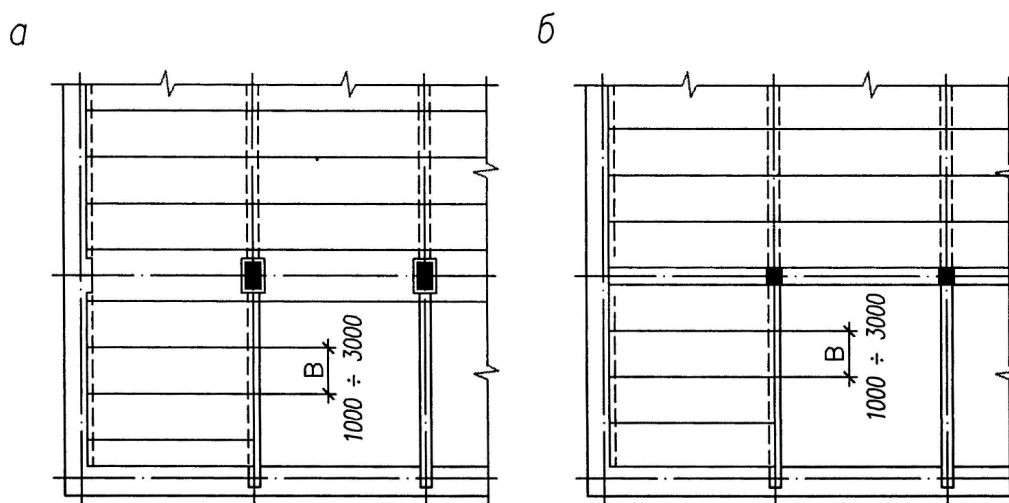
**Рис. 6.10. Эпюры изгибающих моментов в сечениях колонны по оси А: а – схема расположения сечений; б – эпюры изгибающих моментов от различных нагрузок в соответствии с табл.6.13**

## 6.4.2 Проектирование неразрезного ригеля сборного железобетонного перекрытия

### Компоновка конструктивной схемы балочного сборного перекрытия

Компоновка конструктивной схемы балочного сборного перекрытия заключается в выборе направления ригелей и установлении размеров плит перекрытия.

Направление ригелей следует принимать поперек здания. Плиты перекрытия могут быть ребристыми, пустотными (с овальными или круглыми пустотами).

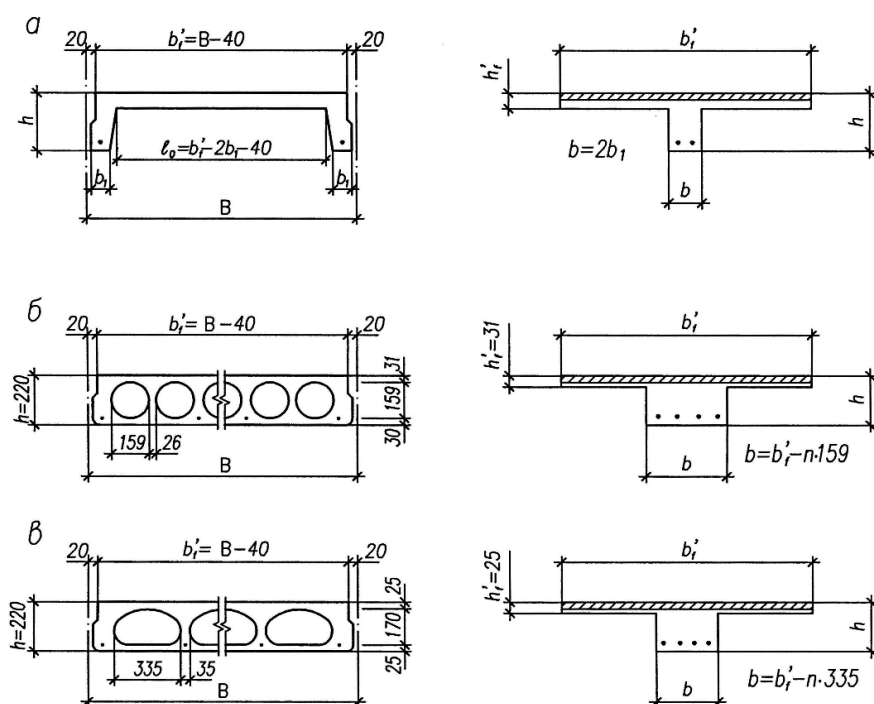


**Рис. 6.11. Раскладка плит сборных перекрытий:** а – ребристых; б – ребристых и пустотных

При определении нагрузок от массы плиты необходимо принимать следующие значения приведенной толщины бетона: для ребристых плит – 10,5 см, для плит с круглыми пустотами – 12 см, для плит с овальными пустотами – 9,2 см. Плотность тяжелого железобетона должна приниматься 25 кН/м<sup>3</sup>.

Величина постоянной расчетной нагрузки от массы пола вычисляется со средним значением коэффициента надежности по нагрузке равным 1,2. Остальные коэффициенты надежности по нагрузке принимаются в соответствии с [26].

Ширина проектируемой плиты назначается в пределах 1 – 3 м, а размещение отверстий в многопустотных плитах должны соответствовать их типовым размерам. Примеры компоновки конструктивных схем балочного сборного перекрытия и поперечных сечений плит перекрытий даны на рисунке 6.11 и 6.12.



**Рис. 6.12. Формы поперечных сечений плит перекрытий и эквивалентные сечения для расчета по несущей способности:** *а* – для ребристых плит; *б* – для плит с круглыми пустотами; *в* – для плит с овальными пустотами

Нормативная временная кратковременная нагрузка на перекрытие равна 1,5 кН/м<sup>2</sup>, как часть заданной величины временной нагрузки.

Подсчет нагрузки на 1 м<sup>2</sup> перекрытия приведен в таблице 6.14.

Таблица 6.14

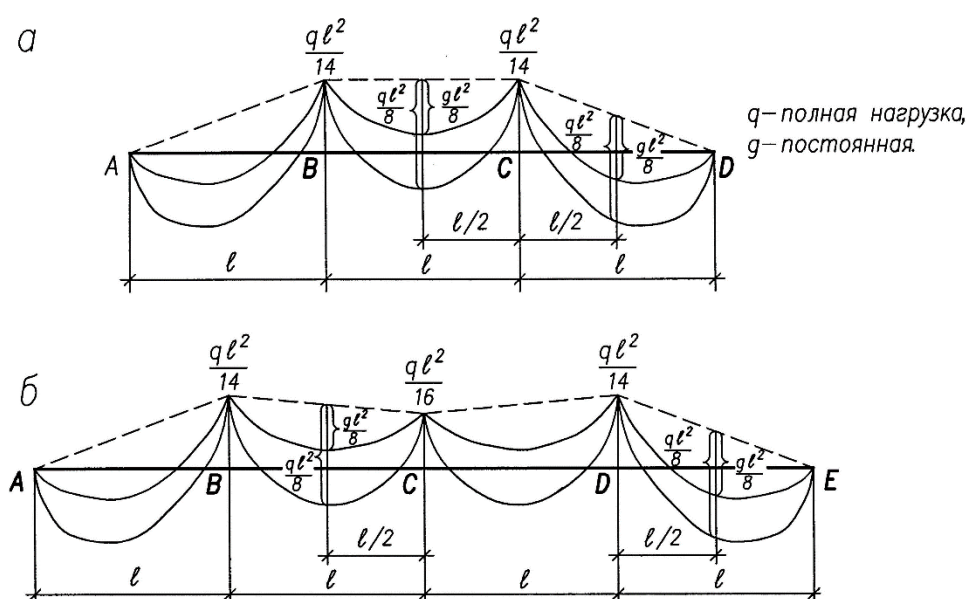
### Нагрузки на 1 м<sup>2</sup> плиты с круглыми пустотами

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
<b>Постоянная:</b>			
от массы плиты			
$\delta = 0,12 \text{ м}$	$0,12 \cdot 25 =$	1,1	3,30
от массы пола	1,2	1,2	1,44
<b>И т о г о :</b>	4,2	—	4,74
<b>Временная</b>	4,0	1,2	4,80
<b>В том числе:</b>			
кратковременная	1,5	1,2	1,80
<b>Полная нагрузка</b>	8,2	—	9,54
<b>В том числе постоянная и длительная</b>	6,7	—	—

## Проектирование неразрезного ригеля

Неразрезной ригель многопролетного перекрытия представляет собой элемент рамной конструкции. При свободном опирании концов ригеля на наружные стены и равных пролетах ригель можно рассматривать как неразрезную балку. При этом возможен учет пластических деформаций, приводящих к перераспределению и выравниванию изгибающих моментов между отдельными сечениями.

При построении огибающих эпюр следует руководствоваться рисунком 6.13.



**Рис. 6.13. К построению огибающей эпюры изгибающих моментов:**

а — для 3-х пролетного ригеля ; б — для 4-х пролетного ригеля

Методику проектирования крайнего пролета ригеля рассмотрим на примере со следующими исходными данными:

Шаг колонн в продольном направлении, м. ....6.00

Шаг колонн в поперечном направлении, м. ....7.00

Врем.нормат.нагр. на перекрытие, кН/м<sup>2</sup> .....4.0

Пост.нормат.нагр. от массы пола, кН/м<sup>2</sup> .....1.2

Класс бетона для сборных конструкций .....В30

Класс арм-ры сборных ненапр. конструкций..... А400

Плита перекрытия с круглыми пустотами

Класс здания .....КС-2

**Решение.** Назначаем предварительные размеры поперечного сечения ригеля. Высота сечения  $h=(1/10...1/12)l=(1/10...1/12)7000=550$  мм. Ширина сечения ригеля  $b = (0,3 \dots 0,4)h = 250$  мм.

Вычисляем расчетную нагрузку на 1 м длины ригеля. Нагрузка на ригеле от многопустотных плит считается равномерно распределенной. Ширина грузовой полосы на ригель равна шагу колонн в продольном направлении здания 6 м. Подсчет нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия приведен в таблице 6.14.

Постоянная нагрузка на ригель будет равна:

- от перекрытия (с учетом коэффициента по ответственности здания  $\gamma_n = 1,0$ )

$$4,74 \cdot 6,0 \cdot 1,0 = 28,44 \text{ кН/м};$$

- от веса ригеля (сечение  $0,25 \times 0,6$  м, плотность железобетона  $\rho = 25$  кН/м<sup>3</sup>, с учетом коэффициентов надежности  $\gamma_f = 1,1$  и  $\gamma_n = 1,0$ ),

$$0,25 \cdot 0,60 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 4,13 \text{ кН/м}.$$

$$\text{Итого: } g = 28,44 + 4,13 = 32,57 \text{ кН/м}.$$

$$\text{Временная нагрузка (с учетом } \gamma_n = 1,0) \nu = 4,8 \cdot 6,0 \cdot 1,0 = 28,8 \text{ кН/м}.$$

$$\text{Полная нагрузка } q = g + \nu = 32,57 + 28,8 = 61,37 \text{ кН/м}.$$

Результаты статического расчета ригеля как неразрезной балки (см. п.6.3, рис. 6.4) приведены в таблице 6.15. На рис. 6.16, а) приведена огибающая эпюра моментов ригеля в первом пролете и огибающая эпюра поперечных сил.

Характеристики бетона и арматуры для ригеля. Бетон класса В30,  $R_b = 17,0$  МПа,  $R_{bt} = 1,15$  МПа.

Продольная рабочая арматура класса А400,  $R_s = 350$  МПа. По таблице III.1 приложения III для элемента без предварительного напряжения с арматурой класса А400 находим:  $\xi_R = 0,533$  и  $\alpha_R = 0,391$ . Поперечная арматура класса В500,  $R_{sw} = 300$  МПа.



Таблица 6.15.

Значение моментов огибающих эпюр в ригеле

$\pm M$ кН/м	Первый пролет, сечения				
	1	2	3	4	5
$M_{\max}$	0.00	216.8	262.3	255.1	114.8
$M_{\min}$	0.00	84.5	89.5	78.6	-17.5
$\pm M$ кН/м	Опора В	Второй пролет, сечения			Опора С
	7	8	9	10	11
$M_{\max}$	-163.7	70.1	165.9	83.7	-139.6
$M_{\min}$	-183.3	-62.2	-10.5	-49.4	-159.2

Эпюра огибающих моментов на два пролета показана на рис. 6.17.

Расчет прочности ригеля по сечениям, нормальным к продольной оси

Сечение в пролете (рис. 6.14, а),  $M = 262,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $h_0 = 550 - 60 = 490 \text{ мм}$ .

Подбор продольной арматуры производим согласно п. 3.21[40].

Вычисляем  $\alpha = M / (R b h^2) = 262,3 \cdot 10^6 / (17,0 \cdot 250 \cdot 490^2) = 0,257 < \alpha_R = 0,391$ .

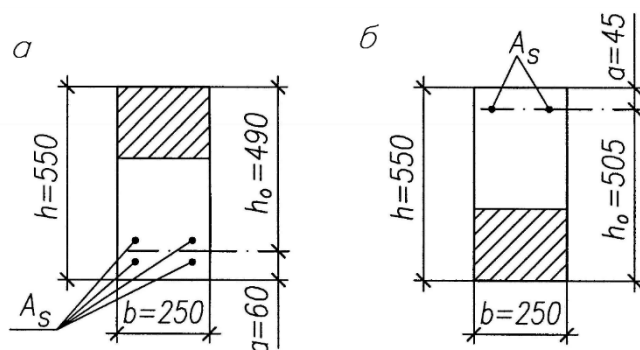


Рис. 6.14. К подбору продольной арматуры в ригеле:

а – сечение в пролете; б – сечение на опоре

Требуемую площадь арматуры вычислим по формуле:

$$A_s = \frac{R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha})}{R_s} = 17,0 \cdot 250 \cdot 490 \cdot \frac{(1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,257})}{350} = 1802 \text{ мм}^2$$

Принимаем 4Ø25А400 ( $A_s = 1963 \text{ мм}^2$ ).

Сечение на опоре (рис. 6.14, б),  $M = 178,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,  $h_0 = 550 - 45 = 505 \text{ мм}$ .

$\alpha_m = 178,2 \cdot 10^6 / (17,0 \cdot 250 \cdot 505^2) = 0,1644 < \alpha_R = 0,391$ , тогда:

Принимаем 2Ø28А400 ( $A_s = 1232 \text{ мм}^2$ ).

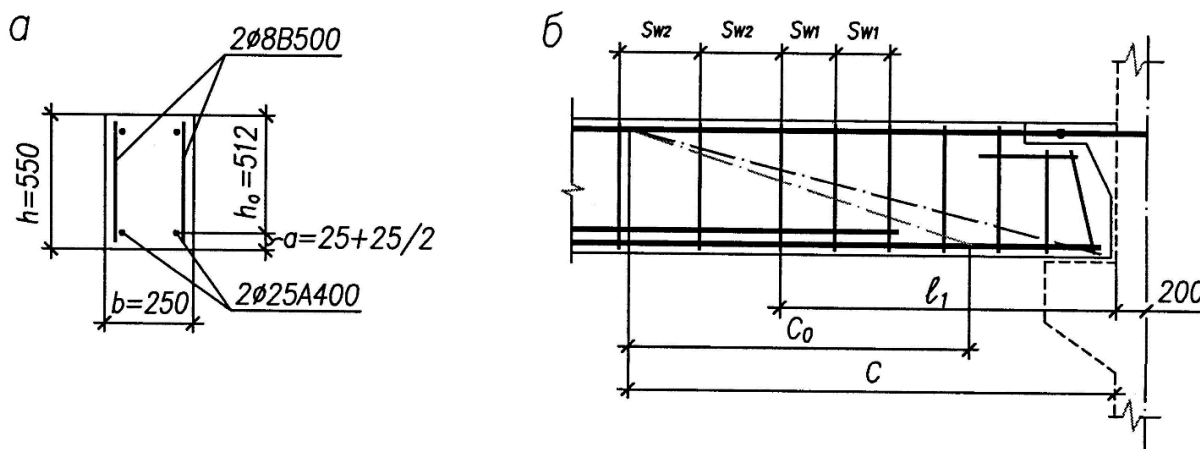
Монтажную арматуру принимаем 2Ø12А400 ( $A_s = 226 \text{ мм}^2$ ).

Выполнив аналогичные расчеты прочности нормальных сечений во втором пролете ригеля принимаем рабочую арматуру в пролете 4 Ø18А400 ( $A_s = 1018 \text{ мм}^2$ ), монтажную арматуру в пролете 2Ø16А400 ( $A_s = 402 \text{ мм}^2$ ), рабочую арматуру на опоре С 2Ø28А400 ( $A_s = 1232 \text{ мм}^2$ ).

*Расчет прочности ригеля по сечениям, наклонным к продольной оси,  $Q_{\max} = 221,5 \text{ кН}$ ,  $q_1 = q = 58,3 \text{ кН/м}$  (Н/мм).*

Определим требуемую интенсивность поперечных стержней согласно п.

3.33, б [40], принимая в опорном сечении  $h_0 = 512 \text{ мм}$  (см. рис. 6.15, а).



**Рис. 16.15. К расчету прочности ригеля по наклонным сечениям:**

а – расчетное сечение у опоры В; б – к определению  $l_1$

По формуле (3.46) [40] находим:

$$M_b = 1,5 \cdot R_{bt} b h_0^2 = 1,5 \cdot 1,15 \cdot 250 \cdot 512^2 = 113,05 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Вычислим  $Q_{b1} = 2\sqrt{M_b q_1} = 162,4 \text{ кН}$

Поскольку  $Q_{b1} < 2M_b/h_0 - Q_{max} = 2 \cdot 113,05/0,512 - 221,5 = 220,1 \text{ кН}$ , то требуемую интенсивность поперечных стержней  $q_{sw}$  определяем по формуле (3.53) [40], так как  $Q_{b1} > R_{bt} b h_0 = 1,15 \cdot 250 \cdot 512 = 147200 \text{ Н} = 147,4 \text{ кН}$ .

$$q_{sw} = \frac{Q_{max} - Q_{b1}}{1,5 h_0} = \frac{221,5 - 162,4}{1,5 \cdot 0,512} = 76,9 \text{ кН/м} \left( \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \right),$$

при этом соблюдается условие (3.49) [40]:

$$q_{sw} > 0,25 R_{bt} b = 0,25 \cdot 1,15 \cdot 250 = 71,9 \text{ Н/мм}.$$

По условию сварки принимаем поперечные стержни  $\varnothing 8$  класса В500 ( $R_{sw} = 300 \text{ МПа}$ ); при двух каркасах в расчетном сечении получим  $A_{sw} = 101 \text{ мм}^2$ ; требуемый по расчету шаг поперечных стержней должен быть равен:

$$s_w = \frac{R_{sw} A_{sw}}{q_{sw}} = \frac{300 \cdot 101}{76,9} = 394 \text{ мм}$$

Согласно п. 5.21[40] шаг поперечных стержней у опоры должен быть не более  $0,5 h_0 = 0,5 \cdot 512 = 256 \text{ мм}$  и не более 300 мм. Максимально допустимый шаг поперечных стержней вычисляем по формуле (3.60) [40]:

$$s_{max} = R_{bt} b h_0^2 / Q_{max} = 1,15 \cdot 250 \cdot 512^2 / (221,5 \cdot 10^3) = 340 \text{ мм}.$$

Принимаем шаг поперечных стержней у опоры  $s_{w1} = 250 \text{ мм}$ , удовлетворяющий расчетным и конструктивным требованиям с фактической интенсивностью поперечных стержней  $q_{sw1} = R_{sw} A_{sw} / s_{w1} = 300 \cdot 101 / 250 = 121,2 \text{ Н/мм} > 76,9 \text{ Н/мм}$ .

Шаг поперечных стержней в пролете ригеля должен быть не более  $0,75 h_0 = 0,75 \cdot 512 = 384 \text{ мм}$  и не более 500 мм. Принимаем шаг поперечных стержней в пролете  $s_{w2} = 380 \text{ мм}$ , удовлетворяющий конструктивным требованиям с фактической интенсивностью поперечных стержней  $q_{sw2} = R_{sw} A_{sw} / s_{w2} = 300 \cdot 101 / 380 = 79,7 \text{ Н/мм}$ .

Для определения минимальной длины участка ригеля с интенсивностью поперечных стержней  $q_{sw1}$  в соответствии с п. 3.34[40] находим

$$\Delta q_{sw} = 0,75(q_{sw1} - q_{sw2}) = 0,75(121,2 - 79,7) = 31,1 \text{ Н/мм}.$$

Так как  $\Delta q_{sw} < q_1 = 58,3 \text{ Н/мм}$ , то величину  $l_1$  (см. рис. 6.15, б) вычисляем по формуле (3.58)[40]:

$$\begin{aligned}
l_1 &= c - \frac{\frac{M_b}{c} + 0,75q_{sw1}c_0 - Q_{max} + q_1c}{\Delta q_{sw}} \\
&= 1,536 - \frac{\frac{113,05}{1,536} + 0,75 \cdot 121,2 \cdot 1,024 - 221,54 + 58,3 \cdot 1,536}{31,1} \\
&= 0,421 \text{ м},
\end{aligned}$$

$$\text{где } c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1 - \Delta q_{sw}}} = \sqrt{\frac{113,05}{58,3 - 31,1}} = 2,04 \text{ м} > \frac{2h_0}{1 - 0,5 \frac{q_{sw}}{R_{bt}b}} = \frac{2 \cdot 0,512}{1 - 0,5 \frac{121,2}{1,15 \cdot 250}} = 1,30 \text{ м},$$

но поскольку  $c = 2,04 \text{ м} > 3h_0 = 3 \cdot 0,512 = 1,536 \text{ м}$ , принимаем  $c = 1,536 \text{ м}$ ; с учетом условия  $c_0 = c$ , но не более  $2h_0$ , принимаем  $c_0 = 2 \cdot 0,512 = 1,024 \text{ м}$ .

При конструировании ригеля фактическая длина  $l_1$  принимается с учетом длины обрываемых стержней продольной рабочей арматуры.

Проверяем прочность наклонной полосы между наклонными трещинами по условию (3.43) [40]:

$$0,3R_{bt}bh_0 = 0,3 \cdot 17,0 \cdot 250 \cdot 512 = 652,8 \cdot 103 \text{ Н} = 652,8 \text{ кН} > Q_{max} = 221,5 \text{ кН},$$

следовательно, прочность и наклонной полосы обеспечена.

*Построение эпюры материалов* выполняем с целью рационального конструирования продольной арматуры ригеля в соответствии с огибающей эпюрой изгибающих моментов (рис. 6.16, а).

Определяем изгибающие моменты, воспринимаемые в расчетных сечениях, по фактически принятой арматуре.

Сечение в пролете с продольной арматурой 2Ø25А400 (рис. 6.16, б),  $A_s = 982 \text{ мм}^2$ ;

$$x = R_s A_s / (R_b b) = 350 \cdot 982 / (17,0 \cdot 250) = 76,4 \text{ мм}, \quad \xi = x / h_0 = 76,4 / 512 = 0,160 < \xi_R = 0,533;$$

$$\text{тогда } M_{ult} = R_s A_s (h_0 - 0,5x) = 350 \cdot 982 (512 - 0,5 \cdot 76,4) = 162,8 \cdot 106 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 162,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сечение в пролете с продольной арматурой 4Ø25А400 (рис. 6.16, в),

$$A_s = 1963 \text{ мм}^2; \quad x = 350 \cdot 1963 / (17,0 \cdot 250) = 161,7 \text{ мм}, \quad \xi = 161,7 / 482 = 0,335 < \xi_R = 0,533;$$

$$\text{тогда } M_{ult} = 350 \cdot 1963 (482 - 0,5 \cdot 161,7) = 275,6 \cdot 106 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 275,6 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сечение в пролете с конструктивной арматурой в верхней зоне 2Ø12А400 (рис. 6.16, г),  $A_s = 226 \text{ мм}^2$ ;  $x = 350 \cdot 226 / (17,0 \cdot 250) = 18,6 \text{ мм}$ , тогда

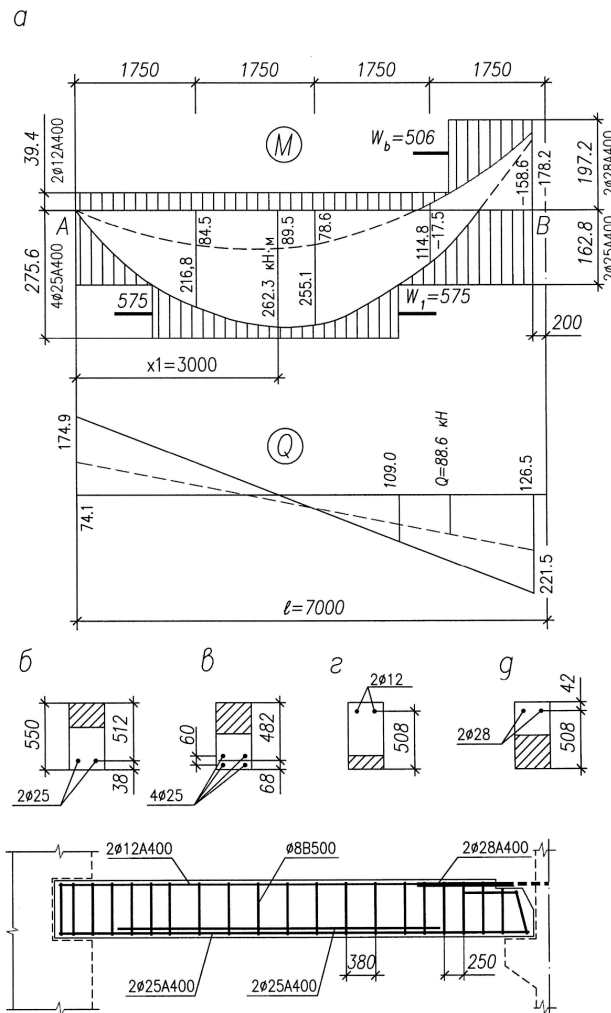
$$M_{ult} = 350 \cdot 226(508 - 0,5 \cdot 18,6) = 40,0 \cdot 106 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 39,4 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Сечение у опоры с арматурой в верхней зоне 2Ø28A400 (рис. 6.16, д),  $A_s = 1232 \text{ мм}^2$ ;  $x = 350 \cdot 1232 / (17,0 \cdot 250) = 101,5 \text{ мм}$ ,  $\xi = 101,5 / 508 = 0,200 < \xi_R = 0,533$ ;

$$\text{тогда } M_{ult} = 350 \cdot 1232(508 - 0,5 \cdot 101,5) = 197,2 \cdot 106 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 197,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Пользуясь полученными значениями изгибающих моментов, графическим способом находим точки теоретического обрыва стержней и соответствующие им значения поперечных сил (рис. 6.16, а).

Вычисляем необходимую длину заведения обрываемых стержней за точки теоретического обрыва для обеспечения прочности наклонных сечений на действие изгибающих моментов согласно п. 3.47 [40].



**Рис. 6.16. К построению эпюры материалов ригеля**

а – огибающие эпюры  $M$  и  $Q$  и эпюра продольной арматуры; б . . . д – расчетные сечения для определения изгибающих моментов по фактически принятой арматуре; е – схема армирования

Для нижней арматуры по эпюре  $Q_{max}$  графическим способом находим поперечную силу в точке теоретического обрыва стержней Ø25 мм  $Q = 109$  кН. Поскольку  $\frac{Q}{2q_{sw}} = \frac{109,0}{2 \cdot 121,2} = 0,45 \text{ м} \ll h_0 = 0,512 \text{ м}$ , то длину заведения обрываемых стержней за точки теоретического обрыва вычисляем по формуле (3.79)[40]:

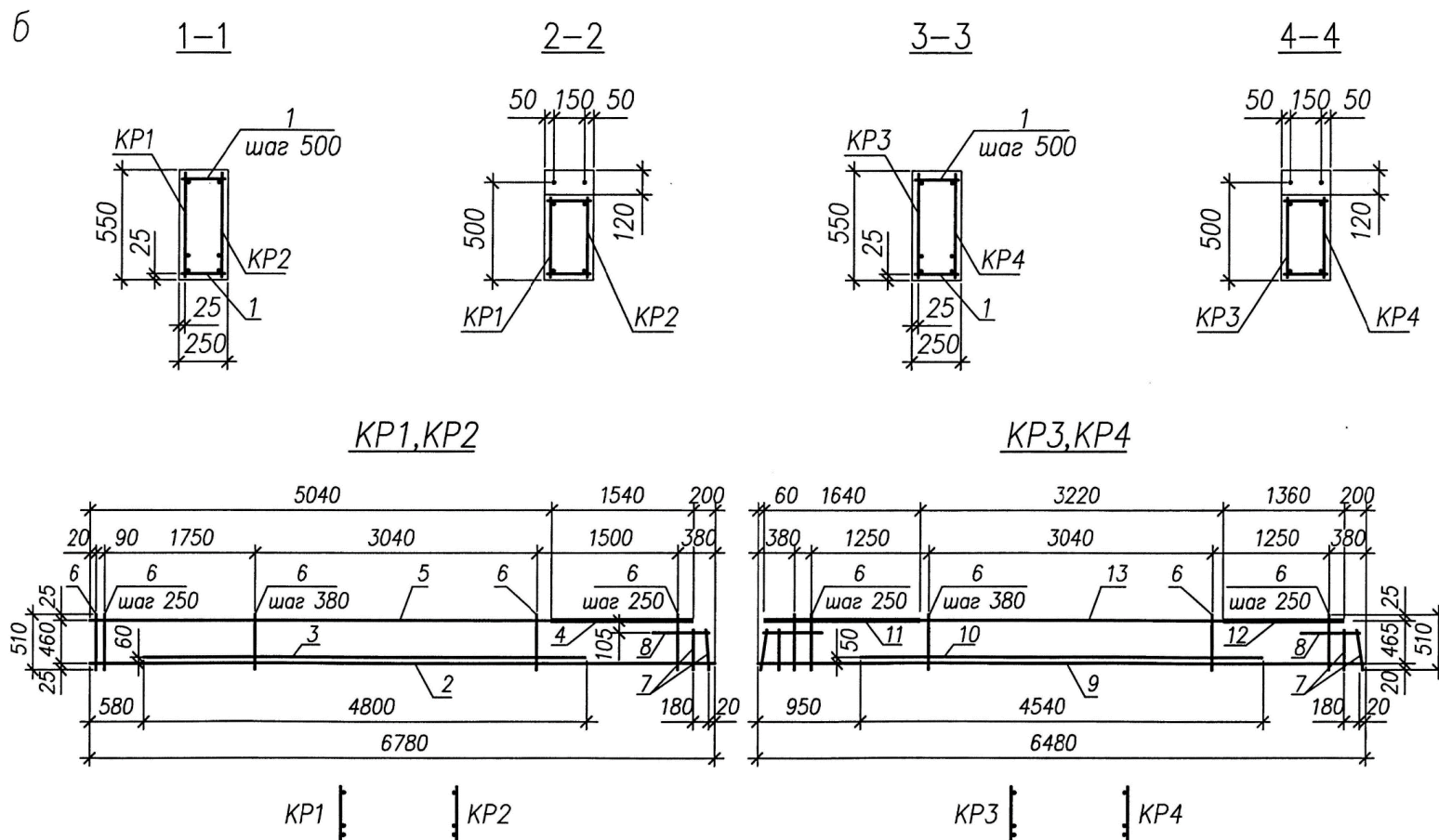
$$W_1 = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5d_s = \frac{109,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 121,2} + 5 \cdot 25 = 575 \text{ мм}$$

Для верхней арматуры Ø28 мм у опоры В по эпюре  $Q_{min}$  находим  $Q = 88,6$  кН, соответственно получим:

$$W_b = \frac{88,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 121,2} + 5 \cdot 28 = 506 \text{ мм}$$

Аналогичный расчет выполняется для построения эпюры материалов во втором пролете ригеля. Огибающая эпюра моментов и эпюра материалов показаны на рис. 6.17, а. Армирование ригеля и арматурные изделия представлены на рис. 6.17, б.





**Рис. 6.17. Армирование неразрезного ригеля:** а – эпюра материалов, опалубочные размеры и схема армирования;

б – сечения и арматурные изделия



## **7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **7.1. Общие положения (раздел заменен и откорректирован)**

Сметная стоимость – это сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами. Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные работы. Сметная стоимость определяется сметой. Смета входит в состав проектной документации и составляется в порядке определенном Методикой определения стоимости строительной продукции на территории РФ разработанной и утвержденной Госстроем РФ МДС81-35.2004 проектной организацией по заказу заказчика.

Состав разделов проектной документации определен Постановлением Правительства РФ №87 от 16.02.2008г. «О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию»

Сметная документация составляется в определенной последовательности переходя от мелких к более крупным элементам строительства, представляющим собой:

1. Вид работ (земляные, каменные, кровельные и др.)
2. Объект
3. Этап строительства
4. Очередь строительства
5. Стройка в целом

Для составления сметной документации необходимо иметь следующие исходные данные:

1. Исходные данные заказчика для разработки сметной документации.

2. Проектная документация (рабочие чертежи, ведомости объемов СМР, спецификации и ведомости потребности в оборудовании, решения по организации и очередности строительства определенные проектом организации строительства, пояснительная записка).

3. Действующие сметные нормативы (нормы и расценки, а также отпускные цены и транспортные расходы, расходы на материалы, оборудование, мебель и инвентарь и планово-расчетные цены на строительные машины и механизмы).

#### 4. Отдельные относящиеся к соответствующей стройке решения федеральных и других органов управления.

Для определения сметной стоимости строительства проектируемых предприятий, зданий, сооружений или их очередей составляется сметная документация, состоящая из локальных смет, объектных смет, сметных расчетов на отдельные виды затрат, сводных сметных расчетов стоимости строительства.

Стоимость строительства в составе сметной документации определяется в двух уровнях цен:

а) в базисном уровне, на основе действующих сметных норм, расценок и цен сметно-нормативной базы 2001года (в редакции 2014г.), разработанной в ценах по состоянию на 01.01.2000г. При определении стоимости в базисном уровне цен необходимо использовать сборники Федеральных или Территориальных единичных расценок; сметных цен на строительные материалы, изделия и конструкции; сметных расценок на эксплуатацию строительных машин и автотранспортных средств; сметных цен на перевозки грузов для строительства.

б) в текущем уровне цен с использованием следующих методов определения стоимости:

- *базисно-индексным* основанном на использовании системы текущих и прогнозных индексов по отношению к стоимости, определенной в базисном уровне цен. Индексы разрабатываются ежеквартально Министерством строительства и ЖКХ РФ по видам строительства и территориальным регионам. Индекс изменения стоимости строительно-монтажных работ на 3-й квартал 2015г. по Ростовской области составил от 5.5 до 10,0 раз (без НДС) в зависимости от объекта строительства. Индексы публикуются на сайтах Минстроя РФ и Минстроя РО;

- *ресурсным методом* на основе сборников государственных элементных сметных норм (ГЭСН), фактических цен на ресурсы.

При ресурсном методе определения стоимости осуществляется калькулированием в текущих ценах и тарифах ресурсов (элементов затрат), необходимых для реализации проектного решения. В качестве исходных данных для последующего определения прямых затрат в локальной ресурсной смете выделяются следующие группы ресурсов:

трудовые ресурсы – данные о трудоемкости работ (чел.-ч) рабочих, выполняющих соответствующие работы и обслуживающих строительные машины;

наименование строительных машин с указанием времени их использования в машино-часах;

материальные ресурсы, учтенные в сборниках ГЭСН, в принятых единицах физических измерений;

Стоимость материальных ресурсов и оборудования, определяемая в текущем уровне цен, должна обосновываться данными мониторинга стоимости ресурсов (с учетом транспортных затрат, заготовительно-складских расходов и расходов посредников), а также экономической целесообразностью;

*-на основе укрупненных сметных нормативов*

Укрупненные сметные нормативы по степени укрупнения и функциональному назначению подразделяются:

на укрупненные нормативы цены строительства (НЦС) и укрупненные нормативы цены конструктивных решений (НЦКР) разработаны в уровне цен по состоянию на 1 января 2014 года, без НДС (текущий уровень цен).

НЦС предназначены для планирования инвестиций (капитальных вложений), оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения, и подготовки технико-экономических показателей в задании на проектирование. НЦС представляет собой объем денежных средств, необходимый и достаточный для возведения объекта капитального строительства, рассчитанный на установленную единицу измерения (единица площади зданий и сооружений; 1 место или 1 посещение; 1 км линейных сооружений; 1 га площади; другие измерители, наиболее полно отражающие специфику того или иного объекта).

## **7.2 Локальные сметы**

Локальные сметы относятся к первичным сметным документам и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям или по общеплощадочным работам на основе объемов, определившихся при

разработке рабочей документации .Локальные сметы составляются по единой форме (МДС81-35.2004 приложение №2 образец №4 и 6) табл.7.1

Таблица 7.1 Локальная смета №\_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_

(наименование работ, затрат, наименование объекта)

Основание: чертежи №\_\_\_\_\_

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ тыс.руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ тыс.руб.

Составлена в ценах по состоянию \_\_\_\_\_ тыс.руб.

№ п/ п	Шифр и номер позици и нормат ива	Наименов ание работ и затрат, ед.изм.	Количество	Стоимость единицы		Общая стоимость			Затраты труда рабочих, не занятых обслуживан ием машин.	
				Все го	Эксп л. маш ин	Все го	Ола ты труд а	Эксп л. маш ин	На едини цу	Все го
				Опл тру да	В т.ч. опл. труд а			В т.ч. опл. труд а		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Составил \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

В локальных сметах производится группировка данных в разделы по отдельным конструктивным элементам здания (сооружения), видам работ и устройств. Порядок группировки должен соответствовать технологической последовательности работ и учитывать специфические особенности

отдельных видов строительства.

*Локальная смета на строительные работы* может иметь разделы: земляные работы; фундаменты и стены подземной части; стены; каркас; перекрытия; перегородки; полы и основания; покрытия и кровли; заполнение проемов; лестницы и площадки; отделочные работы; разные работы (крыльца, отмостки и пр.).

*Локальная смета на специальные строительные работы* может иметь разделы: фундаменты под оборудование; специальные основания; каналы и приемки; обмуровка, футеровка изоляции; химические защитные покрытия и т. д.

*Локальная смета на внутренние санитарно-технические работы* может иметь разделы: водопровод, канализация, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха и т. д.

*Локальная смета на монтаж оборудования* может иметь разделы: приобретение и монтаж технологического оборудования, технологические трубопроводы, металлические конструкции, связанные с установкой оборудования, и т. п.

Стоимость, определяемая локальными сметами, включает прямые затраты, накладные расходы и сметную прибыль.

$$C_{\text{смп}} = \text{ПЗ} + \text{НР} + \text{СП}$$

Прямые затраты учитывают стоимость оплаты труда рабочих-строителей; эксплуатации строительных машин, в том числе оплату труда машинистов; сметную стоимость материалов, изделий и конструкций

$$\text{ПЗ} = \text{Зр} + \text{Эм} + \text{М}$$

Накладные расходы учитывают затраты строительно-монтажных организаций, связанные с созданием условий производства, его обслуживанием, организацией и управлением.

Сметная прибыль – сумма средств, необходимых для покрытия расходов строительно-монтажных организаций на развитие производства, социальной сферы и материальное стимулирование.

Прямые затраты определяются умножением единичной расценки (по каждой статье затрат) на объем работ по проекту. Единичные расценки определяются по сборникам соответствующих видам работ строительным и

специальным работам ,монтажным и другим разработанным в уровне цен на 1.01.2000 г. (в редакции 2014г.)В отдельных единичных расценках указаны материалы, стоимость которых не учтена в расценке, а приведена только норма расхода на единицу измерения данного вида работ. В этом случае, стоимость этих материалов определяется дополнительно, при этом стоимость единицы определяется по сборнику сметных цен на строительные материалы, изделия и конструкции составленному в уровне цен на 1.01.2000 года.

Накладные расходы определяется косвенным путем в % от начисляемой базы, за которую принята сумма заработной платы рабочих и машинистов строительных машин из прямых затрат локальной сметы, N – норма накладных расходов в %, зависит от видов строительства и видов работ.

$$НР = N(Зр + Зм)$$

Для определения стоимости строительства на различных стадиях инвестиционного процесса используется система нормативов накладных расходов, которые по своему функциональному назначению и масштабу применения подразделяются на следующие виды:

1. укрупненные нормативы по основным видам строительства
2. нормативы по видам строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ
3. индивидуальные нормы для конкретных строительно-монтажных и ремонтно-строительных организаций.

В дипломном проекте используем нормативы накладных расходов по видам строительства. Система указанных нормативов состоит из 10 видов и приведена в приложении 3 МДС81-33.2004, имеет значения от 95 до 125%. Начисления накладных расходов в локальной смете производим в конце сметы за итогом прямых затрат.

Сметная прибыль определяется в соответствии с положениями, определяемыми методическими указаниями МДС 81-25.2001 «Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве » и письмом Госстроя от 18.11.2004г № АП -5536-06 «Об изменении нормативов сметной прибыли по видам строительных и ремонтно-строительных работ».

Сметная прибыль определяется с использованием:

1. общеотраслевых нормативов, устанавливаемых для всех исполнителей работ.
2. нормативы по видам строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ.
3. индивидуальные нормы, разрабатываемые в отдельных случаях для конкретной подрядной организации

Сметная прибыль определяется по формуле:

$$СП = N \cdot (З_p + З_m) \quad \text{где, } N - \text{норматив сметной прибыли}$$

$З_p + З_m$  – заработная плата рабочих из  
прямых затрат

В дипломном проекте применяем отраслевой норматив сметной прибыли, который составляет :

- для нового строительства – 65%,
- для ремонтно-строительных работ – 50%.

Начисление сметной прибыли производится в конце локальной сметы по итогам прямых затрат.

По итогу локальной сметы определяем стоимость строительно-монтажных работ.

### **7.3 Объектная смета**

Объектная смета определяет сметную стоимость строительства объекта

Объектная смета составляется по унифицированной форме (образец №3 из приложения №2 к МДС 81-35.2004) путем объединения в своем составе данных из локальных смет, составленных по данному объекту. При составлении объектной сметы затраты группируются в графы по элементам стоимости строительства:

-строительные работы;

-монтажные работы;

-стоимость оборудования,мебели,инвентаря;

- прочие затраты.

Так же в объектной смете определяется построчно и в целом по смете показатель единичной стоимости на расчетный измеритель объекта и средства на оплату труда.

Объектная смета в дипломном проекте составляется по укрупненным показателям на 1м объема здания, на 1м площади здания, которые следует устанавливать на основе паспортов типовых проектов зданий или сооружений или пользоваться данными, приведенными в учебном пособии. Форма объектной сметы приведена в табл.7

Таблица 7.2 Объектная смета № \_\_\_\_\_

на строительство \_\_\_\_\_

(наименование объекта)

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ тыс.руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ тыс.руб.

Расчетный измеритель единичной стоимости \_\_\_\_\_

Составлена в ценах по состоянию на \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

№ п/п	Номера сметных расчетов,смет	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость тыс.руб.				Всего	Ср. на опл.труда
			Строительн ых работ	Монтажных работ	Оборудования, мебели, инвентаря	Прочих затрат		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Составил \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_



Нумерация локальных смет производится при формировании объектной сметы с учетом номера и наименования главы сводного сметного расчета стоимости строительства, в которую она включается.

Как правило, нумерация локальных смет производится следующим образом: первые две цифры соответствуют номеру главы сводного сметного расчета, вторые две цифры – номеру строки в главе и третьи две цифры означают порядковый номер локальной сметы в данной объектной смете(например 02-01-03).

Сметная стоимость оборудования, его монтаж и стоимость приспособлений и производственного инвентаря на уровне базисных цен 2000 г. могут определяться в дипломном проекте по укрупненным показателям (табл. 7.3).

*Таблица 7.3. Укрупненные ориентировочные показатели стоимости оборудования, его монтажа и стоимость приспособлений и производственного инвентаря*

Наименование	Стоимость приспособлений и инвентаря, % от стоимости СМР	Стоимость оборудования, % от стоимости строительно-монтажных работ	Стоимость монтажа оборудования, % от его стоимости
Ангар	2	40	20
Вокзал	6	—	—
Гараж	5	40	20
Гостиница	20	—	—
Эlevator	1	30	8
Зрелищные мероприятия	10	10	20
Павильон	3	2	—
Промышленный объект	8	80	12
То же, химии	4	116	16
Промышленные объекты машиностроения	5	65	10

Предприятия промышленности стройматериалов	5	85	7
Спортивные сооружения	20	—	—
Торговое здание	6	10	20
Школы	10	10	—

#### **7.4 Составление сводного сметного расчета стоимости строительства**

Сводные сметные расчеты стоимости строительства предприятий, зданий, сооружений рассматриваются как документы, определяющие сметный лимит средств, необходимых для полного завершения строительства всех объектов, предусмотренных проектом. Утвержденный в установленном порядке сводный сметный расчет стоимости строительства служит основанием для определения лимита капитальных вложений и открытия финансирования строительства.

Сводный сметный расчет стоимости к проекту на строительство предприятия, здания, сооружения составляется по образцу № 1, приведенному в приложении № 2 МДС 81-35-2004

В него включаются отдельными строками итоги по всем объектным сметам без сумм на покрытие лимитированных затрат, а также сметным расчетам на отдельные виды затрат. В позициях сводного сметного расчета стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений указывается ссылка на номер указанных сметных документов. Сметная стоимость каждого объекта, предусмотренного проектом, распределяется по графам, обозначающим сметную стоимость: строительных работ, монтажных работ, оборудования, мебели и инвентаря, прочих затрат и общая сметная стоимость.

Сводный сметный расчет на строительство составляется в текущем уровне цен. Для формирования стоимости в текущем уровне цен используется базисный уровень цен 2001 года с последующей индексацией.

В целях систематизации затрат по их категориям и объектам сводный сметный расчет подразделяется на отдельные главы состав которых различен. Каждая глава имеет специальное название и назначение.

Порядок определения в дипломном проекте затрат по графам и главам сводного сметного расчета стоимости строительства в базисном уровне цен указан ниже.

#### Глава 1 «Подготовка территории строительства»

В эту главу включаются средства на работы и затраты, связанные с отводом и освоением застраиваемой территории. К этим работам относятся – отвод земельного участка, выделение красных линий застройки, разбивка основных осей зданий и сооружений и закрепление их на местности; разработка градостроительного плана участка под строительство;

- компенсация стоимости сносимых строений и насаждений, переселение жильцов из сносимых домов, стоимость затрат на вынос инженерных сетей и сооружений с площадки строительства, снятие и хранение плодородного слоя почвы;

- плата за пользование земельным участком на период строительства объекта; (аренда или плата за землю и земельный налог)

- плата за выдачу технических условий и требований на технологическое присоединение проектируемых объектов к инженерным сетям общего пользования;

- затраты, связанные с выполнением археологических раскопок в пределах строительной площадки;

- стоимость других работ по освоению строительной площадки, определенных проектом организации строительства (рекомендуемый

перечень затрат включаемых в главу 1 приведен в приложении №6 МДС81-35.2004

Стоимость затрат, включаемых в главу 1 определяется сметными расчетами на основании проектных объемов, действующих тарифов и цен, относятся к прочим затратам.

В дипломном проекте размер указанных затрат определяется в процентном отношении от стоимости работ включенных в главу 2 т.е. объектной сметы на возведение основных объектов строительства в размере:

- для объектов производственного назначения 6-8%;
- для объектов непроизводственного назначения 4-6%

и указывается в графах 4-8 (см. таблицу 7.4)

#### Глава 2 «Основные объекты строительства»

Включается итоговые результаты из объектной сметы в графы 4-8.

#### Глава 3 «Объекты подсобного и обслуживающего назначения»

Учитываются сметная стоимость строительства объектов подсобного и обслуживающего назначения, определяемая по укрупненным показателям на 1м<sup>3</sup> строительного объема здания.

#### Глава 4 «Объекты энергетического хозяйства»

Стоимость объектов энергетического хозяйства определяется по укрупненным показателям и указывается в гр. 4-6 и 8.

#### Глава 5 «Объекты транспортного хозяйства и связи»

Стоимость объектов определяется по укрупненным показателям и указывается в гр. 4-6 и 8.

Глава 6 «Наружные сети и сооружения водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения и газоснабжения».

Стоимость объектов определяется по укрупненным показателям и указывается в гр. 4 и 8. При определении сметной стоимости по главам 4- 6 необходимо пользоваться генпланом для подсчета объемов инженерных коммуникаций и протяженности дорог.

#### Глава7 «Благоустройство и озеленение территории»

Стоимость строительства объектов включаемых в данную главу определяются в процентах от суммы глав 2 и 3 в размере:

- для объектов производственного назначения – 3,5%; - для объектов не производственного назначения – 4%.

По итогам глав 1-7 подводим итоги по гр.4- 8

#### Глава8 «Временные здания и сооружения»

Включаются средства на строительство и разработку титульных временных зданий и сооружений, возводимых на строительной площадке на период строительства объектов.

Затраты определяются по нормам, приведенным в приложении 1 сборника Государственных сметных норм затрат ГСН81-05-01-2001.

Нормы установлены в процентах от стоимости строительных и монтажных работ от итога глав 1-7 сводного сметного расчета, включаются в гр. 4-5 и 8. Нормы зависят от объекта строительства и имеют значения в пределах от 1,1% до 10,1%.

#### Глава 9 «Прочие работы и затраты»

В данную главу включаются средства на основные виды прочих работ и затрат происходящих в процессе строительства объектов и при подготовке объекта к сдаче в эксплуатацию. Работы включаемые в главу 9 должны быть предусмотрены проектом организации строительства. Рекомендуемый перечень прочих работ и затрат приведен в приложении №8 МДС81 -35.2004. Основными из них являются:

а) дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время – определяются по норме, принимаемой по сборнику Государственных сметных норм ГСН 81-05-02-2007. Нормы установлены в процентах от стоимости строительных и монтажных работ, начисления производятся от сметной стоимости строительно-монтажных работ по итогам глав 1 -8, включаются в гр. 4-5 и 8. Нормы зависят от региона строительства, объекта строительства и условий застройки. Нормы имеют значения в пределах от 0,3% до 17,4%.

б) стоимость затрат на проведение пусконаладочных работ технологического оборудования определяется по локальной смете, включается в графу 7 и 8. В дипломном проекте стоимость пусконаладочных работ определяем в размере 5% процентов от стоимости оборудования.

#### Глава 10 «Содержание службы заказчика. Строительный контроль»

В данную главу включаются затраты на содержание службы заказчика на период строительства объекта. Стоимость затрат определяется по укрупненному нормативу, установленному Постановлением Правительства РФ от 21 июня 2010 г. №468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства объектов капитального строительства». Норматив установлен в процентах от стоимости строительства в базисных ценах на 01.01.2000г

- для объектов стоимостью до 30 млн руб. – 2,14%
- для объектов стоимостью от 30 до 50 млн руб. – 1,93%
- для объектов стоимостью от 50 до 70 млн руб. – 1,81%

Затраты определяются от сметной стоимости строительства итога глав 1 – 9 и 12, включаются в графу 7 и 8.

#### Глава 11 «Подготовка эксплуатационных кадров для строящегося объекта капитального строительства».

При строительстве новых предприятий могут учитываться расходы на подготовку рабочих новых профессий и других специальных кадров. Затраты определяются сметным расчетом исходя из потребности в рабочих, определяемой в технологической части проекта и расходов на обучение, включаются в гр. 7 и 8. Данные затраты определяются по справке заказчика. В дипломном проекте при отсутствии данных затраты не определяются.

. Глава 12 «Проектные и изыскательские работы» В данную главу включаются средства на:

а) стоимость проектно-изыскательских работ определяется на основе справочников базовых цен на проектные и изыскательские работы разработанных по объектам строительства в ценах на 01.01.2001г. с последующей индексацией на индекс на проектные и изыскательские работы, который разрабатывается ежеквартально Минстроем РФ и действует на всей территории РФ.

В дипломном проекте стоимость проектных и изыскательских работ от сметной стоимости строительства по итогу глав 1 - 9 в размере:

- для объектов производственного назначения – 8%;
- для объектов не производственного назначения – 5%.

Затраты включаются в графы 7 и 8.

б) средства на проведение авторского надзора проектных организаций за строительством определяется в размере 0,2% от полной стоимости по итогам глав 1 – 9, включается в графы 7 и 8. Решение о необходимости проведения авторского надзора принимает заказчик.

в) стоимость экспертизы проектной документации определяется в соответствии с положением Постановления правительства РФ №145 от 5 марта 2007 г. с использованием норматива, выраженного в процентах, начисление производится от стоимости проектных работ в ценах 2001г.:

- при стоимости работ до 0,15 млн руб. – 33,75%
- при стоимости работ более 0,15 млн руб. – 29,25%

- при стоимости работ более 0,25 млн руб. – 27,3%

За итогом глав 1 – 12 производится начисление средств на непредвиденные работы и затраты, размер которых устанавливается в соответствии с МДС81-35.2004 п. 4.96. в размере:

- для объектов производственного назначения - 3%;
- для объектов непроизводственного назначения - 2%;
- для уникальных объектов - 10%.

После начисления непредвиденных затрат определяется сметная стоимость строительства в базисных ценах по каждому элементу стоимости и общая стоимость.

Определение стоимости в текущих ценах производится базисно-индексным методом с использованием системы индексов пересчета стоимости на период составления сметы:

- $I_{смр}$  зависит от объекта строительства и территории строительства;
- $I_{об}$  зависит от отрасли народного хозяйства;
- $I_{пр}$  зависит от отрасли народного хозяйства.

Индексы разрабатываются ежеквартально, утверждаются исполнительным органом государственной власти Минстроем РФ.

После определения стоимости в текущих ценах производится начисление налога на добавленную стоимость по ставкам, установленным законодательно в размере 18%

По итогу сводного сметного расчета определяем сметную стоимость строительства с учетом НДС.



За итогом сводного сметного расчета справочно указываются возвратные суммы, учитывающие стоимость материалов и конструкций, полученных от разборки временных зданий и сооружений в размере 15% от сметной стоимости временных зданий и сооружений указанной в главе 8

.Сводный сметный расчет стоимости строительства в базисном и текущем уровне цен ,утвержденный в установленном порядке. является основанием для составления протокола договорной цены и определения начальной максимальной цены объекта строительства. Распределение затрат по главам и графам сводного сметного расчета стоимости строительства приведено в таблице 7.4

*.Таблица 7.4*

Заказчик(Инвестор)\_\_\_\_\_

«Утвержден» «\_\_\_»\_\_\_\_\_201\_\_г.

Сводный сметный расчет в сумме\_\_\_\_\_тыс.руб.

(ссылка на документ об утверждении)

### **Сводный сметный расчет стоимости строительства**

( наименование стройки)

Составлен в ценах по состоянию на\_\_\_\_\_20\_\_\_\_г.

№ п/п	№ смет и расчете в	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.
			строите- льных работ	монтажны х работ	оборудо- вания, мебели и инвентаря	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 1. Подготовка территории строительства					

		Отвод земельного участка под строительство	—	—	—	+	+
		Компенсация стоимости сносимых строений и насаждений	—	—	—	+	+
		Затраты по снятию и хранению плодородного слоя	+	—	—	+	+
		Плата за пользование земельным участком	—	—	—	+	+
		Плата за технологическое присоединение объектов к инж.сетям общ.польз.	—	—	—	+	+
		Снос зданий и сооружений	+	-	—	—	+
		Затраты, связанные с вып. археол.раскопок	—	—	—	+	+
		Итого:	+	-	-	+	+
		Глава 2. Основные объекты строительства					
		.....	+	+	+	+	+
		.....	+	+	+	+	+
		Итого:	+	+	+	+	+
		Глава 3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения					
		.....	+	+	+	+	+
		.....	+	+	+	+	+
		Итого:	+	+	+	+	+
		Глава 4. Объекты энергетического хозяйства					
		.....	+	+	+	+	+
		.....	+	+	+	+	+

		Итого:	+	+	+	+	+
		Глава 5. Объекты транспортного хозяйства и связи					
		.....	+	+	+	+	+
		.....	+	+	+	+	+
		Итого:	+	+	+	+	+
		Глава 6. Наружные сети сооружения водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения и газоснабжения					
		.....	+	+	+	+	+
		.....	+	+	+	+	+
		Итого:	+	+	+	+	+
		Глава 7. Благоустройство и озеленение территории					
		.....	+	-	-	+	+
		.....	+	-	-	+	+
		Итого:	+	-	-	+	+
		Итого по гл.1-7	+	+	+	+	+
		Глава 8. Временные здания и сооружения					
		.....	+	+	-	-	+
		.....	+	+	-	-	+
		Итого	+	+	-	-	+
		Итого: по гл.1-8	+	+	+	+	+
		Глава 9. Прочие работы и затраты	+	+	-	-	+
		Удорожание работ в зимнее время					

		Затраты на проведение пусконаладочных работ	-	-	-	+	+
		Затраты, связанные с командированием рабочих для вып. работ	-	-	-	+	+
		Итого:	+	+	-	+	+
		Итого: по гл. 1-9	+	+	+	+	+
		Глава 10. Содержание службы заказчика. Строительный контроль					
			-	-	-	+	+
			-	-	-	+	+
		Итого:	-	-	-	+	+
		Глава 11. Подготовка эксплуатационных кадров для строящегося объекта капитального строительства					
		Подготовка эксплуатационных кадров	-	-	-	+	+
		Итого:	-	-	-	+	+
		Глава 12. Проектные и изыскательные работы					
		Проектные и изыскательные работы	-	-	-	+	+
		Авторский надзор	-	-	-	+	+
		Экспертиза проекта	-	-	-	+	+
		Итого:	-	-	-	+	+
		Итого: по гл. 1-12	+	+	+	+	+
		Резерв на непредвиденный работы и затраты	+	+	+	+	+
		Всего по сводному расчету, в том числе возвратных сумм	+	+	+	+	+

		Составил	(подпись)
--	--	----------	-----------

## 7.5. Определение твердой договорной цены

Начальная максимальная цена строительной продукции, объекта или комплекса работ устанавливается заказчиком в текущих ценах на момент объявления торгов. Основанием для ее определения служит утвержденная в установленном порядке смета в базисном уровне цен входящая в состав проектной документации.

Пересчет в текущие цены производится с применением установленных в регионе текущих индексов. Стоимость в текущих ценах корректируется с учетом влияния прогнозируемой инфляции в течение срока строительства объекта путем применения индексов-дефляторов. Твердая договорная цена строительной продукции фиксируется по результатам проведенных торгов с учетом предложений победителей торгов по снижению начального уровня начальной цены.

$$\text{Цдог.} = \text{Сб.ц.} * \text{И} * \text{Кд} * \text{Кп}$$

Сб.ц. – сметная стоимость в базисных ценах;

И – индекс на период расчета;

Кд – коэффициент дефлятора;

Кп – коэффициент понижающий (тендерного снижения).

Цена в текущем уровне цен определяется на основании определенной твердой договорной цены, установленной в результате проведения торгов, оформляется протокол согласования договорной цены, который подписывается заказчиком и подрядчиком, победившего по результатам торгов.

Для составления протокола необходимо определить сложившийся индекс изменения стоимости, определенный путем деления стоимости объекта в текущем уровне цен на базисную стоимость.

Стоимость в текущих ценах по видам и этапам работ определяется путем умножения базисной стоимости на расчетный коэффициент.

Протокол является основанием для оплаты за выполненные работы между подрядчиком и заказчиком. В этом случае сметой не используется. Протокол должен быть составлен максимально детализировано, учитывать все этапы, выполняемые строительной организацией .

Протокол согласования договорной цены подписывается заказчиком и подрядчиком, прилагается к договору подряда и является его неотъемлемой частью.

Таблица 7.5. Протокол согласования договорной цены.

на строительство \_\_\_\_\_  
 Заказчик \_\_\_\_\_  
 Генеральный подрядчик \_\_\_\_\_  
 Составлен на основе сметной документации на  
 строительство \_\_\_\_\_  
 является приложением к договору подряда \_\_\_\_\_

№ п/п	Номера смет и расчетов	Наименование объектов работ и затрат	Стоимость включения в договорную цену				Договорная цена на строительство
			подрядных работ в том числе			других затрат и работ по договору	
			строительных работ	монтажных работ	прочих затрат		

В состав договорных цен на строительную продукцию по согласованию с заказчиком могут дополнительно включаться следующие затраты поручаемые генеральному подрядчику:

- разработка проектной документации;
- поставка оборудования;
- ведение строительного контроля и др.

Дополнительные затраты, входящие в состав договорной цены, определяются соответствующими расчетами.

## **8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

### **8.1 Общие положения**

Студенты, специализирующиеся по кафедрам, для которых данный раздел выпускной квалификационной работы не является основным, разрабатывают проект производства работ (ППР) и проект организации строительства (ПОС) на возведение запроектированных ими зданий или сооружений. Графическая часть ППР и ПОС размещается на трех листах формата А1. Объем пояснительной записки 20-25 страниц.

Для студентов, выполняющих выпускную квалификационную работу по кафедрам, для которых данный раздел является основным, объем графической части раздела составляет не менее 4-х листов формата А1, а пояснительной записки - 40 страниц. В этом случае студенты разрабатывают один из следующих видов организационно-технической документации: проект производства работ (ППР) на строительство отдельного здания (сооружения) или комплекса зданий и сооружений промышленного, жилищно-гражданского или сельскохозяйственного назначения; проект производства работ по реконструкции промышленного объекта; проект производства работ (ППР) на подготовительный период строительства; проект организации строительства (ПОС) жилого, промышленного, сельскохозяйственного комплекса; проект организации поточного жилищно-гражданского строительства; проект организации реконструкции предприятия; документацию по организации работ на программу строительной организации (строительного участка); организационно-технологические решения, рекомендации и мероприятия по совершенствованию организации труда, производства и управления на строительном участке.

Во всех выпускных квалификационных работах должны найти отражение вопросы техники безопасности. Решения по технике безопасности принимаются в соответствии со СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [51], СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» и представляются в технологических картах, строительном генеральном плане и самостоятельном разделе выпускной квалификационной работы «Безопасность жизнедеятельности человека» [52].

Студенты, специализирующиеся по организации строительства и выполняющие реальную выпускную квалификационную работу или на реальной основе, наряду с разработкой организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) могут (по усмотрению основного руководителя дипломного проекта) рассмотреть: технико-экономические показатели деятельности СМУ или строительного участка; состояние организации труда и производства в новых условиях хозяйствования; вопросы сокращения затрат ручного труда, снижение себестоимости работ, повышения производительности труда; пути совершенствования производства и организации ма-

териально-технического обеспечения и комплектации; повышения качества строительно-монтажных работ и т.д. Включение этих вопросов в состав выпускной квалификационной работы позволяет усилить экономическую сторону его и закрепить знания студентов в области экономики строительства, необходимые молодому специалисту в его практической работе.

В рассматриваемый раздел выпускной квалификационной работы должны включаться разработки по НИРС, выполненные студентами.

Основным нормативным документом по организации строительства является СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [49], правила которого распространяются на организацию строительного производства при строительстве новых, расширении, реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий, зданий и сооружений, включая его подготовку, разработку ПОС, ППР и ПОР, организацию) труда, оперативно-диспетчерское управление, контроль качества строительно-монтажных работ, учет условий охраны окружающей среды.

При разработке организационно-технологической документации (ПОС, ППР и др.) должно быть предусмотрено:

- соблюдение нормативной продолжительности строительства и размеров задела в соответствии со СНиП 1.04.03-85\* [50];
- первоочередное выполнение подготовительного периода и подготовительных работ;
- применение прогрессивных методов организации строительном производстве (в частности, поточного, узлового, комплектно-блочного);
- поставки технологического оборудования укрупненными блоками, комплектные поставки на строительную площадку конструкций, изделий и материалов из расчета на секцию, этаж, участок, помещение и т.п.;
- применение эффективных технологических процессов и передовых методов организации труда, обеспечивающих сокращение трудозатрат и, в частности, сокращение затрат ручного труда;
- максимальное использование фронта работ; совмещение строительных процессов и обеспечение их непрерывности;
- мероприятия, обеспечивающие качество строительно-монтажных работ в соответствии с требованиями СП;
- равномерное использование ресурсов (людских, материально-технических, финансовых) и производственных мощностей подразделений строительно-монтажных организаций;
- комплексная механизация строительно-монтажных работ с использованием наиболее производительных машин в две-три смены, а также применение средств малой механизации;
- соблюдение правил охраны труда и, в частности, выполнение требований техники безопасности и пожарной безопасности и обеспечение рабочих нормальными санитарно-бытовыми условиями;
- ограничение объема строительства временных зданий и сооружений за счет использования для нужд строительства постоянных зданий, возводи-



мых в подготовительный период, и мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и механизированных установок;

- выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды и восстановлению (рекультивации) земельного участка и использованию плодородного слоя почвы.

В выпускной квалификационной работе необходимо отразить передовой опыт строительства. Поэтому кроме нормативной документации студенты должны использовать специальную литературу, справочники, рекомендации и руководства, разработанные научно-исследовательскими институтами; типовые карты организации труда и трудовых процессов строительного производства; типовые технологические карты; альбомы организационной оснастки рабочих мест; каталоги технологических комплектов (нормо-комплектов), а также другие публикации по экономике, организации, управлению и технологии строительного производства.

Необходимо широкое использование современных информационных технологий для соответствующих расчетов и решения задач организационно-технологического проектирования. С применением современных информационных технологий могут быть решены следующие организационно-технологические задачи строительного производства: расчет одно- и много-целевых сетевых графиков; оценка организационно-технического уровня строительного производства; технико-экономическое обоснование выбора монтажного крана; расчет потребности в воде и энергоресурсах для нужд строительства; определение потребности в мобильных зданиях и складах на строительной площадке; расчет потребности в транспортных средствах; набор объемов строительно-монтажных работ на плановый период; определение коэффициента использования производственной мощности подрядной строительной организации и др.

Учитывая, что содержание данного раздела отличается большим разнообразием, название раздела по согласованию с основным руководителем может быть уточнено.

## **8.2. Разработка проекта производства работ (ППР)**

Состав ППР и последовательность его разработки.

Состав ППР определяет СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [49]. Объем проработки ППР в выпускных квалификационных работах зависит от того, по какой кафедре специализируются студенты. Студенты, специализирующиеся на кафедрах архитектуры и конструкций, разрабатывают ППР на объект в составе:

- строительный генеральный план и прилегающих территорий;
- график поступления на объект строительных конструкций, изделий и материалов;
- график потребности в рабочих кадрах; график потребности в основных машинах;
- технологическая карта на отдельные виды работ;

- карты (схемы) на контроль качества работ;
- мероприятия по охране труда и безопасности;
- пояснительная записка.

Если запроектированный в выпускной квалификационной работе объект отличается сложностью, то по усмотрению руководителя выпускной квалификационной работы и по согласованию с консультантом данного раздела ППР может быть разработан не на весь объект, а на отдельную часть объекта или на выполнение технологически сложных и больших по объему строительно-монтажных работ (например, монтаж металлоконструкций промышленного здания блочным методом).

Студенты, специализирующиеся по технологии и организации, разрабатывают ППР на объект в составе:

Включать следующие разделы:

- строительный генеральный план и прилегающих территорий;
- график поступления на объект строительных конструкций, изделий и материалов;
- график потребности в рабочих кадрах; график потребности в основных машинах;
- 3-4 технологических карт на отдельные виды работ;
- карты (схемы) на контроль качества работ;
- мероприятия по охране труда и безопасности;
- пояснительная записка.

Правила и порядок разработки и оформления технологической карты на выполнение строительно-монтажной работы изложены в МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты» [67].

Технологическая карта состоит, как правило, из следующих разделов:

- область применения;
- общие положения;
- организация и технология выполнения работ;
- требования к качеству работ;
- потребность в материально-технических ресурсах;
- техника безопасности и охрана труда;
- технико-экономические показатели.

### **Область применения**

В разделе приводится наименование технологического процесса, типа (вида) здания (сооружения), конструктивного элемента или части здания, для которых разрабатывается данная технологическая карта.

Указывается, что технологическая карта предназначена для нового строительства.

Приводятся объемы работ, при которых следует применять данную карту.

Сообщаются условия и особенности производства работ, требования к температуре, влажности, метеорологическим и другим показателям окружающей среды, при которых допускается производство работ.

В картах для технологических процессов, в которых используются строительные материалы и детали, приводятся их название, фирма-производитель и документ (ГОСТ, ТУ и т.п.).

### **Организация и технология выполнения работ**

Раздел подразделяется, как правило, на подразделы: подготовительные, основные работы.

Подраздел «Подготовительные работы» содержит:

- схему организации рабочей зоны строительной площадки с указанием зоны складирования материалов и конструкций; проходов и проездов; размещения машин, механизмов, лесов, подмостей; опасной зоны вокруг зданий и сооружений; размещения санитарно-бытовых помещений;
- схемы расстановки машин, механизмов и оборудования с привязкой их к осям здания или сооружения с указанием опасных зон, способов их ограждения.

В подраздел «Подготовительные работы» могут быть включены:

- схемы транспортирования, складирования и хранения материалов и изделий;
- требования к геодезическому обеспечению строительства, в том числе вынесенные в натуру реперные осевые знаки и высотные отметки;
- данные об условиях производства работ: под открытым небом, под навесом или пленочным укрытием, в теплом помещении;

В схемы транспортирования, складирования и хранения материалов и изделий следует включать:

- требования к условиям перевозки и таре, перечень рекомендуемых транспортных средств и тары с указанием их основных характеристик и количества перевозимых материалов и конструкций;
- требования к организации площадки складирования, ее размерам, типу покрытия, уклонам и к температурно-влажностному режиму хранения материалов;
- схемы складирования конструкций и полуфабрикатов, порядка их загрузки и разгрузки;
- схемы складирования материалов, требующих защиты от переувлажнения или сухости.

При разработке раздела необходимо соблюдать требования следующих нормативных документов:

- СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [49];
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [51];
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» [52];

- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ» [68].

В подраздел «Основные работы» при описании технологического процесса включаются:

- требования к качеству предшествующего технологического процесса (операций);
- технологические схемы процесса (операций);
- схемы механизации работ (расстановки на объекте машин, технологического оборудования и оснастки).

Описание технологического процесса должно содержать:

- указания по организации рабочих мест, включающие схемы размещения рабочих и средств механизации;
- условия, обеспечивающие требуемую точность работ;
- перечень строительных (технологических) процессов, последовательность и способы выполнения технологических операций;
- порядок совмещения технологических процессов и операций во времени и в пространстве с учетом безопасности работ;
- схемы строповки конструкций, изделий, механизмов и оборудования с указанием марок используемых устройств, их основных характеристик;
- схемы выполнения строительных (технологических) процессов устройства отдельных конструкций здания (колонны, стены, перекрытия и т.п.).

Схемы механизации работ разрабатывают для технологических процессов, в которых используется большое количество взаимоувязанных машин и механизмов.

Схемы содержат:

- состав машин;
- условия и графики совместной или разновременной работы машин;

При разработке раздела необходимо соблюдать требования следующих нормативных документов:

- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [53];
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [49];
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [51];
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» [52];
- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме" [69];
- ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия [54];
- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ» [68];
- Приказ от 12 ноября 2013 г. № 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности

опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения" [70].

### **Требования к качеству работ**

В разделе приводятся контролируемые параметры технологического процесса и операций (операции контроля), размещение мест контроля, исполнители, объемы и содержание операций контроля, методика и схемы измерений, правила документирования результатов контроля и принятия решений об исключении дефектной продукции из технологического процесса. Применяемые методики и средства измерений должны обеспечивать достоверность результатов, что гарантируется выполнением правил и соблюдением норм стандартов Государственной системы измерений (ГСИ).

Контроль качества, предусматриваемый в технологической карте, состоит из:

- входного контроля проектной и технологической документации;
- входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций;
- операционного контроля технологического процесса;
- приемочного контроля качества работ, выполненных конструкций, построенных зданий и сооружений;
- оформления результатов контроля качества и приемки работ.

Основные данные и параметры, необходимые для контроля, приводятся в таблицах; для операционного контроля технологического процесса, например, составляется таблица 8.1.

*Таблица 8.1.*

#### **Операционный контроль технологического процесса**

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля

Входной контроль проектной и технологической документации предусматривает проверку ее легитимности, комплектности и полноты, наличия исходных данных для выполнения строительного (технологического) процесса, перечня работ, материалов и изделий, показателей их качества.

В технологической карте следует предусматривать методы контроля, средства, схемы, правила выполнения измерений и испытаний, правила обработки результатов измерений и испытаний и их оценки, установленные стандартами, техническими условиями.

В разделе следует привести схемы входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций; операционного контроля

технологического процесса; приемочного контроля качества работ, смонтированных конструкций и оборудования, построенных зданий и сооружений.

Основное назначение таких схем - показать прорабу и рабочим места контроля качества.

В разделе могут быть приведены формы актов на скрытые работы и промежуточную приемку ответственных конструкций, а также на сдачу-приемку законченных работ и объектов.

При разработке раздела необходимо соблюдать требования следующих нормативных документов:

- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
- ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия;
- ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» [55];
- Градостроительный Кодекс РФ ст. 53, 54 [71];
- Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ. Издание 8-е, Санкт-Петербург 2008 [72];
- Постановление от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства» [73].

### **Потребность в материально-технических ресурсах**

В этот раздел карты включаются:

- перечень машин и технологического оборудования;
- перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- перечень материалов и изделий.

Машины и технологическое оборудование, требующиеся для выполнения строительных процессов и операций, выбираются с учетом отечественного и зарубежного опыта, сравнения вариантов механизации строительных (технологических) процессов. Машины и технологическое оборудование должны обеспечить плановые сроки и нормативные показатели качества работ.

В перечне, заносимом в таблицу 8.2, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество машин и оборудования для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

*Таблица 8.2.*

#### **Машины и технологическое оборудование**

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений составляется аналогично перечню машин и технологического оборудования.

В перечне, заносимом в таблицу 8.3, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество технологической оснастки, инструмента, инвентаря для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

*Таблица 8.3.*

**Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления**

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

Потребность в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяется по рабочей документации с учетом действующих норм расхода материалов в строительстве (в том числе ведомственных и местных норм).

Результаты расчета потребности в материалах и изделиях приводятся в таблице 8.4.

*Таблица 8.4.*

**Материалы и изделия**

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ

При разработке технологической карты для конкретного объекта и строительной организации (фирмы) в первую очередь используются имеющиеся в наличии машины и оборудование, технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления, если их технические характеристики удовлетворяют требованиям строительного (технологического) процесса и нормативных документов.

**Техника безопасности и охрана труда**

Раздел должен содержать правила, решения и мероприятия, способствующие соблюдению минимально необходимых требований Технических регламентов в строительстве, предусматривающих биологическую, механическую, пожарную, промышленную, химическую, электрическую безопас-

ность, а также электромагнитную совместимость в части безопасности работы и оборудования.

Правила, решения и мероприятия принимаются в целях защиты жизни и здоровья людей, имущества физических и юридических лиц, охраны окружающей среды, жизни животных и растений.

Раздел в целом базируется на требованиях нормативных документов по безопасности труда и должен содержать:

- перечень опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ, и зоны действия опасных производственных факторов;
- решения по охране труда и технике безопасности, принятые для данного строительного (технологического) процесса, приемы безопасной работы;
- мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных конструкций и всего здания в процессе его возведения;
- схемы производства работ с указанием опасных зон, устройств и конструкций ограждений, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации машин, оборудования и их установки на рабочих местах;
- правила безопасной эксплуатации технологической оснастки, приспособлений, грузозахватных устройств;
- правила безопасного выполнения сварочных работ и работ, связанных с использованием открытого пламени;
- указания по применению индивидуальных и коллективных средств защиты при выполнении строительных (технологических) процессов;
- мероприятия по предупреждению поражения электротоком;
- мероприятия по ограничению опасных зон вблизи мест перемещения грузов кранами.

Раздел по охране окружающей среды должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- мероприятия по снятию и сохранению культурного слоя почвы;
- мероприятия по экологически безопасной эксплуатации машин и механизмов;
- мероприятия по обеспечению сохранности зеленых насаждений;
- экологические требования к производству работ, ограничивающие уровень пыли, шума и вредных выбросов;
- мероприятия по сбору, удалению или переработке строительных отходов, возникающих в процессе работ при новом строительстве, реконструкции или разборке ветхих зданий;
- требование к оснащению строительной площадки устройствами для мытья колес строительных машин.

Раздел по пожарной безопасности должен базироваться на требованиях нормативных документов и содержать:

- решения по количеству въездов на строительную площадку, наличию проездов требуемой ширины, их количеству и расстояний между ними;



- мероприятия по эвакуации рабочих с лесов и высотных сооружений;
  - решения по складированию горючих материалов;
  - порядок выполнения работ с горючими материалами, выдачи нарядов-допусков на производство работ;
  - порядок использования электрических калориферов, газовых горелок, воздушонагревателей;
  - правила выполнения пожароопасных работ (окрасочных, с клеями, мастиками, битумами, полимерными и другими горючими материалами, огневыми, газосварочными и паяльными);
  - оснащение рабочих мест (рабочей зоны) средствами пожаротушения: бочки с водой, ведра, емкости с песком, огнетушители;
  - схемы эвакуации работающих в случае возникновения пожара;
  - схемы опасных зон с установкой защитных и сигнальных ограждений;
- индивидуальных и коллективных средств защиты.

Раздел должен содержать ссылки на нормативные документы по безопасности труда, в том числе на основные: СНиП 12-03-2001; СНиП 12-04-2002; ГОСТ 12.4.011-89; ГОСТ 12.1.013-78; ГОСТ 12.1.019-79; ГОСТ 12.1.030-81\*; ГОСТ 12.1.004-91\*; ГОСТ 12.4.026-76\*; ГОСТ 23407-78; ГОСТ 12.1.046-85; ГОСТ 12.3.033-84.

При разработке раздела необходимо соблюдать требования следующих нормативных документов:

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме";
- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ»;
- Приказ от 12 ноября 2013 г. № 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения"

### **Технико-экономические показатели**

В разделе приводятся:

- продолжительность выполнения работ;
- затраты труда и машинного времени;
- калькуляция затрат труда и машинного времени;
- график производства работ.

Продолжительность выполнения работ и нормативные затраты труда и машинного времени определяются на технологический процесс, на объект, на конструктивный элемент или часть здания (сооружения) на основе каль-

куляций затрат труда и машинного времени, а также графика производства работ.

Продолжительность выполнения технологических процессов, затрат труда и машинного времени может определяться по данным строительной организации (фирмы) при условии, что эти процессы выполняются постоянным коллективом при соблюдении нормативных требований качества.

Калькуляция затрат труда и машинного времени производится по таблице 8.5.

*Таблица 8.5. Калькуляция затрат труда и машинного времени*

Обоснование по ЕНиР	Наименование работ	Состав звена по ЕНиР	Ед. изм.	Объем работ	Н <sub>вр</sub> , чел.- ч.	Затраты труда, чел. – дн
1	2	3	4	5	6	7

В калькуляцию кроме основных включаются вспомогательные процессы, например разгрузка, раскладка и складирование строительных конструкций и материалов в рабочей зоне, организация рабочих мест с установкой и закреплением средств подмащивания и другие виды работ.

Нормы времени рабочих и машин могут быть определены по следующим документам:

- Сборник ЕНиР;
- ГЭСН;
- ЭСН;
- ФЕР.

Затраты труда и времени машины определяются произведением объемов работ (по процессу или операции) и соответствующих норм времени.

График производства работ составляется на отдельном листе по данным таблицы 8.6.

*Таблица 8.6. График выполнения строительных процессов*

№ п/п	Наименование процессов	Ед. изм.	Объем работ	Трудоемкость, чел. - дн.		К <sub>п</sub> , %	Состав звена	Рабочие дни			
				норм.	норм.			1	2	3	4

Продолжительность технологического процесса и его операций определяется в часах (сменах) путем деления затрат труда рабочих на количество рабочих в звене (бригаде) или устанавливается по времени работы машины, если она является ведущей в данном технологическом процессе.

При разработке технологической карты необходимо соблюдать требования следующих нормативных документов:

- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»;
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»;
- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме";
- ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия;
- ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности»;
- Градостроительный Кодекс РФ ст. 53, 54;
- РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ»;
- Приказ от 12 ноября 2013 г. № 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения"
- Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ. Издание 8-е, Санкт-Петербург 2008;
- Постановление от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».
- ГОСТ Р 21.1101-2009 «Основные требования к проектной и рабочей документации».

Технологическая карта разрабатывается на чертежном листе с описанием разделов в пояснительной записке. На чертеже показываются схемы выполнения работ, график процесса, ведомость материала конструкций, машин, схема операционного контроля, детали, технико-экономические показатели.

### **8.3. Разработка проекта организации строительства (ПОС)**

Состав ПОС и указания по его разработке.

Содержание графической и текстовой частей проекта организации строительства объектов капитального строительства, выполняемых полностью или частично за счет средств государственного бюджета, установлено постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87, МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ», однако в выпускной квалификационной работе его состав может быть сокращен и несколько упрощен.

Проект организации строительства в составе выпускной квалификационной работы должен содержать:

В графической части должен содержать:

- календарный план строительства, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, выделение этапов строительства);

- строительный генеральный план подготовительного периода строительства (при необходимости) и основного периода строительства с определением мест расположения постоянных и временных зданий и сооружений, мест размещения площадок и складов временного складирования конструкций, изделий, материалов и оборудования, мест установки стационарных кранов и путей перемещения кранов большой грузоподъемности, инженерных сетей и источников обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, связью, а также трасс сетей с указанием точек их подключения и мест расположения знаков закрепления разбивочных осей.

Календарный план составляется по следующей форме:

Таблица 8.7.

Календарный план строительства

Наименование отдельных зданий, сооружений или видов работ	Полная сметная стоимость, тыс. руб.	Стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб.	Распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по периодам строительства (кварталам, годам), тыс. руб.
<p>Примечания</p> <p>1. Распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ дается в виде дроби: в числителе – объем капитальных вложений, в знаменателе – объем строительно-монтажных работ.</p> <p>2. При продолжительности строительства объекта менее года распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ дается по месяцам, кварталам.</p>			

Календарный план на подготовительный период с планированием работ по месяцам может составляться отдельно.

Проект организации строительства в текстовой части (пояснительная записка) должен содержать:

- характеристику района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства;
- оценку развитости транспортной инфраструктуры;

- сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства;
- перечень мероприятий по привлечению для осуществления строительства квалифицированных специалистов, в том числе для выполнения работ вахтовым методом;
- характеристику земельного участка, предоставленного для строительства, обоснование необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства;
- описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов производственного назначения;
- описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов непроизводственного назначения;
- обоснование принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательность возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства (его этапов);
- перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения, подлежащих освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций;
- технологическую последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов;
- обоснование потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а также в электроэнергии, паре, воде, временных зданиях и сооружениях;
- обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций;
- предложения по обеспечению контроля качества строительных и монтажных работ, а также поставляемых на площадку и монтируемых оборудования, конструкций и материалов;

- предложения по организации службы геодезического и лабораторного контроля;
- перечень требований, которые должны быть учтены в рабочей документации, разрабатываемой на основании проектной документации, в связи с принятыми методами возведения строительных конструкций и монтажа оборудования;
- обоснование потребности в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве;
- перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда;
- описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды в период строительства;
- обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов;
- перечень мероприятий по организации мониторинга за состоянием зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от строящегося объекта, земляные, строительные, монтажные и иные работы на котором могут повлиять на техническое состояние таких зданий и сооружений.

#### *Характеристика района по месту расположения строительства*

Характеристика района по месту расположения строительства включает описание рельефа и местоположения района, геологического строения, гидрологических условий (в том числе грунтовых вод), климата (среднегодовых температур, ветров и т.п.).

#### *Оценка развитости транспортной инфраструктуры*

Оценка развитости транспортной инфраструктуры производится на основании плана транспортной инфраструктуры района строительства. По итогам оценки составляется транспортная схема с указанием расстояний и направлений перевозки грузов, которая наносится на строительный генеральный план. В случае необходимости на отдельном чертеже разрабатывается транспортная схема строительства, на которой обозначены действующая дорожная сеть, а также необходимые дополнительные дороги, подъезды, площадки и т.п.

#### *Описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия*

Описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия содержит перечень работ по реконструкции (переустройству цехов, расширению зданий, сооружений) или техническому перевооруже-

нию предприятия, требования к режиму его работы (без остановки производства, с частичной или полной остановкой), оценку влияния стесненности на выбор способов основных строительных работ, обоснование средств механизации, применяемых для выполнения этих работ.

В случае проведения работ в местах расположения линий электропередачи приводятся их описание и характеристики, определение охранных и опасных зон, излагаются условия работы.

В разделе указывается необходимость разработки соответствующих проектов производства строительных работ.

*Описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки*

Описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки состоит из характеристики стесненных условий, определения опасных зон, образующихся при работе грузоподъемных кранов, указания объектов, попадающих в опасные зоны, из обоснования мероприятий по безопасному проведению работ (ограничение зон обслуживания кранами и сокращение опасных зон, устройство защитных сооружений (укрытий), применение защитных экранов и т.п.).

В составе раздела могут быть приведены:

- условия установки и работы кранов вблизи откосов котлованов, меры по безопасной работе нескольких кранов;
- мероприятия по временному закрытию улиц, по ограничению движения транспорта, изменению маршрутов транспорта.

В случае проведения работ в местах расположения линий электропередачи описание.

В разделе указывается необходимость разработки соответствующих проектов производства работ (кранами, в стесненных и других особых условиях).

*Перечень ответственных конструкций, подлежащих освидетельствованию*

К перечню ответственных конструкций, подлежащих освидетельствованию, могут быть приложены мероприятия по обеспечению в процессе строительства их прочности и устойчивости, а также методы и средства выполнения их контроля и испытаний.

*Технологическая последовательность работ или их отдельных элементов*

Технологическая последовательность работ или их отдельных элементов определяется согласно выбранной организационно-технологической схеме

возведения объекта капитального строительства и организационно-технологических схем возведения основных зданий и сооружений.

Организационно-технологическая схема возведения объекта капитального строительства устанавливает последовательность строительства основных объектов, объектов подсобного и обслуживающего назначения, наружных инженерных сетей и сооружений.

Организационно-технологические схемы возведения основных зданий и сооружений устанавливают последовательность возведения отдельных зданий (сооружений) по их частям (узлам, секциям, ярусам, этажам и т.д.).

Технологическая последовательность работ, устанавливаемая организационно-технологическими схемами, является исходным материалом для разработки календарного плана строительства.

#### *Потребность строительства в ресурсах*

Потребность строительства в кадрах определяют на основе выработки на одного работающего в год, стоимости годовых объемов работ и процентного соотношения численности работающих по их категориям:

*Таблица 8.8.*

Объекты капитального строительства	Категория работающих, %			
	Рабочие	ИТР	Служащие	МОП и охрана
Производственного назначения	83,9	11	3,6	1,5
Непроизводственного назначения	84,5	11	3,2	1,3

Потребность строительства в кадрах представляется в следующей форме:

*Таблица 8.9.*

#### Потребность строительства в кадрах

Год строительства	Стоимость СМР, тыс. руб.	Годовая выработка на 1 работающего, тыс. руб.	Общая численность работающих, чел.	В том числе			
				Рабочие	ИТР	Служащие	МОП и охрана
1	2	3	4	5	6	7	8

Потребность в основных строительных машинах, механизмах и транспортных средствах определяется в целом по строительству на основе физических объемов работ и эксплуатационной производительности машин и



транспортных средств с учетом принятых организационно-технологических схем строительства. Потребность представляют в следующей форме:

*Таблица 8.10.* Потребность в основных строительных машинах, механизмах и транспортных средствах

Наименование, тип, марка	Основные технические параметры	Количество по годам строительства				
		1	2	3	4	5

Наименование и количество основных строительных машин, механизмов и транспортных средств уточняется при разработке проектов производства работ.

Потребность в энергетических ресурсах может быть определена путем прямого подсчета.

### ***Потребность в электроэнергии***

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определяется на период выполнения максимального объема строительно-монтажных работ по формуле:

$$P_{\text{м}} = L_{\text{x}} \left( \frac{K_1 P_{\text{м}}}{\cos E_1} + K_3 P_{\text{о.в}} + K_4 P_{\text{о.н}} + K_5 P_{\text{св}} \right) \quad (8.1)$$

где  $L_{\text{x}} = 1,05$  – коэффициент потери мощности в сети;

$P_{\text{м}}$  – сумма номинальных мощностей работающих электромоторов (бетоноломы, трамбовки, вибраторы и т.д.);

$P_{\text{о.в}}$  – суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{\text{о.н}}$  – то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{\text{св}}$  – то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$  – коэффициент потери мощности для силовых потребителей электромоторов;

$K_1 = 0,5$  – коэффициент одновременности работы электромоторов;

$K_3 = 0,8$  – то же, для внутреннего освещения;

$K_4 = 0,9$  – то же, для наружного освещения;

$K_5 = 0,6$  – то же, для сварочных трансформаторов.

### ***Потребность в воде***

Потребность  $Q_{\text{тр}}$  в воде определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{\text{пр}}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{\text{хоз}}$  нужды:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}}. \quad (8.2)$$

*Расход воды на производственные потребности, л/с:*

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \frac{q_{\text{п}} \Pi_{\text{п}} K_{\text{ч}}}{3600t}, \quad (8.3)$$

где  $q_{\text{п}} = 500$  л – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

$\Pi_{\text{п}}$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t = 8$  ч – число часов в смене;

$K_{\text{н}} = 1,2$  – коэффициент на неучтенный расход воды.

*Расходы воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с:*

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{х}} \Pi_{\text{р}} K_{\text{ч}}}{3600t} + \frac{q_{\text{д}} \Pi_{\text{д}}}{60t_1} \quad (8.4)$$

где  $q_{\text{х}} = 15$  л – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

$\Pi_{\text{р}}$  – численность работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 2$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_{\text{д}} = 30$  л – расход воды на прием душа одним работающим;

$\Pi_{\text{д}}$  – численность пользующихся душем (до 80 %  $\Pi_{\text{р}}$ );

$t_1 = 45$  мин – продолжительность использования душевой установки;

$t = 8$  ч – число часов в смене.

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{\text{пож}} = 5$  л/с.

### ***Потребность в сжатом воздухе***

Потребность в сжатом воздухе, м<sup>3</sup>/мин, определяется по формуле:

$$Q = 1,4 \Sigma q \cdot K_{\text{o}} \quad (8.5)$$

где  $\Sigma q$  – общая потребность в воздухе пневмоинструмента;

$K_{\text{o}}$  – коэффициент при одновременном присоединении пневмоинструмента – 0,9.

Потребность во временных инвентарных зданиях определяется путем прямого счета.

*Для инвентарных зданий санитарно-бытового назначения:*

$$S_{\text{тр}} = N S_{\text{п}} \quad (8.6)$$

где  $S_{\text{тр}}$  – требуемая площадь, м<sup>2</sup>;

$N$  – общая численность работающих (рабочих) или численность работающих (рабочих) в наиболее многочисленную смену, чел.;

$S_{\text{п}}$  – нормативный показатель площади, м<sup>2</sup>/чел.

*Гардеробная:*

$$S_{\text{тр}} = N 0,7 \text{ м}^2, \quad (8.7)$$

где  $N$  – общая численность рабочих (в двух сменах).

*Душевая:*

$$S_{\text{тр}} = N 0,54 \text{ м}^2, \quad (8.8)$$

где  $N$  – численность рабочих в наиболее многочисленную смену, пользующихся душевой (80 %).

*Умывальная:*

$$S_{\text{тр}} = N 0,2 \text{ м}^2, \quad (8.9)$$

где  $N$  – численность работающих в наиболее многочисленную смену.

*Сушилка:*

$$S_{\text{тр}} = N 0,2 \text{ м}^2, \quad (8.10)$$

где  $N$  – численность рабочих в наиболее многочисленную смену.

*Помещение для обогрева рабочих:*

$$S_{\text{тр}} = N 0,1 \text{ м}^2, \quad (8.11)$$

где  $N$  – численность рабочих в наиболее многочисленную смену.

*Туалет:*

$$S_{\text{тр}} = (0,7 N 0,1) \cdot 0,7 + (1,4 N 0,1) \cdot 0,3 = 7,5 \text{ м}^2, \quad (8.12)$$

где  $N$  – численность рабочих в наиболее многочисленную смену;  
0,7 и 1,4 – нормативные показатели площади для мужчин и женщин соответственно;  
0,7 и 0,3 – коэффициенты, учитывающие соотношение, для мужчин и женщин соответственно.

*Для инвентарных зданий административного назначения:*

$$S_{\text{тр}} = N S_{\text{н}}, \quad (8.13)$$

где  $S$  – требуемая площадь,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{н}} = 4$  – нормативный показатель площади,  $\text{м}^2/\text{чел.}$ ;

$N$  – общая численность ИТР, служащих, МОП и охраны в наиболее многочисленную смену.

Потребность во временных зданиях представляют в следующей форме:

Таблица 8.11.

## Потребность во временных инвентарных зданиях

Назначение инвентарного здания	Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Полезная площадь инвентарного здания, м <sup>2</sup>	Число инвентарных зданий

Потребность в жилье, например для временных поселков при вахтовом методе строительства, представляют в следующей форме:

Таблица 8.12.

## Потребность в жилье

Количество проживающих	Вместимость инвентарного жилого здания	Число инвентарных зданий

*В описание мероприятий по охране окружающей среды*

В описание мероприятий по охране окружающей среды включают оценку возможного негативного воздействия строительных работ на окружающую среду (почвенный покров, растительный и животный мир, воду, воздух) и соответствующие меры по мониторингу за состоянием среды и предотвращению этого воздействия.

*Продолжительность строительства*

Продолжительность строительства определена расчетом с использованием СНиП 1.04.03-85\* Часть I, Часть II «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений» или МДС 12-43-2008 «Нормирование продолжительности строительства зданий и сооружений».

При обосновании продолжительности строительства приводят описание организационно-технических решений по сокращению продолжительности строительства: применение поточного метода с параллельными потоками, совмещение работ, укрупненный монтаж оборудования и т.п.

*Перечень мероприятий по организации мониторинга за состоянием зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от строящегося объекта*

Перечень мероприятий по организации мониторинга за состоянием зданий и сооружений, расположенных в непосредственной близости от строящегося объекта, включает обустройство геодезической системы наблюдений за осадкой и креном, периодическое освидетельствование фундаментов и несущих конструкций зданий (сооружений) и другие мероприятия в зависимости от местных условий.

В проекте организации строительства (реконструкции) промышленного объекта следует дополнительно:

- устанавливать очередность и порядок совмещенного выполнения строительно-монтажных работ с указанием участков и цехов, в которых на время производства строительно-монтажных работ останавливаются или изменяются технологические процессы основного производства;

- указывать на строительном генеральном плане действующие, разбираемые и перекладываемые инженерные коммуникации, места подключения временных коммуникаций, проезды по территории и т. п.;

- определять порядок защиты действующего оборудования при работах по замене стеновых ограждений, перекрытий и покрытий;

- определять состав работ подготовительного периода с тем, чтобы время выполнения основных работ, связанных с полной или частичной остановкой производственного процесса, было наименьшим;

- устанавливать перечень, объемы и определять способы работ в стесненных условиях.

Сводный календарный план застройки жилого массива должен обеспечить равномерный и направленный ввод полностью законченных и оборудованных зданий, участков массива.

Возведение объектов показывается линейным графиком с выделением специализированных потоков по подготовительным работам, по возведению зданий культурно-бытового назначения, по прокладке коммуникаций, устройству дорог и благоустройству.

Трудоемкость по объектным и специализированным потокам определяют по укрупненным показателям на единицу измерения, а также путем деления сметной стоимости на среднесуточную выработку рабочих.

В комплексном укрупненном сетевом графике (КУСГ) определяется продолжительность основных этапов проектирования и строительства объектов, очередность строительства отдельных зданий, сооружений в составе пускового комплекса, сроки поставки технологического оборудования и организационно-технические мероприятия.

*Таблица 8.13.*

**Календарный план строительства машиностроительного завода**

Наименование объектов и работ	Полная сметная стоимость, тыс. руб.	В том числе объем СМР тыс. руб.	Распределение объема работ по периодам строительства, тыс. руб.		
			1	2	3

Подготовительные Работы	1500	1000	$\frac{500}{1000}$	--	--
Объекты основного производства	21500	11500	$\frac{6000}{4000}$	$\frac{12000}{5800}$	$\frac{3500}{1700}$
«подсобного»	2000	1500	$\frac{500}{400}$	$\frac{1500}{1100}$	
Объекты энергетического хозяйства	1000	500	$\frac{500}{400}$	$\frac{500}{100}$	--
Водоснабжение и канализация	1000	750	--	$\frac{1000}{750}$	--
Транспортное хозяйство и связь	1000	750	--	$\frac{500}{250}$	$\frac{500}{500}$
Жилые и культурно-бытовые здания	2000	2000	$\frac{500}{500}$	$\frac{1000}{1000}$	$\frac{500}{500}$
Итого:	30000	18000	$\frac{9000}{6300}$	$\frac{16500}{9000}$	$\frac{4500}{2700}$

Карточка-определитель строительно-монтажных работ сетевого графика в составе ПОС составляется по форме, приведенной в табл. 8.14.

Трудоемкость СМР определяется по СНиП, продолжительность выполнения работ рассчитывают путем деления трудоемкости на принятое количество рабочих.

Общий срок строительства комплекса, а также продолжительности подготовительного периода не должны превышать нормативных сроком согласно СНиП 1.04.03-85\* [50] и СНиП 1.05.03-87.

Таблица 8.14.

Карточка-определитель работ КУСГ (форма)

Наименование работ	Шифр работ	Объем работ		Сметная стоимость, тыс. руб.	Трудоемкость, чел.-дн.	Дневная выработка одного рабочего, руб.	Продолжительность работы, дн.	Количество рабочих, чел.
		единица измерения	количество					

Организационно-технологические схемы разрабатываются на возведение объектов комплекса и производство основных видов строительно-монтажных работ, указанных в задании на проектирование.

На организационно-технологической схеме должны быть показаны: план и разрез здания, разбивка здания на захватки, организация рабочей площадки, строительные машины, агрегаты, складские площадки, последовательность выполнения работ.

Графический материал организационно-технологических схем размещают на одном или двух листах чертежей.

Строительный генеральный план площадки разрабатывается на весь комплекс согласно указаниям, приведенным в гл. 9.

Ведомость объемов строительных, монтажных и специальных работ составляется по форме, представленной в табл. 8.15.

График потребности в строительных конструкциях, материалах и оборудовании составляют по форме, приведенной в табл. 8.16. Основанием для расчета являются расчетные нормативы на укрупненный показатель стоимости.

График потребности в основных строительных машинах в дипломном проекте может быть составлен по форме, представленной в табл. 8.17.

График потребности в рабочих кадрах составляется в табличной форме (табл. 8.18). Объемы СМР в денежном выражении, выполненные по годам строительства, а также трудоемкость работ принимаются по КУСТ или календарному плану строительства.

График потребности в строительных материалах, основных машинах, рабочих кадрах и ведомость объемов работ размещают на чертежном листе формата А1.

Пояснительная записка к ПОС. Состав и содержание пояснительной записки регламентируется постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 и МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ в зависимости от вида строительства. С учетом особенностей этого раздела в пояснительной записке дипломного проекта излагаются следующие вопросы.

Характеристика условий строительства содержит краткое описание места строительства, природных условий. В ней указываются поставщики строительных материалов, конструкций и деталей, источники обеспечения водой и энергоресурсами, обеспечение строительными машинами, рабочими кадрами, состав участников строительства, сроки и очередность строительства комплексов и т.п.

Экономическое сравнение вариантов организации строительства является основой для разработки КУСТГ. Сравнение вариантов производится в соответствии с § 8.4.

Экономическое обоснование очередности застройки (для ПОС жилого комплекса) определяется из условия обеспечения минимальных капитальных вложений на инженерную подготовку, приходящихся на 1 м<sup>2</sup> полезной площади. Для этой цели рассчитывают показатели объемов работ и затрат на инженерную подготовку территории по очередям строительства, а затем определяют удельные показатели стоимости на 1м<sup>2</sup> полезной площади, сравнение которых и позволяет обосновать порядок застройки комплекса.

Данные табл. 8.19 показывают, что суммарные минимальные затраты на инженерную подготовку будут при первоочередной застройке первой очереди строительства. Однако полезная площадь жилых домов, расположенных в первой очереди, равна 44,7 тыс.м<sup>2</sup>, во второй=55 тыс.м<sup>2</sup>. Удельные за-

траты, отнесенные к 1м<sup>2</sup> полезной площади, в первой очереди составят 16,2 руб., а во второй-14,0 руб. Поэтому застройку жилого массива следует начинать со второй очереди.

Расчет комплексного потока (в составе ПОС жилого комплекса) выполняется при проектировании календарного плана застройки жилого комплекса. Исходными данными для расчета комплексного потока служат директивный срок строительства, указанный в задании, общая жилая площадь комплекса, организационно-технологическая структура комплексного потока. В процессе расчета определяют период выпуска готовой продукции, интенсивность объектной) потока строительства жилых домов, число параллельных объектных потоков, рассчитывают интенсивность и продолжительность всех специализированных потоков.

На основе расчета строят календарный план застройки жилого массива.

Комплексный укрупненный сетевой график определяет состав работ подготовительного и основного периодов строительства и условия увязки их при возведении объектов комплекса. В нем указываются сроки ввода объектов в эксплуатацию, способ расчета сетевого графика, принятые нормативные источники расчета; приводится карточка-определитель работ сетевого графика.

*Таблица 8.15.* Ведомость объемов строительных, монтажных и специальных работ

Наименование работ	Единица измерения	Всего по строительству	Определение объемов работ по периодам строительства (год)			
			1	2	3	и т.д.
Забивка свай	м <sup>3</sup>	15830	9000	6500	330	
Монтаж сборных железобетонных конструкций и т.д.	м <sup>3</sup>	53832	11800	35000	7082	

*Таблица 8.16.* График потребности в строительных конструкциях, изделиях, деталях, полуфабрикатах, материалах и оборудовании

Наименование	Единица измерения	Всего по строительству	В том числе				Распределение по годам строительства				
			по основным объектам		повременным зданиям и сооружениям		1	2	3	4	и т.д.
			№1	№2	№3	и т.д.					
Товарный бетон	м <sup>3</sup>										
Кирпич	тыс. шт.										
и т.д.											

*Таблица 8.17.* График потребности в основных строительных машинах



Наименование машин	Основная техническая характеристика машины	Потребность в машинах по годам строительства			
		1	2	3	и т.д.
Экскаватор ЕК- 14	Обратная лопата, м <sup>3</sup>	5	3	2	
Скрепер Д-357	Вместимость ковша, 5 м	6	4	—	
и т.д.					

*Таблица 8.18. График потребности в рабочих кадрах*

Виды работ	Число работающих по годам строительства			
	1	2	3	и т.д.
Земляные работы	46	28	10	
Свайные работы	53	36	23	
и т.д.				

*Таблица 8.19. Объемы и стоимость работ инженерной подготовки по очередям строительства*

Наименование работ и сооружений	Единица измерения	Объемы работ по очередям строительства		Стоимость СМР по очередям строительства, тыс. руб.	
		1-й	2-й	1-й	2-й
Вертикальная планировка	м <sup>3</sup>	35140	38840	42,26	46,72
Канализация	м	4070	4410	79,25	85,87
Водопровод	м	3944	3496	61,77	56,19
Водостоки	м	1310	1430	33,54	36,61
Газопровод	м	4740	5140	47,84	51,66
ТЭЦ	м	1640	1780	1 69,57	181,08
Кабельная электросеть Электросеть	м	7160	7460	54,06 18,14	56,32 18,88
Наружная освещенность	м	3140	3270	33,64	32,26
Телефон	м	5410	5190		
Трансформаторные подстанции	шт	15300 3	16900 3	165,4 16,1	184,9 16,1
Итого:				723,37	762,54

Примечание. Стоимость приведена в ценах 1984г.

Методы производства основных строительно-монтажных работ описываются по комплексу, в том числе 1 те, на которые составлены организационно-технические схемы строительных процессов, выполняемых в зимнее время, описываются дополнительные мероприятия, осуществление которых обязательно по требованиям СНиПа.

Расчет численности персонала строительства производится на основе календарного плана и КУСГ. Общее количество работающих на стройплощадке определяется по формуле

$$P = C_{\text{смп}} / (BT), \quad (8.14)$$

где  $C_{\text{смп}}$  - стоимость строительных, монтажных или специальных работ за расчетный период, руб.;  $B$  - среднегодовая выработка на одного работающего, руб/чел-год;  $T$  - продолжительность выполнения работ, год.

В общем количестве работающих удельный вес отдельных категорий - рабочих, ИТР, служащих, МОП - применяется по сложившейся структуре работающих, приведенной в табл. 8.20.

Расчет потребности во временных зданиях и сооружениях административного, санитарно-бытового и производственного назначения производится по укрупненным показателям.

Расчет потребности в складах, сборно-комплектующих площадках для строительных материалов и конструкций определяется по укрупненным показателям.

Расчет потребности в электроэнергии, топливе, паре, сжатом воздухе и кислороде для производства СМР при разработке ПОС определяется в зависимости от территориального расположения строительства. Порядок расчета, необходимые нормативы приведены в расчетных нормативах для составления ПОС.

*Таблица 8.20. Соотношение отдельных категорий работающих по видам строительства*

Вид строительства	Категория работающих, % от общего числа работающих			
	Рабочие	ИТР	МОП	Служащие
Промышленное	83,9	11,0	1,5	3,6
Жилищно-гражданское	84,5	11,0	1,3	3,2
Сельское	83,0	13,0	1,0	3,0

Расчет потребности в строительных машинах производится, исходя из объемов работ и нормативных показателей потребности, рассчитанных для каждой отрасли промышленности с учетом территориального размещения объектов строительства, уровня использования машин на 1 млн. руб. СМР. Нормативные показатели потребности в строительных машинах приведены в расчетных нормативах для составления ПОС.

В разделе «Технико-экономические показатели» приводится описание каждого показателя и расчет его величины. Для экономической оценки ПОС в нем должны быть приведены следующие показатели:

- 1) производственная мощность (для промышленных предприятий), объем оказываемых услуг (для объектов социально-бытового назначения);
- 2) капитальные вложения: общие, руб.; удельные на единицу мощности, производительности, услуг;
- 3) стоимость СМР: общая, руб.; удельная на единицу мощности, услуг;
- 4) общий объем, м<sup>3</sup>, и площадь зданий и сооружений комплекса, м ;
- 5) общая трудоемкость СМР по возведению объекта, чел.-дн.;
- 6) продолжительность строительства (реконструкции) , мес; нормативная; расчетная по КУСГи или сводному календарному плану.

#### **8.4. Сравнение организационно-технологических решений**

Проектирование организации строительства и строительных работ должно осуществляться на основе вариантной проработки основных решений с расчетом сравнительной экономической эффективности вариантов и проекта в целом.

Примерная тематика выбора вариантов для сравнения в дипломных проектах следующая:

- определение очередности застройки жилого комплекса;
- установление рациональной последовательности строительства жилых домов при застройке жилого массива;
- определение состава объектов и работ подготовительного периода (при разработке ПОС);
- сравнение вариантов организации работ подготовительного периода;
- сравнение вариантов комплексного укрупнения сетевого графика (в ПОС) и комплексного сетевого графика (в ППР);
- разработка сетевого графика строительства проектируемого объекта с расчетами оптимального насыщения фронта работ ресурсами;
- то же, с оптимизацией по различным критериям;
- сравнение вариантов организационно-технологической документации (в ПОС и ППР) на основе непрерывного планирования и поточно-ритмичного выполнения работ с расчетом заделов, графиков фиксирования, загрузки бригад и равномерной сдачи объектов в эксплуатацию;
- выбор методов строительно-монтажных работ;
- сравнение комплексов монтажных кранов;
- сравнение методов возведения многоэтажного промышленного здания с монтажом технологического оборудования; сравнение вариантов производства работ на больших площадях покрытий;
- производство земляных работ в условиях водоносных грунтов;
- определение и экономическое обоснование рациональных сроков строительства объектов и комплексов;
- технико-экономическое обоснование выбора стройгенплана;
- технико-экономическая оценка типов дорог на площадке в период строительства;
- технико-экономическая оценка вариантов набора временных зданий и сооружений на крупной строительной площадке;
- экономические расчеты экономических затрат при сокращении сроков строительства и сопоставление их с эффектом, получаемым от досрочного ввода объекта в эксплуатацию;
- технико-экономическая оценка применения нормокомплектов и средств малой механизации;
- технико-экономическая оценка средств контейнеризации и пакетирования;
- экономическая эффективность производственно-технологической комплектации строительных объектов.

Приведенный перечень может быть уточнен и дополнен в соответствии с тематикой дипломного проекта и особенностями осуществления строительства.

Расчет капитальных вложений в основные производственные фонды производится с учетом срока работы машин на строительной площадке по формуле:

$$K = \sum^n M T_{\text{пл}} / T_{\text{год}}, (8.15)$$

где  $M$  – инвентарно-расчетная стоимость машины,  $T_{\text{пл}}$  – количество дней работы машины на площадке (находят при разработке вариантных решений путем соответствующих расчетов),  $T_{\text{год}}$  – количество дней работы в году,  $n$  – количество машин, применяемых в каждом варианте. Значения  $M$  и  $T$  определяются по справочникам.

Если затраты предусматривают в течение нескольких лет или в разные сроки, необходимо привести сравнительные варианты в сопоставимый вид с помощью коэффициента приведения  $\alpha = (1 + E_{\text{н.п.}})^{t-1}$ , где  $E_{\text{н.п.}}$  – норматив для приведения разновременных затрат,  $t$  – год строительства. Для приведения разновременных затрат принимается  $E_{\text{н.п.}} = 0,08$ , а при оценке прогрессивных форм и методов, принимаемых в ПОС и ППР, предусмотренных планами по внедрению новой техники,  $E_{\text{н.п.}} = 0,1$ .

В этом случае формула (8.1) принимает вид

$$Z_i = \sum T_i C_t / (1 + E_{\text{н.п.}})^{t-1} + E_{\text{н.п.}} \sum T_i K_t / (1 + E_{\text{н.п.}})^{t-1}, (8.16)$$

где  $C_t$  – себестоимость СМР в  $t$ -й год строительства,  $T_i$  – продолжительность возведения объекта по  $i$ -му варианту,  $K_t$  – размер капитальных вложений в основные производственные фонды и среднегодовой размер оборотных материальных средств строительной организации в  $t$ -й год строительства.

При сравнении вариантов с различной продолжительностью строительства кроме расчета приведенных затрат необходимо определить экономическую эффективность от сокращения сроков строительства по формулам (8.3, 8.4)

При разработке ПОС можно также рассчитать экономический эффект от более целесообразного распределения капитальных вложений, сокращения объема незавершенного строительства и высвобождения основных производственных фондов строительной организации.

$$\mathcal{E}_p = E_{\text{н.п.}} (K_1 T_1 - K_2 T_2), (8.17)$$

где  $K_1$  и  $K_2$  – средний за период строительства размер капитальных вложений в сравниваемых вариантах;

$$K_{1,2} = (K_1 + K_2 + \dots + K_n) / n, (8.18)$$

где  $K_1, K_2, K_n$  – нарастающие итоги капитальных вложений к концу первого, второго и других календарных периодов за все время строительства;  $n$  – число периодов строительства.

Таким образом, общий экономический эффект от организационных решений в ПОС равен

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) + \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_\phi + \mathcal{E}_p - D, (8.19)$$

где Д—дополнительные затраты, связанные с сокращением продолжительности строительства.

## **9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ**

### **9.1. Общие указания по проектированию стройгенпланов и организации строительной площадки**

Строительный генеральный план (стройгенплан) разрабатывается в объеме, предусмотренном постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87, СП 48.13330.2011 «Организация строительства», МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ», РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ» и Приказ от 12 ноября 2013 г. № 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения".

На стройгенплане наносятся: границы строительной площадки и виды ее ограждения, действующие и временные подземные, надземные и воздушные сети и коммуникации, постоянные и временные дороги, схемы движения средств транспорта и механизмов, места установки строительных и грузоподъемных машин, пути их перемещения и зоны действия, размещение постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, места расположения знаков геодезической разбивочной основы, опасные зоны, пути и средства подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также проходы в здания и сооружения, размещение источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки, расположение заземляющих контуров, места расположения устройств для удаления строительного мусора и бытовых отходов, площадки и помещения складирования материалов и конструкций, площадки укрупнительной сборки конструкций, расположение помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей, питьевые установки и места отдыха, а также зоны выполнения работ повышенной опасности.

Административно-бытовые помещения, мастерские, закрытые склады и другие временные здания и сооружения, где находятся люди, размещаются за пределами границ опасных зон.

Площадки складирования материалов и конструкций, места стоянки транспорта под разгрузкой, места хранения грузозахватных приспособлений и тары, приема бетонной смеси и раствора, расположения контрольных грузов, площадки кантовки конструкций назначаются с учетом грузовой характеристики крана в пределах зоны обслуживания краном после определения ее границы. При расположении площадок складирования вне видимости крановщика между ним и стропальщиком налаживается радиотелефонная связь.

Конструкция ограждения строительной площадки должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23407-78 [62].

Высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работы - не менее 1,2 м.

Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, имеют высоту не менее 2 м и оборудованы сплошным защитным козырьком.

Козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов.

Ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху сплошным навесом шириной не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между навесом и вышерасположенной стеной над входом должен быть в пределах 70 - 75°.

Привязка кранов, кранов-манипуляторов, подъемников и рельсовых крановых путей производится к осям здания (сооружения), а при реконструкции - к наружным поверхностям стен.

Рельсовые крановые пути выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51248-99 "Пути наземные рельсовые крановые. Общие технические требования", СП 12-103-2002 "Пути наземные рельсовые крановые. Проектирование, устройство и эксплуатация" и Приказ от 12 ноября 2013 г. № 533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения" [70].

Конструкция ограждения рельсовых крановых путей дана на рисунках 29, 30, 31. РД-11-06-2007 [68]. Ограждение рельсового пути следует выполнять по ГОСТ 23407-78 [62].

Для башенных кранов показывают крайние стоянки и стоянки кранов в нерабочем состоянии.

При совместной работе нескольких кранов на объекте (в том числе башенных, находящихся на одних или разных рельсовых крановых путях) или кранов с другими механизмами для производства строительно-монтажных работ для обеспечения совместной безопасной их работы определяются промежуточные стоянки.

Промежуточные дополнительные стоянки показывают также при работе кранов (когда это требуется) с предельными массами грузов, на предельных вылетах и в стесненных условиях.

Привязка крайних стоянок башенного крана производится к тупиковым упорам или концам рельсов, промежуточных стоянок кранов - к осям здания.

Для стреловых кранов, кранов-манипуляторов, подъемников (вышек), как правило, показываются все стоянки.

При равных расстояниях между стоянками может показываться шаг стоянок между начальной и конечной, а при последовательном выполнении однотипных работ - между начальной и конечной стоянками - ось движения грузоподъемной машины, на которой она может устанавливаться в любом месте.

Стоянки грузоподъемных машин обязательно показываются при выполнении работ в охранной зоне ЛЭП или ближе 30 м от крайних проводов ЛЭП, при выполнении других работ повышенной опасности, производстве работ с предельными по грузоподъемности массами грузов.

Для котлованов, траншей и других выемок, имеющих откосы или без откосов, должно предусматриваться сигнальное ограждение по ГОСТ 23407-78 [62].

Рабочие места и проходы к ним, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте, ограждаются предохранительными или страховочными защитными ограждениями, а при расстоянии более 2 м - сигнальными ограждениями, соответствующими требованиям ГОСТ 12.4.059-89; проемы в стенах при одностороннем примыкании к ним настила (перекрытия) ограждаются, если расстояние от уровня настила до нижнего прохода менее 0,7 м

Ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 м, а высота таких проходов в свету - не менее 1,8 м.

На стройгенплане показывают зону складирования материалов и конструкций с указанием размеров и площади зоны.

На стройгенплане показывают места хранения грузозахватных приспособлений и тары.

Для стреловых кранов места хранения грузозахватных приспособлений и тары показывают на фрагменте одной стоянки крана.

Размещение стендов со схемами строповок и таблицей масс грузов необходимо предусматривать в зоне разгрузки автотранспорта и на площадках складирования.

Для стреловых кранов, кранов-манипуляторов место установки такого стенда показывают на фрагменте одной стоянки крана или крана-манипулятора.

Количество стендов принимается в зависимости от количества разгрузочных площадок - в среднем один стенд на одну площадку.

При необходимости кантования на стройгенплане предусматривается специально оборудованная площадка или соответствующее оборудование для кантования конструкций.

Передвижные вагончики или отдельные блок-контейнеры здания, используемые для административно-бытовых помещений, устанавливаются группами не более 10 шт. (в том числе и в несколько этажей) и общей площадью не более 800 кв. м. Расстояние между группами должно быть не менее 15 м, такое же расстояние принимается между вагончиками и строящимися или существующими зданиями и сооружениями.

В стесненных условиях допускается уменьшить, указанное расстояние при условии устройства противопожарных стен.

Расстояние от рабочих мест на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях до гардеробных, душевых, умывальных, помещений для обогрева и туалетов должно быть не более 150 м.

При определении удаленности санитарно-бытовых помещений следует учитывать расстояние по вертикали, которое принимается с коэффициентом 5.

Санитарно-бытовые помещения должны быть удалены от разгрузочных устройств и других объектов, выделяющих пыль, вредные пары и газы на расстояние не менее 50 м, при этом бытовые помещения целесообразно размещать с наветренной стороны. Входы в помещения не должны быть расположены со стороны рельсовых крановых путей, проходящих ближе 7 м от наружной стены здания.

Площадка для размещения бытовых помещений должна располагаться на незатапливаемом участке, иметь водоотводные канавы, переходные мостики и подъезды для пожарных машин.

Ширина временных автотранспортных дорог принимается:

- при двухполосном движении - 6 м (в обоснованных случаях - до 7 м);



- при однополосном движении - 3,5 м с уширением до 6,5 м под разгрузочные площадки для автотранспорта (при большегрузных машинах - 7,0 м).

Длина разгрузочной площадки назначается в зависимости от числа автомашин, одновременно стоящих под разгрузкой, их габаритов и принимается в пределах 15 - 45 м.

Радиусы закругления временных дорог зависят от габарита грузов и транспортных средств, используемых для их доставки, и принимается в пределах 12 - 18 м.

В стесненных условиях строительной площадки при применении автомашин грузоподъемностью до 5 т без прицепов допускается принимать радиус закругления временных дорог 9 м.

Ширина временных дорог и площадок для установки стреловых самоходных кранов и кранов-манипуляторов определяется в зависимости от используемых марок машин. Ширина временной дороги принимается на 0,5 м больше ширины гусеничного или колесного хода применяемой грузоподъемной машины.

При прямолинейном движении грузоподъемных машин временную дорогу рекомендуется выполнять двухколейной. Ширина колеи принимается на 0,5 м больше ширины одной гусеницы, или колеса, или пары колес.

При специальном обосновании ширина временных дорог под самоходные стреловые краны и краны-манипуляторы может быть увеличена.

Временные автотранспортные дороги могут быть совмещены с временными дорогами, на которых работают самоходные стреловые краны и краны-манипуляторы.

Конструкцию временных дорог и площадок под грузоподъемные машины проектируют в зависимости от нагрузок, создаваемых ими (нагрузки принимаются согласно паспорту завода-изготовителя), и плотности грунта в основании (согласно техническому заключению о грунтах или акта испытания грунта лабораторией строительно-монтажной организации).

Площадка для установки грузоподъемной машины должна обеспечивать их устойчивость и исключать проседание выносных опор (аутригеров) или гусениц (или плит под ними) при подъеме предельно допустимого (по паспорту) груза.

Временные дороги и пешеходные дорожки могут иметь покрытие из щебня, гравия или из железобетонных дорожных плит на песчаном основании.

Временные дороги и пешеходные дорожки по возможности необходимо устраивать за пределами опасной зоны.

Для разгрузочных площадок временная дорога должна иметь уширения в зону обслуживания крана.

При разработке стройгенплана необходимо учитывать требуемые размеры проезда для завоза и вывоза крана на площадку или с площадки и площади для монтажа и демонтажа башенного крана; временные дороги должны обеспечивать свободный проезд других строительных механизмов и пожарных машин ко всем строящимся и эксплуатируемым зданиям (в том числе и временным), местам открытого хранения строительных материалов, конструкций и оборудования.

Вдоль зданий шириной до 18 м устраивается проезд с одной стороны, более 18 м проезды должны быть с двух сторон, а шириной более 100 м - со всех сторон здания. Проезды должны иметь покрытие, пригодное для движения пожарных автомобилей в любое время года.

При наличии тупиковых дорог предусматривается устройство разворотных площадок размером не менее 12 x 12 м или петель.

На территории строительства площадью 5 га и более предусматривается не менее двух въездов с противоположных сторон.

Ширина ворот на въездах на строительную площадку должна быть не менее 4 м.

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный стенд пожарной защиты с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, схемой движения транспорта, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи, и назначается пожарный расчет.

Каждый рабочий выезд со строительной площадки оборудуется пунктом мойки (очистки) колес автотранспорта.

Место установки эстакады или размещения моечной площадки определяется в зависимости от принятой на строительной площадке схемы движения автотранспорта и ширины временных (постоянных) дорог.

В местах пересечения временных дорог и пешеходных дорожек с опасными зонами необходимо устанавливать дорожные знаки и знаки безопасности.

В необходимых случаях для регулировки движения транспорта и работы грузоподъемной машины специально назначаются сигнальщики.

На дорогах должна предусматриваться установка знаков ограничения скорости движения транспорта.

На стройгенплане показывают место стоянки транспорта под разгрузкой и разрабатывают схему движения транспорта с расстановкой дорожных

знаков, регламентирующих порядок движения транспортных средств в соответствии с "Правилами дорожного движения".

Скорость движения автотранспорта на стройплощадке вблизи мест производства работ не должна превышать 10 км/ч на прямых участках и 5 км/ч - на поворотах.

Места нахождения контрольных грузов башенных кранов для минимального и максимального вылета располагают за ограждением кранового пути.

Положение контрольных грузов на строительной площадке должно соответствовать наибольшей грузоподъемности крана и/или наибольшему грузовому моменту. Если кран имеет постоянную грузоподъемность или перемещает только грузы с минимальной грузоподъемностью, на строительной площадке может быть один контрольный груз для максимального вылета.

При установке на один рельсовый путь нескольких башенных кранов контрольные грузы с максимальной массой могут находиться внутри рельсовых крановых путей в промежутке между тупиковыми упорами двух кранов, при этом расстояние от тупикового упора до контрольного груза должно быть не менее 1 м. При кранах с одинаковой грузоподъемностью у пары башенных кранов могут быть общие контрольные грузы.

На стройгенплане показывают схему движения работающих людей на стройплощадке, пешеходные дорожки, входы в здание и спуски в котлован.

Съезды в котлован или другие выемки выполняют с уклоном 0,10, а в стесненных условиях - 0,15. В случае, если в котлован (или другую выемку) требуется заезд только стреловых кранов, уклон пандуса принимается с учетом максимального уклона, преодолеваемого краном в транспортном положении, согласно паспорта этого крана.

Рабочие спускаются в котлован по лестницам с ограждением или специально устроенным для рабочих пандусам. Не допускается спуск в котлован по пандусам, где производится движение транспорта.

В случае совмещения на одном пандусе автодороги и пешеходной дорожки, они должны быть разделены временным сигнальным ограждением или отбойным брусом.

Входы в здание предусматриваются с торцов здания или противоположной от грузоподъемной машины стороны здания.

Шкаф электропитания башенного крана, запирающийся на замок, устанавливается с наружной стороны ограждения кранового пути. К шкафу электропитания башенного крана должен быть обеспечен свободный подход.

Линия электропитания от распределительного щита до грузоподъемного крана должна быть самостоятельной, присоединение к этой линии других потребителей запрещается.

При привязке башенных кранов необходимо учитывать размеры площадок для монтажа и демонтажа этих кранов, а также расположение монтируемых и демонтируемых кранов относительно строящегося или рядом расположенного здания (сооружения) или других препятствий.

Места приема раствора и бетонной смеси на строительной площадке должны иметь твердое покрытие.

На стройгенплане показывают места установки знаков безопасности при ограничении зоны обслуживания, а также наносят расположение проекторных вышек и опор наружного освещения.

К площадкам укрупнительной сборки конструкций предъявляются такие же требования, как и к площадкам складирования материалов и конструкций. Кроме того, в зависимости от вида укрупняемых конструкций площадки должны иметь стеллажи, оборудование и приспособления для укрупнения и кантовки конструкций.

При небольшом объеме работ площадка укрупнительной сборки может находиться в зоне работ крана (кранов), с помощью которого (которых) возводится здание (сооружение), а при больших объемах работ укрупнительная сборка конструкций производится на отдельной площадке с самостоятельными (не связанными с производством строительно-монтажных работ) кранами, необходимым оборудованием и временными сооружениями.

Первичные средства пожаротушения размещаются на строительной площадке и строящемся объекте, складах и в административно-бытовых помещениях в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме" [69].

Для уменьшения загрязнения окружающей среды строительные отходы собираются на стройплощадке в контейнеры. Контейнеры со строительными отходами устанавливаются в отведенном для них месте и вывозятся за пределы строительной площадки. Место сбора строительных отходов показывается на стройгенплане.

Вблизи санитарно-бытовых помещений также устанавливаются контейнеры для сбора мусора и пищевых отходов. На стройгенплане показывается схема удаления мусора с этажей.

На стройгенплане показываются грузовые и грузопассажирские подъемники с их привязкой.

## **9.2. Подбор грузоподъемных машин**

Установку крана на строительной площадке необходимо выполнить так чтобы машинисту крана был обеспечен обзор всей рабочей зоны. Зона работы башенного крана должна охватывать по высоте, ширине и длине строящееся здание, а также площадку для складирования монтируемых элементов и дорогу, по которой подвозятся грузы.

При выборе крана для производства строительно-монтажных работ необходимо следить за тем, чтобы вес поднимаемого груза с учетом грузозахватных приспособлений и тары не превышал допустимую (паспортную) грузоподъемность крана. Для этого необходимо учитывать максимальный вес монтируемых изделий и необходимость их подачи краном для монтажа в наиболее отдаленное проектное положение с учетом допустимой грузоподъемности крана на данном вылете стрелы.

Соответствие крана высоте подъема крюка определяется исходя из необходимости подачи на максимальную высоту изделий и материалов с учетом их размеров и длине стропов. При выборе крана для строительных работ пользуются рабочими чертежами возводимого объекта, при этом учитываются размеры, форма и вес сборных элементов, подлежащих монтажу. Затем, с учетом места установки крана, определяется наибольший требуемый вылет стрелы и необходимая максимальная высота подъема.

Подбор крана производится по трем основным параметрам: грузоподъемности, вылету и высоте подъема, а в отдельных случаях и по глубине опускания.

Грузоподъемность крана - груз полезной массы, поднимаемый краном и подвешенный при помощи съемных грузозахватных приспособлений или непосредственно к несъемным грузозахватным приспособлениям. У стреловых поворотных кранов обеспечивается возможность подъема груза при всех положениях поворотной части.

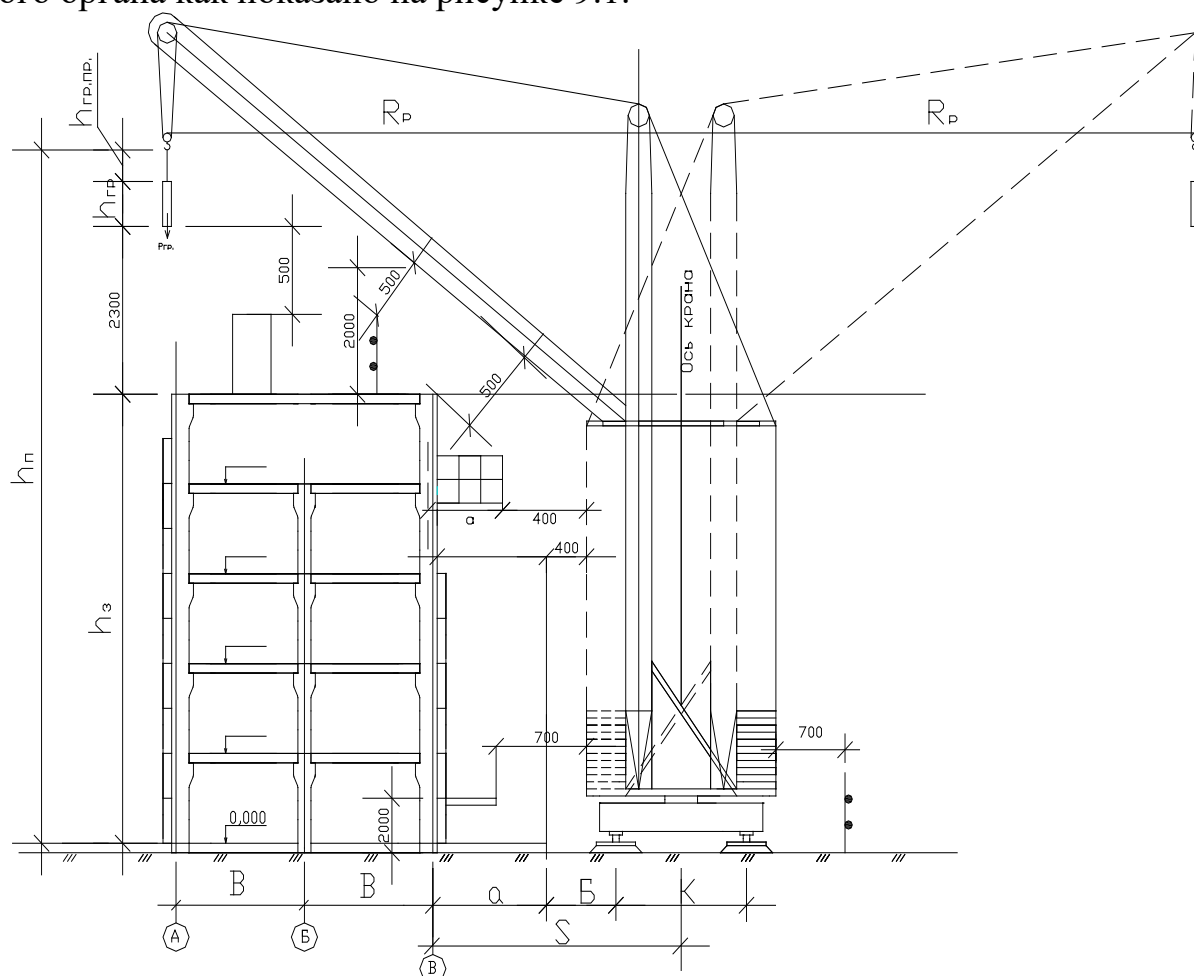
Требуемая грузоподъемность крана на соответствующем вылете определяется по массе наиболее тяжелого груза со съемными грузозахватными приспособлениями (грейфера, электромагнита, траверс, стропов и т.п.). В массу груза включаются также масса навесных монтажных приспособлений, закрепляемых на монтируемой конструкции до ее подъема, и конструкций усиления жесткости груза.

Грузоподъемность крана ( $Q$ ) должна быть больше или равна массе поднимаемого груза  $P_{гр}$ , плюс масса грузозахватного приспособления  $P_{гр.пр.}$ , плюс масса навесных монтажных приспособлений  $P_{к.м.пр.}$ , плюс масса конструкций усиления жесткости поднимаемого элемента  $P_{к.у.}$ .

$$Q \geq P_{гр.} + P_{гр.пр.} + P_{к.м.пр.} + P_{к.у.}, \quad (9.1)$$

Для кранов с переменным вылетом грузоподъемность зависит от вылета.

Необходимый рабочий вылет  $R_p$  определяется расстоянием по горизонтали от оси вращения поворотной части крана до вертикальной оси грузозахватного органа как показано на рисунке 9.1.



**Рис.9.1. Привязка башенного крана к зданию**

где  $H$  - отметка высоты подъема;

$R_p$  - необходимый рабочий вылет;

$R_п$  - наибольший радиус поворотной части крана со стороны, противоположной стреле;

$h_з$  - высота здания (сооружения);

$h_{гр}$  - высота поднимаемого (перемещаемого) груза;

$h_{гр.пр.}$  - длина грузозахватного приспособления;

$h_п$  - высота подъема;

$K$  - колея пути крана;

$B$  - минимальное расстояние от выступающей части здания до оси рельса,

$$B = (R_п - 0,5K) + п;$$


$в$  - размеры между осями здания;

$Ж$  - размер зоны, в которой запрещается нахождение людей, определяется в ППР;

$а$  - расстояние от оси здания до его наружной грани (выступающей части);

п - габарит приближения;

S - расстояние от оси крана до оси здания;

 - отметка головки рельса;

 - основные высотные отметки;

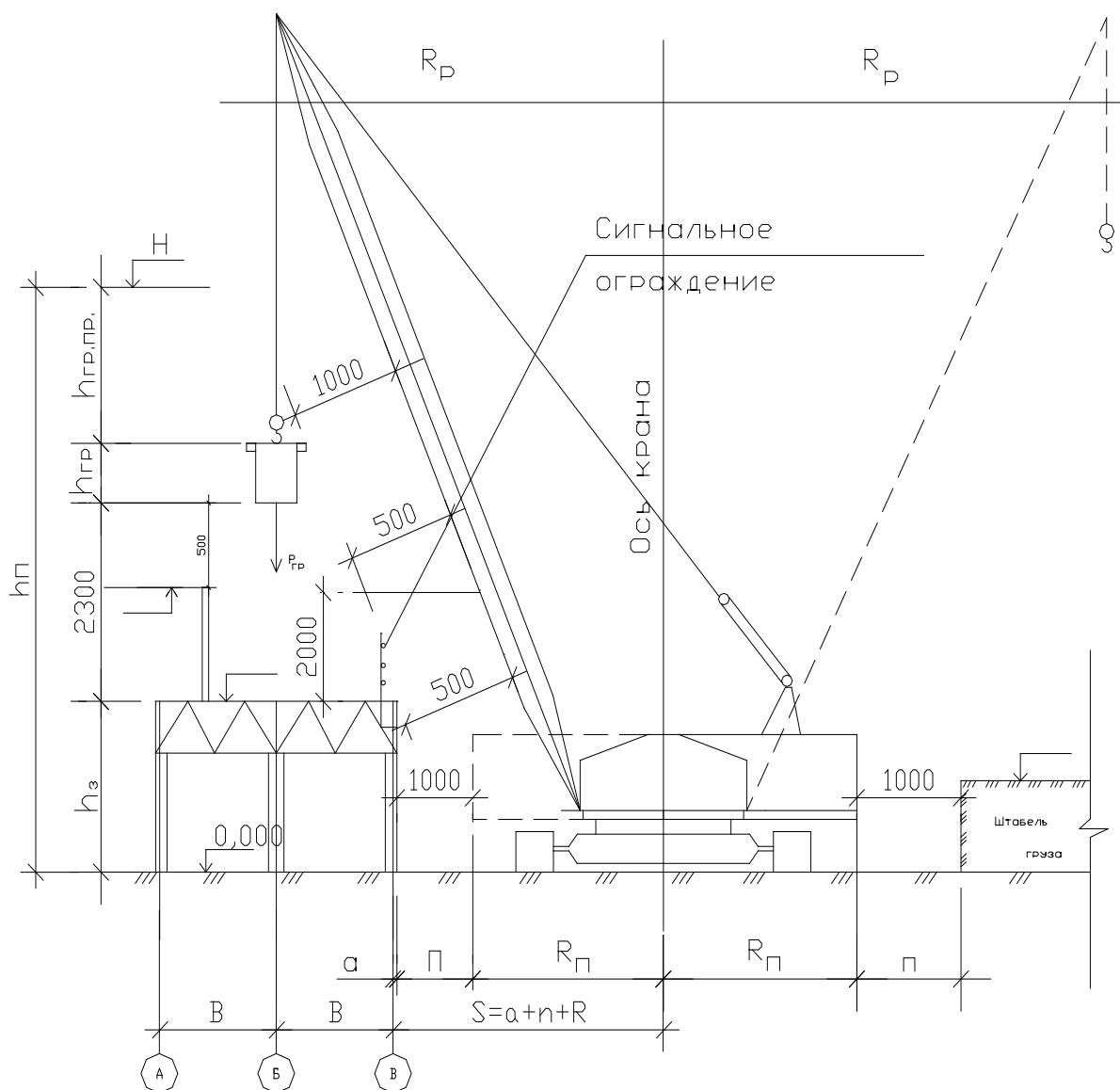
\* В связи с возможным отклонением от вертикали поворотной башни высотой более двух секций и грузового полиспаста габарит приближения следует принимать 800 мм вместо 400 мм по всей высоте.

\*\* От наиболее выступающей части крана.

Требуемая высота подъема  $h_{\text{п}}$  определяется от отметки установки грузоподъемных машин (кранов) по вертикали и складывается из следующих показателей: высоты здания (сооружения) от нулевой отметки здания с учетом отметок установки (стоянки) кранов до верхней отметки здания (сооружения) (верхнего монтажного горизонта)  $h_3$ , запаса высоты, равной 2,3 м из условий безопасного производства работ на верхней отметке здания, где могут находиться люди, максимальной высоты перемещаемого груза  $h_{\text{гр}}$  (в положении, при котором производится его перемещение) с учетом закрепленных на грузе монтажных приспособлений или конструкций усиления, длины (высоты) грузозахватного приспособления  $h_{\text{гр.пр.}}$  в рабочем положении как показано на рисунках 9.1, 9.2, 9.3.

$$h_{\text{п}} = [(h_3 \pm n) + h_{\text{гр}} + h_{\text{гр.пр.}} + 2,3]. \text{ м} \quad (9.2)$$

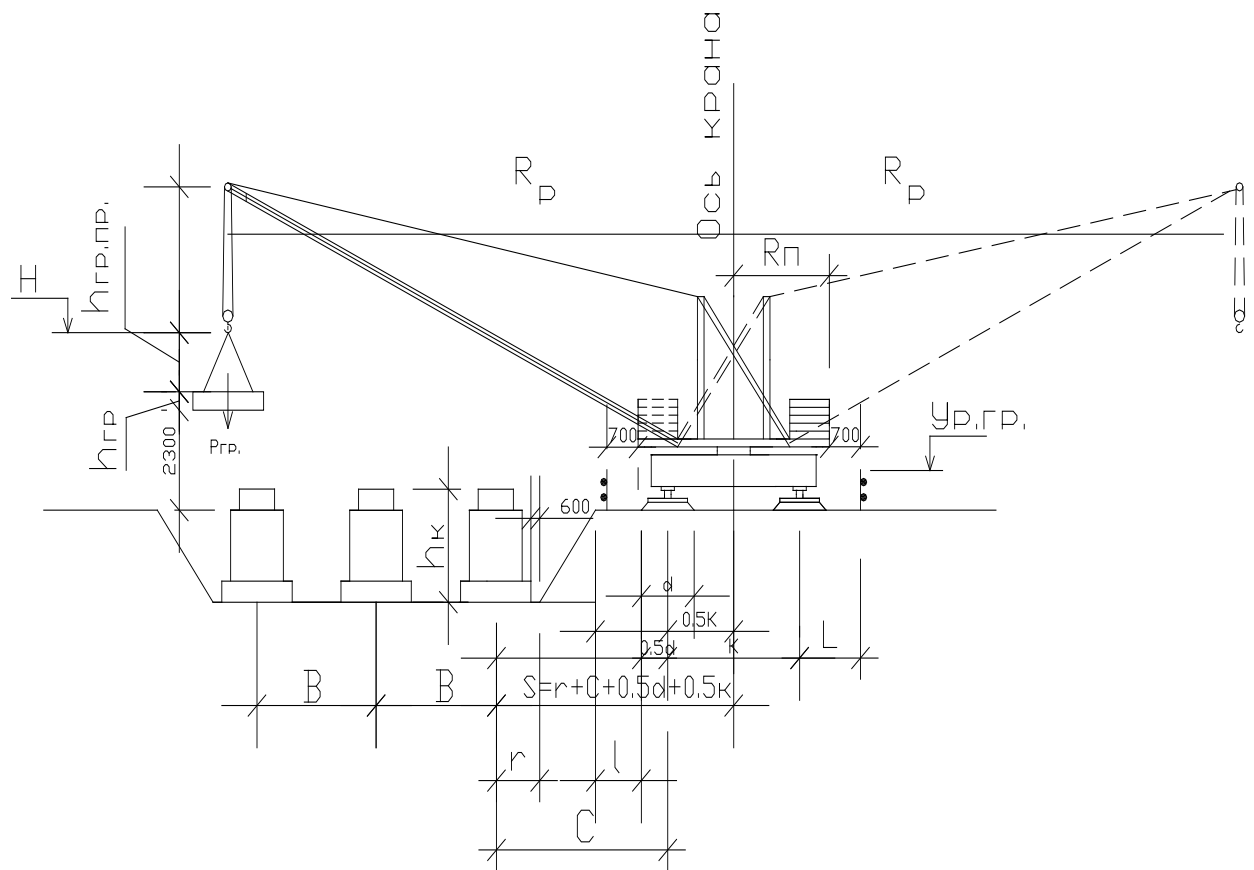
где  $n$  - разность отметок стоянки кранов и нулевой отметки здания (сооружения).



**Рис. 9.2. Привязка стрелового крана к зданию**

- где  $R_D$  - необходимый рабочий вылет;  
 $R_{гр}$  - масса поднимаемого груза;  
 $R_{п}$  - наибольший радиус поворотной части крана;  
 $h_{п}$  - высота подъема;  
 $h_z$  - высота здания;  
 $h_{гр}$  - высота поднимаемого (перемещаемого) груза;  
 $h_{гр.пр.}$  - длина грузозахватного приспособления;  
 $S$  - расстояние от оси крана до оси здания;  
 $Ж$  - размер зоны, в которой запрещается нахождение людей;  
 $в$  - размеры между осями здания;  
 $а$  - расстояние от оси здания до его наружной грани (выступающей части);  
 $п$  - габарит приближения;  
 $\overset{H}{\downarrow}$  - отметка высоты подъема;  
 $\downarrow$  - основные отметки конструкций здания.





**Рис. 9.3. Установка рельсового крана у откоса котлована**

где  $R_p$  - необходимый рабочий вылет;

$R_{п}$  - наибольший радиус поворотной части крана;

$h_k$  - глубина котлована;

$h_{гр}$  - высота поднимаемого (перемещаемого) груза;

$h_{гр.пр.}$  - длина грузозахватного приспособления;

$h_{п}$  - высота подъема;

$K$  - колея пути крана;

$S$  - расстояние от оси крана до оси здания;

$b$  - размеры между осями здания;

$C$  - расстояние от основания откоса котлована до края балластной призмы;

$r$  - расстояние от оси здания до основания;

$L$  - расстояние от оси рельса до ограждения рельсового кранового пути;

$d$  - ширина основания балластной призмы;

$\overset{H}{\downarrow}$  - отметка высоты подъема;

$\overset{U_{р.гр.}}{\downarrow}$  - отметка головки рельса;

$\downarrow$  - основные отметки конструкций здания.

Требуемая глубина опускания  $h_{оп}$  определяется от отметки установки грузоподъемного крана по вертикали как разница между высотой здания (сооружения) - при установке крана на конструкциях возводи-

мого сооружения, или глубиной котлована и суммой минимальных высот груза и грузозахватного приспособления, как показано на рисунке 4, с увеличением  $h_{оп}$  на 0,15-0,3 м для ослабления натяжения строп при расстроповке.

$$h_{оп} = (h_з \pm e \pm m) - (h_{гр.} + h_{гр.пр.}) + (0,15 \dots 0,3), \text{ м} \quad (9.3)$$

или

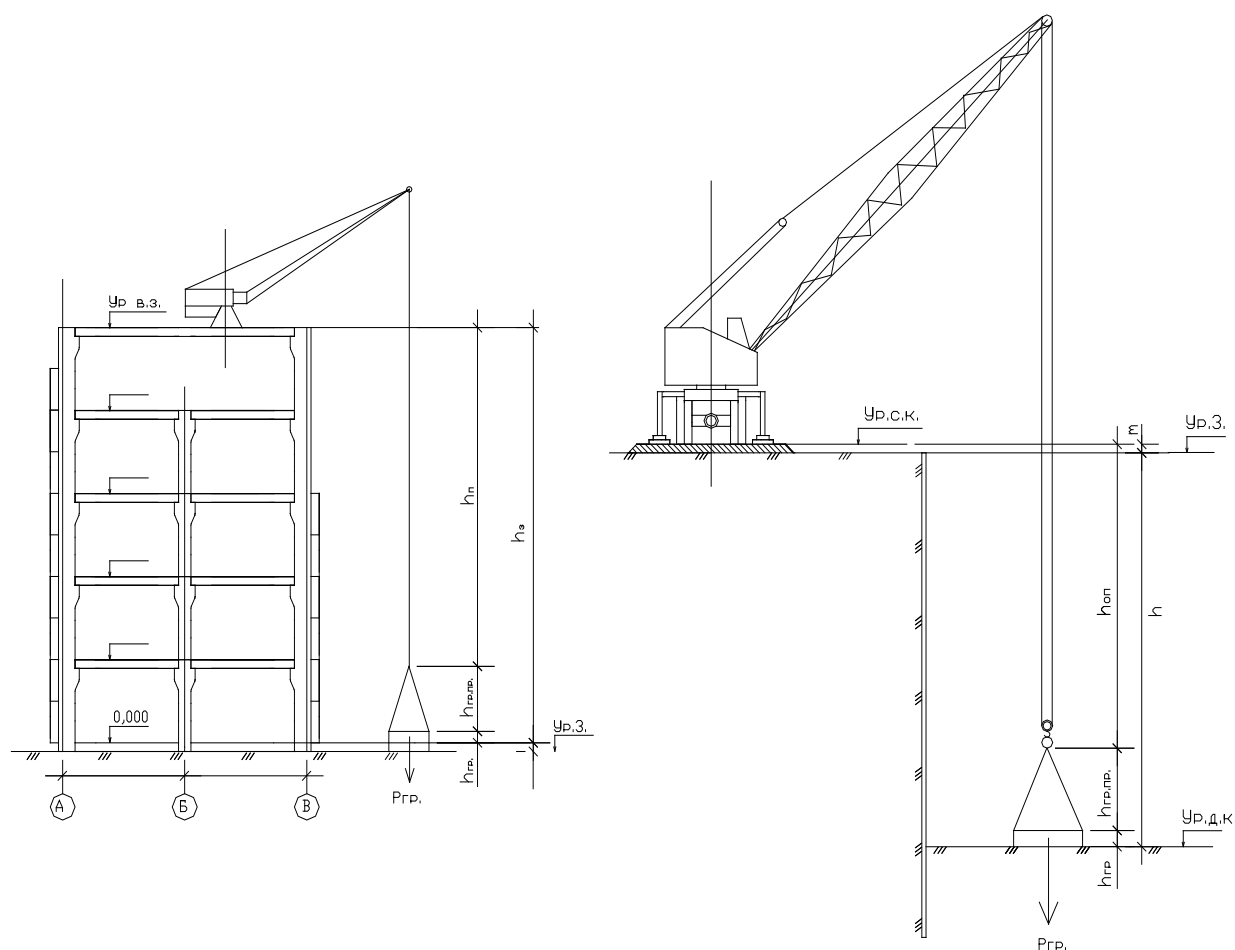
$$h_{оп} = (h_к \pm m) - (h_{гр.} + h_{гр.пр.}) + (0,15 \dots 0,3), \text{ м} \quad (9.4)$$

где  $h_з$  - высота здания (сооружения) от нулевой отметки до отметки перекрытия (крыши), на котором устанавливается кран;

$h_к$  - глубина котлована (сооружения) от отметки земли до отметки дна котлована (сооружения);





$e$  - разность отметок земли и нулевой отметки здания (сооружения);

$m$  - разность отметок стоянки крана и отметки перекрытия (крыши), или поверхности земли, на которых устанавливают кран.



**Рис.9.4. Установка кранов для опускания (подъема) грузов ниже уровня стоянки**

где  $P_{гр}$  - масса поднимаемого (опускаемого) груза;

$h_{гр}$  - высота груза;  
 $h_{гр.пр}$  - длина (высота) грузозахватного приспособления;  
 $h_з$  - высота здания;  
 $h_{оп}$  - высота (глубина) подъема (опускания);  
 - уровень стоянки крана;  
 - уровень земли;  
 - уровень дна котлована;  
 - уровень перекрытия (крыши).  
 $e = \pm Y_{р.з.}$   
 $m = Y_{р.с.к.} \pm Y_{р.з.}$  (при стоянке крана на земле)  
 $m = Y_{р.с.к.} \pm Y_{р.п.}$  (при стоянке крана на крыше)

В стесненных условиях, где к опасной зоне примыкают дошкольные и образовательные учреждения, при выборе крана рекомендуется использование стационарных кранов.

### 9.3. Привязка грузоподъемных машин

Расстояния между выступающими частями передвигающегося по наземным рельсовым путям крана (его поворотной или другой наиболее выступающей частью) и внешним ближайшим контуром здания (сооружения), включая его выступающие части (козырьки, карнизы, пилястры, балконы и т.п.) или временные строительные приспособления, находящиеся на здании или у здания (строительные леса, выносные площадки, защитные козырьки и т.п.), а также строениями, штабелями грузов и другими предметами, должны составлять согласно ст.2.18.6 ПБ 10-382-00 от уровня земли или рабочих площадок на высоте до 2000 мм не менее 700 мм, а на высоте более 2000 мм - не менее 400 мм соответственно рисунку 9.1.

Для кранов с поворотной башней и числом секций в башне более двух это расстояние принимается не менее 800 мм по всей высоте ввиду возможного отклонения башни от вертикали.

Расстояние по вертикали от консоли противовеса или от противовеса, расположенного под консолью башенного крана, до площадок, на которых могут находиться люди, должно быть не менее 2000 мм.

Приближение к зданию (сооружению) приставного крана определяется минимальным вылетом, при котором обеспечивается монтаж ближайших к башне крана конструктивных элементов зданий с учетом размеров фундамента крана и условий крепления крана к зданию.

Конструкции фундамента приставного крана в каждом конкретном случае определяются расчетом, выполненным специализированной организацией.

Конструкции крепления приставного крана к конструкциям здания разрабатывает специализированная организация и согласовывает с автором проекта здания.

Расстояние между поворотной частью стреловых самоходных кранов, платформой подъемника (вышки), краном-манипулятором при любых их положениях и строениями, штабелями грузов, строительными лесами и другими предметами (оборудованием) должно быть не менее 1000 мм.

При установке фасадных подъемников расстояние от их выступающих частей (не считая опорных роликов, на которые может опираться люлька при подъеме) до выступающих частей здания должно быть не менее 200 мм.

Приближение грузоподъемных машин к неукрепленным откосам котлованов, траншей или других выемок при ненасыпном грунте разрешается только за пределами призмы обрушения грунта и определяется расстоянием по горизонтали от основания откоса котлована (выемки):

- до нижнего края балластной призмы рельсового кранового пути согласно рисунку 9.3 и таблице 9.1.

- для стреловых кранов, строительных подъемников, кранов-манипуляторов и подъемников (вышек) - до ближайших опор согласно рисунку 9.4 и таблице 9.1.

Минимальные расстояния по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины (СНиП 12-03-2001 п.7.2.4).

Таблица 9.1

Глубина выемки (h), м	Грунт ненасыпной (L)			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1,0	1,50	1,25	1,00	1,00
2,0	3,00	2,40	2,00	1,50
3,0	4,00	3,60	3,25	1,75
4,0	5,00	4,40	4,00	3,00
5,0	6,00	5,30	4,75	3,50
Примечание - При глубине выемки более 5 м расстояние от основания откоса выемки до ближайших опор грузоподъемных машин определяется расчетом с обязательным дополнительным укреплением.				

Крутизну откосов выемок, устраиваемых без крепления в насыпных, песчаных и пылевато-глинистых грунтах выше уровня грунтовых вод (с учетом капиллярного поднятия) или грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, следует принимать по таблице 9.2.

Устройство выемок с вертикальными стенками без крепления выше уровня грунтовых вод и при отсутствии вблизи подземных сооружений допускается при их глубине не более, м:

- 1,0 - в несслежавшихся насыпных и природного сложения песчаных грунтах;

- 1,25 - в супесях;

1,5 - в суглинках и глинах (СНиП 12-04-2002 п.5.2.4).

Крутизна откосов выемок глубиной более 5 м во всех случаях и глубиной менее 5 м при гидрологических условиях и видах грунтов, не предусмотренных таблицей 9.2, а также откосов, подвергающихся увлажнению, должна устанавливаться проектом (СНиП 12-04-2002 п.5.2.7). Для откосов временных выемок в однородных немерзлых грунтах их крутизну допускается принимать по методике, изложенной в приложении 3 СНиП 3.02.01-87 "Земляные сооружения, основания и фундаменты".

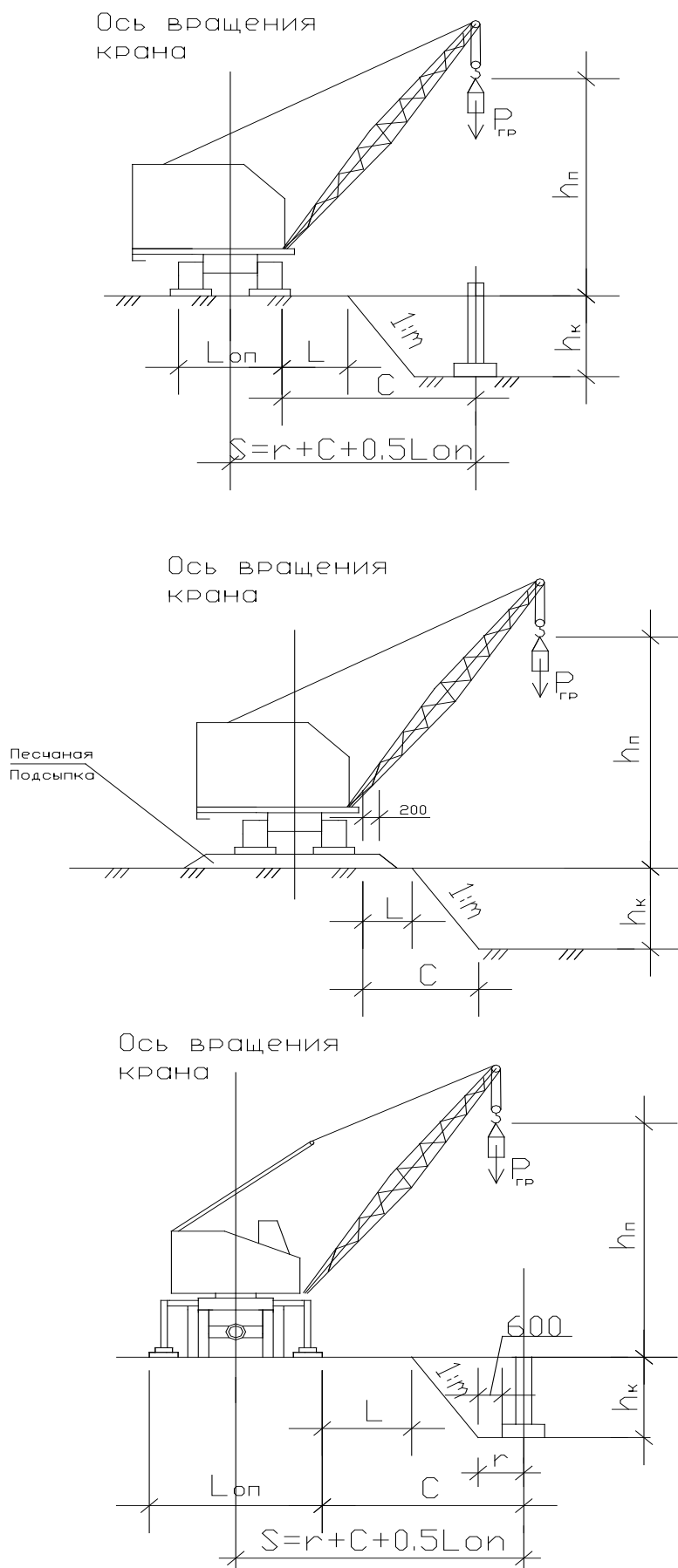
Таблица 9.2

Крутизна откосов выемок в зависимости от глубины (СНиП 12-04-2002 .5.2.6)

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3,0	5,0
Насыпные неслежавшиеся	1:0,67	1:1	1: 1,25
Песчаные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовые	1:0	1:0,5	1:0,5
<b>Примечания</b> 1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов назначают по наименее устойчивому виду от обрушения откоса. 2. К неслежавшимся насыпным относятся грунты с давностью отсыпки до двух лет - для песчаных; до пяти лет - для пылевато-глинистых грунтов.			

Для определения характеристики грунта при установке грузоподъемной машины у котлована (выемки) необходимо руководствоваться инженерно-геологическим заключением о грунтах, при этом при наличии в откосе разнородных грунтов определение приближения грузоподъемной машины производится по одному виду грунта с наихудшими показателями (по наиболее слабому грунту).

При установке грузоподъемных машин у зданий (сооружений), имеющих подвалы или другие подземные пустотные сооружения, проектные институты (авторы проекта) должны рассчитывать несущую способность стен указанных сооружений на крановые нагрузки. Расчет передается разработчикам ППР для включения в состав проекта производства работ.



**Рис.9.5. Установка стреловых кранов у откосов выемок**  
где  $P_{гр}$  - масса поднимаемого груза;

$L_{оп}$  - размер колеи или базы гусеничного крана, или опорного контура для грузоподъемных машин с выносными опорами;

$h_{п}$  - высота подъема;

$C$  - расстояние от основания откоса котлована до ближайшей опоры грузоподъемной машины;

$h_{к}$  - глубина котлована;

$Z$  - расстояние от опоры гусеничного крана до края железобетонной опорной плиты;

$S$  - расстояние от оси вращения грузоподъемных машин до ближайшей оси здания;

$i: m$  - крутизна откоса по ППР;

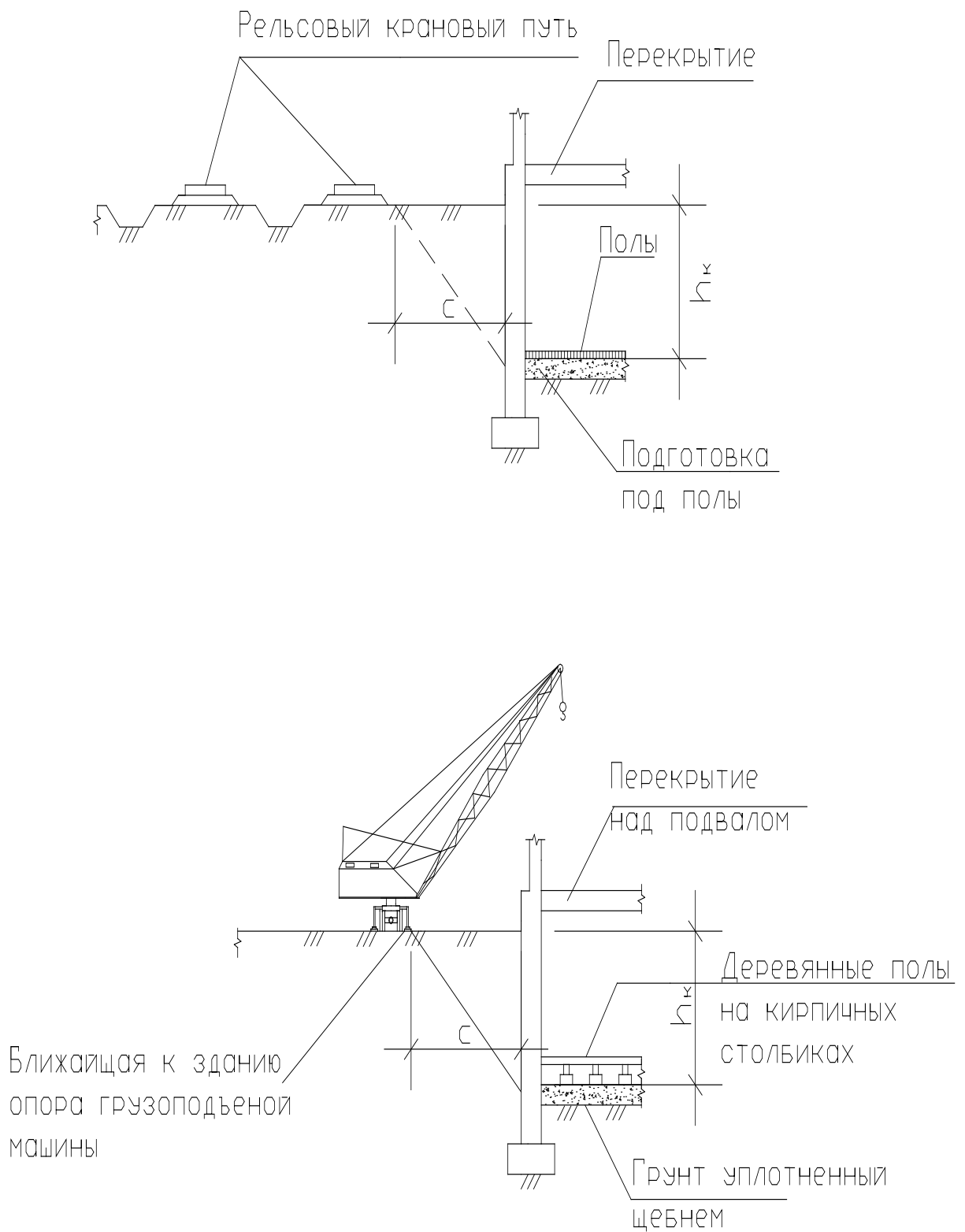
$r$  - расстояние от оси здания до основания откоса.

$L$  - минимальное расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор машины (СНиП 12-03-2001 п.7.2.4)

Если расстояние от ближайшей опоры грузоподъемной машины или нижнего края балластной призмы рельсового пути до наружной грани стены подвала ( $C$ ) соответствует требованиям изложенных в данной главе и рисунку 9.6, проверочных расчетов, подтверждающих устойчивость стен подвалов, фундаментов и других конструкций, не требуется.

При выборе крана с подъемной стрелой необходимо, чтобы от габарита стрелы до выступающих частей здания соблюдалось расстояние не менее 0,5 м, а до перекрытия (покрытия) здания и других площадок, на которых могут находиться люди, не менее 2 м по вертикали, как показано на рисунках 9.1 и 9.2. При наличии у стрелы крана предохранительного каната указанные расстояния принимаются от каната согласно рисунку 9.7.

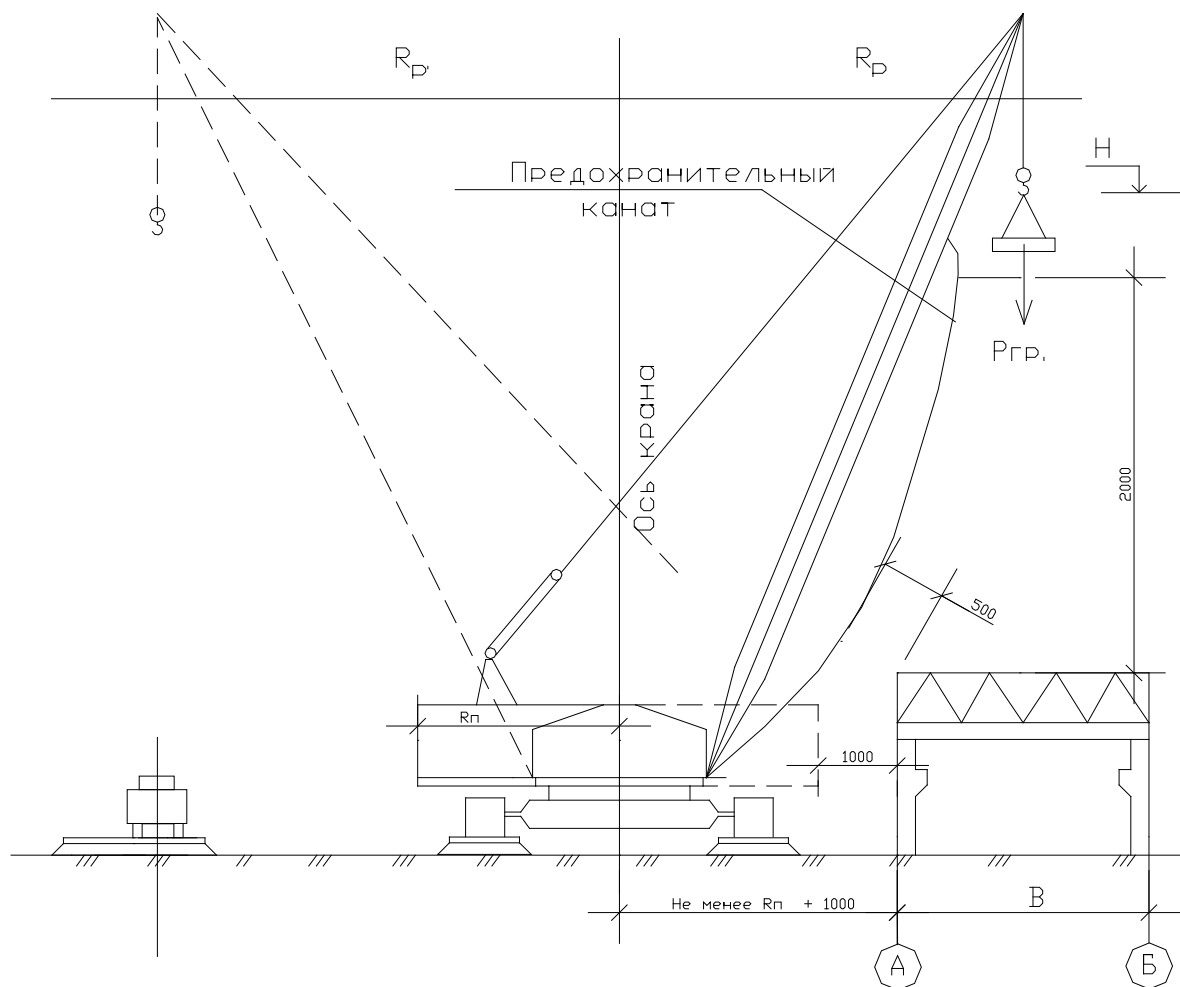
При привязке стреловых кранов, а также башенных кранов, имеющих подъемную стрелу, необходимо учитывать возможность монтажа конструкций, ближайших к крану; особое внимание при этом необходимо обращать на случаи, когда работа кранов ограничена.



**Рис. 9.6. Установка грузоподъемных машин у зданий с подвалом, без расчета выдавливания стен от крановых нагрузок**  
где  $h_k$  - глубина подвала.

При привязке стреловых кранов, а также башенных кранов, имеющих подъемную стрелу, необходимо учитывать возможность монтажа конструкций, ближайших к крану; особое внимание при этом необходимо обращать на случаи, когда работа кранов ограничена.





**Рис.9.7. Вертикальная привязка стреловых кранов с предохранительным канатом**

$R_p$  - необходимый рабочий вылет;

$R_{гр}$  - масса поднимаемого груза;

$R_n$  - наибольший радиус поворотной части крана;

$B$  - размер здания;

$\begin{matrix} H \\ \downarrow \end{matrix}$  - отметка высоты подъема;

Примечание - При подъеме краном длинномерных конструкций (фермы, балки и т.д.) их необходимо удерживать от раскачивания и случайного разворота во избежание ударов по стреле с помощью гибких оттяжек.

При привязке башенных кранов следует учитывать необходимость их монтажа и демонтажа, обратив при этом особое внимание на положение стрелы и расположенного сверху противовеса по отношению к возводимому зданию (сооружению). Во время монтажа и демонтажа этих кранов стрела и расположенный сверху противовес должны находиться над свободной территорией, т.е. не должны попадать на строящиеся или существующие здания и другие препятствия.

Монтаж и демонтаж кранов осуществляется в соответствии с инструкцией по их монтажу и эксплуатации.

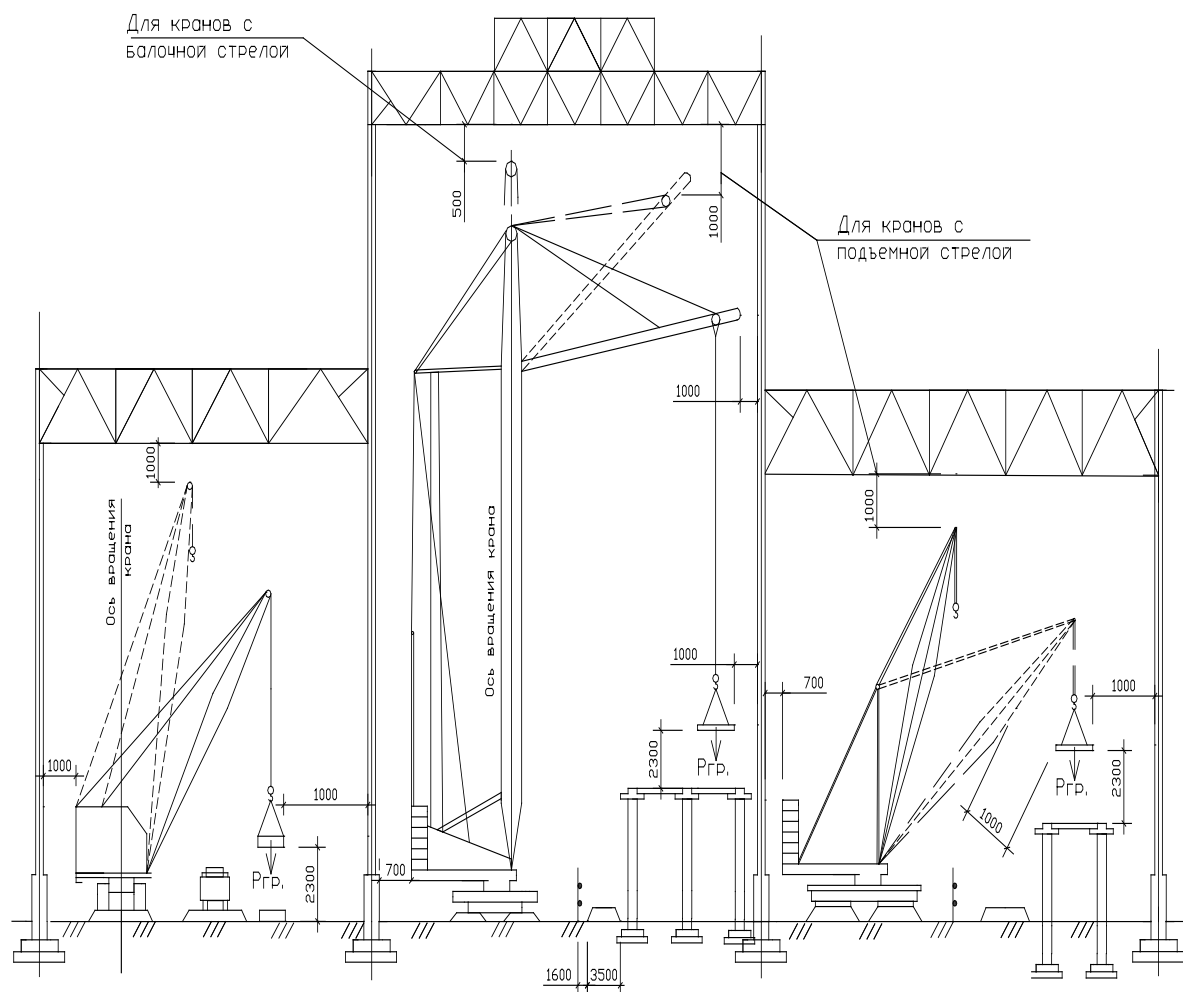
В случае невозможности организации площадки для монтажа и демонтажа башенных кранов с размерами согласно инструкции завода-изготовителя в составе ППР должны быть представлены решения по монтажу и демонтажу кранов.

При строительстве или реконструкции грузоподъемные краны и краны-манипуляторы могут устанавливаться внутри зданий (сооружений), габарит приближения кранов или перемещаемых грузов к конструкциям здания (сооружения) дан на рисунке 9.8.

При привязке стреловых башенных кранов с поворотной башней для возведения надземной части здания (сооружения) расстояние ( $S_k$ ) от оси вращения крана до ближайшей оси здания (сооружения), как показано на рисунках 9.1 и 9.2, определяется наибольшей суммой расстояний от оси здания до его выступающих частей ( $a$ ) и габарита приближения ( $\pi$ ) плюс величина габарита поворотной части крана ( $R_\pi$ )

$$S_k = a + \pi + R_\pi \quad (9.5)$$

Примечание - Сумма  $a + \pi$  для башенных кранов определяется с учетом методики изложенной в данной главе и принимается наибольшей.



**Рис.9.8 Привязка крана внутри строящегося или реконструируемого здания**

Привязка башенных кранов, устанавливаемых у откоса котлована (выемки), к оси здания (сооружения) в соответствии с рисунком 9.3 определяется по формуле:

$$S_k = r + c + 0,5d + 0,5K \quad (9.6)$$

где:  $r$  - расстояние от оси здания (сооружения) до основания откоса котлована (выемки);

$c$  - расстояние от основания откоса котлована (выемки) до края балластной призмы;

$d$  - ширина основания балластной призмы;

$K$  - ширина колеи крана.

Привязка стреловых кранов, подъемников (вышек), кранов-манипуляторов, устанавливаемых у откоса котлована (выемки) или траншеи, к оси здания (сооружения) в соответствии с рисунком 5 определяется по формуле:

$$S_k = r + c + 0,5 L_{оп} \quad (9.7)$$

где  $r$  - расстояние от оси здания до основания откоса котлована (выемки);

$c$  - расстояние от основания откоса котлована (выемки) до ближайшей опоры грузоподъемной машины, определяемое по таблице 1;

$L_{оп}$  - размер колеи или базы гусеничного крана, а для грузоподъемных машин с выносными опорами - размер опорного контура.

Примечание - При привязке грузоподъемных машин у зданий или сооружений, имеющих подвалы согласно рисунку 9.6, необходимо учитывать требования изложенные в данной главе.

При отсутствии ограждений рельсовых крановых путей со стороны строящегося здания (сооружения) все проемы в сторону рельсовых крановых путей должны быть наглухо закрыты.

Возможность крепления приставных кранов к конструкциям здания согласовывается с проектной организацией, разрабатывающей рабочие чертежи здания. При необходимости проектным институтом разрабатываются технические решения по обеспечению устойчивости здания от воздействия крановых нагрузок.

Если при привязке грузоподъемной машины габарит приближения (расстояние между поворотной частью крана, подъемника (вышки), краноманипулятора при любых их положениях и строениями, штабелями грузов и другими предметами) оказывается меньше 1 м, необходимо зону вращения поворотной части с учетом габарита приближения огородить сигнальным ограждением. В этом случае лицо, ответственное за безопасное производство работ грузоподъемной машиной, проверяет установку грузоподъемной машины на стоянке и только после этого дает разрешение на производство работ (сделать разрешающую запись в "Вахтенном журнале крановщика" (машиниста подъемника и т.д.).

Установка приставного крана у многоэтажного здания производится в такой последовательности:

- кран устанавливается на высоту, при которой может работать без крепления (если здание до этой или большей высоты не возведено другим краном);

- крепление ставится перед окончанием возведения здания до отметки, при которой дальнейшее возведение здания без крепления крана не допускается;

- после установки первого крепления крана производится наращивание башни до высоты, при которой кран может работать с одним первым креплением;

- в процессе возведения здания и установки следующего крепления, когда высотная характеристика крана будет исчерпана, производится вновь наращивание башни и продолжается возведение здания. В дальнейшем последовательность установки крепления, наращивания крана

и возведения здания повторяются до полного окончания строительства здания;

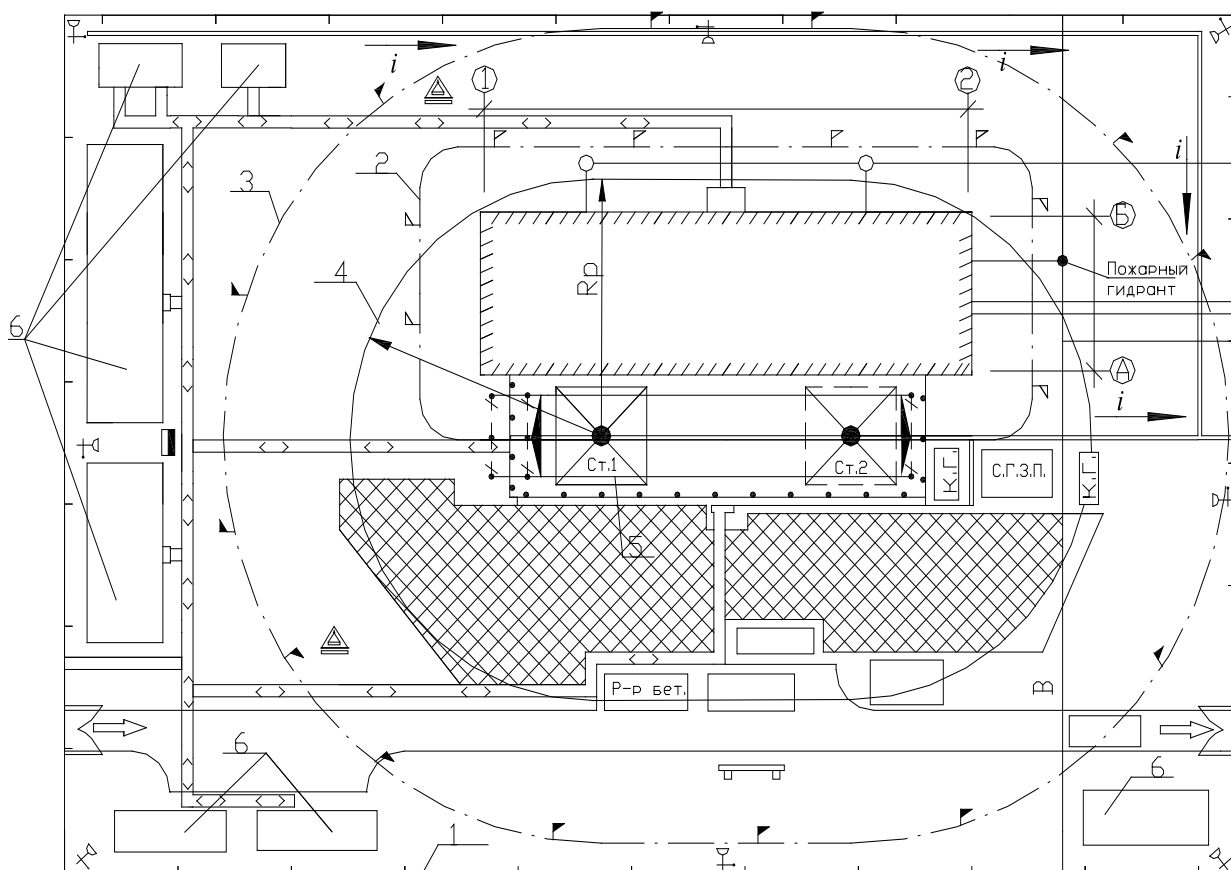
- крепления крана ставятся в местах, определенных паспортом крана;
- в случае если крепление крана попадет на не несущие части здания (например, стеновые панели), где отсутствует возможность его установки, выполняется объемное крепление;
- объемное крепление по конструкции значительно сложнее и требует для его изготовления почти вдвое большего расхода металла, поэтому его необходимо по возможности избегать;
- высота секций башни крана почти никогда не кратна высоте этажей, поэтому для выбора наивыгоднейших мест крепления башни к конструкциям здания определяется или уточняется уровень установки крана; при этом при необходимости первая опорная секция, имеющая другой размер по высоте, чем промежуточная, может не ставиться;
- возможность крепления приставного крана к конструкциям здания подтверждается проектным институтом, автором рабочего проекта здания;
- наращивание крана производится при наличии необходимой прочности конструкций, за которые производится крепление, и конструкций вышележащего перекрытия, что определяется в ППРк и подтверждается проектной организацией;
- разработка крепления приставных кранов выполняется специализированной организацией, которая при предварительной проработке проекта уточняет расположение и отметки установки крана и его креплений;
- при наличии двух кранов и более на объекте крепления выполняются в соответствии со схемой поэтапного возведения здания кранами, исключаящей их взаимное столкновение.

#### **9.4. Границы зон, образующихся при работе грузоподъемных машин**

При работе грузоподъемных машин выделяются зона обслуживания грузоподъемной машины, опасная зона, возникающая от перемещаемых грузоподъемной машиной грузов, а также опасная зона, возникающая от перемещения подвижных рабочих органов самой грузоподъемной машины.

Граница зоны обслуживания башенных кранов определяется максимальным вылетом ( $R_p$ ) на участке между крайними стоянками крана на рельсовом крановом пути согласно рисунку 9.9.

Границы зон обслуживания стреловых кранов и кранов-манипуляторов определяются максимальным вылетом ( $R_p$ ) согласно рисунку 9.10.

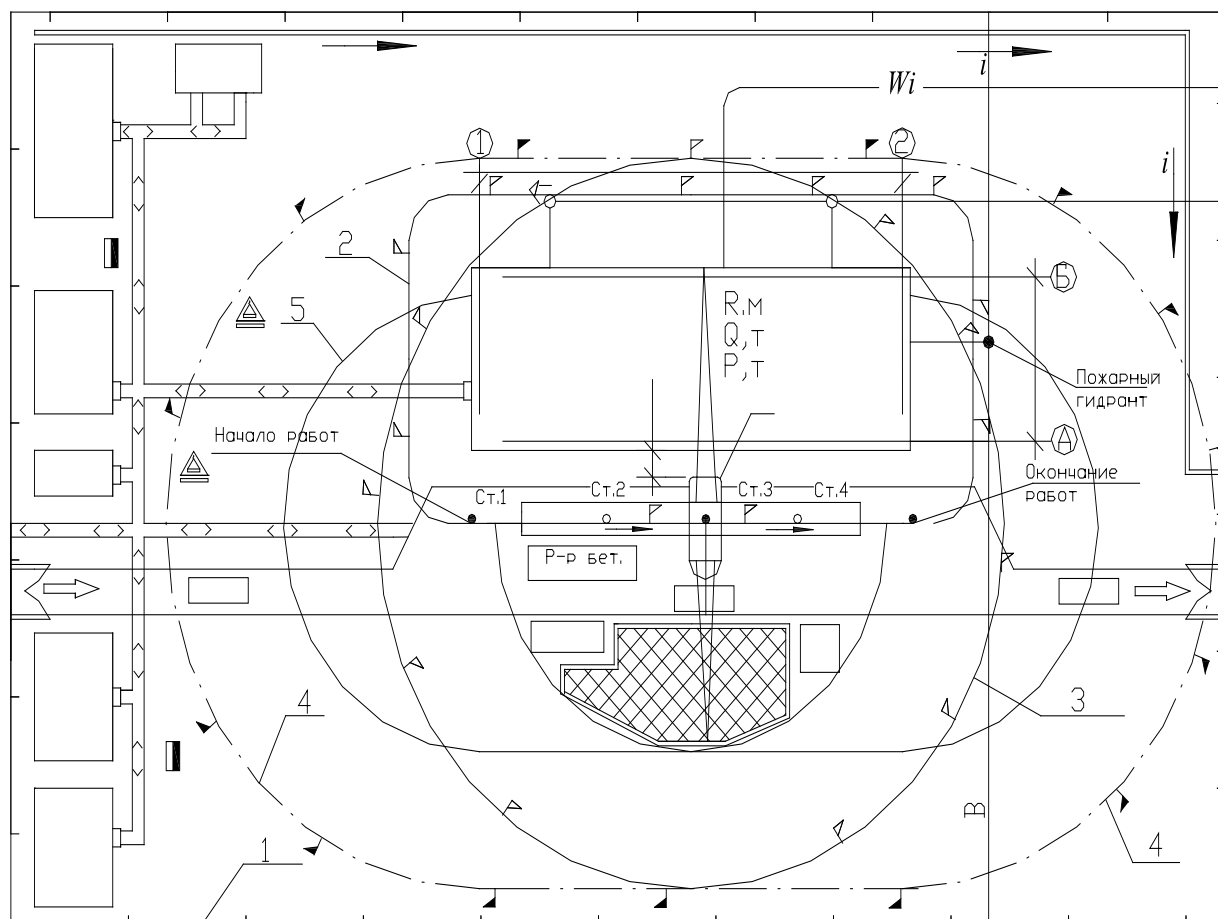


**Рис. 9.9. Границы зон при работе башенных кранов**

где 1 - ограждение строительной площадки; 2 - граница опасной зоны вблизи строящегося здания; 3 - граница зоны, опасной для нахождения людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций\*; 4 - граница зоны обслуживания краном; 5 - башенный кран; 6 - санитарно-бытовые помещения.

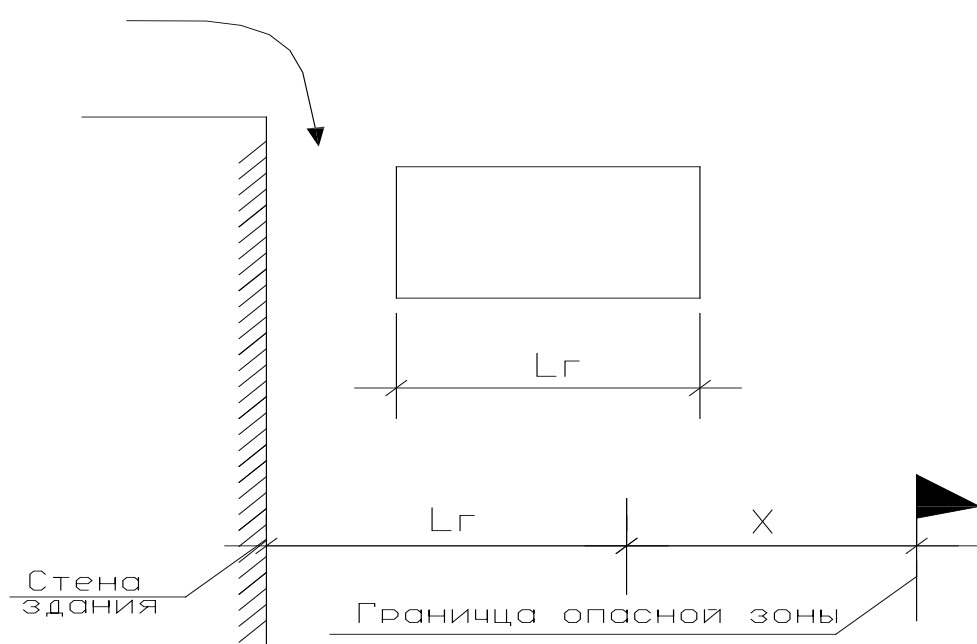
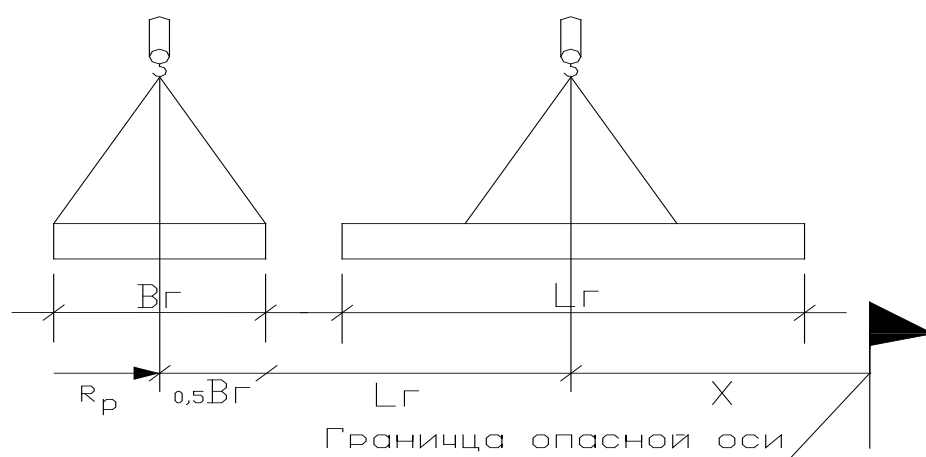
\* - граница опасной зоны определяется в соответствии с методикой рассмотренной ниже.

Условные обозначения, используемые на рисунках, представлены в табл. 9.4.



**Рис. 9.10. Границы зон при работе стреловых кранов и кранов-манипуляторов**

Границы опасных зон в местах, над которыми происходит перемещение грузов грузоподъемными машинами, а также вблизи строящегося здания, представленные на рисунке 9.11, принимаются от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза или стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении (СНиП 12-03-2001 приложение 4) согласно таблице 3 и графику определения минимального расстояния отлета груза при его падении, представленного на рисунке 9.12.



**Рис. 9.11. Определение границы опасной зоны**

где а) при перемещении грузов кранами (кранами-манипуляторами);

б) при падении грузов со здания.

где  $B_{\Gamma}$  - наименьший габарит перемещаемого груза;

$L_{\Gamma}$  - наибольший габарит перемещаемого груза;

$X$  - минимальное расстояние отлета груза.

Минимальное расстояние отлета груза при его падении ( $X$ )

*Таблица 9.3*

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м ( $X$ )	
	перемещаемого краном	падающего со здания



До 10	4	3,5
" 20	7	5
" 70	10	7
" 120	15	10
" 200	20	15
" 300	25	20
" 450	30	25
Примечание - При промежуточных значениях высоты возможного падения грузов (предметов) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции.		

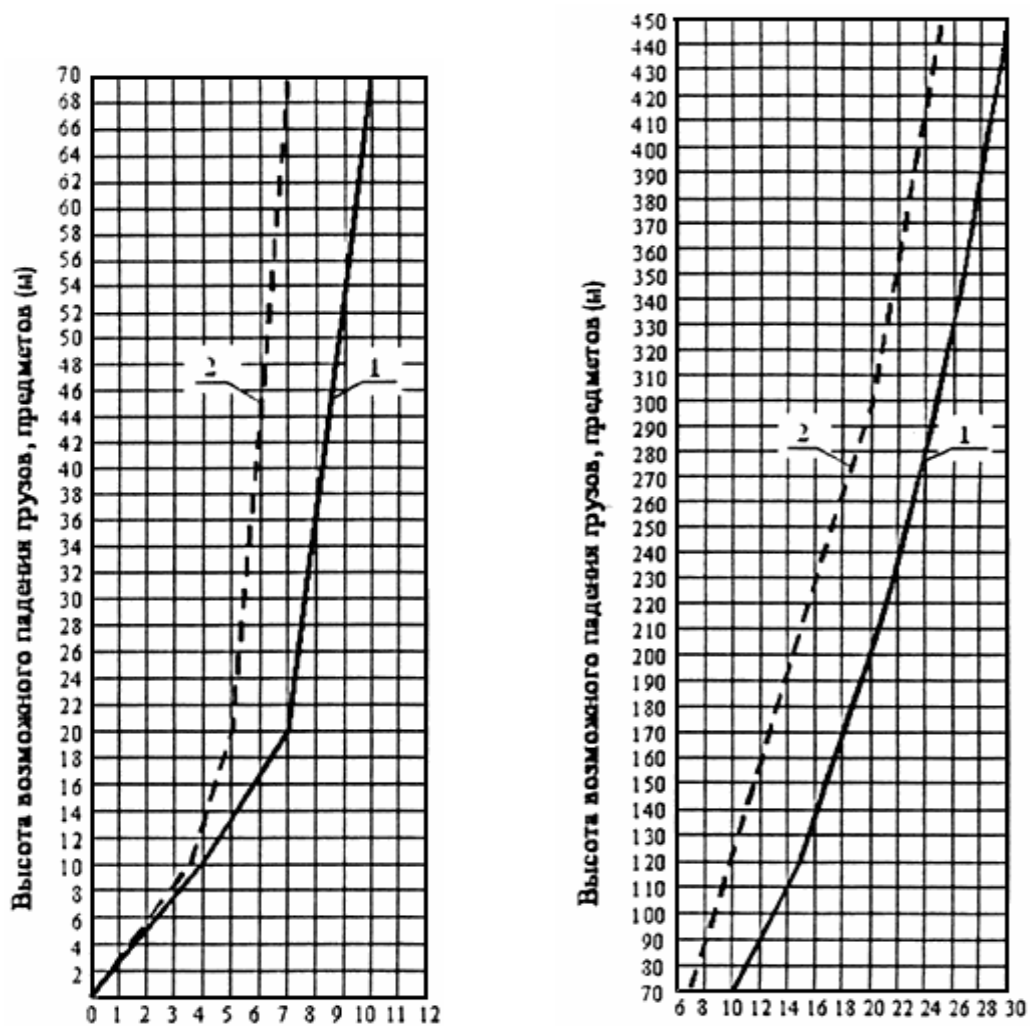
Под высотой возможного падения груза при его перемещении грузоподъемными машинами следует понимать расстояние от поверхности земли (или площадки, для которой определяется граница опасной зоны) до низа груза, подвешенного на грузозахватном приспособлении (строп, траверса и др.).

Граница опасной зоны, возникающая от перемещения подвижных рабочих органов грузоподъемной машины, устанавливается на расстоянии не менее 5 м от предельного положения рабочего органа, если в инструкции завода-изготовителя отсутствуют иные повышенные требования.

Граница опасной зоны для подъемников (вышек) и фасадных подъемников принимается от габарита люльки.

Граница опасной зоны принимается согласно графику определения минимального расстояния отлета груза при его падении как вблизи строящегося здания.

Граница опасной зоны для грузовых подъемников с консольной стрелой определяется согласно графику определения минимального расстояния отлета груза при его падении как при перемещении груза краном с учетом габарита наибольшего груза согласно СНиП 12-03-2001, приложение 4.



Минимальное расстояние отлета груза (м)

**Рис.9.12. График определения минимального расстояния отлета груза при его падении**

где 1 - при перемещении кранами груза в случае его падения;  
2 - в случае падения предметов со здания.

Нормативными документами не предусматривается возникновение опасных зон от падения крана и его отдельных узлов, поэтому противовесная консоль и часть балочной стрелы, на которую не может заходить грузовая тележка при наличии соответствующего концевого выключателя (или упора), могут перемещаться за пределами строительной площадки и над местами, где могут находиться люди при соблюдении требований ПБ 10-382-00.

При определении границы опасной зоны вдоль луча, ограничивающего поворот стрелы, у кранов, имеющих подъемную стрелу, необходимо учитывать изменение высоты подъема в зависимости от вылета, поэтому расстояние от линии ограничения (по лучу) до границы опасной зоны является переменной величиной при изменении вылета (при отсутствии мероприятий по ограничению высоты подъема).

Границу опасной зоны обозначают на местности знаками в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2001, предупреждающими о работе крана. Знаки уста-

навливаются из расчета видимости границы опасной зоны, в темное время суток они должны быть освещены. Знаки устанавливаются на закрепленных стойках для предотвращения опасности от их падения при проходе людей и передвижении техники.

На границе опасной зоны в местах возможного прохода людей (дороги и пешеходные дорожки) устанавливаются знаки, предупреждающие о работе крана.

В необходимых случаях в стесненных условиях строительства величина опасной зоны может быть сокращена за счет применения технических и организационных решений.

К техническим решениям по сокращению величины опасной зоны относятся: ограничение высоты подъема и зоны обслуживания путем ограничения поворота стрелы или ограничения вылета, применения кранов с меньшей высотой подъема, применение удлиненных стропов, отвечающих требованиям ГОСТ 25573-82\*, и грузозахватных приспособлений, оборудованных устройствами для испытания прочности монтажных петель, или страховочного приспособления, исключающих возможность падения грузов, применение защитных ограждений (экранов).

К организационным решениям относятся мероприятия, содержащие дополнительные требования, связанные с обеспечением производства работ (мероприятия по выполнению погрузочно-разгрузочных работ с обозначением на местности зон подъема груза не на полную высоту и т.п.), которые в письменном виде выдаются крановщикам и стропальщикам.

Эксплуатация зданий и их отдельных частей, находящихся вблизи строящихся или реконструируемых зданий, допускается при условии, если перекрытие верхнего этажа эксплуатируемого здания не находится в опасной зоне возможного падения предметов, определяемой в зависимости от высоты возможного падения груза до перекрытия верхнего этажа эксплуатируемого здания, и при выполнении следующих мероприятий:

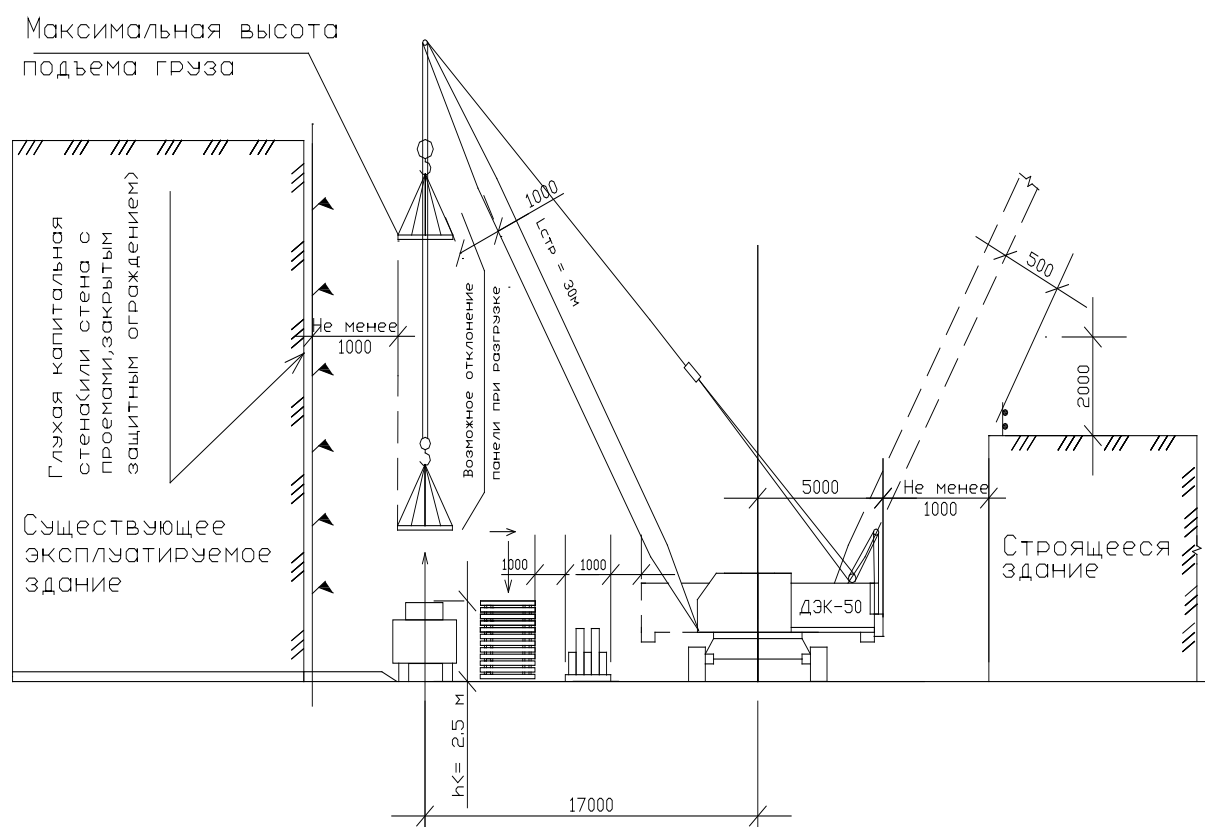
- оконные, дверные проемы эксплуатируемого здания и его отдельных частей, попадающие в зону возможного падения предметов, должны быть закрыты защитными ограждениями; входы и выходы эксплуатируемого здания должны быть устроены за пределами опасной зоны;

- перемещение грузов у существующих (находящихся вблизи строящихся) зданий с глухими капитальными стенами или стенами с проемами, закрытыми защитными ограждениями, может производиться на расстоянии не менее 1 м от стены или выступающих конструкций зданий и сооружений согласно рисунку 13, если максимальная высота подъема груза меньше высоты здания, с применением средств для искусственного ограничения зоны работы стреловых кранов.

При строительстве объектов с применением грузоподъемных кранов, когда в опасные зоны, расположенные вблизи строящихся зданий, а также мест перемещения грузов кранами, граница которых определяется в соответствии с методикой приведенной в данной главе, попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно-бытовые или производственные здания и сооруже-

ния, другие места постоянного нахождения людей на территории строительной площадки или вблизи ее, необходимо предусматривать решения, предупреждающие условия возникновения там опасных зон, в том числе:

- оснащение стреловых кранов для предотвращения их столкновения с препятствиями в стесненных условиях работы системами координатной защиты;
- устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту людей от действия опасного фактора;
- ограничение скорости поворота стрелы крана в сторону границы рабочей зоны до минимальной при расстоянии от перемещаемого груза до границы зоны менее 7 м;
- установка на участках вблизи строящегося (реконструируемого) здания по периметру здания защитных экранов, имеющих равную или большую высоту по сравнению с высотой возможного нахождения груза, перемещаемого грузоподъемным краном. Зона работы крана ограничивается таким образом, чтобы перемещаемый груз не выходил за контуры здания в местах расположения защитных экранов. Расположение защитных экранов выполнять в соответствии с п.5.16 РД-11-06-2007 [68].



**Рис.9.13. Пример перемещения грузов у существующего здания**

Примечание - У глухой капитальной стены или стены с проемами, закрытыми защитным ограждением, груз может перемещаться на расстоянии не менее 1 м, если максимальная высота подъема груза меньше высоты здания и в опасной зоне от перемещения груза краном отсутствуют входы в существующее здание.

В случае ограничения зоны действия крана по наружному габариту здания (стене) защитный экран проектируется с учетом динамических нагрузок от перемещаемых грузов кранами.

Для уменьшения или ликвидации опасной зоны у реконструируемых зданий (сооружений), выходящих на городские магистрали с интенсивным движением транспорта, когда не представляется возможным выгородить на длительное время опасную зону, как от реконструируемого здания, так и от перемещаемого краном груза, необходимо выполнить следующие мероприятия:

- установить сплошное ограждение, закрепляемое за наружные стены реконструируемого здания или за инвентарные трубчатые леса, устанавливаемые у реконструируемого здания;

- принять высоту защитного ограждения не менее 3 м от верха существующих наружных стен;

- на лесах установить два защитных настила и наружную сторону лесов выгородить тканой сеткой;

- закрыть все оконные и дверные проемы защитными ограждениями;

- максимальную высоту перемещения грузов (до низа груза) принять ниже верха защитного ограждения на величину не менее 0,5 м.

- вдоль лесов или здания выполнить для пешеходов защитный козырек не менее 2,2 м;

- при выполнении работ в зоне, примыкающей к наружной стене с защитным ограждением, необходимо груз за 7 м опустить на 0,5 м над перекрытием или выступающими конструкциями и подводить к месту установки у наружной стены на минимальной скорости, удерживая его оттяжками;

- при нахождении стропальщика вне видимости крановщика между ними должна быть организована радиосвязь;

- монтаж или перестановку ограждений без устройства лесов производить в ночное время в период наименьшего движения транспорта с установкой на проезжей части сигнальных ограждений за границей опасной зоны от перемещения грузов и необходимых дорожных знаков по согласованию с ГИБДД.

## **9.5. Ограничение зон обслуживания кранами**

Для предупреждения образования опасной зоны в стесненных условиях за пределами строительной площадки или при наличии на строительной площадке помещений, где находятся или могут находиться люди, или других препятствий предусматривается ограничение зоны обслуживания краном.

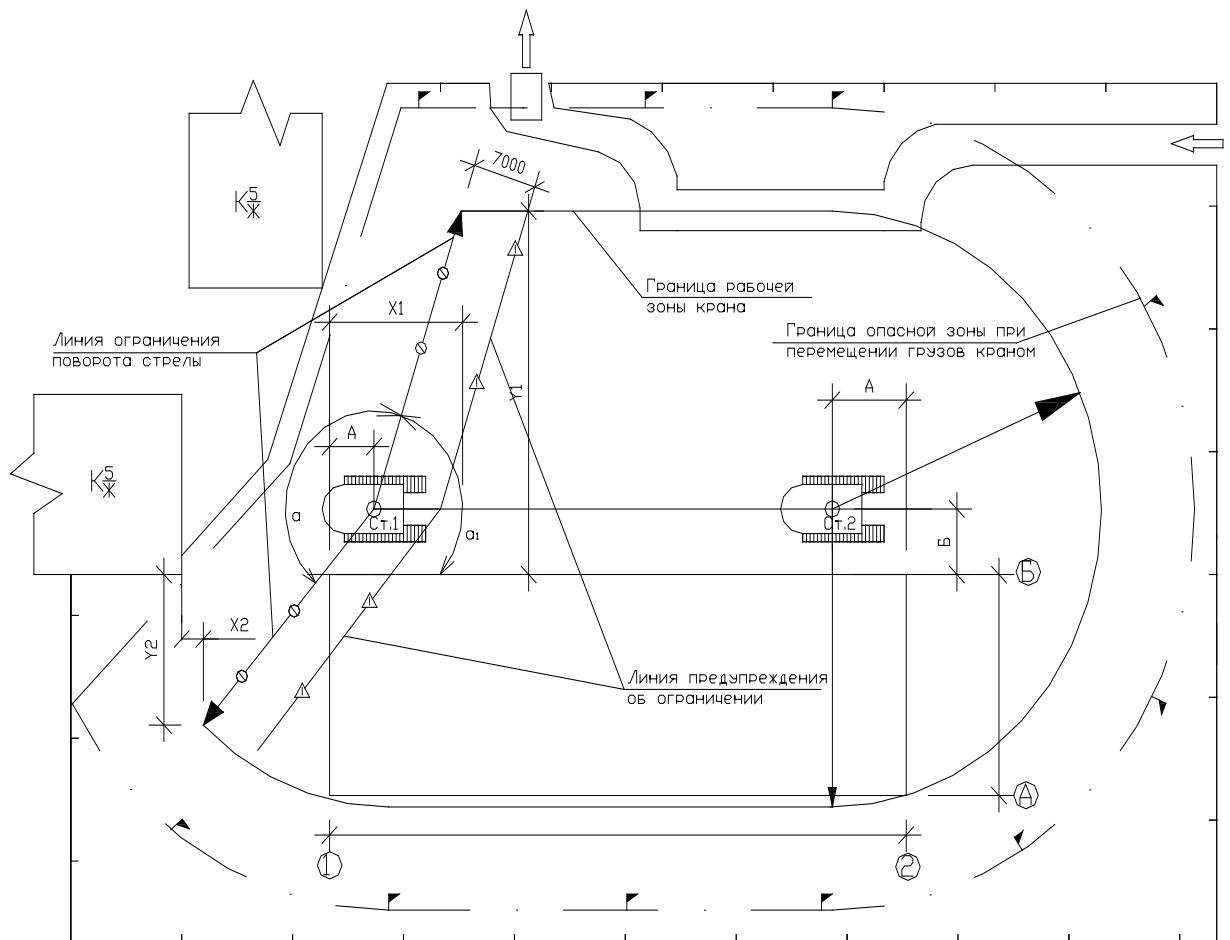
Принудительное ограничение зоны обслуживания башенным краном заключается в автоматическом отключении соответствующих механизмов, работающих в заданном режиме, с помощью установленных на кране концевых выключателей, а также установке на крановых путях выключающих линеек.

Принудительно ограничиваются на башенных кранах:

- передвижение крана;
- поворот стрелы;
- вылет;
- высота подъема.

Стреловые краны для предотвращения их столкновения с препятствиями в стесненных условиях работы оснащаются системой координатной защиты, представленной на рисунке 9.14.

Принудительное ограничение зоны обслуживания краном может заключаться также в искусственном ограничении размеров и конфигурации опасных зон путем использования координатной защиты, представленной на рисунке 9.15.



**Рис.9.14. Система координатной защиты при работе стрелового крана в стесненных условиях**

Лучи угла ограничения поворота стрелы крана должны быть привязаны при помощи координат

- $\alpha$ - угол ограничения поворота стрелы;
- $\alpha_1$ - угол привязки ограничения поворота стрелы к оси здания;
- $X_1, Y_1, X_2, Y_2$  - координаты угла ограничения поворота стрелы;
- $A, B$  - привязка стоянки крана к осям здания

В случае выхода опасной зоны от действия крана за ограждение стройплощадки, как показано на рисунке 16, по согласованию с городскими районными организациями (районный архитектор, ГИБДД, управление движения городского транспорта, пожарная инспекция и т.д.) дополнительно выставляется временное сигнальное ограждение по ГОСТ 23407-78 [62] с предупреждающими о работе крана знаками.

СОЗР, представленный на рисунке 15, ограничивает зону перемещения крана, стрелы и груза в вертикальной и горизонтальной проекции в заданных пределах, автоматически блокируя (отключая) соответствующие приводы при попадании груза в зону запрета, а также при угрозе столкновения стрелы или груза с объектами, входящими в зону ограничения.

Система обеспечивает управление следующими приводами крана:

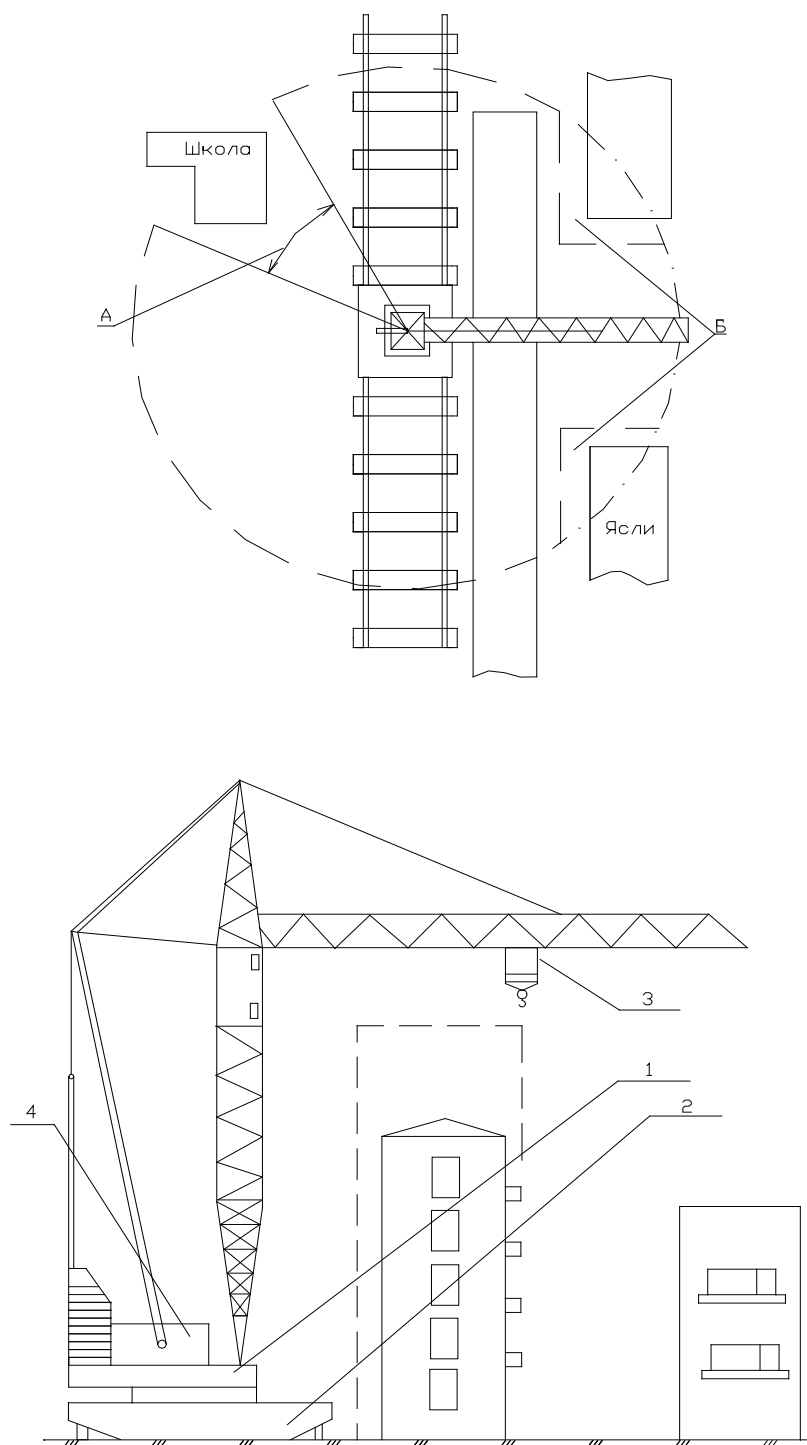
- поворота стрелы;
- перемещения крана по рельсовому пути;
- вылета груза;
- подъема груза.

Система по сигналам датчиков определяет местоположение крана, стрелы, вылета груза и высоты подъема крюковой подвески на строительной площадке и по результатам сравнения с заложенными в "Блок параметров строительной площадки" данными выдает управляющие сигналы на приводы крана.

Система обеспечивает управление приводами крана:

- в зоне, в которую не должна попадать ни одна точка стрелы крана и груз;
- в зоне, в которую не должен попадать груз, но могут попадать элементы стрелы, расстояние до которых больше вылета груза;
- в зонах (не более четырех) с ограничением высоты проноса груза.

Зоны ограничения указываются на стройгенплане. Для зон ограничения высоты подъема крюковой подвески задается максимальная для данной зоны высота.



**Рис.9.15. Схема действия системы ограничения зон работы СОЗР башенного крана** где А- ограничение поворота стрелы; Б - ограничение вылета грузовой тележки.

1 - датчик ограничения угла поворота; 2 - датчик ограничения перемещения крана; 3 - датчик ограничения изменения вылета; 4 - датчик ограничения высоты подъема крюка.

Пример с принудительным ограничением зоны обслуживания дан на рисунке 9.16. На схеме показано ограничение зоны обслуживания краном с помощью принудительного ограничения угла поворота стрелы  $\alpha$  в стесненных условиях.





Порядок эксплуатации башенных кранов, оборудованных СОЗР, в стесненных условиях изложен в МДС 12-19.2004.

В случае выхода опасной зоны от действия крана за ограждение стройплощадки, как показано на рисунке 9.16, по согласованию с городскими районными организациями (районный архитектор, ГИБДД, управление движения городского транспорта, пожарная инспекция и т.д.) дополнительно выставляется временное сигнальное ограждение по ГОСТ 23407-78 с предупреждающими о работе крана знаками.

Использование концевых выключателей в качестве рабочих органов отключения электродвигателей запрещается.

Угол принудительного ограничения привязывают к оси рельсового кранового пути или оси башни крана в зависимости от типа кранов.

Машинист крана обязан не менее чем за 1 м до предупреждающего знака снизить скорость перемещения груза до минимальной и далее перемещать груз на этой скорости короткими повторными включениями.

Знаки устанавливаются из расчета возможности крановщика видеть границу зоны обслуживания, но не менее двух знаков каждого типа на один луч угла или одну линию зоны ограничения. Знаки устанавливаются на закрепленных стойках. В отдельных случаях, когда не представляется возможным установить знаки на стойках (в зоне крановых путей, на проезжей части дороги и т.п.), допускается:

- подвеска знаков на натянутом канате или специальном кронштейне;
- фиксированная укладка знаков в горизонтальном положении так, чтобы они не могли быть сдвинуты и в то же время не мешали движению транспорта.

Между подвешенными знаками и проезжей частью дороги обеспечивается дорожный габарит, равный 4,5 м. Знаки, расположенные горизонтально, должны периодически очищаться и обновляться.

Для уменьшения величины опасной зоны на башенных кранах может устанавливаться в соответствующем положении (а не только в верхнем) ограничитель высоты подъема, который по мере возведения здания (сооружения) может периодически переставляться в новое положение.

Для уменьшения величины опасной зоны в стесненных условиях допускается ограничение высоты подъема груза при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, при прокладке подземных коммуникаций, возведении подземных частей зданий и сооружений с разработкой организационно-технических мероприятий.

## **9.6. Складирование материалов, конструкций, изделий и оборудования**

Поверхность площадки для складирования материалов, конструкций, изделий и оборудования необходимо спланировать и уплотнить. При слабых грунтах поверхность площадки может быть уплотнена щебнем или выложена дорожными плитами на песчаном основании.

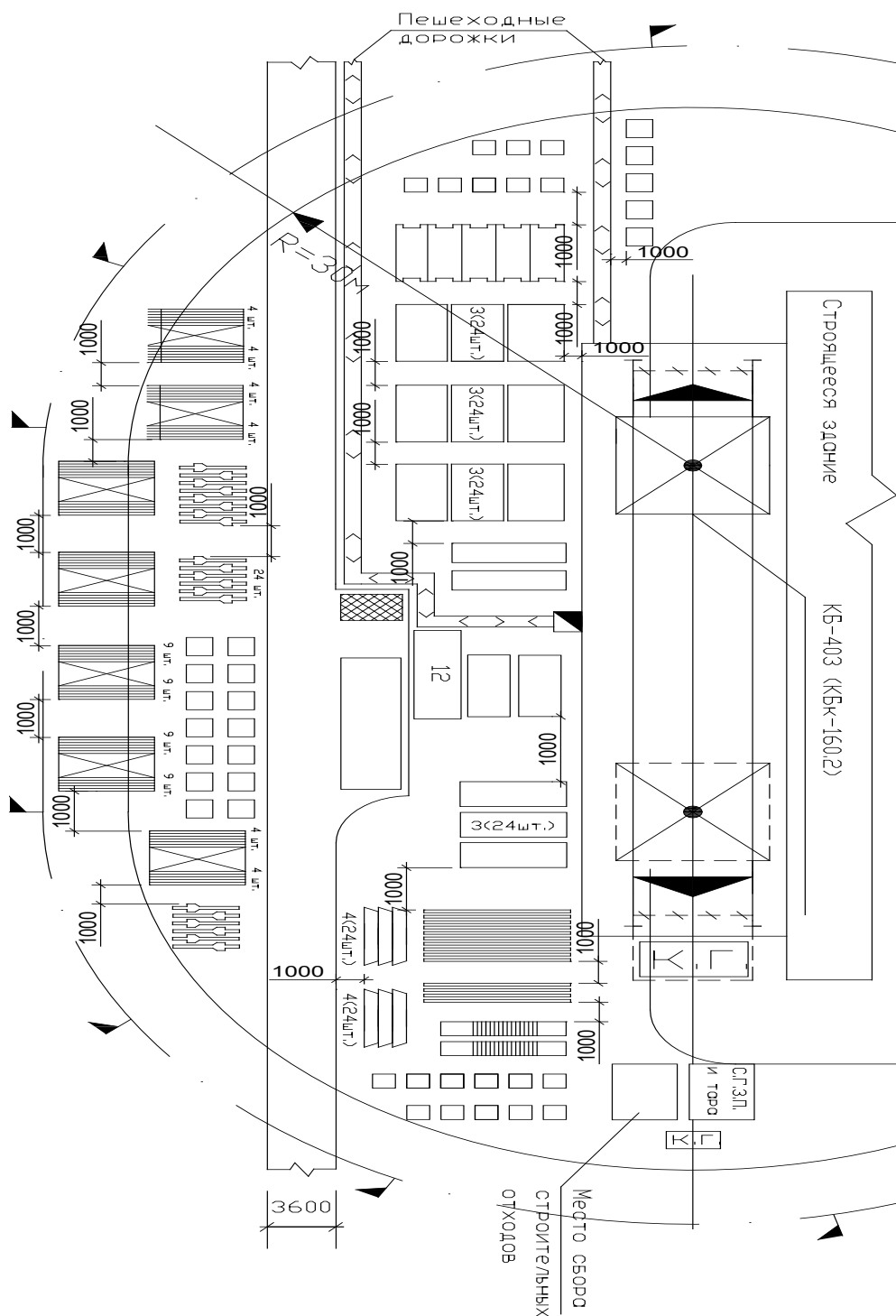
Складирование материалов производится за пределами призмы обрушения грунта незакрепленных выемок, а их размещение в пределах призмы обрушения грунта у выемок с креплением допускается при условии предварительной проверки устойчивости закрепленного откоса по паспорту крепления или расчетом с учетом динамической нагрузки.

Грузы (кроме балласта, выгружаемого для путевых работ) при высоте штабеля до 1,2 м должны находиться от наружной грани головки ближайшего к грузу рельса кранового пути на расстоянии не менее 2,0 м, а при большей высоте - не менее 2,5 м согласно требованиям ГОСТ 12.3.009-76\*.

Для отвода поверхностных вод следует сделать уклон 1-2° в сторону внешнего контура склада с устройством в необходимых случаях кюветов.

Места складирования материалов и конструкций, а также места установки складского инвентаря размечаются на строительной площадке согласно примеру по рисунку 9.18.

Материалы, конструкции, изделия и оборудование следует размещать в соответствии с требованиями стандартов, межотраслевых правил по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов, СНиП 12-03-2001 [51] или технических условий заводов-изготовителей.



**Рисунок 9.18. Примерный план размещения грузов на приобъектном складе**

где 1 - кирпич на поддонах; 2 - распорные плиты перекрытия -  $h$  до 2,5 м; 3 - пролетные плиты перекрытия -  $h$  до 2,5 м; 4 - распорные плиты крайние -  $h$  до 2,5 м; 5 - стены жесткости -  $h$  до 2,5 м; 6 - ригели -  $h$  до 2 м; 7 - лестничные марши -  $h$  до 2 м; 8 - стеновые панели в пирамиде -  $h$  до 2 м; 9 - витражи в пирамиде; 10 - перегородки в пирамиде с укрытием от атмосферных осадков; 11 - колонны -  $h$  до 2 м; 12 - площадка для кантовки конструкций.

#### Примечания

1. Складирование производится таким образом, чтобы масса конструкций соответствовала грузоподъемности крана.

2. Временные дороги устраивают таким образом, чтобы обеспечить приемку всех грузов в пределах грузоподъемности крана.

3. Шкала R/Q облегчит раскладку грузов в пределах грузовой характеристики крана.

4. На площадке складирования устанавливаются таблички с наименованием грузов и их количеством в штабелях.

При отсутствии стандартов и технических условий заводов-изготовителей рекомендуются следующие способы складирования основных видов материалов и конструкций:

- кирпич в пакетах на поддонах - не более чем в два яруса; в контейнерах - в один ярус, без контейнеров - высотой не более 1,7 м. Кирпич должен складироваться по сортам, а лицевой - по цветам и оттенкам. Осенью и зимой штабеля кирпича рекомендуется покрывать листами толя или рубероида;

- стеновые панели - в пирамиды или специальные кассеты в соответствии с паспортом на указанное оборудование с учетом геометрических размеров изделий и устойчивости их при складировании;

- панели перегородок - вертикально в специальные кассеты в соответствии с паспортом на кассету. Гипсобетонные панели разрешается устанавливать в пирамиду с отклонением от вертикали на угол не более 10°. Гипсобетонные перегородки необходимо укрывать от атмосферных осадков;

- стеновые блоки - в штабель в два яруса на подкладках и с прокладками;

- плиты перекрытий - в штабель высотой не более 2,5 м на подкладках и с прокладками, которые располагают перпендикулярно пустотам или рабочему пролету;

- ригели и колонны - в штабель высотой до 2 м на подкладках и с прокладками;

- фундаментные блоки и блоки стен подвалов - в штабель высотой не более 2,6 м на подкладках и с прокладками;

- стены жесткости в зависимости от вида их транспортирования с завода - в пирамидах или аналогично плитам перекрытия;

- круглый лес - в штабель высотой не более 1,5 м с прокладками между рядами и установкой упоров против раскатывания; ширина штабеля менее его высоты не допускается;

- пиломатериалы - в штабель, высота которого при рядовой укладке составляет не более половины ширины штабеля, а при укладке в клетки - не более ширины штабеля. В любом случае высота штабеля не должна превышать 3 м;

- мелкосортный металл - в стеллаж высотой не более 1,5 м;

- санитарно-технические и вентиляционные блоки - в штабель высотой не более 2,0 м на подкладках и с прокладками;

- крупногабаритное и тяжеловесное оборудование и его части - в один ярус на подкладках;

- стекло в ящиках и рулонные материалы - вертикально в один ряд на подкладках;
- битум - в специальную тару, исключаящую его растекание;
- черные прокатные металлы (листовая сталь, швеллеры, двутавровые балки, сортовая сталь) - в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками;
- теплоизоляционные материалы - в штабель высотой до 1,2 м, хранить в закрытом сухом помещении;
- трубы диаметром до 300 мм - в штабель высотой до 3 м на подкладках и с прокладками с концевыми упорами;
- трубы диаметром более 300 мм - в штабель высотой до 3 м в седло без прокладок с концевыми упорами.

Нижний ряд труб должен быть уложен на подкладки, укреплен инвентарными металлическими башмаками или концевыми упорами, надежно закрепленными на подкладке.

При складировании железобетонных элементов, имеющих петли (плиты, блоки, балки и т.д.) высота прокладок должна быть больше выступающей части монтажных петель не менее чем на 20 мм.

Складирование других материалов, конструкций и изделий следует осуществлять согласно требованиям стандартов и технических условий на них.

Между штабелями (стеллажами) должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и грузоподъемных кранов, обслуживающих склад.

При складировании грузов заводская маркировка должна быть видна со стороны проходов.

В пирамидах целесообразно размещать панели одинаковых марок. Панели должны плотно прилегать друг к другу по всей плоскости. Не допускается односторонняя загрузка пирамид.

В кассеты, пирамиды и другое оборудование приобъектного склада необходимо устанавливать изделия таким образом, чтобы при складировании не могли потерять устойчивость, как сами изделия, так и складское оборудование. Изделия устанавливают с учетом их геометрических размеров и форм.

Между штабелями одноименных конструкций, сложенных рядом (плиты перекрытий), или между конструкциями в штабеле (балки, колонны) должно быть расстояние, не менее 200 мм.

Высота штабеля или ряда штабелей на общей прокладке не должна превышать полуторную его ширину.

В штабелях прокладки располагаются по одной вертикали. Расположение прокладок зависит от условий работы изделия в конструкции.

В каждом штабеле должны храниться конструкции и изделия одной мерной длины.

При расположении материалов и конструкций необходимо учитывать требования Постановления Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 "О противопожарном режиме".

Складирование материалов и конструкций над подземными коммуникациями или в охранной зоне допускается только с письменного разрешения их владельца.

При составлении схемы складирования особое внимание обращается на соблюдение размеров проходов, габаритов и способов складирования, на недопустимость перегрузки мест складирования.

В стесненных условиях при отсутствии площадок складирования допускается складирование материалов и конструкций на перекрытиях (покрытиях) существующих и реконструируемых зданий при письменном разрешении автора проекта и разработке необходимых мероприятий, обеспечивающих устойчивость здания (сооружения).

## **9.7. Строповка грузов**

Строповка грузов осуществляется в соответствии с требованиями РД 11-06-2007 [68]. Строповка грузов производится в соответствии со схемами строповки. Для строповки предназначенного к подъему груза применяются стропы, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза, с учетом числа ветвей и угла их наклона; стропы общего назначения следует подбирать так, чтобы угол между ветвями не превышал  $90^\circ$  по диагонали.

Схемы строповок разрабатывают на все грузы. Строповка грузов должна производиться за все имеющиеся специальные устройства (петли, цапфы, рымы).

Перемещение грузов, на которые не разработаны схемы строповок, необходимо производить в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами.

Строповка механизмов и оборудования производится по схемам или по данным паспортов, представленных организациями-отправителями, или по схемам, разработанным специализированными организациями.

Схемы строповки, графическое изображение способов строповки и зацепки грузов выдаются на руки стропальщикам и крановщикам или вывешиваются в местах производства работ.

Грузозахватные приспособления (стропы, траверсы, захваты и т.д.) подбирают в зависимости от характеристики поднимаемого груза и разработанной схемы строповки.

Грузозахватные приспособления снабжаются клеймом или прочно прикрепленной металлической биркой с указанием номера, грузоподъемности и даты испытания. Грузоподъемность стропов общего назначения рассчитывается при угле между ветвями  $90^\circ$ , за исключением кольцевых и одноветвевых стропов, грузоподъемность которых дается при вертикальном положении. При использовании в строповке кольцевых и одноветвевых стропов в наклонном положении необходимо на их грузоподъемность вводить поправочный коэффициент в зависимости от угла наклона.

Коэффициент определяется косинусом угла  $\alpha$ , образуемого между наклонной ветвью стропы и вертикалью. При  $\alpha = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$  коэффициент соответственно равен 0,966; 0,866; 0,707.

Пример. Два кольцевых стропы, каждый грузоподъемностью по 5 т, наклонены к вертикали под углом  $45^\circ$ , следовательно, несущая способность каждого стропы будет равна  $5 \text{ тс} \times 0,707 = 3,535 \text{ тс}$ .

Грузозахватные приспособления, изготавливаемые для сторонних организаций, кроме клейма, снабжаются паспортом.

На таре (ящики для раствора, бункера, контейнеры и т.д.), кроме специальных технологических данных, указываются ее назначение, номер, собственная масса и грузоподъемность. Безопасная эксплуатация тары производится в соответствии с ГОСТ 12.3.010-82. Емкость тары должна исключать возможность перегрузки машины (крана).

Для перемещения бетонной смеси следует применять бункеры (бабьи), выполненные по ГОСТ 21807-76\*. Тара в зависимости от назначения должна отвечать соответствующим нормативным требованиям.

При строповке конструкций с острыми ребрами методом обвязки необходимо между ребрами элементов и канатом установить прокладки, предохраняющие канат от перетирания. Прокладки прикрепляются к грузу или в качестве инвентарных постоянно закрепляются на стропе.

При строповке крюки стропов должны быть направлены от центра груза.

Запрещается нахождение на строящемся объекте неисправной или нестандартной тары и неисправных грузозахватных приспособлений.

При разработке схем строповки грузов необходимо учитывать положение грузов при перевозке автотранспортом, хранении груза на приобъектном складе, монтаже и необходимом кантовании.

Для хранения грузозахватных приспособлений и тары на стройплощадке отводится специальное место, где стропы хранятся в специальных шкафах или ларях, куда не попадают атмосферные осадки, траверсы - на специальных устойчивых подставках, а тара - на подкладках.

Строповку грузов из штабелей (металлопроката, труб, леса и т.п.) производить в следующей последовательности:

- на наиболее выступающий конец конструкции, находящейся в верхнем ряду, надевается петля кольцевого стропы, висящего на крюке двух- или четырехветвевых стропы;

- стропальщик отходит на безопасное расстояние и дает команду приподнять конец груза на высоту 0,4-0,5 м;

- стропальщик подходит сбоку к приподнятому грузу и подводит под него деревянные подкладки сечением 100х100 мм на расстоянии  $\frac{1}{4}$  от его концов (при подъеме труб, бревен на подкладке должны быть упоры от раскачивания груза);

- стропальщик отходит на безопасное расстояние и дает команду опустить груз на подкладки и ослабить строп (под безопасным расстоянием понимается расстояние до мест, которые находятся за границей опасной зоны



при соответствующей высоте подъема. Эти места не должны находиться в опасной зоне от строящегося здания);

- стропальщик подходит к грузу и с помощью металлического крюка (из проволоки диаметром 6 мм) подводит кольцевые стропы под груз на расстоянии 1/4 длины груза от его конца, затем снимает первый строп, а подведенные кольцевые стропы затягивает на "удавку" и надевает на крюки двух- или четырехветвевго стропа;

- стропальщик дает команду на подъем груза на высоту 20-30 см, убеждается в надежности строповки и подает команду на дальнейшее перемещение груза.

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


Во избежание самопроизвольного выпадения грузов тара загружается на 100 мм ниже ее бортов.

Для монтажа конструкций на высоте необходимо использовать грузозахватные приспособления с дистанционной расстроповкой.

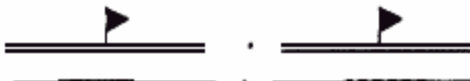

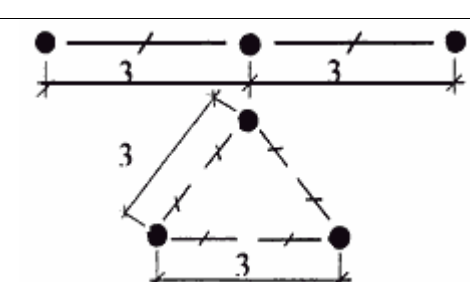
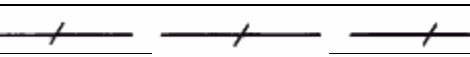


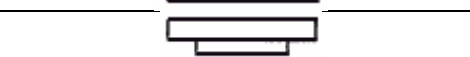
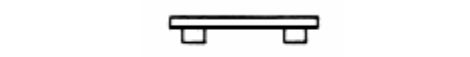
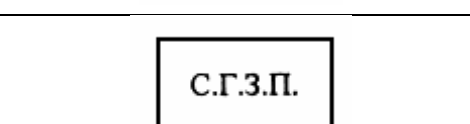
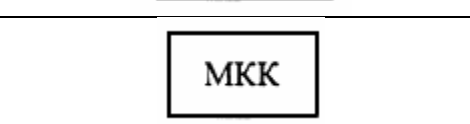
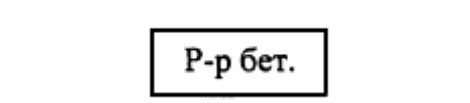
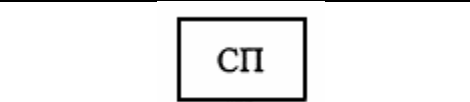

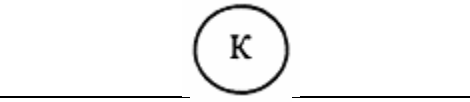
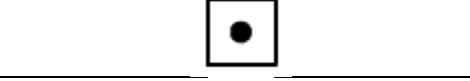


Основные положения по строповке даются на схемах строповки грузов, входящих в состав проекта производства работ.

## 9.8 Условные обозначения

Таблица 9.4

1	2
	Линия границы зоны действия крана Знак предупреждения об ограничении зоны действия крана
	Знак, запрещающий пронос груза
	Линия ограничения зоны действия крана
	Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
	Знак, запрещающий проходы и выходы
	Линия границы опасной зоны при работе крана



Продолжение табл. 9.4

	Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
	Границы захваток
	Башенный или рельсовый стреловой кран, рельсовый крановый путь и тупиковые упоры
	Контур заземления: а) по прямой линии; б) по треугольнику.
	Соединительные проводники
	Шкаф электропитания крана
	Место хранения контрольного груза
	Въездной стенд с транспортной схемой
	Стенд со схемами строповки и таблицей масс грузов
	Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
	Место для кантовки конструкций
	Место приема раствора и бетона
	Площадка для хранения средств подмащивания
	Шкаф для хранения баллонов с ацетиленом
	Шкаф для хранения баллонов с кислородом
	Геодезический знак закрепления осей
	Строительный репер
	Зоны складирования материалов и конструкций





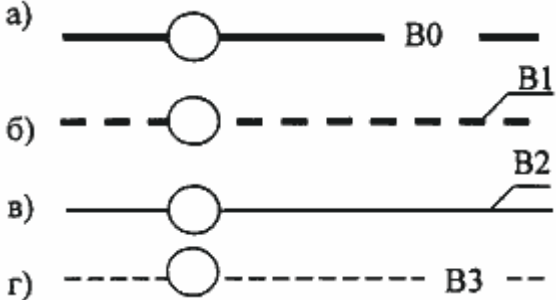
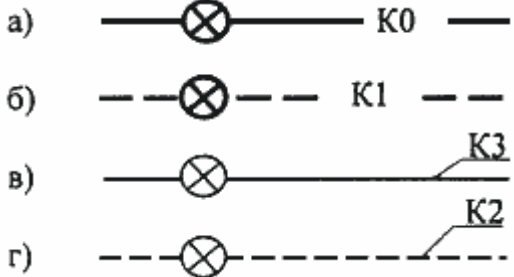

Продолжение табл. 9.4

	 Ст. 3	Стоянки стреловых самоходных кранов
а) б) в)		Стреловые краны: а) автомобильный; б) пневмоколесный; в) гусеничный.
а) б)		Въезд на строительную площадку и выезд: а) направление движения транспорта и кранов; б) место разворота транспорта.
		Знак ограничения скорости движения транспорта
		Направление движения рабочих
		Шпунтовое ограждение
		Временное ограждение строительной площадки: а) без козырька; б) с козырьком.
		Ворота и калитка
		Ограждение рабочих мест, защитные ограждения
		Ограждение рельсовых крановых путей
		Пожарный пост
		Место для первичных средств пожаротушения
		Стенд с противопожарным инвентарем
		Пожарный гидрант

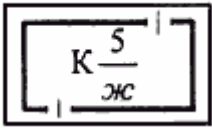
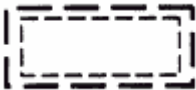






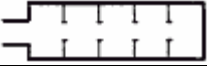
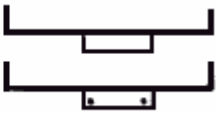

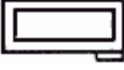

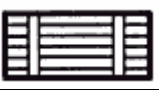


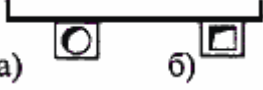
Продолжение табл. 9.4

	Здания (сооружения), инженерные сети и транспортные устройства, подлежащие сносу
	Временная дорога
	Временная пешеходная дорожка
	Временная автодорога по трассе постоянной
	Постоянная дорога
	Пешеходная дорожка
	Автомобильная дорога с бордюром
	Автомобильная дорога с обочиной
	Путь железнодорожный
	Путь железнодорожный узкой колеи
	Путь трамвайный
а)  б) 	Линия движения: а) автобусов; б) троллейбусов.
	Съезд в котлован или другую выемку
а)  б)  в) 	Откос: а) неукрепленный; б) укрепленный; в) с бермой и укреплением нижней части.
	Лестница для спуска в котлован (выемку)
	Переходной мостик через выемку, траншею с перильным ограждением
	Грунт в разрезе
	Канавы или кюветы
	Зеленые насаждения общего пользования, газоны
	То же, специального назначения
	Цветники
	Деревья лиственные рядовой посадки

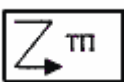
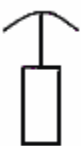
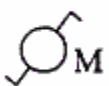



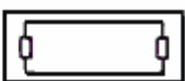



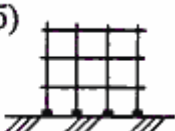
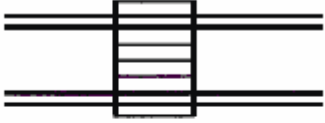




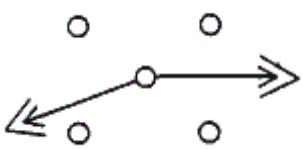
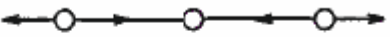


Продолжение табл. 9.4

	<p>Деревья лиственные групповой Посадки</p>
	<p>Деревья хвойные рядовой посадки</p>
	<p>Деревья хвойные групповой посадки</p>
	<p>Кустарник свободно растущий: а) рядовой посадки; б) групповой посадки</p>
	<p>Водопровод: а) проектируемый видимый б) проектируемый невидимый в) существующий видимый г) существующий невидимый B0 - общее обозначение B1 - хозяйственно-питьевой B2 - противопожарный B3 – производственный</p>
	<p>Канализация: а) проектируемая видимая б) проектируемая невидимая в) существующая видимая г) существующая невидимая K0 - общее обозначение K1 - бытовая K2 - дождевая K3 – производственная</p>
	<p>Дренаж: проектируемый существующий</p>

Продолжение табл. 9.4

	Здание (сооружение) надземное с указанием отмоски, материала стен, количества этажей и назначения
	Сооружение подземное
	Контур строящегося здания
	Контур существующего здания
	Проезд (арки), проход в уровне первого этажа здания (сооружения)
	Переход (галерея) Примечание: При наличии опор их указывают в масштабе.
	Вышка, мачта
	Прожектор на опоре
	Автостоянка
а) б) 	Нависящая часть здания а) без опор; б) на опорах.
	Проем, шахта, отверстие, приямок
	Временные сооружения, бытовые помещения
	Временный защитный козырек над входом в здание или в грузопассажирский подъемник
	Навес над входом в здание
	Временно установленная выносная площадка
	Дымовая труба
а) б) 	Мусоропровод временный: а) круглого сечения; б) прямоугольного сечения.

Продолжение табл. 9.4

	Трансформаторная подстанция
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	а) телефонная будка; б) колонка раздачи ГСМ; в) будка регулировщика.
	Местонахождение сигнальщика
<p>а) </p> <p>б) </p>	Фасадный подъемник (люлька): а) электрическая; б) ручная.
<p>а) </p> <p>б) </p>	Лебедки: а) электрическая; б) ручная.
<p>а) </p> <p>б) </p>	Трубчатые леса: а) план; б) разрез.
<p>а) </p> <p>б) </p>	Переезд: а) с деревянным настилом; б) с железобетонным настилом.
<p>А) </p> <p>б) </p>	Кабели: а) проектируемые б) существующие $W_1$ - до 1 кВ; $W_2$ - до 10 кВ; $W_3$ - свыше 10 кВ.
	Воздушная линия электропередачи (указывается напряжение)
	Опора воздушной линии электропередачи
<p>а) </p> <p>б) </p> <p>в) </p>	Наружное освещение на опорах: а) деревянных; б) железобетонных; в) металлических.

Окончание табл. 9.4

	<p>Инженерная сеть, прокладываемая в коммуникационных сооружениях:</p> <p>а) на эстакаде;</p> <p>б) в галерее;</p> <p>в) в тоннеле, проходном канале;</p> <p>г) в канале непроходном.</p>
	<p>Теплопровод:</p> <p>а) проектируемый видимый;</p> <p>б) проектируемый невидимый;</p> <p>в) существующий видимый;</p> <p>г) существующий невидимый;</p> <p>Т0 - общее обозначение;</p> <p>Т1 - трубопровод горячей воды для отопления и вентиляции, а также общий для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических процессов, подающий;</p> <p>Т2 - то же, обратный;</p> <p>Т3 - трубопровод горячей воды для горячего водоснабжения, подающий;</p> <p>Т4 - то же, обратный;</p> <p>Т5 - трубопровод горячей воды для процессов, подающий;</p> <p>Т6 - то же, обратный;</p> <p>Т7 - трубопровод пара;</p> <p>Т8 - конденсатопровод.</p>
	<p>Строительные мачтовые подъемники:</p> <p>а) грузопассажирский;</p> <p>б) грузовой площадочный;</p> <p>в) грузовой стреловой.</p>
	<p>Мусороприемный бункер.</p>



## 10. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

### 10.1 Общие положения

Понятие «Безопасность жизнедеятельности человека» принято рассматривать в трех аспектах:

- безопасность деятельности человека в производственной среде (охрана труда);
- безопасность деятельности человека в окружающей среде (охрана окружающей среды);
- безопасность деятельности человека в чрезвычайных ситуациях.

Остановимся на двух первых проблемах, неразрывно связанных с проектированием и ведением строительных работ.

Мероприятия по охране труда в строительстве основаны на научном анализе условий труда, технологического процесса строительного производства, особенностей используемых строительных материалов и изделий с точки зрения их опасности и вредности для человека, а также других факторов. По данным такого анализа определяются опасные и вредные производственные факторы для всех участков производства, возможные опасные ситуации и разрабатываются меры по их предупреждению.

Законодательство об охране труда, выраженное в правовых, технических и санитарно-гигиенических нормах, является основой во взаимоотношениях работника и работодателя. Одновременно оно предусматривает систему надзора и общественного контроля, а также ответственность за нарушение законодательства об охране труда.

В условиях бурного развития промышленности и строительства вопросы охраны окружающей среды и рационального использования ее ресурсов стали одной из важнейших проблем современности. В ней можно выделить экологический, технико-экономический и социально-политический аспекты.

Раздел «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) является обязательным самостоятельным разделом выпускной квалификационной работы (ВКР), при выполнении которого студент должен проявить свои знания, умения и навыки по вопросам безопасности труда (экологической безопасности или пожарной безопасности), полученные при изучении дисциплины БЖД.

При прохождении производственной и преддипломной практики на предприятии студенты собирают сведения о состоянии охраны труда в организации. Для этого они должны познакомиться с годовой отчетностью по охране труда, перспективными и текущими планами по охране труда.

### 10.2 Общие требования к разделу БЖД

Архитектурно-строительное проектирование в соответствии с Градостроительным Кодексом РФ осуществляется путем подготовки **проектной документации** применительно к объектам капитального строительства и их частям, строящимся, реконструируемым в границах принадлежащего застройщику земельного участка, а также в случаях

проведения капитального ремонта объектов капитального строительства, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности таких объектов (далее также – капитальный ремонт).

Проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта, если при его проведении затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объектов капитального строительства.

Состав и требования к содержанию разделов проектной документации в соответствии с требованиями Кодекса установлены Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Раздел БДЖ выполняется студентом на основании задания, выдаваемого преподавателем-консультантом кафедры БТП в сроки, установленные общим заданием на ВКР.

Раздел БЖД *для бакалавров* состоит из двух частей: 1) «Безопасность труда» (или «Охрана окружающей среды», или «Пожарная безопасность») и 2) «Расчетная часть». Объем раздела не должен превышать 5-8 страниц машинописного текста.

Раздел БЖД *для специалистов* состоит из трех частей: 1) «Безопасность труда» (или «Охрана окружающей среды», 2) «Пожарная безопасность») и 3) «Расчетная часть». Объем раздела не должен превышать 14-15 страниц машинописного текста.

Студенты *направления подготовки «Строительство»* в разделе БЖД отражают, по согласованию с консультантом, несколько из приведенных ниже вопросов, которые не были решены в других разделах ВКР.

Поскольку ВКР со всеми разделами, включая БЖД, не является «рефератом на тему...», поэтому все приводимые в разделе решения и мероприятия должны быть четкими и конкретными, **«привязанными» к проектируемому объекту**. Недопустимо простое цитирование разделов и статей нормативно-правовых актов. Такие описательные части раздела не являются проектными решениями и приниматься консультантами не будут. В отдельных случаях, при описании организационных и некоторых технических мероприятий допускается употребление в разделе таких слов - как «запрещается», «должно быть», «следует» и т.п.

При изложении раздела в конце текста по каждому из принятых решений необходимо приводить ссылки на соответствующие нормативно-правовые акты (но не на учебную литературу). При таких ссылках в квадратных скобках указывается порядковый номер источника информации из общего списка использованной литературы ВКР.

Список цитируемых нормативно-правовых актов следует обязательно согласовать с консультантом с тем, чтобы избежать упоминания устаревших или вовсе отмененных документов.

Выполненный в соответствии с приведенными требованиями раздел представляется консультанту на проверку. В процессе консультирования в раздел вносятся необходимые исправления и дополнения. Исправленный и оформленный в соответствии с настоящими требованиями раздел подписывается консультантом. При этом студенты, имеющие в составе ВКР графическую часть по разделу «Организация строительства» должны указать на листах отдельные принятые решения и представить их консультанту при подписании раздела.

### **10.2.1 Безопасность труда**

#### 1.1. Схема планировочной организации земельного участка:

- местоположение объекта, площадь занимаемого участка;
- границы участка с юга, севера, востока и запада;
- ограждение участка, организация въездов-выездов и проходных пунктов;

зонирование территории участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, обоснование функционального назначения и принципиальной схемы размещения зон, обоснование размещения зданий и сооружений (основного, вспомогательного, подсобного, складского и обслуживающего назначения) – для объектов производственного назначения;

- обоснование схем транспортных коммуникаций и их характеристики, обеспечивающих внешние и внутренние (в том числе межцеховые) грузоперевозки, - для объектов производственного назначения;

- характеристика и технические показатели транспортных коммуникаций (организация дорог, подъезды к местам погрузки и разгрузки, ширина дорог и радиусы закруглений, покрытие дорог, наличие свободной полосы для проезда пожарных машин) - для объектов производственного назначения;

организация пешеходных дорожек (расположение, ширина);

в графической части: решений по планировке, благоустройству, озеленению и освещению территории; схемы движения транспортных средств на строительной площадке.

#### 1.2. Архитектурные решения:

- решения, обеспечивающие естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей;
- мероприятия, обеспечивающие защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.

#### 1.3. Конструктивные и объемно-планировочные решения:

- обоснование номенклатуры, компоновки складских и административно-бытовых помещений, иных помещений вспомогательного

и обслуживающего назначения - для объектов производственного назначения;

- обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих снижение шума и вибрации, снижение загазованности помещений, удаление избытков тепла, соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий.

#### 1.4. Система электроснабжения:

- перечень мероприятий по заземлению (занулению) и молниезащите; описание системы рабочего и аварийного освещения;
- организация наружного освещения территории (площадки строительства).

#### 1.5. Система водоснабжения:

- сведения о расчетном (проектном) расходе воды на хозяйственно-питьевые нужды, в том числе на автоматическое пожаротушение и техническое водоснабжение, включая обратное.

#### 1.6. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха:

- обоснование принятых систем и принципиальных решений по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха помещений (для обеспечения требуемых параметров микроклимата и чистоты воздуха);
- характеристика технологического оборудования, выделяющего вредные вещества, - для объектов производственного назначения.

#### 1.7. Технологические решения:

- перечень мероприятий (к технологическим процессам и оборудованию: герметизация, размещение, проходы, ограждение опасных зон, сигнальная окраска и знаки безопасности и т.п.), обеспечивающих соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных и непроизводственных объектов капитального строительства (кроме жилых зданий).

#### 1.8. Проект организации строительства:

- описание особенностей проведения работ в условиях действующего предприятия, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи - для объектов производственного назначения;

- описание особенностей проведения работ в условиях стесненной городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи - для объектов непроизводственного назначения;

- обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки (высота складирования, проезды и проходы). Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций;

- перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда;

- условия безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и механизмов (опасные зоны, ограждение подкрановых путей и их оснащение, заземление);

временные административные и санитарно-бытовые помещения (номенклатура и площади в соответствии с нормами);

- знаки безопасности и дорожные знаки;

- мероприятия по технике безопасности в технологической карте на выполнение работ (земляные, устройство искусственных оснований, бетонные, монтажные, каменные, отделочные, изоляционные, кровельные, монтаж инженерного оборудования, испытание оборудования и трубопроводов).

в графической части: строительный генеральный план подготовительного периода строительства (при необходимости) и основного периода строительства с определением мест расположения постоянных и временных зданий и сооружений, мест размещения площадок и складов временного складирования конструкций, изделий, материалов и оборудования, мест установки стационарных кранов и путей перемещения кранов большой грузоподъемности, инженерных сетей и источников обеспечения строительной площадки водой, электроэнергией, связью, а также трасс сетей с указанием точек их подключения и мест расположения знаков закрепления разбивочных осей.

### **10.2.3 Охрана окружающей среды**

- результаты оценки воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду;

- перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации объекта капитального строительства, включающий:

- результаты расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, анализ и предложения по предельно допустимым и временно согласованным выбросам;

- обоснование решений по очистке сточных вод и утилизации обезвреженных элементов, по предотвращению аварийных сбросов сточных вод;

- мероприятия по охране атмосферного воздуха;

- мероприятия по оборотному водоснабжению - для объектов производственного назначения;

- мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова, в том числе мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова;

- мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;
- мероприятия по охране недр - для объектов производственного назначения;
- мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания (при наличии объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации, отдельно указываются мероприятия по охране таких объектов);
- мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций на объекте капитального строительства и последствий их воздействия на экосистему региона;
- мероприятия, технические решения и сооружения, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов, а также сохранение водных биологических ресурсов (в том числе предотвращение попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения) и среды их обитания, в том числе условий их размножения, нагула, путей миграции (при необходимости);
- программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации объекта, а также при авариях;
  - перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат;
  - обоснование границ санитарно-защитной зоны объекта капитального строительства;
  - решения по благоустройству территории;
  - перечень мероприятий по рациональному использованию воды;
  - описание системы оборотного водоснабжения;
  - сведения о существующих и проектируемых системах канализации, водоотведения и станциях очистки сточных вод;
  - результаты расчетов о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники (по отдельным цехам, производственным сооружениям) – для объектов производственного назначения;
  - перечень мероприятий по предотвращению (сокращению) выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду;
  - сведения о виде, составе и планируемом объеме отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению, с указанием класса опасности отходов – для объектов производственного назначения;
  - описание проектных решений и мероприятий по охране окружающей среды на период строительства.

### **10.2.3 Пожарная безопасность**

- описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства;
- обоснование противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и наружными установками, обеспечивающих пожарную безопасность объектов капитального строительства;
- описание и обоснование проектных решений по наружному противопожарному водоснабжению, по определению проездов и подъездов для пожарной техники (емкости с водой их объем и расположение; пожарные гидранты их расположение друг от друга, от здания и дороги);
- описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций;
- описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара;
- сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности;
- перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и оборудованию автоматической пожарной сигнализацией;
- описание и обоснование противопожарной защиты (автоматических установок пожаротушения, пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, внутреннего противопожарного водопровода, противодымной защиты);
- описание и обоснование необходимости размещения оборудования противопожарной защиты, управления таким оборудованием, взаимодействия такого оборудования с инженерными системами зданий и оборудованием, работа которого во время пожара направлена на обеспечение безопасной эвакуации людей, тушение пожара и ограничение его развития, а также алгоритма работы технических систем (средств) противопожарной защиты (при наличии);
- описание организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта капитального строительства;
- организация мест для курения, первичные средства пожаротушения.

#### **10.2.4 Расчетная часть**

В расчетной части раздела по заданию консультанта (или по согласованию с ним) приводится обоснование одного из принятых в проекте решений по безопасности труда (или экологической безопасности, или пожарной безопасности). Объем расчетной части не должен превышать 2-х страниц.

Примеры расчета по разделам «Безопасность труда» или «Пожарная безопасность» можно брать из методических указаний кафедры по выполнению контрольной работы по БЖД (Охрана труда) для студентов

заочного факультета, которые, в том числе, имеются в электронном читальном зале библиотеки университета.

Расчетная часть по разделу «Охрана окружающей среды» может быть любого природоохранного направления, в том числе:

- рассчитать уровень шума в жилой зоне от работающих механизмов на строительной площадке;
- определить эффективность очистки воздуха (сточных вод) от загрязнений;
- рассчитать санитарно-защитную зону предприятия с учетом розы ветров;
- определить величину ущерба, причиняемого выбросами загрязняющих веществ в атмосферу;
- определить величину ущерба, причиняемого сбросами загрязняющих веществ в гидросферу;
- определить показатели отвода земель и разработать мероприятия по рекультивации земель при строительстве объекта;
- определить минимальную высоту источника выбросов в атмосферу;
- рассчитать загрязнение атмосферы выбросами одиночного источника;
- рассчитать загрязнение атмосферы выбросами от группы источников;
- определить ПДВ (ВСВ) предприятия;
- определить экономическую эффективность принятых в проекте природоохранных мероприятий;
- произвести оценку предотвращенного ущерба для окружающей среды;
- рассчитать плату за выбросы в атмосферу от стационарных источников;
- рассчитать плату за выбросы в атмосферу от передвижных источников;
- рассчитать плату за размещение отходов;
- рассчитать плату за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды;
- рассчитать суммы возмещения ущерба за снос жизнеспособных растений.



## **11. ОФОРМЛЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР)**

### **11.1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) и система проектной документации для строительства (СПДС)**

ВКР (дипломные проекты) должны выполняться и оформляться в соответствии с едиными правилами, установленными ЕСКД и СПДС.

ЕСКД представляет собой комплекс государственных стандартов по порядку разработки, оформления и обращения всех видов конструкторской документации.

СПДС — система стандартов, разработанная в дополнение к ЕСКД для учета специфики проектной документации для строительства.

Перечень основных стандартов обеих систем приводится в списке литературы.

### **11.2. Общие указания по оформлению ВКР (дипломного проекта)**

ВКР состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части на листах ватмана.

В расчетно-пояснительной записке необходимо коротко и четко описать творческий замысел проекта, его особенности, технико-экономическое сравнение вариантов, описание принятых архитектурных, конструктивных, технологических и других решений, их обоснование. Приводимые данные при необходимости следует представлять в виде эскизов, графиков, диаграмм, таблиц, схем и других иллюстраций.

Расчетно-пояснительная записка переплетается и вкладывается в жесткую папку.

Расчетно-пояснительная записка должна включать: титульный лист (рис. 11.1 (1)), аннотацию, содержание (оглавление), введение, основную часть, список использованной литературы, приложения.

Основная часть должна содержать все разделы и подразделы дипломного проекта.

Задание на ВКР (дипломный проект), документация по патентному поиску, распечатки ЭВМ и другие не входящие в основные разделы материалы, включаются в приложения.

Отзыв основного руководителя, письмо-заказ предприятия (при выполнении проекта по заказу); письмо этого же предприятия о рассмотрении и принятии дипломного проекта как основного или вариантного решения, принятого для сооружения объекта, вкладываются в дипломный проект при сдаче его перед защитой в ГЭК.

Каждый раздел и подраздел проекта должны быть подписаны студентом-дипломником, консультантом кафедры, по которой выполняется данный раздел (подраздел), нормоконтролером этой кафедры и основным руководителем дипломного проекта. Те же подписи должны быть и на каждом листе чертежей дипломного проекта.

Допускается осуществление нормоконтроля с соответствующей подписью самим консультантом раздела.

Нормоконтроль дипломного проекта в целом осуществляет нормоконтролер выпускающей кафедры, который ставит свою подпись в конце дипломного проекта после списка литературы. Допускается сквозной нормоконтроль основным руководителем проекта.

На титульном листе подписи не ставят, указывают только фамилии и инициалы дипломника, основного руководителя и всех консультантов разделов и подразделов, чьи подписи имеются в проекте.

Текст пояснительной записки приводится на стандартных страницах, рабочее поле которого ограничивается рамкой. Форма нечетной страницы дана на рис. 11.2(3), четная страница является ее зеркальным отображением.

### **11.3. Правила оформления расчетно-пояснительной записки**

Оформление текстового материала должно соответствовать ГОСТ 2.105 - 95 [10]; ГОСТ 2.106 - 96 [11].

Расчетно-пояснительная записка дипломного проекта (как учебный документ) может быть распечатана на обеих сторонах белых листов бумаги стандартного формата А4. Текст записки следует писать, соблюдая следующие размеры полей (от кромок листа): левое — не менее 30 мм; правое — не менее 10 мм; верхнее — не менее 15 мм; нижнее — не менее 20 мм.

Абзацы в тексте начинают с отступом, равным 15..17 мм.

Текст записки в случае необходимости делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами в пределах всего документа; подразделы — в пределах разделов; пункты — в пределах подразделов; подпункты—в пределах пунктов.

Цифровые обозначения частей записки (разделов, подразделов, пунктов, подпунктов) должны отделяться друг от друга точками. Например, обозначение 4.2.3.5 относится к разделу (главе) 4, подразделу (параграфу) 2, пункту 3 и подпункту 5.

Разделы (главы), подразделы (параграфы), пункты и подпункты должны иметь краткие наименования. Наименования разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами. Наименование подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Каждый раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

Содержание (оглавление) располагают в начале пояснительной записки. В него включают номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров страниц. Страницы нумеруют арабскими цифрами. Титульный лист включают в общую нумерацию отчета. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют в нижних наружных углах. Если в записке имеются введение и заключение, то их не нумеруют (в отличие от разделов, подразделов и т.д.), но в содержание включают.

**В аннотации** необходимо отразить содержание дипломного проекта. Изложение должно быть кратким и точным с употреблением синтаксических конструкций, свойственных языку научно-технической литературы. Объем аннотации составляет не более одной рукописной страницы.

**Аннотация** дипломного проекта должна составляться также на одном из иностранных языков.

В тексте записки не допускается: сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением расшифровок буквенных обозначений, входящих в формулы.

При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначения. При ссылках на другие документы указывают наименование документа.

**В формулах** в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причем значение каждого символа дается с расшифровкой в той последовательности, в какой они встречаются в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где». Все формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер указывают с правой стороны страницы в круглых скобках. Например: (3.5)—обозначение формулы 5 раздела 3.

Иллюстрации нумеруются по такому же принципу, как и формулы. При необходимости они могут иметь наименование и поясняющие данные (подрисовочный текст). Наименование помещают над иллюстрацией, поясняющие данные—под ней. Номер иллюстрации помещают ниже поясняющих данных.

**В таблицы** включают цифровой материал. Таблица может иметь заголовок, который следует выполнять строчными буквами (кроме первой прописной) и помещать над таблицей посередине. Все таблицы нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Допускается нумерация таблиц в пределах всего документа. Над правым верхним углом таблицы помещают надпись, например: «Таблица 3.2». При наличии заголовка надпись «Таблица» пишут выше заголовка. На все таблицы должны быть ссылки в тексте, например, «...в табл. 3.1».

**Иллюстрационный материал** — таблицы, распечатки ЭВМ, текст вспомогательного характера и другие вспомогательные материалы могут быть даны в виде приложений.

**Приложения** оформляют как продолжение пояснительной записки на последующих листах. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы с написанием в правом верхнем углу первого слова «Приложение» с указанием его номера, обозначенного арабскими цифрами (без знака №). Слово «Приложение» пишется прописными буквами и в обоснованных случаях должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту тоже прописными буквами. Слово «Приложение» пишется несколько выше

заголовка. Текст каждого приложения при необходимости разделяют на разделы, подразделы и пункты, нумеруемые отдельно по каждому приложению. Нумерация страниц пояснительной записки и приложений к ней должна быть сквозная. Иллюстрации и таблицы в приложениях нумеруют в пределах каждого приложения.

Ссылки на приложения обязательно должны быть в основном тексте расчетно-пояснительной записки, а в содержании перечисляют все приложения с указанием их номеров и заголовков (при их наличии).

#### **11.4. Составление списка литературы**

В конце пояснительной записки, перед приложениями должен быть приведен список литературы, которая была использована при работе над дипломным проектом. Ссылки в тексте приводят в квадратных скобках, указывая в них арабскими цифрами порядковый номер источника по списку литературы. Каждый литературный источник должен иметь библиографическое описание, т.е. совокупность сведений о нем, составляемых в соответствии с ГОСТ 7.05 - 2008. Оно должно составляться на языке текста документа, на который делается ссылка.

В библиографическое описание использованных при составлении расчетно-пояснительной записки источников следует включать ряд обязательных элементов, в зависимости от характера источника. Наиболее часто используются следующие источники: книги, периодические издания (журналы, газеты), сборники научных трудов, нормативно-технические документы (СНиПы, ГОСТы и др.), патентные документы, типовые проекты, каталоги, прейскуранты, депонированные научные работы, отчеты о научно-исследовательской работе, диссертации и др.

В библиографическом описании для отделения его элементов друг от друга используются разделительные знаки: точка, точка и тире, запятая, двоеточие, точка с запятой, косая черта, две косые черты и др.

При библиографическом описании книг, на титульном листе которых не указаны авторы, приводится название книги, город, где издана книга, название издательства, год издания и номера страниц, которые были использованы. При этом, когда указываются отдельные страницы литературного источника, то сначала располагается сокращение слова «страница» с прописной буквы, а затем номера страниц (например, «с. 15—17»). Если же указывается полный объем книги, то буква «с.» располагается после числа страниц и является строчной (например, «350 с.»). В случаях,

когда фамилии авторов книги даны на титульном листе, сначала приводятся фамилии авторов и их инициалы, затем название книг и все остальные элементы библиографического описания, указанные выше.

### **11.5. Оформление графической части дипломного проекта**

Представляемая на чертежах информация должна быть минимально необходимой и достаточной для изготовления строительных конструкций и производства строительно-монтажных работ. В соответствии с действующими правилами разработка проектной документации при строительном проектировании может производиться в одну или две стадии. При двухстадийном проектировании на первой стадии, называемой «Проект» («П»), разрабатываются принципиальные решения всех разделов проекта с соответствующими технико-экономическими обоснованиями, а на второй стадии, называемой «Рабочая документация» («РД»), принципиальные решения детализируются до степени, необходимой для их осуществления в натуре. Двухстадийное проектирование целесообразно для новых нестандартных или уникальных зданий или сооружений. Если же принципиальные решения известны из практики предшествующего проектирования, то целесообразно одностадийное проектирование — «Рабочий проект» («РП») с детализацией, достаточной для практического осуществления. При этом возможны ссылки на ранее разработанные типовые решения (каталоги типовых рабочих чертежей и т.д.).

Степень детализации рабочих чертежей ВКР (дипломного проекта) обычно принимается соответствующей первой стадии двухстадийного проектирования (П); в отдельных компонентах проекта—второй стадии проектирования (РП).

Каждый лист чертежей дипломного проекта должен иметь маркировку, соответствующую его содержанию (в соответствии с ГОСТ 21.1101 – 2009 [15]). При этом могут быть при необходимости назначены дополнительные марки основных комплектов рабочих чертежей, обозначенных прописными буквами (не более трех) русского алфавита.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
 «Ростовский государственный строительный университет»

Институт \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_

Допущен к защите  
 Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
 к выпускной квалификационной работе

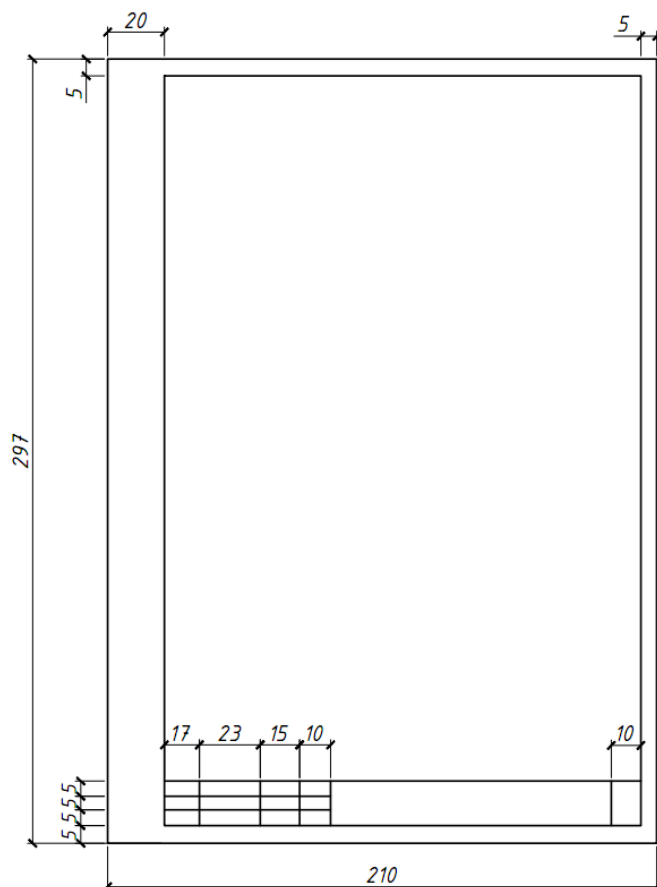
Тема: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_  
 Основной руководитель \_\_\_\_\_  
 Консультанты: 1) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_  
 3) \_\_\_\_\_

Ростов-на-Дону  
 \_\_\_\_\_  
 (год)

20 5 210 5 297

Рис. 11.1. Пример титульный лист



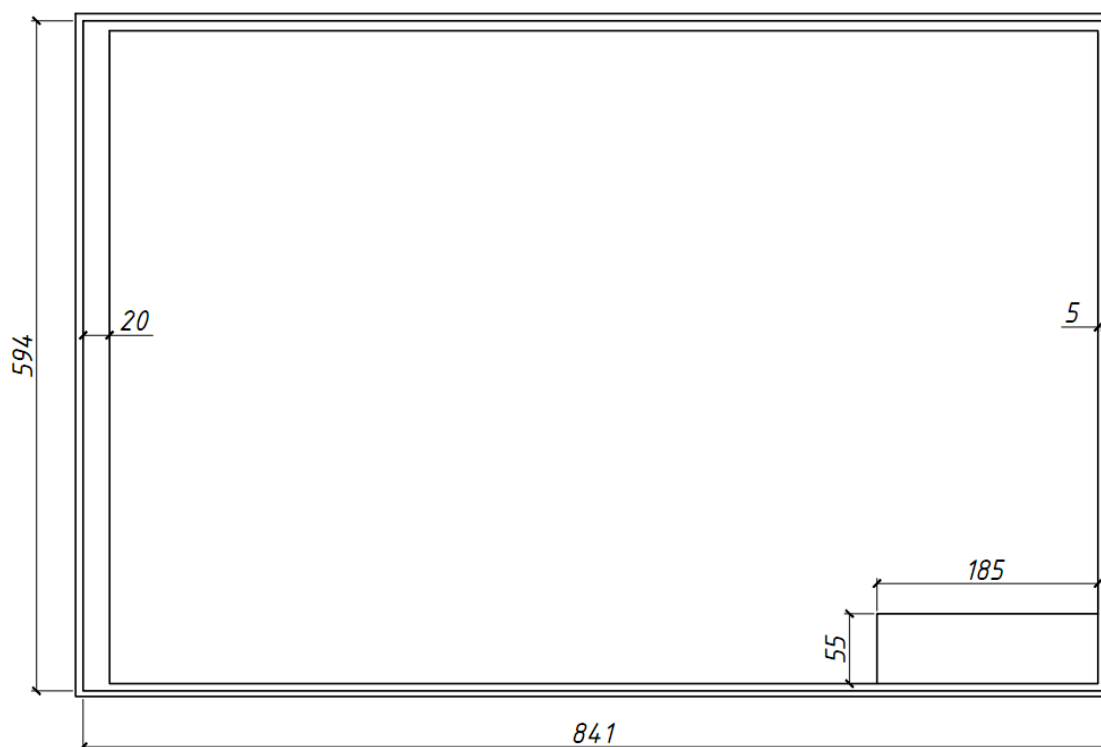
**Рис. 11.2. Формы нечетных страниц пояснительной записки**

В соответствии с ГОСТ 21.1101 - 2009 обозначения марок принимаются следующими: генеральный план — ГП; архитектурные решения — АР; конструкции железобетонные — КЖ; конструкции металлические — КМ; конструкции металлические детализовочные — КМД; конструкции деревянные — КД; технология строительного производства — ТСП; организация строительного производства — ОС; воздухообеспечение — ВС; электроснабжение — ЭС; газоснабжение — ГС; отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха — ОВ; внутренние водопровод и канализация — ВК; наружные сети водоснабжения и канализации — НВК.

Форматы листов ограничиваются размерами внешней рамки, выполненной тонкими линиями на чертежной бумаге, размеры которой могут быть больше стандартных форматов чертежей.

Основные стандартные размеры форматов приведены в табл. 11.1 (ГОСТ 2.301 — 68\*). Графическая часть дипломных проектов выполняется, как правило, на листах формата А1 (рис. 11.3).





**Рис. 11.3. Расположение рамок и основной надписи (штампа) на чертежном листе основного формата A1**

*Таблица 11.1.*

#### Форматы чертежей

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размер формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Помимо форматной рамки на чертеже выводится внутренняя рамка и основная надпись (в правом нижнем углу). Содержание основной надписи расшифровано на рис. 11.4(5).

Масштабы изображения объекта и его частей принимаются из ряда, регламентированного ГОСТ 2.302—68\* [5] в зависимости от содержания чертежей (табл. 11.2).

Масштабы изображений надо принимать минимальными с учетом сложности изображения и вытекающей из масштаба четкости и ясности восприятия.

*Таблица 11.2.*

#### Масштабы изображения на чертежах

Наименования изображений	Масштабы изображения	
	основные	допускаемые
Архитектурные		
Генеральные планы	1:1000	1:2000; 1:5000
Выкопировки из генпланов	1:500	1:1000
Планы этажей (кроме технических)		
Разрезы, фасады	1:100; 1:400; 1:500	1:100; 1:50
Планы кровли, полов, технических этажей	1:500; 1:800; 1:1000	1:200
Фрагменты планов, фасадов	1:100	1:50
Узлы	1:10; 1:20	1:5
Конструкции		
Схемы расположения элементов конструкций	1:100; 1:200	1:400; 1:500
Виды, разрезы, сечения	1:20; 1:50	1:100
Фрагменты	1:50; 1:100	
Узлы	1:50; 1:10	1:15; 1:20

Размеры на чертежах должны быть нанесены в соответствии с ГОСТ 2.307—68\* и ГОСТ 2.105 – 95 [10]. Сплошные размерные линии должны выступать за выносные линии на 1...3 мм. Пересечение размерных и выносных линий фиксируете засечками длиной 2...4 мм, проведенными под углом 45° к размерной линии. Если с одной стороны изображения расположены несколько мерных линий, то расстояние между ними должно составлять 6...8 мм, а ближайшая от изображения размерная линия должна располагаться от него на расстоянии 10...16 мм.

Размеры обычно проставляются в миллиметрах без указания размерности. При других размерностях (см, м) они должны быть указаны. При обозначении размеров диаметров, радиусов, углов размерные линии ограничивают стрелками.

Отметки высоты (глубины) горизонтальной поверхности конструкции по сравнению с отметкой элемента конструкции, условно принятой за нулевую

(обычно уровень пола первого этажа), изображаются в соответствии с ГОСТ 2.105 - 95.

Знаки отметок на разрезах изображают на тонких выносных линиях, размерность — метры с тремя десятичными знаками. Отметки на планах наносят в прямоугольнике или на полке выносной линии. В этом случае указывается знак отметки.

Сечения выполняют по ГОСТ 2.303—68\* [6] в виде утолщенных штрихов с указанием стрелками направления взгляда. Если изображение рассекается несколькими пересекающимися сечениями, то штрихи ставятся и в месте пересечения сечений. Стрелки, указывающие направление взгляда, должны наноситься на расстоянии 2...3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. У начала и конца линии сечения, а при необходимости у мест пересечения секущих плоскостей ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита или цифру.

Выносные элементы (дополнительное отдельное изображение, обычно увеличенное, какой-либо части предмета, требующее графического и других пояснений) выполняются в соответствии с ГОСТ 2.305 - 2008. Для выделения выносного элемента соответствующее место отмечается на плане или разрезе замкнутой сплошной линией — кругом или овалом.

Выносной элемент в изображении и выделенный отдельно обозначаются одними и теми же цифрами, арабскими или римскими. Допускается обозначение и буквами. При этом в изображении цифра (или буква) ставится на полке линии выноски, а в отдельной выноске — в двойном кружке диаметром 12...16 мм, расположенном над или справа от выноски. Если отдельная выноска изображена на другом листе, то под полкой линии выноски указывается номер этого листа. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении; может и отличаться от него по содержанию (например, изображение—вид и выносной элемент—разрез).

В строительных чертежах выносной элемент на изображении допускается отмечать фигурной или квадратной скобкой.

В отдельных случаях допускается вместо цифрового или буквенного обозначения присваивать выносному элементу наименование.

В проектной практике (при изображении выноски на другом листе) под полкой выноски может быть указан шифр каталога с изображением типового узла и обозначение основного комплекта рабочих чертежей, состоящее из базового обозначения и марки основного комплекта.

Координатные оси, нанесенные штрихпунктирными линиями, маркируют арабскими цифрами или прописными буквами (кроме букв З, И, О, Х, Ы, Ь) в кружочках диаметром 6...12 мм. Цифрами маркируют оси по стороне изображения с большим количеством координатных осей. Маркировку начинают слева и снизу и располагают снизу и слева от изображения (см. рис. 3.4...3.6, 3.9).

Условные графические обозначения материалов в сечениях и на фасадах строительных конструкций (рис. 11.5(6) установлены ГОСТ 2.306 – 68\* [12]. Допускается применять также дополнительные обозначения материалов, не предусмотренные в ГОСТ 2.306—68\*, поясняя на чертеже. Для уточнения разновидности материала, в частности материалов с однотипным обозначением, графическое изображение следует сопровождать пояснительной надписью на поле чертежа. В специальных строительных конструктивных чертежах для армирования железобетонных конструкций обозначения применяют по ГОСТ 21.501 – 2011 [18].

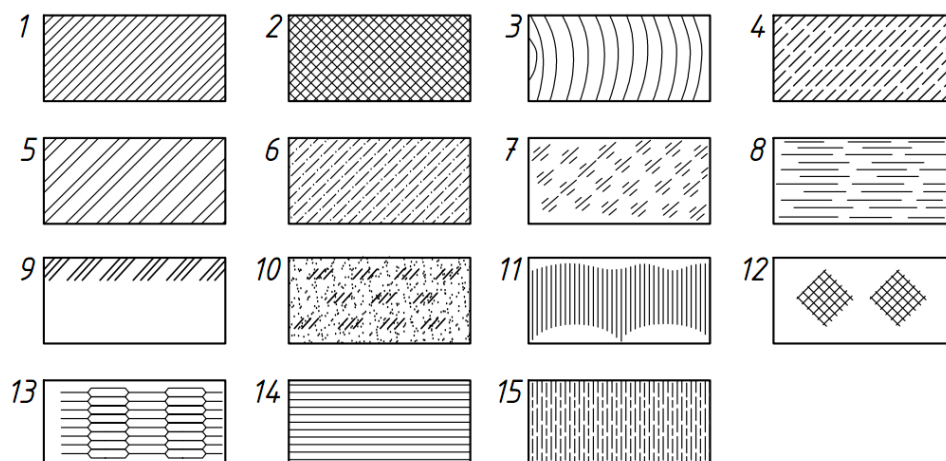
Условное обозначение строительного материала наносят не по всей поверхности вида или разреза, а небольшими участками вдоль контура или внутри изображения. Если конструкции, изображенные на чертеже, состоят из одного материала, то его условное графическое изображение не приводится.

### **11.6. Составление паспорта на ВКР (дипломный проект)**

По окончании работы над дипломным проектом студенты-дипломники составляют паспорт проекта, в который вносят основные данные о запроектированном здании или сооружении (рис. 11.6)

Составление таких паспортов для дипломных проектов еще не введено как обязательное, однако опыт подтверждает целесообразность их составления. По паспорту проекта можно быстро составить достаточно полное представление об особенностях запроектированных объектов, принятых проектных решений, технико-экономических показателях и т.д. На выпускающих кафедрах вузов открывается возможность создать фонд паспортов дипломных проектов, который может быть использован для сравнительного анализа дипломниками последующих выпусков, составления

каталога паспортов лучших дипломных проектов, их тиражирования, взаимобмена с другими вузами и т.п.



В отличие от паспортов строительных рабочих чертежей зданий и сооружений паспорт на дипломный проект, учитывая цели его составления, может содержать менее подробную информацию. В паспорт на дипломный проект, состоящий из 3...4 листов формата А4 (210\*297 мм), включаются как минимум следующие данные: наименования вуза и выпускающей кафедры, тема дипломного проекта, схемы планов и разрезов, технологические или функциональные особенности проектируемого объекта, характеристики основных несущих и ограждающих конструкций, особенности методов возведения объекта, технико-экономические показатели, основная литература. Паспорт подписывается дипломником и основным руководителем с указанием даты подписания.

Паспорт является не подшиваемым приложением к пояснительной записке. После защиты дипломного проекта паспорта хранятся на выпускающих кафедрах.

Ростовский государственный строительный университет

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

Паспорт

дипломного проекта на тему «Ангар для двух вертолетов МИ-8»

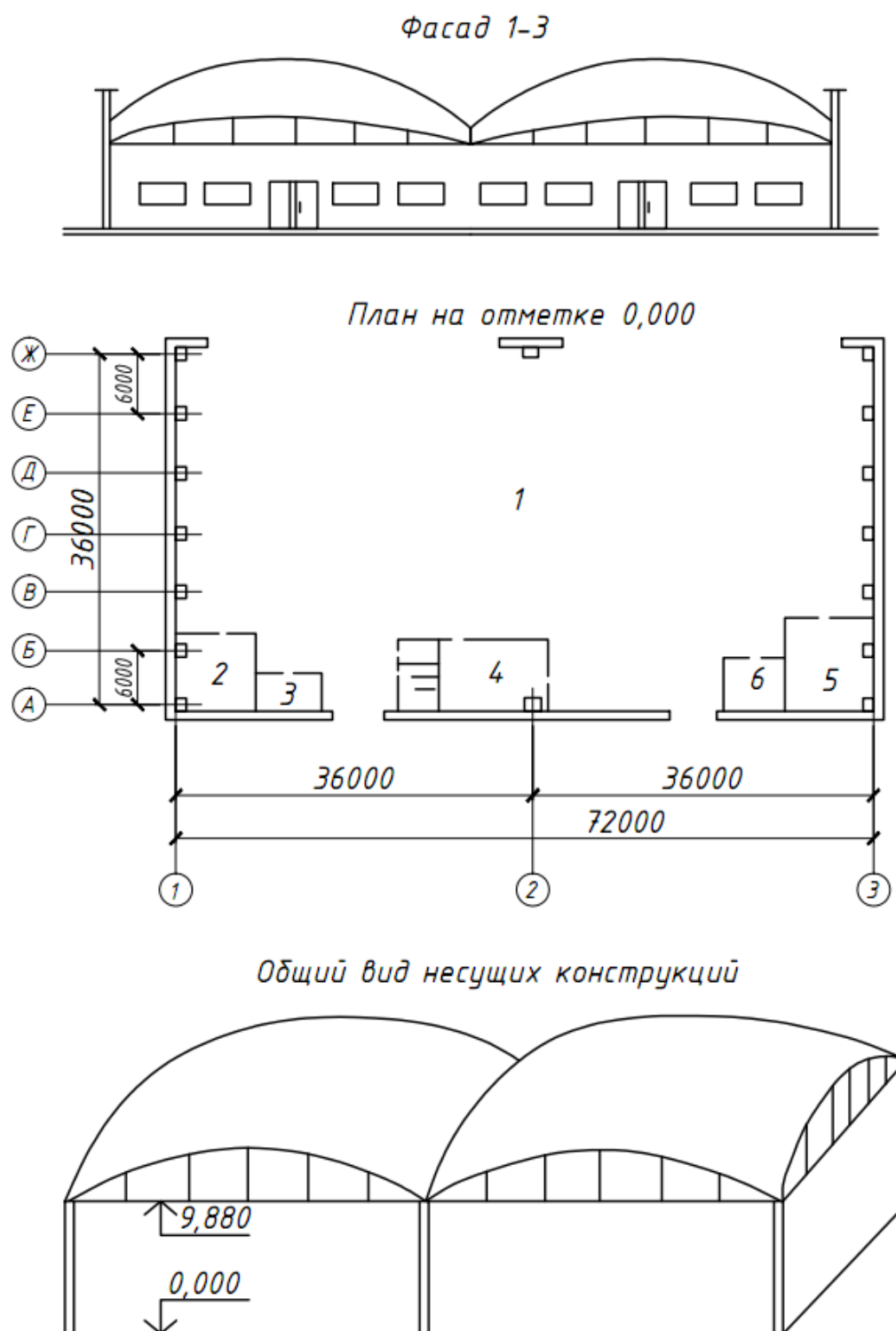


Рис. 11.6. Схема проектируемого объекта к составлению паспорта дипломного проекта

### Экспликация помещений

№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	№ п/п	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1.	Ангар	1887	2.	Агрегатная	42
3.	Тепловой пункт	41	4.	Комплектовка	41
5.	Узел управления автоматическим пожаротушителем	24	6.	Инструментально- раздаточная кладовая	24

### Технологические и функциональные особенности проектируемого объекта

Ангар предназначен для одновременного технического обслуживания двух вертолетов МИ-8 или двух самолетов АН-2 по действующим регламентам. В результате расчета по нормам технологического проектирования пропускная способность ангара составляет 66 воздушных судов в год при годовом налете 1000 ч на одно воздушное судно.

Воздушные суда вводятся в ангар при помощи тягача.

Для обслуживания ангара предусмотрены напольные краны грузоподъемностью 2 т.

### Характеристика основных несущих и ограждающих конструкций

Фундаменты под колонны и фундаментные балки – сборные железобетонные. Основные и фахвертовые колонны – сборные железобетонные. Покрытие – сборные железобетонные арки пролетом 36м с шагом 6 м и ребристые плиты перекрытия двойной положительной гауссовой кривизны размером в плане 36х36 м из сборных элементов. Стены – самонесущие из железобетонных стеновых панелей. Перегородки – кирпичные из глиняного обыкновенного кирпича. Ангарные ворота – индивидуальные стальные с алюминиевой обшивкой. Полы – бетонные многослойные, керамические.

### Особенности методов возведения объекта

Сборная оболочка 36х36 м монтируется из отдельных элементов на нулевой отметке и поднимается домкратами в проектное положение или же монтируется сразу в проектном положении с инвертантах подмостей.

### Технико-экономические показатели

Общая сметная стоимость – тыс. руб., в том числе: строительно-монтажных работ – тыс. руб., оборудования – тыс. руб.

Стоимость строительно-монтажных работ на 1 м<sup>2</sup> общей площади – тыс. руб.

Стоимость строительно-монтажных работ на 1 м<sup>3</sup> общего объема – тыс. руб.

Построечные трудовые затраты – чел.-дн.

То же, на 1 м<sup>3</sup> строительного объема – чел.-дн.

Цемент приведенный к М400 – 266,40 т

Сталь – 152,03 т

То ж, на 1 м<sup>2</sup> общей площади – 0,13 т

Бетон и железобетон – 1164,98 м<sup>3</sup>, в том числе монолитный – 562 м<sup>3</sup>, сборный – 602,98 м<sup>3</sup>

То же, на 1 м<sup>2</sup> общей площади – 0,54 м<sup>3</sup>

## **11.7. Нормоконтроль дипломных проектов**

Задачами нормоконтроля при разработке проектно-сметной документации являются:

- проверка соблюдения требований действующих инструкций, государственных, отраслевых и республиканских стандартов; стандартов предприятий, строительных норм и правил и других нормативных документов по строительству;
- достижение в проектируемых зданиях, сооружениях и конструкциях высокого уровня стандартизации;
- обеспечение комплектности и высокого качества оформления проектно-сметной документации и ее соответствия нормативным требованиям.

Нормоконтроль производится в соответствии с ГОСТ 21.002 — 81, ГОСТ 2.111 — 68\*, ГОСТ 3.1116 — 79\*.

При нормоконтроле проектно-сметной документации проверяются:

- соответствие обозначений, присвоенных проектным документам и сметам, установленной системе проектной документации и смет;
- комплектность и состав проектно-сметной документации;
- наличие и правильность ссылок на нормативные документы;
- правильность выполнения проектной документации и смет в соответствии со стандартами системы проектной документации для строительства;
- возможность сокращения объема проектно-сметной документации;



- правильность применения типовых проектов, проектных решений, конструкций и узлов;
- возможность замены индивидуальных конструкций, изделий и узлов типовыми, стандартизованными или ранее разработанными;
- соответствие предусмотренного в проектной документации оборудования указанному в действующих каталогах;
- правильность наименований и обозначений изделий и материалов;
- правильность нанесения номеров позиций на сборочных чертежах, марок оборудования и элементов конструкций — на схемах их расположения;
- соблюдение правил заполнения форм ведомостей, спецификации и таблиц.

Нормоконтроль при дипломном проектировании целесообразно проводить вначале по каждому разделу отдельно (на соответствующих кафедрах), а затем комплексно по всем разделам—на выпускающей кафедре (основным нормоконтролером).

При проведении нормоконтроля следует руководствоваться только действующими в момент проведения нормоконтроля нормативными документами. Вопрос о соблюдении требований нормативных документов, срок введения в действие которых в момент нормоконтроля еще не наступил, в каждом отдельном случае решается совместно с основным руководителем в зависимости от сроков дипломного проектирования.

При составлении перечня замечаний и предложений нормоконтролер в проверяемой документации делает пометки карандашом в виде условных обозначений. Эти пометки снимаются нормоконтролером после доработки перед подписанием им документов.

В перечне замечаний и предложений, составляемом в табличной форме (табл. 11.3), нормоконтролер рядом с каждой пометкой кратко и ясно излагает содержание замечаний

*Таблица 11.3.*

**Перечень замечаний и предложений нормоконтролера по документу**

(наименование документа)

--

Обозначение документа	Условная пометка	Содержание замечаний и предложений со ссылкой на нормативный документ, стандарт или типовую документацию
Лист 5 (КМ)	1	Неправильно выполнено обозначение марок (см. ГОСТ 26047 – 83)
Лист 6 (КЖ)	2	Отсутствуют размеры на сечениях балок
Стр. 95 (ПЗ)	3	Отсутствует ссылка на СНиП по технике безопасности (см. СНиП 12 – 03.2001)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

(подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Нормоконтролер должен вести учет и анализ выявленных ошибок и информировать о них студентов-дипломников и их руководителей.

### **11.8. Содержание графической части ВКР (дипломного проекта)**

Графическая часть дипломного проекта должна содержать (10 – 12) листов чертежей для специалиста, (7 – 8) листов для бакалавра и полностью соответствовать расчетно-пояснительной записке.

Приводимое ниже содержание графической части разделов дипломного проекта выполняется в полном объеме только по одному из разделов, соответствующему выбранной специализации. Объем остальных разделов может быть уменьшен по согласованию с основным руководителем дипломного проекта.

**По разделу «Архитектура» на чертежных листах размещаются:**

- генеральный план с экспликацией зданий и сооружений; на генплане, выполненном в мелком масштабе, показывают благоустройство участка, ориентацию относительно стран света, розу ветров и др.
- план здания (сооружения) в масштабе 1:100— 1:400; при необходимости даются несколько планов (в многоэтажных зданиях при отличающихся планах этажей и в др. случаях);
- разрезы здания (сооружения) в масштабе 1:50—1:100 с показом всех несущих конструкций, включая фундаменты;
- план кровли в масштабе 1:500—1:1000;
- основные детали и узлы в масштабе 1:10—1:25 (например, детали пола, сопряжение фундаментных балок с фундаментом, детали конструкций покрытия и перекрытий, кровли и т.п.);
- фасад, аксонометрия или перспектива; для представления о размерах проектируемого здания или сооружения на этих чертежах рекомендуется

изображать людей, автомашины, суда, самолеты и другие предметы, которые могут служить наглядным масштабом.

**По разделу «Строительные конструкции, основания и фундаменты»** на чертежных листах размещаются:

- схемы расположения элементов конструкций;
- планы и разрезы фундаментов;
- элементы несущих конструкций и фундаментов;
- детализовочные чертежи разработанных элементов конструкций;
- конструкции монтажных узлов и соединений;
- чертежи арматурных изделий и закладных деталей;
- ведомости объемов конструкций, спецификации и выборки стали и других конструктивных материалов.

**По разделу «Организация и технология строительства»** графическая часть проекта должна содержать строительный генеральный план, выполненный в масштабе 1:500... 1:1000.

В его состав входят:

- а) план проектируемого сооружения;
  - б) склады материалов и деталей;
  - в) склады конструкций и при необходимости площадки для укрупнительной сборки;
  - г) железнодорожные, автомобильные дороги и пути для передвижения монтажных кранов;
  - д) стоянки монтажных кранов;
  - е) временные линии электроснабжения, водопровода, пневматической сети, а также электроосвещения площадки и др.;
  - ж) экспликация и условные обозначения; п) примечания.
- сетевой график строительно-монтажных работ или календарный план с графиком движения рабочей силы;
  - график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
  - график потребности в основных строительных машинах;
  - технологические карты на наиболее сложные строительные процессы.

В состав этого раздела могут быть включены также чертежи по технике безопасности, например, деталей подвесных подмостей и ограждений, деталей стропов и способов безопасной строповки элементов, устройств, обеспечивающих устойчивость ферм, колонн и других строительных конструкций в период монтажа, деталей ограждений мест, где работают рабочие и т.п.

## **12. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ЗАЩИТЫ ВКР (ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА)**

### **12.1. Организация работы над дипломным проектом**

Руководители дипломных проектов назначаются приказом ректора института по представлению выпускающих кафедр. К этой работе привлекаются наиболее квалифицированные сотрудники вуза и представители проектных и научно-исследовательских организаций.

Руководитель дипломного проекта составляет задания на проектирование и календарный график на весь период дипломного проектирования, рекомендует литературу, оказывает консультативную помощь, координирует работу консультантов по различным разделам проекта, контролирует ход выполнения графиков работы над дипломным проектом.

Календарный график выполнения дипломного проекта составляется с учетом специализации студента-дипломника. На разделы, выполняемые по профилю выпускающей кафедры, выделяется больший отрезок времени, чем на другие. Ориентировочное распределение времени по разделам дипломного проектирования приводятся в табл. 2.3. В каждом конкретном случае оно должно корректироваться и уточняться в соответствии с поставленными в задании задачами.

### **12.2. Рецензирование и подготовка к защите АКР (дипломных проектов)**

Законченный дипломный проект должен быть подписан студентом-дипломником, консультантами, нормоконтролером и руководителем дипломного проекта, который, кроме того, должен составить письменный отзыв с характеристикой проделанной работы по всем разделам проекта. В нем должны быть указаны основные особенности разработанного проекта: выполнение проекта по заказу производства, реальный проект, по реконструкции предприятий, элементы научных исследований, патентные исследования, разработка вопросов гражданской обороны, публикация научных статей, оформление заявок на изобретения, подача рационализаторских предложений, получение экономического эффекта, рекомендации по внедрению в производство, рекомендации по участию в выставках и конкурсах и др.

К защите дипломных проектов допускаются студенты, полностью выполнившие требования учебного плана и задание на дипломное проектирование. Допуск к защите дипломного проекта осуществляет заведующий выпускающей кафедрой. Если он сочтет допуск к защите невозможным, этот вопрос выносится на заседание кафедры с участием руководителя дипломного проекта. Решение кафедры представляется через декана факультета на утверждение ректору вуза.

Допущенный к защите дипломный проект направляется деканом факультета на рецензию.

В состав рецензентов включаются высококвалифицированные специалисты проектных и строительных организаций. Для рецензирования дипломных проектов или работ могут привлекаться также работники вузов и научно-исследовательских институтов.

Состав рецензентов дипломных проектов утверждается деканом факультета по представлению заведующих выпускающими кафедрами.

Рецензент после рассмотрения дипломного проекта и личной беседы со студентом-дипломником составляет письменную рецензию, в которой должны быть освещены следующие вопросы: тема, состав и объем дипломного проекта и их соответствие заданию; актуальность темы проекта и особенности выполненной работы; анализ и оценка разделов дипломного проекта и замечания по ним; качество оформления графической части и расчетно-пояснительной записки; соблюдение требований норм и стандартов; оригинальные и интересные решения и возможность их использования в производстве; достоинства и недостатки проекта в целом; оценка по четырехбалльной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) проекта в целом и его оформления.

Декан факультета после получения рецензии и ознакомления с ее содержанием студента-дипломника и заведующего выпускающей кафедрой направляет дипломный проект со всеми необходимыми документами в ГЭК для защиты.

На каждого студента в ГЭК представляются следующие документы: справка деканата о выполнении студентом учебного плана и полученных им оценках по всем дисциплинам, курсовым проектам и работам, практикам; отзыв руководителя дипломного проекта; рецензия на дипломный проект, а также другие материалы, характеризующие научную и практическую

ценность дипломного проекта и работу самого студента (опубликованные работы, научно-технические отчеты, макеты и т.п.).

### **12.3. Защита дипломных проектов**

Защита студентами дипломных проектов осуществляется на заседаниях Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Председателями ГЭКа назначаются крупные специалисты проектных или строительных организаций, а также ученые, не работающие в данном вузе.

Персональный состав членов ГЭКа утверждается ректором вуза не позже, чем за месяц до начала работы комиссии. Полномочия ГЭКа исчерпываются в конце каждого календарного года.

В состав ГЭКа в качестве ее членов от ВУЗа включаются декан факультета или его заместитель, заведующие или ведущие сотрудники кафедр архитектуры, строительных конструкций, оснований и фундаментов, организации и управления строительством, технологии строительного производства, экономики строительства, охраны труда и техники безопасности, а также других кафедр. В состав ГЭКа следует включать также специалистов проектных и строительных организаций, в нее могут входить профессора и преподаватели других вузов, сотрудники научно-исследовательских институтов и компетентные представители общественных организаций.

Заседания ГЭКа должны проводиться в специально подготовленном помещении. Оно должно иметь разборную стоечно-рамную систему для крепления к ней чертежей в количестве 10... 12 листов, стол для членов ГЭКа, располагаемый примерно в 2...3 м от стенда с чертежами, а также места для лиц, желающих присутствовать на защите дипломных проектов. Защита является открытой публичной (за исключением закрытых тем), присутствие на ней студентов, преподавателей и сотрудников строительных организаций весьма полезно и должно всячески поощряться.

В ряде случаев проводятся выездные заседания ГЭКа. Такие заседания целесообразно проводить непосредственно в проектных организациях, особенно в тех, по заданию которых выполнялся дипломный проект.

Защита дипломного проекта начинается с доклада дипломника, на который отводится до 20 минут. В докладе студента во время защиты дипломного проекта необходимо обосновать актуальность избранной темы

проекта, методику его разработки, принятые решения по всем разделам проекта. Следует кратко изложить основные идеи и особенности, заложенные в разработанный проект, отметить прогрессивные решения, привести технико-экономические показатели запроектированного здания или сооружения и показать технико-экономическую эффективность принятых решений.

По окончании доклада зачитываются рецензии основного руководителя дипломного проекта и специалиста строительной или проектной организации, к которому был направлен проект на рецензирование. Дипломник отвечает на критические замечания рецензентов. После этого члены ГЭКа задают дипломнику вопросы, относящиеся как непосредственно к дипломному проекту, так и другие, позволяющие оценить уровень профессиональной и культурной подготовки дипломника. Общая продолжительность защиты дипломного проекта составляет в среднем около 30 мин.

Защита комплексных дипломных проектов, в которых каждый из трех разделов выполняется тремя студентами-дипломниками в объеме не менее 10 листов чертежей по каждому разделу для специалиста (не менее 7 листов для бакалавра) проводится на одном заседании ГЭКа. Все чертежные листы вывешиваются одновременно, что позволяет ознакомиться с проектом в целом. Первой заслушивается защита архитектурной части проекта. С докладом выступает студент, выполнивший эту часть работы. После завершения или защиты архитектурной части проекта с докладом и защитой расчетно-конструктивной части проекта выступает студент, выполнивший эту работу. Последним выступает с докладом и защитой третий студент, разработавший проект организации и технологии строительства объекта. ГЭК оценивает качество комплексного проекта и его защиты по каждому разделу в отдельности и выставляет оценки каждому студенту персонально с учетом его личных достижений. Продолжительность одного заседания ГЭКа не должна превышать 6 — 7 часов в день. Количество защищаемых дипломных проектов на одном заседании ГЭКа составляет не более 10.

Защита дипломных проектов может проводиться только в присутствии не менее половины состава комиссии.

Результаты защиты дипломных проектов обсуждаются на закрытых заседаниях ГЭКа. Они определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».



При оценке качества дипломного проекта и защиты его студентом учитываются:

- актуальность и сложность темы дипломного проекта;
- новаторство в решении всех разделов проекта, применение прогрессивных решений;
- глубина разработки отдельных разделов, наличие элементов научных исследований;
- наличие патентного поиска и анализа литературных источников (отечественных и зарубежных);
- технико-экономический анализ вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений зданий или сооружений, а также вариантов организации и технологии строительства;
- обоснованность принимаемых решений;
- тщательность и детальность разработки дипломного проекта;
- полнота и умение использования ЭВМ в работе над проектом;
- качество оформления графической части дипломного проекта и расчетно-пояснительной записки;
- содержание доклада студента во время защиты дипломного проекта, ответы на замечания рецензентов, уровень общинженерной подготовки студента, показанный им при ответах на вопросы членов ГЭКа.

Решения об оценках проекта, присвоении квалификации инженера-строителя и выдача диплома (без отличия или с отличием) принимаются ГЭКом открытым голосованием простым большинством голосов членов комиссии, участвовавших в заседании. При равном числе голосов решающим является голос председателя.

Диплом с отличием выдается студентам, сдавшим экзамены и зачеты с оценкой «отлично» не менее чем по 75 % всех дисциплин учебного плана, а по остальным — с оценкой «хорошо» и защитившим дипломный проект с оценкой «отлично», а также проявившим себя в научной работе.

Если защита дипломного проекта признается неудовлетворительной, ГЭК устанавливает, может ли студент представить к повторной защите тот же проект с доработкой или же обязан разработать новую тему.

Студент, обучавшийся с отрывом от производства, при получении неудовлетворительной оценки по результатам защиты дипломного проекта отчисляется из вуза.

Повторная защита дипломного проекта допускается в течение трех лет после окончания вуза при представлении положительной характеристики с места работы, отвечающей профилю полученной в вузе специальности.

Студентам, не защитившим дипломный проект по уважительной причине, ректором вуза срок обучения может быть продлен, но не более, чем на один год.

Все заседания ГЭКа протоколируются в специальной книге. Каждый протокол подписывается председателем ГЭКа и членами комиссии, участвовавшими в заседании.

Дипломный проект после успешной защиты сдается на выпускающую кафедру.

По окончании работы ГЭКа председатель комиссии совместно с членами составляет отчет, в котором отмечается уровень подготовки выпускников, качество дипломных проектов, актуальность их тематики, основные особенности и достижения, рекомендации для внедрения в производство, характерные недостатки, рекомендации по совершенствованию подготовки специалистов.

#### **12.4. Пути повышения уровня дипломного проектирования**

В деле организации дипломного проектирования имеются недостатки, устранение которых позволит повысить уровень дипломного проектирования и качество подготовки специалистов.

Необходимо разработать и разослать по всем вузам единые типовые требования к дипломным проектам — к их объему, содержанию, уровню. При этом следует дать право вузам вносить определенные коррективы, учитывающие местные особенности, но минимум требований необходимо соблюдать строго.

Для выработки унифицированных требований к ВКР (дипломным проектам) и к выпускникам вузов, а также обмена опытом целесообразно в составы ГЭКов включать представителей родственных вузов из различных городов страны. Большой интерес представляла бы защита дипломных проектов студентами одного вуза на заседаниях ГЭКа другого вуза.

Задания на дипломный проект должны быть достаточно сложными, предусматривающими решение научно-технических задач высокого уровня.

С целью повышения творческого вклада в дипломные проекты применение в них типовых конструкций, а также ранее разработанных индивидуальных решений, без коренных изменений допускать не следует. Такие решения рекомендуется использовать только для сравнительной технико-экономической оценки при вариантном проектировании. Может возникнуть вопрос — не явится ли это препятствием для развития реального дипломного проектирования. Учитывая, что подавляющее большинство разрабатываемых в проектных организациях проектов предусматривает типовые решения, дипломникам следует давать задания на альтернативные решения тех же объектов с применением нетиповых конструкций. Реальная польза в таком подходе очевидна, она состоит в экспертной оценке применения типового решения для рассматриваемого объекта в конкретных условиях. Если же тема на реальное проектирование не позволяет решать творческие задачи, от нее надо отказываться в пользу кафедральной тематики, формируемой с учетом требований — современных и перспективных.

Для увеличения относительного объема творческой работы при выполнении дипломных проектов необходимо максимально сокращать рутинный труд дипломников, всю вычислительную работу следует перенести на ЭВМ. Следует помнить, что широкое использование современных программных комплексов (см. раздел 1.4) в строительном проектировании позволяет снизить стоимость объекта на 5...15 %, что является следствием не столько снижения трудоемкости расчетов и проектирования, сколько возможности в результате перебора большого количества вариантов отобрать наиболее экономичное решение, решать оптимизационные и другие задачи.

Необходимо обеспечивать студентов специальной литературой — справочниками проектировщиков, альбомами типовых проектов, каталогами паспортов проектов зданий и сооружений, периодически издаваемыми головными проектными организациями и другими материалами, необходимыми для дипломного проектирования.

Целесообразно ввести составление дипломантами паспортов на законченный дипломный проект. Создание на кафедрах картотеки паспортов дипломных проектов позволит использовать их для технико-экономического сравнения вариантов решений, облегчит контроль над уровнем дипломного проектирования и анализ его состояния.

Полезен межвузовский обмен паспортами дипломных проектов, а также и малотиражные издания каталогов паспортов наилучших дипломных проектов.

Необходимо иметь и постоянно совершенствовать программу улучшения подготовки выпускников, способных успешно решать вопросы ускорения научно-технического прогресса в капитальном строительстве нашей страны.

## Библиографический список

### *Архитектура:*

1. Будасов, Б. В. Строительное черчение. : Учебник для вузов / Б. В. Будасов, О. В. Георгиевский, В. П. Каминский. – М. : Стройиздат, 2003.– 456 с., ил.
2. Сорокин, Н. П. Инженерная графика. : Учебник для вузов / Н. П. Соокин, Е. Д. Ольшевский, А. Н. Заикина, Е. И. Шибанов. Издательство «Лань», 2005.– 392с., ил.
3. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам (Единая система конструкторской документации).
4. ГОСТ 2.301-68\*. Форматы (Единая система конструкторской документации).
5. ГОСТ 2.302-68\*. (Единая система конструкторской документации).
6. ГОСТ 2.303-68\*. Линии (Единая система конструкторской документации).
7. ГОСТ 2.304-81. Шрифты чертежные (Единая система конструкторской документации).
8. ГОСТ 2.305-2008. Изображения – виды, разрезы, сечения (Единая система конструкторской документации).
9. ГОСТ 2.104-2006. Основные надписи (Единая система конструкторской документации).
10. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам (Единая система конструкторской документации).
11. ГОСТ 2.106-96. Текстовые документы (Единая система конструкторской документации).
12. ГОСТ 2.306-68. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах (Единая система конструкторской документации).
13. ГОСТ 2.316-2008. Правила нанесения на чертежах надписей,

технических требований и таблиц (Единая система конструкторской документации).

14. ГОСТ 2.321-84. Обозначения буквенные (Единая система конструкторской документации).
15. ГОСТ Р 21.1101-2009. Основные требования к проектной и рабочей документации (Система проектной документации для строительства).
16. ГОСТ 21.206-2012. Условные обозначения трубопроводов (Система проектной документации для строительства).
17. ГОСТ 21.403-80. Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое (Система проектной документации для строительства).
18. ГОСТ 21.501-2011. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей (Система проектной документации для строительства).
19. ГОСТ 28984-2011 Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения
20. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
21. СП 118.13330.2012\* Общественные здания и сооружения
22. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные
23. ГОСТ 21.508-93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов
24. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
25. СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений

## КОНСТРУКЦИИ

26. СП 20.13330.2011 НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ
27. СП 14.13330.2014 СТРОИТЕЛЬСТВО В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ
28. СП 88.13330.2014 ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ
29. СП 63.13330.2012 БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ
30. СП 27.13330.2011 БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЫШЕННЫХ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
31. СНИП 2.03.03-85 АРМОЦЕМЕНТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
32. СП 15.13330.2012 КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
33. СП 16.13330.2011 СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
34. СП 128.13330.2012 АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ
35. СП 64.13330.2011 ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
36. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс; Учебник для вузов. – 6-е изд., репринтное. – М.: ООО «БАСТЕТ».2009г.– 768 с.
37. Бородачев Н.А. Курсовое проектирование железобетонных и каменных конструкций в диалоге с ЭВМ: Учеб. пособие для вузов – Самара:СГАСУ, 2014. – 208 с.
38. Аксенов Н.Б., Маилян Д.Р., Аксенов В.Н. Расчет железобетонных конструкций по новым нормам. Ч.1 Расчет по прочности учебное пособие. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2009.
39. Щуцкий В.Л., Аксенов В.Н., Дедух Д.А. Расчет и проектирование несущих конструкций промышленного здания в диалоге с ЭВМ: Учеб. пособие для вузов – Ростов-на-Дону:РГСУ, 2015. – 131с.
40. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к 52-101-2003) 2005г. 214с.

41. Железобетонные и каменные конструкции. Издание 2-е дополненное Год издания:2015 Автор:Кузнецов В.С.
42. Проектирование железобетонных конструкций производственных зданий. Год издания:2014 Автор:Полищук В.П., Черняева Р.П.
43. ГОСТ 20372-90 Балки стропильные и подстропильные железобетонные. Технические условия
44. ГОСТ 20213-89 Фермы железобетонные. Технические условия
45. ГОСТ 23444-79 Стойки железобетонные центрифугированные кольцевого сечения для производственных зданий и инженерных сооружений. Технические условия
46. ГОСТ 25628-90 Колонны железобетонные для одноэтажных зданий предприятий. Технические условия
47. ГОСТ 27108-86 Конструкции каркаса железобетонные для многоэтажных зданий с безбалочными перекрытиями. Технические условия
48. ГОСТ 25546-82 Краны грузоподъемные. Режимы работы

#### Организация строительства

49. СП 48.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 12-01-20, Организация строительства.
50. СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений
51. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
52. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.
53. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции
54. ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия
55. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
56. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства



защиты работающих. Общие требования и классификация

57. СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
58. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
59. ГОСТ 12.1.030-81\* "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление"
60. ГОСТ 12.1.004-91\* Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
61. ГОСТ Р 12.4.026-2001 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний
62. ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия
63. ГОСТ 12.1.046-2014 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок
64. ГОСТ 12.3.033-84 Система стандартов безопасности труда. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации
65. ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации
66. СНиП 1.05.03-87 Нормы задела в жилищном строительстве с учетом комплексной застройки
67. МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты»
68. РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ»

69. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 №390 «О противопожарном режиме»
70. Приказ от 12 ноября 2013г. №533 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения»
71. Градостроительный Кодекс РФ ст.53, 54
72. Схемы операционного контроля качества строительных, ремонтно-строительных и монтажных работ. Издание 8-е, Санкт-Петербург, 2008
73. Постановление от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства»
74. СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий зданий и сооружений

## Приложения

### Приложение I

#### Основные сведения о тяжелом бетоне

Таблица I.1

Нормативные сопротивления бетона  $R_{b,n}$  и  $R_{bt,n}$   
и расчетные значения сопротивления бетона

для предельных состояний второй группы  $R_{b,ser}$  и  $R_{bt,ser}$ , МПа

Вид сопротивления	Класс бетона по прочности на сжатие										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое (призменная прочность) $R_{b,n}$ , $R_{b,ser}$	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
Растяжение осевое $R_{bt,n}$ , $R_{bt,ser}$	0,85	1,10	1,35	1,55	1,75	1,95	2,10	2,25	2,45	2,60	2,75

Таблица I.2

Расчетные сопротивления бетона для предельных  
состояний первой группы  $R_b$  и  $R_{bt}$ , МПа

Вид сопротивления	Класс бетона по прочности на сжатие										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое, $R_b$	6,0	8,5	11,5	14,5	17,0	19,5	22,0	25,0	27,5	30,0	33,0
Растяжение осевое, $R_{bt}$	0,56	0,75	0,90	1,05	1,15	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80

Таблица I.3

**Начальные модули упругости бетона  
при сжатии и растяжении  $E_b \cdot 10^{-3}$ , МПа**

Класс бетона по прочности на сжатие										
B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
19,0	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5

Таблица I.4

**Значения коэффициентов ползучести бетона  $\varphi_{b,cr}$  и  $\varepsilon_{b1,red}$**

Относи- тельная влажность воздуха окру- жающей среды, %	Коэффициенты ползучести бетона $\varphi_{b,cr}$ для классов бетона на сжатие											$\varepsilon_{b1,red}$ $\times 10^{-4}$
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	
выше 75 (повы- шенная)	2,8	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	24
40-75 (нор- мальная)	3,9	3,4	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,4	28
ниже 40 (понижен- ная)	5,6	4,8	4,0	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	34

## Основные сведения об арматурных сталях

Таблица II.1

## Нормативные сопротивления и модули упругости

## основных видов стержневой и проволочной арматуры, МПа

Арматура классов	Номинальный диаметр арматуры, мм	Нормативные значения сопротивления растяжению $R_{s,n}$ и расчетные значения сопротивления растяжению для предельных состояний второй группы $R_{s,ser}$ , МПа
A240	6-40	240
A400	6-40	400
A500	6-40	500
A600	10-40	600
A800	10-32	800
A1000	10-32	1000
B500	3-16	500
Bp500	3-5	500
Bp1200	8	1200
Bp1300	7	1300
Bp1400	4; 5; 6	1400
Bp1500	3	1500
K1400(K-7)	15	1400
K1500(K-7)	6; 9; 12	1500
K1500(K-19)	14	1500

Значения модуля упругости арматуры  $E_s$  принимают одинаковыми при растяжении и сжатии и равными:

$E_s = 1,95 \cdot 10^5$  МПа – для арматурных канатов (К);

$E_s = 2,0 \cdot 10^5$  МПа – для остальной арматуры (А и В).

Таблица II.2

**Расчетные сопротивления основных видов  
стержневой и проволочной арматуры, МПа**

Арматура классов	Расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа		
	растяжению		сжатию, $R_{sc}$
	продольной, $R_s$	поперечной (хомутов и отогнутых стержней), $R_{sw}$	
<b>A240</b>	210	170	210
<b>A400</b>	350	280	350
<b>A500</b>	435	300	435(400)
<b>A600</b>	520	—	470(400 )
<b>A800</b>	695	—	500(400)
<b>A1000</b>	870	—	500(400)
<b>B500</b>	435	300	415(380)
<b>Bp500</b>	415	300	390(360)
<b>Bp1200</b>	1050	—	500(400)
<b>Bp1300</b>	1130	—	500(400)
<b>Bp1400</b>	1215	—	500(400)
<b>Bp1500</b>	1300	—	500(400)
<b>K1400</b>	1225	—	500(400)
<b>K1500</b>	1300	—	500(400)
<b>П р и м е ч а н и е</b> – Значения $R_{sc}$ в скобках используют только при расчете на кратковременное действие нагрузки			

## Расчетные площади поперечных сечений и масса арматуры.

## Сортамент стержневой арматуры и арматурной проволоки (по ГОСТ 5781–82, ГОСТ 6727–80, ГОСТ 7348–81)

Номиналь- ный диа- метр, мм	Расчетная площадь поперечного сечения стержневой арматуры и арматурной проволоки, мм <sup>2</sup> , при числе стержней									Теоре- тичес- кая масса 1м, кг	Сортамент арматуры классов						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A240	A400	A500 A600	A800 A1000	B500	Bp500	Bp
3	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	0,052	-	-	-	-	+	+	+
4	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113	0,092	-	-	-	-	+	+	+
5	19,6	39,3	58,9	78,5	98,2	117,8	137,5	157,1	176,7	0,144	-	-	-	-	+	+	+
6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254	0,222	+	+	-	-	+	-	+
7	38,5	77	115	154	192	231	269	308	346	0,302	-	-	-	-	-	-	+
8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	453	0,395	+	+	-	-	+	-	+
10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707	0,617	+	+	+	+	+	-	-
12	113,1	226	339	452	565	679	792	905	1018	0,888	+	+	+	+	+	-	-
14	153,9	308	462	616	769	923	1077	1231	1385	1,208	+	+	+	+	-	-	-
16	201,1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	1,578	+	+	+	+	-	-	-
18	254,5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	1,998	+	+	+	+	-	-	-
20	314,2	628	942	1256	1571	1885	2199	2513	2827	2,466	+	+	+	+	-	-	-
22	380,1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2,984	+	+	+	+	-	-	-
25	490,9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3,84	+	+	+	+	-	-	-
28	615,8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4,83	+	+	+	+	-	-	-
32	804,3	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6,31	+	+	+	+	-	-	-
36	1017,9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7,99	+	+	+	-	-	-	-
40	1256,6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9,865	+	+	+	-	-	-	-



Таблица II. 4

**Сортамент арматурных канатов классов К-7 и К-19 (по ГОСТ 13840 – 68)**

Класс каната	Номинальный диаметр, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Расчетная площадь поперечного сечения арматурных канатов, мм <sup>2</sup> , при их числе								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>К-7</b>	6	0,173	22,7	45,4	68,1	90,8	113,5	136,2	158,9	181,6	204,3
	9	0,402	51	102	153	204	255	306	357	408	459
	12	0,714	90,6	181,2	271,8	362,4	453	543,6	634,2	724,8	815,4
	15	1,116	141,6	283,2	424,8	566,4	708	849,6	991,2	1132,8	1274,4
<b>К-19</b>	14	1,014	128,7	257,4	386,1	514,8	643,5	772,2	900,9	1029,6	1158,3

**Примечание.** Номинальный диаметр арматурного каната соответствует диаметру окружности, описанной вокруг его сечения.

Таблица II. 5

**Соотношение между диаметрами свариваемых стержней и минимальные расстояния между стержнями в сварных сетках и каркасах, изготавливаемых с помощью контактной точечной сварки**

Диаметр стержня одного направления, мм	3	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Наименьший допускаемый диаметр стержня другого направления, мм	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	8	8	8	10	10
Наименьшее допустимое расстояние между осями стержней одного направления, мм	50	50	75	75	75	75	75	100	100	100	150	150	150	200	200
То же, продольных стержней при двухрядном их расположении в каркасе, мм	—	40	40	40	50	50	50	50	60	60	60	70	70	80	80

Таблицы для расчета изгибаемых и сжатых элементов

Таблица III.1

Значения коэффициентов  $\xi_R$  и  $\alpha_R$  для элементов  
без предварительного напряжения

Класс арматуры	A240	A400	A500	B500	Bp500
Значение $\xi_R$	0,612	0,533	0,493	0,493	0,502
Значение $\alpha_R$	0,425	0,391	0,372	0,372	0,376

Таблица III.2

Значения коэффициентов  $\xi_R$   
для предварительно напряженных элементов

$\sigma_{sp}$	Значения $\xi_R$ при растянутой арматуре классов								
$R_s$	A600	A800	A1000	Bp1200	Bp1300	Bp1400	Bp1500	K1400	K1500
1,2	0,56	0,58	0,60	0,63	0,64	0,65	0,67	0,65	0,66
1,1	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,57	0,58	0,57	0,57
1,0	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50
0,9	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45
0,8	0,47	0,45	0,44	0,43	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41
0,7	0,45	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,38	0,37
0,6	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34
0,5	0,41	0,39	0,36	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32

Примечания:

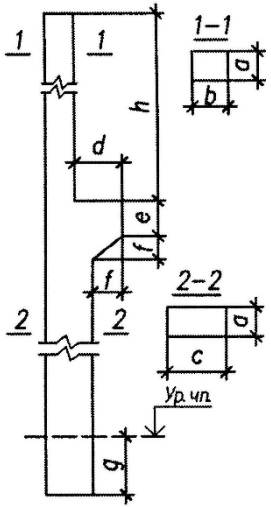
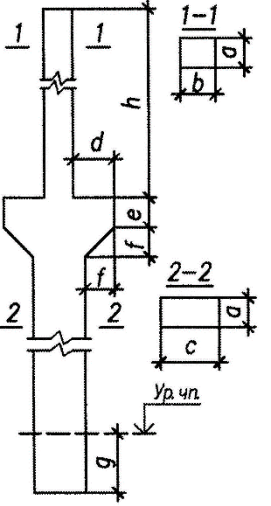
- Предварительное напряжение  $\sigma_{sp}$  принимается с учетом всех потерь и коэффициенте  $\gamma_{sp}=0,9$ .
- При подборе напрягаемой арматуры, когда неизвестно значение  $\sigma_{sp}$ , рекомендуется принимать  $\sigma_{sp}/R_s = 0,6$ .

Таблица III.3

**Расчетные длины колонн одноэтажных зданий  
с мостовыми кранами и разрезными подкрановыми  
балками (по СНиП 2.03.01–84\*)**

Одноэтажные многопролетные здания с мостовыми кранами и разрезными подкрановыми балками		Расчетная длина $l_0$ колонн одноэтажных зданий при расчете их в плоскости	
		поперечной рамы	перпендикулярной поперечной раме при наличии связей
При учете нагрузки от кранов	Подкрановая (нижняя) часть колонн	$1,5 H_1$	$0,8 H_1$
	Надкрановая (верхняя) часть колонн	$2,0 H_2$	$1,5 H_2$
Без учета нагрузки от кранов	Подкрановая (нижняя) часть колонн	$1,2 H$	$0,8 H_1$
	Надкрановая (верхняя) часть колонн	$2,5 H_2$	$1,5 H_2$
<p><b>Обозначения:</b></p> <p><math>H</math> – полная высота колонны от верха фундамента до стропильной конструкции в соответствующей плоскости;</p> <p><math>H_1</math> – высота подкрановой части колонны от верха фундамента до низа подкрановой балки;</p> <p><math>H_2</math> – высота надкрановой части колонны от ступени колонны до стропильной конструкции в соответствующей плоскости.</p> <p><b>Примечание.</b> При наличии связей до верха колони в зданиях с мостовыми кранами расчетная длина надкрановой части колонн в плоскости оси продольного ряда колонн принимается равной <math>H_2</math>.</p>			

### Габариты колонн одноэтажных промышленных зданий

Эскиз колонны	Номер типа опалубочной формы	Размеры сечений, мм						
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
	1	400	380	600	670	450	450	900
	2	400	380	700	670	450	350	1050
	3	400	380	800	670	450	250	1050
	4	400	600	700	700	600	600	1050
	5	400	600	800	700	600	500	1050
	6	400	600	900	700	600	400	1200
	7	400	600	600	750	600	750	900
	8	400	600	700	750	600	700	1050
	9	400	600	800	750	600	650	1050
	10	400	600	900	750	600	600	1200

#### Примечания:

1. Высота надкрановой части колонны  $h$  может быть равной 2900, 3300, 3500, 3900, 4100 и 4500 мм.
2. Габариты сечений колонн соответствуют требованиям типовых конструкций серии 1.424.1-5.

# Типоразмеры и расчетные параметры двухскатных решетчатых балок пролетом 18 м

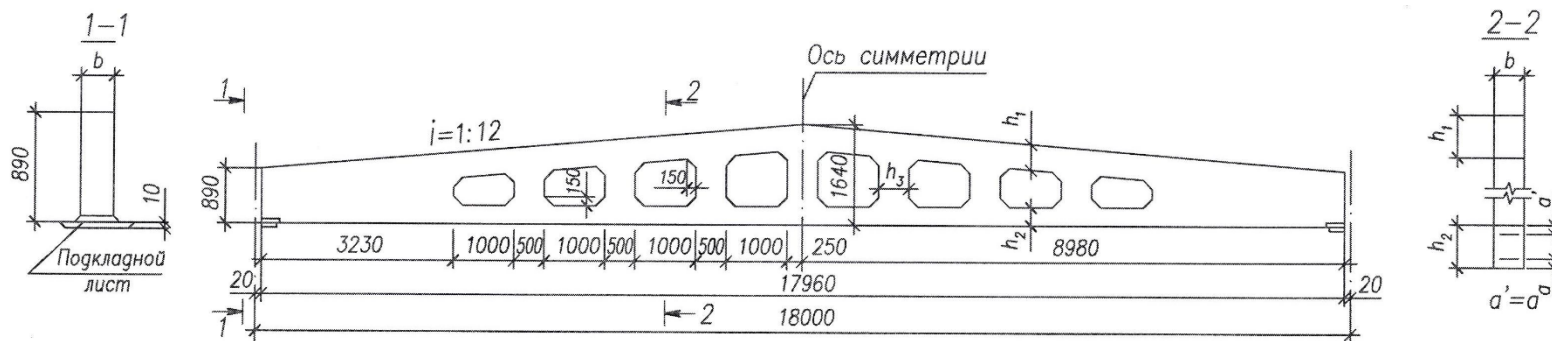
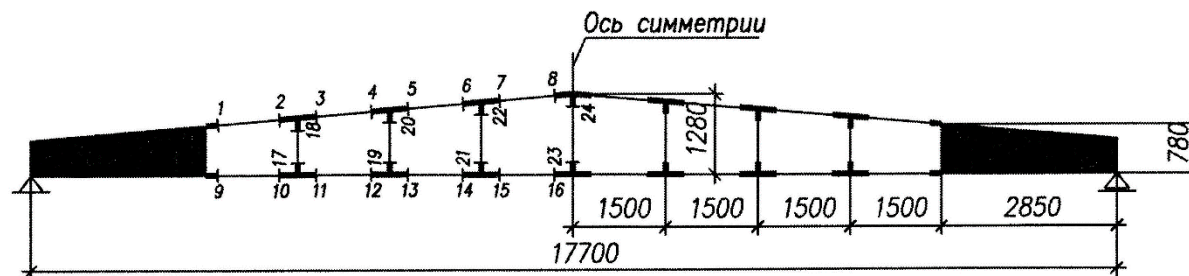


Таблица V.1

## Основные характеристики балок

Марка балки по серии 1.462-3	Номер типа опалубочной формы	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Размеры сечений, мм								
			Верхний пояс			Нижний пояс			Стойки		
			$b$	$h_1$	$a$	$b$	$h_2$	$a$	$b$	$h_2$	$a$
1БДР18	1	3,46	200	420	40	200	300	60	200	500	40
2БДР18	2	4,15	240	420	40	240	300	60	240	500	40
3БДР18	3	4,84	280	420	40	280	300	60	280	500	40

## Геометрическая схема и расчетные сечения



# Основные характеристики ребристых плит покрытий одноэтажных промышленных зданий

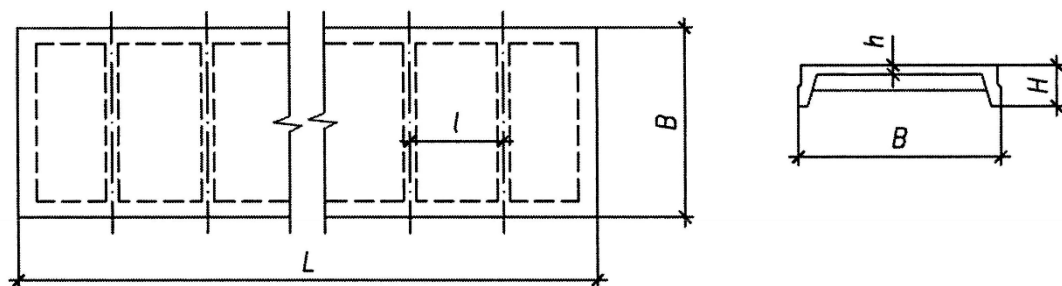


Таблица VI.1

Номер типа опалубочной формы	Геометрические размеры, мм					Объем бетона, м <sup>3</sup>	Приведенная толщина, мм
	<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>l</i>		
1	5970	2980	300	30	1000	1,18	65,5
2	5970	2980	300	35	1000	1,26	70,0
3	11960	2980	455	30	1500	2,77	77,0
4	11960	2980	455	30	1000	3,23	89,7
5	11960	2980	460	35	1000	3,43	95,3

**Примечание.** Объем бетона и приведенная толщина плит даны с учетом заливки швов раствором.

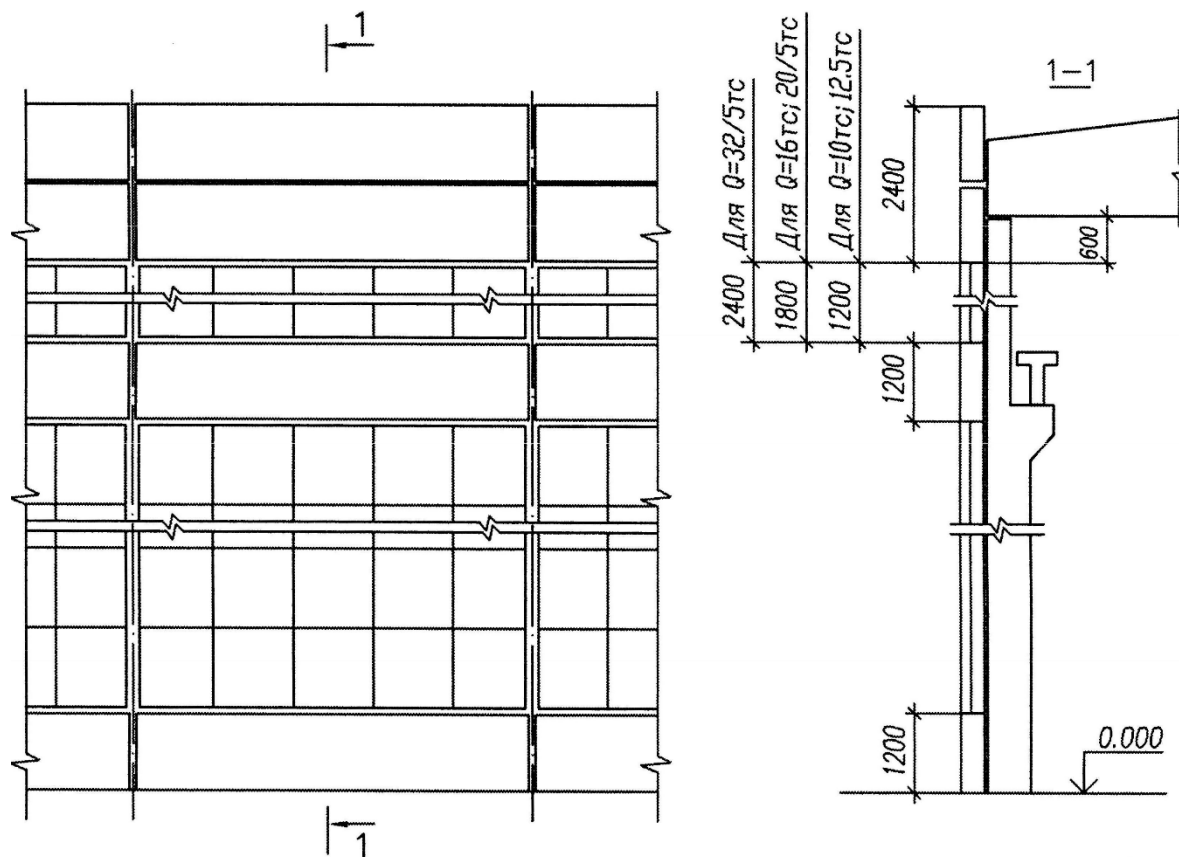
## Основные характеристики железобетонных подкрановых балок (серия 1. 426.1- 4)

Таблица VI.2

Пролет 6 м			Пролет 12 м		
Сечение	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса, т	Сечение	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса, т
	1,4	3,5		4,1	10,3

## Схемы расположения стеновых панелей

в зависимости от грузоподъемности мостовых кранов



### Примечания:

1. Расшифровка типа и толщины стеновых панелей в индивидуальных заданиях:

- ПСП – 240 – панели стеновые из бетона на пористом заполнителе марки по плотности D900 толщиной 240 мм;
- ПСЯ – 200 – панели стеновые из ячеистого бетона марки по плотности D800 толщиной 200 мм.

2. Нормативную нагрузку от остекления в металлических переплетах принимать равной  $0,5 \text{ кН/м}^2$ .

**Основные параметры мостовых электрических  
кранов грузоподъемностью от 10 до 32 т  
нормального типа, режимная группа 5К, для  
зданий пролетами 18 и 24 м. (Выписка из ГОСТ  
25711 – 83)**

Грузо- подъем- ность,т	Пролет Lк, м	Основные габаритные размеры, мм				Нагруз- ка на колесо крана, кН	Масса, т	
		база крана Ак	ширина крана Вк	Нк	b1		тележки Qт	крана Qк
		н е м е н е е					н е б о л е е	
10	16,5	4400	5400	1900	230	85	2,4	13,0
	22,5					95		15,8
12,5	16,5	4400	5500	1900	230	120	3,0	16,0
	22,5					135		20,5
16	16,5	4400	5600	2200	230	140	3,7	18,7
	22,5					150		21,7
20/5	16,5	4400	5600	2400	260	170	6,3	22,0
	22,5					180		25,5
32/5	16,5	5100	6300	2750	300	235	8,7	28,0
	22,5					260		35,0

