

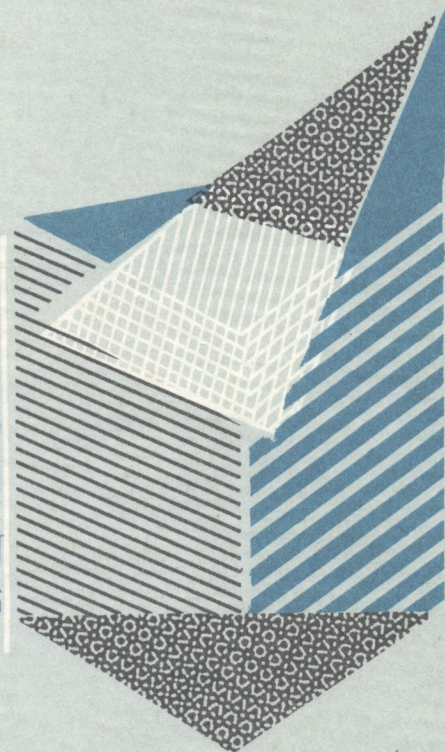
69/075/  
С54

А. П. СНЕЖКО, Г. М. БАТУРА

# ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

КУРСОВОЕ  
и ДИПЛОМНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ВИЩА ШКОЛА

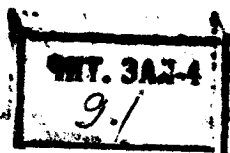


А. П. СМЕЖКО, Г. М. БАТУРА

# ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

КУРСОВОЕ  
и ДИПЛОМНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Допущено Министерством высшего  
и среднего специального образования УССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов вузов, обучающихся  
по специальности «Промышленное  
и гражданское  
строительство»



Киев  
«Выща школа»  
1991

ББК 38.6я73

С53

УДК 69+624.05(07)

*Рецензенты:* д-р техн. наук проф. В. И. Торкатюк (Харьковский художественно-промышленный институт), канд. техн. наук проф. Ю. П. Кузнецов (Днепропетровский инженерно-строительный институт)

Редакционная группа литературы по строительству и архитектуре  
Редактор Г. И. Якименко

365750

Снежко А. П., Батура Г. М.

С53 Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие.— К.: Выща шк., 1991.— 200 с.: ил.

ISBN 5-11-002414-6

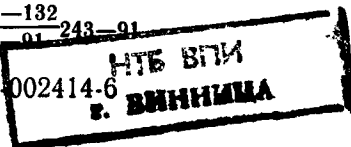
Изложены требования и методика разработки курсовых и дипломных проектов по технологии производства основных строительного-монтажных работ с элементами научных исследований студентов. Приведены примеры графических материалов и расчетов, выполняемых в процессе курсового и дипломного проектирования.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

С 3307000000—132  
М211(04) 01 243—91

ББК 38.6я73

ISBN 5-11-002414-6



© А. П. Снежко, Г. М. Батура, 1991

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время насущной задачей является коренная реорганизация капитального строительства и повышение его эффективности. Реализация этой задачи должна осуществляться путем последовательного превращения строительства в единый промышленно-строительный процесс возведения объектов, улучшения и расширения номенклатуры применяемых материалов и конструкций, обеспечения строительства высокопроизводительной техникой, широкого внедрения прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий, экономичных объемно-планировочных и организационно-технологических решений, повышения качества разработки документации и совершенствования проектно-сметного дела.

Важная роль при этом принадлежит инженерно-техническим кадрам, уровень подготовки которых оказывает существенное влияние на развитие научно-технического прогресса в строительстве.

Осуществлению курса на подготовку в высшей школе высококвалифицированных специалистов широкого профиля способствует применение в учебном процессе методов активного обучения. Важное место среди них занимает курсовое и дипломное проектирование. В процессе выполнения курсовых и дипломных проектов студенты закрепляют теоретические знания, приобретают практические навыки самостоятельной выработки решений, использования прогрессивных научно-технических достижений, ресурсосберегающих технологий, передовых методов производства и труда, проявляют свои способности к проведению научно-исследовательской работы.

В курсовом проектировании по технологии строительно-монтажных работ студенты решают задачи по проектированию отдельных видов работ с учетом заданных условий их производства, выполняют расчеты по определению объемов и трудоемкости работ, выбирают основные средства механизации, сравнивают технико-экономические показатели рассматриваемых вариантов и на их основе принимают рациональные решения.

В дипломном проектировании решается комплекс взаимосвязанных задач по проектированию технологии возведения отдельного объекта или комплекса с увязкой технологических процессов подготовительного, основного и заключительного периодов строительства.

На всех этапах проектирования следует предусматривать применение поточных методов производства строительно-монтажных работ,

обеспечивающих создание четкого ритма производства, повышение качества работ и сокращение сроков строительства.

Существенным недостатком действующей системы организации курсового и дипломного проектирования в вузах строительного профиля является, по нашему мнению, его обособленность и отсутствие достаточной связи с заданиями, выполняемыми студентами по другим ведущим дисциплинам строительного цикла (строительной механике, архитектуре, железобетонным и металлическим конструкциям, организации и экономике строительства и др.). Организация сквозного проектирования обеспечила бы постепенное усложнение решаемых студентом задач и подготовку его к заключительному этапу обучения — выполнению дипломного проекта с использованием инженерных решений, принятых в процессе выполнения расчетно-графических и организационно-технических разработок курсовых заданий.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для студентов строительных вузов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство», а также может быть использовано студентами других строительных специальностей при выполнении курсовых и дипломных проектов по дисциплине «Технология строительного производства».

В пособии изложены основные требования, состав и содержание курсового и дипломного проектирования, приведена методика выполнения расчетных и графических материалов, даны примеры проектирования поточной технологии производства работ по трудоемким комплексным строительно-монтажным процессам.

Предисловие, главы 1, 2, 5, § 3.7 гл. 3, § 4.5 — 4.7 гл. 4, § 6.2 гл. 6 написаны канд. техн. наук доц. А. П. Снежко, § 3.1 — 3.6 гл. 3, § 4.1 — 4.4 гл. 4, § 6.1 гл. 6 — канд. техн. наук доц. Г. М. Батурой, приложения — совместно. В подборе материалов для § 2.3 и 6.2 принимал участие канд. техн. наук И. Л. Опанасюк.

## ГЛАВА 1

# СОСТАВ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### 1.1. Цель и задачи курсового проектирования

Курсовое проектирование ставит своей целью углубить и закрепить теоретические знания, полученные студентами при изучении курсов «Технология строительных процессов» и «Технология возведения зданий и сооружений».

Основными задачами такого проектирования являются:

развитие у студентов умения использовать организационно-технологические знания на практике;

освоение методики и приобретение навыков проектирования технологии и организации комплексных строительных процессов для конкретных условий строительной площадки; правильный выбор наиболее эффективных методов и средств выполнения строительных процессов, обеспечивающих высокую производительность труда, сокращение сроков строительства и экономию материально-технических, энергетических и финансовых ресурсов;

овладение основами и методикой теоретико-экспериментальных исследований процессов строительного производства.

Курсовое проектирование способствует развитию у студентов творческого инженерного мышления, способности анализировать и оценивать возможные производственные ситуации, принимать решения с учетом перспектив развития технологии строительного производства, применения экономико-математических методов и средств вычислительной техники для решения организационно-технологических задач.

Объектами курсового проектирования являются сложные строительные процессы (комплекс процессов) по возведению или реконструкции одно- и многоэтажных промышленных зданий, жилых домов, объектов соцкультбыта, административных и общественных зданий, специальных сооружений и объектов линейного характера. При разработке курсовых проектов студенты должны использовать индустриальные методы производства работ, предусматривать комплексную механизацию и, по возможности, автоматизацию строительных процессов, поточность выполнения работ.

При составлении курсового проекта наряду с широким применением типовых технологических решений (технологических карт, карт трудовых процессов) могут быть предложены новые технологии и оригинальные способы производства работ, а также средства их механизации и автоматизации, повышающие эффективность строительного производства.

Исходные данные для проектирования даются студентам руководителем курсового проекта. Следует широко практиковать выдачу заданий для курсового проектирования по заказу проектных и строительных организаций, что позволит студенту овладеть основами реального проектирования и убедиться в полезности своего труда.

## **1.2. Состав и содержание курсового проекта**

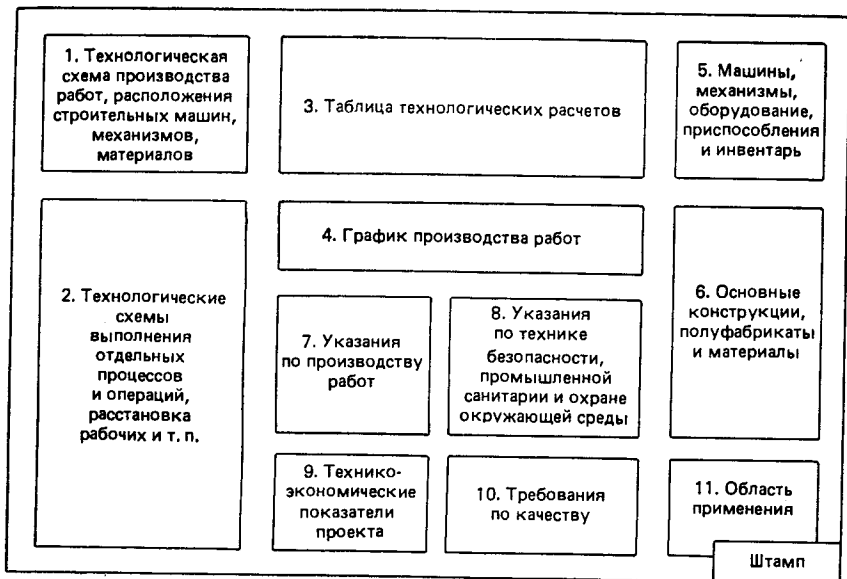
Курсовой проект предусматривает проектирование технологии и организации производства работ комплексного строительного процесса на основе требований нормативных документов. Результатом проектирования является технологическая карта для выполнения данного строительного процесса, самостоятельно разработанная студентом. Содержание курсового проекта определяется типом и спецификой задания, сложностью работ и условиями их осуществления. Тематика заданий устанавливается кафедрой в соответствии с рабочей программой теоретического курса.

Для обеспечения единства требований к курсовым проектам вне зависимости от вида и сложности работ они должны соответствовать выданным заданиям и состоять из таких основных разделов: пояснительной записки и графической части. В пояснительной записке последовательно излагаются все необходимые расчеты, пояснения и обоснования принимаемых решений, а также условия производства работ и исходные данные, определение объемов работ, выбор грузозахватных и такелажных приспособлений (при необходимости), выбор методов производства работ и комплектов машин, калькуляция трудовых затрат и заработной платы, таблица технологических расчетов, определение технико-экономических показателей сравниваемых вариантов механизации производства работ, методы операционного контроля качества работ, указания по технике безопасности, промышленной санитарии и охране окружающей среды, пожарной безопасности. В конце пояснительной записки приводят ее содержание с указанием страниц и список использованной литературы. В необходимых случаях даются рисунки и схемы, поясняющие отдельные положения и расчеты. Результаты однотипных расчетов целесообразно представлять в табличной форме.

Графическая часть проекта выполняется на одном листе чертежной бумаги формата А1 или по согласованию с руководителем проекта может быть выполнена на отдельных листах формата А4. Чертежи выполняются, как правило, в карандаше или в исключительных случаях тушью.

На листе технологической карты показывают:

схемы планов и разрезов здания (сооружения) или его конструктивных частей, на которых будут выполняться работы, предусмотренные технологической картой, а также схемы организации строительной площадки (рабочей зоны) в период производства данного вида работ. На схеме должны быть указаны все основные размеры плана здания (сооружения), размещение машин, механизмов, погрузочно-



### 1.1. Компоновка листа технологической карты

разгрузочных устройств, складов основных конструкций и материалов, необходимых для производства работ;

технологические схемы последовательности производства работ, разбивки здания (сооружения) на захватки и ярусы, методы транспортирования материалов и конструкций к рабочим местам;

график выполнения строительного процесса;

таблицу технологических расчетов;

указания по привязке карт трудовых процессов строительного производства, предусматривающих рациональную организацию, методы и приемы труда рабочих по выполнению отдельных процессов и операций, входящих в строительный процесс и предусмотренных технологической картой;

схемы операционного контроля качества работ с перечнем контролируемых операций, составом, способами и сроками контроля, перечень требуемых актов освидетельствования скрытых работ;

основные указания по производству работ;

указания по технике безопасности (инженерные решения, предложенные и разработанные в проекте), промышленной санитарии и охране окружающей среды, а также противопожарной технике;

техничко-экономические показатели (затраты труда на принятую единицу измерения и на весь объем работ, затраты машино-смен на весь объем работ, выработка на одного рабочего в смену в физическом выражении, заработная плата за выполненный объем строительно-монтажных работ, приведенные затраты на единицу объема работ, продолжительность выполнения работ);



ведомости потребностей в материально-технических ресурсах (машинах, механизмах, приспособлениях, инструменте, строительных конструкциях, изделиях, полуфабрикатах и т. п.);

почасовой график доставки и монтажа конструкций (при необходимости);

область применения технологической карты.

Примерная схема расположения графического материала приведена на рис. 1.1, а содержание отдельных блоков — в примерах проектирования технологии строительно-монтажных работ (см. гл. 6).

### **1.3. Основные требования к дипломному проектированию**

Дипломное проектирование — это завершающий этап технического образования студента, являющийся проверкой его инженерной зрелости и готовности к самостоятельной работе на производстве. Дипломный проект представляет собой индивидуальную комплексную работу студента, характеризующую уровень его знаний по всем предметам строительного цикла, а также умение их использовать при решении технических, организационно-технологических и социально-экономических задач современного строительства. Поэтому в процессе дипломного проектирования должно быть достигнуто следующее:

закрепление теоретических и практических знаний студентов и умение применять их при решении различных инженерных и производственных задач;

развитие творческого мышления и практических навыков самостоятельного принятия эффективных конструкторских, организационно-технологических и других решений;

овладение методикой проведения научных исследований и экспериментов при решении задач дипломного проектирования;

приобретение практических навыков использования современных вычислительных машин и компьютерной техники для решения инженерных задач;

оценка подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях высокомеханизированного строительного производства.

В дипломном проекте должно быть отражено умение студента творчески подходить и инженерно обосновывать принимаемые решения с учетом передового опыта и перспектив развития строительной науки и техники в СССР и за рубежом. При этом тематика проекта должна быть актуальной и направлена на решение народнохозяйственных задач по ускоренному развитию капитального строительства нашей страны.

Темой дипломного проекта может быть возведение здания или сооружения промышленного, сельскохозяйственного или жилищно-гражданского характера, а также его расширение, реконструкция, восстановление или передвижка. Строительные работы предусматривается выполнять в сложных условиях (высокий уровень грунтовых вод,

просадочные грунты, выполнение работ в зимних условиях, стесненность строительной площадки и т. п.).

Дипломный проект необходимо разрабатывать с учетом применения прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий, экономичных объемно-планировочных и конструктивных решений, передовых методов производства и труда, экономного расходования материально-технических и трудовых ресурсов. Значительное внимание должно быть уделено вопросам комплексной механизации и автоматизации трудоемких технологических процессов, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, охране труда, разработке природоохранных мероприятий по защите окружающей среды и атмосферного воздуха от загрязнения отходами и вредными выбросами проектируемого объекта.

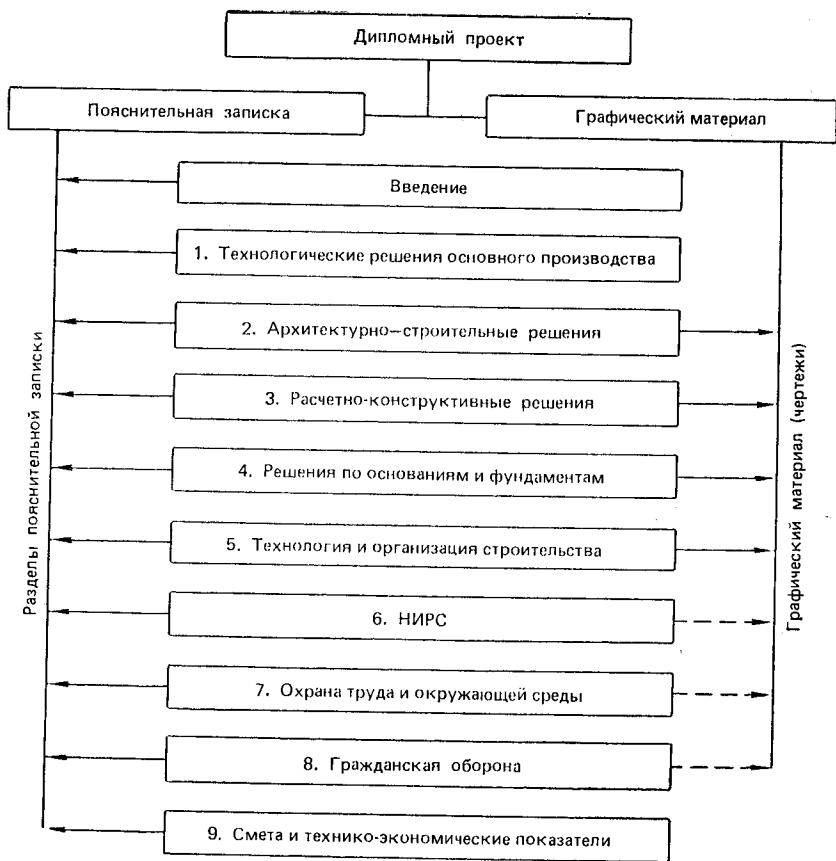
В условиях широкой интеграции науки с производством важным требованием к дипломному проекту является его реальность. Реальный проект выполняется, как правило, по заказу проектной или строительной организации. Такие проекты или их части внедряются непосредственно в производство. К реальным относятся также дипломные проекты, выполненные с учетом конкретных производственных, горно-геологических и климатических условий заданного пункта строительства.

Наиболее перспективно повышение реальности проектов путем комплексного проектирования и выполнения проектов непосредственно организации-заказчика.

Руководитель дипломного проекта назначается кафедрой, а по каждому разделу смежные кафедры выделяют консультантов. Руководитель и консультанты контролируют работу студента и оказывают ему консультативную помощь в процессе проектирования. Окончательные решения дипломник принимает самостоятельно. Порядок выполнения проекта устанавливается руководителем совместно с дипломником.

Дипломный проект, выполняемый студентами специальности «Промышленное и гражданское строительство» на кафедре технологии строительного производства, состоит из введения и девяти следующих разделов: технологические решения основного производства проектируемого объекта, архитектурно-строительные и расчетно-конструктивные решения, решения по основаниям и фундаментам, технология и организация строительства, НИРС, охрана труда и окружающей среды, гражданская оборона, научно-исследовательская работа, сметы и технико-экономические показатели.

Каждый раздел дипломного проекта состоит из пояснительной записки и графического материала (чертежей). По решению руководителя, отдельные разделы проекта могут быть представлены только в пояснительной записке. Общий объем пояснительной записки проекта, как правило, не должен превышать 120-ти страниц рукописного текста, а графическая часть — не менее 12-ти листов чертежей форматом А1. Примерный состав дипломного проекта показан на рис. 1.2 (штриховой линией показаны разделы, по которым может не быть



## 1.2. Состав дипломного проекта

графического материала). Распределение объемов отдельных разделов приведено в табл. 1.1.

По согласованию с руководителем проекта и консультантами количество страниц пояснительной записки и листов графического материала каждого раздела могут быть изменены с учетом сохранения их общего количества.

Если студент дипломируется по другой выпускающей кафедре, то объем отдельных разделов проекта соответственно изменяется. Так, раздел «Технология и организация строительства» сокращается до трех листов чертежей, а пояснительной записки — до 10—15-ти страниц.

Пояснительная записка дипломного проекта пишется чернилами на одной стороне стандартных листов писчей бумаги. Страницы должны иметь сквозную нумерацию. Рисунки, графики, схемы, диаграммы помещаются в записку по тексту или в приложении с соответствующей их привязкой.

## 1.1. Примерное распределение объемов отдельных разделов дипломного проекта

Состав и содержание проекта	Общий объем, %	Распределение по разделам:			
		пояснительная записка		графический материал (чертежи)	
		Количество страниц	%	Количество листов	%
Введение	1	2—3	1	—	—
Технологические решения основного производства проектируемого объекта	2	4—5	2	—	—
Архитектурно-строительные решения	19	10—12	4	3	15
Расчетно-конструктивные решения	24	25—30	12	2,5	12
Решения по основаниям и фундаментам	4	4—5	2	0,5	2
Технология и организация строительства	35	20—25	11	5	24
НИРС	5	8—10	2,5	0,5	2,5
Охрана труда и окружающей среды	5	10—13	2,5	0,5	2,5
Гражданская оборона	1	3—5	1	—	—
Сметы и технико-экономические показатели	4	10—12	4	—	—
Всего	100	120	42	12	58

Записка должна иметь титульный лист, оглавление, перечень всех чертежей, задание на дипломное проектирование и текст, разделенный вкладышами с наименованием разделов проекта. На титульном листе указывается: институт, факультет, специальность и кафедра, по которой выполняется дипломный проект; тема проекта; фамилия и подписи студента, заведующего кафедрой, руководителя и консультантов (по разделам), а также дата окончания работы. В конце пояснительной записки приводится список использованной литературы, ставится дата окончания проекта и подпись дипломника.

Графический материал проекта выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 (594 × 841 мм) в карандаше. В отдельных случаях допустимо применение листов нестандартного размера. Масштаб выбирается в соответствии с рекомендациями, приведенными в указаниях по выполнению отдельных разделов проекта. Все надписи на чертежах следует выполнять шрифтами, установленными ГОСТ 2.304—81 «ЕСКД. Шрифты чертежные».

При выполнении чертежей в проектных организациях участие дипломника фиксируется в штампах этих организаций и дополнительно — на листах, представляемых на защиту. Если проект выполняется по заданию организации в стенах института, то чертежи согласовываются с заказчиком с соответствующим оформлением, а их применение в реальных условиях подтверждается письмом в адрес института.

### 1.4. Содержание разделов дипломного проекта

В процессе дипломного проектирования решается комплекс архитектурно-строительных, конструктивных, организационно-технологических и экономических задач в соответствии с заданием на проектирование. По каждому из разделов проекта составляется пояснительная записка, в которой приводят обоснование принятых реше-

ний, необходимые инженерные и технологические расчеты, иллюстрированные рисунками, схемами, графиками. Рекомендуется следующее содержание отдельных разделов пояснительной записки и графического материала дипломного проекта.

**Введение.** Кратко излагаются обоснование и содержание дипломного проекта, описывается объект проектирования; обосновывается народнохозяйственное значение объекта для развития отрасли, в которую он входит; характеризуются особенности и условия строительства; отмечаются оригинальные решения, реальность отдельных частей проекта, применение современной вычислительной техники, использование материалов производственных практик и научно-исследовательских разработок.

**Раздел 1. Технологические решения основного производства проектируемого объекта.** Описываются данные о проектной мощности и технология основного производства проектируемого объекта, сведения об организации, специализации и кооперировании основного и вспомогательного производств, на основе которых определяют габариты здания, требования к несущим и ограждающим конструкциям. Указываются также данные, характеризующие предусматриваемые природоохранные мероприятия, обеспечивающие предотвращение отрицательного воздействия проектируемого объекта на окружающую среду.

При разработке этого раздела необходимо установить объемно-планировочные решения из условий расположения технологического оборудования, номенклатуру и размеры площадей отдельных помещений, характеристику оборудования и продукции, выпускаемой данным производством, данные о количестве работающих в здании людей, требования к материалам несущих и ограждающих конструкций, предельные значения эксплуатационных нагрузок на строительные конструкции. Для объектов, не имеющих производственного оборудования, габаритные размеры площадки и требования к материалам несущих и ограждающих конструкций принимают в зависимости от их функциональных особенностей или условий эксплуатации.

Этот раздел проекта составляется на основе изучения проектных данных объектов-аналогов и литературных источников, а также по материалам ознакомления с действующими предприятиями в процессе производственной и преддипломной практик.

**Раздел 2. Архитектурно-строительные решения** разрабатываются на основе принятых объемно-планировочных схем, номенклатуры и площадей отдельных помещений, требований к материалам несущих конструкций (ГОСТ 21.501—80).

*Пояснительная записка* по принятым архитектурно-строительным решениям должна содержать:

данные о строительной площадке, геологических, гидрогеологических и климатических условиях, наличии местных строительных материалов;

описание схемы генерального плана объекта проектирования;

основные планировочные решения, расположение существующих, проектируемых и подлежащих сносу зданий, сооружений, инженерных сетей;

краткое описание и обоснование выбранных конструкций (фундаментов, стен, перекрытий, полов, крыш и других элементов); основные положения по выбору систем отопления, вентиляции, водо- и газоснабжения, канализации, средств пожаротушения; схемы и таблицы, поясняющие принятые в проекте решения; ведомость подсчета объемов работ и спецификацию сборных конструкций.

*Графическая часть* должна включать: схему генерального плана, фасады, планы основных этажей, поперечные и продольные разрезы здания, отдельные сложные узлы соединения конструкций.

*Схема генерального плана* отдельного предприятия, производственного комплекса или застройки жилого массива (квартала) выполняется в масштабах М 1 : 500 — М 1 : 1000, М 1 : 2000. На схему наносятся проектируемые, сохраняемые и реконструируемые здания и сооружения, дороги, пути механизированного транспорта, инженерные сети, объекты охраны окружающей среды и благоустройства. Здесь же приводится экспликация всех элементов генерального плана и указываются следующие технико-экономические показатели: общая площадь участка, площадь застройки, коэффициент застройки участка, площадь озеленения, протяженность различных коммуникаций.

Схема генерального плана промышленных предприятий вычерчивается в карандаше на листе бумаги размером 204 × 288 мм и прикладывается к пояснительной записке, а для жилых кварталов и массивов допустимо, по согласованию с руководителем, выполнять ее на листе формата А1 и включать в состав графической части проекта.

*Планы основных этажей* вычерчиваются в масштабе М 1 : 50 — М 1 : 100, М 1 : 200 в виде горизонтального разреза на уровне дверных и оконных проемов. При многоярусном расположении окон в пределах этажа наносят оконные проемы нижнего яруса. Для многоэтажных зданий вычерчивают два поэтажных плана. В симметричных зданиях рекомендуется совмещать на одном чертеже планы двух этажей, соединяя их по оси симметрии.

На план наносят разбивочные оси здания или сооружения; отметки уровней чистых полов; толщину стен и перегородок, их привязку к разбивочным осям или к поверхности ближайших конструкций; размеры и привязку проемов и отверстий в стенах и перегородках; оси рельсовых путей и монорельсов, их привязку к разбивочным осям, а также условные изображения подъемно-транспортного оборудования; уклоны полов; размеры и привязку каналов, лотков и трапов, устраиваемых в конструкции пола; типы проемов ворот и дверей, марки перемычек и фрамуг, номера схем перегородок и т. п.; наименование помещений для технологических участков с указанием категории производства по взрывной, взрывно-пожарной и пожарной опасности.

*Разрезы (продольные и поперечные)* разрабатываются в масштабах М 1 : 20 — М 1 : 50 так, чтобы в изображение попадали проемы окон, ворот и дверей. По участкам, особенности которых не показаны на основных разрезах, приводят дополнительные разрезы.

На разрезах должны быть нанесены разбивочные оси; расстояния между ними и привязка наружных стен к крайним разбивочным осям;

отметки уровня земли, чистого пола этажей и площадок; отметки низа несущих конструкций покрытия одноэтажных зданий (сооружений) и низа плиты покрытия верхних этажей многоэтажных зданий (сооружений); размеры проемов и отверстий в стенах и перегородках, отметки верха стен, карнизов, уступов, подошвы заделываемых в стены элементов конструкций, головки рельсов крановых путей и т. п. Проставляют также марки многоярусно расположенных перемычек, элементов лестниц, опирающихся непосредственно на кладку стен, и парапетных плит. В зданиях без подвалов показывают только отметки фундаментных блоков или верха ленточных фундаментов.

*Фасады зданий* (сооружений) выполняют в масштабах  $M1 : 100$  и  $M1 : 200$  (при большой протяженности допускается  $M1 : 400$ ). На чертеже фасада наносят разбивочные оси, проходящие в характерных местах фасадов (крайние, у деформационных швов, перепадов высот и т. п.); отметки уровня земли, верха стен, низа и верха проемов и расположенных на разных уровнях элементов фасада; размеры и привязку элементов, не указанных на чертежах планов и разрезов (например длину козырьков, размеры мелких проемов и отверстий).

При большой высоте проектируемого здания (сооружения) допускается размещать фасад на отдельном листе. Отмывка фасадов и построение теней не обязательны.

На листах архитектурно-строительного раздела проекта приводят основные технико-экономические показатели: строительный объем здания,  $m^3$ ; полезную и жилую площадь,  $m^2$ ; объем здания, отнесенный к  $1 m^2$  полезной (жилой) площади.

**Раздел 3. Расчетно-конструктивные решения** принимаются в соответствии с исходными данными. Кроме поперечника здания, расчету подлежат 3—4 конструктивных элемента здания. При проектировании застройки жилого массива или квартала целесообразно в задании включать расчет инженерных сооружений (например переходных мостов, подземных переходов, резервуаров для воды).

Для расчета могут быть предложены конструкции, непосредственно связанные с решениями по технологии выполнения строительных процессов: специальные леса и подмости, укрупненные монтажные конструктивные элементы или блоки, расчет конструкций на монтажные нагрузки при подъеме и установке. Расчет конструкций выполняется в соответствии с действующими нормами.

*Пояснительная записка* по расчетно-конструктивной части проекта должна содержать расчетные схемы и описание конструкций, данные о принятых нагрузках, статистический расчет конструктивных элементов, подбор их сечений, описание основных принципов проектирования и т. п.

*Графический материал* выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 с составлением спецификаций и разработкой маркировочных схем. Конструкции вычерчиваются в масштабах  $M1 : 20$ ,  $M1 : 50$  —  $M1 : 100$ . Главная проекция разрабатываемого элемента должна соответствовать его рабочему положению и сопровождаться необходимыми разрезами.

Узлы конструкций изображаются в масштабах  $M1:5$ ,  $M1:10$ ,  $M1:20$ . На схемах узлов показывают все примыкающие к нему элементы, способы их соединения и привязки к основным осям и отметкам.

**Раздел 4. Решения по основаниям и фундаментам** должны отражать необходимые расчеты и обоснования по их проектированию. Выбор типа фундамента для дальнейшей подробной разработки и конструирования производится консультантом соответствующей кафедры.

В пояснительной записке приводятся инженерно-геологические условия площадки строительства и необходимые расчеты фундаментов по несущей способности и деформациям.

Графическую часть размещают на  $1/3$  —  $1/2$  листа формата А1, где показывают разработанный фундамент в 2—3-х проекциях с элементами армирования, спецификацией и основными указаниями по его изготовлению и монтажу.

**Раздел 5. Технология и организация строительства.** При разработке этого раздела дипломного проекта следует руководствоваться основными положениями и требованиями СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства».

При разработке технологии возведения объекта значительное внимание следует уделять составлению технологических карт по основным комплексным процессам (разработке грунта, монтажу строительных конструкций, возведению бетонных и железобетонных конструкций, устройству кровель и т. п.). При этом в проектных решениях должны быть предусмотрены наиболее прогрессивные методы выполнения рассматриваемых строительных процессов с максимально возможной и экономически целесообразной для данных условий степенью комплексной механизации, а также использование систем высокопроизводительных строительных машин и другого оборудования. Принятые методы производства работ должны обеспечивать высокое качество строительства, учитывать основные требования по технике безопасности, промышленной санитарии и пожарной профилактике, охране окружающей среды.

Процессы, для которых не разрабатываются технологические карты, кратко описываются в пояснительной записке в их технологической последовательности, начиная с земляных работ, устройства фундаментов и т. д., с указанием объемов работ, описанием методов производства и условий их осуществления.

При разработке организации строительства должны быть охарактеризованы основные решения по организации строительства объекта или их комплексов, разработке календарного плана строительства в виде линейного, сетевого графиков или циклограммы, а также освещены вопросы материально-технического обеспечения строительства, организации складского хозяйства, производственной базы и вспомогательно-заготовительных служб. В соответствии с заданием разрабатывается стройгенплан объекта для наиболее характерного периода строительства. Особое внимание следует уделить вопросам научной организации труда, повышению эффективности и качества строительства.



Этот раздел включает пояснительную записку и графический материал (чертежи). Пояснительная записка содержит следующие составные части.

1. Условия осуществления строительства — климатические условия, топографическая, геологическая и гидрогеологическая характеристики строительной площадки; связь площадки с внешними путями сообщения; источники снабжения водой и энергетическими ресурсами; источники обеспечения строительства материалами и конструкциями и способы их доставки; обеспечение рабочих жильем.

2. Технология возведения основного проектируемого здания (сооружения) — описание исходных данных и основных положений, принятых при проектировании технологии поточного возведения здания (сооружения), последовательность, совмещение, сроки выполнения отдельных частных потоков по видам работ и комплектование рабочих бригад; расчет общей потребности в трудовых и материально-технических ресурсах; определение сменной выработки на одного рабочего в натуральных показателях.

3. Технология выполнения строительных процессов с подробным описанием двух-трех процессов (согласно заданию), их структуры, условий осуществления, определения объемов работ, выбора методов производства работ, машин и механизмов на основании технико-экономического сравнения вариантов, определения трудоемкости и темпов выполнения процессов. Необходимо привести также расчеты, связанные с определением количества захваток, требуемых машин и механизмов, состава рабочих бригад, организацией рабочих мест машин и рабочих звеньев, разработкой калькуляций трудовых затрат и заработной платы, определением технико-экономических показателей.

Процессы, не указанные в задании, описываются кратко на основании привязки типовых технологических карт с указанием объемов работ, делением здания на участки и захватки, назначением количества машин и состава бригад, разработкой мероприятий по охране труда и окружающей среды.

4. Планирование производства работ по возведению объекта включает необходимые данные и основные положения, принятые для составления календарного плана, сетевого графика или циклограммы; обосновывается принятая последовательность возведения здания (сооружения).

5. Строительный генеральный план: приводят краткую характеристику и расчет потребности в основных материально-технических ресурсах производства (средствах механизации, транспорте, сборных конструкциях, материалах, электроэнергии, сжатом воздухе, бытовом обслуживании), а также мероприятия по охране труда и окружающей среды.

Графический материал этого раздела включает следующие чертежи.

1. Технологические карты производства двух-трех сложных производственных процессов или процессов, выполняемых новыми методами. Объем чертежей составляет два-три листа формата А1.

2. Календарный план (или сетевой график, циклограмма) строительства объекта, размещаемый на чертеже формата А1.

3. Стройгенплан для определенного периода возведения здания (например монтажа конструкций подземной части здания или возведения поэтажных конструкций). Разрабатывают на листе формата А1.

Методика календарного планирования и разработки стройгенпланов приведена в гл. 5.

**Раздел 6. НИРС.** Дипломное проектирование, как правило, должно включать элементы научных исследований студента. Их характер и объем определяется руководителем проекта в зависимости от особенностей тематики проектирования, уровня теоретической подготовки выпускника и круга его научных интересов. Объем пояснительной записки обычно не превышает 8—10-ти страниц текста, при необходимости прилагается схема или выполняется 0,5—1 лист чертежей.

По своему характеру НИРС может выполняться в виде теоретического исследования, экспериментальной работы, анализа научно-технических и методических разработок, обобщения опыта работы строительных бригад и организаций, разработки новых технологий и методов выполнения строительных процессов и операций, конструкторских разработок новых приспособлений, установок, механизированного инструмента и т. п. При этом дипломник должен использовать знания по методике проведения исследовательских работ, полученные им при изучении курса «Основы научных исследований». Следует также широко использовать элементы научных исследований, проводимых в период производственной практики, на семинарах и в научных кружках СНО и кафедры, при участии в госбюджетной и хоздоговорной тематике.

Примерное содержание научно-исследовательской части дипломного проекта таково:

обоснование и формулировка основных целей и задач технологического исследования;

обзор современного состояния развития исследуемых технологических процессов на основе изучения отечественной и зарубежной литературы;

исследовательская часть, в которой описывается методика и процесс проведения работ по теме;

результаты полученных исследований, которые могут быть представлены в виде предложений по совершенствованию отдельных технологических процессов, выбору и обоснованию вариантов проектирования и производства наиболее сложных и трудоемких работ, рациональным технико-экономическим расчетам с привлечением экономико-математических методов и средств вычислительной техники;

анализ и критические замечания по сути полученных результатов и перспективы их совершенствования;

общие выводы и заключение.

Подробнее о методике проведения исследований и обработке их результатов см. в [7].

**Раздел 7. Охрана труда и окружающей среды.** Этот раздел, как часть дипломного проекта, состоит из текста (10—13-ти страниц), иллюстрированного необходимым количеством рисунков, схем, таблиц (до 0,5—1 чертежного листа), которые отражают безопасные и безвред-

ные условия труда при выполнении строительных работ. Текст, являясь частью пояснительной записки, оформляется с заглавным разделительным листом. При составлении пояснительной записки не следует переписывать общие положения инструкций, правил и норм по охране труда. Здесь должны быть приведены анализ опасностей и вредностей проектируемого объекта, обоснование выбора проектируемых мероприятий по охране труда (выбранной конструкции, схемы, устройства, метода), результаты расчетов и выводов со ссылками на действующие нормативные материалы, оценка эффективности принятых решений как с точки зрения охраны труда, так и производительности труда и экономических затрат.

Эта часть дипломного проекта включает: технику безопасности; промышленную санитария (анализ условий труда); пожарную профилактику; охрану окружающей среды.

*Техника безопасности.* В этом параграфе приводятся решения конкретной задачи по профилактике травматизма, обоснованные необходимыми расчетами со ссылкой на нормативные документы. При решении вопросов, связанных с обеспечением безопасности производства земляных, такелажных, монтажных и других работ, следует учитывать те конструкции, механизмы и условия, которые приняты проектом. При этом разрабатываемые мероприятия могут быть как технологические, так и общеплощадочные. К технологическим мероприятиям относятся:

проверка монтажной технологичности запроектированных конструкций с точки зрения удобства и безопасности их монтажа, а также применения необходимых средств механизации (при необходимости проводятся соответствующие расчеты);

меры по устранению возможных нарушений прочности элементов при монтаже, кладке и т. п.;

подбор существующих или разработка новых устройств и приспособлений для безопасного выполнения работ;

разработка мер по обеспечению электробезопасности;

создание безопасных условий при применении токсичных материалов;

обеспечение безопасности при работах в зимних условиях.

Общеплощадочными мероприятиями являются следующие:

организация санитарно-гигиенического и бытового обслуживания работающих на строительной площадке;

выбор системы искусственного освещения строительной площадки, рабочих мест, проходов и проездов;

безопасное складирование материалов;

обеспечение рабочих питьевой водой;

ограждение опасных зон;

устройство временных автодорог, обеспечивающих безопасность движения.

*Промышленная санитария.* Здесь дается общая характеристика проектируемого объекта в отношении выявления и описания тех опасностей и вредностей, которые могут возникнуть в период строительства объекта и его эксплуатации. Круг рассматриваемых вопросов ог-

раничивается лишь материалами, имеющими непосредственное отношение к проектируемому объекту.

**Пожарная профилактика.** При разработке противопожарных мероприятий необходимо: решить вопрос о размещении на стройплощадке противопожарного водопровода и другого оборудования, а также средств первичного пожаротушения; предусмотреть на стройплощадке пожарную сеть и сигнализацию; запроектировать транспортные пути для пожарных машин на случай пожара.

Расход воды на пожаротушение рекомендуется принимать 10 л/с на площадь до 30 га, на каждые дополнительные 50 га прибавляют по 5 л/с.

**Охрана окружающей среды.** В этом подразделе дипломного проекта должны быть отражены мероприятия и работы по охране природной среды по рекультивации земель, предотвращению вредных выбросов в почву, водоемы и атмосферу; устройству отводов производственных и бытовых стоков, образующихся на строительной площадке; мероприятия по сохранению почвенного слоя, полученного при планировочных работах, решения по снижению производственных шумов и вибрации и т. д.

Все предусматриваемые мероприятия по охране труда должны быть конкретными и привязанными к дипломному проекту.

**Раздел 8. Гражданская оборона.** Как самостоятельная часть дипломного проекта выполняется только студентами дневной формы обучения. Примерный перечень вопросов, которые должны быть освещены в пояснительной записке: оценка проектируемого объекта с точки зрения гражданской обороны; противопожарное состояние объекта с учетом воздействия светового излучения ядерного взрыва; меры защиты работающих на объекте от атомного и химического поражения; характер режима производства, включающий возможные потери личного состава в условиях радиоактивного или химического заражения.

В записке дается описание, проектные решения и необходимые схемы. По согласованию с руководителем отдельные требования ГО могут быть освещены в других разделах проекта.

**Раздел 9. Сметы и технико-экономические показатели.** Экономическая часть дипломного проекта включает сметную документацию, технико-экономические показатели и сравнительную экономическую эффективность ПОС и ППР.

**Сметная документация** составляется для определения сметной стоимости проектируемого объекта в соответствии со СНиП 1.02.01-85 и включает: сводный сметный расчет стоимости строительства; объектные и локальные сметные расчеты по проектируемому объекту.

Эти документы разрабатывают на следующие виды работ: общестроительные (в соответствии с разрабатываемыми технологическими картами); внутренние санитарно-технические; внутренние электромонтажные, диспетчеризацию и устройство слаботочных сетей; приобретение и монтаж технологического оборудования.

В сводном сметном расчете стоимости строительства (табл. 1.2) средства распределяются по таким главам:

1. Подготовка территории строительства.

Министерство, ведомство \_\_\_\_\_

Главное управление (управление) \_\_\_\_\_

Утвержден

Сводный сметный расчет в сумме \_\_\_\_\_ тыс. руб.,

в том числе возвратных сумм \_\_\_\_\_ тыс. руб.

(ссылка на документ об утверждении)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

## Сводный сметный расчет стоимости строительства

(наименование стройки)

Составлен в ценах 19\_\_ г.

Номера смет и расчетов	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				Общая сметная стоимость, тыс. руб.
		строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели и инвентаря	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7

2. Основные объекты строительства.
3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения.
4. Объекты энергетического хозяйства.
5. Объекты транспортного хозяйства и связи.
6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения.
7. Благоустройство и озеленение территории.
8. Временные здания и сооружения.
9. Прочие работы и затраты.
10. Содержание дирекции (технический надзор) строящегося предприятия (учреждения) и авторский надзор.
11. Подготовка эксплуатационных кадров.
12. Проектные изыскательские работы.

Согласно СНиП 1.02.01-85, отдельной строкой указывается резерв на непредвиденные работы и затраты, исчисляемые от общей сметной стоимости строительства объекта.

Объектный сметный расчет определяет стоимость проектируемого объекта и составляется на основе локальных смет на отдельные виды работ (табл. 1.3).

Локальные сметные расчеты (табл. 1.4) по проектируемому объекту составляются на основе укрупненных сметных норм или используя сведения о стоимости указанных работ, полученные во время преддипломной практики в проектных организациях. Локальный сметный расчет на общестроительные работы выполняется с учетом принятых в дипломном проекте способов производства работ.

Таблица 1.3

\_\_\_\_\_  
(наименование строительства)  
Смета в сумме \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Согласована: \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Подрядчик \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

Смета в сумме \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Утверждена:  
Заказчик \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

**Объектная смета**  
на строительство \_\_\_\_\_  
(наименование объекта)

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Нормативная условно чистая  
продукция \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Нормативная трудоемкость \_\_\_\_\_ тыс. чел.-ч  
Сметная заработная плата  
рабочих \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
Расчетный измеритель сметной  
стоимости \_\_\_\_\_

№ п. п.	Номера смет и расчетов	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.					Нормативная условно чистая продукция, тыс. руб.	Нормативная трудоемкость, тыс. чел.-ч	Сметная заработная плата, тыс. руб.	Показатель единичной стоимости
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели и инвентаря	прочих затрат	всего				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

*Технико-экономические показатели* характеризуют эффективность принятых в дипломном проекте решений. Рекомендуется сопоставлять их с нормативными или соответствующими показателями аналогичных проектов.

Согласно СНиП 1.02.01-85, в состав технико-экономических показателей проектов для объектов промышленного назначения должны быть включены такие показатели:

1. Мощности предприятия (годовой выпуск основной номенклатуры продукции, пропускная способность и др.) в натуральном и стоимостном выражениях.
2. Количество рабочих мест на предприятии.
3. Общая численность работающих.
4. Производительность труда в год.
5. Себестоимость основных видов продукции.
6. Общая сметная стоимость строительства предприятия, в том числе сметная стоимость строительного-монтажных работ.
7. Срок окупаемости капитальных вложений.

(наименование стройки)

## Локальная схема

на \_\_\_\_\_  
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Составлена в ценах 19\_\_ г.

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ тыс. руб.  
в т. ч.:

оборудования \_\_\_\_\_ тыс. руб.

монтажных работ \_\_\_\_\_ тыс. руб.

Нормативная условно чистая продукция \_\_\_\_\_ тыс. руб.

Нормативная трудоемкость \_\_\_\_\_ тыс. чел. ч.

Сметная заработная плата  
рабочих \_\_\_\_\_ тыс. руб.

№ п. п.	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица	Колличество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, тыс. руб.				Затраты труда рабочих, чел. ч., не занятых обслуживанием машин	
				Всего	Основная заработная плата	Эксплуатация машин в т. ч. заработная плата рабочих	Всего	Основная заработная плата	Эксплуатация машин в т. ч. заработная плата рабочих	Нормативная условно чистая продукция	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

8. Стоимость основных фондов.

9. Стоимость основных фондов, выбывающих в процессе строительства.

10. Продолжительность строительства.

11. Трудоемкость строительства.

12. Годовая потребность предприятия в сырье, материалах, энергоресурсах, транспорте.

13. Расход основных строительных материалов (стали, цемента, лесоматериалов).

14. Степень и уровень автоматизации производства.

15. Доля ручного труда в основном и вспомогательном производстве.

16. Другие технико-экономические показатели.

Сравнительную технико-экономическую эффективность вариантов ПОС и ППР выполняют по минимуму приведенных затрат. Основные требования по разработке экономической части дипломного проекта устанавливаются соответствующей кафедрой.

## **ГЛАВА 2**

### **ВЫБОР ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

#### **2.1. Общие положения**

Правильный выбор инженерных решений и подсчет объемов строительно-монтажных работ — одно из важных условий экономного использования материально-технических, энергетических и трудовых ресурсов в строительном производстве.

Прежде чем приступить к определению объемов работ следует тщательно изучить исходные данные на проектирование в соответствии с заданием. Затем, учитывая заданные условия, необходимо принять предварительные решения по основным способам выполнения работ, методам расчета: определить тип конструкций и материалов, применяемых для возведения здания; установить технологическую структуру и состав основных и вспомогательных работ комплексных строительных процессов. Так, при определении объемов земляных работ предварительно определяют необходимость применения временного крепления откосов земляного сооружения, способ разработки грунтов (механизированный, гидромеханизированный или взрывной). При возведении монолитных железобетонных конструкций следует принять решение о типе применяемой опалубки, способе армирования конструкций и т. п. Подсчет объемов работ выполняют в соответствии с технологией осуществления строительных процессов. При этом следует избирать такой порядок подсчета, при котором предыдущие результаты могут быть использованы в последующих расчетах.

Объемы земляных, бетонных и железобетонных монолитных, каменных и других подобных работ определяют по геометрическим размерам конструкций, а при подсчете объемов сборных железобетонных конструкций используют спецификации или альбомы унифицированных конструктивных элементов. Подсчету подлежат объемы как основных, так и сопутствующих им подготовительных и вспомогательных работ. Например, при планировке площадок и разработке котлованов в состав подготовительных работ могут быть включены следующие: осушение территории, понижение уровня грунтовых вод, устройство временных дорог, разбивочно-геодезические работы и т. п.

#### **2.2. Земляные работы**

При возведении зданий и сооружений выполняют комплекс земляных работ, в состав которых могут входить: предварительное разрыхление грунта, планировка площадки или квартала, разработка, перемещение, отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта, зачистка основания, доработка грунта вручную, планировка поверхностей после уплотнения грунта и т. п. Структура комплексного процесса зависит от принятых методов производства земляных работ и средств их механизации.



Объемы земляных масс определяют по геометрическим размерам сооружения в плотном теле грунта, используя исходные данные задания на проектирование. В состав исходных данных должны входить:

план местности в горизонталях, на котором нанесено расположение объекта проектирования (площадка планировки, котлован, трасса линейного сооружения и др.);

сведения о проектируемом сооружении, для возведения которого будут производиться земляные работы (планы, сечения, основные размеры, проектные отметки заложения фундаментов, уклоны);

данные гидрогеологических изысканий (виды грунтов, уровень грунтовых вод);

сведения о существующих надземных и подземных линиях электропередач, зданиях и сооружениях, расположенных в зоне производства земляных работ;

сведения о местах и условиях расположения отвалов грунта, способах его транспортирования, наличии транспортных средств, зонах стесненности фронта работ;

основные требования, предъявляемые при отсыпке и укреплении грунта;

сроки выполнения земляных работ;

дополнительные условия, которые должны быть учтены при проектировании земляных работ (работа в зимних условиях, при повышенных температурах и т. п.);

транспортные средства и типы дорог для транспортирования грунта в отвалы.

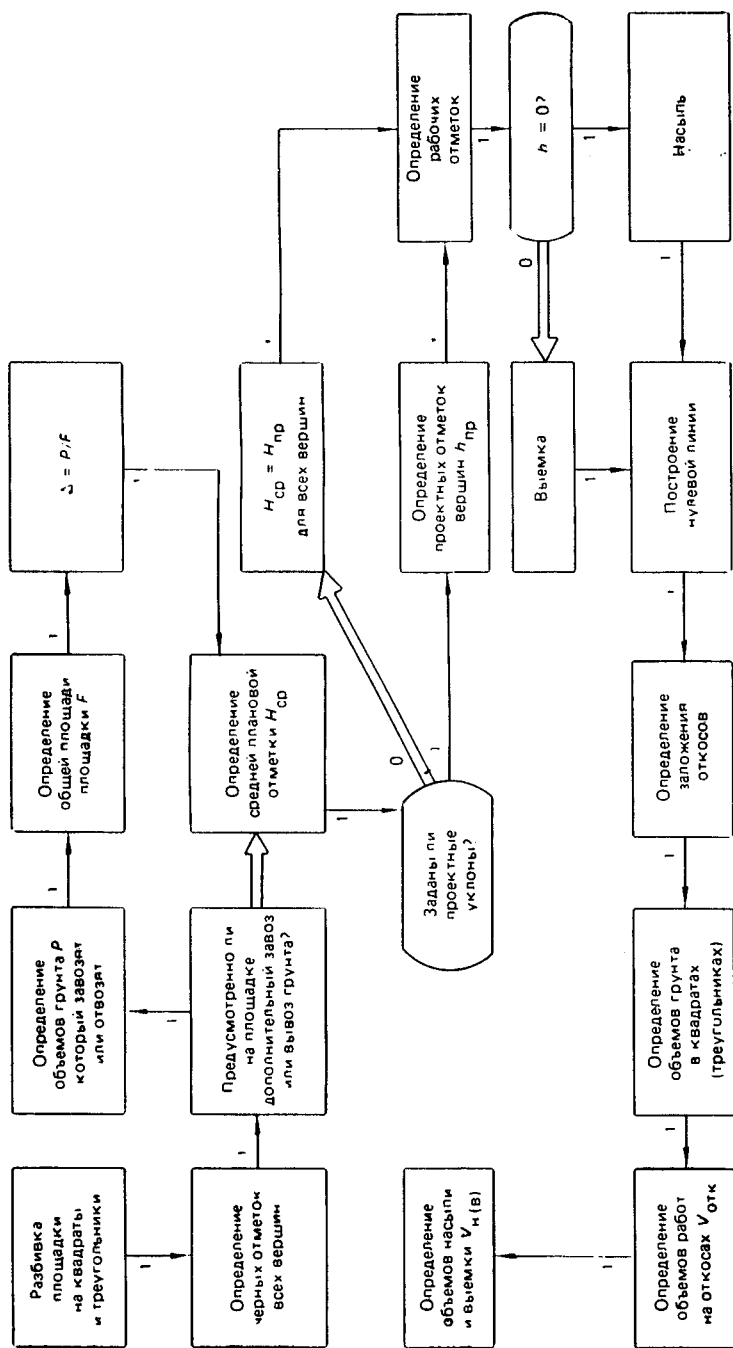
Содержание исходных данных зависит от местных условий строительства земляного сооружения и разновидности проектируемых земляных работ (планировки площадки, разработки котлована, устройства траншеи, возведения земляного полотна дороги и т. п.).

**Подсчет объемов земляных работ при вертикальной планировке площадок.** Вертикальная планировка площадок производится под заданную планировочную отметку или с нулевым балансом земляных работ, при котором распределение грунта в пределах строительной площадки осуществляется без завоза недостающего или вывоза излишнего грунта за ее пределы. Наиболее распространенными методами подсчета объема земляных работ являются метод квадратных призм и метод треугольных призм (применяется при сложном рельефе местности). Последовательность выполнения расчетов по определению объемов планировочных работ приведена на рис. 2.1.

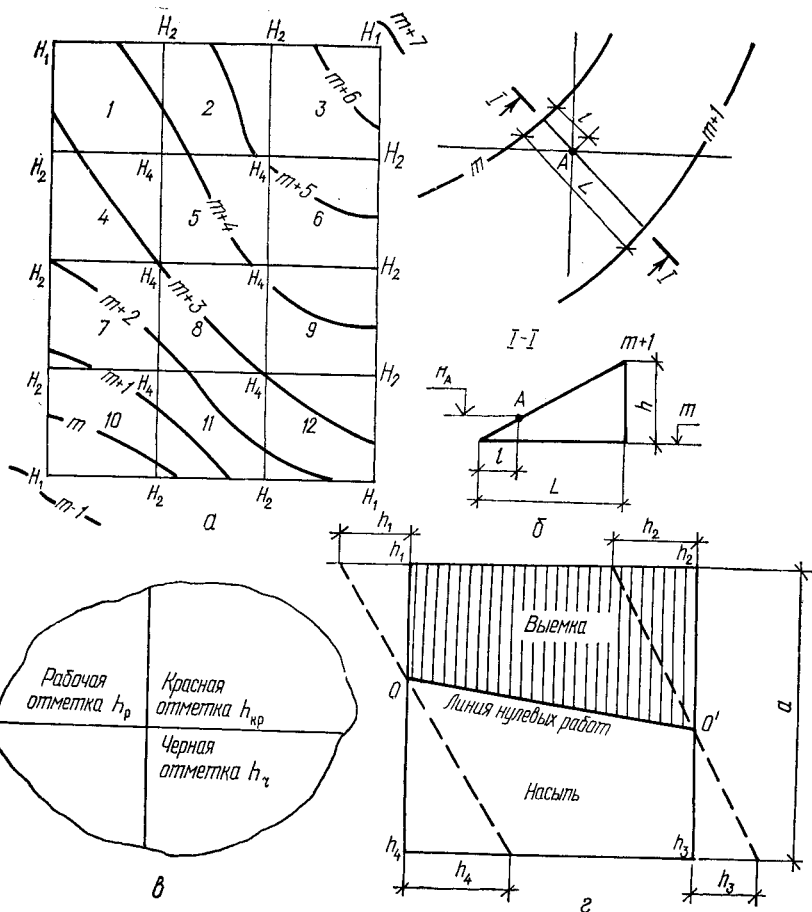
Для подсчета объемов земляных работ на чертеже плана с горизонталями наносят сетку квадратов со стороной 10—50 м в зависимости от рельефа местности (рис. 2.2, а).

*Определение черных, проектных и рабочих отметок.* Черные отметки в вершинах квадратов находят методом интерполяции между двумя смежными горизонталями (рис. 2.2, б)

$$H_A = m \pm \frac{hl}{L}, \quad (2.1)$$



2.1. Последовательность определения объемов земляных работ при планировке площадок



## 2.2. Определение объемов земляных работ по методу квадратов:

*a* — площадка с горизонталями и разбивка на квадраты; *б* — определение черных отметок вершин квадрата методом интерполяции; *в* — схема записей отметок в вершине квадрата; *г* — графическое определение положения нулевой линии в переходных квадратах

где  $H_A$  — черная отметка вершины квадрата;  $m$  — значение одной из горизонталей, между которыми находится данная вершина квадрата;  $h$  — разность значений смежных горизонталей,  $m$ ;  $l$  — расстояние от исходной горизонтали  $m$  до вершины квадрата;  $L$  — расстояние между двумя смежными горизонталями в плане.

По черным отметкам определяют среднюю отметку планировки под горизонтальную поверхность  $H_{cp}$ , при которой обеспечивается нулевой баланс земляных масс:

$$H_{cp} = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 4 \sum H_4}{4n}, \quad (2.2)$$

где  $\Sigma H_1, \Sigma H_2, \Sigma H_4$  — сумма черных отметок вершин, общих соответственно для одного, двух и четырех квадратов;  $n$  — число квадратов, на которые расчленена площадка.

Если на площадке дополнительно разрабатываются котлованы и траншеи, то средняя планировочная отметка должна быть скорректирована на значение возможного повышения или понижения  $\Delta H$  за счет грунта, вынимаемого из котлована и траншей. Увеличение или уменьшение  $\Delta H$  планировочной отметки определяют по формуле

$$\Delta H = \frac{\Sigma P}{F_n - F_k}, \quad (2.3)$$

где  $\Sigma P$  — объем грунта в плотном теле котлованов, траншей и выемок, разрабатываемого ниже отметки  $H_{cp}$ , м<sup>3</sup>;  $F_n$  — площадь планируемой площадки, м<sup>2</sup>;  $F_k$  — площадь котлованов, траншей и выемок на уровне отметки  $H_{cp}$ , м<sup>2</sup>.

Отметка планировки площадки

$$H_n = H_{cp} \pm \Delta H. \quad (2.4)$$

Планируемая площадка может проектироваться с уклоном, поэтому проектные отметки должны быть скорректированы с учетом заданных уклонов. Для этого сначала определяют проектные отметки углов площадки:

$$H_n^y = H_n \pm \frac{L_1 i_1}{2} \pm \frac{L_2 i_2}{2}, \quad (2.5)$$

где  $H_n$  — отметка планировки площадки;  $L_1, L_2$  — размеры площадки, м;  $i_1, i_2$  — продольный и поперечный уклоны площадки.

Знак плюс принимают в том случае, если при повороте горизонтальной плоскости с отметкой  $H_n$  относительно оси симметрии площадки, проведенной перпендикулярно направлению уклона, значение проектной отметки угла площадки увеличивается, а знак минус — при уменьшении отметки.

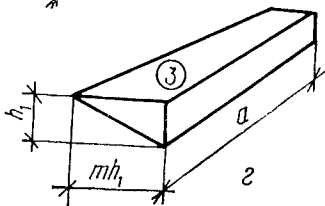
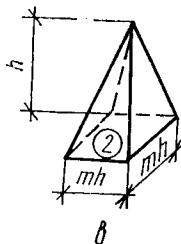
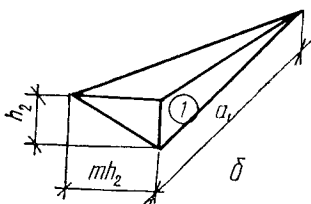
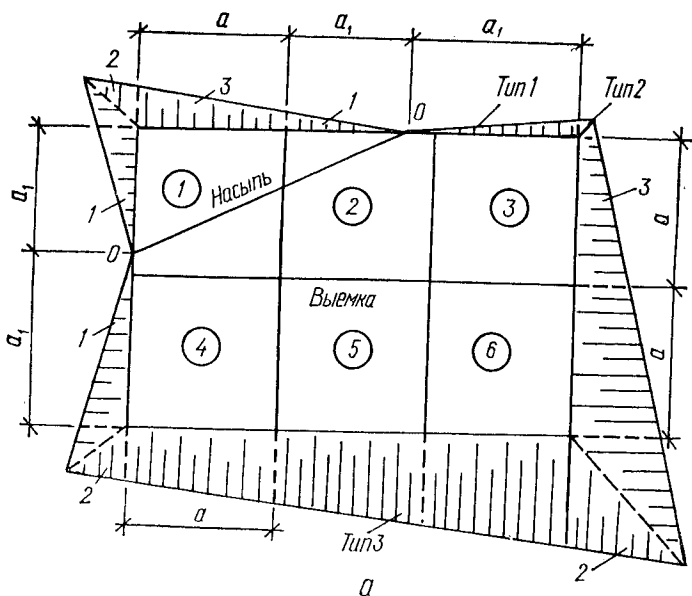
По угловым отметкам методом интерполяции находят проектные отметки каждой вершины нивелировочной сетки.

Рабочая отметка  $h_p$  вычисляется как разность между проектной  $h_{пр}$  и черной  $h_ч$  отметками:

$$h_p = h_{пр} - h_ч. \quad (2.6)$$

Рабочая отметка со знаком плюс обозначает насыпь, со знаком минус — выемку. Полученные данные записываются на вершинах каждого квадрата (рис. 2.2, в). Все отметки вычисляют в метрах с точностью до сотых.

На основании рабочих отметок определяют положение нулевой линии (линии нулевых работ), которая проходит в квадратах с отметками различного знака и ее местоположение находят графически (рис. 2.2, г). Для этого в принятом масштабе откладывают на стороне квадрата рабочие отметки: с плюсом в одну сторону, с минусом — в противоположную. Соединив полученные точки прямой, получим на пересечении ее со стороной квадрата точку нулевой линии. Соеди-



### 2.3. Построение очертаний откосов на плане площадки и их элементы:

$a$  — план площадки с откосами;  $b$  — боковой призматойд типа трехгранной пирамиды;  $a$  — угловая пирамида;  $a$  — боковой призматойд; 1, 2, 3 — типы элементов откосов

нив такие точки во всех переходных квадратах плавной линией, получим нулевую линию.

**Определение объемов работ.** Объем грунта, подлежащего разработке, определяется как сумма объемов грунта в полных, переходных квадратах, а также объемов грунта, разрабатываемого в откосах (рис. 2.3).

Объем насыпи или выемки квадрата, имеющего отметки одного знака, определяется по формуле

$$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4), \quad (2.7)$$

где  $h_1, h_2, h_3, h_4$  — рабочие отметки вершин квадрата;  $a$  — сторона квадрата, м.

Объем грунта в пределах переходных квадратов

$$V_{н(в)} = \frac{a^2 (\Sigma h_{н(в)})^2}{4 \Sigma h}, \quad (2.8)$$

где  $\Sigma h_{н(в)}$  — сумма рабочих отметок насыпи (при определении объема насыпи) или выемки (при определении объема выемки), м;  $\Sigma h$  — сумма абсолютных значений всех рабочих отметок вершин переходного квадрата, м.

Для подсчета объемов грунта в откосах насыпи или выемки находят значение заложения откосов в плане. Заложение откоса в  $i$ -м квадрате, м,

$$a_i = h_{pi} m_{н(в)}, \quad (2.9)$$

где  $h_{pi}$  — рабочая отметка вершины квадрата, м;  $m_{н(в)}$  — коэффициент заложения откоса (для выемки постоянных земляных сооружений  $m_{в} = 1,25$ , насыпи  $m_{н} = 1,5$ ).

Объем грунта в откосах площадки определяют: в угловых пирамидах

$$V_{у.п} = m^2 h^3 / 3; \quad (2.10)$$

в боковых призматоидах

$$V_{б.п} = \frac{am}{6} (h_1 + h_1 h_2 + h_2); \quad (2.11)$$

в пирамидах переходных квадратов

$$V_{п.п} = a_1 m_0 h_p^2 / 6, \quad (2.12)$$

где  $a$  — сторона квадрата, м;  $a_1$  — часть стороны переходного квадрата, м;  $h_p$  — рабочие отметки углов квадрата;  $m_0$  — коэффициент заложения откоса.

Вычисление объема грунта насыпей и выемок в пределах квадратов, а также объема грунта в откосах целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2.1, 2.2).

## 2.1. Объем грунта в пределах квадратов

Номер квадрата	Рабочие отметки, м				$\Sigma h$	$\frac{a^2}{4}$	$\frac{\Sigma h_{н}^2}{\Sigma h}$	$\frac{\Sigma h_{в}^2}{\Sigma h}$	Объем грунта, м <sup>3</sup>	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$					Насыпь	Выемка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

После окончания всех подсчетов объемов грунта планируемой площадки составляют сводную ведомость баланса земляных масс (табл. 2.3), в которую заносят объемы выемок и насыпей в пределах квадратов, дополнительные объемы грунта в откосах, а также объемы

## 2.2. Объем грунта в откосах

Номер квадрата	Рабочие отметки углов квадрата		Объем грунта в откосах, м <sup>3</sup>		
	$h_1$	$h_2$	между сечениями $V_{б.п} = \frac{am}{6} (h_1 + h_1h_2 + h_2)$		в угловых пирамидах $V_{у.п} = m^2h^3/3$
1	2	3	4	5	6

## 2.3. Баланс земляных масс

Распределение земляных масс	Насыпь, м <sup>3</sup>	Выемка, м <sup>3</sup>
Объемы грунта в пределах квадратов		
Объемы грунта в откосах		
Увеличение объема грунта за счет остаточного разрыхления		
Итого		

грунта за счет остаточного разрыхления после укладки его в насыпь или отвал.

Увеличение объема грунта за счет остаточного разрыхления

$$V_{ост} = V_b - (V_n/K_p), \quad (2.13)$$

где  $V_b$  — объем грунта в выемке, м<sup>3</sup>;  $V_n$  — объем грунта в насыпи, м<sup>3</sup>;  $K_p$  — коэффициент остаточного разрыхления грунта, принимаемый по ЕНиР, сб. Е2 «Земляные работы», прил. 2.

При нулевом балансе земляных масс полученные объемы грунта в насыпи и выемке должны быть одинаковыми (допустимо расхождение не более 5 %).

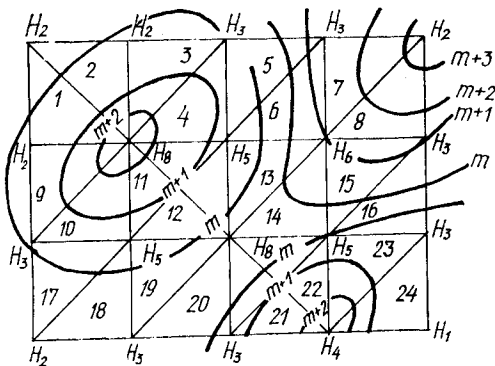
При сложном рельефе местности объемы грунта при планировке площадок определяют посредством метода треугольных призм, при котором план площадки делят планировочной сеткой на квадраты, а их, в свою очередь, диагоналями на треугольники (рис. 2.4). Диагонали должны проходить по направлению водораздела или тальвега. При этом средняя планировочная отметка

$$H_{cp} = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4 + 5 \sum H_5 + 6 \sum H_6 + 7 \sum H_7 + 8 \sum H_8}{3n}, \quad (2.14)$$

где  $\sum H_1, \sum H_2, \dots, \sum H_8$  — сумма рабочих отметок вершин, общих соответственно для 1, 2, ..., 8-ми треугольников;  $n$  — количество треугольников.

Объем грунта в трехгранной призме, имеющей отметки одного знака (рис. 2.4, б),

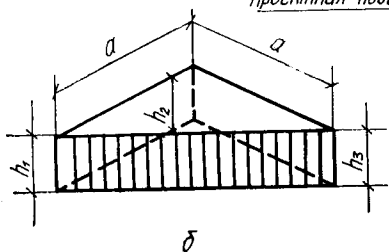
$$V = \frac{a^2}{6} (h_1 + h_2 + h_3), \quad (2.15)$$



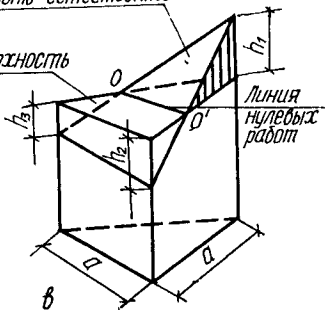
а

Поверхность естественного  
рельефа

Проектная поверхность



б



в

#### 2.4. План площадки с делением квадратов на треугольники и разновидности треугольных призм:

а — план площадки; б — трехгранная призма с рабочими отметками одного знака; в — то же, с разноименными знаками в переходном треугольнике

где  $a$  — сторона основания призмы;  $h_1, h_2, h_3$  — рабочие отметки в углах призмы.

В переходном треугольнике (рис. 2.4, в) по участку с одной рабочей отметкой объем  $V_1$  составит

$$V_1 = \frac{a^2}{6} \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)}. \quad (2.16)$$

В таком же треугольнике, но имеющем две рабочие отметки, объем грунта  $V_2$  определяют по формуле

$$V_2 = \frac{a^2}{6} \left[ \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)} - (h_1 + h_2 + h_3) \right]. \quad (2.17)$$

Расчеты целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2.4).

После определения объемов работ в пределах площадки аналогично методу квадратов составляют таблицу баланса земляных масс. При нулевом балансе земляных масс между суммарными объемами выемки и насыпи возможна разница, допустимое значение которой не должно превышать 5%. По данным объемов грунта в каждом квадрате (треугольнике) строят картограмму земляных масс.



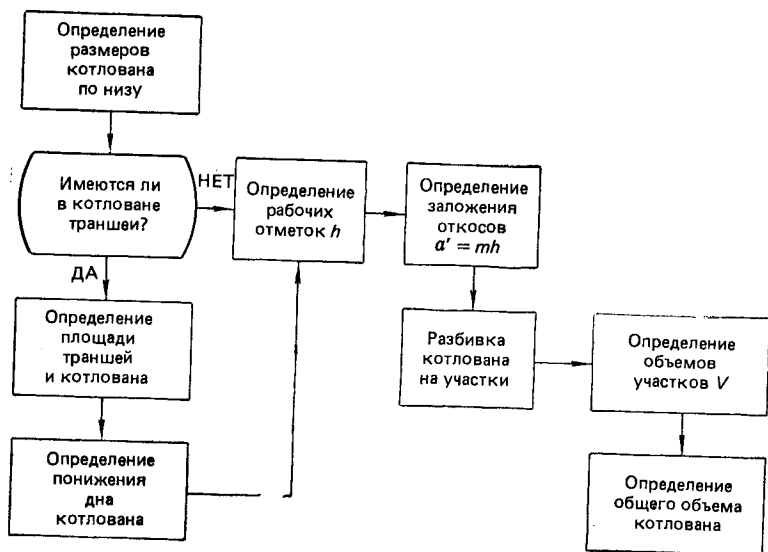
## 2.4. Определение объемов земляных масс

Номер треугольника	Рабочие отметки, м			$\Sigma h$	$\frac{a^2}{6}$	$\frac{3}{h_1} (h_1 + h_2)$	$\frac{3}{h_1} (h_1 + h_2) - (h_1 + h_2 + h_3)$	Объем грунта, м <sup>3</sup>	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$					Насыпь	Выемка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей.** Расчет объемов земляных работ при разработке котлованов производят в определенной последовательности (рис. 2.5).

Размеры котлованов определяют по рабочим чертежам сооружений, для возведения которых производятся земляные работы. В заданиях на курсовой проект эти размеры, как правило, задаются расстояниями между крайними осями сооружения. Для получения действительных размеров котлована необходимо, исходя из заданной схемы сооружения и габаритов фундамента, вычертить план сооружения в масштабе  $M1 : 100$  или  $M1 : 200$ , а затем определить размеры котлована по дну (рис. 2.6) пользуясь формулой

$$V = B_0 + b_1 + b_2 + 2mh_0, \quad (2.18)$$



2.5. Последовательность определения объемов земляных работ по устройству котлована

где  $B_0$  — расстояние между осями наружных стен, м;  $b_1, b_2$  — расстояния от оси до наружной плоскости фундамента;  $h_0$  — высота части фундамента, расположенной ниже отметки котлована, м;  $m$  — коэффициент заложения откоса, зависящий от вида разрабатываемого грунта.

Для получения в плане очертаний откосов вычисляют рабочие отметки  $h_p$  в местах пересечения контура дна котлована с горизонталями и в углах, а затем в этих точках находят заложения откосов

$$a' = h_p m, \quad (2.19)$$

где  $a'$  — величина заложения откосов, м;  $h_p$  — рабочая отметка в данной точке котлована, м.

Черные отметки определяются аналогично, как при планировке площадки методом интерполяции.

Проектная отметка дна котлована, если она не указана в задании, может быть вычислена как разность между черной отметкой минимального значения и заданной глубиной котлована.

Рабочие отметки находят по формуле

$$h_p = h_{np} - h_{ч}, \quad (2.20)$$

где  $h_{np}$  — проектная отметка дна котлована, м;  $h_{ч}$  — черная отметка в соответствующей характерной точке котлована, м.

Все рабочие отметки котлована должны быть со знаком минус.

Если дно котлована не является основанием под фундамент, можно отрыть механизированным способом котлован ниже проектной отметки дна котлована с тем, чтобы уменьшить объем грунта, разрабатываемого вручную. Тогда понижение дна котлована  $X_y$ , т. е. увеличение проектной отметки, можно определить из выражения

$$X_y = V_{тр} / F_k, \quad (2.21)$$

где  $V_{тр}$  — объем грунта в траншеях, вычисленный по проектным размерам фундаментов,  $m^3$ ;  $F_k$  — площадь котлована по низу, включая площадь траншей,  $m^2$ .

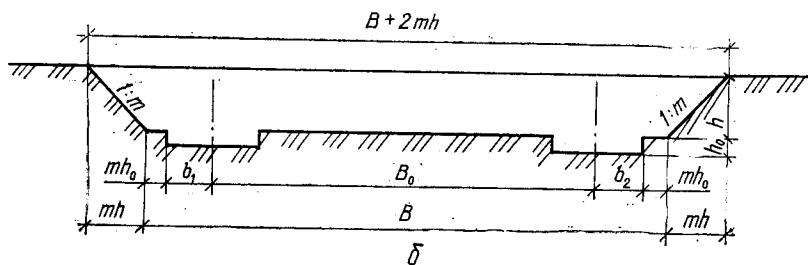
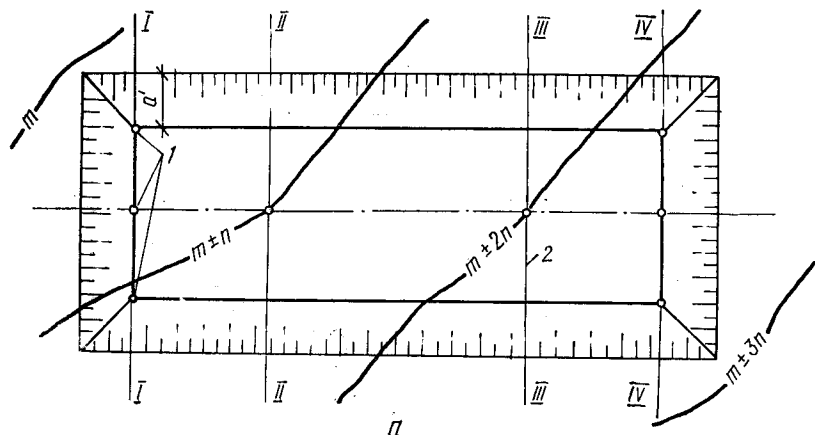
Для определения объемов грунта в котловане его рассекают параллельными плоскостями (поперечниками) на отдельные участки. Плоскости проводят в торцах котлована и в точках пересечения горизонталей с продольной осью (рис. 2.6, а). Объем грунта в отдельных участках между секущими плоскостями (поперечниками)

$$V = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} - m \frac{(h_1 + h_2)}{6} \right] l_n, \quad (2.22)$$

где  $F_1, F_2$  — площади соответственно первого и второго профилей,  $m^2$ ;  $l_n$  — расстояние между профилями, м;  $h_1, h_2$  — рабочие отметки соответственно первого и второго сечений, м;  $m$  — коэффициент заложения откосов.

Площадь поперечного профиля

$$F_{1(2)} = (B + h_{1(2)} m) h_{1(2)}, \quad (2.23)$$



## 2.6. Определение размеров котлована:

*a* — план котлована; *b* — разрез; 1 — характерные точки; 2 — поперечник; I—I, ..., IV—IV — сечения котлована поперечниками в характерных точках

где *B* — ширина котлована по дну, м;  $h_{1(2)}$  — рабочая отметка по оси котлована в данном сечении, м.

Откосы в торцах котлована разбивают на призматойды и угловые пирамиды. Объем грунта в призматойде

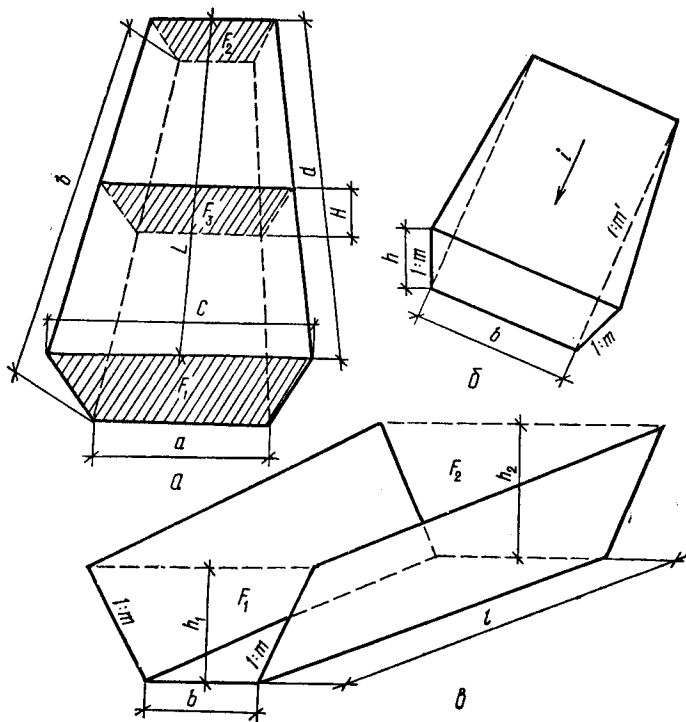
$$V_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{п1}} + F_{\text{п2}}}{2} l_1, \quad (2.24)$$

где  $F_{\text{п1}}$ ,  $F_{\text{п2}}$  — площади сечений призматойдов, м<sup>2</sup>;  $l_1$  — длина призматойдов, равная ширине котлована по дну, м.

Площади сечений  $F_{\text{п1}}$  и  $F_{\text{п2}}$  призматойда можно вычислить по формуле

$$F_{\text{п1(2)}} = \frac{h_{1(2)}^2 m}{2}, \quad (2.25)$$

где  $h_{1(2)}$  — рабочая отметка в соответствующем торце призматойда, м.



2.7. Определение объема глубоких котлованов (а), въездной (б) и обычной (в) траншей

При вычислении объемов глубоких котлованов сложной конфигурации и их поперечных сечений (рис. 2.7, а) объемы призматоеидов можно определить по формуле

$$V_{\text{пр}}^c = \frac{H}{6} (F_1 + F_2 + F_3), \quad (2.26)$$

где  $F_1, F_2$  — площади крайних оснований,  $\text{м}^2$ ;  $F_3$  — площадь призматоеида, взятая на середине сечения,  $\text{м}^2$ ;  $H$  — высота призматоеида,  $\text{м}$ .

Объем грунта в угловых пирамидах

$$V_{\text{у.п}} = h^3 m^2 / 6, \quad (2.27)$$

где  $h$  — значение рабочей отметки углов котлована,  $\text{м}$ .

Объем земляных работ для устройства въездной траншеи (рис. 2.7, б)

$$V_{\text{в.т}} = m'_b \left( \frac{bh^2}{2} + \frac{h^3 m}{3} \right), \quad (2.28)$$

где  $h$  — глубина котлована в месте примыкания траншеи,  $\text{м}$ ;  $b$  — ширина въездной траншеи по дну,  $\text{м}$ ;  $m'_b, m$  — коэффициенты заложения откосов соответственно дна траншеи и котлована.

Объем одиночных выемок (для отдельных фундаментов) определяют по формуле

$$V_0 = \frac{H}{6} [ab + cd + (a + c)(b + d)], \quad (2.29)$$

где  $H$  — глубина котлована, м;  $a, b$  — соответственно ширина и длина котлована по дну, м;  $c, d$  — то же, по верху, м.

Все подсчеты по определению объемов грунта при разработке котлована целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2.5—2.7). Сумма итогов по каждой из таблиц даст общий объем земляных работ в котловане.

## 2.5. Объем котлована между сечениями

Сечение	Рабочая отметка по оси $h$ , м	Ширина котлована по дну $B$ , м	Площадь поперечного сечения $(B + hm)h$ , м <sup>2</sup>	Полусумма площадей $\frac{F_1 + F_2}{2}$ , м <sup>2</sup>	Расстояние между поперечниками $L$ , м	Объем грунта, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7

## 2.6. Объем грунта в призмах

Грань	Сечение	Рабочие отметки $h$ , м	Площадь поперечного сечения $\frac{h^2 m}{2}$ , м <sup>2</sup>	Полусумма площадей $\frac{F_{п1} + F_{п2}}{2}$ , м <sup>2</sup>	Расстояние $l_1$ , м	Объем, м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7

## 2.7. Объем грунта в угловых пирамидах

Угол	Рабочая отметка $h$ , м	$V_{у.п} = \frac{h^3 m^2}{6}$ , м <sup>3</sup>
1	2	3

Объем грунта в траншеях рассчитывают как сумму объемов грунта на отдельных участках между поперечными профилями, расположенными в точках перелома продольного профиля.

Если сечение траншеи прямоугольное, то площади поперечных сечений можно определить по формулам:

$$F_1 = bh_1; \quad (2.30)$$

$$F_2 = bh_2, \quad (2.31)$$

где  $b$  — ширина траншеи, м;  $h_1, h_2$  — рабочие отметки по оси траншеи, м.

В траншеях с откосами (рис. 2.7, в) площади поперечных сечений определяют по формулам:

$$F_1 = (b + mh_1)h_1; \quad (2.32)$$

$$F_2 = (b + mh_2)h_2, \quad (2.33)$$

где  $F_1, F_2$  — площади соответственно первого и второго сечений,  $m^2$ ;  $b$  — ширина траншеи по дну, м;  $m$  — коэффициент заложения откосов;  $h_1, h_2$  — рабочие отметки по оси траншеи соответственно в первом и втором сечениях, м.

При устройстве траншей для укладки трубопроводов следует пользоваться данными табл. 2.8.

2.8. Минимальная ширина траншей при укладке трубопроводов (СНиП 3.02. 01-87)

Способ укладки трубопроводов	Ширина траншей, м, без учета креплений при стыковом соединении		
	сварном	раструбном	муфтовым, фланцевым, фальцевым для всех труб и раструбном для керамических плит
Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре труб $D$ , м: до 0,7 включительно	$D + 0,3$ , но не менее 0,7	—	—
свыше 0,7	$1,5D$	—	—
То же, на участках, разрабатываемых траншейными экскаваторами под трубопроводы диаметром до 219 мм, укладываемые без спуска людей в траншеи (узкотраншейный метод)	$D + 0,2$	—	—
То же, на участках трубопровода, пригружаемого железобетонными пригрузами или анкерными устройствами	$2,2D$	—	—
То же, на участках трубопровода, пригружаемого с помощью нетканых синтетических материалов	$1,5D$	—	—
Отдельными трубами при наружном диаметре труб $D$ , м: до 0,5	$D + 0,5$	$D + 0,6$	$D + 0,8$
от 0,5 до 1,6	$D + 0,8$	$D + 1$	$D + 1,2$
от 1,6 до 3,5	$D + 1,4$	$D + 1,4$	$D + 1,4$

Объем траншеи получают из выражения

$$V_{\text{тр}} = \frac{F_1 + F_2}{2} l, \quad (2.34)$$

где  $l$  — расстояние между сечениями, м.

Расчет объемов работ по устройству котлованов и траншей можно выполнять на программируемых микрокалькуляторах семейства «Электроника»: МК-54, МК-56, МК-61 и др. Для примера приводится порядок и программа расчета на микрокалькуляторе МК-54. При этом используем методику расчета, приведенную выше. Для выполнения расчетов принимаем следующие обозначения:

$$V_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.35)$$

где  $n$  — количество участков;  $V_i$  — объем отдельного  $i$ -го участка котлована,  $\text{м}^3$ ,

$$V_i = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} l_i, \quad (2.36)$$

где  $F_{i+1}$  — площадь сечения  $(i + 1)$ -го участка,  $\text{м}^2$ ;  $l_i$  — расстояние между сечениями  $i$ -го участка,  $\text{м}$ ;  $F_i$  — площадь сечения  $i$ -го участка,  $\text{м}^2$ ,

$$F_i = (B + mh_2) h_i, \quad (2.37)$$

## 2.9. Карта памяти

Регистры													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
$k$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$\emptyset$	$m$	—	—	$F_1$	$F_2$	$V$	$B$

Примечание:  $k$  — количество рабочих отметок по оси котлована.

## 2.10. Программа расчета на микрокалькуляторе

Адрес	Команда	Код	Стеки микрокалькулятора				
			$X_1$	$X$	$Y$	$Z$	$T$
00	$\Pi \rightarrow x7$	67		$m$			
01	$C/\Pi$	50					
02	Ввод значения		$h_i$	$h$	$m$		
03	$\times$	12	$h$	$mh$			
04	$F \ Bx$	0		$h$	$mh$		
05	$\times$	12	$h$	$h^2m$			
06	$F \ Bx$	0		$h$	$h^2m$		
07	$\Pi \rightarrow x \ D$	6Г		$B$	$h$	$h^2m$	
08	$\times$	12	$B$	$Bh$	$h^2m$		$h^2m$
09	$+$	10	$Bh$	$F = Bh +$			
10	$x \rightarrow \Pi \ B$	4L		$+h^2m$			
11	$\Pi \rightarrow x \ A$	68		$F_2$			
12	$F \ x = 0$	5E		$F_1$	$F_2$		
13	$1 \ 7$	17		$F_1 = 0$	$F_2$		
14	$\leftrightarrow$	14		$F_1 = F_2$	$\emptyset$		
15	$x \rightarrow \Pi \ A$	48		$F_1$	$\emptyset$		
16	$F\Pi$	51					
17	$\emptyset \ \emptyset$	00					
18	$\leftrightarrow$	14		$F_2$	$F_1$		
19	$x \rightarrow \Pi \ A$	48		$F_2$	$F_1$		
20	$+$	10		$F_2 + F_2$			
21	$\div$	13		$\frac{F_2}{2}$	$F_1 + F_2$		
22	$K \ \Pi \rightarrow X \ 6$	Г6		$\frac{F_1 + F_2}{2}$			
23	$\times$	12		$1$			
24	$\Pi \rightarrow x \ C$	6C		$V_i$	$V_i$		
25	$+$	10		$V_k$			
26	$x \rightarrow \Pi \ C$	4C		$V_k =$			
27	$F \ L0$	5Г		$V_k + V_l$			
28	$\emptyset \ \emptyset$						
29	$C/\Pi$						

где  $B$  — ширина дна котлована, м;  $m$  — коэффициент заложения откосов;  $h_i$  — значение рабочей отметки на оси котлована в данном сечении, м.

Данная программа рассчитана на определение объема работ по устройству котлована с такими ограничениями: количество выделяемых участков не более пяти. Исходные данные, программа и инструкция работы с программой приведены соответственно в табл. 2.9 — 2.11.

### 2.11. Инструкция работы с программой

Операция	Наименование клавиш				
1. Включить микрокалькулятор					
2. Ввести в память исходные данные:					
$n$ — в регистр $\emptyset$	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>n</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td><math>\emptyset</math></td> </tr> </table>	$n$	$x \rightarrow n$	$\emptyset$	
$n$	$x \rightarrow n$	$\emptyset$			
$l_1$ — в регистр 1	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>l_1</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>1</td> </tr> </table>	$l_1$	$x \rightarrow n$	1	
$l_1$	$x \rightarrow n$	1			
.....	.....				
$l_5$ — в регистр 5	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>l_5</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>5</td> </tr> </table>	$l_5$	$x \rightarrow n$	5	
$l_5$	$x \rightarrow n$	5			
число $\emptyset$ — в регистр 6	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>\emptyset</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>6</td> </tr> </table>	$\emptyset$	$x \rightarrow n$	6	
$\emptyset$	$x \rightarrow n$	6			
$m$ — в регистр 7	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>m</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>7</td> </tr> </table>	$m$	$x \rightarrow n$	7	
$m$	$x \rightarrow n$	7			
число $\emptyset$ — в регистр C	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>\emptyset</math></td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>C</td> </tr> </table>	$\emptyset$	$x \rightarrow n$	C	
$\emptyset$	$x \rightarrow n$	C			
B — в регистр D	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>B</td> <td><math>x \rightarrow n</math></td> <td>D</td> </tr> </table>	B	$x \rightarrow n$	D	
B	$x \rightarrow n$	D			
3. Перейти в режим программирования	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>F</td> <td>ПРГ</td> </tr> </table>	F	ПРГ		
F	ПРГ				
4. Ввести программу					
5. Перейти в режим автоматических вычислений	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Г</td> <td>АВТ</td> </tr> </table>	Г	АВТ		
Г	АВТ				
6. Зачислить вычисления по программе					
7. При остановке вычислений (на экране появится значение $m$ ) ввести поочередно значение $h$					
8. При остановке вычислений после ввода всех значений $h$ считать с экрана значения объема работ	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>V/O</td> <td>C/П</td> </tr> <tr> <td><math>h</math></td> <td>C/П</td> </tr> </table>	V/O	C/П	$h$	C/П
V/O	C/П				
$h$	C/П				

Примечание. В регистры 1—5 заносят значения  $l_i$ .

При работе с микрокалькуляторами следует иметь в виду, что их память (за исключением специальной программной памяти ЭВМ «Электроника МК-52») является энергозависимой и обнуляется после выключения питания даже на доли секунды. Поэтому необходимо обратить внимание на надежность контактов. Выключать микрокалькулятор можно только после полного завершения вычислений.

Числа в микрокалькуляторе могут представляться как в форме с фиксированной запятой (например, 0.4589), так и в форме с плавающей запятой (например, 4.589 — 01, что следует понимать как  $4.589 \times 10^{-01}$ ).



Для ввода отрицательного числа набирают сначала модуль, а затем нажимают клавишу «(—)», которая изменяет знак числа на противоположный.

Для ввода числа в форме с плавающей запятой вначале набирают его мантиссу, затем нажимают клавишу «ВП» (ввод порядка), после чего набирают сам порядок. Например, число  $-4.589 \times 10^{-1}$  можно ввести нажатием клавишей: 4.589 (—) ВП 1 (—).

Для ввода программы в память микрокалькулятора необходимо последовательно нажать клавиши (см. табл. 2.10), контролируя правильность ввода каждой команды по индикатору.

При вводе программы на индикаторе высвечивается: справа — номер шага (т. е. адрес ячейки, куда будет записана очередная вводимая команда), слева — коды трех последних введений. Если высвечиваемый на индикаторе код команды не совпадает с кодом, указанным в табл. 2.9, следовательно, при вводе этой команды была допущена ошибка (например, нажата не та клавиша). Если коды команд совпадают, но отличается номер шага, это означает, что ранее была пропущена или, наоборот, введена лишняя команда. Для исправления таких ошибок необходимо нажатием клавиши вернуться назад на один или несколько шагов, добившись полного совпадения показаний индикатора с информацией (табл. 2.9), затем с этого места повторить ввод соответствующего фрагмента программы, контролируя правильность ввода по индикатору и данным табл. 2.10.

### **2.3. Монолитные бетонные и железобетонные работы**

Монолитные бетонные и железобетонные конструкции зданий и сооружений возводят непосредственно на строительной площадке. Из таких конструкций сооружают фундаменты под колонны и оборудование, колонны, балки, плиты перекрытий и покрытий, дымовые трубы, градирни, резервуары, силосы для хранения сыпучих материалов. Технологический процесс возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона состоит в выполнении взаимосвязанных между собой работ по установке опалубки с последующей ее разборкой, установку арматуры и арматурно-опалубочных блоков, укладку бетонной смеси и уход за бетоном во время его твердения. При этом основным процессом является укладка бетонной смеси, по которому проектируют выполнение всех остальных работ и в целом возведение здания или сооружения. Учитывая разнохарактерность процессов, выполняемых при возведении монолитных конструкций, подсчет объемов работ ведут отдельно по каждому их виду и конструктивному элементу.

Определению объемов работ должна предшествовать разбивка здания или сооружения на ярусы. Ярусом называется участок условного расчленения объекта строительства по вертикали, обусловленный технологическими соображениями. Высота яруса зависит от вида сооружения, его конструкции, технологической последовательности выполнения работ, расположения рабочих швов, вида при-

меняемой опалубки и условий укладки бетонной смеси. При бетонировании высота яруса может достигать 4—5 м. При этом необходимо выбирать такие методы укладки бетонной смеси в конструкции, которые бы предотвращали расслоение ее на составляющие. Так, при возведении ступенчатых фундаментов высота яруса принимается равной высоте фундамента с подачей бетонной смеси с высоты не более 5 м. При большей высоте яруса бетонирование ведут без перерывов участками высотой 1,5—2 м, опуская бетонную смесь через окна в стенах опалубки.

В колоннах без перекрещивающихся хомутов высота яруса должна быть не более 5 м. При большей высоте колонны необходимо провести разбивку на дополнительные ярусы бетонирования. В колоннах с густым армированием и перекрещивающимися хомутами, а также с поперечными размерами 0,4 × 0,4 м и менее высоту ярусов принимают до 2 м.

Высота яруса при возведении подпорной стены зависит от ее толщины и назначается в пределах 0,5—2 м.

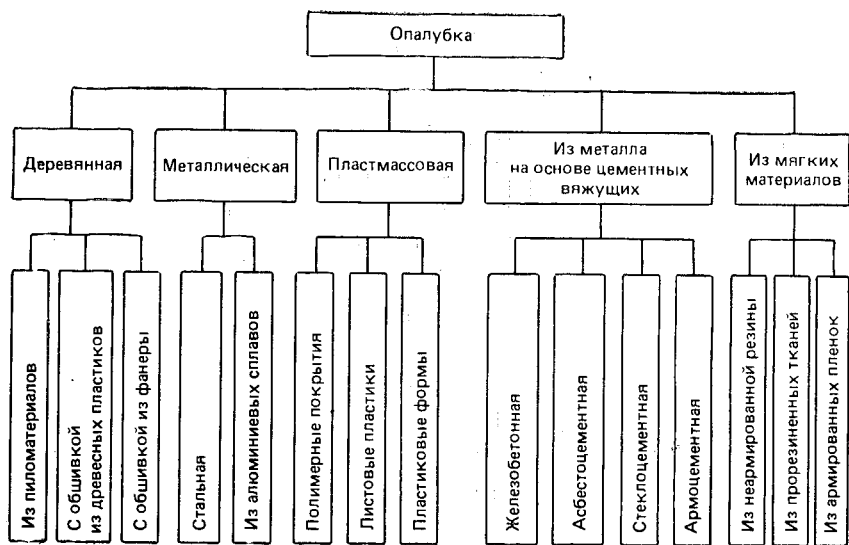
В одно- и многоэтажных промышленных зданиях разбивка на ярусы может быть выполнена следующим образом: первый ярус — фундаменты, второй — колонны одного этажа, третий — перекрытие этажа. Можно принять в этом случае разбивку на два яруса, при этом во второй ярус входят колонны и перекрытие одного этажа.

При разбивке сооружения на ярусы необходимо стремиться к тому, чтобы границы ярусов по возможности находились в местах, позволяющих устройство рабочих швов без уменьшения прочности конструктивных элементов. В курсовом и дипломном проектировании объемы работ подсчитывают по конструктивным элементам и видам работ отдельно для каждого яруса, а затем суммированием определяют общие объемы опалубочных, арматурных и бетонных работ.

**Выбор типа опалубки и определение объемов опалубочных работ.** Применение индустриальных методов строительства обуславливает использование инвентарной опалубки унифицированной конструкции, содержащей ограниченное количество элементов и их типоразмеров. Выбор типа опалубки определяется видом и геометрическими размерами бетонируемых конструкций, принятыми способами выполнения арматурных и бетонных работ.

Опалубка и опалубочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 23478—79 «Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Классификация и общие технические требования», а также СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

В зависимости от используемых для изготовления материалов опалубка бывает: деревянная, металлическая, пластмассовая, из материалов на основе цементных вяжущих, из мягких материалов или комбинированная (рис. 2.8). Материал опалубки определяется заданием на проектирование. В курсовом и дипломном проектировании студент самостоятельно должен выбрать тип опалубки в зависимости от вида материала и бетонируемых конструкций или тип может быть задан руководителем проекта.



## 2.8. Классификация опалубок по материалам

По функциональным и конструктивным признакам различают опалубки: разборно-переставную, блочную, горизонтально перемещаемую, объемно-переставную, скользящую, несъемную, пневматическую и термоактивную (рис. 2.9). Основные рекомендации по выбору типа опалубки приведены в табл. 2.12.

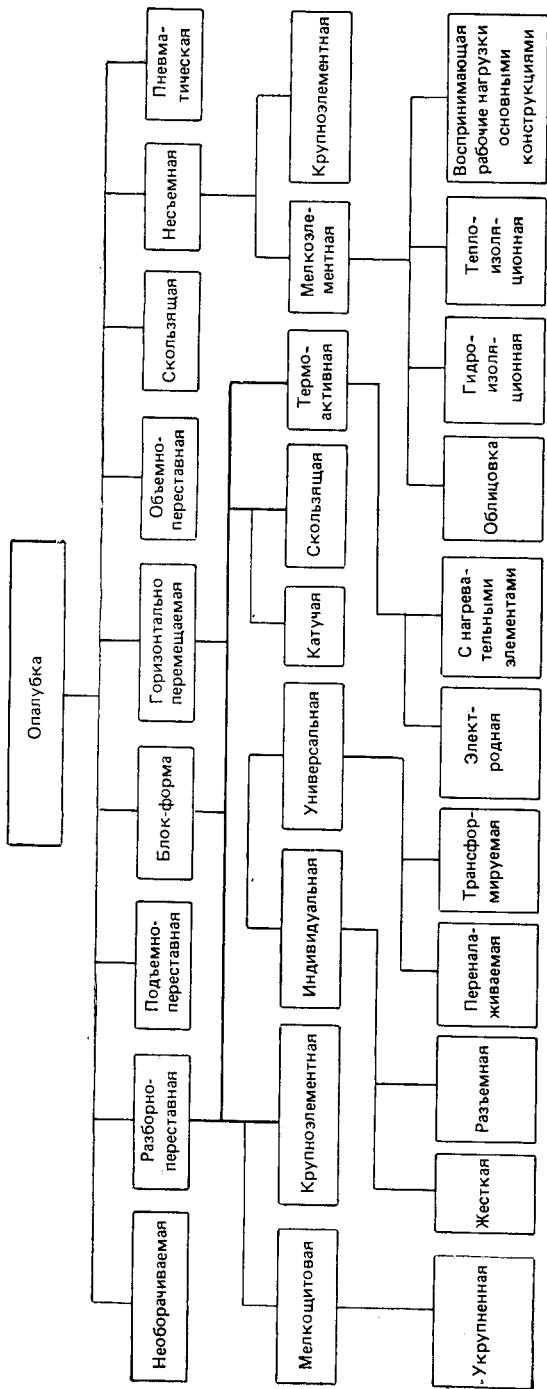
Для возведения монолитных конструкций целесообразно применять унифицированные конструкции опалубки, которые содержат ограниченное количество элементов и их типоразмеров с максимальным использованием взаимозаменяемых профилей, деталей, узлов, что способствует более эффективному производству работ. При большой разнотипности и значительном количестве типоразмеров опалубливаемых сторон монолитных конструкций целесообразнее применять мелкощитовую унифицированную опалубку универсального назначения типа «Монолит».

Опалубка из унифицированных элементов может быть:

мелкощитовой (табл. 2.13) с установкой отдельных щитов вручную, а также после укрупнения мелких щитов в плоские панели или пространственные блоки с помощью крана;

крупнощитовой — только для установки краном со щитами, имеющими длину 2,1—9 м и размеры по высоте 2,8 или 3 м (характеристика крупнощитовой опалубки приведена в прил. 1—2);

готовых арматурно-опалубочных блоков (армокаркасов с навешенной на них опалубкой) с установкой их также с помощью крана. В опалубке смешанной конструкции в качестве палубы могут быть использованы доски толщиной 28 мм, сплоченные в четверть или в шпунт, древесно-волоконные плиты, листы пластика, водостойкой фанеры или металлические листы толщиной 2 мм.



2.9. Классификация опалубок по конструктивным признакам

## 2.12. Характеристика и области применения опалубок

Тип опалубки	Характеристика	Область применения
Разборно-переставная: мелкощитовая	Состоит из щитов, поддерживающих, крепежных, установочных и других элементов Состоит из отдельных элементов небольшой массы и размера, допускающих монтаж и демонтаж опалубки вручную (щитов, поддерживающих, крепежных и других элементов), из которых могут собираться различные по форме и конфигурации опалубочные формы; возможна укрупнительная сборка и последующий монтаж и демонтаж крупноразмерными панелями и блоками	Бетонирование разнотипных монолитных конструкций, в том числе с вертикальными, наклонными и горизонтальными поверхностями различного очертания; может применяться вместе с крупнощитовой, для бетонирования небольших по объему и сложных по конфигурации монолитных конструкций и вставок, в том числе в стесненных условиях производства работ
крупнощитовая	Состоит из крупноразмерных щитов, элементов соединения и крепления; щиты включают поддерживающие элементы и воспринимают все технологические нагрузки, оборудуются подмостями для бетонирования, регулировочными и установочными домкратами; применяются также щиты (или палуба) с набором поддерживающих элементов различной несущей способности, из которых может быть собран несущий каркас под различные нагрузки и схемы загрузки	Бетонирование крупноразмерных и массивных конструкций, в том числе стен и перекрытий
Подъемно-переставная	Состоит из щитов, отделяемых от бетонируемой поверхности при подъеме, поддерживающих и крепежных элементов, рабочего пола, приспособлений для подъема; допускает изменения поперечного сечения бетонируемого сооружения при подъеме	Бетонирование конструкций и сооружений преимущественно переменного сечения типа дымовых труб, градирен, силосных сооружений, опор мостов
Блочная:	Состоит из пространственных блоков	Бетонирование замкнутых отдельно стоящих конструкций типа ростверков, колонн, фундаментов (блок-форма), а также внутренней поверхности замкнутых ячеек, в том числе жилых зданий и лифтовых шахт
неразъемная	Неразъемные блоки с фиксированным положением формирующих поверхностей выполнены с конусностью, равной примерно 1/10 высоты. Общая площадь 6—10 м <sup>2</sup> . Для отрыва от бетона применяют приспособления типа домкратов	Бетонирование однотипных конструкций небольшого объема с распалубкой в раннем возрасте
разъемная	Перед демонтажом поверхности отделяются и отводятся от бетона. Общая площадь 6—40 м <sup>2</sup>	Бетонирование однотипных конструкций большого объема

Тип опалубки	Характеристика	Область применения
переналаживаемая	Допускает изменение размеров в плане и по высоте. Общая площадь 10—40 м <sup>2</sup>	Бетонирование разнотипных монолитных конструкций
Объемно-переставная:	При установке в рабочее положение образует в поперечном сечении П-образную форму	Бетонирование стен и перекрытий жилых и гражданских зданий
П-образная	Монтаж и демонтаж осуществляются секциями П-образной формы	То же
Г-образная	Монтаж и демонтаж осуществляются Г-образными полусекциями с помощью кареточных кранов	—»—
Скользкая	Состоит из щитов, закрепленных на домкратных рамах, рабочего пола, объемного оборудования и других элементов. Опалубка поднимается домкратами по мере бетонирования. Щиты закреплены на домкратных рамах с уширением книзу (конусностью) в пределах 1/200—1/500 высоты щита или 5—7 мм на каждую сторону	Бетонирование вертикальных конструкций зданий и сооружений преимущественно постоянного сечения высотой более 40 м и толщиной не менее 12 мм
Горизонтально перемещаемая	Перемещается горизонтально по мере бетонирования конструкций	Бетонирование горизонтально протяженных конструкций или конструкций замкнутого сечения с большим периметром
Катучая	Состоит из каркаса и закрепленных на нем (подвижно или неподвижно) опалубочных щитов; перемещается вдоль возводимого сооружения на тележках или других приспособлениях	Бетонирование подпорных стен, водопроводов, силосов, коллекторов, тоннелей, возводимых открытым способом и других подобных сооружений
Тоннельная	Состоит из формирующих и поддерживающих секций; перемещается с помощью специальных механизмов с механическим, гидравлическим и другим приводом	Бетонирование монолитной отделки тоннелей, возводимых закрытым способом
Пневматическая	Состоит из гибкой воздухоопорной оболочки или пневматических поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой; в рабочем положении поддерживается избыточным давлением воздуха	Возведение конструкций и сооружений криволинейного очертания
Несъемная	Состоит из плит, остающихся после бетонирования в конструкции, и инвентарных поддерживающих элементов	Возведение конструкций без распалубливания, создание гидроизоляции, облицовки, утепления, внешнего армирования и др. Может включаться в расчетное сечение конструкции

2.13. Данные по основным элементам унифицированной инвентарной мелкощитовой разборно-переставной опалубки «Монолит»

Элемент опалубки	Марка элемента	Размеры, мм		Масса, кг		Область применения	
		Длина	Ширина	ЩС	ЩК		
Щит: основной стальной (ЩС)	ЩС1,8—0,6	1800	600	40,5	42,8	Фундаменты, стены, перекрытия, тоннели, бункеры, массивы	
	комбинированный (ЩК)	ЩК1,8—0,5	1800	500	35		36,1
		ЩК1,8—0,4	1800	400	27		32,5
		ЩК1,8—0,3	1800	300	23		30
		ЩК1,6—0,6	1600	600	26		38
		ЩК1,6—0,5	1600	500	31,2		32,1
		ЩК1,6—0,4	1600	400	24		28,7
		ЩК1,6—0,3	1600	300	20,5		26,7
		ЩК1,5—0,6	1500	600	33,7		35,7
		ЩК1,5—0,5	1500	500	29,2		31,3
		ЩК1,5—0,4	1500	400	22,5		27
		ЩК1,5—0,3	1500	300	19,4		25
		ЩК1,2—0,6	1200	600	28,6		30
		ЩК1,2—0,5	1200	500	26,8		24,1
		ЩК1,2—0,4	1200	400	21,2		22,5
		ЩК1,2—0,3	1200	300	15,7		21
		ЩК1,0—0,6	1000	600	24		25
		ЩК1,0—0,5	1000	500	22,3		20
		ЩК1,0—0,4	1000	400	17,7		18,6
	ЩК1,0—0,3	1000	300	13,1	17,5		
угловой стальной	ЩСУ0,6—0,4	600	300	16,2	—	Опалубка входящих углов	
	ЩСУ1,8—0,4	1800	300	46,9	—		
	угловой комбинированный вставной	ЩКУ0,6—0,3	600	300	—	19	То же
		ЩКУ1,8—0,3	1800	300	—	52	
		ЩС1,8—0,1	1800	100	22,8	—	
		ЩС1,2—0,1	1200	100	17	—	
стальной или комбинированный	ЩК1,8—0,1	1800	100	—	22	Установка тяжёлых, воспринимающих давление бетонной смеси	
	ЩК1,2—0,1	1200	100	—	17		
Схватка	С-3,6	3600	2 швеллера № 8	50,4	—	Поддерживающие и несущие элементы опалубки	
	С-3,0	3000		42,2	—		
	С-2,4	2400		33,6	—		
	С-1,8	1800		25,2	—		
Несущая балка	НБ-2,5	2600	4 швеллера № 8	176,6	—	Каркас опалубки ступенчатых фундаментов	
	НБ-3,5	3600		196,7	—		
	НБ-4,5	4600		216,7	—		
	НБ-5,5	5600		236,7	—		
	НБ-6,5	6600		276,9	—		
	НБ-7,5	7600		317	—		
Хомут	ХМ-1	800	50×50×4	11	—	Крепление опалубки колонн	
Стойка телескопическая	СТА-68	2000—	—	55,5	—		
		—3500	—	55,6	—		
		2000— —5000	—	—	—		

Элемент опалубки	Марка элемента	Размеры, мм		Масса, кг		Область применения
		Длина	Ширина	ЩС	ЩК	
Раздвижной ригель	РР-2	1200— —2000	—	25,96	—	Поддерживающий элемент перекрытий
	РР-4	До 4000	—	110	—	
	РР-6	До 6000	—	120,9	—	

При проектировании рекомендуется применять щиты комбинированные с обвязкой из уголков и палубой из древесно-волоконистых плит.

При использовании мелкощитовой опалубки для возведения серии однотипных монолитных конструкций продуктивнее применять крупноразмерные панели и блоки, предварительное собираемые из мелких элементов опалубки. Это значительно снижает трудоемкость устройства опалубки и повышает производительность труда опалубщиков. Рациональные параметры применения предварительно укрупненной сборно-разборной опалубки можно определить, пользуясь графиками (рис. 2.10).

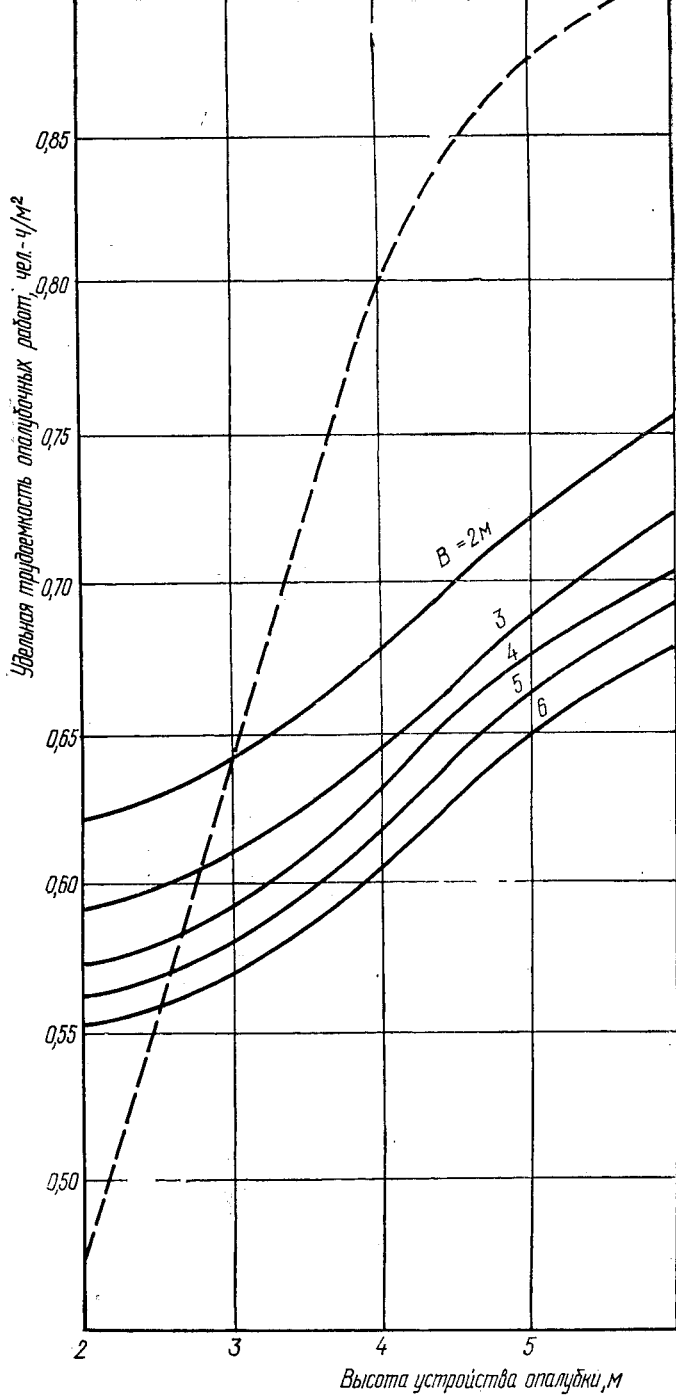
Несъемную мелкощитовую армоцементную опалубку целесообразно предварительно укрупнять при одноярусном возведении малоармированных конструкций высотой 2,1—2,4 м при удельной массе опалубки  $150 \text{ кг/м}^2$  и площади укрупненной панели  $5\text{—}12 \text{ м}^2$ , а для конструкций высотой 2,5—3,6 м — при удельной массе опалубки  $100 \text{ кг/м}^2$  и площади укрупненной панели  $7\text{—}15 \text{ м}^2$ . Для сборки панелей из ячеек на строительной площадке следует предусмотреть площадку укрупненной сборки опалубки.

Минимальная трудоемкость опалубочных работ возможна при использовании крупноэлементных видов опалубки из крупных щитов и блок-форм. При применении крупнощитовой опалубки для временного крепления и выверки ее щитов для первого яруса опалубки используют встроенные инвентарные подкосы-упоры, а для последующих — растяжки.

При бетонировании фундаментов под каркас здания и одиночные стойки или колонны эффективно применение жестких металлических блок-форм при количестве однотипных монолитных конструкций не менее 30-ти при их высоте до 2 м и объеме  $4\text{—}8 \text{ м}^3$  (характеристики некоторых блок-форм даны в прил. 3). При разнотипных конструкциях и количестве однотипных конструкций менее 30-ти целесообразнее использовать универсальные блок-формы, выполненные из набора унифицированных крупноразмерных элементов, монтируемых и соединяемых в различных сочетаниях.

Универсальная блочно-раздвижная опалубка содержит трансформирующиеся панели с последующей их фиксацией. Такую опалубку для возведения столбчатых фундаментов можно применять с незначительной переналадкой при бетонировании симметричных и несимметричных конструкций с любым количеством и различными размерами сторон.





2.10. График рационального укрупнения металлической унифицированной опалубки (штриховая линия — монтаж и разборка опалубки поэлементно; сплошная — монтаж и демонтаж опалубки предварительно укрупненными щитами размером  $B \times H$ )

Горизонтально перемещаемые опалубки (катучая, тоннельная, горизонтально скользящая) используют для возведения горизонтальных конструкций высотой до 6 м. Минимальная непрерывная протяженность для эффективного использования опалубки при высоте возводимых конструкций до 6 м должна составлять не менее 40 м, а при высоте 2 м — не менее 80 м.

При возведении монолитных конструкций в стесненных условиях, т. е. при затрудненном демонтаже опалубки, а также сжатых сроках производства работ рационально обустройство несъемной опалубки, остающейся в теле сооружения. Это позволяет сэкономить строительные материалы и существенно сократить трудоемкость и сроки производства работ за счет исключения распалубливания конструкций и ряда дополнительных работ после него (затирки поверхности бетона, срезки и удаления опалубочных креплений, заделки отверстий от элементов удреления, различных пустот).

В качестве несъемной опалубки используют плиты: железобетонные толщиной 80—100 мм, армоцементные толщиной 25—35 мм, стеклоцементные толщиной 10—18 мм, фибробетонные толщиной 20—30 мм, а также унифицированные дырчатые бетонные блоки (УДБ), асбестоцементные плиты и трубы, металлические листы, тканую металлическую сетку. Для щитов из армоцемента оптимальная единичная площадь 0,5—0,6 м<sup>2</sup>, а для щитов из стеклоцемента 0,8 — 0,9 м<sup>2</sup>. При устройстве несъемных опалубок предпочтение отдают, как правило, железобетонным оболочкам толщиной 20—30 мм, изготавливаемым методом пневматического набрызга с нарезкой щитов требуемых размеров с помощью алмазно-абразивных кругов. Это исключает обустройство доборной опалубки, а также перепуски несъемной.

При бетонировании фундаментов под колонны несъемную опалубку собирают в опалубочные блоки. При сборке блоков конструкции опалубки крепят прихваткой на сварке выпусков опалубки с арматурой возводимой конструкции. При возведении мало- или неармированных конструкций несъемную опалубку собирают с помощью каркаса, выполняемого из сборных железобетонных элементов, остающихся затем внутри возводимой конструкции.

При сжатых сроках производства работ и невозможности или нецелесообразности изготовления отдельных видов несъемной опалубки (например, при небольших объемах или отсутствии полигона) для устройства монолитных конструкций применяют в качестве несъемной опалубки типовые сборные железобетонные конструкции: плиты, фундаментные блоки, лотки, тубинги.

При выполнении работ на месте возведения монолитных конструкций целесообразно их устройство с использованием армоопалубочных блоков.

При возведении железобетонных конструкций в зимнее время и интенсификации твердения бетона применяют термоактивную опалубку с наружными электродами и нагревательными элементами. Наружные электроды выполняют с наружной стороны фанерной опалубки в виде нашивных металлических пластин или путем металлизированного покрытия. По сравнению с нашивными пластинами при втором

способе снижаются трудоемкость, материалоемкость и стоимость работ.

В качестве нагревателей, обычно устанавливаемых на металлической опалубке, целесообразно использовать стандартные нагревательные элементы: греющие провода ПОСХВ, ПОСХВТ, нагревательные кабели типа КННС, ТЭНы, углеграфитные нагреватели. Нагревательные провода применяют при невысокой температуре изотермической выдержки бетона (40...50 °С), кабель типа КННС — в многооборотных инвентарных опалубках при высоких температурах прогрева, ТЭНы — в конструкциях крупногабаритных опалубок.

Разработанные НИИСПом Госстроя УССР на базе углеграфитных тканей в термоактивной опалубке применяют углеродистые нагреватели. Модульные нагреватели выполняются эластичными, гибкими и жесткими. Температура нагрева достигает 180 °С. Их сравнительно высокая стоимость компенсируется многократной оборачиваемостью и долговечностью.

Монолитные конструкции возводят обычно в один ярус. Применение же поярусной схемы возведения таких конструкций возможно только при технической неприемлемости одноярусного возведения. При этом следует руководствоваться следующими рекомендациями: при высоте конструкций 4—8,5 м — два яруса, а более 6 м — три яруса.

При выборе вида креплений щитов наиболее предпочтительны клиновые соединения как наименее трудоемкие при сборке и разборке опалубки.

При производстве опалубочных работ на высоте до 3 м используют небольшие подставки в виде инвентарных столиков, а на высоте более 3 м — блочные подмости.

Перед бетонированием все виды опалубочных щитов, за исключением несъемных, покрывают антиадгезионными покрытиями, в качестве которых служат водостойкая фанера, резина, полиэтилен или полипропилен. Предпочтительнее покрытия, обладающие большей долговечностью и наименьшей адгезией к бетону, например полиэтиленовые листы толщиной 3—5 мм.

После выбора и обоснования принятой опалубки определяют ее объемы, а также подсчитывают объемы работ по устройству лесов, поддерживающих опалубку. Поддерживающие элементы опалубки обычно изготавливают из металла. В большинстве случаев инвентарные металлические леса изготавливаются централизованно, совместно с заготовкой щитов опалубки. Конструкция поддерживающих опалубку устройств (лесов) зависит от типа опалубки, пролета и др. При ее расчете следует выбирать наиболее невыгодные сочетания нагрузок. Прогиб элементов опалубки под воздействием воспринимаемых ими нагрузок не должен превышать следующих значений: для опалубки открытых лицевых поверхностей конструкций —  $1/400$  пролета элемента опалубки, а для скрытых поверхностей конструкций —  $1/250$  пролета элемента опалубки; для упругого прогиба или просадки поддерживающих опалубку щитов —  $1/1000$  свободного пролета соответствующий конструкции.

Объем опалубочных работ, зависящий от площади развернутой поверхности, соприкасающейся с бетоном, вычисляют в квадратных метрах. Площадь опалубки принимается по геометрическим размерам щитов без учета вырезов (наличие вырезов указывается в характеристике опалубки). Объем работ по устройству лесов также определяется в квадратных метрах и численно равен площади проекции лесов на вертикальную плоскость по фронту работ. Объем работ по распалубке конструкций, разборке лесов и подмостей численно равен сумме площадей устраиваемых опалубки, лесов и подмостей. Все расчеты по определению объемов опалубочных работ целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2.14).

#### 2.14. Определение объемов опалубочных работ по ярусам и захваткам

Наименование конструктивного элемента	Марка щита	Параметры щита				Общее количество щитов, шт.	Площадь, м <sup>2</sup>	Масса, т
		Ширина, м	Длина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Масса, т			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

После подсчета общей площади и массы опалубки по каждому конструктивному элементу необходимо определить общую площадь и массу опалубки, необходимые для выполнения расчетного объема бетонных работ.

Качественным показателем опалубки является ее оборачиваемость, т. е. возможность многократного использования. Применение инвентарной многооборотимой опалубки из унифицированных элементов и крупных блоков — одно из основных требований при выборе вида и конструкции опалубки. Оборачиваемость опалубки определяется как частное от деления длительности установки однотипной опалубки на объекте на длительность цикла оборота одного комплекта опалубки.

Оборачиваемость опалубки, циклов,

$$z = \frac{\sum_{i=1}^a m}{n + 1 + (At_0/k)}, \quad (2.38)$$

где  $\sum_{i=1}^a m$  — общее число захваток на всех ярусах сооружения;  $n = 4$  — количество простых процессов;  $A$  — количество рабочих смен в сутки (принимается 1 смена);  $t_0 = 1-6$  — время выдерживания бетона в опалубке, сут.;  $k = 1$  — продолжительность установки опалубки на одной захватке.

Необходимое количество комплектов опалубки

$$a = n + 1 + At_0/k. \quad (2.39)$$

При применении разборно-переставной опалубки оборачиваемость и необходимое количество ее комплектов определяют отдельно для каждого конструктивного элемента сооружения. Для ориентировочных расчетов целесообразно пользоваться данными табл. 2.15.

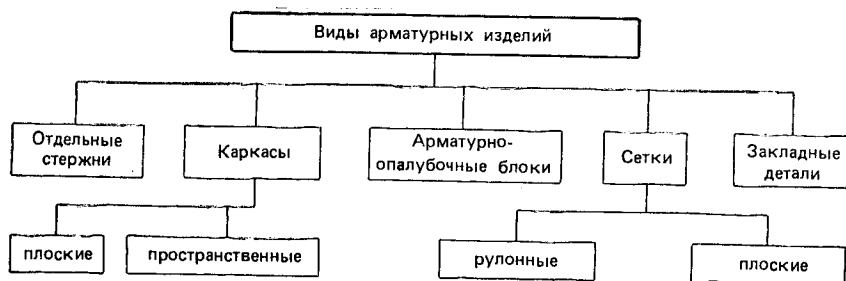
### 2.15. Минимальная оборачиваемость опалубки, циклов [2]

Тип опалубки	Материал палубы			Поддерживающие элементы из стали
	Металл	Фанера	Дерево	
Мелкощитовая	100	—	—	200
Крупнощитовая, подъемно-переставная, блочная	120	30	20	120
Объемно-переставная	200	—	—	200
Скользящая	300	60	30	600
Горизонтально перемещаемая	400	80	40	800

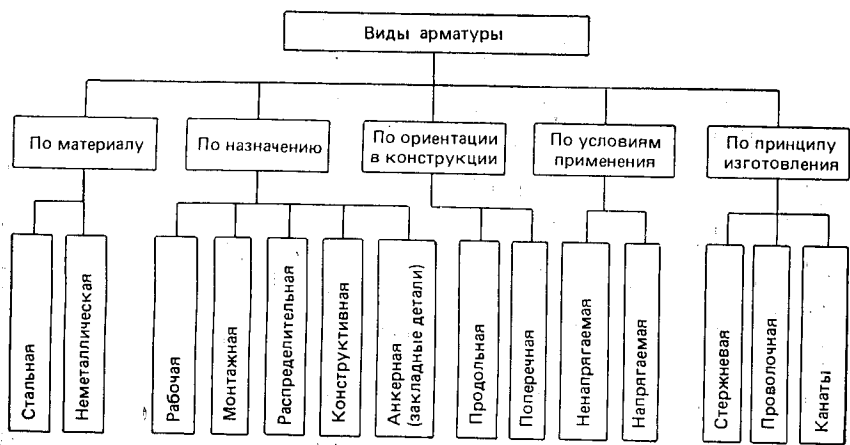
Для окончательного решения вопроса о целесообразности применения того или иного типа опалубки при возведении конкретного здания или сооружения (конструктивного элемента) сопоставляют себестоимость и трудоемкость выполнения опалубочных работ.

**Арматурные работы.** Арматурой называются стальные стержни и проволока различной формы (круглые, периодического профиля), канаты, сетки, плоские и объемные каркасы, являющиеся составной частью железобетонных конструктивных элементов (рис. 2.11). Основные требования к арматуре обусловлены необходимостью ее совместной работы с бетоном. Арматура должна обладать хорошей сцепляемостью с бетоном, иметь необходимые физико-механические, прочностные и технологические качества. Арматуру классифицируют по различным признакам (рис. 2.12). В строительстве в качестве арматуры применяются конструкционные углеродистые и низколегированные стали. В ряде случаев может использоваться неметаллическая арматура (например, стеклопластиковая в виде рубленого стеклянного или асбестового волокна).

По назначению арматуру подразделяют на рабочую, монтажную, распределительную, конструктивную и анкерную (закладные детали). Рабочая арматура служит для восприятия расчетных усилий, возникающих от внешних нагрузок и собственной силы тяжести конструкции; она может быть ненапрягаемой и напрягаемой. Монтажная арматура обеспечивает жесткость арматурному каркасу в процессе его сборки, транспортирования и установки. Распределительная арматура предназначена для равномерного распределения нагрузки между стержнями рабочей арматуры. Соединение распределительной арматуры с рабочей с помощью сварки или вязки обеспечивает их совместную работу. Конструктивная арматура необходима для восприятия напряжений в бетоне, которые в расчете конструкций не учитываются (например, в оголовке сваи, в местах изменения сечения конструкции). Анкерную арматуру (закладные детали) изготавливают из арматурной стали или фасонного проката и прикрепляют к арматуре с помощью сварки или вязальной проволоки.



2.11. Основные виды арматурных изделий



2.12. Классификация арматуры по характерным признакам

При армировании железобетонных конструкций следует руководствоваться указаниями СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» (табл. 2.16).

Арматурная сталь обычно поступает на строительную площадку отдельными стержнями или в мотках, укрупненными конструктивными элементами в виде сварных сеток, плоских или пространственных каркасов (рис. 2.13). Арматурные сетки применяют для армирования фундаментов и тонкостенных железобетонных конструкций (плит перекрытий и покрытий, пространственных покрытий, оболочек, стенок бункеров). Их изготавливают из арматурной стали диаметром 3—10 мм в виде плоских изделий длиной до 3700 мм или рулонов массой до 150 кг. Плоские и пространственные каркасы используют при армировании колонн, балок, прогонов и ригелей.

Объемы арматурных работ рассчитываются отдельно для каждого конструктивного элемента здания или сооружения на основании спецификаций. При установке арматуры отдельными стержнями объемы работ исчисляют в тоннах, а при армировании арматурными каркасами — в штуках.

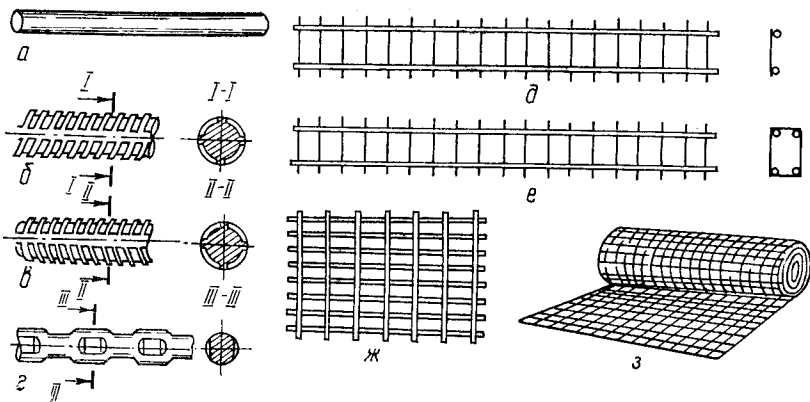
## 2.16. Основные виды арматурной стали и область ее применения в железобетонных конструкциях (СНиП 2.03.01-84)

Вид арматуры и документ, регламентирующий ее качество	Класс арматуры	Диаметр арматуры, мм	Область применения
Стержневая горячекатаная гладкая, ГОСТ 5781—82	А-I	6—40	Для обычной (ненапрягаемой) арматуры в качестве рабочей (поперечной), монтажной и конструктивной, для изготовления петель железобетонных изделий, для сварки сеток и каркасов
Стержневая горячекатаная периодического профиля, ГОСТ 5781—82, ГОСТ 10884—81	А-II Ас-II А-III  А-IV А-V А-VI	10—80 10—32 6—40  10—32 10—32 10—22	Аналогично А-I, для сварки сеток и каркасов Для рабочей арматуры при изготовлении обычных железобетонных конструкций Для напрягаемой арматуры в длинномерных конструкциях пролетом более 12 м
Стержневая термомеханически упрочненная периодического профиля, ГОСТ 10884—81	Ас-IVK Ат-IVCK Ат-VIK	10—32 10—28 10—16	В предварительно напряженных железобетонных конструкциях, в агрессивных средах, изготовленных из шлакопемзобетона или на основе шлакопортландцементов
Стержневая, упрочненная вытяжкой, периодического профиля	А-IIIв	6—40	
Обыкновенная арматурная проволока периодического профиля, ГОСТ 6727—80	Вр-I	3—5	В качестве ненапрягаемой арматуры для изготовления арматурных сеток и каркасов высотой до 400 мм
Высокопрочная арматурная проволока, ГОСТ 7348—81 Арматурные канаты, ГОСТ 13840—68	В-II Вр-II  К-7 К-19	3—8  6—15 14	Для армирования предварительно напряженных конструкций В качестве напрягаемой арматуры для изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций

При отсутствии спецификаций на арматурные изделия содержание арматуры в железобетонной конструкции может быть задано коэффициентом армирования  $\mu$ , равным отношению общей площади поперечного сечения рабочих стержней к площади сечения бетона и выраженному в процентах, т. е.  $\mu = (F_a/F_0) 100$ . Для каждого вида железобетонных конструкций коэффициент армирования имеет свое значение.

Минимальное значение коэффициента  $\mu$  для растянутой зоны конструкции зависит от класса бетона, марки арматурной стали и вида арматуры. Для стержней растянутой зоны он может быть задан в пределах 0,1—0,25 %, а для сжатой зоны — до 0,5 %. Зная массу бетона, укладываемого в один блок (конструктивный элемент), и умножив на процент армирования, рассчитывают объем арматуры в килограммах.

Арматурные работы выполняются посредством механизированной укладки или установки в подготовленную опалубку (или на смонти-



### 2.13. Виды арматуры:

*а* — круглая горячекатаная сталь; *б* — горячекатаная сталь периодического профиля; *в* — горячекатаная сталь; *г* — холодно-сплюснутая сталь; *д* — плоский сварной каркас; *е* — пространственный каркас; *ж* — сварная плоская сетка; *з* — рулонная сетка

рованные сборные железобетонные элементы) готовых арматурных изделий: сеток, плоских или пространственных каркасов. На строительство, как правило, арматурные изделия поступают в виде сеток, плоских каркасов и небольшого количества отдельных стержней. В монолитных железобетонных конструкциях для армирования плит толщиной до 10 см обычно укладывают арматурные сетки в один ряд. Для конструкций толщиной 12 см и более из сеток и плоских каркасов собирают и сваривают пространственные каркасы, применяемые в стенах, балках, прогонах, ригелях, фундаментах.

Если в задании на проектирование указана только интенсивность армирования монолитной железобетонной конструкции, то проектировщик самостоятельно уточняет количество, размеры и массу пространственных каркасов.

Размеры пространственного армокаркаса в плане целесообразно принимать (учитывая перевозку на площадку) соответственно размерам кузова бортовой грузовой автомашины или бортового полуприцепа (табл. 2.17).

Для транспортирования больших объемов крупных арматурных изделий на значительные расстояния используют железнодорожный транспорт.

Если в задании указан процент (от общей массы) арматуры, устанавливаемой отдельными стержнями (например, в местах стыковки армокаркасов), необходимо это учесть при определении массы армокаркасов, собираемых на площадке. Тогда в ведомость подсчета объемов работ, помимо установки готовых пространственных армокаркасов, включают также установку арматуры вручную отдельными стержнями.

Как указывалось, монолитные железобетонные конструкции толщиной более 12 см армируются пространственными каркасами. При



## 2.17. Грузоподъемность и размеры кузова автотранспортных средств (для перевозки опалубки и арматурных изделий)

Марка машины	Грузоподъемность, т	Внутренние размеры кузова, м			Погрузочная высота, м
		Длина	Ширина	Высота	
<i>Бортовые автомобили</i>					
ЗИЛ-130	4	3,75	2,32	0,68	2,05
Урал-875С	4,5	3,9	2,4	0,87	1,42
МАЗ-500	7,5	4,86	2,32	0,66	1,31
КАЗ-214Б	7	4,56	2,5	0,93	1,65
КамАЗ-5320	8,8	5,2	2,32	0,5	1,37
КрАЗ-257	12	5,77	2,48	0,82	1,63
<i>Автомобильные прицепы и полуприцепы</i>					
МАЗ-5243	6,8	4,94	2,39	0,61	1,44
КАЗ-717	11,5	7,5	2,24	0,59	1,39
МАЗ-215Б	12,5	7,53	2,48	0,84	1,48
<i>Прицепы-тяжеловозы</i>					
ЧМЗАП-5203В с тягачом, МАЗ-503А	20	6,43	3	1,34	—
ЧМЗАП-5208 с тягачом, КрАЗ-255, К-700, МАЗ-500, Т-100	40	4,88	3,2	1,14	—
ЧМЗАП-5212 с тягачом, МАЗ-537Г	60	11,68	3,23	0,9	—
АТУ-75 с тягачом, БелАЗ-538	75	10,7	2,57	0,97	—
ЧМЗАП-5530 с тягачом, МАЗ-543, Т-180, ДЭТ-250	120	9	3,25	—	—

централизованной заготовке арматурных изделий эффективной является перевозка плоских сеток и каркасов и сборка из них пространственных конструкций на строительной площадке непосредственно у места установки. Это позволяет рациональнее использовать габариты и грузоподъемность транспортных средств. Исключением могут быть случаи, когда каркасы густоармированные или в задании на проектирование в спецификацию включены готовые каркасы с указанием размеров и массы.

При укрупнительной сборке пространственных каркасов на площадке они могут достигать гораздо больших размеров и массы, чем привозимые с арматурных заводов. Это позволит повысить коэффициент использования грузоподъемности крана и благодаря уменьшению количества каркасов снизит трудоемкость и сократит сроки работ.

Следовательно, при отсутствии в задании готовой спецификации арматурных изделий проектировщику необходимо составить ее самостоятельно (табл. 2.18). В спецификации арматуры должны быть перечислены: конструктивные элементы, армируемые только сетками (плиты перекрытий толщиной до 12 см); армируемые плоскими и пространственными каркасами (стены, фундаменты колонн, стен, более толстые плиты, балки, ригели, прогоны). В последней строке указывается

## 2.18. Спецификация арматурных изделий в конструкциях здания по ярусам и захваткам

Конструктивный элемент	Размеры, м			Общее количество, шт.	Тип армирования и масса арматуры, кг												Общая масса арматуры, кг
	Ширина	Высота (толщина)	Длина		Сетки			Плоский каркас			Объемный каркас			Отдельные стержни			
					Количество, шт.	Масса одной, кг	Общая масса, кг	Количество, шт.	Масса одного, кг	Общая масса, кг	Количество, шт.	Масса одного, кг	Общая масса, кг	Количество, шт.	Масса одного, кг	Общая масса, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

масса арматуры, устанавливаемой отдельными стержнями. В последней графе приводится общая масса арматуры, необходимой для армирования данного конструктивного элемента. Итог по графе 18 — это общий объем арматуры на возведение всего здания.

Спецификацию выполняют по каждому конструктивному элементу здания или сооружения, а для объектов, имеющих несколько разнотипных этажей, — и по отдельным этажам.

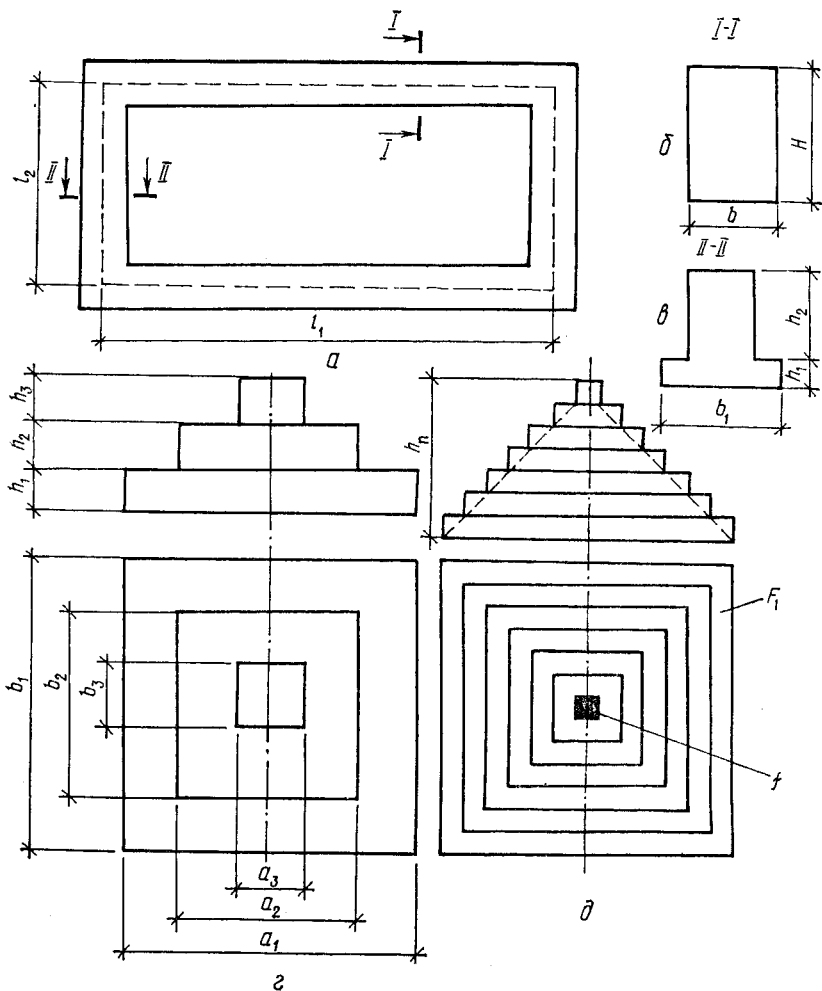
**Определение объемов бетонных и железобетонных работ.** При подсчете объемов работ по возведению монолитных конструкций прежде всего необходимо на основании полученного задания на проектирование изучить все виды и типоразмеры конструктивных элементов, их материал и размеры. Затем сгруппировать все одинаковые по типам и размерам конструкции, определить объем бетона каждого типового элемента (конструкции) и полученный результат умножить на их общее количество в данной группе.

Объем железобетонных и бетонных фундаментов под здания и сооружения исчисляется за вычетом объемов стаканов, ниш, проемов, колодцев и других элементов, не заполняемых во время бетонирования. Итоговые результаты по каждой группе конструктивных элементов заносят в общую ведомость (табл. 2.19). В конце таблицы суммированием данных графы 9 определяют общий объем бетонных работ по объекту.

## 2.19. Определение объемов монолитных бетонных и железобетонных работ по ярусам и захваткам

Конструктивный элемент	Марка элемента	Размеры, м			Количество, шт.	Расчетная формула	Объем, м <sup>3</sup>	
		Ширина	Высота (толщина)	Длина			одного элемента	общий
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Подсчет объемов фундаментов.** По конструктивным решениям монолитные фундаменты могут быть ленточные и отдельно стоящие.



## 2.14. Монолитные фундаменты:

*a* — план ленточного фундамента; *б* — разрез ленточного фундамента постоянного поперечного сечения; *в* — то же, переменного сечения; *г* — ступенчатый фундамент; *д* — многоступенчатый фундамент

Объем работ по возведению ленточных фундаментов постоянного поперечного сечения (рис. 2.14, б)

$$V_{\text{л}} = FL, \quad (2.40)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения фундамента,  $\text{м}^2$ ;  $L$  — развернутая длина фундамента, м.

Развернутую длину фундаментов (рис. 2.14, а) под наружные стены зданий подсчитывают по размерам в осях между отдельными участками с одинаковыми профилями поперечного сечения:

$$L = 2(l_1 + l_2), \quad (2.41)$$

где  $l_1, l_2$  — расстояние между соответственно продольными и поперечными осями фундаментов, м.

Объем ленточных фундаментов различного поперечного сечения (рис. 2.14, в) вычисляют по отдельным участкам с одинаковыми поперечными сечениями, а результаты расчета по участкам суммируют:

$$V_p = F_1 L_1 + F_2 L_2 + \dots + F_n L_n, \quad (2.42)$$

где  $F_1, F_2, \dots, F_n$  — площади сечений фундаментов на отдельных участках с одинаковыми сечениями, м<sup>2</sup>;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  — длины соответствующих участков, м.

Объемы отдельно стоящих столбчатых фундаментов постоянного сечения

$$V_c = FH, \quad (2.43)$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения фундамента, м<sup>2</sup>;  $H$  — высота фундамента, м.

Отдельно стоящие фундаменты (под колонны, стойки) обычно имеют ступенчатую форму (рис. 2.14, г) и их объемы можно определить по формуле

$$V_{o.c} = a_1 b_1 h_1 + a_2 b_2 h_2 + \dots + a_n b_n h_n, \quad (2.44)$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  — ширина ступени фундамента, м;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  — длина ступени фундамента, м;  $h_1, h_2, \dots, h_n$  — высота соответствующей ступени фундамента, м.

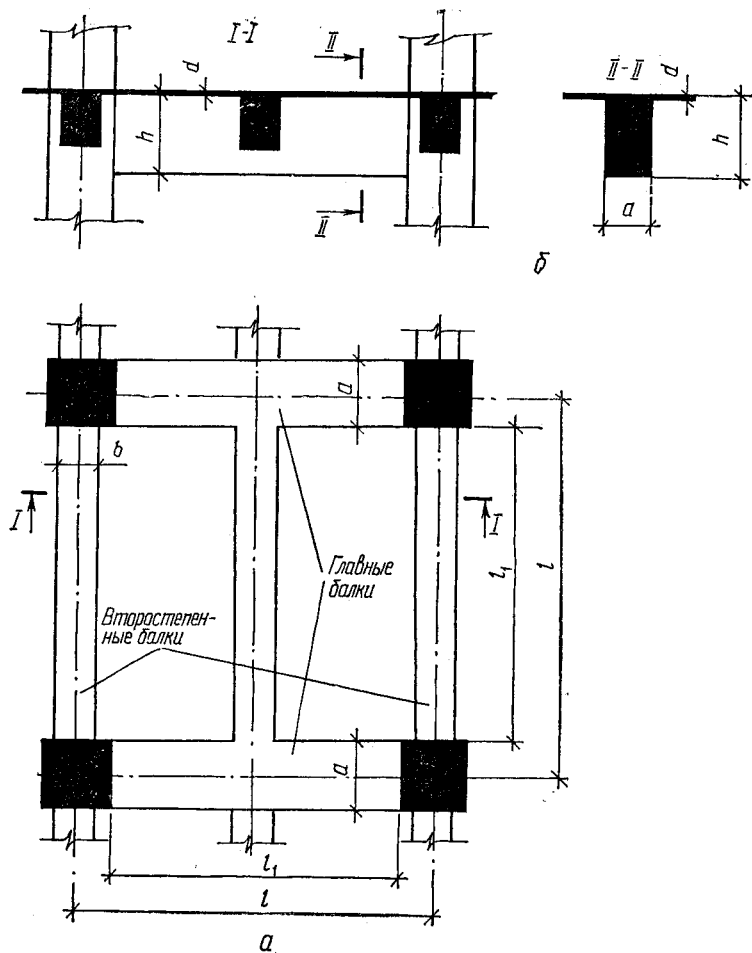
Фундаменты глубокого заложения чаще имеют многоступенчатую форму с примерно равными уступами в плане и по высоте каждой ступени (рис. 2.14, д). Объем такого фундамента можно рассчитывать по упрощенной формуле как объем усеченной четырехгранной пирамиды:

$$V_{г.з} = \frac{F+f}{2} h_n + 0,07 \left( \frac{P}{2} - h_n \right) h_n, \quad (2.45)$$

где  $F$  — площадь нижнего основания пирамиды, м<sup>2</sup>;  $f$  — площадь верхнего основания пирамиды, м<sup>2</sup>;  $h_n$  — высота пирамиды, м;  $P$  — периметр нижнего основания, м.

*Объемы колонн.* Железобетонные монолитные колонны могут быть квадратного, прямоугольного, круглого, многогранного и других сечений. Объемы колонн всех типов подсчитывают отдельно. Размеры колонн принимают по чертежам в соответствии с заданием на проектирование. Объем колонн вычисляют по их поперечному сечению, умноженному на высоту. При этом высота колонн принимается от верхнего обреза фундамента (подколонника) до низа плиты (при наличии ребристых перекрытий) или до низа капителей (взутов) — при безбалочных перекрытиях. При наличии консолей их объем включается в объем колонн.

*Объемы перекрытий и покрытий.* По конструктивным решениям монолитные железобетонные перекрытия и покрытия могут быть



**2.15.** Схема монолитного железобетонного ребристого перекрытия:  
*а* — план; *б* — разрез

следующих видов: отдельные балки и прогоны, выполняемые из монолитного железобетона с последующим настилом из деревянных щитов или сборных железобетонных плит; безбалочные железобетонные перекрытия; ребристые монолитные железобетонные перекрытия; железобетонные монолитные перекрытия по металлическим балкам.

Объем бетона в монолитных перекрытиях и покрытиях определяется отдельно по конструктивным элементам. Объем балок, ригелей и прогонов определяют по формуле

$$V_6 = Fln, \quad (2.46)$$

где  $F$  — поперечное сечение балки (ригеля, прогона),  $\text{м}^2$ ;  $l$  — длина балки,  $\text{м}$ ;  $n$  — количество балок, шт.

Определение объема железобетона в ребристых перекрытиях осуществляют в такой последовательности.

1. Подсчитывают объем бетона главных балок, размеры которых принимают: длину — по расстоянию между осями колонн за вычетом размера колонны по направлению продольной оси балки, т. е.  $l_1 = l - b$ ; ширину — по рабочим чертежам, а высоту — по размерам от низа балки до верха плиты (рис. 2.15):

$$V = ah(l - b), \quad (2.47)$$

где  $a$  — ширина балки, м;  $h$  — высота балки, м;  $l$  — расстояние между осями колонн, м;  $b$  — размер колонны на уровне балки по направлению продольной оси балки, м.

2. Определяют объем бетона второстепенных балок. Их размеры принимают: длину — по расстоянию между осями главных балок за вычетом ширины главной балки; ширина балки принимается в соответствии с заданием на проектирование; высота определяется расстоянием от низа балки до верха плиты.

3. Рассчитывают объем бетона в плите перекрытия (покрытия) посредством умножения ее площади на толщину. В площадь плиты не следует включать площадь горизонтальной проекции балок и колонн.

4. Суммируя объемы бетона в главных, второстепенных балках и плите перекрытия получают общий объем монолитного железобетонного перекрытия или покрытия.

При вычислении объемов монолитных железобетонных работ по возведению монолитных зданий или сооружений расчеты производятся аналогично по каждому конструктивному элементу, а затем суммированием определяют объемы бетона по каждому этажу, а также на весь объем здания или сооружения.

## 2.4. Каменные работы

Проектирование производства каменных работ следует начинать с изучения видов и характеристик конструктивных элементов каменных зданий и сооружений. При этом необходимо учитывать, что каменная кладка стен кирпичных зданий выполняется как комплексный процесс, в состав которого входят монтаж сборных конструкций, устройство и перестановка подмостей или лесов, подача на рабочее место кирпича и раствора. Объем работ по каменной кладке стен следует подсчитывать раздельно по наружным и внутренним стенам, перегородкам толщиной  $1/4$  и  $1/2$  кирпича, по материалу, толщине кладки стен прямиков и каналов.

По сложности кладка наружных стен различается по следующим видам: простая — с усложненными частями до 10 % площади стен; стены средней сложности — с усложненными частями до 20 % площади стен; особо сложные стены — с усложненными частями, занимающими более 40 % площади стен. К усложненным частям кладки относятся выполняемые из кирпича или различных керамических

блоков пилястры, карнизы, пояски, эркеры, лоджии, устройство ниш, обрамление проемов кирпичными элементами криволинейного очертания и т. п.

Объем кладки стен

$$V = (F - P) b, \quad (2.48)$$

где  $F$  — площадь стен,  $m^2$ ;  $P$  — площадь оконных и дверных проемов по наружному обводу коробок,  $m^2$ ;  $b$  — толщина стен,  $m$ .

Площадь стены равна развернутой длине стены, умноженной на ее высоту. Если ось стены симметрична по отношению к ее толщине, то периметр здания определяется в осях. При смещении оси стены по отношению к ее толщине периметр здания подсчитывается методом «отсечки», т. е. используя размер в свету. Высота стен определяется от обреза фундамента до верха карниза, а при его отсутствии — до верха последнего ряда кладки. К объему кладки, подсчитанному таким образом, следует добавлять объем архитектурных деталей: пилястр, карнизов, парапетов, поясов, лоджий, эркеров. В объем кладки включают также объем гнезд и борозд, оставленных для заделки концов балок, плит, панелей перекрытий, объем ниш отопления, вентиляционных и дымовых каналов. Не следует включать в объем кладки объем конструкций из материалов, отличающихся от материалов кладки (например, железобетонные перемычки, балки, сантехнические блоки).

При подсчете объемов работ объем мелких архитектурных деталей высотой до 25 см (сандрики, пояски) в объем кладки не включается. Объем кладки внутренних стен определяют по их размерам между внутренними гранями наружных стен.

Объем работ по устройству перегородок вычисляют по проектной площади за вычетом проемов по наружному обводу коробок. Высота перегородок определяется размером от перекрытия до потолка. Объем кладки при устройстве печей, дымовых труб исчисляют без вычета пустот и учета объема вертикальных и горизонтальных разделок. Объемы работ по установке и разборке наружных и внутренних лесов, предназначенных для каменной кладки стен, определяют по площади вертикальной проекции на фасад здания.

Объем раствора для кирпичной кладки зависит от толщины и сложности стен и перегородок. Для расчета объема раствора при устройстве кирпичных наружных и внутренних стен, а также различной толщины перегородок целесообразно пользоваться данными, приведенными в табл. 2.20.

В каждом каменном здании или сооружении, как правило, имеются различные архитектурные элементы, выполняемые из кирпича, стены могут иметь разную толщину по высоте здания. Поэтому в курсовом и дипломном проектировании при определении объемов каменных работ расчет целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2.21). После составления таблицы посредством суммирования определяют общий объем кирпичной кладки.

## 2.20. Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> кирпичной кладки без облицовки

Наименование работ	Единица	Кирпич глиняный или силикатный	Раствор, м <sup>3</sup>
Кладка простых наружных и внутренних стен из глиняного обыкновенного или силикатного полнотелого кирпича при толщине стен в кирпичах:			
1	1 м <sup>3</sup> кладки	400	0,221
1 1/2		395	0,234
2		394	0,24
2 1/2		392	0,245
То же, средней сложности при толщине стен в кирпичах:			
1 1/2	1 м <sup>3</sup> кладки	402	0,237
2		400	0,241
2 1/2		398	0,245
То же, сложных при толщине стен в кирпичах:			
1 1/2	1 м <sup>3</sup> кладки	406	0,237
2		403	0,242
2 1/2		400	0,245
Кладка стен прямых и каналов	1 м <sup>3</sup> кладки	398	0,24
Заполнение и облицовка каркасов и фахверков зданий и сооружений одинарным полнотелым кирпичом	1 м <sup>3</sup> кладки	400	0,24
Кладка перегородок кирпичных армированных толщиной 1/4 кирпича	100 м <sup>2</sup> перегородок	2700	0,768
То же, толщиной 1/2 кирпича	100 м <sup>2</sup> перегородок	5000	2,27

## 2.21. Определение объемов кирпичной кладки по ярусам и захваткам

Ось стены	Длина стены, м	Отметки, м		Высота стены, м	Формула подсчета площади стены	Площадь, м <sup>2</sup>			Толщина стены, м	Объем кладки, м <sup>3</sup>
		от	до			стены	просмов	стены за вычетом просмов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

## 2.5. Монтажные работы

При проектировании монтажных работ следует руководствоваться СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» и СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства». Объемы работ по монтажу сборных железобетонных и металлических конструкций определяют по рабочим чертежам проекта.

В курсовом и дипломном проектировании на основании выданного руководителем задания (схем, разрезов здания или сооружения) студент должен самостоятельно выбрать сборные конструкции, используя каталоги типовых конструктивных элементов, скомпоновать



здание в соответствии со схемой задания и определить марки, количество и массу конструктивных элементов.

При подсчете объемов монтажных работ следует учитывать как основные монтажные процессы, так и сопутствующие им вспомогательные работы (например, сварку стыков сборных элементов, заделку стыков, расшивку швов). Результаты расчета целесообразно представить в табличной форме (табл. 2.22, 2.23).

### 2.22. Подсчет объемов работ по монтажу конструкций промышленных зданий по монтажным участкам

Наименование элементов и процессов	Марка элемента	Единица	Количество, шт.	Масса, т	
				одного элемента	общая
1	2	3	4	5	6

### 2.23. Подсчет объемов работ по монтажу конструкций многоэтажных крупнопанельных зданий

Наименование элемента	Марка элемента	Количество элементов в секции		Количество секций на этаже, шт.		Общее количество элементов на дом	Масса, т		Площадь панели, м <sup>2</sup>
		торцевой	рядовой	торцевых	рядовых		одного элемента	всех элементов на дом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Объемы работ определяют в единицах, принятых в ЕНиР. Так, количество фундаментов определяют в штуках с градацией по массе, т: 1,5; 2,50; 3,50; 5,00; 7,50; 10,00 (ЕНиР Е4-1-1); колонны — с градацией 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15 и 20; стеновые панели — с градацией по площади, м<sup>2</sup>: 5; 10; 15; 25 (наружные панели каркасных зданий) и 6; 15; 20; 30 (наружные и внутренние стеновые панели бескаркасных зданий).

Объем работ по заделке швов бетоном между плитами перекрытий и покрытий определяют в метрах шва. Количество швов с достаточной степенью точности можно определить по формуле

$$L_{ш} = \sum PN/2, \quad (2.49)$$

где  $P$  — периметр одной плиты, м;  $N$  — количество плит данного типа, шт.

Для определения объемов работ по электросварке стыков длина шва принимается в зависимости от типа здания и вида соединяемых конструктивных элементов. Обычно длину швов подсчитывают по рабочим чертежам. Для определения длины швов при сварке железобетонных конструкций в курсовом и дипломном проектировании можно использовать данные, приведенные в табл. 2.24.

При определении объемов монтажных работ в ведомость объемов следует включать все конструктивные элементы здания по их типам

## 2.24. Длина швов при сварке сборных железобетонных конструкций зданий

Наименование конструкций	Единица	Длина шва, м
<i>Одноэтажные промышленные здания</i>		
Фундаментальная балка для шага 6 м	На один элемент	1
Подкрановая балка для шага, м:		
6	На один элемент	2,2
12	На один элемент	2,6
Стропильная балка пролетом, м:		
12	На один элемент	0,72
18	На один элемент	1,02
Подстропильная балка для шага 12 м	На один элемент	0,8
Подстропильная ферма для шага 12 м	На один элемент	1
Ферма покрытия пролетом, м:		
18	На один элемент	1
24	На один элемент	1,2
Стеновая панель для шага, м:		
6	На один элемент	0,64
12	На один элемент	1
Панель покрытия для шага, м:		
6	На один элемент	0,3
12	На один элемент	0,45
Крестовые связи для шага, м:		
6	На одну связь	3,2
12	На одну связь	3,6
Связевые фермы для шага, м:		
6	На одну ферму	1
12	На одну ферму	1,2
Фонарь пролетом для шага, м:		
6	На одну раму	1,8
12	На одну раму	3
Бортовой элемент фонаря для шага 0,8 м	На один элемент	0,6
<i>Многоэтажные промышленные здания</i>		
Ригель к колонне	На один элемент	1,2
Стык двух колонн	На один стык	1,5
Панель перекрытия к ригелю	На один элемент	0,6
<i>Гражданские здания</i>		
Стеновая панель, м:		
3	На один элемент	1,5
6	На один элемент	2,2
Панельные перегородки	На один элемент	1,2
Плиты перекрытий	На один элемент	0,6
Лестничные марши	На один элемент	0,5
Лестничные площадки	На один элемент	0,4
Санитарно-технические кабины	На один элемент	0,8
Шахты лифтов	На один элемент	1,2

и весовым характеристикам с учетом вспомогательных процессов. Ниже дана номенклатура основных процессов и операций, по которым необходимо определять объемы работ.

*Монтаж каркасов одноэтажных промышленных зданий:* раскладка конструкций перед монтажом; монтаж фундаментов; установка

колонн; укрупнительная сборка конструкций перед монтажом (ферм и рам фонаря); бетонирование стыков колонн в стаканах фундаментов; установка: подкрановых балок; подстропильных балок или ферм стропильных ферм или балок покрытия; плит покрытия; электродуговая сварка: стыков подстропильных балок или ферм и балок покрытия с колоннами, стыков плит покрытия с фермами; стыков подкрановых балок с колоннами; бетонирование стыков колонн с подстропильными балками или фермами с установкой и разборкой опалубки; бетонирование стыков колонн с подкрановыми балками; заливка швов панелей перекрытий и покрытий; установка стеновых панелей; расшивка и конопатка стеновых панелей.

*Монтаж каркаса многоэтажного здания:* монтаж фундаментов, установка колонн; укладка ригелей; монтаж плит перекрытия и покрытия, установка стальных связей; установка лестничных площадок и маршей; установка наружных стеновых панелей; электросварка монтажных стыков; замоноличивание монтажных стыков; заливка швов плит; подъемно-транспортные операции.

*Монтаж конструкций крупнопанельных зданий:* монтаж фундаментных блоков под стены подвальных помещений; монтаж стеновых блоков подвальных помещений; установка цокольных панелей; монтаж панелей наружных и внутренних стен, перегородок; заливка швов панелей наружных и внутренних стен; герметизация и расшивка наружных швов; электросварка монтажных стыков; монтаж санитарно-технических панелей; монтаж стеновых лестничных панелей; заливка швов панелей стен лестничных клеток; монтаж плит перекрытий; заливка швов плит перекрытий и покрытий; монтаж лестничных маршей и площадок; монтаж балконных плит; монтаж блоков карниза; герметизация и расшивка наружных швов; разгрузка и раскладка конструкций и другие подъемно-транспортные операции.

Номенклатура монтажных работ может меняться в зависимости от архитектурно-конструктивных особенностей проектируемого здания.

## **2.6. Отделочные работы**

К отделочным работам относятся: остекление, облицовка поверхностей природными и искусственными камнями, а также деревянными, пластмассовыми и другими изделиями; оштукатуривание поверхностей, устройство полов; установка столярных изделий и деталей; отделка поверхностей малярными составами.

Остекление оконных, дверных переплетов и перегородок выполняются до начала отделочных и внутренних работ. Заготовка стекол производится централизованно на основании карт раскроя. На строительную площадку стекло поступает нарезанным по размерам согласно заказным спецификациям в зависимости от типа здания, номенклатуры и размеров оконных и дверных проемов.

*Объемы стекольных работ* определяют по виду применяемого стекла (листовое, цветное, матовое, узорчатое или армированное). Объем работ измеряется в квадратных метрах и зависит от внутренних

размеров фальцев столярных изделий с учетом того, что между кромкой стекла и бортом фальца должен быть оставлен зазор 2 мм.

*Объем облицовочных работ* подсчитывают раздельно по породе камней, способу их обработки, материалу облицовываемой поверхности. Площадь облицовки внутренних поверхностей искусственными плитками вычисляют по фактической площади без учета ее рельефа, а при облицовке искусственным мрамором или природным камнем — по развернутой поверхности облицовки.

*Объемы работ по оштукатуриванию поверхностей* устанавливают раздельно для простой, улучшенной и высококачественной штукатурки. Площадь штукатурки стен, перегородок и простенков подсчитывают за вычетом площади проемов по наружному обводу коробок и площади, занимаемой наличниками. При этом площадь перегородок и внутренних стен увеличивается в два раза, так как они оштукатуриваются с обеих сторон.

Высота стен измеряется от пола до потолка. Площадь оштукатуривания потолка исчисляют по площади между внутренними гранями стен и перегородок. Перегородки из гипсовых и шлакобетонных плит не штукатурят, а обрабатывают беспесчаной накрывкой, затиркой или шпаклевкой. Такие процессы не входят в состав штукатурных работ. Объем работ по оштукатуриванию оконных и дверных откосов внутри здания исчисляют по их площади, а лестничных маршей и площадок — по площади их горизонтальной проекции поэтажно. При выполнении оштукатуривания фасадов и зданий с высотой этажа более 5 м следует также отдельно вычислять объемы работ по устройству лесов, площадь которых определяют проекцией на вертикальную стенку. При наличии в здании лепных работ их объем определяют отдельно по проектным данным.

*Объем работ по устройству полов* подсчитывают отдельно по каждому их виду. Площадь полов определяют по размерам между отделочными слоями ограждающих конструкций, суммируя площади порогов и полов в нишах. Объем подстилающего слоя (подготовки) под полы и чистых полов исчисляют за вычетом мест, занимаемых печами, колоннами, перегородками и другими, выступающими над полами конструкциями.

*Объем малярных работ.* По качеству малярные работы делят на три вида: простую, улучшенную и высококачественную окраски. Малярные составы бывают водными, масляными и синтетическими. Подсчет объемов работ выполняют отдельно по каждому виду окраски. При окраске фасадов известковыми, силикатными и цементными составами объем работ определяют с учетом площади фасадных стен в плане без вычета площади проемов, если площадь проемов менее 50 % общей площади поверхности. Если площадь проемов превышает 50 % общей площади, тогда объем окрашиваемой поверхности определяют за вычетом проемов.

В объем работ не включают оконные и дверные откосы, развернутые поверхности архитектурных деталей. При окраске внутренних поверхностей водными составами объемы вычисляют без вычета про-

емов и боковых сторон ниш. Площадь столбов и боковых сторон пилястр следует определять дополнительно и включать в объемы малярных работ. Площадь окраски кесонных потолков и ребристых перекрытий, а также потолков с различными лепными изделиями определяют по площади горизонтальной проекции с применением коэффициентов: для ребристых потолков — 1,6; для кесонных — 1,75; для потолков, насыщенных лепкой, — 1,1—1,2.

При окраске поверхностей масляными и синтетическими составами объемы работ подсчитывают по площади фактически окрашиваемой поверхности. Площадь окраски отопительных приборов принимается равной площади их поверхности нагрева (табл. 2.25), а площадь окраски 1 м стальных и чугунных труб определяют, пользуясь нормативами (табл. 2.26).

## 2.25. Площадь поверхности нагрева отопительных приборов

Наименование прибора	Единица	Площадь нагрева, м <sup>2</sup>
<b>Радиаторы:</b>		
Минск-110	Секция	0,285
Минск-132	Секция	0,25
Минск-140	Секция	0,254
Минск-150	Секция	0,25
Н-136	Секция	0,285
Н-150	Секция	0,3
ЛОР-150	Секция	0,13
ЛОР-300	Секция	0,13
Польза-9	Секция	0,25
Польза-6	Секция	0,46
М-90	Секция	0,2
М-140-АО	Секция	0,299
РШ-4	Секция	0,25
<b>Ребристые трубы длиной, м:</b>		
1	шт.	2
1,5	шт.	3
2	шт.	4
Тепловая панель	Блок	0,5
<b>Стальные штампованные панели:</b>		
МЗ-500-1	шт.	0,64
МЗ-500-4	шт.	1,6
МЗ-350-1	шт.	0,425
МЗ-350-1	шт.	1,062

## 2.26. Площадь окраски 1 м труб

Показатель	Трубы											
	Стальные						Чугунные					
Диаметр труб, мм	15	20	25	32	40	50	50	75	100	125	150	
Площадь окраски, м <sup>2</sup>	0,11	0,13	0,16	0,18	0,21	0,25	0,28	0,37	0,48	0,59	0,72	

## **2.7. Особенности определения объемов строительно-монтажных работ при проектировании реконструкции объектов**

Реконструкция зданий и сооружений является специфичной областью строительного производства и требует особого подхода к проектированию технологии и организации строительно-монтажных работ. При реконструкции объектов значительно усложняется по сравнению с новым строительством структура СМР, более сложными становятся организационно-технологические взаимосвязи всех строительных процессов и операций. В условиях реконструкции возникает необходимость выполнять ряд специфичных работ, отсутствующих при новом строительстве, таких как разборка и разрушение конструкций, снос и передвижка зданий, усиление отдельных или всех конструктивных элементов, их замена, устройство фундаментов и других конструкций вблизи действующих цехов, усиление и прокладка инженерных коммуникаций под эксплуатируемыми дорогами и зданиями, устройство навесов и экранов для защиты от пыли действующего оборудования и другие.

Кроме этого, на выполнение строительно-монтажных работ накладываются ограничения, связанные с производственной деятельностью реконструируемого объекта, стесненностью зоны производства работ, невозможностью применения традиционных методов выполнения строительных процессов и средств их механизации (взрывания, забивки и вибропогружения свай и шпунтов, уплотнения грунтов вибрационными методами, выполнения сварочных работ), ограничения зоны транспортирования, укрупнительной сборки и размещения строительных конструкций и материалов.

Реконструкция объектов может осуществляться без остановки действующего производства, с частичной остановкой (переходом на уменьшенное число смен работы) и с полной остановкой производства. Во всех случаях, когда это возможно, проектируют выполнение конструктивных работ без остановки основного производственного процесса. Выбор того или иного варианта проведения реконструкции зависит от характера технологии реконструируемого производства, структуры и содержания предусматриваемых строительно-монтажных работ. Все эти особенности необходимо учитывать при определении объемов СМР и проектировании технологии их выполнения.

При проектировании реконструкции производственного предприятия объемы работ определяют на основании материалов предпроектного обследования объекта, в которых содержатся данные о техническом состоянии конструкций здания, его оборудования и приводятся рекомендации о характере реконструкции, составе работ, возможность использования существующих конструкций для целей реконструкции путем их усиления, замены или ремонта (табл. 2.27).

На основании технического заключения по техническому состоянию конструкций определяется перечень материалов и конструктивных элементов от разборки зданий и сооружений, которые будут использо-

## 2.27. Ведомость технологического состояния конструкций здания (сооружения)

Наименование цеха (здания, сооружения, конструкции), размеры и характеристики	Единица	Количество, шт.	Стоимость, тыс. руб.	Год установки	Техническое состояние, заключение об использовании
1	2	3	4	5	6

ваны при реконструкции данного цеха (здания) или для строительства зданий другого назначения.

В курсовом и дипломном проектировании исходные данные задаются руководителем проекта. Студенту прежде всего следует определить структуру реконструктивных работ и перечень необходимых строительных операций. Так, при выполнении работ по усилению железобетонных колонн посредством устройства железобетонной замкнутой обоймы по всей высоте конструкции необходимо выполнить такие процессы: разработку грунта для вскрытия нижней части колонны, монтаж стоек подмостей, устройство рабочего и защитного настилов подмостей, разрушение ослабленного слоя бетона колонны, монтаж дополнительных арматурных сеток, сварку запроектированной арматурной сетки с существующей арматурой, монтаж жесткой арматуры, установку щитов опалубки, бетонирование колонны, разборку опалубки, антикоррозийную защиту уголков обоймы, разборку подмостей, прием бетонной смеси из кузова автомобиля.

При демонтаже плит покрытия необходимо выполнить следующие процессы: разрушение монолитных стыков с помощью отбойных молотков (при покрытии из металлических листов операция по разрушению стыков заменяется операцией по резке покрытия картами определенного размера); просверливание отверстий в плитах для установки захватов; срезку закладных деталей; подъем и перемещение плит с погрузкой в транспортные средства. Методы определения объемов реконструктивных работ аналогичны новому строительству.

При проектировании реконструкции здания, предусматривающей остановку основного производства, составляется ведомость объемов работ отдельно для подготовительного (доостановочного) и основного периодов (в период остановки производства). Так, до начала остановки производства для последующего выполнения демонтажных (монтажных) работ в подготовительный период выполняют такие работы: устройство защитных настилов над техническим оборудованием; замену воздушных линий электропередач подземными кабелями; устройство при необходимости ограждений, отделяющих монтажную зону от действующего производства; устройство монтажных проемов и проездов в реконструируемом здании; устройство переездов (настилов) через транспортные пути предприятия. Конструкции всех временных ограждений, покрытий и защитных экранов, отделяющие монтажную зону от действующего производства, следует принимать сборно-разборными при возможности индустриального изготовления.

## **ГЛАВА 3**

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, КОМПЛЕКТОВ МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

### **3.1. Методика выбора оптимальной технологии производства строительного-монтажных работ**

При производстве строительного-монтажных работ применяют различные технологии, каждая из которых при выполнении работ в заданные сроки и максимальной их механизации на основе высокопроизводительной техники и прогрессивных методов труда должна обеспечивать требуемые технико-экономические показатели по стоимости и трудоемкости.

Любой строительный процесс может быть выполнен одним из многих известных способов, различаемых по степени механизации и автоматизации работ. Как правило, простой строительный процесс осуществляется отдельными машинами, а сложный — комплектами машин. Комплексная механизация предусматривает выполнение основных и вспомогательных процессов с помощью комплектов машин, увязанных между собой по технологическому назначению, производительности, эксплуатационным параметрам и обеспечивающих заданные темпы и сроки выполнения работ. Отдельные машины комплекта работают как единая система, последовательно выполняя операции, т. е. непрерывным потоком.

В комплекте имеются одна или несколько ведущих машин, осуществляющих основной процесс (например, разработку грунта, подачу и укладку бетонной смеси, монтаж конструкций), и вспомогательные машины, выполняющие дополнительные операции (предварительное разрыхление, транспортирование, разравнивание и уплотнение грунта, доставку конструкций и бетонной смеси). В комплект могут быть включены также средства малой механизации, такие как вибраторы, сварочные машины, компрессоры и другие. В отдельных случаях совокупность основных и вспомогательных процессов можно механизировать одной машиной, например скрепером, производящим выемку, транспортирование, укладку и частичное уплотнение грунта. Ведущая машина определяет производительность комплекта и, в известной мере, его состав и организацию работ. Основные параметры принятых машин — вместимость ковша, грузоподъемность автосамосвала и др. — увязывают так, чтобы наиболее полно использовать все машины, и прежде всего ведущую.

Состав комплекта машин зависит от конструктивных и объемно-планировочных решений объекта, объема работ, характеристик выполняемых процессов, заданных сроков, а также условий производства работ, к которым относятся следующие: дальность перемещения грунтов, глубина подачи, скорость подъема и опускания грузов, возможность совместной работы нескольких машин, стесненность площадки, время года и пр.



При подборе машин для комплекта исходят из эффективности их использования на определенном виде работ. Следует отдавать предпочтение машинам с гидравлическим приводом, сменным рабочим оборудованием в виде различных ковшей, захватов, рыхлителей (например у экскаваторов), а также машинам с автоматическим управлением рабочими процессами (многоковшовым экскаваторам со следящими системами, которые обеспечивают устойчивую работу привода и обработку поверхности дна траншеи с допуском  $\pm 25$  мм). На бульдозерах, оборудованных системами «Автоплан», и скреперах с системами «Стабилоплан» при работе двигателя на оптимальном режиме регулируются толщина и профиль срезаемой стружки. Краны, оснащенные автопилотами, позволяяют безопасно и с большой точностью подавать к месту монтажа конструкции и оборудование с большой массой и крупными габаритами.

Для обеспечения непрерывности работы машин в комплекте и эффективного использования ведущих машин производительность вспомогательных звеньев должна быть равна или несколько выше (на 10—15%) эксплуатационной производительности ведущего звена

$$P_{э.о} N_0 \leq P_{э.в1} N_{в1} \leq P_{э.в2} N_{в2} \leq \dots \leq P_{э.вn} N_{вn}, \quad (3.1)$$

где  $P_{э.о}$ ,  $P_{э.в1}$ ,  $P_{э.в2}$ ,  $P_{э.вn}$  — эксплуатационная производительность основной (ведущей) машины и вспомогательных машин, работающих последовательно;  $N_0$ ,  $N_{в1}$ ,  $N_{в2}$ ,  $N_{вn}$  — соответственно количество машин.

В зависимости от конкретных условий число ведущих и вспомогательных машин бывает разным, некоторые звенья могут отсутствовать; кроме того, ведущие машины могут быть расположены в начале, середине или в конце механизированного потока.

Полная синхронизация работы машин в потоке возможна при условии уравнивания производительности отдельных звеньев

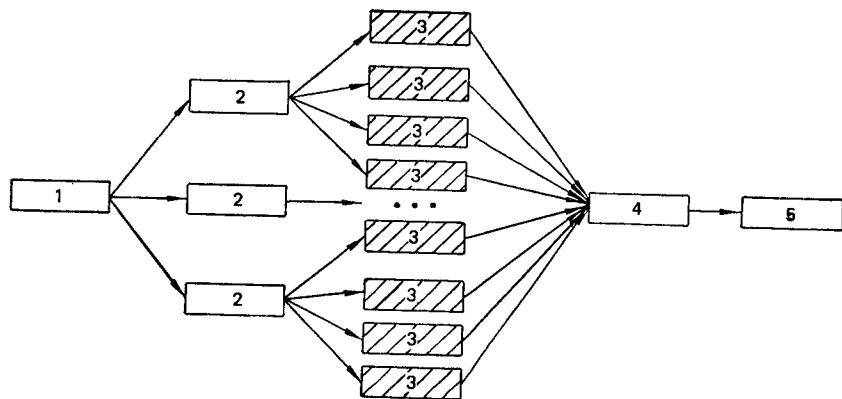
$$J = P_1 N_1 K_1 \alpha_1 = P_2 N_2 K_2 \alpha_2 = \dots = P_n N_n K_n \alpha_n. \quad (3.2)$$

Тогда состав любого звена механизированной цепи можно определить по формуле

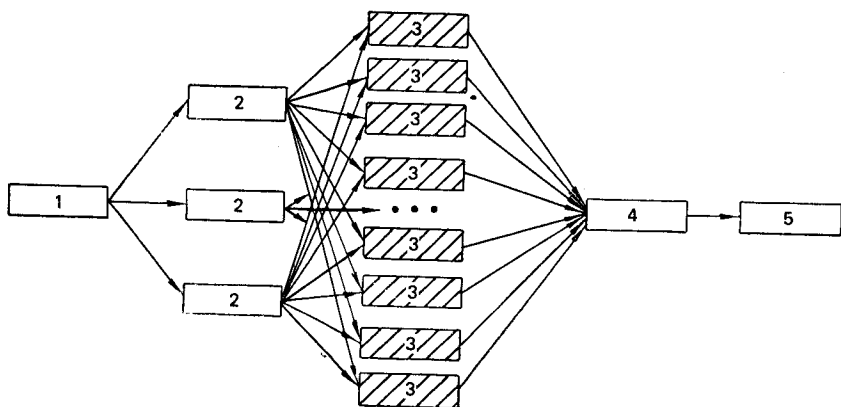
$$N_i = J / (P_i K_i \alpha_i), \quad (3.3)$$

где  $J$  — мощность потока;  $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$  — эксплуатационная производительность отдельных машин;  $N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_n$  — количество машин в звеньях, шт.;  $K_1, K_2, \dots, K_i, \dots, K_n$  — коэффициент загрузки звеньев (для ведущего звена  $K_i = 1$ , для остальных  $K_i \leq 1$ );  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_n$  — коэффициент, показывающий, какой объем работ выполняет каждое звено по отношению к объему работ первого звена, или  $\alpha_i = p_1/p_i$  — отношение объема работ первого звена к объему работ, выполняемых  $i$ -м звеном.

При условии минимизации продолжительности выполнения комплексного процесса строительства работы следует выполнять с предельно экономически обоснованным насыщением объекта машинами, работающими в две-три смены. Для этого количественное соотношение

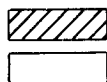


а



б

Машины:



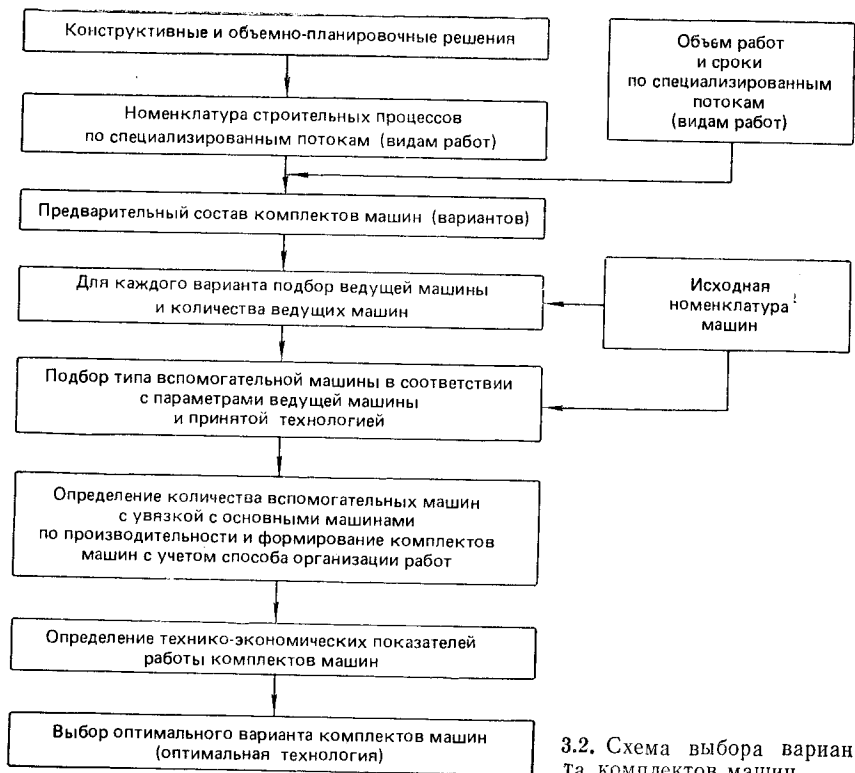
ведущие

вспомогательные

### 3.1. Принципиальная схема комплектов самоходных скреперов:

а — вспомогательные машины обслуживают несколько звеньев скреперов; б — то же, но колонну скреперов; 1 — рыхлитель; 2 — трактор-толкач; 3 — самоходный скрепер; 4 — бульдозер; 5 — каток

между основными и вспомогательными машинами (экскаваторами и автосамосвалами, скреперами и тракторами-толкачами, башенными кранами и тягачами с панелевозами), исходя из необходимости рационального их использования, рассчитывают математическими методами, в частности, по теории массового обслуживания. Эти методы позволяют подобрать для комплекта оптимальный состав машин, каждой из которых будет обеспечена полная загрузка. Так, при производстве земляных работ самоходными скреперами возможны два варианта схемы комплектования машин, где ведущие машины находятся в середине механизированной цепи (рис. 3.1). Рыхлитель, каток, бульдозер обслуживают несколько звеньев скреперов, а каждый трактор-толкач одно звено (рис. 3.1, а) или же колонну скреперов (рис. 3.1, б). При



3.2. Схема выбора варианта комплектов машин

обслуживании тракторами-толкачами нескольких звеньев каждый скрепер при загрузке подъезжает к свободному от работы трактору-толкачу. При этом простои скреперов и тракторов-толкачей при возможных сбоях минимальны, что обеспечивает заданный ритм работы всех машин в потоке.

Выбранный способ производства работ влияет на их технологию, что также следует учитывать. Например, при разработке небольших котлованов для двух- или трехсекционных жилых домов экскаватором, оборудованным прямой лопатой, к копанью траншей (бетонным или монтажным работам) приступают лишь после окончания работы экскаватора и прекращения движения транспортных средств по дну котлована. В случае разработки котлована экскаватором с обратной лопатой и подачи транспортных средств поверху копать траншеи для фундаментов или производить другие работы можно сразу же после проходки экскаватора, вне радиуса его действия.

При выборе технологии (рис. 3.2) сравнивают несколько вариантов: при расчете вручную — 2—3 варианта, с помощью ЭВМ —  $n$  вариантов. Причем в большинстве случаев имеем возможность выбрать наилучший вариант, а в некоторых — оптимальный при использовании прикладного математического аппарата (например, методов линейного программирования или теории массового обслуживания).

### 3.2. Распределение земляных масс при планировке площадки

При выборе комплектов машин по разработке и перемещению грунта необходимо знать дальность его перемещения. При устройстве котлована дальность возки грунта, как правило, задается, а при планировке площадки с нулевым балансом расстояние перемещения грунта следует определять. В этом случае решается задача распределения земляных масс, которая сводится к нахождению объемов, направлений и расстояний перемещения земляных масс. Она может быть решена аналитически, графоаналитически (методом Кутынова), а также с применением линейного программирования.

Оптимальный результат при распределении земляных масс дает метод линейного программирования.

**Аналитический метод распределения земляных масс.** Определяют координаты центров тяжести компенсирующих друг друга выемок и насыпей

$$x_{\text{в}} = \frac{\sum V'_{\text{в}} x'_{\text{в}}}{\sum V'_{\text{в}}}; \quad (3.4)$$

$$x_{\text{н}} = \frac{\sum V'_{\text{н}} x'_{\text{н}}}{\sum V'_{\text{н}}}; \quad (3.5)$$

$$y_{\text{в}} = \frac{\sum V'_{\text{в}} y'_{\text{в}}}{\sum V'_{\text{в}}}; \quad (3.6)$$

$$y_{\text{н}} = \frac{\sum V'_{\text{н}} y'_{\text{н}}}{\sum V'_{\text{н}}}, \quad (3.7)$$

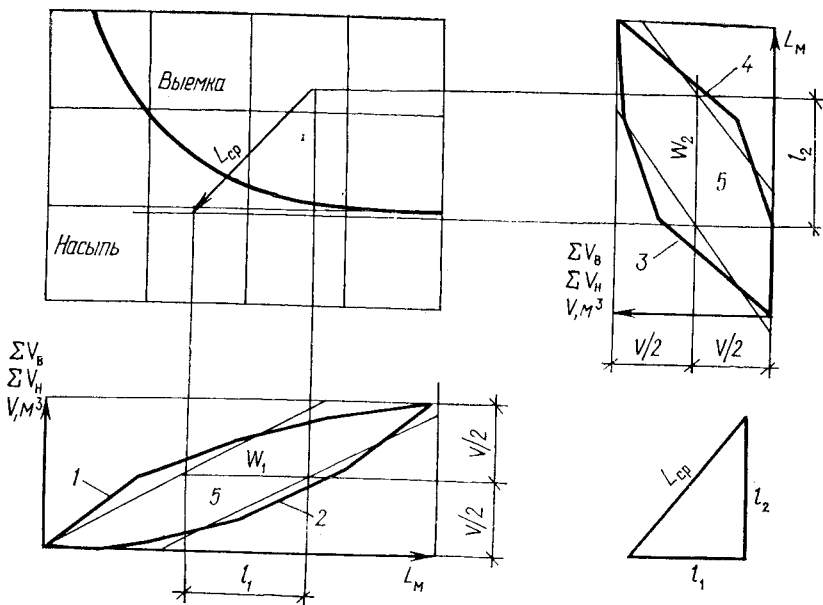
где  $x_{\text{в}}$ ,  $y_{\text{в}}$  — координаты центра тяжести участка выемки, м;  $x_{\text{н}}$ ,  $y_{\text{н}}$  — координаты центра тяжести участка насыпи, м;  $V'_{\text{в}}$ ,  $V'_{\text{н}}$  — объемы грунта в пределах простейших фигур, м<sup>3</sup>;  $x'_{\text{в}}$ ,  $y'_{\text{в}}$ ,  $x'_{\text{н}}$ ,  $y'_{\text{н}}$  — координаты центра тяжести простейших фигур, м.

За оси координат принимают две стороны площадки. Расстояние между центрами тяжести, м,

$$L = \sqrt{(x_{\text{в}} - x_{\text{н}})^2 + (y_{\text{в}} - y_{\text{н}})^2}. \quad (3.8)$$

**Графоаналитический способ распределения земляных масс.** По нарастающим итогам вертикальных колонок квадратов, отдельно для насыпи и выемки, строят кривые объемов. Ординаты верхних точек кривых дают суммарные объемы насыпей и выемок. Точки пересечения кривых объемов определяют положения прямых на плане, разделяющих площадку на участки, в пределах которых объемы насыпей и выемок равны.

Для определения среднего расстояния перемещения графоаналитическим методом используют кривые объемов насыпи и выемки, построенные по итогам вертикальных и горизонтальных колонок квадратов (рис. 3.3).



### 3.3. Распределение земляных масс графоаналитическим способом:

1, 2 — кривые объемов насыпей и выемок по нарастающим итогам вертикальных рядов квадратов; 3, 4 — то же, по нарастающим итогам горизонтальных рядов квадратов; 5 — параллелограммы, равновеликие фигурам, заключенным между кривыми объемов выемок и насыпей

Площади фигур между кривыми объемов  $W_1$  и  $W_2$  представляют собой произведение объемов грунта на проекции среднего расстояния перевозок  $l_1$  и  $l_2$ :

$$W_1 = V l_1; \quad (3.9)$$

$$W_2 = V l_2. \quad (3.10)$$

Откуда

$$l_1 = W_1 / V; \quad (3.11)$$

$$l_2 = W_2 / V. \quad (3.12)$$

Среднее расстояние перемещения равно длине гипотенузы прямоугольного треугольника, имеющего катеты, равные  $l_1$  и  $l_2$ .

Для упрощения вычисления площадей  $W_1$  и  $W_2$  можно построить равновеликие фигуры по разностям нарастающих объемов выемок и насыпей — кривые Брюкнера. Решение задачи распределения земляных масс графоаналитическим методом не дает точного направления перемещения и центров тяжести, но в общих случаях применимо.

### **3.3. Выбор способа производства работ и комплектов землеройно-транспортных и землеройных машин**

Характерны два вида земляных работ: вертикальная планировка площадки и устройство выемки.

**Вертикальная планировка площадки** начинается с подготовительных работ: очистки территории от кустарника, деревьев, валунов; устройства дорог; осушения территории и отвода поверхностных вод, разбивки площадки. К основным работам относятся: рыхление, разработка выемок и транспортирование грунта; разгрузка и разравнивание грунта на участках насыпи; уплотнение грунта; окончательная планировка.

Земляные работы должны быть комплексно механизированы и выполняться поточным методом. Наиболее эффективно это осуществляют землеройно-транспортные машины — бульдозеры и скреперы. В отдельных случаях при значительных рабочих отметках выемки (3 м и более) и дальности возки грунта более 0,5 км применяют экскаваторы в комплекте с автотранспортом. При наличии легко размываемых грунтов, мощных водных источников и дешевой электроэнергии используют гидромеханический способ производства работ.

При подборе комплектов машин следует отдавать предпочтение машинам с автоматическими стабилизирующими устройствами, позволяющими работать в оптимальном режиме, при этом также следует учитывать область их эффективного использования, а при проектировании процесса разработки грунта исходить из прогрессивной технологии производства работ. Например, при бульдозерных работах используют естественный уклон местности или создают искусственный уклон, выполняют разработку грунта траншейным способом, при разработке легких грунтов устанавливают на торцах отвала открьлки (уширители), при значительных объемах (4 тыс. м<sup>3</sup> и более) разработку ведут совместно двумя-тремя бульдозерами.

При скреперных работах для увеличения наполнения ковша  $K_n$  и сокращения продолжительности загрузки рекомендуется использовать трактор-толкач.

Тяжелые грунты, а также грунты с примесью подлежат предварительному разрыхлению, необходимость которого зависит в каждом конкретном случае от местных условий (плотности грунта, мощности машин).

Следовательно, задача сводится к выбору ведущей и вспомогательных машин, увязки их по основным параметрам (производительности, срокам) в общем потоке механизированной цепи.

Для разработки одного и того же участка по условиям производства работ можно применять различные комплекты машин, поэтому окончательный выбор комплекта осуществляется сравнением технико-экономических показателей по каждому варианту: приведенных удельных затрат на 1 м<sup>3</sup> земляных работ, трудоемкости разработки 1 м<sup>3</sup> грунта и продолжительности выполнения работ.

Разработка грунта бульдозерами. Исходя из объемно-планировочных решений, параметров земляного сооружения, темпа производства работ подбирают марку ведущей машины-бульдозера (табл. 3.1).

### 3.1. Область применения бульдозеров и скреперов

Дальность перемещения грунта $L_{п}$ , м	Варианты применения машин по типам	Примечания
$\leq 40$	Бульдозеры (см. прил. 5)	Базовые тракторы ДТ-54 ... ДЭТ-250 Т-80 ... ДЭТ-250 Т-140 ... ДЭТ-250 ДЭТ-250
$\leq 60$		
$\leq 100$		
$\leq 120$		
$\leq 40$	Прицепные скреперы (см. прил. 6)	Вместимость ковша $q$ , м <sup>3</sup> 2,75—15 6—15 10—15
$\geq 60$		
$\geq 100$		
$\geq 100$		

Эксплуатационная производительность бульдозера, м<sup>3</sup>/смену,

$$P_9 = 3600 cVK_c K_{укл} K_v/t_{ц}, \quad (3.13)$$

где  $c = 8,2$  — длительность смены, ч;  $V$  — объем грунта в плотном теле, срезанного отвалом, м<sup>3</sup>;  $K_c$  — коэффициент сохранения грунта во время его транспортирования;  $K_{укл}$  — коэффициент уклона;  $K_v$  — коэффициент использования по времени;  $t_{ц}$  — продолжительность цикла, с.

Объем грунта в плотном теле, срезанного отвалом, м<sup>3</sup>,

$$V \approx \frac{aH^2}{2tg\phi K_p}, \quad (3.14)$$

где  $a$  — длина отвала, м;  $H$  — высота отвала, м;  $\phi$  — угол естественного откоса грунта (табл. 3.2);  $K_p$  — коэффициент разрыхления грунта.

Коэффициент сохранения грунта во время транспортирования

$$K_c = 1 - 0,005 L_{п}, \quad (3.15)$$

где  $L_{п}$  — дальность перемещения грунта, м.

Значение коэффициента уклона  $K_{укл}$  для бульдозера:

Уклоны	$K_{укл}$
При спуске:	
0	1
0,1	1,8
0,2	2,5
При подъеме 0,1	0,6

### 3.2. Угол естественного откоса грунта $\varphi$

Тип грунта	Влажность грунта		
	Сухой	Влажный	Мокрый
	Угол откоса, град		
Гравий	40	40	35
Галька	35	45	25
Песок:			
крупный	30	32	27
средний	28	35	25
мелкий	25	30	20
Глина:			
жирная	45	35	15
легкая	50	40	30
Суглинок	40	30	20
Растительный	40	35	25
Насыпной	35	45	27

Длительность цикла, с,

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{п}} + t_{\text{об}} + t_{\text{пов}}, \quad (3.16)$$

где  $t_{\text{пов}} = 10 - 12$  с (при работе бульдозера челночным способом без поворота  $t_{\text{пов}} = 0$ );  $t_{\text{р}}$ ,  $t_{\text{п}}$ ,  $t_{\text{об}}$  определяют по формуле

$$t_{\text{р(п.об)}} = 3,6 L K_{\text{y}} / v, \quad (3.17)$$

где  $L$  — длина пути соответственно резания, перемещения и обратного хода;  $K_{\text{y}}$  — коэффициент, учитывающий ускорение, замедление, переключение передач (табл. 3.3);  $v$  — скорость движения, км/ч (резание и перемещение ведутся на первой передаче, возврат порожняком — на третьей и четвертой передачах или задним ходом (табл. 3.4)).

3.3. Значения коэффициента ускорения, замедления и переключения передач  $K_{\text{y}}$  для прицепных скреперов и бульдозеров

Дальность перемещения грунта, м	III передача		IV передача	
	груженный ход	порожний ход	груженный ход	порожний ход
100	1,2	1,2	1,6	1,4
200	1,2	1,1	1,3	1,2
300	1,1	1,1	1,2	1,2
400	1,1	1,05	1,2	1,1
500	1,05	1,04	1,1	1,1
600	1,04	1,04	1,1	1,1
700	1,04	1,03	1,1	1,1
800	1,03	1,03	1,1	1,1
900	1,03	1,02	1,1	1,1
1000	1,02	1,01	1,1	1,05

Примечание. При движении на I и II передачах и задним ходом  $K_{\text{y}} = 1$ .



### 3.4. Скорость движения тракторов, км/ч

Передача	Марка трактора					
	ДТ-54	С-80	Т-100	Т-130, Т-140	Т-180	ДЭТ-250
I	3,59	2,25	2,36	2,54	2,86	2,6
II	4,69	3,6	3,5	3,74	5,06	3,85
III	5,43	5,14	4,13	5,56	6,9	5,7
IV	6,28	7,4	5,34	8,85	9,46	9,1
V	7,93	9,65	10,12	12,2	13,09	17,6
Задний ход	2,4	2,6—8,7	2,7—7,6	2,2—4,2	3,2—8,9	3,6—4,5

Длина пути резания при толщине стружки  $h$  и клиновидном способе резания, м,

$$L = 2Vl(ah). \quad (3.18)$$

Вариант разработки грунта скреперами. Исходя из условий работы и области применения машин подбираем марку скрепера (см. табл. 3.1). Эксплуатационная производительность скрепера, м<sup>3</sup>/смену,

$$P_3 = 3600cq K_1 K_n / t_{ц}, \quad (3.19)$$

где  $q$  — вместимость ковша скрепера, м<sup>3</sup>;

$$K_1 = K_n / K_p, \quad (3.20)$$

где  $K_n$  — коэффициент наполнения ковша рыхлым грунтом (табл. 3.5).

### 3.5. Значение коэффициента наполнения ковша скрепера

Тип грунта	$K_n$	
	Без толкача	С толкачом
Сухой песок	0,5 — 0,7	0,8 — 1,0
Супесь и средний суглинок	0,8 — 0,95	1,0 — 1,2
Тяжелый суглинок и глина	0,65 — 0,75	0,9 — 1,2

Длительность цикла, с,

$$t_{ц} = t_3 + t_r + t_n + t_p + t_{пов}, \quad (3.21)$$

где  $t_3$ ,  $t_r$ ,  $t_n$ ,  $t_p$ ,  $t_{пов}$  — время соответственно загрузки ковша, груженого и порожнего ходов скрепера, разгрузки скрепера, на повороты, с.

Продолжительность отдельных элементов цикла, с,

$$t = 3,6 LK_y / v, \quad (3.22)$$

где  $L$  — длина пути отдельных элементов цикла, м;  $v$  — скорость движения, км/ч (при наборе грунта скорость принимается по табл. 3.6, для груженого и порожнего ходов прицепных скреперов — по табл. 3.4. При этом груженный ход выполняют по горизонтальному участку и укатанной поверхности на четвертой передаче, по разрыхленной поверх-

### 3.6. Показатели отдельных элементов рабочего цикла скрепера

Показатель	Прицепные скреперы				Самоходные скреперы		
	Д-541, Д-569	Д-498	Д374 В	Д-511	Д-357Г	Д-357М (Д3-11П)	Д-392 (Д3-13)
Скорость движения при наборе грунта, км/ч	2,7	1,8	1,9	2	2—3	2—3	2—3
Время выгрузки ковша, с	13	20	21	20	25	23	25
Длина пути разгрузки, м	6—10	6—10	12—18	12—18	15—20	15—20	15—20
Время на два поворота, с	28	45	45	60	25	25	25

ности и участке с подъемом — на третьей передаче; возврат порожняком — на четвертой передаче).

Продолжительность груженого и порожнего ходов рассчитывают с учетом разгона, замедления и переключения передач. Для этого время отдельных элементов груженого и порожнего ходов умножают на коэффициент  $K_y$  (см. табл. 3.3).

Длина загрузки скрепера для клиновидной стружки, м,

$$L_3 = \frac{2qK_1(1+m)}{ah}, \quad (3.23)$$

где  $m$  — коэффициент призмы волочения (табл. 3.7);  $a$  — ширина ножа скрепера, м;  $h$  — максимальная толщина стружки, м.

### 3.7. Средние значения коэффициента призмы волочения $m$ для скреперов

Вместимость ковша, м³	Песок	Супесь	Суглинок пылеватый		Глина
			сухой	влажный	
6—6,5	0,26	0,22	—	0,1	0,1
10	0,28	0,17	0,13	0,09	0,05
15	0,32	0,16	0,11	0,08	—

Определяем количество скреперов, обслуживаемых одним трактором-толкачом,

$$n = t_{ц}/t_{ц.тол}, \quad (3.24)$$

где  $t_{ц.тол}$  — продолжительность цикла толкача, с,

$$t_{ц.тол} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (3.25)$$

$t_1$  — время загрузки скрепера, с;  $t_2 \approx 15$  — время возвращения в исходное положение, с;  $t_3 \approx 20$  — время подхода к очередному скреперу, с;  $t_4 \approx 15$  — продолжительность переключения передач, остановки перед началом толкания, с.

При производстве планировочных работ бульдозерами или скреперами грунт послойно разравнивается этими же машинами в процессе отсыпки насыпи. При экскаваторной разработке на транспорт и транспортировании грунта автосамосвалами или тракторными прицепами грунт необходимо послойно разравнивать бульдозерами или грейдерами.

Поверхность разравнивания (уплотнения), м<sup>2</sup>,

$$F = V/H, \quad (3.26)$$

где  $V$  — объем насыпи, м<sup>3</sup>;  $H$  — толщина отсыпаемого (уплотняемого) слоя, м.

При уплотнении грунта задача сводится к выбору уплотняющих машин, определению количества проходов по одному следу (табл. 3.8) и решению вопросов рационального использования этих машин.

### 3.8. Количество ходов по одному следу катков

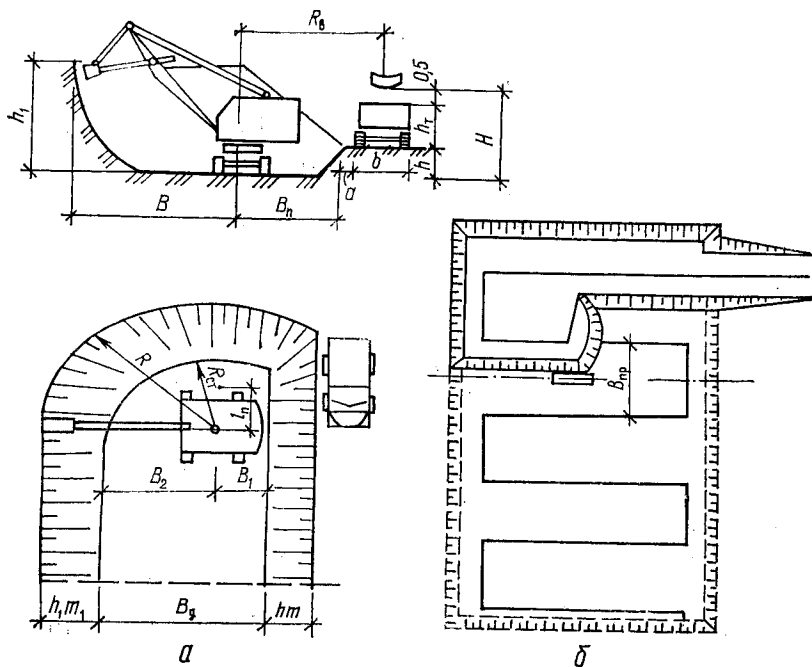
Тип катка	Толщина уплотняемого слоя, м	Необходимое число проходов по одному месту		
		Грунты		
		Песчаные	Суглинистые	Глинистые
Кулачковый прицепной каток массой 5 т (Д-130А) *	0,20	—	12—14	16—18
Гладкий прицепной каток массой 4,4 т (Д-126) *	0,15	4—6	10	12
Пневматический прицепной каток массой 10 т (Д-219)	0,20	6	7	8
Пневматический прицепной каток массой 25 т (Д-263) и 26,5 т (ДСК-1)	0,20 — 0,25	4	5	6
	0,30 — 0,35	6	7	8
	0,40 — 0,50	8	9	10

\* При сцепе двух катков количество проходов уменьшается вдвое.

**Устройство котлована (траншеи).** Учитывая особенности земляного сооружения, объем земляных работ и сроки их производства, выбирают наиболее эффективный метод производства, обеспечивающий комплексную механизацию работ и поточную организацию производства.

Задачей проектирования процесса разработки грунта является выбор типов машин и транспортных средств, определение размеров забоя и схем проходов, расчет транспортных средств, определение сменной эксплуатационной производительности машин, продолжительности процессов разработки. Окончательный выбор комплектов машин производится на основе технико-экономического анализа возможных вариантов.

В жилищном строительстве рытье котлованов осуществляется, главным образом, одноковшовыми экскаваторами, но могут применяться скреперы и бульдозеры.



3.4. Схема разработки котлована боковыми проходками с расположением транспортных средств выше уровня подошвы забоя:

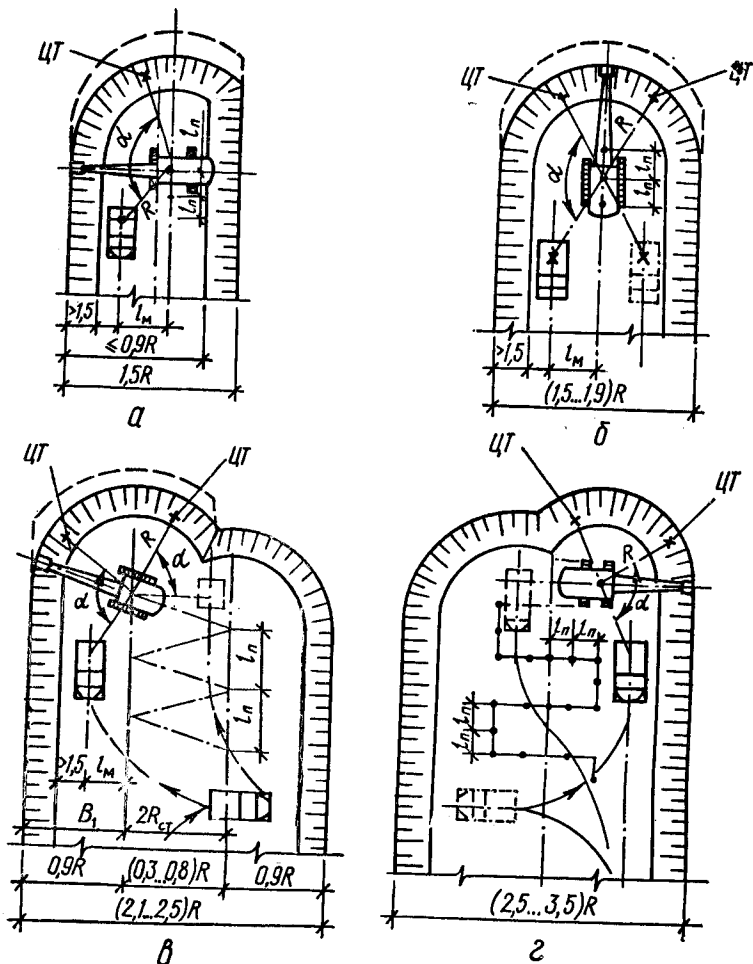
$a$  — поперечный разрез и план забоя;  $б$  — план котлована;  $R, R_{ст}$  — радиус резания максимальный и на уровне стоянки;  $R_B, H$  — радиус и высота выгрузки;  $B, B_{п}$  — расстояние от оси движения экскаватора до внутренних откосов;  $B_{пр}$  — ширина проходки;  $l_{п}$  — шаг передвижки;  $h$  — глубина котлована;  $b, h_T$  — ширина колеи и высота транспорта;  $d$  — безопасное расстояние нахождения транспорта;  $m_1, m$  — коэффициенты откоса

В промышленном строительстве в зависимости от шага колонн, ширины пролетов, глубины заложения и размеров фундаментов выемки под фундаменты могут быть в виде: отдельных котлованов для каждого фундамента; отдельных траншей, разрабатываемых по осям пролетов; сплошного котлована.

Отдельные небольшие котлованы разрабатываются обычно экскаватором, оборудованным обратной лопатой. Траншеи и сплошные котлованы отрывают экскаватором (прямой, обратной лопатой и драглайном), бульдозерами, прицепами и самоходными скреперами. При разработке грунтов I группы могут использоваться одноковшовые погрузчики.

Экскаватор, оборудованный прямой лопатой, чаще применяется при выемке грунта с погрузкой в транспортные средства. Рытье котлована ведется боковыми и лобовыми проходками (рис. 3.4, 3.5).

При боковой проходке грунт выгружается в транспорт, размещаемый сбоку от экскаватора параллельно его движению, а при лобовой проходке — в транспорт, подаваемый сзади экскаватора по дну котлована.



3.5. Схемы разработки котлована лобовыми проходками:

*a* — с односторонней погрузкой грунта в транспорт; *б* — с двухсторонней погрузкой в транспорт; *в* — уширенной с перемещением экскаватора по зигзагу; *г* — то же, но поперек котлована;  $L_M$  — расстояние от оси движения экскаватора до оси движения транспорта; ЦТ — центр тяжести забоя (левой и правой части)

Возможность разработки боковыми проходками с расположением транспортных средств на уровне бровки котлована (что целесообразно, поскольку длительность цикла работы экскаватора наименьшая) определяют из выражения

$$h \leq H - (h_T + 0,5), \quad (3.27)$$

где  $h$  — глубина котлована со стороны погрузочного пути, м;  $H$  — максимальная высота выгрузки, м;  $h_T$  — высота транспортной единицы до верха борта (погрузочная высота), м; 0,5 — минимально допустимое расстояние между нижней кромкой открытого днища ковша экскаватора и верхом борта транспортной единицы.

Максимальная ширина забоя от оси экскаватора до бровки у погрузочного пути

$$B_{\text{п}} = R_{\text{в}} - \left( \frac{b}{2} + d \right), \quad (3.28)$$

где  $R_{\text{в}}$  — радиус выгрузки при наибольшей практической высоте выгрузки, м;  $b$  — ширина хода транспортной единицы, м;  $d$  — безопасное расстояние от бровки откоса до опорных элементов транспорта, м,

$$d = K - hm, \quad (3.29)$$

где  $K$  — минимально допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до опоры машины, м (табл. 3.9);  $hm$  — заложение откоса, м.

**3.9. Минимально допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайшей опоры машины, м**

Глубина выемки, м	Тип грунта			
	Песчаный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

При разработке широких котлованов боковыми проходками максимальная ширина каждой проходки составляет

$$B_{\text{пр}} = B_1 + 0,7 R_{\text{ст}}, \quad (3.30)$$

где  $B_1$  — расстояние от оси движения экскаватора до внутреннего откоса котлована, м;  $R_{\text{ст}}$  — радиус копания на уровне стоянки, м.

При глубине котлованов, не позволяющей вести погрузку транспортных средств на уровне бровки котлованов, разработку осуществляют лобовыми проходками или боковыми с расположением транспортных средств на уровне подошвы забоя. Схему проходок выбирают исходя из габаритов котлована и технических характеристик экскаватора.

В узких котлованах шириной менее  $1,5 R$  экскаватор следует смещать к одному из откосов выемки, а транспорт подавать вдоль противоположного. Экскаватор должен отстоять от основания откоса на таком расстоянии, чтобы был обеспечен беспрепятственный поворот платформы на  $360^\circ$ . Транспорт подают возможно ближе к лобовой части забоя без захода в зону поворота экскаватора, за счет чего угол поворота экскаватора  $\alpha$  может быть уменьшен до  $50^\circ$ , что приводит к значительному повышению производительности труда.

При ширине котлована  $(1,5—1,9) R$  транспорт подается с двух сторон, причем с целью уменьшения угла поворота  $\alpha$ , который может

быть доведен до  $50^\circ$ , каждая единица устанавливается под погрузку вблизи соответствующего откоса выемки, где заполняется ковш, но за пределами окружности, описываемой платформой экскаватора.

Отрывку котлованов шириной (2—2,5)  $R$  целесообразно вести уширенной лобовой проходкой с перемещением по зигзагу, а при ширине (2,5—3,5)  $R$  — уширенной проходкой с поперечно-лобовым перемещением экскаватора. При ширине выемки более 3,5  $R$  необходимо сначала пройти лобовой проходкой, а затем боковыми проходками.

Максимальная длина рабочей передвижки  $l_n$  соответствует разнице между максимальным и минимальным радиусами резания, но практически длина рабочей передвижки меньше. Для механических экскаваторов  $l_n = 1,8—2$  м (для экскаваторов с ковшом вместимостью 0,35—0,65 м<sup>3</sup>) или  $l_n = 2—3$  м (с вместимостью ковша 0,8—3 м<sup>3</sup>).

Разработку котлована обратной лопатой и драглайном выполняют торцовыми и боковыми проходками. Этими способами можно разрабатывать котлованы шириной: (1,6—1,7)  $R$  — торцовой проходкой при движении по прямой; до 3  $R$  — двумя торцовыми проходками; (3—3,5)  $R$  — при перемещении экскаватора по зигзагу; 3,5  $R$  — при поперечно-торцовом перемещении экскаватора.

При выборе экскаватора, оборудованного обратной лопатой или драглайном, необходимо знать рабочие параметры котлована (траншеи): максимальные глубину  $h_t$  и ширину по верху  $2a$ . Зная  $h_t$  и  $a$  определяют требуемый радиус выгрузки  $R_{в.тр}$  для образования отвала грунта и высоту отвала  $h_{от}$  (см. рис. 3.6 — рассмотрен случай работы экскаватора навывмет).

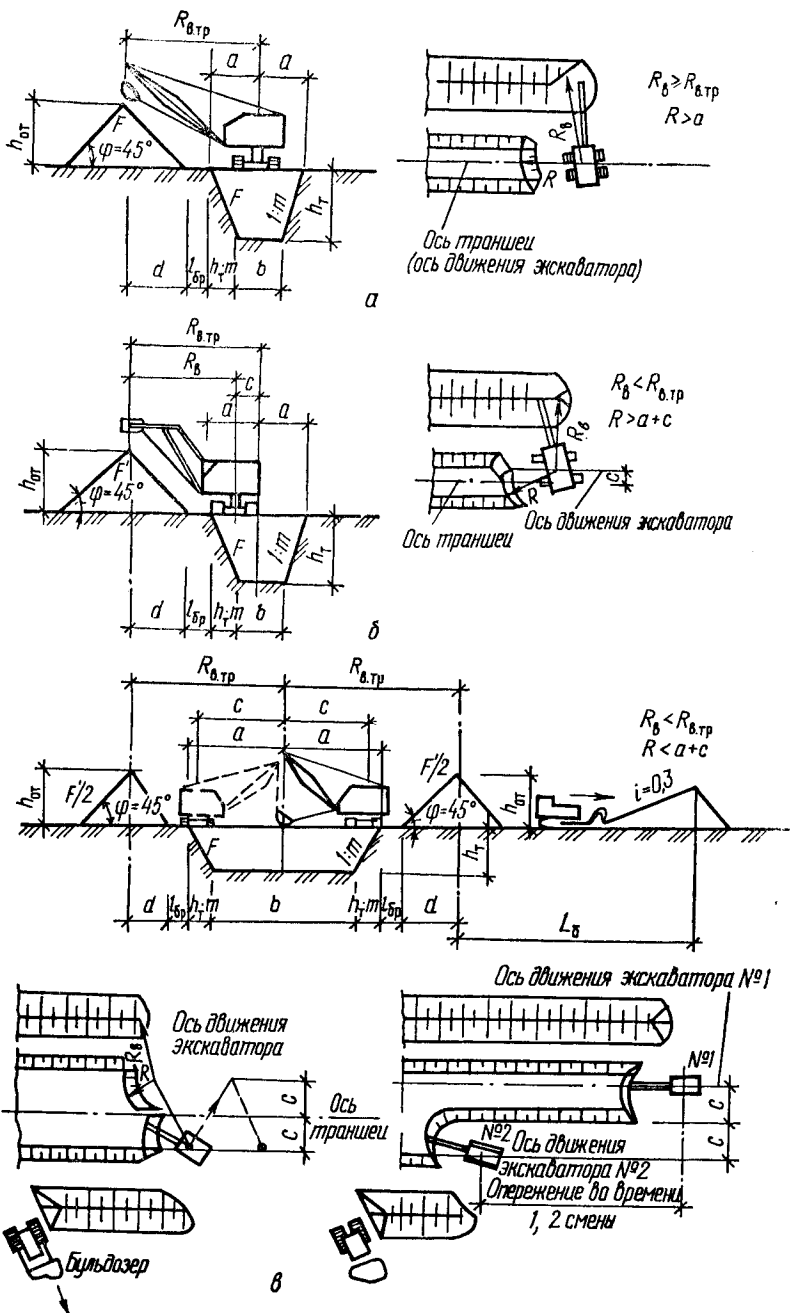
Из условия  $h_k \geq h_t$ , где  $h_k$  — наибольшая глубина копания экскаватора, подбираем соответствующую марку машины. Затем, сопоставляя  $a$ ,  $R_{в.тр}$  и  $h_{от}$  с рабочими параметрами экскаватора: наибольшим радиусом резания на уровне стоянки  $R$ , наибольшим радиусом выгрузки  $R_v$  и наибольшей высотой выгрузки  $H$ , — выбираем оптимальную схему разработки грунта (рис. 3.6). Среди приведенных схем выделим следующие: экскаватор перемещается по оси выемки с образованием отвала грунта на одну сторону выемки (рис. 3.6, а); со смещением оси движения на величину  $c = R_{в.тр} - R_v$  в сторону отвала (рис. 3.6, б); экскаватор перемещается по зигзагу с образованием отвала по обеим сторонам выемки (рис. 3.6, в) (можно вести разработку двумя экскаваторами с перемещением по прямой со смещением оси на величину  $c$  в сторону отвала).

Схема забоя с разработкой грунта экскаватором, оборудованным драглайном, с погрузкой на автосамосвалы приведена на рис. 3.7.

При погрузке грунта на транспорт эксплуатационная производительность одноковшовых экскаваторов составляет

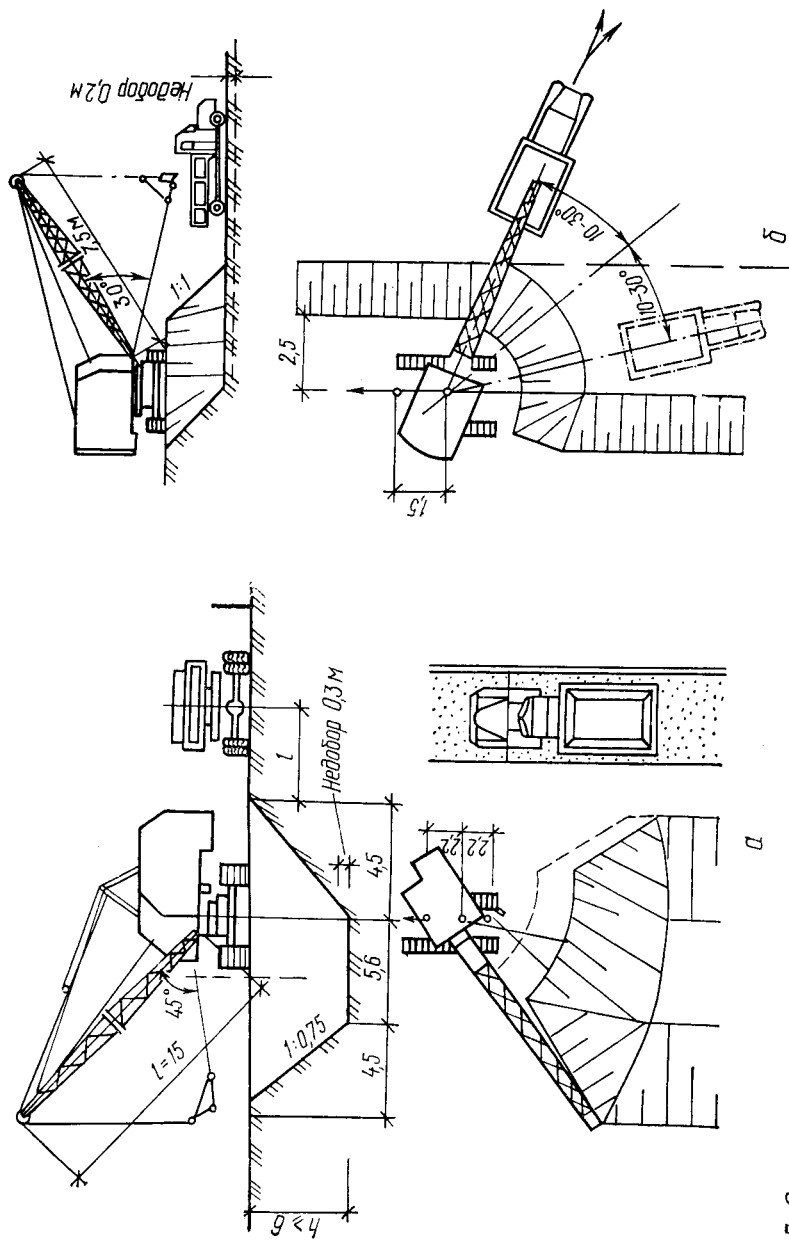
$$\Pi_3 = 60cqn_t K_v K_1, \quad (3.31)$$

где  $c = 8,2$  — продолжительность смены, ч;  $q$  — вместимость ковша, м<sup>3</sup>;  $n_t$  — техническое число циклов в минуту (ЕНиР, сб. Е2 «Земляные работы»);  $K_v$  — коэффициент использования по времени (ЕНиР,



3.6. Схемы разработки траншей (котлованов) одноковшовыми экскаваторами, оборудованными драглайном (или обратной лопатой):  
 а — при движении по оси траншеи (котлована) с образованием отвала с одной стороны;  
 б — то же, но со смещением оси движения в сторону отвала; в — с перемещением по зигзагу и образованием отвала по обеим сторонам траншеи (котлована) или с разработкой выемки двумя экскаваторами





3.7. Схема рабочего места экскаватора, оборудованного драглайном, при проходе:  
 а — торцовой; б — боковой

сб. Е2 «Земляные работы»);  $K_1$  — коэффициент наполнения ковша плотным грунтом

$$K_1 = K_n / K_p, \quad (3.32)$$

где  $K_n$  — коэффициент наполнения ковша рыхлым грунтом (табл. 3.10);  $K_p$  — коэффициент разрыхления грунта (ЕНиР, сб. Е2 «Земляные работы»).

### 3.10. Значения коэффициента наполнения ковша экскаватора $K_n$

Тип грунта	Группа грунта	Прямая лопата	Драглайн и обратная лопата
Песок и гравий сухие, щебень и хорошо взорванная скала	I, V, VI	0,95 — 1,02	0,8 — 0,9
Песок и гравий влажные	I, II	1,15 — 1,23	1,1 — 1,2
Суглинок	II	1,05 — 1,12	0,8 — 1
То же, влажный	I, II	1,2 — 1,32	1,15 — 1,25
Глина средняя	II	1,08 — 1,18	0,98 — 1,06
То же, тяжелая	IV	1 — 1,1	0,95 — 1
Плохо взорванная скала	V, VI	0,75 — 0,9	0,55 — 0,8

Следует учитывать, что наполнение ковша экскаватора обеспечивается при определенной высоте забоя (табл. 3.11, 3.12).

### 3.11. Наименьшая высота забоя, м, обеспечивающая наполнение ковша экскаватора с «шапкой» при разработке грунта с прямой лопатой

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Группа грунта		
	I—II	III	IV
0,25	1,5	2,5	3
0,4—0,5	1,5	2,5	3,5
0,65—0,8	2,5	4,5	5,5
1—1,25	3	4,5	6
1,6—2,5	3	4,5	6

### 3.12. Наименьшая глубина забоя, м, обеспечивающая наполнение ковша экскаватора грунтом с «шапкой» при разработке с обратной лопатой

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Тип грунта	
	Несвязный	Связный
0,25	1	1,5
0,4—0,5	1,2	1,8
0,65—0,8	1,3	2
1—1,25	1,7	2,3

Определяем необходимое количество автосамосвалов при работе в комплекте с экскаватором. Для этого находим количество ковшей, загруженных в кузов автосамосвала,

$$M = P / (qK_1), \quad (3.33)$$

где  $P$  — вместимость кузова автосамосвала,  $m^3$  грунта в плотном теле. Длительность погрузки одной машины

$$t_n = M / (n_T K_T), \quad (3.34)$$

где  $K_T$  — коэффициент влияния транспорта (табл. 3.13).

### 3.13. Значения коэффициента влияния транспорта $K_T$

Количество ковшей, шт.	Способ разработки и подача транспорта	$K_T$
2—3	Кольцевой при фронтальной разработке	0,85 — 0,89
4—6	То же	0,87 — 0,94
2—3	Тупиковый при лобовой разработке с подачей двух машин	0,82 — 0,87
4—6	То же	0,85 — 0,92
2—3	Тупиковый при лобовой разработке с подачей одной машины	0,55 — 0,6
4—6	То же	0,65 — 0,75

Примечание. Под транспортом понимается автотранспорт и тракторный транспорт.

Количество автосамосвалов

$$N = \frac{t_{\text{ц}}}{t_n} = \frac{t_n + (120L/v_{\text{ср}}) + t_{\text{р.м}}}{t_n}, \quad (3.35)$$

где  $t_{\text{ц}}$  — продолжительность цикла автосамосвала, мин;  $L$  — дальность перемещения грунта, км;  $v_{\text{ср}}$  — средняя скорость движения (табл. 3.14);  $t_{\text{р.м}}$  — продолжительность разгрузки с маневрированием.

### 3.14. Средняя скорость движения землеройно-транспортных машин, км/ч, по дорогам с различным покрытием

Тип покрытия дороги	Дальность перемещения грунта, км					
	Автосамосвалом			Самоходным скрепером		
	0,4 — 0,99	1 — 1,99	2 — 5	0,4 — 0,99	1 — 1,99	2 — 5
Асфальт, бетон, железобетонные сборные плиты	20	25	35	18	25	30
Щебеночное, гравийное	18	22	30	15	18	20
Булыжное	16	20	27	12	14	18
Грунтовая дорога	15	17	25	10	12	16

При разработке котлована экскаватор не добирает грунт до дна, чтобы не нарушить структуру основания (табл. 3.15). Как правило, подчистку и планировку дна котлована выполняют с помощью бульдозера с окучиванием грунта и последующим выбросом его экскаватором или же перемещением бульдозером за пределы котлована по въездной траншее с дальнейшим разравниванием.

### 3.15. Допустимые значения недобора грунта при доработке оснований, см

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Рабочее оборудование		
	Прямая лопата	Обратная лопата	Драглайн

#### *Механические экскаваторы*

0,4	5	10	15
0,65	10	15	20
0,8—1,25	10	20	25
1,5—2,5	15	27	30
3—5	20	—	30

#### *Гидравлические экскаваторы*

0,5	5	5	—
0,65—1	7	10	—
1,25—1,6	7	10	—
2—3,2	10	12	—

Для разравнивания грунта на отвале используют бульдозеры, а для уплотнения — катки. При комплексной механизации производительность этих машин должна быть равна или несколько превышать производительность ведущей машины (экскаватора).

Разработка котлована самоходными скреперами эффективна при значительных объемах работ. При этом следует учитывать, что в процессе разработки котлована образуется въезд и выезд, которые определяют по формуле

$$V = m_1 \left( \frac{Ah^2}{2} + \frac{h^3m}{3} \right) - V_{\text{тор}}, \quad (3.36)$$

где  $m_1$  — коэффициент заложения дна въезда (въезда);  $A$  — ширина въезда (въезда), м;  $h$  — глубина котлована, м;  $m$  — коэффициент заложения откосов;  $V_{\text{тор}}$  — объем котлована на торцах, м<sup>3</sup>.

Эксплуатационная производительность самоходного скрепера, м<sup>3</sup>/смену,

$$П_э = \frac{3600}{t_{\text{ц}}} c q K_1 K_h K_v, \quad (3.37)$$

где  $K_h$  — коэффициент влияния глубины разработки и высоты отвала грунта (табл. 3.16).

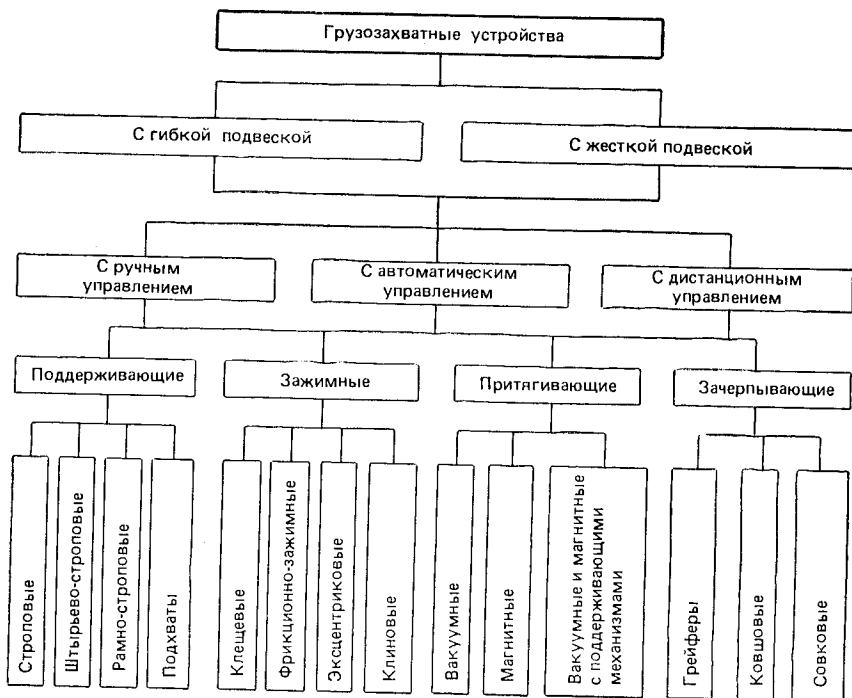
### 3.16. Значения коэффициента влияния глубины выемки и высоты насыпи на производительность самоходного скрепера

Дальность перемещения грунта, м	Глубина выемки или высота насыпи, м							
	2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—16
300	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
500	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84
1000	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,85
2000	0,98	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86
3000	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,91	0,89	0,88

### 3.4. Выбор грузозахватных устройств для выполнения подъемно-транспортных работ

Одним из условий повышения производительности на подъемно-транспортных работах является сокращение цикла за счет экономии времени при строповке, установке конструкций в проектное положение и расстроповке.

Классификация грузозахватных устройств приведена на рис. 3.8. При выборе конструкции грузозахватного устройства следует



3.8. Классификация грузозахватных устройств

учитывать свойства груза, возможные способы его захвата, назначение и тип подъемно-транспортной машины, ее стоимость, привод захватных органов (электрический, гидравлический или пневматический).

В строительстве пока довольно широко распространены грузозахватные устройства с ручным управлением: канатные стропы, подхваты, траверсы, эксплуатация которых затрудняет обеспечение необходимых условий безопасности работ, удлиняет время на захват и освобождение груза до 10 % и более общего времени цикла. Автоматические и дистанционно управляемые грузозахваты применяют в основном в цехах по производству железобетонных конструкций и на складах при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. В последние годы стали использовать грузозахваты с частично дистанционным и полуавтоматическим управлением. Целесообразно применение методов беспетлевого монтажа конструкций с помощью фрикционных, клиновых, вакуумных и других устройств с автоматическим и дистанционным управлением, что позволяет экономить в среднем до 4,5 кг стали на 1 м<sup>3</sup> бетона за счет ликвидации монтажных петель в изделиях.

Среди применяемых грузозахватных устройств наиболее предпочтительными являются фрикционные захваты и захваты с дистанционным управлением.

Выбранные грузозахватные устройства сводят в табл. 3.17. При необходимости таблица может быть дополнена эскизом.

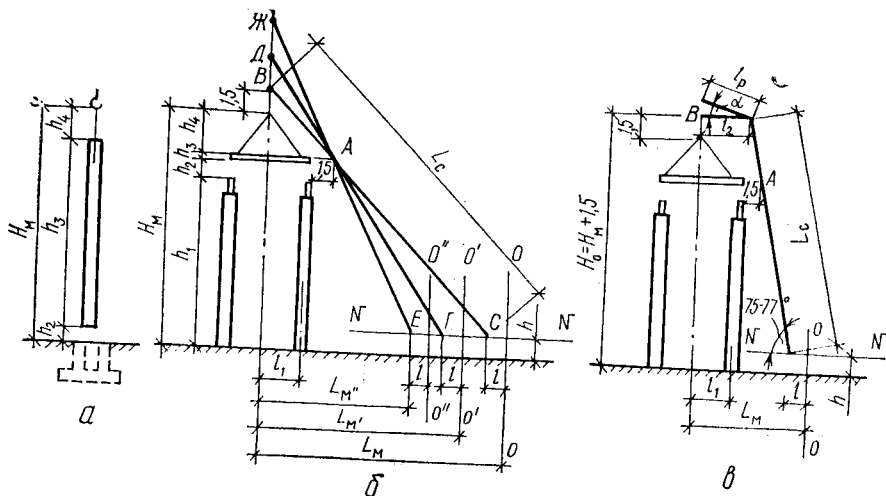
### 3.17. Грузозахватные устройства

Наименование устройства и организация-разработчик	Характеристика устройства			Область применения
	Грузоподъемность, т	Масса, т	Расчетная высота, м	
1	2	3	4	5

### 3.5. Выбор комплектов машин, механизмов и оборудования для выполнения монтажных и укладочных процессов

Для производства монтажных работ применяют инвентарную оснастку (лестницы, люльки, подмости, ограждения) и приспособления для временного закрепления конструкций (кондукторы одиночные и групповые, расчалки, связи).

Монтаж строительных конструкций выполняют различными методами: отдельным (дифференцированным), комплексным и комбинированным с предварительной раскладкой конструкций в зоне монтажа или прямо «с колес». Монтаж конструкций может быть осуществлен одним или несколькими кранами: по разным схемам движения кранов — продольной и поперечной (при продольной как посередине, так и по краям пролетов); по разным технологическим схемам, разли-



### 3.9. Определение монтажных характеристик:

*a* — монтажной высоты для колонн; *б* — монтажной высоты и необходимого вылета стрелы крана без гуська для плит; *в* — необходимого вылета стрелы крана с гуськом для плит

чающимся количеством устанавливаемых элементов с одной стоянки или за один ход крана. Выбору кранов предшествует определение монтажных характеристик конструкций, к которым относятся: монтажная масса  $Q_m$ ; монтажная высота  $H_m$ ; необходимый вылет стрелы крана  $L_m$ .

Монтажная масса — это сумма массы монтируемого элемента и приспособлений монтажной оснастки, поднимаемых вместе с элементом при его установке: строп, траверс, захваты, подкосов, расчалки, хомутов, элементов подмостей,

$$Q_m = Q + \Sigma q, \quad (3.38)$$

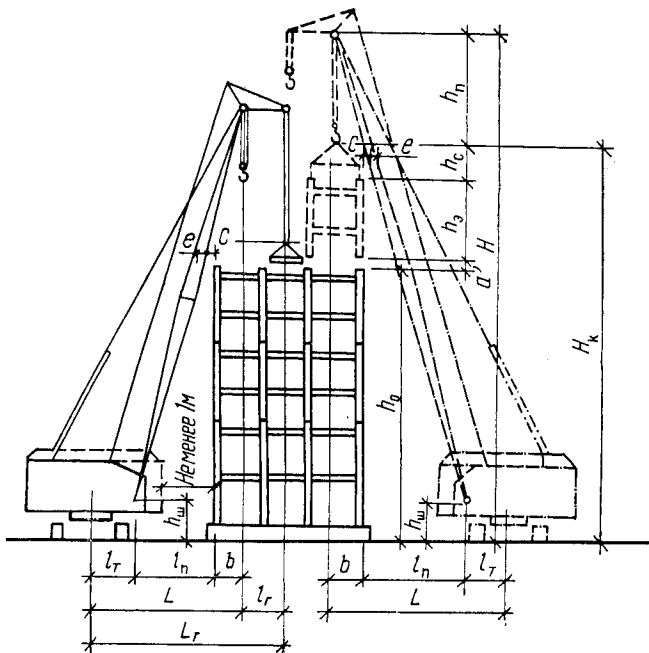
где  $Q$  — масса элемента, т;  $\Sigma q$  — масса монтажных приспособлений, устанавливаемых на монтируемом элементе до подъема, т.

Монтажную массу вычисляют не для всех элементов, а только для основных, наиболее характерных для каждой группы. Например, при определении объемов работ может быть приведено 5—6 марок колонн, а монтажную характеристику достаточно найти только для наиболее тяжелой и высокой колонны, так как кран, как правило, будет монтировать все типы колонн в одном потоке. Аналогично определяют  $Q_m$  только для одного блока фундамента, фундаментной балки, одной подкрановой балки.

Монтажная высота (рис. 3.9, *a*, *б*)

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (3.39)$$

где  $h_1$  — высота от уровня расположения монтажного крана до опоры, на которую устанавливается элемент (для колонны — от уровня стоянки крана до верха фундамента);  $h_2 = 0,5—1$  — высота подъема элемента над опорой, м;  $h_3$  — высота (толщина) устанавливаемого элемен-



3.10. Схема для определения расчетных параметров самоходных кранов

та, м;  $h_4$  — расчетная высота, м (высота захватного приспособления над устанавливаемым элементом, см. прил. 4).

Необходимый вылет стрелы  $L_M$  зависит от положения монтируемых элементов и принятой схемы монтажа. Элементы, доступ к которым открыт (колонны, подкрановые балки, фермы), желательно монтировать при минимальных вылетах стрелы, так как это позволяет использовать максимальную грузоподъемность и высоту подъема крюка крана.

Вылет стрелы самоходных кранов для монтажа элементов (например, плит покрытия), доступ к месту установки которых закрыт ранее смонтированными конструкциями (фермами, балками), а также для элементов, к которым кран не может приблизиться из-за отсутствия доступа (вырытые котлованы), можно вычислить графоаналитически и с достаточной точностью — графически.

Графоаналитический способ предполагает определение расчетных параметров крана (рис. 3.10). Вылет стрелы при работе основным краном

$$L = l_r + l_n + b, \quad (3.40)$$

где  $l_r$  — расстояние от оси вращения крана до шарнира стрелы, м;  $l_n$  — расстояние от шарнира стрелы до внешней грани здания, м,

$$l_n = \frac{H - h_r}{\operatorname{tg} \alpha} - b, \quad (3.41)$$



где  $H$  — высота верхнего ролика стрелы на уровне установки крана, м;  $h_T$  — высота шарнира стрелы на уровне стоянки крана, м;  $\alpha$  — угол наклона стрелы по отношению к горизонту;  $b$  — расстояние от наружной грани стены до центра тяжести конструкции (оси основного крюка крана), м.

Вылет стрелы при работе крюком вспомогательного подъема

$$L_T = L + l_T, \quad (3.42)$$

где  $l_T$  — вылет гуська, м.

Вылет стрелы может быть найден из подобия треугольников:

$$\frac{L - l_T}{e + c + b} = \frac{H - h_T}{h_n + h_c + h_s + a}, \quad (3.43)$$

откуда

$$L = \frac{(e + c + b)(H - h_T)}{h_n + h_c + h_s + a} + l_T, \quad (3.44)$$

где  $e$  — половина толщины стрелы на уровне возможных касаний с ранее смонтированными конструкциями или поднимаемым элементом, м;  $c = 0,5$  — максимальный зазор между конструкцией стрелы и монтируемым элементом, м;  $h_n = 1,5-5$  — длина полиспафта, м, зависящая от грузоподъемности крана, профиля стрелы, конструкции полиспафта;  $h_c$  — высота захватного устройства от верхней плоскости поднимаемого элемента до оси грузового крюка (расчетная высота), м;  $h_s$  — высота (толщина) поднимаемого элемента, м;  $a = 0,5-1$  — высота подъема над опорой, м.

Для графического определения вылета стрелы  $L_m$  вычерчивают контур монтируемого сооружения. Затем проводят вертикальную линию, проходящую через центр тяжести поднимаемого элемента, и мнимую ось стрелы крана (см. рис. 3.9, б). Ось стрелы крана должна пройти через две точки: точку  $A$  — на расстоянии 1,5 м от крайней точки ранее смонтированной конструкции или поднимаемого элемента; точку  $B$  — на высоте  $H_m + 1,5$  м, где 1,5 м учитывает высоту полиспафта крана.

Выше уровня положения крана на высоте  $h$  проводят линию  $N-N$ , проходящую через шарнир стрелы крана. Ось стрелы крана доводят до этой линии и вправо от точки их пересечения откладывают расстояние  $l$ , необходимое для нахождения положения оси поворота крана. Поскольку паспортные данные выбранного крана еще неизвестны, то  $h$  и  $l$  принимают равными 1,5 м. Если вылет стрелы определяют для заранее намеченного крана (по  $Q_m$  и  $H_m$ ), то  $h$  и  $l$  принимают по его технической характеристике.

При выборе крана с гуськом (гусек с дополнительным крюком предназначен для подачи элементов через препятствие, например плит через ферму (см. рис. 3.9, в)) от точки  $B$  на высоте  $H_m + 1,5$  м проводят линию, параллельную линии горизонта, до пересечения ее с осью стрелы крана (проекция гуська), проходящую через точку  $A$  (1,5 м от крайней точки ранее смонтированной конструкции или поднима-

емого элемента) под углом к горизонту  $\alpha = 75 \dots 77^\circ$ . Дальнейшее построение ведется так же, как и для стрелы без гуська.

Выбор комплектов кранов производят по справочникам [17] на основании рассчитанных монтажных характеристик. Данные записывают в табл. 3.18.

### 3.18. Выбор кранов по монтажным характеристикам элементов конструкций

Номер потока	Элемент	Монтажные характеристики			Краны, пригодные по техническим характеристикам	
		$Q_M, \text{ т}$	$H_M, \text{ м}$	$L_H, \text{ м}$	I вариант	II вариант
1	2	3	4	5	6	7

Количество кранов в комплекте

$$n = T_n / (T_3 K_M), \quad (3.45)$$

где  $T_n$  — продолжительность работы кранов, принимаемая по таблице технологических расчетов, маш.-смены;  $T_3$  — заданный срок строительства здания аналогичного типа, принимается по нормам продолжительности строительства (срок строительства в месяцах переводится в смены с учетом двухсменной работы);  $K_M$  — коэффициент, учитывающий долю монтажа от общего срока строительства (для одноэтажных промышленных зданий  $K_M = 0,25-0,30$ , для многоэтажных промышленных зданий и жилых домов  $K_M = 0,20-0,25$ , в отдельных случаях с конкретной привязкой к отрасли хозяйства  $K_M$  может быть задан преподавателем).

Определяя количество кранов в комплекте по формуле (3.45), предполагается, что краны работают параллельно. Однако на практике краны работают совмещенно с некоторой сдвижкой во времени, поэтому общая продолжительность будет несколько больше  $T_3$ . Для учета этого фактора в формулу (3.45) вводится коэффициент совмещения  $K_c$ , зависящий от количества работающих кранов:

$$K_c \begin{matrix} n > 2 & > 3 & > 4 \\ 1,25 & 1,3 & 1,35 \end{matrix}$$

Таким образом, окончательное количество кранов в комплекте

$$n_k = n K_c. \quad (3.46)$$

После определения общего количества кранов в комплекте находят необходимое число кранов каждого из ранее выбранных типов:

$$n_i = n_k (T_n^i / T_n), \quad (3.47)$$

где  $T_n^i$  — принятые затраты времени, маш.-смен, для каждого типа крана (табл. 3.19).

### 3.19. Затраты времени работы кранов на отдельных монтажных потоках

Номер потока	Элементы, монтируемые в одном потоке	Принятые затраты машинного времени, маш.-смен		Краны, выбранные по техническим характеристикам	
		I вариант	II вариант	I вариант	II вариант
1	2	3	4	5	6

**Бетонирование строительных конструкций.** Выбор способа транспортирования бетонной смеси к месту ее укладки в конструкцию зависит от дальности перемещения, положения в пространстве бетонируемого участка, свойств смеси, наличия соответствующих транспортных средств, климатических и других местных условий. Процесс транспортирования желательнее организовать таким образом, чтобы исключить перегрузки бетонной смеси или свести их до минимума.

Транспортирование бетонной смеси может быть порционным (циклическим), непрерывным и комбинированным. Порционное транспортирование от центральной бетоносмесительной установки к строительной площадке состоит из двух этапов. На первом этапе происходит горизонтальное перемещение смеси, осуществляемое автосамосвалами и автобетоновозами или в специальных емкостях (контейнерах, бадьях, бункерах), устанавливаемых на бортовых автомашинах. На втором этапе доставленную на объект порцию смеси подают непосредственно к месту укладки путем опрокидывания кузова автосамосвала или автобетоновоза, а доставленную в емкостях — кранами.

Непрерывный, или конвейерный, способ транспортирования состоит в подаче смеси непосредственно к месту укладки. Применяется в тех случаях, когда бетоносмесительная установка расположена в относительной близости от объекта строительства с большим объемом бетонных работ. При комбинированном способе транспортирования бетонную смесь перемещают от бетоносмесительной установки автобетоновозами, автобетоносмесителями или автосамосвалами, а к месту укладки подают трубопроводным или конвейерным транспортом.

Подача бетонной смеси может производиться автотранспортом (автосамосвалами, автобетоновозами и автобетоносмесителями); по трубам (бетононасосами, пневмонагнетателями); бетоноукладчиками и вибротранспортом (виброжелобами, виброхоботами).

При возведении монолитных конструкций, представляющих собой сплошные бетонные поля (бетонные подготовки, полы, покрытие дорог), а также при устройстве массивных фундаментов под оборудование укладку бетонной смеси рекомендуется производить непосредственно с транспорта. При бетонировании конструкций высотой более 1 м с помощью автотранспорта необходимо устраивать эстакаду или передвижной мост. Техничко-экономические характеристики автосамосвалов приведены в прил. 9.

Доставленную на объект автотранспортом бетонную смесь подают к месту ее укладки одним из следующих способов: в бадью для последующей подачи краном; в вибрлоток с последующей подачей виброжелобом на расстояние до 15 — 18 м; в ковш самоходного гусеничного бетоноукладчика; в бункер бетононасоса, с помощью которого осуществляется подача смеси на расстояние по горизонтали до 200 или по вертикали до 40 м; в бункер пневмомагнетателя, который транспортирует бетонную смесь по горизонтали на расстояние до 200, по вертикали до 35 м.

Автобетоновозы рекомендуются использовать при подаче бетонной смеси непосредственно в конструкцию при бетонировании массивных бетонных и слабоармированных фундаментных плит, дорожных покрытий и т. п. При этом следует соблюдать допустимое расстояние от откоса выемки до машины.

Автобетоносмесители применяются при транспортировании бетонных смесей к рассредоточенным объектам при работе в комплекте с автобетононасосами, подаче литых бетонных смесей (например, при бетонировании буронабивных свай), а также в местности с жарким климатом. В последнем случае они транспортируют сухую бетонную смесь на расстояние до 60 км и более. Достоинством автобетоносмесителей является то, что в процессе транспортирования бетонная смесь за счет вращения барабана не расслаивается.

Подача бетонной смеси к месту укладки кранами (башенными, самоходными, стреловыми или специальными) рекомендуется при возведении различных монолитных конструкций зданий и сооружений. Краны устанавливаются с таким расчетом, чтобы допустимый вылет стрелы максимально охватывал блок бетонирования. Так, при бетонировании многопролетных зданий краны располагают в котловане посередине пролета или вдоль среднего ряда фундаментов двух пролетов. При невозможности внутрипролетного размещения кранов их следует размещать с наружной стороны бетонируемого массива вдоль бровки котлована.

При бетонировании массивных малоармированных фундаментов с объемом бетона в сооружении до 10 тыс. м<sup>3</sup>, железобетонных густоармированных и тонкостенных конструкций при объеме бетона 1 — 2 тыс. м<sup>3</sup> следует использовать стационарные, прицепные бетононасосы и автобетононасосы с диаметром бетоноводов 100 и 125 мм производительностью 10—65 м<sup>3</sup>/ч. Бункер бетононасос загружается от автобетоносмесителя.

При возведении высотных зданий и массивных сооружений к бетононасосам подсоединяют манипуляторы с распределительными стрелами, позволяющие подавать и укладывать бетонную смесь по площади круга. Так, манипулятор может быть смонтирован на стреле крана при сооружении градирен в сборно-монолитном железобетоне.

Для распределения бетонной смеси по площади массива бетонирования целесообразно применять гибкие распределительные рукава (при диаметре бетоновода 80 и 100 мм в радиусе до 8 м), вибрлотки и виброхоботы. Вибрлотки могут быть использованы в проекте самостоятельно при бетонировании конструкций, расположенных ниже

уровня земли. При необходимости подачи бетонной смеси на глубину до 10 м следует применять звеньевые хоботы, а на большую глубину — виброхоботы.

После выбора средств для подачи и укладки бетонной смеси необходимо выбрать средства механизации для ее уплотнения. В зависимости от типа бетонируемой конструкции могут применяться глубинные или поверхностные вибраторы. Глубинные вибраторы с гибким валом и пневматические предназначены для уплотнения бетонной смеси с различной степенью армирования.

**Вариантное сравнение способов производства работ.** В курсовом проекте следует не менее чем в двух вариантах предусмотреть различные способы производства работ. Сравнимые варианты должны быть технически возможны в одинаковой степени. Для окончательного выбора подсчитываются технико-экономические показатели, и по результатам их анализа принимается тот или иной вариант.

Обычно сравнивают варианты механизации работ по подаче и укладке бетонной смеси. Например, при устройстве фундамента под дымовую трубу можно предусмотреть одни и те же конструкции опалубки и способ армирования, а подачу и укладку бетонной смеси рассмотреть с помощью крана и бадьи, бетоноукладчиком, конвейером, бетононасосом.

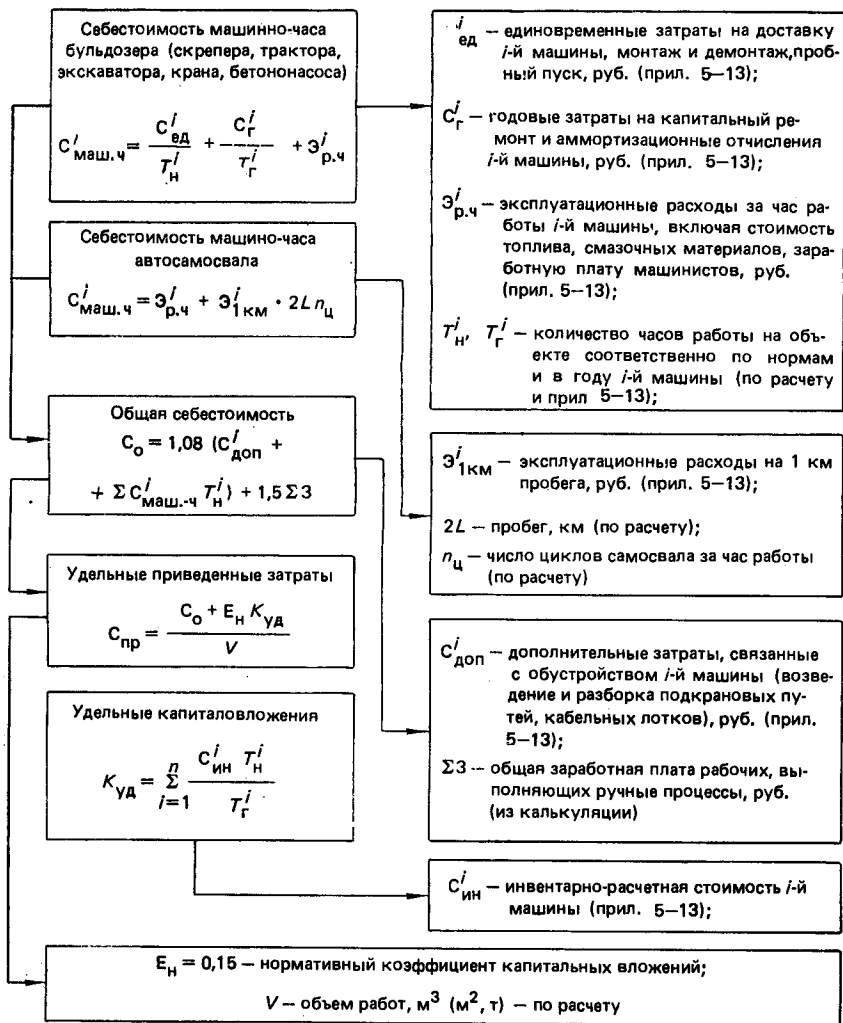
На технологию подачи и укладки бетонной смеси влияют конструктивные особенности опалубки. Так, при возведении оболочки наружная опалубка под стены толщиной 1200 мм может быть скользящей, подъемно-переставной или в виде опалубки-облицовки из листового металла (внутренняя опалубка монтируется в виде арматурно-опалубочных блоков — арматурных каркасов, навешенных на металлическую несъемную опалубку). В первом случае бетонная смесь подается непрерывно с интенсивностью, соответствующей скорости подъема опалубки; во втором — порционно с перерывами на время перестановки опалубки; в третьем — непрерывно с максимально возможной интенсивностью. От этого зависит возможный способ подачи и укладки бетонной смеси. Так, в двух первых случаях бетонную смесь можно подавать кранами в бадьях с последующим уплотнением, в последнем — литую бетонную смесь транспортируют с помощью автобетононасоса с подвозкой автобетоносмесителями.

### **3.6. Техничко-экономическая оценка вариантов механизации строительно-монтажных работ**

К технико-экономическим показателям, по которым производят сравнение отобранных вариантов, относят: удельные приведенные затраты на выпуск единицы продукции, руб. (рис. 3. 11); трудоемкость выполнения единицы продукции, чел.-ч; продолжительность выполнения процесса, смен.

Удельная трудоемкость

$$q_e = \frac{Q_p + \sum_{i=1}^n (Q_m^i + Q_{m.d}^i + Q_{п}^i + Q_d^i)}{V}, \quad (3.48)$$



### 3.11. Схема определения удельных приведенных затрат

где  $Q_{\text{р}}$  — затраты труда рабочих (плотников, арматурщиков, бетонщиков, монтажников, выполняющих работы с помощью кранов), чел.-ч (из калькуляции трудовых затрат и заработной платы);  $Q'_{\text{м}}$  — затраты труда машинистов и рабочих, обслуживающих краны, бетононасосы, бетоноукладчики  $i$ -й машины ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), чел.-ч,

$$Q'_{\text{м}} = m_i T'_H, \quad (3.49)$$

где  $m_i$  — число рабочих, обслуживающих краны, бетононасосы, бетоноукладчики и другие машины (включая машинистов);  $T'_H$  — часы работы каждой машины;  $Q'_{\text{м.д}}$  — затраты труда на монтаж и демонтаж

кранов, бетононасосов, чел.-ч (прил. 10—12);  $Q_n^i$  — затраты труда на устройство подкрановых путей, бетоновозов, чел.-ч (прил. 10—12);  $Q_d^i$  — затраты труда на доставку кранов, бетоноукладчиков, бетононасосов на объект, чел.-ч (прил. 10—12).

Сравнительная трудоемкость возведения опалубки приведена в прил. 13.

Продолжительность работы (занятость машин)

$$T = T_n + \sum_{i=1}^n T_{m.d}^i, \quad (3.50)$$

где  $T_n$  — затраты машинного времени, ч;  $T_{m.d}^i$  — продолжительность монтажа и демонтажа, ч (прил. 10—12).

Сравниваемые технико-экономические показатели по обоим вариантам сводят в табл. 3.21.

### 3.20. Техничко-экономические показатели

Показатель	Значение показателей по вариантам	
	I	II
Приведенные удельные затраты, руб/т (м <sup>3</sup> )		
Удельная трудоемкость, чел.-ч/т (м <sup>3</sup> )		
Продолжительность работы (занятость машин), смен		

### 3.7. Особенности выбора средств механизации строительно-монтажных работ при реконструкции объектов

Выбор средств механизации при реконструкции зданий и сооружений зависит от характера реконструкции, объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, сроков проведения, характера и методов выполнения реконструктивных работ. На выбор средств механизации существенное влияние оказывают также особенности производства СМР в условиях реконструкции, в частности, стесненность строительной площадки, невозможность в ряде случаев использования традиционных машин и механизмов, особенности, связанные с транспортированием по территории предприятия длинномерных и крупногабаритных грузов. В связи с этим при выборе средств механизации следует учитывать следующие основные положения: средства механизации должны быть универсальными, т. е. выполнять различные по характеру, объему и специфике строительно-монтажные работы и операции в стесненных условиях;

применяемые машины и механизмы должны иметь по возможности небольшую массу, малые габариты, быстро переводиться с транспортного положения в рабочее и наоборот, иметь сменное навесное монтажно-транспортное оборудование;

для предохранения покрытий дорог, полов в цехах и площадок целесообразно, чтобы ходовая часть подъемно-транспортных механизмов была на пневмоколесном ходу или на резиновых гусеницах;

следует использовать методы и средства механизации, предотвращающие возникновение при их работе динамических воздействий; это особенно относится к выбору средств механизации при устройстве свайных фундаментов, шпунтовых ограждений, выполнения работ по разборке и разрушению различных конструкций, уплотнению грунтов и т. д.;

при выборе машин и механизмов для монтажно-демонтажных работ в зависимости от условий реконструкции и монтажных характеристик конструкций следует шире использовать легкие крышевые краны, краны с телескопическими стрелами, монорельсовые и канатные системы и механизмы, применяемые непосредственно при эксплуатации предприятий, зданий и сооружений (например, мостовые и кабельные краны, мостовые стреловые краны, универсальные и малогабаритные погрузчики, гидравлические подъемники);

учитывать размеры рабочих зон машин и механизмов, подъездных путей, возможность их перемещения внутри зданий и по территории реконструируемого предприятия или сооружения;

использовать средства механизации с системами дистанционного управления по заранее заданным программам;

максимально применять машины и механизмы с изменяемыми габаритными характеристиками;

использование машин-манипуляторов и роботов, особенно при реконструкции цехов и предприятий с вредными условиями производства (загазованность, запыленность, огне- и взрывоопасность).

Выбор оптимальных средств механизации для условий реконструкции зданий и сооружений целесообразно выполнять в такой последовательности [25]:

исходя из заданных условий реконструктивных работ и возможных ограничений устанавливают рациональные способы производства строительно-монтажных работ;

разрабатывают структуру технологических процессов, для механизированного выполнения которых подбирают возможные типы, марки машин и оборудования с учетом их вписываемости в ограниченные параметры рабочих зон и проездов;

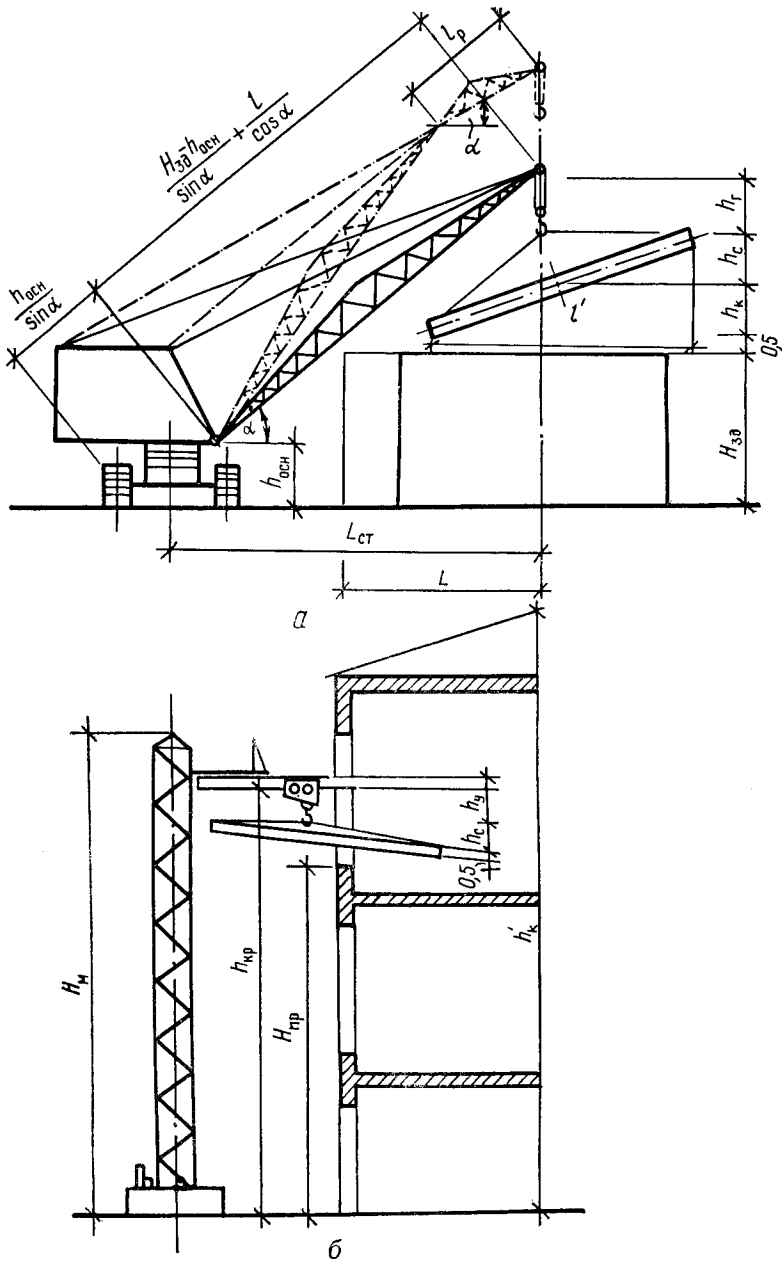
определяют техническую возможность применения машин, механизмов и оборудования в условиях реконструкции с учетом их технических параметров;

формируют комплекты машин и механизмов для выполнения всего комплекса реконструктивных работ;

определяют технико-экономические показатели комплектов машин и на основе их сравнения выбирают наиболее рациональный вариант для данных условий.

Выбор машин и механизмов по техническим характеристикам для демонтажа (монтажа) конструкций зданий зависит от монтажной массы элементов, высоты опускания (подъема) конструкции и глубины монтажной зоны. Грузоподъемность машин устанавливают для раз-





3.12. Определение монтажных характеристик машин и механизмов при подаче конструкций:

*a* — через верх остова здания; *б* — через оконные проемы

личных конструктивных элементов с учетом укрепления конструкций и массы такелажного оборудования.

Грузоподъемность крана на промежуточном вылете стрелы

$$Q = qL_{\text{ст. max}}/L_{\text{ст}}, \quad (3.51)$$

где  $q$  — грузоподъемность на максимальном вылете стрелы;  $L_{\text{ст. max}}$  — максимальный вылет стрелы.

Высоту подъема крюка монтажной машины определяют в зависимости от принятого метода монтажа конструкций. При монтаже, выполняемом через верх коробки здания (рис. 3.12, а), высота подъема крюка

$$h_{\text{кр}} \geq H_{\text{зд}} + \frac{h_{\text{к.п}}}{2} + h_{\text{с}} + 0,5, \quad (3.52)$$

где  $H_{\text{зд}}$  — расстояние до наиболее высокого элемента здания после демонтажа конструкций;  $h_{\text{к.п}}$  — вертикальная проекция монтируемой конструкции;  $h_{\text{с}}$  — вертикальная проекция высоты строповки от центра конструкции до крюка; 0,5 — расстояние между наиболее высоким элементом здания и нижним торцом конструкции.

При организации монтажа через проемы (рис. 3.12, б)

$$h_{\text{кр}} \geq H_{\text{пр}} + h'_{\text{к}} + h'_{\text{с}} + h_{\text{у}} + 0,5, \quad (3.53)$$

где  $H_{\text{пр}}$  — высота от уровня земли до внешней грани нижнего бруска оконной коробки, установленной в проеме, через который перемещаются конструкции внутрь здания;  $h'_{\text{к}}$  — высота монтируемой конструкции (от нижней грани к месту строповки);  $h'_{\text{с}}$  — высота подвески;  $h_{\text{у}}$  — высота устройства для подачи грузов в проемы.

При перемещении строительных конструкций через оконные проемы необходимая высота оконного проема определяется:

при использовании подвешенного транспорта (рис. 3.13, а)

$$h_{\text{пр}} \geq h_{\text{о.м}} + h_{\text{м}} + h_{\text{т}} + h'_{\text{к}} + 0,5, \quad (3.54)$$

где  $h_{\text{о.м}}$  — высота опоры монорельса от нижней грани проема до верхней полки монорельса;  $h_{\text{м}}$  — высота монорельса;  $h_{\text{т}}$  — габарит тележки от нижней грани монорельса до низа грузоподъемного крюка;

при использовании машин, устанавливаемых на земле (рис. 3.12, б),

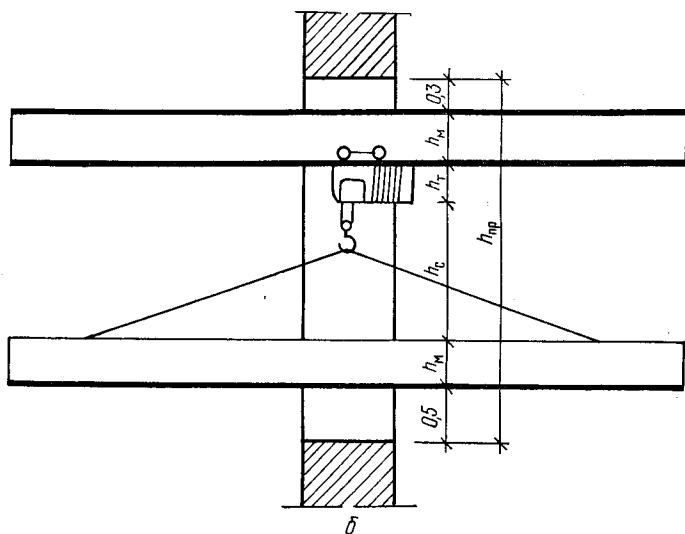
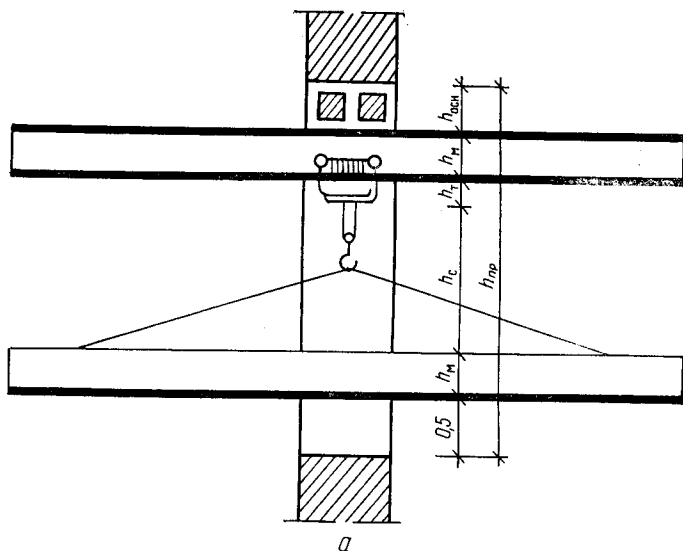
$$h_{\text{пр}} \geq 0,3 + h_{\text{м}} + h_{\text{т}} + h'_{\text{с}} + h'_{\text{к}} + 0,5, \quad (3.55)$$

где 0,3 — расстояние от нижней грани верхнего бруска оконной коробки до верхней грани монорельса, заведенного внутрь здания.

Вылет стрелы, необходимый для обслуживания реконструируемого здания после демонтажа покрытия,

$$L_{\text{ст}} = \sqrt{\left(\frac{H_{\text{зд}}}{\sin \alpha} + \frac{l}{\cos \alpha}\right)^2 - \left(H_{\text{зд}} + \frac{h_{\text{к}}}{2} + h_{\text{с}} + h_{\text{орп}} + 0,5\right)^2}, \quad (3.56)$$

где  $l$  — расстояние по горизонтали от внешней стены до наиболее удаленной точки подачи груза;  $h_{\text{орп}}$  — расстояние от нижней поверхности крюка крана до ограничителя грузоподъемности.



3.13. Схемы определения необходимой технологической высоты проема при использовании:

*а* — подвешеного транспорта; *б* — машин и механизмов, устанавливаемых на земле

При этом

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{H_{эд} - h_{осн}}{l'}}, \quad (3.57)$$

где  $h_{осн}$  — расстояние от основания крана до оси пяты стрелы;  $l'$  — горизонтальная проекция конструкции на подвеске.

Вылет стрелы, оборудованной гуськом,

$$L_{ст.г} = \sqrt{\left(\frac{H_{эд}}{\sin \alpha} + \frac{l_r - l' \cos \beta}{\cos \alpha}\right)^2 - \left(H_{эд} + \frac{h_k}{2} + h_c + h_{огр} + 0,5\right)^2}, \quad (3.58)$$

где  $l_r$  — длина гуська;  $\beta$  — угол наклона гуська к горизонту.

После выбора ведущих машин необходимо учитывать организационные возможности их использования при выполнении работ в конкретных условиях реконструкции объекта.

При выборе рациональных организационно-технологических решений и комплектов машин целесообразно пользоваться методическими рекомендациями по производству отдельных строительных процессов [1].

При выборе вариантов механизации СМР необходимо учитывать ряд особенностей, характерных для условий реконструкции, в частности, изменение выработки машин в результате воздействия различных ограничивающих факторов [1].

Количество машин в комплекте

$$N_m = V / (B_s T n_{см} t_{см}), \quad (3.59)$$

где  $V$  — объем работ,  $m^3$ ;  $B_s$  — эксплуатационная выработка машин,  $m^3/ч$ ;  $T$  — заданные сроки выполнения работ, дней;  $n_{см}$  — количество рабочих смен в сутки;  $t_{см}$  — продолжительность рабочей смены, ч.

Эксплуатационная выработка машин

$$B_s = B_n K_n K_c / K_{ус}, \quad (3.60)$$

где  $B_n$  — выработка машин (механизмов) при нормативной производительности в свободных условиях

$$B_n = 8,2N/H_{вр}, \quad (3.61)$$

### 3.21. Значения коэффициента учета перерыва в работе $K_I$ в зависимости от влияния отдельных факторов

Факторы, определяющие применение коэффициентов	$K_I$
Перерывы на изучение условий производства работ	$K_1 = 0,06$
Перерывы на дополнительный инструктаж по технике безопасности при работе в стесненных условиях	$K_2 = 0,02$
Оформление нарядов-допусков на работу в сложных условиях	$K_3 = 0,02$
Ожидание окончания работы других организаций, работающих теми же подъемными механизмами	$K_4 = 0,04$
Перерывы в работе, связанные с основным технологическим процессом при работе внутри действующих цехов	$K_5 = 0,08$
Дополнительный отдых рабочих, связанный с загазованностью рабочих зон (работа в респираторах)	$K_6 = 0,04$
Дополнительный отдых рабочих, связанный с повышенной температурой в рабочей зоне	$K_7 = 0,04$
Перерывы, связанные с движением в рабочей зоне автотранспорта (интенсивность движения десяти автомобилей в час)	$K_8 = 0,08$
Перерывы, связанные с движением и нахождением в рабочей зоне железнодорожного транспорта (интенсивность движения — I состав в час)	$K_9 = 0,05$

где  $N$  — единица объема работ по ЕНиР;  $H_{вр}$  — норма времени по ЕНиР;  $K_{и}$  — коэффициент использования машин по времени

$$K_{и} = 1 - \sum K_i, \quad (3.62)$$

где  $K_i$  — коэффициент учета перерывов в работе в зависимости от влияния отдельных факторов;  $K_c$  — коэффициент учета совместной работы машин;  $K_{yc}$  — коэффициент изменения длительности рабочего цикла в стесненных условиях.

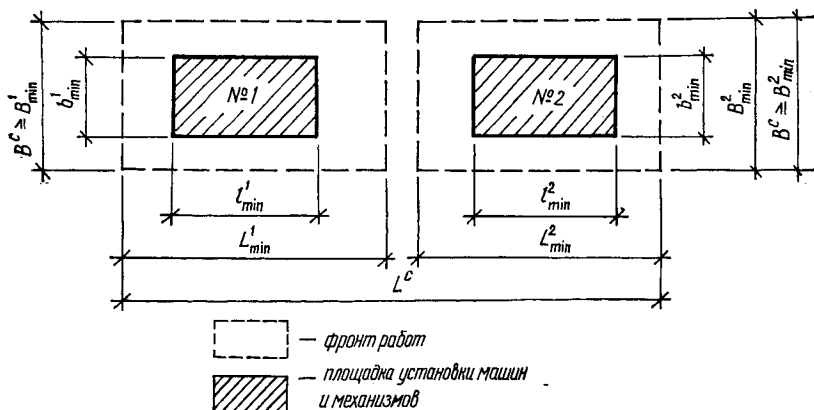
Для определения значения коэффициентов  $K_i$ ,  $K_c$  и  $K_{yc}$  используют данные, полученные экспериментальным путем и приведенные в табл. 3.21 — 3.23 (на примере бетонных и железобетонных работ).

Выбрав по техническим параметрам и оценив по сменной эксплуатационной производительности возможные машины, пригодные для

### 3.22. Значения коэффициента учета совместной работы машин $K_c$

Факторы, влияющие на применение коэффициента $K_c$	Границы совмещения	$K_c$
Рабочие зоны машин не совмещаются	$L^c \geq L_{min}^1 + L_{min}^2$	1
Рабочие зоны машин совмещаются	$l_{min}^1 + l_{min}^2 \leq L^c \leq L_{min}^1 + L_{min}^2$	0,8
То же	$L^c < l_{min}^1 + l_{min}^2$	0,75
Синхронная работа машин в совмещенных рабочих зонах	$L^c < l_{min}^1 + l_{min}^2$	0,7

Примечание. Пример графического определения границ совмещения фронта работ приведен на рис. 3.14.



### 3.14. Графическое определение границ совмещения фронта работ:

$L^c$ ,  $B^c$  — соответственно длина и ширина фронта работ совместно работающих машин;  $L_{min}^1$ ,  $B_{min}^1$ ,  $L_{min}^2$ ,  $B_{min}^2$  — минимально необходимые размеры фронта работ комплектов машин;  $l_{min}^1$ ,  $l_{min}^2$ ,  $b_{min}^1$ ,  $b_{min}^2$  — минимально необходимые размеры площадок установки ведущей машины в комплекте

### 3.23. Значения коэффициента изменения длительности рабочего цикла вследствие условий стесненности $K_{yc}$

Условия стесненности	Ведущая машина (механизм) комплекта					
	Стреловой кран	Мостовой, козловой кран	Ленточный бетоноукладчик	Бетононасос с распределительной стрелой	Бетононасос, пневмонагнетатель	Вибротранспортное конвейерное оборудование
1	1,025	1	1,02	1,01	1	1
2	1,055	1	1,055	1,03	1	1,033
3	1,089	1,03	1,085	1,04	1,01	1,045
4	1,15	1,06	1,2	1,09	1,02	1,07
5	1,123	1	1,12	1,1	1,014	1,09
6	1,21	1,04	1,22	1,12	1,023	1,11
7	1,25	1,1	1,3	1,15	1,03	1,15
8	1,22	1,12	1,21	1,16	1,031	1,21
9	1,3	1,15	1,34	1,22	1,052	1,25
10	1,36	1,23	1,4	1,27	1,1	1,29

работы в данных условиях, вычисляем количество машин данного типоразряда, а затем подбираем вспомогательные машины и оборудование. Окончательный выбор комплекта машин производится оценивая технико-экономические показатели комплекта, которые рассчитываются по общепринятой методике.

## ГЛАВА 4

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

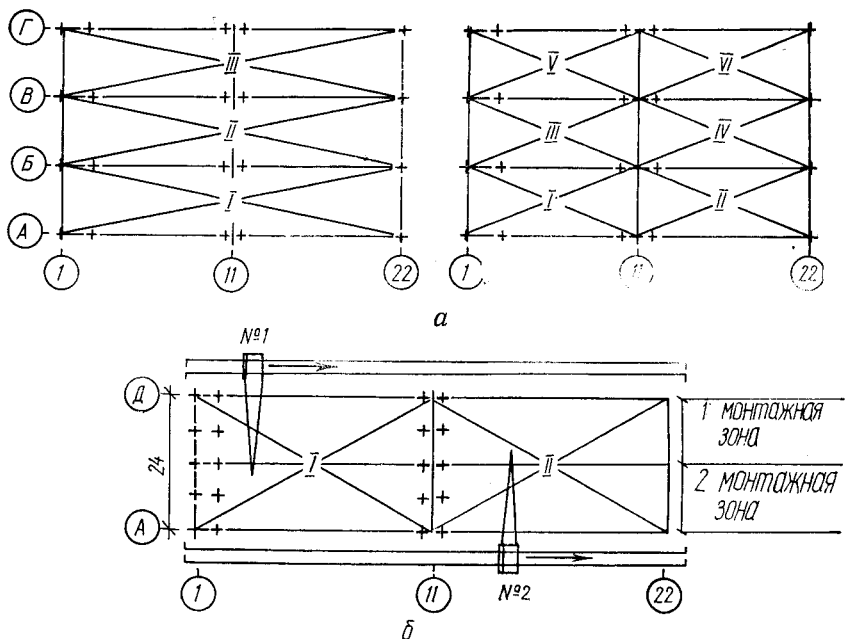
#### 4.1. Разбивка зданий и сооружений на участки и захватки

Для организации строительно-монтажных работ поточным методом с учетом безопасности ведения работ здания (сооружения) предварительно разбиваются на монтажные участки, ярусы и захватки. Размеры этих участков в одно- или многоэтажных промышленных зданиях зависят от количества колонн, устанавливаемых за время от начала установки первых колонн до затвердения бетона в стыках (получения 70 %-й проектной прочности).

Количество колонн на участке  $N_{min}$  может быть вычислено по формулам:

для одноэтажных промышленных зданий — при проходе крана по середине пролета

$$N_{min} = \frac{cA\varphi(t_{\Phi} + t_{B})}{t_{c.k.}}; \quad (4.1)$$



#### 4.1. Определение размеров монтажного участка:

*a* — одноэтажного промышленного здания; *б* — многоэтажного; I—VI — монтажные участки

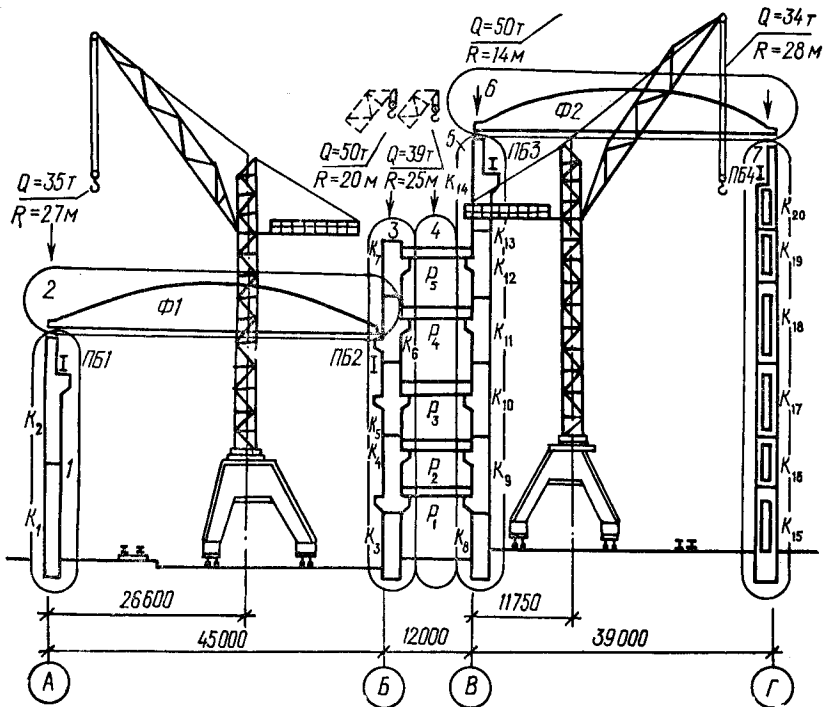
при проходе крана по краям пролета

$$N_{\min} = \frac{cA\varphi(t_{\phi} + t_{\text{в}})t_{\text{к}}}{t_{\text{с.к}}t'_{\text{к}}}; \quad (4.2)$$

для многоэтажных промышленных зданий

$$N_{\min} = \frac{cA\varphi(t_{\phi} + t_{\text{в}} - t_{\text{п}})}{t_{\text{с.к}}}, \quad (4.3)$$

где  $c$  — длительность смены, ч;  $A$  — количество рабочих смен в течение суток;  $t_{\phi}$  — время, необходимое для обеспечения фронта работ по замоноличиванию стыков колонн с фундаментами, сут.;  $t_{\text{в}}$  — время, необходимое для выдерживания бетона в стыках до получения 70 %-й проектной прочности, сут.;  $t_{\text{с.к}}$  — нормативная средняя продолжительность установки одной колонны, ч;  $\varphi$  — коэффициент, учитывающий соотношение темпов установки колонн и элементов, опирающихся на них ( $\varphi = t_{\text{к}}/t_{\text{п}}$ ,  $\varphi = t'_{\text{к}}/t_{\text{п}}$  — при движении крана соответственно по середине пролета и по его краям; при  $\varphi < 1$  принимаем  $\varphi = 1$ , при  $\varphi > 1$  — его значение);  $t_{\text{к}}$  — продолжительность монтажа колонн обоих рядов в одном пролете, ч;  $t_{\text{п}}$  — продолжительность монтажа элементов, устанавливаемых на колонны после их окончательного закрепления, в одном пролете, ч;  $t'_{\text{к}}$  — продолжительность монтажа второго



4.2. Распределение конструкций поперечника главного корпуса ТЭЦ по монтажным зонам 1—7

ряда колонн при проходе крана по краю пролета,  $\tau_n$  — продолжительность установки на монтажном участке элементов, не опирающихся на колонны (элементы лестничных клеток, перегородки), сут.

По количеству колонн определяют размер участка, который необходимо увязать с размером секций здания. Для одноэтажных зданий желательно, чтобы размер участка был кратным размеру пролета в пределах между температурными швами, а в многоэтажных — кратным секции здания в пределах одного этажа. Если имеем краны, расположенные по обеим сторонам здания, то для каждого крана выделяется монтажная зона и монтаж ведется одновременно на разных участках при движении кранов в одном направлении. При возведении жилого дома в качестве монтажного участка (захватки) принимают одну-две секции этажа здания. Все последующие участки должны быть по размеру не меньше расчетного.

В пояснительной записке после расчетов схематически следует показать на плане здания количество и размеры участков (рис. 4.1).

При монтаже строительных конструкций ТЭЦ поперечник главного корпуса делят на монтажные зоны (рис. 4.2), за которыми закрепляются краны.



## 4.2. Разработка калькуляции трудовых затрат и заработной платы. Выполнение технологических расчетов

Технологические расчеты составляются по данным калькуляции трудовых затрат и заработной платы и являются основой для построения графика производства работ — линейного, циклограммы или сетевой модели. Для несложных процессов графики производства работ строятся непосредственно по данным калькуляции.

В калькуляции должны быть определены трудовые затраты и заработная плата рабочих на производство работ по каждому процессу, а также по всему комплексу работ по возведению здания (сооружения). Например, при возведении монолитных конструкций в калькуляцию входят работы по установке опалубки (лесов, подмостей), установке и монтажу арматуры, укладке бетонной смеси, уходу за бетоном, распалубке конструкций (разборке лесов, подмостей).

При составлении калькуляции трудовых затрат и заработной платы (табл. 4.1) должны быть учтены все затраты труда, машин, заработной платы не только на основные процессы (например, монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций), но и на вспомогательные процессы и операции (прием бетонной смеси, замоноличивание швов и др.).

4.1. Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

№ п. п.	Процесс	Обоснование по ЕНиР	Норматив времени на единицу		Расценка за единицу, руб.	Объем работ, м <sup>3</sup>				Трудоёмкость по чел.-ч участкам, маш.-ч	Заработная плата на общий объем, руб.	Состав звена			
			Единица	чел.-ч		маш.-ч	По участкам		Пролеты			профессия и разряд	количество		
							Общий	1	2					1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

При разработке калькуляции в графе 2 таблицы работы рекомендуется записывать в технологическом порядке с учетом рубрикации ЕНиР. Так, при монтаже строительных конструкций следует придерживаться такой рубрикации: монтаж фундаментных блоков; монтаж фундаментных балок; монтаж колонн и т. д.; при возведении монолитных железобетонных конструкций: устройство опалубки, установка и монтаж арматуры, укладка бетонной смеси, уход за бетоном, распалубка конструкций.

В графе 3 указывается параграф, номер таблицы и пункта по ЕНиР, ВНиР, на основании которых принимается норма времени и расценка на выполнение единицы объема данного вида работ.

В графу 4 выписывается единица объема данного вида работ в соответствии с ЕНиР, ВНиР.

В графы 5 и 6 записываются нормативы времени на выполнение единицы объема работ.

В графу 7 заносятся расценки на единицу физической величины.

В графы 8—10 записываются общие объемы по отдельным видам работ и отдельно по каждому участку.

В графы 11 и 12 записываются данные по трудоемкости выполнения работ, которая определяется умножением норматива времени на объем работ.

Заработная плата рабочих высчитывается умножением расценки на общий объем работ (графа 13).

Данные граф 14 и 15 принимаются на основании ЕНиР.

В калькуляцию должны быть внесены также процессы по окончательному закреплению конструкции: сварка, бетонирование стыков, заделка швов раствором, герметизация, расшивка.

В конце калькуляции подсчитывают общие трудозатраты и зарплату на весь комплекс работ по возведению конструкций здания или сооружения.

Калькуляция составляется не менее чем для двух вариантов, причем во втором варианте калькуляции достаточно указать отличительные особенности от первого. Например, при возведении монолитных железобетонных конструкций устройство опалубки и монтаж арматуры в обоих вариантах могут выполняться одним способом, а бетонирование — разными способами.

При монтаже строительных конструкций нет необходимости в составлении калькуляции для второго варианта. Следует однако учесть, что для кранов на пневмоколесном ходу необходимо норматив времени умножить на коэффициент 1,1, а также, что при высоте здания свыше 15 м нужно учитывать поправку к нормам на высоту.

*Технологические расчеты* (табл. 4.2) составляются на основе данных калькуляции трудовых затрат и заработной платы.

#### 4.2. Технологические расчеты

№ п.п.	Процесс и ссылка на пункт калькуляции	Единица	Объем работ по участкам		Трудоемкость работ по участкам, чел.-смен / маш.-смен				Принятая трудоемкость на общий объем, чел.-смен / маш.-смен	Состав звена		Продолжительность работы по участкам, смен		Сменность работ	
			1	2	Пролеты		1	2		профессия и разряд	количество	А—Б	Б—В		
					А—Б	Б—В									
			Норма	Принято	Норма	Принято	Пролеты			А—Б	Б—В				
							1	2							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

В графе 2 объединяются в одном пункте все монтажные работы, выполняемые одним потоком при неизменном составе монтажного оборудования (кранов) и звена. Например, на участке должны быть установлены фундаментные блоки и фундаментные балки. В общей калькуляции были определены затраты труда и машин по участкам на каждый из этих элементов отдельно. Известно, что для установки этих элементов используется один и тот же кран, а монтаж ведут одним звеном и одним потоком, т. е. за одну проходку крана. Следовательно, в графе 2 нужно записать «Монтаж фундаментных блоков и фундаментных балок», а в графах 4 и 5 — сумму объемов этих элементов, в графах 6 и 8 — сумму трудоемкости их установки со ссылкой на калькуляцию (графа 2). Это же относится и к установке на одном участке колонн разной массы, элементов покрытий, стеновых ограждений и др. Во всех случаях ссылки на пункты калькуляции должны быть даны только на итоговые затраты по каждому виду конструкций с учетом вспомогательных работ.

Согласно нормам, при монтаже отдельным способом для разных элементов возможны различные составы звеньев монтажников. Если же эти элементы монтируют комплексно одним потоком, то следует принимать состав звена монтажников по наибольшему составу исполнителей. Например, для монтажа фундаментов требуется звено из трех монтажников, фундаментных балок — из пяти. При комплексном монтаже принимаем звено из пяти монтажников.

По значению трудоемкости (графы 6 и 8), полагая, что монтаж ведет одна машина (кран), определяем продолжительность выполнения процессов на участке. Продолжительность (та же цифра, что и трудоемкость) вычисляем до целого числа в сторону уменьшения (увеличения процента выполнения норм). И наоборот, умножив состав звена на продолжительность, получим принятую трудоемкость (графы 7 и 9). В графе 15 фиксируется двухсменная работа для монтажа конструкций и сварки и односменная — по заделке и замоноличиванию стыков. В конце таблицы суммируются итоги по графам 7 и 9 (принятая трудоемкость).

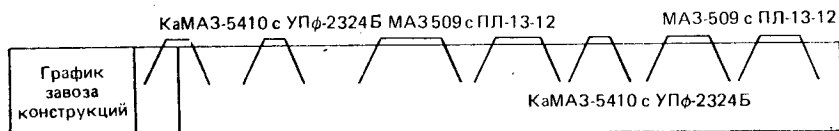
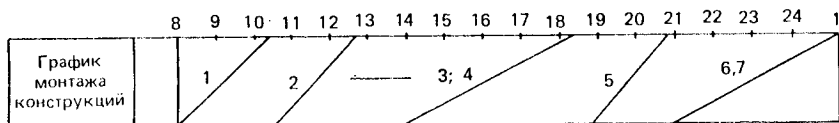
Поскольку технологические расчеты являются основой для построения графика производства работ, то в таблице должны быть отражены все процессы в полном объеме и в технологической последовательности их выполнения.

### **4.3. Разработка графиков производства работ**

Графики производства работ могут быть линейными (график Ганта), в виде циклограммы и сетевой модели.

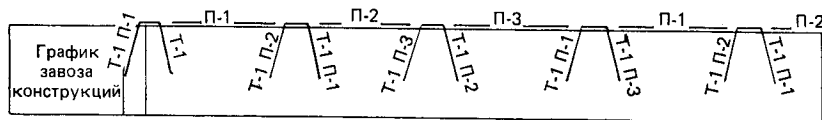
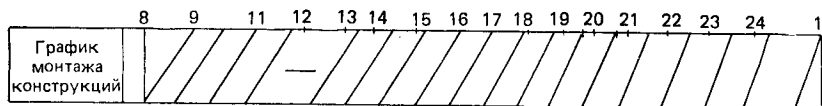
**Линейные графики**, как модель строительного производства, имеют широкое распространение. Используются следующие разновидности линейных графиков: календарный план производства работ; график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования; график движения рабочих кадров по объекту; график движения основных строительных машин по объекту; часовой график.

Календарный план производства работ по объекту (виду работ) устанавливает последовательность и сроки выполнения этих работ с максимально возможным их совмещением. В нем приводится нормативное время работы строительных машин, определяется потребность в трудовых ресурсах и средствах механизации, выделяются комплексы и этапы, поручаемые бригадам, а также их количественный, профессиональный и квалификационный состав (СНиП 3.01.01-85). Последняя графа календарного плана — график работ в виде прямых линий. Календарный план производства работ должен быть дополнен графиком поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования; графиком движения рабочих кадров; графиком движения основных строительных машин (СНиП 3.01.01-85). Для большей наглядности желательно, чтобы календар-



Номера комплектов	1	2	3	4	5	6	7
Состав комплектов	Ф-1, шт. 1	Ф-2, шт. 1	ПП-1, шт. 4	ПП-1, шт. 4	Ф-2, шт. 1	ПП-1, шт. 4	ПП-1, шт. 4

а



Номера комплектов	1	2	3	4	5
Состав комплектов	СП-1, шт. 4	СП-1, шт. 4	СП-1, шт. 4	СП-1, шт. 4	СП-1, шт. 4

б

### 4.3. Почасовой график завоза и монтажа конструкций:

а — ферм и плит покрытия; б — стеновых панелей

ные сетки, вычерчиваемые для календарного плана и вышеуказанных графиков, совпадали по вертикали.

Поскольку описательная и расчетная части календарного плана производства работ повторяют технологические расчеты (калькуляцию трудовых затрат и заработной платы), то эти документы можно совместить в одном, назвав его, например, «Калькуляция трудовых затрат и заработной платы и график производства работ».

Часовой график составляется обычно при организации работ непосредственно с транспортных средств (рис. 4.3). Он охватывает процессы, связанные с монтажом конструкций краном. Продолжительность монтажа каждого элемента (или группы элементов) принимается из калькуляции трудовых затрат и заработной платы. Конструкции завозятся рейсовыми комплектами с отправкой в той последовательности, в какой они должны быть смонтированы. При выборе транспортных средств следует исходить из их технологического назначения, учитывая также их максимальную грузоподъемность, т. е.

$$K_T = Q/g \rightarrow 1, \quad (4.4)$$

где  $K_T$  — коэффициент использования грузоподъемности транспорта;  $Q$  — масса комплекта, перевозимого за один рейс (рейсовый комплект), т;  $g$  — грузоподъемность транспортной единицы, т.

По данным часового графика с учетом дальности перевозки, скорости движения и других факторов подсчитывается количество машин каждой марки. Так, при монтаже стеновых панелей минимальное количество прицепов равно трем (на складе, строительной площадке, в пути), тягачей — один (рис. 4.3, б).

Циклограмма отображает процесс производства во времени и пространстве. Построение циклограммы начинают с расчленения процесса производства на участки, дни, смены. Участки откладывают по вертикальной оси графика, а время — по горизонтальной, процессы — в виде наклонных линий (подробнее о разработке циклограмм см. гл. 5).

#### 4.4. Определение потребности основных материально-технических ресурсов

В технологических картах рассчитывается потребность в материально-технических ресурсах (табл. 4.3, 4.4).

Для подсчета основных конструкций и строительных деталей, материалов и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ, используют спецификации и нормы расхода материалов.

#### 4.3. Основные конструкции, материалы, полуфабрикаты

Наименование	Марка изделия	Единица	Количество
1	2	3	4

#### 4.4. Машины, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование	Марка изделия	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4

Машины, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления определяются по данным технологических расчетов и принятым технологическим схемам.

#### 4.5. Мероприятия по повышению качества работ

В соответствии со СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства» в ходе выполнения строительных процессов и операций требуется проведение операционного контроля качества работ, в результате которого обеспечивается выявление дефектов и принятие мер по их предупреждению и устранению, выполняемые в процессе производства работ или непосредственно после их завершения.

При операционном контроле проверяют соблюдение технологии строительно-монтажных процессов, соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам и правилам. Результаты операционного контроля фиксируются в общих или специальных журналах.

#### 4.5. Мероприятия по операционному контролю качества кирпичной кладки типового этажа жилого дома

Состав контроля	Способ	Время	Осуществляющий контроль
Вертикальность кладки наружных стен То же, внутренних стен	Отвес массой 600 г Отвес массой 400 г	В процессе кладки То же	Звеньевой каменщик То же
Горизонтальность кладки	Уровень-правило	2 раза на 1 м высоты кладки	»
Отклонения от проектных отметок	Нивелир	При окончании кладки на этаже	Мастер
Прямолинейность рядов кладки	Порядовка и причалка	Перед укладкой каждого ряда кладки	Звеньевой каменщик
Правильность перевязки швов	Визуально	В процессе кладки	Мастер
Правильность расшивки швов	Визуально	Периодически	Мастер, звеньевой
Толщина продольных и поперечных швов	Метр, рулетка	То же	То же

В курсовом (дипломном) проекте студентом должны быть разработаны мероприятия по повышению качества строительства и схема операционного контроля качества проектируемого в технологической карте вида работ. Схема должна содержать эскиз конструкции с указанием допускаемых отклонений в размерах, перечни операций и процессов, контролируемых производителем работ (мастером), данные о составе, сроках и способах контроля. В необходимых случаях указывается перечень процессов, контроль качества которых следует осуществлять строительной лабораторией или специальными службами контроля. Примерная схема операционного контроля работ по устройству кирпичной кладки стен приведена в табл. 4.5.

При разработке мероприятий по повышению качества работ должны быть также учтены работы, на которые требуется составление акта скрытых работ.

#### **4.6. Указания по производству работ**

Указания по производству работ помещают на листе технологической карты. Они должны отражать особенности организации и технологии проектируемого строительного процесса. В частности, указывают состав основных подготовительных работ, предшествующих выполнению ведущего строительного процесса, принципы расчленения здания (сооружения) на участки, захватки, ярусы, состав строительных потоков и последовательность их включения в общий производственный ритм, особенности применения средств механизации и такелажного оборудования, порядок установки основных конструктивных элементов здания.

#### **4.7. Мероприятия по безопасности труда, противопожарной технике и охране окружающей среды**

Требования правил безопасного выполнения строительно-монтажных работ следует учитывать на всех этапах проектирования технологии и организации строительного производства. Особое внимание должно быть уделено этим вопросам при разработке проектов производства работ и технологических карт на отдельные строительные процессы. Проектные решения разрабатывают, руководствуясь положениями СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве», в необходимых случаях такие решения обосновывают расчетами и схемами.

В соответствующих разделах пояснительной записки курсового или дипломного проекта отражают технологические и общеплощадочные мероприятия по охране труда. К технологическим мероприятиям относятся следующие:

проверка монтажной технологичности запроектированных конструкций с точки зрения удобств и безопасности их монтажа, а также применения различных средств механизации (при необходимости приводят соответствующие расчеты);

меры по устранению возможных нарушений прочности элементов при монтаже, кладке и т. п.;

подбор существующих или разработка новых устройств и приспособлений для безопасного выполнения работ;

разработка мер по обеспечению электробезопасности;

обеспечение безопасности при применении токсичных материалов;

обеспечение безопасности при работах в зимних условиях.

К общеплощадочным мероприятиям относятся:

организация санитарно-гигиенического и бытового обслуживания работающих на строительной площадке;

выбор системы искусственного освещения строительной площадки, рабочих мест, проходов и проездов;

безопасное складирование материалов;

обеспечение рабочих питьевой водой;

ограждение опасных зон;

устройство временных автодорог, обеспечивающих безопасность движения.

В пояснительной записке дипломного проекта следует особое внимание уделить пожарной профилактике. При этом необходимо указать места расположения постов пожарной безопасности и ответственных лиц; наличие и состав средств пожаротушения; расположение и количество пожарных гидрантов, мест для курения, площадок складирования огнеопасных материалов; размещение мест для производства газо- и электросварочных работ; наличие и расположение предупредительных знаков и плакатов о мерах пожарной безопасности. Кроме того, следует рассмотреть вопросы обустройства на стройплощадке пожарной связи и сигнализации; предусмотреть разрывы при размещении строительного хозяйства; указать транспортные пути пожарных машин. Все мероприятия не должны носить общий характер, а быть конкретными и учитывать условия производства работ и строительства данного объекта.

В зависимости от тематики проекта мероприятия должны отражать такие основные решения: охрану и рациональное использование земли и древесно-кустарниковой растительности; рекультивацию (восстановление) нарушенных земель; предупреждение загрязнения атмосферы вредными выбросами, запыленности и загазованности воздуха; утилизация вредных отходов и обеззараживание сточных вод; защита питьевых и других водных источников от загрязнения и радиоактивного излучения, а также загрязнения подземных вод; снижение шумовых и вибрационных воздействий на рабочих и окружающую среду; использование снятого при планировке площадок растительного слоя грунта; предотвращение неорганизованного выхода подземных вод.

Особое внимание следует уделить мероприятиям по тепло- и звукоизоляции строящегося здания посредством герметизации стыков ограждающих конструкций и столярных изделий.



## **ГЛАВА 5**

### **КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ В ДИПЛОМНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

#### **5.1. Общие положения**

Основные решения по технологии и организации строительства разрабатывают при составлении проекта производства работ (ППР), являющегося составной частью проекта организации строительства (ПОС). Состав и содержание ППР зависят от вида строительства и сложности проектируемого объекта. На возведение зданий, сооружений или их частей ППР составляют по рабочим чертежам. Он должен содержать следующее:

- календарный план производства работ или комплексный сетевой график;

- строительный генеральный план;

- графики поступления на объект строительных конструкций, изделий материалов и оборудования (при возведении объекта комплексно-блочным методом разрабатывают график поставки укрупненных блоков);

- графики движения по объекту строителей и основных строительных машин;

- технологические карты выполнения отдельных видов работ;

- решения по производству геодезических работ;

- мероприятия по выполнению работ методом сквозного поточного бригадного подряда;

- мероприятия по ведению при необходимости работ вахтовым методом;

- решения по прокладке временных сетей водо, тепло- и энергоснабжения, освещения строительной площадки и рабочих мест;

- перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки;

- схемы строповки грузов;

- пояснительную записку.

В составе дипломного проекта разрабатываются организационно-технологические решения, как правило, на возведение одного объекта. Объем задания устанавливается руководителем дипломного проекта. При этом возможна дифференциация задания с целью более глубокой проработки отдельных положений в рамках общей структуры проекта.

Календарный план является одним из основных документов по организации строительства, устанавливающим технологическую последовательность выполнения работ, их взаимную увязку и совмещение во времени, сроки выполнения различных видов работ, потребность в материально-технических и трудовых ресурсах. На основании этого плана разрабатывается график возведения объекта с детализацией выполнения подготовительных, строительного-монтажных и специальных работ, а также указанием конкретных исполнителей. При этом

учитываются нормативные сроки возведения объекта, производственная мощность и наличие трудовых ресурсов генподрядной и субподрядной строительных организаций.

В составе дипломного проекта календарное планирование строительства объекта может быть представлено в виде календарного плана (графика), сетевого графика или циклограммы.

В зависимости от объекта проектирования календарные планы могут быть следующих видов: строительства комплекса зданий (сооружений); производства работ по объекту; осуществления отдельных строительных процессов. Они составляются на основании действующих нормативных документов, рабочих чертежей и смет, ПОС, данных о наличии машин и механизмов. Структура, состав и степень детализации календарного плана в дипломном проекте устанавливается руководителем проекта.

## 5.2. Проектирование календарных планов (графиков)

*Календарный план строительства комплекса зданий (сооружений)* разрабатывается в такой последовательности.

1. Согласно СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», устанавливаются сроки ввода в эксплуатацию очередей и пусковых комплексов, а также сроки возведения отдельных объектов. Очередью строительства считается комплекс зданий и сооружений, способный выпускать часть объема готовой продукции. Так, автомобильный завод можно строить очередями, и каждая очередь будет выпускать готовые автомобили. При строительстве микрорайона очередью строительства является квартал с культурно-бытовыми, общественными и другими обслуживающими зданиями. В качестве пускового комплекса может быть принят комплекс зданий (сооружений), выпускающий какой-либо вид продукции (отдельные узлы, детали, агрегаты), используемой в последующих производственных циклах по изготовлению конечной продукции.

2. Определяется распределение капитальных вложений по годам строительства, устанавливается объем строительного-монтажных работ.

3. Составляется календарный план работ, которые предстоит выполнить в основной период строительства (табл. 5.1).

### 5.1. Календарный план строительства комплекса

Номер строки	Наименование отдельных зданий, сооружений или видов работ (с выделением пускового или градостроительного комплекса)	Сметная стоимость, тыс. руб.		Распределение капитальных вложений и объемов строительного-монтажных работ по периодам строительства (кварталам, годам), тыс. руб.
		Всего	В т. ч. строительного-монтажных работ	
А	Б	1	2	3-14

Номенклатуру зданий и сооружений (графа Б) устанавливают в зависимости от вида и особенностей строительства. Распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ (графы 3—14) следует приводить в виде дроби, где в числителе записывают объем капитальных вложений, в знаменателе — объем строительно-монтажных работ. Для объектов жилищно-гражданского строительства объемы СМР распределяют по месяцам, а для промышленных комплексов — по годам.

*Календарный план производства работ по объекту* разрабатывается в составе ППР. При этом следует выделять подготовительный и основной периоды строительства объекта. В подготовительный период предусматривается выполнение следующих работ:

сдача—приемка геодезической разбивочной основы для объекта строительства, прокладка инженерных сетей, временных и постоянных дорог;

освобождение строительной площадки (снос строений, линий электропередач, расчистка территории и т. п.);

планировка территории строительной площадки;

искусственное понижение при необходимости уровня грунтовых вод;

перекладка существующих и прокладка новых инженерных сетей и дорог;

установка инвентарных временных ограждений строительной площадки;

устройство складских площадок и помещений для хранения материалов, конструкций и оборудования;

организация связи для оперативного диспетчерского управления производством СМР;

работы по обеспечению строительной площадки противопожарным водоснабжением и инвентарем, освещением и средствами сигнализации.

Весь цикл подготовительных работ должен быть технологически увязан с общим потоком основных строительно-монтажных работ. Пример составления календарного плана производства работ по объекту приведен в табл. 5.2.

При разработке календарного плана производства работ целесообразно руководствоваться следующими принципами:

работы основного периода строительства следует начинать только после окончания подготовительных работ;

надземные конструкции начинают возводить только после устройства подземной части здания (сооружения) и обратной засыпки котлованов, траншей, пазух;

в календарном плане должны быть учтены все подготовительные и основные работы, включая инженерное оборудование здания (сооружения), а также благоустройство территории и сдачу объекта в эксплуатацию;

проектирование выполнения работ с помощью поточных методов; использование наиболее прогрессивных методов производства работ, организации производства и труда рабочих;

максимальное применение средств комплексной механизации и экономически целесообразной автоматизации производственных строительных процессов;

общая продолжительность возведения объекта не должна превышать нормативной (СНиП 1.04.03-85);

обеспечение максимального совмещения в пространстве и времени строительно-монтажных работ с учетом требований техники безопасности;

равномерность и непрерывность выполнения работ в соответствии с принятыми методами их производства, высокое качество строительства;

проектирование работы высокопроизводительных и дорогостоящих машин и механизмов в две-три смены, а работ, выполняемых вручную, — в одну-две смены.

Методика разработки календарного плана производства работ по объекту состоит в следующем (рис. 5.1): определяют номенклатуру работ; по рабочим чертежам подсчитывают объемы работ; устанавливают для каждого вида работ методы их выполнения и производят выбор необходимых машин и механизмов; рассчитывают трудоемкость работ в человеко-днях и машино-сменах; назначают сменность работ; устанавливают технологическую последовательность выполнения каждого вида работ и определяют их продолжительность; рассчитывают состав звеньев и бригад; составляют график выполнения работ.

Наименование работ (см. графу 1 табл. 5.2) зависит от номенклатуры выполняемых строительных процессов, располагаемых в их технологической последовательности. При этом работы целесообразно сгруппировать по видам и периодам их выполнения. Так, если дипломник разработал технологическую карту на монтаж каркаса промышленного здания, то в календарном плане все процессы, связанные с монтажом, целесообразно объединить в одну графу «Монтаж каркаса здания».

Объем работ (графы 2, 3) рассчитывается по рабочим чертежам, выражая их в нормативных единицах.

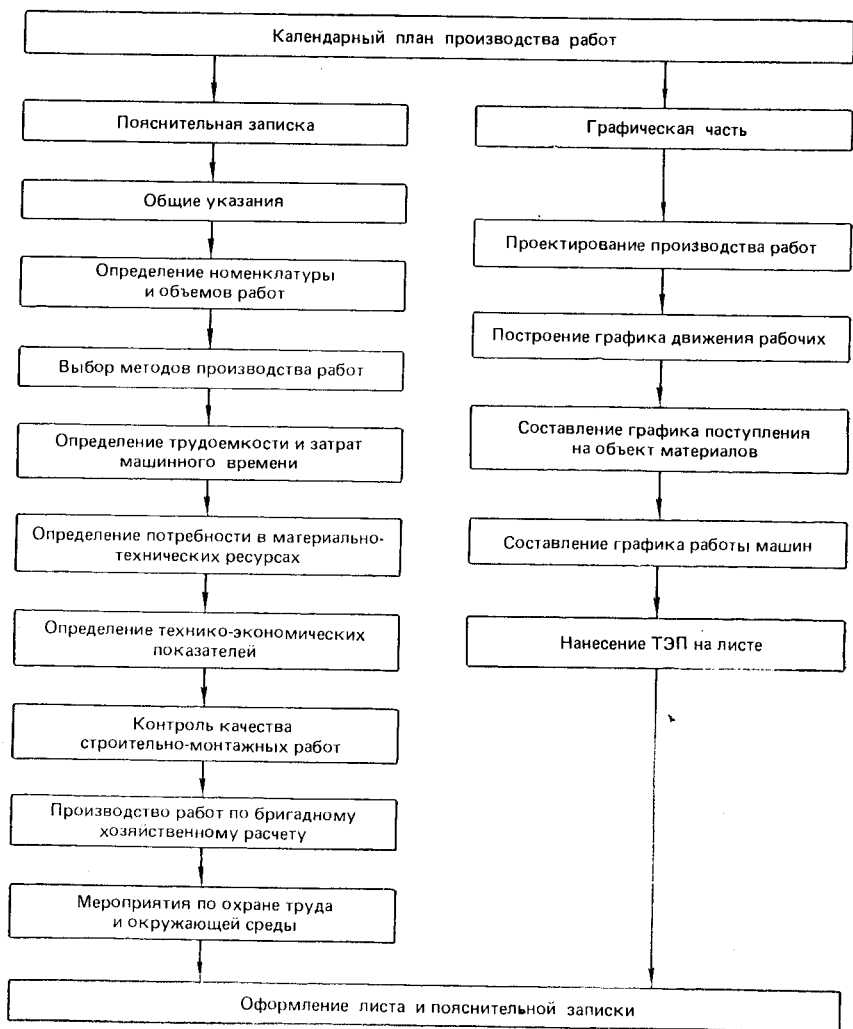
Затраты труда рабочих и машин (графа 4) определяют по нормативным документам с учетом планируемого роста производительности труда. В числителе проставляют затраты труда рабочих, в знаменателе — машино-смены. Для работ, на которые составлены технологические карты, трудозатраты принимаются по калкуляциям.

Трудоемкость работ подготовительного периода, при устройстве инженерных сетей, средств связи, а также по неучтенным работам определяется посредством деления соответствующей сметной стоимости работ на дневную выработку одного рабочего, которую ориентировочно принимают следующей, руб/чел.-день: для работ подготовительного периода и неучтенных работ — 20; внутренних санитарно-технических работ и работ по газификации — 50; электромонтажных работ и работ по телефонизации и радиификации — 45; работ по озеленению и благоустройству территории — 30; монтажу технологического оборудования — 120.



Устройство выпусков, вводов и транзитных коммуникаций в технологье	—	—	54,6	МСТК-90	0,4	9	1	6	Слесари-сантехники
Обратная засыпка и подготовка подполья	м <sup>2</sup>	1102	84,5	МСТК-90	4	9	1	8	Землекопы-бетонщики
Монтаж перекрытия, лестничных маршей и площадок со сваркой и вспомогательными работами	шт.	155	42,8	МСТК-90	3,4	3	2	4	Монтажники Бетонщики Сварщик Арматурщик Бетонщик-плотник
Устройство монолитных заделок	м <sup>3</sup>	19	9,2	—	—	—	—	1	Машинист
Вертикальная обмазочная гидроизоляция стен битумом за 2 раза	м <sup>2</sup>	510	3,9	Автогудронатор	1,3	1	1	4	Бетонщик
Засыпка пазух снаружи из автосамосвалов с трамбованием вручную	м <sup>3</sup>	2100 356	7,3	—	1,2	1	1	1 8	Машинист Землекопы

Примечание. В графах 4 и 6 приведены принятые трудозатраты.



### 5.1. Последовательность разработки календарного плана производства работ

Выбор необходимых машин, механизмов и средств малой механизации (графы 5, 6) зависит от условий производства, объемов и продолжительности выполнения работ (методы выбора машин и механизмов по техническим параметрам см. в гл. 3).

Продолжительность отдельных видов работ (графа 7) рассчитывается делением количества машино-смен (графа 6) на количество смен работы машин (графа 8).

Численность рабочих в смену (графа 9) определяют делением трудоемкости данного вида работ на продолжительность ее выполнения (графа 7).

Состав звена рабочих по профессиям должен соответствовать нормативным данным на определенный вид работ, а затем из звеньев комплектуют бригады (графа 10). При этом численность специализированных бригад не должна превышать 20—25-ти человек, комплексных — до 50-ти человек. При расчете состава бригад следует иметь в виду, что переход с одной работы на другую в пределах возводимого объекта не должен вызывать изменений в численности бригады и квалификации ее членов.

Данные календарного плана суммируют по графам 4 и 7, результаты которых необходимы при расчете технико-экономических показателей. На основании расчетных данных (см. табл. 5.2) разрабатывают календарный план (график) строительства объекта.

Продолжительность работ на графике обозначается линией-вектором, над которым указывается количество рабочих, выполняющих данный строительный процесс и число смен работы в сутки. При разработке графика следует предусматривать равномерное использование рабочих. Для этого параллельно с разработкой основного календарного плана вычерчивают график изменения численности рабочих за каждый день посредством суммирования соответствующих данных по вертикали. Для оценки правильности использования рабочей силы используют коэффициент неравномерности движения рабочих, определяемый как частное от деления максимальной численности рабочих на объекте на их среднюю численность. Среднюю численность рабочих находят делением суммарной трудоемкости возведения объекта на запланированный срок строительства по календарному графику, умножив полученное число на коэффициент 1,1. Этот коэффициент учитывает невыходы на работу по уважительным причинам (болезни, отпуска).

Разработав календарный план, определяют основные технико-экономические показатели, характеризующие эффективность принятых в плане организационно-технологических решений, к которым относятся следующие: общая продолжительность строительства, соответствующая нормативным срокам; удельная трудоемкость работ (соотношение суммарных затрат труда к строительной или потребительской характеристике объекта, выраженной в натуральных измерителях: 1 м<sup>3</sup> здания, 1 м<sup>2</sup> жилой площади, одно место, одна койка); выработка на 1 чел.-день (отношение сметной стоимости строительства к общей трудоемкости работ), руб/чел.-день; уровень механизации основных строительного-монтажных работ (характеристика в процентном отношении выполненных механизированным способом работ к общему объему данного вида работ в натуральном выражении); коэффициент неравномерности движения рабочей силы.

На основании календарного плана разрабатывают график поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования (табл. 5.3) и график работы основных строительных машин и механизмов (табл. 5.4).

*Календарный план (график) выполнения отдельных процессов* разрабатывают в составе технологических карт. По составу граф он может соответствовать календарному плану производства работ, а по



### 5.3. График поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования

Наименование строительных конструкций, изделий материалов и оборудования	Единица	Количество	Дата поступления
1	2	3	4

### 5.4. График работы основных строительных машин и механизмов по объекту

Наименование строительных машин и механизмов	Единица	Количество машин	Среднесуточное число машин по дням, неделям, месяцам			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7

наименованию работ (операций) увязывается с разрабатываемым процессом (см. § 4.3.)

*Сетевые графики* необходимы при строительстве комплексов (комплексные сетевые графики) или отдельных сложных сооружений (объектные сетевые графики). При их разработке следует руководствоваться основными положениями, изложенными в учебной и технической литературе [22, 23].

### 5.3. Проектирование возведения объектов на основе циклограмм

Циклограммы, предложенные проф. М. С. Будниковым в 30-х годах, применяются в условиях многократно повторяющихся объемов работ по соответствующим захваткам или участкам на объекте. Как правило, их рекомендуется использовать при строительстве многоэтажных жилищно-гражданских зданий и линейных объектов большой протяженности (дорог, инженерных сетей). Для объектов жилищно-гражданского строительства может быть также разработана циклограмма поточной застройки комплекса зданий (квартала, массива).

Методика проектирования поточного строительства многоэтажных зданий на основе циклограмм состоит в следующем [18]. Возведение здания представляется в виде четырех технологических стадий: I — возведение подземной части здания; II — возведение наземной части здания; III — устройство кровли; IV — отделочные работы. В отдельных случаях строительство зданий может рассматриваться в три стадии, когда возведение подземной и наземной стадий совмещается в одну.

Для осуществления строительного-монтажных работ каждой стадии организуются специализированные строительные потоки, структура которых зависит от составляющих их простых и сложных строительных процессов. После установления структур потоков для каждого

из них определяют значения параметров: пространственных (число этажей в здании, монтажных участков и захваток); технологических (количество простых и сложных процессов, составляющих строительный поток, число рабочих в звене) и временных (модуль цикличности, продолжительность частных потоков). Значения этих параметров вычисляют в процессе составления калькуляции трудовых затрат и заработной платы (табл. 5.5) и технологических нормалей для каждой стадии возведения многоэтажного здания.

5.5. Калькуляция трудовых затрат и заработной платы на строительство  $a$ -этажного  $m$ -секционного жилого здания

Технологическая стадия	Номер процесса	Наименование простых процессов	Основание			Объемы работ				Трудозатраты, чел.-смен		Состав звена, бригады	
			Параграфы ЕНиР, калькуляций НИСа	Единица	$H_{вр}$ , чел.-ч/расценка, руб.	Единица	Участок		Участок		Зарплата, руб.		
							1 (2 ... $b_k(0)$ )		1 (2 ... $b_k(0)$ )				
							Захватка — секция этажа		Захватка — секция этажа				
торцевая	рядовая	торцевая	рядовая	Квалификационный и численный	Количество рабочих								
8	9	10	11										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Количество монтажных и отделочных участков для каждого здания устанавливается в зависимости от количества секций, принятых для монтажных работ кранов, строительных и отделочных бригад, нормативной продолжительности строительства.

В многосекционных жилых зданиях в качестве захватки принимают одну-две секции в пределах этажа. Для организации поточности выполнения работ каждый монтажный участок должен состоять минимум из двух захваток.

Калькуляция трудовых затрат и заработной платы заполняется в таком порядке. В графе 3 фиксируются все общестроительные, специальные и отделочные процессы в технологической последовательности их выполнения с расчленением до простых процессов, т. е. в виде, как они приведены в ЕНиР. В графы 4—6 записываются данные на основании ЕНиР или внутриведомственных укрупненных калькуляций. Объемы работ по каждому процессу (графы 7—9) определяются по рабочим чертежам (или сметам) после соответствующей корректировки (от общего к частному — от объема на все здание к объему работ на участке, захватке, секции). Трудозатраты и заработную плату (графы 10, 11) вычисляют умножением соответствующих норматива времени и расценки на объем работ по участку и захватке. Данные граф 12, 13 принимают по ЕНиР.

На основании калькуляции трудовых затрат и зарплаты составляется технологическая нормаль строительства здания (пример заполнения — табл. 5.6). В процессе ее разработки формируют структуру каждого специализированного потока и определяют продолжительность выполнения на захватке простых и комплексных (сложных) процессов, их количество в специализированном потоке по каждой стадии строительства здания. В технологической нормали комплексные (сложные) процессы представляют как совокупность простых, выполняемых постоянным составом исполнителей. Например, в состав комплексного процесса «Монтаж конструкций» можно включить простые процессы: монтаж наружных и внутренних стеновых панелей, перегородок, элементов лестничной клетки и т. п.

Трудоемкость выполнения комплексного процесса (графы 5, 6) определяется суммированием трудозатрат на выполнение составляющих простых процессов.

Продолжительность выполнения любого процесса (графы 12 — 14) по каждой стадии строительства определяют делением принятой трудоемкости (графы 5, 6) на количество исполнителей (графа 9). С учетом роста производительности труда принятую трудоемкость принимают на 10—25 % меньше нормативной (графа 8).

Совокупность специализированных потоков, объединенных конечной продукцией (здание, группа однотипных зданий) представляет собой объектный поток.

Для сокращения продолжительности специализированных и объектного потоков в процессе проектирования следует стремиться к совмещению выполнения процессов во времени.

Продолжительность строительства многоэтажного жилого здания, а также продолжительность специализированных и частных строительных потоков могут быть определены по формулам [18]:  
расчетная продолжительность строительства здания

$$T_{ц.о} = K \left\{ \sum_{I, II, III} (n - 1) + [(n_{II} - 1) + \Pi_0^{II}] + [2m_k + a(m_k + m_0)] \right\} + \sum_{I-IV} t_0 + \sum_{I-IV} t_T; \quad (5.1)$$

продолжительность возведения подземной части здания на ленточных фундаментах ритмичным специализированным потоком

$$T_{II} = K [(n_I - 1) + m_k] + \sum_I t_0 + \sum_I t_T; \quad (5.2)$$

то же, на свайных фундаментах кратноритмичным специализированным потоком

$$T_{Ic} = K \left[ \sum_I^i c_i n_i m_i + \dots + c_i (n_i - 1) m_i + m_k \right] + \sum_I t_0 + \sum_I t_T; \quad (5.3)$$

продолжительность возведения наземной части здания

$$T_{II} = K \{ [(n_{II} - 1) + \Pi_0^{II}] + am_k \} + \sum_{II} t_0 + \sum_{II} t_T; \quad (5.4)$$

продолжительность работ по устройству кровли

$$T_{III} = K [(n_k - 1) + m_k] + \sum_{III} t_0 + \sum_{III} t_r; \quad (5.5)$$

продолжительность отделки поверхностей здания без межстадийного совмещения специализированных потоков

$$T_{IV(III)} = K [(n_{IV(III)} - 1) + am_0] + \sum_{IV(III)} t_0 + \sum_{IV(III)} t_r; \quad (5.6)$$

продолжительность внеэтажных работ (I, III технологические стадии)

$$t_{nI(III)} = cK_{I(III)} m_k; \quad (5.7)$$

то же, процесса поэтажных работ (II, IV технологические стадии)

$$t_{nII(IV)} = Kam_{k(0)}; \quad (5.8)$$

то же, производства работ по наладке лифтов

$$t_n = cK(a + 1)m_k/b_l, \quad (5.9)$$

где  $K$  — продолжительность выполнения простого или комплексного процесса на захватке (модуль цикличности), дней;  $n_I, n_{II}, n_{III}, n_{IV}$  — количество простых или комплексных процессов в соответствующем специализированном потоке;  $\Pi_0^{II}$  — количество внутретажных организационных перерывов, обусловленных требованиями безопасности, запрещающими ведение каких-либо работ на одной вертикали с монтажом поэтажных конструкций,

$$\Pi_0^{II} = 1 + \frac{n_{II} - (m_k + 1)}{m_k - 1}; \quad (5.10)$$

$m_k$  — количество монтажных захваток на участке

$$m_k = m/b_k, \quad (5.11)$$

где  $m$  — количество секций в здании;  $b_k$  — количество монтажных участков (кранов)

$$b_k = m/m_k; \quad (5.12)$$

$a$  — количество этажей в здании;  $m_0$  — количество отделочных захваток на участке

$$m_0 = m_k/b_0, \quad (5.13)$$

$b_0$  — количество отделочных участков (бригад отделочников)

$$b_0 = m_k/m_0, \quad (5.14)$$

$i$  — количество подгрупп ритмичных частных потоков в кратноритмичном специализированном потоке;  $c_i = k_i/K$  — коэффициент кратности циклов соответствующей подгруппы (ритмичных частных потоков) кратноритмичного специализированного потока;  $k_i$  — продолжительность частного потока на захватке соответствующей подгруппы, дни;  $n_i$  — количество ритмичных частных потоков в  $i$ -й подгруппе;  $m_i$  —

5.6. Технологическая нормаль строительства 6-этажного 7-секционного крупнопанельного жилого здания на свайных фундаментах

Технологическая стадия	Номер процесса	Наименование простых и сложных процессов (частных потоков)	Трудозатраты, чел.-смен, нормативные/принятые		Выполнение норм выработ.		Исполнители				Продолжитель- ность процессов, смен				Машины, приспособления, инструменты
			Формы пункта каль- куляции	Участок	Выполнение норм выработ. кн, %	Квалификацион- ный (разряды) и численный состав звена (бригады)	Количество рабочих	Формы бригад	Формы звена	Участок					
1	2	3	4	5	6					7	8	9	10	11	12
Возведение подземной части здания	1	Устройство об- носки и разбивка котлована	1, 3, 5, 7	6, 1/6	6, 1/6	102	Землекопы, II, 2 чел. Плотники III, 2 чел.	4	1	1	1,5	1,5	1	—	
	2	Устройство кот- лована и среза экскаваторного недобора бульдо- зером	11	35/30	35/30	117	Геодезист Машинисты, V, 2 чел. Шоферы, III, 6 чел. Землекопы, III, 2 чел.	10	2	2	3	3	2	Экска- ватор Э-303Б, буль- дозер ДЗ-53	
	3	Разбивка свай- ного поля	—	3/3	3/3	100	Геодезист Рабочие, II, 2 чел.	2	1	1	1,5	1,5	1	—	
	4	Забивка свай и среза оголовков	ТППР	75/75	75/75	100	Копровщики, IV, 3 чел. Бетонщики, III, 2 чел.	5	3	1	15	15	1	1	Дизель- молот С-996А
Возведение наземной	1	Подготовка пло- щадки; разгруз-	1, 2; 6-8;	54, 41/54	54, 41/54	110	Бригады 1, 2, 3	6	7	1-3	9	9	3	Кран КБ-405	

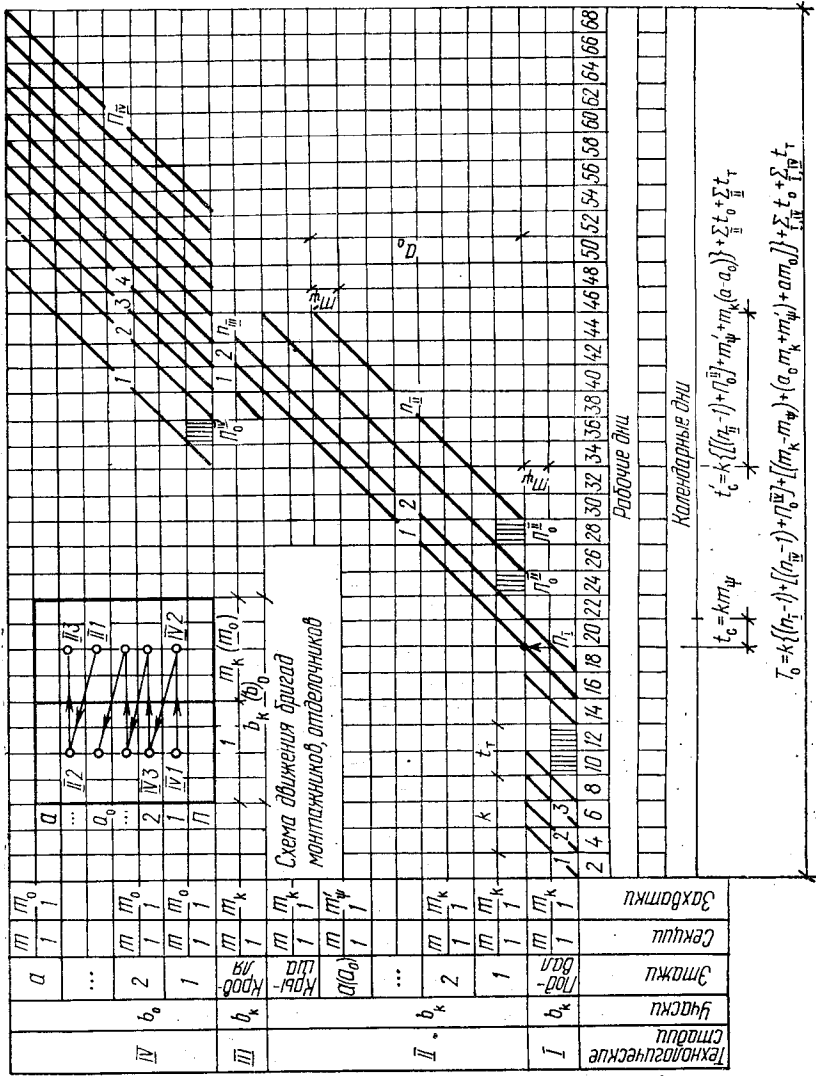
ка изделий; монтаж наружных и внутренних стеновых панелей, перегородок, лестничных маршей, лестничных площадок, элементов лифтовой шахты, поддонов и элементов санузлов, звеньев мусоропровода; подача на этаж дверных блоков, санитарно-технических заготовок; монтаж панелей перекрытия, плит лоджий и панелей ограждения; электро-сварка узлов и анкеров; антикоррозийная защита; бетонирования стыков; заделка швов раствором

Монтажник, V  
То же, IV  
» , III  
Такелажник,  
IV  
Сварщик, V  
Бетонщик, IV

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	2	Электромонтажные работы	К, КЭМ	12,05/9	12,05/9	134	Электромонтажник, IV То же, III	3	8	1	3	3	1	—
Отделка поверхностей здания	1	Беспесчаная подготовка поверхности и стен под клеевую окраску	Калькуляция ДСК	41,15/36	41,15/36	114	Маляры, V, 2 чел. То же, IV, 4 чел. То же, III, 6 чел.	12	14	1	3	3	1	—
	2	Окраска поверхностей стен клеевыми составами	То же	6,5/6	6,5/6	108	Маляр, IV То же, III	2	14	2	3	3	1	—
	3	Оклейка стен обоями	»	10,25/9	10,25/9	114	Маляры, IV, 2 чел. Маляр, III	3	14	3	3	3	1	—
	4	Ремонт основания, устройство полов из ПХВ, линолеума, плитусов	»	19,36/18	19,36/18	107	Плиточник, V То же, IV Плиточники, III, 4 чел.	6	14	4	3	3	1	—







5.3. Циклограмма возведения многоэтажного жилого здания при межэтажном совмещении специализированных потоков

количество захваток, обслуживаемых последним частным потоком  $i$ -й подгруппы, до включения в работу первого процесса следующей подгруппы;  $b_{л}$  — количество бригад слесарей по монтажу и наладке лифтов;  $\sum_{I-IV} t_0$  — продолжительность внутримагистральных организационных перерывов в I—IV специализированных потоках, дней;  $\sum_{I-IV} t_T$  — то же, технологических перерывов, дней.

На основании технологической нормали составляют циклограмму возведения здания.

Циклограмма строительства здания (или группы однотипных зданий) отражает развитие строительных процессов в пространстве и времени. Построение циклограммы начинают с вычерчивания сетки, где по вертикали откладывают пространственные параметры (стадии возведения объекта, участки, этажи, секции, захватки), а по горизонтали — рабочие и календарные дни, месяцы. На сетке наклонными линиями показывают выполнение работы соответствующими частными и специализированными потоками. Вертикальная проекция этих линий специализирует фронт работ, где они выполняются, а горизонтальная — продолжительность выполнения процесса. Примеры циклограмм строительства многоэтажных жилых зданий приведены на рис. 5.2, 5.3.

#### **5.4. Проектирование строительных генеральных планов**

Строительный генеральный план составляется с целью рационального использования строительной площадки, расположения постоянных и временных зданий и сооружений, складского хозяйства, административно-бытовых помещений и временных инженерных сетей, обслуживающих нужды строительства. Стройгенплан разрабатывается на каждой стадии проектирования, а также для различных периодов строительства. В дипломном проекте стройгенплан объекта входит в состав ППР.

При проектировании стройгенплана следует руководствоваться следующими принципами:

максимально использовать для нужд строительства существующие здания и сооружения, а также подлежащие сносу или строящиеся;

объем строительства временных сооружений должен быть минимальным;

производственные установки целесообразно размещать на кратчайшем расстоянии от мест потребления их продукции;

грузопотоки конструкций и материалов следует проектировать с минимальным числом перегрузок, а также комплексной механизацией погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных работ; протяженность временных инженерных сетей и коммуникаций должна быть минимальной;

временные здания и сооружения следует предусматривать передвижными индустриального изготовления;

следует обеспечить соблюдение требований безопасного ведения работ, противопожарной безопасности, производственной санитарии и охраны окружающей среды;

необходимо создать наиболее благоприятные условия бытового обслуживания персонала стройки.

Основными исходными данными при составлении стройгенплана являются: генплан объекта, основные технологические и строительные решения проекта, календарный (сетевой, циклограмма) график строительства со сводным графиком; потребность в рабочих, сведения о потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах, машинах и механизмах; перечень необходимых временных зданий и сооружений; потребность в воде, электроэнергии, сжатом воздухе.

Пояснительная записка должна содержать необходимые расчеты и обоснования по проектированию стройгенплана, в частности: определение потребности во временных зданиях и сооружениях; расчет потребности в складских помещениях и площадках; расчет потребности в энергоресурсах (воде, электроэнергии, теплоте, паре); обоснование размещения на строительной площадке объектов строительного хозяйства.

**Определение потребности во временных зданиях.** На строительной площадке размещаются санитарно-бытовые, административные, производственные (мастерские и установки) и складские здания и сооружения.

Потребность во временных санитарно-бытовых и административных зданиях определяют по максимальной численности работающих на строительной площадке с учетом нормативной площади на одного человека.

Первоначально вычисляют общую численность работающих на строительной площадке:

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{ИТР}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}}) K_0, \quad (5.15)$$

где  $N_{\text{раб}}$  — численность рабочих, принимаемая по графику изменения численности рабочих календарного плана или сетевого графика;  $N_{\text{ИТР}}$  — численность инженерно-технических работников (ИТР);  $N_{\text{служ}}$  — численность служащих;  $N_{\text{МОП}}$  — численность младшего обслуживающего персонала (МОП) и охраны;  $K_0 = 1,05—1,06$  — коэффициент, учитывающий отпуска, болезни, выполнение общественных обязанностей (табл. 5.7).

### 5.7. Соотношение категорий работающих, %

Вид строительства	Рабочие	ИТР	Служащие	МОП и охрана
Промышленное	83,9	11	3,6	1,5
Транспортное	83,3	9,1	6,2	1,4
Сельскохозяйственное	83	13	3	1
Жилищно-гражданское	85	8	5	2

Затем, учитывая расчетную общую численность работающих, определяют потребность в необходимых площадях. При их расчете принимают следующие соотношения помещений и работающих: административных — 80 % общего количества ИТР, служащих, МОП; красных уголков, умывальных, столовых — максимальное количество работающих в одну смену; гардеробных — общее количество рабочих на строительстве; душевых, помещений для сушки одежды и обогрева рабочих — максимальное количество рабочих в наиболее многочисленную смену; туалетов — количество работающих в наиболее многочисленную смену при соотношении мужчин и женщин — 0,7 и 0,3; диспетчерских — по численному составу диспетчерского персонала.

Для расчета общей потребности площади временных зданий административного и санитарно-бытового назначения по их отдельным видам используют нормативы (табл. 5.8). Расчет площадей рекомендуется выполнять в виде таблицы (табл. 5.9).

**5.8. Нормативные показатели для определения площадей инвентарных зданий административного и санитарно-бытового назначения на 1 чел.**

Помещение	Единица	Нормативный показатель	Примечание
<i>Административного назначения</i>			
Кантора	$\frac{\text{Место}}{\text{м}^2}$	$\frac{1}{4}$	
Красный уголок	$\frac{\text{Место}}{\text{м}^2}$	$\frac{1}{0,75}$	
Диспетчерская	$\frac{\text{Обслуживающий персонал}}{\text{м}^2}$	$\frac{1}{7}$	
<i>Санитарно-бытового назначения</i>			
Гардеробная	$\text{м}^2$	0,5 — 0,6	Нижний предел для гардеробных без скамей, верхний — со скамьями
Душевая с раздевальной	$\frac{\text{Сетка}}{\text{м}^2}$	$\frac{0,2}{0,82}$	
Умывальная	$\frac{\text{Кран}}{\text{м}^2}$	$\frac{0,05}{0,06 — 0,065}$	Нижний предел для индивидуальных умывальников, верхний — для групповых круглых
Гардеробная с умывальником	$\text{м}^2$	0,9	
Сушилка	$\text{м}^2$	0,2	
Туалет	$\text{м}^2$	0,07 — 0,14	Нижний предел — для мужчин, верхний — для женщин
Помещение для обогрева рабочих	$\text{м}^2$	0,1	
Столовая	$\text{м}^2$	0,8	
Буфет	$\text{м}^2$	0,7	
Комната приема пищи и отдыха	$\text{м}^2$	1	Не менее 12 м <sup>2</sup>
Медпункт	$\text{м}^2$	0,05	

### 5.9. Пример расчета площадей некоторых помещений временных зданий административного и санитарно-бытового назначения

Помещение	Расчетное число работающих, чел.	Норматив		Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Площадь, получаемая за счет использования смежных и строящихся объектов, м <sup>2</sup>	Принятые временные здания		
		Единица	Количество			Тип здания и шифр проекта	Размеры, м	Количество
Гардеробная	60	м <sup>2</sup>	0,5	30	10	Контейнерный 420-04	6×2,7	2
Душевая	40	Сетка м <sup>2</sup>	0,2 0,82	8 32,8	4 16,4	Передвижной 420-01	9×2,7	1
Контора	5	м <sup>2</sup>	4	20	—	Передвижной ИПВТ К-6	9×3	1

К временным зданиям производственного характера относятся склады, навесы, кладовые, различные мастерские производственного и обслуживающего характера, энергетические установки. Площади складов рекомендуется рассчитывать по форме, приведенной в табл. 5.10.

### 5.10. Форма для расчета площадей складов

Материалы и изделия	Единица	Потребность в материалах и изделиях		Запас материалов и изделий				Площадь склада, м <sup>2</sup>					Вид и конструкция склада	
		Максимальная годовая	Среднесуточная	Нормативный, дней	Коэффициент равномерности потребления	Коэффициент неравномерности поступления	Планируемый запас, натуральные измерители	Норма хранения на 1 м <sup>2</sup>	Полезная площадь склада	Коэффициент на проходы	Расчетная площадь	Размеры склада	Открытый, закрытый, навес	Передвижной, контейнерный, сборно-разборный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Объем материалов, подлежащих хранению на складе,

$$P = (Q\alpha/T) nK, \quad (5.16)$$

где  $Q$  — объем материала, требуемого для осуществления строительства;  $\alpha$  — коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склады (для автомобильного и железнодорожного транспорта  $\alpha = 1,1$ , для водного  $\alpha = 1,2$ );  $T$  — продолжительность потреб-

ления данного ресурса (определяется по календарному плану или сетевому графику);  $n$  — нормативный запас материалов, дней (табл. 5.11);  $K = 1,3$  — коэффициент неравномерности потребления материалов.

### 5.11. Ориентировочные расчетные нормативы запаса основных материалов на складах, дней

Материалы и изделия	При перевозке транспортом		
	железнодорожным	автомобильным на расстояние	
		до 50 км	более 50 км
Сталь, трубы, лес круглый и пиленный, нефтебитум, санитарно- и электротехнические материалы, цветные металлы, химикаты	25—30	12	15—20
Цемент, известь, стекло, рулонные и асбестоцементные материалы, деревянные и металлические конструкции	20—25	8—12	10—15
Кирпич, камень бутовый и булыжный, щебень (гравий), песок, шлак, сборные железобетонные конструкции и трубы, кирпичные и бетонные блоки, шлакобетонные камни, плитный утеплитель, перегородки	15—20	5—10	7—20

Полезная площадь склада (без проходов),  $m^2$ ,

$$F = P/q, \quad (5.17)$$

где  $q$  — количество материала, укладываемого на  $1 m^2$  площади склада (табл. 5.12).

Расчетная площадь склада с проходами,  $m^2$ ,

$$S = F/\beta, \quad (5.18)$$

где  $\beta$  — коэффициент использования площади склада:

Склад	$\beta$
Закрытый	
Универсальный, оборудованный стеллажами с проходами между рядами (при главном проходе 2,5—3 м)	0,35—0,4
Отапливаемый	0,6—0,7
Неотапливаемый	0,5—0,7
Для штабельного хранения материалов	0,4—0,6
Открытый для хранения материалов	0,4—0,5
То же металла	0,5—0,6
→ — нерудных строительных материалов	0,6—0,7
Навесы	0,5—0,6

Размеры и конструкции складов выбирают на основе утвержденных унифицированных типовых секций (табл. 5.13). Передвижные склады размером в плане  $9 \times 2,7$  и высотой 2,5 м применяют при плановом сроке нахождения на объекте до 18 мес; сборно-разборные, одно- и двухпролетные — при сроке нахождения на объекте до 36 мес.

## 5.12. Нормы укладки и вид хранения строительных материалов, конструкций, изделий, полуфабрикатов

Строительные материалы, конструкции, изделия и полуфабрикаты	Объем материалов и изделий, укладываемых на 1 м <sup>2</sup> площади склада (без учета проездов и проходов)	Высота укладки, м	Способ хранения
--	---	-------------------	-----------------

### Нерудные ископаемые

Песок, щебень, гравий, м <sup>3</sup> , в складах: механизированных немеханизированных	3—4	5—6	Открытый То же
	1,5—2	1,5—2	

### Силикатные материалы

Кирпич строительный, тыс. шт., при хранении: в клетках на поддонах контейнеров по 170—180 шт. в пакетах на поддонах по 110—115 шт.	0,7	1,5	» » »
	0,65—0,7	2,1	
	0,7—0,75	1,5	
Плитка метлахская, шт. Стекло оконное в ящиках (на ребро), м <sup>2</sup>	78—80 70—200	1,5 0,5—0,8	Под навесом В закрытом складе или под навесом
Цемент, т, при хранении в механизированных складах: в бункерах в силосах	2,5—4 7—12	2—3 6—10	
Цемент, т, при хранении в немеханизированных складах: в мешках (80 кг) без упаковки	1,3 2—2,8	2 1,5	» »

### Лесоматериалы и изделия из древесины

Лес круглый, м <sup>2</sup>	1,3—2	2—3	Открытый То же
То же, пиленный, м <sup>2</sup>	1,2—1,8	2—3	
Переплеты оконные, м <sup>2</sup>	45	2	Под навесом
Полотна дверные и ворота, м <sup>2</sup>	44	2	То же

### Сборные железобетонные и бетонные конструкции и детали

Балки покрытий, перекрытий и подкрановые балки, м <sup>3</sup>	0,25—0,45	1,1—2,2	Открытый
Балки бетонные, м <sup>3</sup>	2—2,5	2,5—3	То же
Колонны, м <sup>3</sup>	0,79—0,82	1,6—2	»
Крупные стеновые панели промышленных зданий, м <sup>3</sup>	0,95—1	1,35—1,5	Открытый
Плиты, м <sup>3</sup> : перекрытий покрытий	0,75—0,95	3	То же »
	0,45—0,5	2,9—3,1	
Прогоны покрытий и перекрытий, м <sup>3</sup>	0,6—0,9	1,44—2,12	»
Фермы, м <sup>3</sup> : в вертикальном положении плашмя	0,045—0,07	—	» »
	0,032—0,045	0,3—0,5	

### 5.13. Основные показатели конструктивных схем некоторых мобильных временных зданий

Система	Размеры, м		Удельная трудоемкость изготовления строительной части, нормо-ч/м <sup>2</sup>
	Длина	Ширина (пролет)	
«Ставрополец»	7	2,5	9,7
«Универсал»	6	3	16,8
«Днепр»	6	3	13,5
«Нева»	6	3	7,5
«Мелиоратор»	6	3	14,1
	12	3	15,9
«Геолог»	6	3	20,4
420-10	6	3	14,7
«Энергетик»	6	3	12,8
«Комфорт»	9	3	8,5
420-100	9	3	18,6
87	12	3	16,3
ЦУБ	9,6	3,2	8

Определение расчетного расхода воды. На стройплощадке применяются временные водопроводные сети производственного, хозяйственно-питьевого и противопожарного назначения. Временное водоснабжение может осуществляться от действующей городской сети или природных источников (подземных или поверхностных водоемов). Как правило, определяют часовой и секундный расход воды с учетом ее использования отдельными потребителями. Часовой расход воды вычисляется при выборе источника водоснабжения, а секундный — при расчете диаметров водопроводных труб. Учитывая меняющийся цикл строительных работ и режим работы механизмов при расчете расхода воды используют коэффициенты часовой неравномерности потребления воды. Расчетный часовой расход воды определяют для каждого потребителя.

Максимальный часовой расход воды на технологические нужды и продукцию подсобных производств

$$Q_1 = Vq_1K_1/n, \quad (5.19)$$

где  $V$  — сменный объем строительных работ;  $q_1$  — норма расхода воды на производственные нужды (табл. 5.14);  $K_1$  — коэффициент часовой неравномерности потребления воды (для строительных работ  $K_1 = 1,5$ , для подсобных предприятий  $K_1 = 1,25$ );  $n$  — количество часов в смене.

Расход воды на обслуживание строительных и транспортных машин

$$Q_2 = Mq_2K_2, \quad (5.20)$$

где  $M$  — количество машин и оборудования;  $q_2$  — норма расхода воды на соответствующий измеритель;  $K_2 = 1,5-2$  — коэффициент часовой неравномерности потребления воды на обслуживание машин и механизмов.



## 5.14. Нормы расхода воды на производственные нужды

Процесс	Единица	Удельный расход, л/ч	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления
<i>Земляные работы</i>			
Работа экскаватора с двигателем внутреннего сгорания	1 маш.-ч	10—15	1,5
<i>Бетонные и железобетонные работы</i>			
Приготовление бетона:			
жесткого	1 м <sup>3</sup> бетона в деле	225—275	1,25
пластичного	1 м <sup>3</sup> бетона в деле	250—300	1,25
литого	1 м <sup>3</sup> бетона в деле	275—325	1,25
Поливка бетона и опалубки (для средних климатических условий)	1 м <sup>3</sup> бетона в сутки	200—400	1,5
<i>Каменные работы</i>			
Кирпичная кладка на цементном растворе с его приготовлением (без расхода на поливку кладки)	1000 шт. кирпича	90—180	1,5
Поливка кирпичной кладки	1000 шт. кирпича	200—250	1,5
Бутовая кладка на растворе:			
цементном	1 м <sup>3</sup> кладки	60—100	1,5
известковом	1 м <sup>3</sup> кладки	150—200	1,5
<i>Штукатурные и малярные работы</i>			
Штукатурные работы	1 м <sup>2</sup> поверхности	7—8	1,5
Малярные работы	1 м <sup>2</sup> поверхности	0,5—1	1,5
<i>Силовые и компрессорные установки</i>			
Питание двигателя внутреннего сгорания	1 кВт	15—30	1,1
Питание компрессора при прямоточном водоснабжении	1 кВт	25—40	1,1
То же	На 1 м <sup>3</sup> воздуха	5—10	1,1
<i>Озеленение территории</i>			
Посадка зеленых насаждений:			
деревьев	На 1 дерево	600—1700	1,5
кустов	На 1 куст	160—300	1,5
саженцев лиственных деревьев	На 1 место	120	1,5

Часовой расход на санитарно-бытовые нужды

$$Q_3 = Nq_3K_3/n, \quad (5.21)$$

где  $N$  — количество работающих в одну смену;  $q_3$  — удельный расход воды в смену на хозяйственно-питьевые нужды на одного работающего (табл. 5.15);  $K_3=3$  — коэффициент часовой неравномерности потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды;  $n$  — количество часов в смене.

Расчетный часовой расход воды на душ

$$Q_4 = q_4N/m, \quad (5.22)$$

### 5.15. Нормы расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды

Потребители и виды расхода воды	Единица	Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды		Коэффициент часовой неравномерности водопотребления	
		При наличии канализации	При отсутствии канализации	При наличии канализации	При отсутствии канализации
Хозяйственно-питьевые нужды	На 1 рабочего в смену	20—30	15—20	2	3
Душевые установки	На 1 рабочего, принимающего душ	30—40	—	1	—
Столовая	На 1 работающего	10—15	—	1,5	—

где  $q_4$  — норма расхода воды на прием душа одним работающим;  
 $t$  — количество часов работы душа в одну смену.

Часовой расход воды на противопожарные нужды

$$Q_5 = 3600 q_5, \quad (5.23)$$

где  $q_5$  — норма расхода воды на противопожарные нужды, л/с. Продолжительность тушения пожара на строительстве принимают равной 3 ч.

Общий часовой расход воды

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5. \quad (5.24)$$

При определении  $Q_1$ ,  $Q_2$  и  $Q_3$  необходимо учитывать одновременность работы потребителей воды и для подсчета выбирать период строительства, в котором потребители расходуют максимальное количество воды одновременно.

Общий расчетный секундный расход воды

$$q_{\text{расч}} = Q_{\text{общ}}/3600. \quad (5.25)$$

Расчет диаметра труб производится на часы максимального водозабора и на время тушения пожара:

$$D = \sqrt{\frac{4q_{\text{расч}} \cdot 1000}{\pi v}}, \quad (5.26)$$

где  $q_{\text{расч}}$  — общий расчетный секундный расход воды, л/с;  $v$  — скорость воды в трубах, м/с (для малых диаметров  $v = 0,6—0,9$ ; для больших  $v = 0,9—1,4$ ).

Временные сети водопровода обычно устраивают из стальных труб диаметром 25—150 мм, в отдельных случаях применяют чугунные и асбестовые трубы диаметром 50—200 мм. При совмещении производственного и противопожарного водоснабжения диаметр труб наружного водопровода должен быть не менее 100 мм.

**Определение потребности в электроэнергии.** Электроснабжение строительной площадки осуществляется от стационарных или передвижных источников электроэнергии. Наиболее целесообразным и экономичным для нужд временного электроснабжения является использование существующих линий энергосети, ТЭЦ и др. Для подключе-

### 5.16. Потребители электроэнергии и мощность установленных электродвигателей

Потребитель	Марка	Установленная мощность электродвигателей, кВт
Башенные краны с поворотной платформой	КБ-100	40
	КБ-301	34
	КБ-100,3	41,5
	МСК-10-20	45
Башенные передвижные краны с подъемной стрелой	КБ-160	59,2
	КБ-401	58
	КБ-405	57
Башенные передвижные краны с балочной стрелой	КБ-308	75
	КБ-403	61,5
	КБ-502	65,3
	КБ-503.А	110
	КБ-504	182
Башенные приставные краны	КБ-675	124
	КБ-676-2	137,2
Автопогрузчик производительностью 6 м <sup>3</sup> /ч	—	7
Вибропогрузатель	ЧТЗ	40
Растворонасосы	СО-48Б	2,2
	СО-49Б	4
Штукатурный агрегат	СО-57А	5,25
Штукатурная станция	«Салют-3»	10
Окрасочный агрегат	СО-74А	0,27
Электрокраскопульт	СО-61	0,27
Шпаклевочный агрегат	СО-150	1,5
Компрессорная установка	СО-7А	4
Малярная станция	СО-115	40
Паркетно-шлифовочная машина	СО-155	2,2
Мозаично-шлифовочная машина	СО-17	2,2
Виброрейка	СО-47	0,6
Поверхностный вибратор	ИВ-91	0,6
Глубинный вибратор	И-18	0,8
Машина для подогрева, перемешивания и подачи мастик на кровлю	СО-100А	60
Машина для нанесения битумных мастик	СО-122А	4,9
Сварочная аппаратура переменного тока	СТЭ-24	54
	СТН-350	25
	ТД-300	20
	СТШ-500	32
	ТДП-1	12

ния временной сети применяются комплектные трансформаторные подстанции.

Проектирование временного энергоснабжения строительной площадки производят в такой последовательности: определяют потребителей электроэнергии; производят расчет требуемого количества (мощности) энергии; выбирают источники энергии и разрабатывают схемы снабжения потребителей энергии на стройплощадке (табл. 5.16). Электроэнергия на строительной площадке потребляется на производственные (технологические) нужды для питания строительных машин и механизмов, оттаивания мерзлых грунтов, сушки штукатурки (табл. 5.17), на внутреннее освещение помещений и наружное освещение стройплощадки (табл. 5.18—5.20).

### 5.17. Примерный расход электроэнергии на технологические нужды

Процесс	Единица	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч
Электропрогрев бетона при наружной температуре — 20 °С, доведение прочности до 75 %-й с модулем поверхности:		
6	м <sup>3</sup>	95
10	м <sup>3</sup>	140
5	м <sup>3</sup>	190
Электропрогрев кирпичной кладки с модулем поверхности:		
4	м <sup>3</sup>	40
9	м <sup>3</sup>	70
Отогрев грунта вертикальными электродами	м <sup>3</sup>	35—40

### 5.18. Мощность электросети для освещения территории производства работ

Потребитель электроэнергии	Единица	Норма освещенности, лк
Монтаж сборных конструкций	1000 м <sup>2</sup>	2,4
Открытые склады	1000 м <sup>2</sup>	0,8—1,2
Внутрипостроечные дороги	1 км	2—2,5
Охранное освещение	1 км	1—1,5
Пржекторы	шт.	0,5

После определения требуемой мощности электроэнергии по всем группам потребителей производят расчет требуемой мощности трансформатора, ориентируясь на максимальное потребление электроэнергии одновременно всеми работающими потребителями.

Расчетная мощность трансформатора

$$P = 1,1 \left( \sum \frac{P_c K_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_T K_2}{\cos \varphi} + \sum P_{o.v} K_3 + \sum P_{o.n} K_4 \right), \quad (5.27)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий потери мощности в сети;  $P_c$  — силовая мощность машины или установки, кВт;  $P_T$  — требуемая мощность на технологические нужды, кВт;  $P_{o.v}$  — требуемая мощность

### 5.19. Мощность электросети для освещения рабочих мест

Наименование рабочего места	Единица	Норма освещенности, лк
Место производства работ:		
земляных	1000 м <sup>2</sup>	0,5—0,8
бетонных и железобетонных	1000 м <sup>2</sup>	1—1,2
каменных	1000 м <sup>2</sup>	0,6—0,8
монтажных сборных конструкций	1000 м <sup>2</sup>	2,4
Открытые склады	1000 м <sup>2</sup>	0,8—1,2
Канторы	100 м <sup>2</sup>	1—1,5
Столовые	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
Бетоно- и растворосмесительные узлы	100 м <sup>2</sup>	0,5
Арматурные мастерские	100 м <sup>2</sup>	1,3
Механические мастерские	100 м <sup>2</sup>	1,3
Внутрипостроечные дороги	1 км	2,5
Охранное освещение	1 км	1,5

### 5.20. Мощность электросети внутреннего освещения

Потребитель электроэнергии	Единица	Норма освещенности, лк
Кантора производителя работ	100 м <sup>2</sup>	1—1,5
Гардероб с умывальной	100 м <sup>2</sup>	1—1,5
Помещение для приема пищи	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
Душевая	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
Помещение для сушки одежды	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
То же для обогрева рабочих	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
Туалет	100 м <sup>2</sup>	0,8—1
Склад	100 м <sup>2</sup>	0,8—1

### 5.21. Средние значения $K_c$ и $\cos \varphi$ для строительной площадки

Характеристика нагрузки	$K_c$	$\cos \varphi$
Экскаваторы с электрооборудованием	0,5	0,6
Растворные узлы	0,5	0,65
Краны башенные, козловые, мостовые	0,3	0,5
Механизмы непрерывного транспорта	0,6	0,7
Сварочные трансформаторы	0,35	0,4
Насосы, компрессоры, вентиляторы	0,7	0,8
Переносные механизмы	0,1	0,4
Трансформаторный прогрев бетона	0,7	0,75
Наружное освещение	1	1
Внутреннее освещение (кроме складов)	0,8	1
Освещение складов	0,35	1
Установка электропрогрева	0,5	0,85
Ремонтно-механические мастерские	0,3	0,65

на внутреннее освещение, кВт;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  — коэффициенты спроса, зависящие от потребителей;  $\cos \varphi$  — коэффициент мощности, зависящий от характера, количества и загрузки потребителей силовой энергии (средние значения коэффициентов спроса  $K_c$  и  $\cos \varphi$  приведены в табл. 5.21).

На основании расчетной мощности определяют тип и мощность трансформатора (табл. 5.22).

### 5.22. Технические характеристики трансформаторных подстанций

Тип подстанции	Мощность трансформатора, кВт · А	Тип трансформатора	Масса, т
<i>Наружной установки</i>			
КТПН-72М-160	160	ТМ160/6(10)	1,34
КТПН-72М-250	250	ТМ250/6(10)	1,65
КТПН-72М-400	400	ТМ400/6(40)	2,18
<i>Внутренней установки</i>			
КТП250/6, 10/0,4	250	ТМФ-250/10	1,43
КТП400/6, 10/0,4	400	ТМФ-400/10	1,9
КТП630/6, 10/0,4	630	ТМФ-630/10	3
КТПМ630/6, 10/0,4	630	ТМФ-630/10	3
КТП-630	630	ТМЗ-630/10	3
КТПМ-1000	1000	ТМЗ-1000/10	5
КТПМ-1000	1000	ТСЗ-1000/10—65	5
КТПМ-1600	1600	ТСЗ-1600/10—65	7
КТПУ-630	630	ТМЗ-630/10	3
КТПУ-1000	1000	ТМЗ-1000/10	5
КТПУ-1600	1600	ТМЗ-1600/10	7
2КТПМ-100-6/0,69	2×1000	ТМЗ, ТНЗ-1000/10	5
КТПМ-1600/10	1600	ТМЗ, ТНЗ-1600/10	7
2КТПМ-1600/10	2×1600	ТМЗ, ТНЗ-1600/10	7
КТПМ-2500-10/0,4	2500	ТНЗ-2500/10	7

Расход электроэнергии на освещение определяется расчетом числа электроламп определенной мощности на основе нормируемых уровней освещенности стройплощадки и помещений (табл. 5.19, 5.20).

Световой поток для освещения рабочего места, лк,

$$F = F_{\text{ср}} S K K^1, \quad (5.28)$$

где  $F_{\text{ср}}$  — норма освещенности;  $S$  — площадь, подлежащая освещению;  $K = 1,2—1,5$  — коэффициент запаса, учитывающий потери света от загрязнения стекла прожектора;  $K^1 \approx 1,5$  — коэффициент, учитывающий потери света по сторонам.

На основании потребного светового потока подбирают прожекторы и светильники (табл. 5.23).

**Расчет потребности в теплоте и сжатом воздухе.** Временное теплоснабжение строительных площадок предназначено для отопления и горячего водоснабжения бытовых, служебных и подсобных зданий и сооружений, а также для технологических нужд. Общая потребность в теплоте  $Q_{\text{общ}}$ , кДж/ч,

$$Q_{\text{общ}} = (Q_1 + Q_2) K_1 K_2, \quad (5.29)$$

где  $Q_1, Q_2$  — расход теплоты соответственно на отопление зданий и тепляков и на технологические нужды;  $K_1 = 1,1—1,15$  — коэффициент, учитывающий потери теплоты в сетях;  $K_2 = 1,1—1,2$  — коэффициент, отражающий добавку и неучтенные расходы теплоты.

### 5.23. Технические характеристики прожекторов и светильников

Тип прожектора	Тип лампы	Максимальная сила света, кд	Минимально допустимая высота установки прожекторов, м при нормируемой освещенности, лк							
			0,5	1	2	3	5	10	30	50
ПСМ-50-1	Г-220-1000	120	35	28	22	20	17	13	7	6
	ДРЛ-700	52	23	19	14	13	11	8	5	4
	ДРЛ-400	19,5	14	11	9	8	7	5	3	3
ПСМ-50-2	ПЖ-220-1000	640	—	65	50	45	40	30	17	13
ПСМ-40-1	Г-220-50	70	25	21	17	15	13	10	5	4
ПСМ-40-2	ПЖ-220-500	280	50	43	33	30	25	20	11	9

Расход теплоты на отопление административных и производственных зданий

$$Q_1 = Vg_0(t_b - t_n), \quad (5.30)$$

где  $V$  — объем отапливаемых зданий, м<sup>3</sup>;  $g_0$  — удельная тепловая характеристика зданий (ориентировочно для административных — 2,64, производственных — 3,35, тепляков — 3,77);  $t_b$  и  $t_n$  — температура воздуха соответственно внутренняя и наружная.

Часовой расход теплоты на технологические нужды, кДж/ч,

$$N_{\text{общ}} = \sum VM/(tK_n), \quad (5.31)$$

где  $V$  — объем работ;  $M$  — удельный расход теплоты на единицу объема работ;  $t$  — расчетное время потребления теплоты, ч;  $K_n = 1,1$  — 1,2 — коэффициент неравномерности расхода теплоты.

При расчете количества теплоты на технологические нужды, кДж/кг, можно принять: оттаивание песчаных мерзлых грунтов —  $6,3 \cdot 10^4$ ; глинистых —  $8,4 \cdot 10^4$ ; прогрев воды паром —  $3,15 \cdot 10^5$ ; паропрогрев бетонных конструкций —  $9,24 \cdot 10^5$ ; бетонирование конструкций в тепляках —  $5,58 \cdot 10^5$ ; бетонирование полов —  $7,98 \cdot 10^5$ .

Сжатый воздух используется на строительной площадке для питания пневмоинструментов и пневмомашин, применяемых для выполнения строительных процессов (покраски поверхностей, рыхлении мерзлых грунтов, нанесении бетона на поверхности методом торкретирования).

Расчет потребности в сжатом воздухе, м<sup>3</sup>, производят по формуле

$$Q = F_1 N_1 K_1 + F_2 N_2 K_2 + \dots + F_n N_n K_n, \quad (5.32)$$

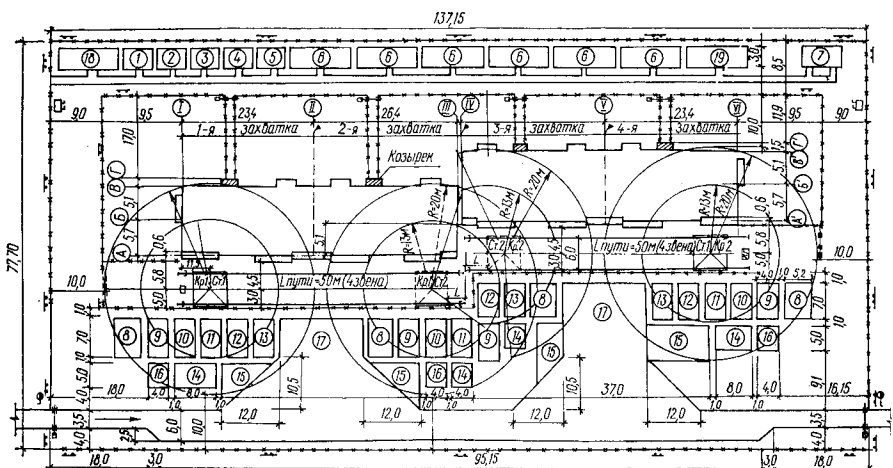
где  $F_1, \dots, F_n$  — расход сжатого воздуха машинами и механизмами;  $K_1, \dots, K_n$  — коэффициенты одновременности работы машин и механизмов;  $N_1, \dots, N_n$  — число однородных механизмов.

По общему расходу сжатого воздуха выбирают его источники — заводские или передвижные компрессорные станции.

**Методика проектирования строительных генеральных планов.** В дипломном проекте обычно разрабатывают объектный стройгенплан для периода возведения подземных конструкций или монтажа наземной части здания. При необходимости может быть разработан обще-

площадочный стройгенплан для всего комплекса строящихся сооружений.

На объектном стройгенплане (масштаб 1 : 2000, 1 : 5000) должно быть показано следующее (рис. 5.4):



Условные обозначения

- Площадки складирования и временные сооружения
- Временная дорога и площадки для опускания панелевозов
- ⊠ Рельсовые пути с заземлением и кран К5-150,2
- ⊠ Контрольный груз Р-1/10, где Q-грузоподъемность крана
- Граница захватки
- Ограждение зоны действия КВ гидрокрановых и монтажной зоны h=10м
- Шлагбаум
- Таблица с надписью "Въезд"
- Таблица с надписью "Выезд"
- Таблица с надписью "Опасная зона, вход запрещен"
- Направление движения транспорта
- Дорожный знак ограничения скорости движения
- ⊠ Рабочая стоянка 1 крана 1
- ⊠ Трубовые опоры рельсовых путей
- ⊠ Красные флажки на границах захваток
- ⊠ Протидопожарный щит

5.4. Стройгенплан на период возведения наземной части многоэтажного жилого здания

Экспликация временных сооружений и площадок складирования (к рис. 5.4)

Наименование

Количество, шт.

1. Контора прораба	1
2. Красный уголок	1
3. Кабинет техники безопасности	1
4. Душевая	1
5. Помещение для сушки одежды	1
6. Бытовые помещения	8
7. Туалет	1
8. Площадка для складирования элементов лифтовых шахт	4
9. Площадка для складирования элементов мусоропровода	4
10. Площадка для складирования электрооборудования	3
11. Площадка для складирования лестничных маршей	3
12. Площадка для складирования панелей ограждения балконов	3
13. Площадка для складирования санитарно-технических изделий	3
14. Площадка для складирования лестничных маршей	4
15. Площадка для приема раствора	4
16. Резервная площадка	3
17. Площадка для стоянок панелевозов	2
18. Бытовые помещения сантехников	1
19. Бытовые помещения электриков	1



план и разрез проектируемого здания с привязкой его осей к координатной разбивочной сетке;

расположение постоянных и временных транспортных путей;

размещение сетей электро-, водо- и теплоснабжения, канализации, магистралей сжатого воздуха; монтажных кранов и механизированных установок с указанием крановых путей, направления движения кранов и опасных зон монтажа;

обустройство площадок складирования и укрупнительной сборки конструкций и технологического оборудования, бытовых помещений, складов и других сооружений и устройств, необходимых для строительства;

краткие сведения по основным мероприятиям техники безопасности, промышленной санитарии и охране окружающей среды.

На *общеплощадочном стройгенплане* наносят:

существующие и проектируемые объекты;

расположение постоянных и временных внутриплощадочных дорог, общеплощадочных складов и централизованных механизированных установок, площадок укрупнительной сборки, сетей телефонизации, временного водо-, электро-, газо- и теплоснабжения;

направления развития объектных потоков;

места стоянок монтажных кранов и пути их движения;

места размещения бытовых и административных помещений.

На объектном и общеплощадочном стройгенпланах также должны быть приведены:

экспликация временных зданий и сооружений с указанием типов проектов, принятых для строительства;

экспликация постоянных зданий и сооружений с выделением строящихся в подготовительный период (для нужд строительства);

пространственная ориентация зданий и сооружений;

используемые в стройгенпланах условные обозначения;

разбивочная схема 50 × 50 или 100 × 100 м;

рельеф местности в горизонталях;

привязка всех временных зданий и сооружений к разбивочным осям;

отметки полов временных сооружений.

При составлении стройгенпланов обязательно следует учитывать противопожарные нормы строительного проектирования и требования охраны труда и окружающей среды.

На плане проектируемого здания показывают организацию ведущего процесса. Так, если стройгенплан разрабатывается на стадии монтажа строительных конструкций, то необходимо указать расположение кранов и транспортных средств, стоянки кранов, раскладку элементов.

Объектный стройгенплан разрабатывают в такой последовательности. Наносят координатную сетку квадратов, отмечают места расположения объектов производственного назначения и прокладки постоянных и временных дорог. Затем отдельными группами разме-

шают административно-хозяйственные и санитарно-бытовые объекты, а после этого проектируют инженерные сети.

**Проектирование дорог.** Временные внутрипостроечные дороги проектируют, как правило, по трассам постоянных дорог, используя кольцевую схему. На тупиковых подъездах устраивают разворотные или развездные площадки с размерами в плане не менее  $12 \times 12$  м. Ширина дорог при одностороннем движении должна быть не менее 3,5 м, при двухстороннем — 6 м. Радиус закругления внутрипостроечных дорог принимают в пределах 12—30 м в зависимости от вида транспортных средств и габаритов транспортируемых на площадку конструкций.

При трассировке дорог необходимо соблюдать следующие минимальные расстояния, м: между дорогой и площадкой складирования конструкций и материалов 0,5—1; между дорогой и осью подкрановых путей 6,5—12,5; до ограждения стройплощадки не менее 1,5; до наружных граней конструкций опор не менее 0,5; от строящегося здания не ближе 8—12, учитывая установку и движение монтажных механизмов. Направление движения транспортных средств указывают на плане стрелками. При монтаже конструкций непосредственно с транспортных средств внутриплощадочные дороги располагают вне зоны действия крана, а при разгрузке конструкций в зоне его действия дорогу расширяют до 5 м.

При размещении машин и механизмов на стройплощадке следует особое внимание уделять созданию безопасных условий их эксплуатации. Места их установки должны соответствовать решениям, принятым в технологических картах. Так, при ведении земляных работ необходимо учитывать минимальное расстояние от основания откоса до ближайших опор машин или механизмов (см. табл. 3.9) и соблюдать высоту забоя для землеройных машин (табл. 5.24).

**5.24. Высота забоя, м, для экскаваторов с прямой лопатой**

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Характеристика грунта (группа по трудности разработки)		
	легкий (I)	средний (II, III)	тяжелый (IV—VI)
0,25	1(1)*	1,5(1,5)	—
0,5	1,5(1,5)	2,5(2)	3,5(2,5)
1	2(2)	3(3)	4,5(3,5)
1,5	2,5(2)	4(3,5)	5,5(4)
2	3(3)	5(4)	6,5(4,5)
2,5	4(3,5)	6(4,5)	7,5(5)

\* В скобках дана наименьшая высота забоя, м.

В зависимости от принятой схемы возведения здания башенный кран может быть расположен как со стороны входов в здание, так и с противоположной стороны. При параллельном выполнении монтажных и послемонтажных работ башенные краны размещают со стороны, противоположной входам в здание. Если здание монтируют с использованием нескольких кранов, то их работа должна быть орга-

низована таким образом, чтобы траектории монтажных стрел не пересекались. Расположение стреловых кранов возможно снаружи, параллельно продольной оси здания, или внутри — вдоль пролета.

Монтажную зону кранов рассчитывают по наружным контурам здания плюс 7 м при высоте здания до 20 м и плюс 10 м при высоте здания 20—100 м. Границы зоны перемещения грузов определяются расстоянием по горизонтали. Для башенных кранов он составляет максимально необходимый вылет стрелы плюс 7 или 10 м при высоте подъема груза соответственно до 20 или 100 м; при большей высоте подъема груза к максимальному вылету стрелы прибавляют 1/10 высоты подъема груза. Для стреловых кранов зона перемещения грузов определяется длиной стрелы плюс 1/2 длины самого крупного элемента конструкции. Монтажную зону и зону перемещения грузов показывают на стройгенплане сплошной линией.

**Размещение складов** для хранения материалов и конструкций должно обеспечивать минимальное количество их перегрузок и кратчайшие пути их транспортирования на стройплощадке. Крытые складские помещения обычно устраивают у границы зоны действия монтажных кранов, а открытые — внутри этой зоны. Склады строительных конструкций должны находиться в зоне действия кранов в порядке технологической последовательности их монтажа по участкам и захваткам. Граница склада должна отстоять от дороги не менее чем на 0,5 м, а склады огнеопасных и сильнопылящих материалов — с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и располагаться не ближе 50 м от них.

**Размещение административно-бытовых зданий** осуществляется с учетом максимального приближения к объекту строительства, линиям коммуникаций, пунктам питания, а также создания благоприятных бытовых условий для работающего персонала стройки. Такие здания рекомендуется располагать компактно, группируя их в бытовые городки, находящиеся на расстоянии не менее чем 50 м от объектов, выделяющих пыль, вредные газы и т. п. Санитарно-бытовые помещения должны отстоять от рабочих мест на расстоянии не более, м: гардеробные, умывальные и душевые — 500, помещения для обогрева рабочих — 150, уборные — 100, питьевые установки — 75, пункты питания при перерыве на обед 1 ч — 600, здравпункты — 800. Все временные здания на стройгенплане нумеруют и показывают их привязку к координатной сетке или объектам, привязанным к ней.

**Расположение временных инженерных сетей.** Временные сети энергоснабжения, водопровода, канализации, слаботочных линий связи располагают на свободной территории строительной площадки. На стройгенплане их размещение показывают схематично, используя условные обозначения.

Трансформаторные подстанции должны находиться в центре энергетических нагрузок. Расстояние до потребителя электрической энергии не должно превышать 400—500 м. От трансформаторной подстанции к потребителям отводят питающие (воздушные или подземные) линии. Временные воздушные линии для наружного освещения площадки устраивают преимущественно вдоль проездов на деревянных

опорах через 30—40 м. Расстояние нижней точки провеса проводов от земли для воздушных линий напряжением до 1 кВт должно быть не менее 6 м, до 10 кВт — не менее 7 м. В углах строительной площадки следует установить прожекторы, а для освещения рабочих мест предусмотреть установку переносных осветительных мачт.

Сети временного водоснабжения устраивают по кольцевой, тупиковой и смешанной схемам. При использовании постоянной водопроводной сети временный водопровод выполняют длиной не более 200 м по тупиковой схеме. На схеме временного водоснабжения следует показать расположение пожарных гидрантов, водоразборных кранов, питьевых фонтанчиков, смотровых и гидрантных колодцев. Пожарные гидранты размещают на расстоянии не более 2,5 м от проезжей части дороги и не более 50 м от стен здания. На постоянном водопроводе расстояние между гидрантами принимают до 300 м. Водоразборные краны проектируют из условия радиуса обслуживания до 100 м, а питьевые фонтанчики — не более 75 м от рабочих мест и мест отдыха.

Трассы временного теплоснабжения проектируют обычно бесканальными в траншеях с засыпкой утеплителем (шлаком, торфом). На стройгенплане на трассе теплоснабжения следует указать диаметр труб, сечения, места их прокладки, а также места движения транспортных средств через трассу.

На стройгенплане условными знаками показывают также размещение слаботочных устройств и средств связи (диспетчерских пунктов, стационарных и передвижных абонентов, телефонных пунктов, громкоговорящих устройств). Кабельные линии телефонной и громкоговорящей связи располагают в земле или на опорах. Могут быть использованы также опоры линий электропередач низкого напряжения.

По периметру строительной площадки на расстоянии не менее 2 м от границы проезжей части дороги должно быть показано временное ограждение.

**Оценка проектных решений стройгенплана** производится на основании расчета основных технико-экономических показателей и сравнения с аналогами. Такими показателями являются: площадь строительной площадки  $F$ , площадь застройки проектируемого здания  $F_з$ , площадь застройки временными зданиями и сооружениями  $F_в$ , протяженность временных коммуникаций (дорог, электроснабжения, водопровода, канализации и т. д.), коэффициенты компактности стройгенплана  $K_1$ ,  $K_2$  и др.

Площади строительной площадки проектируемого здания и застройки площадками временными зданиями и сооружениями определяют по соответствующим геометрическим размерам площадок. Протяженность коммуникаций определяют графически с учетом масштаба нанесения этих сетей на стройгенплан.

Коэффициент компактности  $K_1$ , %, характеризуется отношением площади застройки возводимого объекта к площади стройгенплана, т. е.  $K_1 = F_з \times 100/F$ . Коэффициент  $K_2$  — это отношение площади, занятой временными зданиями и сооружениями, к площади строительной площадки, т. е.  $K_2 = F_в \times 100/F$ . Могут также использоваться

стоимостные показатели, отражающие отношение затрат на возведение временных зданий, сооружений и сетей, к общей стоимости постоянных объектов, используемых для нужд строительства.

При окончательной оценке принятых на стройгенплане проектных решений учитывают также эффективность разработок по охране труда, промышленной санитарии, противопожарной безопасности, мероприятий по охране окружающей среды.

## ГЛАВА 6

### ПРИМЕРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

#### 6.1. Устройство монолитных железобетонных конструкций

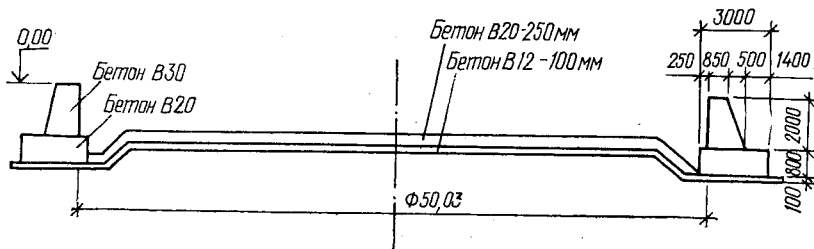
Требуется запроектировать возведение подземной части градири с площадью орошения  $1600 \text{ м}^2$  из монолитного железобетона (рис. 6.1). По бетонной подготовке устраивается днище и опорное кольцо, затем стены чаши градири.

**Выбор конструкции опалубки и способа армирования.** Для устройства бетонной подготовки в качестве опалубки для оформления контура и деформационных швов используем отдельные доски шириной 100 мм, а для возведения опорного кольца и стенки чаши — инвентарную разборно-щитовую опалубку из стальных изогнутых листов размерами  $4600 \times 800 \text{ мм}$ ,  $4600 \times 450$ ,  $4600 \times 2000$  и  $4600 \times 2100 \text{ мм}$  (рис. 6.2, а).

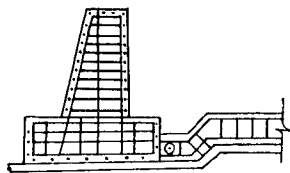
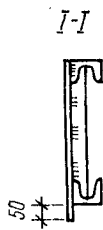
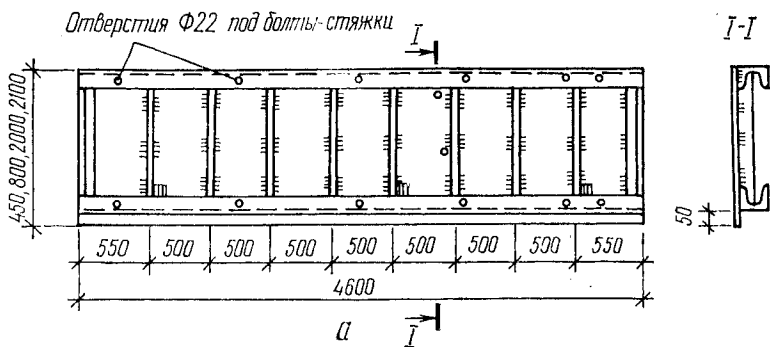
Днище армировано плоскими горизонтальными сетками в два ряда, опорное кольцо и стенки — пространственными каркасами (рис. 6.2, б). Размер сеток  $3 \times 7 \text{ м}$ . Масса пространственного каркаса 1 т. Арматура класса А-III диаметром 26 мм и более. Масса арматуры днища 38,8 т, опорного кольца — 55 т, стенки — 50 т.

**Подсчет объемов работ.** 1. Опалубка. Определяем площадь опалубки, соприкасающейся с бетоном (рис. 6.2, в):

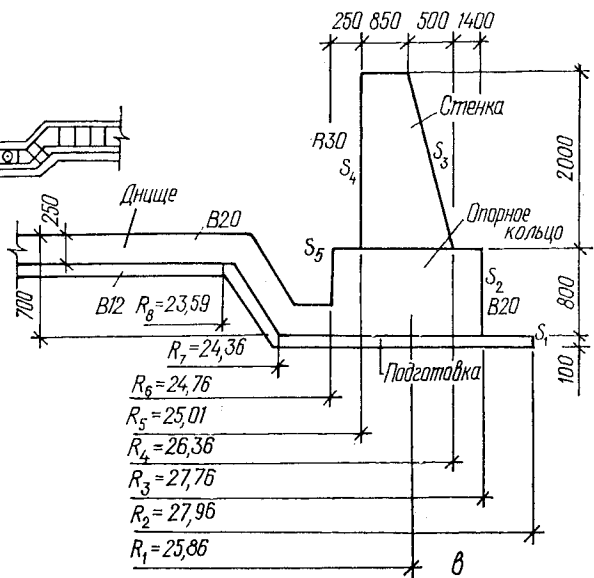
$$S_1^0 = 2\pi R_2 h = 2 \cdot 3,14 \cdot 27,96 \cdot 0,1 = 17,6 \text{ м}^2.$$



#### 6.1. Резервуар водоприемной чаши градири



б



- $R_8 = 23,59$
- $R_7 = 24,36$
- $R_6 = 24,76$
- $R_5 = 25,01$
- $R_4 = 26,36$
- $R_3 = 27,76$
- $R_2 = 27,96$
- $R_1 = 25,86$

**6.2. Выбор конструкции опалубки и способа армирования:**  
 а — щитовая опалубка из стальных изогнутых щитов; б — схема армирования днища и стенки чаши; в — фрагмент фундамента водоприемной чаши градирни

Учитывая возможность образования осадочных трещин в бетоне при схватывании, бетонирование подготовки ведем кольцами шириной 7 м с устройством деформационных швов из досок. Площадь опалубки деформационных швов, м<sup>2</sup>:

$$S_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 20,96 \cdot 0,1 = 13,16;$$

$$S_1'' = 2 \cdot 3,14 \cdot 13,96 \cdot 0,1 = 8,77;$$

$$S_1''' = 2 \cdot 3,14 \cdot 6,96 \cdot 0,1 = 4,37.$$

Суммарная площадь опалубки для устройства подготовки, м<sup>2</sup>:

$$S_1 = 17,6 + 13,16 + 8,77 + 4,37 = 43,9;$$

$$S_2 = 2\pi R_3 h = 2 \cdot 3,14 \cdot 27,76 \cdot 0,8 = 139,5;$$

$$S_3 = 2\pi \left( \frac{R_4 + R_1}{2} \right) h = 2 \cdot 3,14 \left( \frac{26,36 + 25,86}{2} \right) \sqrt{2^2 + 0,5^2} = 336,8;$$

$$S_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 25,01 \cdot 2 = 314,1;$$

$$S_5 = 2 \cdot 3,14 \cdot 24,76 \cdot 0,55 = 85,52.$$

2. Арматурные работы: днище — 38,8 т или  $\pi R_6^2 \cdot 2 / (3 \cdot 7) = 3,14 \cdot 24,76^2 \cdot 2 / (3 \cdot 7) = 183$  сетки; опорное кольцо — 55 т при массе каркаса 1 т; стенки — 50 т при массе каркаса 1 т.

3. Бетонирование, м<sup>3</sup>, (рис. 6.2, в):

$$\begin{aligned} V_{\text{подг}} &= \pi R_8^2 h + 2\pi \left( \frac{R_8 + R_7}{2} \right) 0,55h + \pi (R_2^2 - R_7^2) h = \\ &= 3,14 \cdot 23,59^2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 3,14 \left( \frac{23,59 + 24,36}{2} \right) 0,55 \cdot 0,1 + \\ &+ 3,14 (27,96^2 - 24,34^2) 0,1 = 174,7 + 8,2 + 59,4 = 242,3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{дн}} &= \left[ \frac{V_{\text{подг}} - \pi (R_2^2 - R_6^2) h}{0,1} \right] 0,25 = \\ &= \left[ \frac{242,3 - 3,14 (27,96^2 - 24,76^2 \cdot 0,1)}{0,1} \right] 0,25 = 473,32; \end{aligned}$$

$$V_{\text{о.к}} = \pi (R_3^2 - R_6^2) h = 3,14 (27,76^2 - 24,76^2) 0,8 = 395,9;$$

$$\begin{aligned} V_{\text{стен}} &= \pi \left[ (R_1^2 - R_5^2) + \left( \frac{R_4^2 - R_1^2}{2} \right) \right] h = \\ &= 3,14 \left[ (25,86^2 - 25,01^2) + \left( \frac{26,36^2 - 25,86^2}{2} \right) \right] 2 = 356,6. \end{aligned}$$

Объемы всех работ сводим в табл. 6.1.

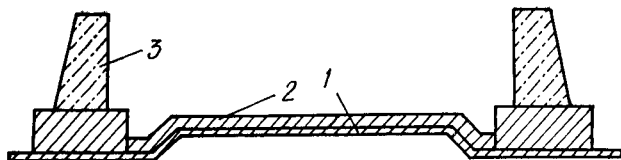
### 6.1. Объемы работ

Конструктивные элементы	Класс бетона	Опалубка, м <sup>2</sup>	Арматура, т	Бетон, м <sup>3</sup>
Подготовка Днище	B12	43,9	—	242,3
	B20	—	38,8	473,3
Опорное кольцо Стенки	B20	225,06	(183 сетки) 55	395,9
	B30	650,9	50	356,6
Всего		919,86	143,8	1468,1

**Разбивка на ярусы.** Подземную часть градирни при ее возведении разбиваем на три яруса (рис. 6.3): первый ярус — бетонная подготовка, второй — днище и опорное кольцо, третий — стенка.

**Выбор способа производства работ.** Исходя из параметров опалубки, арматурных сеток и каркасов для их монтажа подбираем автомобильный кран КС-1562 грузоподъемностью 5 т.

Подачу и укладку бетонной смеси рассмотрим в трех вариантах.



**6.3.** Разбивка водоприемной чаши градирни на ярусы бетонирования:  
 1 — подготовка; 2 — днище и опорное кольцо; 3 — стенка

1. Бетонная смесь доставляется автосамосвалами, выгружается в два бункера вместимостью по  $1 \text{ м}^3$ . Масса бункера с бетоном составляет  $2400 + 490 = 2890 \text{ кг}$ , где  $2400$  — плотность бетона,  $\text{кг/м}^3$ ;  $490$  — масса бункера,  $\text{кг}$ .

Для подачи бетонной смеси используем кран КС-4561 со стрелой  $10 \text{ м}$ . При грузоподъемности  $3 \text{ т}$  обеспечивается максимальный вылет стрелы. Учитывая, что минимальный вылет стрелы составляет  $3,75 \text{ м}$ , можно приблизительно определить фронт работ, обслуживаемый с одной стоянки крана:

$$L = 2 \sqrt{10^2 - 3,75^2} = 18,5 \text{ м.}$$

Бетонную подготовку производим при подаче бетона непосредственно с автосамосвалов, а при бетонировании днища оставляем проход, свободный от арматурных сеток.

2. Бетонная смесь доставляется автобетоносмесителями и подается к месту укладки автобетононасосом АБН-60.

3. Бетонная смесь транспортируется автосамосвалами и подается к месту укладки бетоноукладчиком ЛБУ-20.

**Калькуляция трудовых затрат и заработной платы** (табл. 6.2). Монтаж опалубки и арматуры выполняем одним и тем же способом в трех вариантах, а бетонирование в первом варианте краном КС-4561, во втором — автобетононасосом АБН-60, в третьем — бетоноукладчиком ЛБУ-20.

**Выбор варианта производства работ.** Для этого достаточно определить, а затем сопоставить технико-экономические показатели по бетонированию конструкций в трех вариантах.

1. Бетонирование производим с помощью крана КС-4561. Используя формулы (см. рис. 3.11), данные калькуляции (см. табл. 6.2) и подставляя значения из прил. 11, определяем:

$$C_{\text{маш.-ч}} = 4,96/177,74 + 3326,4/3495 + 2,63 = 3,61 \text{ руб.};$$

$$C_0 = 1,08 \cdot 3,61 \cdot 177,74 + 1,5 \cdot 689,2 = 1726,77 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}} = [1726,77 + 0,15 (21500 \cdot 177,74/3495)]/1468,1 = 1,29 \text{ руб/м}^3;$$

$$q_e = 1015,55/1468,1 = 0,69 \text{ чел.-ч/м}^3.$$

2. Бетонирование осуществляется с помощью автобетононасоса АБН-60, тогда:

$$C_{\text{маш.-ч.}} = 4,68/89,55 + 3520/3400 + 2,54 = 3,63 \text{ руб.};$$

$$C_0 = 1,08 \cdot 3,63 \cdot 89,55 + 1,5 \cdot 610,93 = 1267,46 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр.}} = [1267,46 + 0,15 (16000 \cdot 89,55/3400)]/1468,1 = 0,906 \text{ руб/м}^3;$$

$$q_e = 845,23/1468,1 = 0,58 \text{ чел.-ч/м}^3.$$



## 6.2. Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Процесс	Обоснование по ЕНПР	Единица	Норма времени, чел.-ч (маш.-ч)	Расценка, руб.	Объем работ	Трудоёмкость, чел.-ч (маш.-ч)	Заработная плата, руб.	Состав звена	
								Квалификационный (профессия, разряд)	Количество
1-й ярус	Устройство опалубки из отдельных досок для бетонной подготовки при площади до 1 м <sup>2</sup> Разборка опалубки из отдельных досок	м <sup>2</sup>	0,775	0,553	43,9	34,02	24,28	Плотник, IV То же, II	1 1
		м <sup>2</sup>	0,28	0,204	225,02	63	Слесарь, IV То же, III	1 2	
									Сетка
2-й ярус	E4-1-37, т. 4, п. 1а E4-1-44, т. 1, п. 1а E4-1-46, п. 2е, применит. E4-1-37, т. 4, п. 1б	т	5,8	4,15	55	319	228,25	Арматурщик, IV То же, II	
									м <sup>2</sup>
		м <sup>2</sup>	0,28	0,204	650,9	182,25	Слесарь, IV То же, III	1 1	
									т
3-й ярус	E4-1-37, т. 4, п. 1а E4-1-46, п. 2е, применит. E4-1-37, т. 4, п. 1а	м <sup>2</sup>	6,11	0,14	650,9	71,59	91,78	Слесарь, III То же, II	
									м <sup>2</sup>
		т	5,8	4,15	50	290	Арматурщик, IV То же, II	1 1	
									м <sup>2</sup>
Итого						1069,8	819,96		

1-й ярус	Е4-1-49, т. 1, п. 7	м <sup>3</sup>	0,34	0,243	242,3	82,38	58,88	Бетонщик, IV То же, II	1 1
2-й ярус	Е4-1-48, т. 3	м <sup>3</sup>	0,11	0,07	869,2	95,61	60,84	Бетонщик, II	1
Прием бетонной смеси из кузова автосамосвала	Е1-6, т. 2, п. 16, а, б	м <sup>3</sup>	0,29 (0,145)	0,186	869,2	252,07 (126,03)	161,67	Такелажник, II	2
Подача бетонной смеси краном	Е4-1-49, т. 2, п. 15, примеч. 4	м <sup>3</sup>	0,57	0,408	473,3	269,78	193,11	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Укладка бетонной смеси в днище	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	395,9	91,06	64,93	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Укладка бетонной смеси в опорное кольцо									
3-й ярус	Е4-1-48, т. 3	м <sup>3</sup>	0,11	0,07	356,6	39,23	24,96	Бетонщик, II	1
Прием бетонной смеси из кузова автосамосвала	Е1-6, т. 2, п. 16, а, б	м <sup>3</sup>	0,29 (0,145)	0,186	356,6	103,41 (51,71)	66,33	Такелажник, II	2
Подача бетонной смеси краном	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	356,6	82,02	58,48	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Укладка бетонной смеси в стенку						1015,55 (177,74)	689,20		
Итого									

Подача бетона автобетоннасом АБН-60

1-й ярус	Е4-1-48, т. 5, п. 2	100 м <sup>3</sup>	18 (6,1)	13,32	2,423	43,61 (14,73)	32,27	Машинист Слесарь, IV Бетонщик, II	1 1 1
Подача бетонной смеси автобетоннасом	Е4-1-49, т. 2, п. 15, примеч. 4	м <sup>3</sup>	0,57	0,408	342,3	138,11	98,86	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Подача бетонной смеси про-изводительностью 20 м <sup>3</sup> /ч									
Укладка бетонной смеси в подготовку									

Процесс	Обоснование по ЕНиР	Единица	Норма времени, чел.-ч (маш.-ч)	Расценка, руб.	Объем работ	Трудоемкость, чел.-ч (маш.-ч)	Заработная плата, руб.	Состав звена	
								Квалификационный (профессия, разряд)	Количество
<b>2-й ярус</b>									
Подача бетонной смеси автобетононасосом	Е4-1-48, т. 5, п. 2	100 м <sup>3</sup>	18 (6,1)	13,32	8,692	156,46 (53,02)	115,78	Машинист Слесарь, IV Бетонщик, II	1 1 1
Укладка бетонной смеси в днище	Е4-1-49, т. 2, п. 15, примеч. 4	м <sup>3</sup>	0,57	0,408	473,3	269,78	193,11	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Укладка бетонной смеси в опорное кольцо	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	395,9	91,06	64,93	Бетонщик, IV То же, II	1 1
<b>3-й ярус</b>									
Подача бетонной смеси автобетононасосом	Е4-1-48, т. 5, п. 2	100 м <sup>3</sup>	18 (6,1)	13,32	3,566	64,19 (21,75)	47,50	Машинист Слесарь, IV Бетонщик, II	1 1 1
Укладка бетонной смеси в стенку	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	356,6	82,02	58,48	Бетонщик, IV То же, II	1 1
<b>Итого</b>							610,93		

Подача бетона бетоноукладчиком ЛБУ-20

1-й ярус

Прием бетонной смеси из кузова автосамосвала	Е4-1-48, т. 3	м <sup>3</sup>	0,11	0,07	242,3	26,65	16,96	Бетонщик, II	1
Подача бетонной смеси бетоноукладчиком	Е1-18, т. 2, п. 10, а, б	100 м <sup>3</sup>	17 (8,5)	5,44	2,423	41,19 (20,60)	13,18	Подсобный рабочий	2
Укладка бетонной смеси в подготовку	Е4-1-49, т. 2, п. 15, примеч. 4	м <sup>3</sup>	0,57	0,408	242,3	138,11	98,86	Бетонщик, IV То же, II	1 1
2-й ярус									
Прием бетонной смеси из кузова автосамосвала	Е4-1-48, т. 3	м <sup>3</sup>	0,11	0,07	869,2	95,61	60,84	Бетонщик, II	1
Подача бетонной смеси бетоноукладчиком	Е1-18, т. 2, п. 10, а, б	100 м <sup>3</sup>	17 (8,5)	5,44	8,692	147,76 (73,88)	47,28	Подсобный рабочий	2
Укладка бетонной смеси в днище	Е4-1-49, т. 2, п. 15, примеч. 4	м <sup>3</sup>	0,57	0,408	473,3	269,78	193,11	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Укладка бетонной смеси в опорное кольцо	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	395,9	91,06	64,93	Бетонщик, IV То же, II	1 1
3-й ярус									
Прием бетонной смеси из кузова автосамосвала	Е4-1-48, т. 3	м <sup>3</sup>	0,11	0,07	356,6	39,23	24,96	Бетонщик, II	1
Подача бетонной смеси бетоноукладчиком	Е1-18, т. 2, п. 10, а, б	100 м <sup>3</sup>	17 (8,5)	5,44	3,566	60,62 (30,31)	19,40	Подсобный рабочий	2
Укладка бетонной смеси в стенку	Е4-1-49, т. 2, п. 2	м <sup>3</sup>	0,23	0,164	356,6	82,02	58,48	Бетонщик, IV То же, II	1 1
Итого						991,88 (124,80)	598,00		

3. Бетонирование осуществляется бетоноукладчиком ЛБУ-20. При этом

$$C_{\text{маш.-ч.}} = 13,1/124,8 + 1942/2460 + 2,53 = 3,43 \text{ руб.};$$

$$C_0 = 1,08 \cdot 3,43 \cdot 124,8 + 1,5 \cdot 598 = 1359,31 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр.}} = [1359,1 + 0,15 (8030 \cdot 124,8/2460)]/1468,1 = 0,967 \text{ руб/м}^3;$$

$$q_e = 991,88/1468,1 = 0,68 \text{ чел.-ч/м}^3.$$

Вариантные технико-экономические показатели сводим в табл.6.3. Принимаем второй вариант как более экономичный.

### 6.3. Технико-экономические показатели

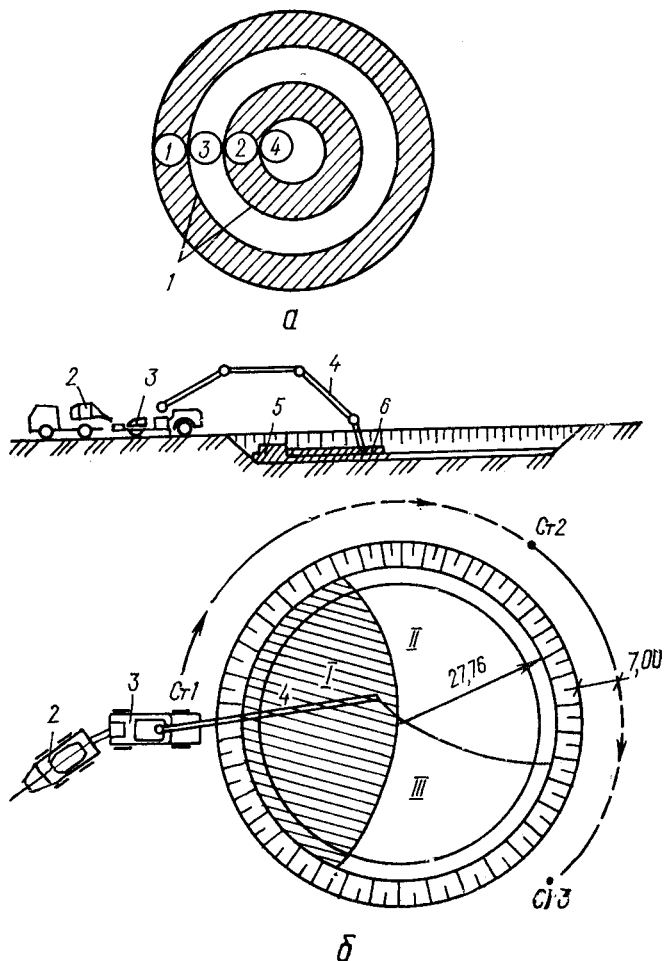
Показатель	Единица	Значение показателей по вариантам		
		1	2	3
Приведенные удельные затраты	руб/м <sup>3</sup>	1,29	0,906	0,967
Удельная трудоемкость	чел.-ч/м <sup>3</sup>	0,69	0,58	0,68

**Организация и технология выполнения процессов.** На основе калькуляции трудовых затрат и заработной платы и выбранного варианта производства бетонных работ составляем график производства работ (табл. 6.4). Принято четыре частных потока: монтаж опалубки краном КС-1562 № 1; монтаж арматурных сеток и каркасов краном КС-1562 № 2; подача и укладка бетонной смеси автобетононасосом АБН-60; разборка опалубки краном КС-1562 № 1.

На первом ярусе опалубка в виде ограждающих одиночных досок устанавливается и разбирается вручную. Все работы выполняются с максимально возможным их совмещением. На графике приведена продолжительность выполнения каждого процесса, движение основных строительных машин и рабочих кадров. Продолжительность монтажа и разборки опалубки с помощью крана составляет 12 смен, монтажа арматуры — 9, бетонирования — 11 смен.

С целью создания фронта работ для устройства опалубки и монтажа арматурных сеток и каркасов 2-го яруса бетонирование подготовки (1-й ярус) производят концентрированными окружностями с радиусами, кратными 7 м, начиная с внешнего кольца (рис. 6.4, а).

При возведении 2-го яруса краном КС-1562 № 1 монтируют опалубку  $S_2$  с внешней стороны опорного кольца. Затем после монтажа арматурных сеток краном КС-1562 № 2 по внешнему кольцу подготовки при движении крана вне градирни ведут работы по возведению опалубки внутренней стороны опорного кольца. Сетки средней части дна монтируют краном при его размещении внутри градирни, для чего оставляют свободный въезд. Бетонирование 2-го яруса производят используя схему, приведенную на рис. 6.4, б.



#### 6.4. Бетонирование чаши градирни:

*a* — последовательность укладки бетонной смеси концентрическими окружностями при бетонировании подготовки; *б* — схема бетонирования опорного кольца и днища; 1, II, III — захватки бетонирования; 1 — рабочие швы, места установки опалубочных досок (цифры в кружках указывают последовательность бетонирования подготовки); 2 — автобетоносмеситель; 3 — автобетононасос АБН-60; 4 — телескопическая стрела; 5 — опорное кольцо; 6 — днище; Ст1, Ст2, Ст3 — стоянки автобетононасоса при подаче бетонной смеси

При возведении 3-го яруса внутреннюю и наружную опалубку стенки монтируют одновременно с одной стоянки крана при движении по периметру. После монтажа каркаса подают и укладывают бетонную смесь.

**Технико-экономические показатели проекта.** Приведенные удельные затраты для:

КС-1562 № 1

$$C_{\text{маш.-ч}} = 7,95 / (12 \cdot 8,2) + 1232,2 / 3430 + 1,73 = 2,17 \text{ руб.};$$



Разборка опалубки	м <sup>2</sup>	225,02	3,01	$\frac{3}{1}$	КС-1562	1	0,5	1	Слесарь, IV То же, III	1 2	
3-й ярус											
Монтаж опалубки	м <sup>2</sup>	650,9	22,23	$\frac{18}{6}$	КС-1562	6	3	2	Слесарь, IV То же, III	1 2	
Монтаж арматурных каркасов	т	50	35,36	$\frac{32}{4}$	КС-1562	4	2	2	Арматурщик, IV То же, II	4 4	
Подача и укладка бетонной смеси	м <sup>3</sup>	356,6	$\frac{17,83}{2,65}$	$\frac{18}{3}$	АБН-60	3	1,5	2	Машинист, V Слесарь, IV Бетонщик, IV То же, II	1 1 2 2	
Разборка опалубки	м <sup>2</sup>	650,9	8,73	$\frac{9}{3}$	КС-1562	3	1,5	2	Слесарь, IV То же, III	1 2	

**Примечания:** 1. Стрелками показаны начало и конец работы.  
2. Цифры над линиями — количество рабочих, участвующих в процессе.



КС-1562 № 2

$$G_{\text{маш.,ч}} = 7,95 / (9 \cdot 8,2) + 1232,2 / 3430 + 1,73 = 2,2 \text{ руб.};$$

АБН-60

$$C_{\text{маш.,ч}} = 4,68 / (11 \cdot 8,2) + 3520 / 3400 + 2,54 = 3,63 \text{ руб.}$$

Зарплата рабочих, руб., в зависимости от их квалификационного разряда: II —  $0,64 \cdot 8,2 \cdot 92,5 = 485,44$ ; III —  $0,70 \cdot 8,2 \cdot 24,5 = 140,63$ ; IV —  $0,79 \cdot 8,2 \cdot 83 = 537,67$ ; V —  $0,91 \cdot 8,2 \cdot 11 = 87,06$ ; общая сумма 1245,82.

$$C_0 = 1,08 (2,17 \cdot 12 + 2,2 \cdot 9 + 3,63 \cdot 11) 8,2 + 1,5 \cdot 1245,82 = 2628,31 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}} = \frac{2628,31 + 0,15 \left( \frac{7950 \cdot 12 \cdot 8,2}{3430} + \frac{7950 \cdot 9 \cdot 8,2}{3430} + \frac{16000 \cdot 11 \cdot 8,2}{3400} \right)}{1468,1} = \frac{2628,31 + 123,39}{1468,1} = 1,87 \text{ руб.}$$

Удельная трудоемкость

$$q_e = \frac{(92,5 + 24,5 + 83 + 11) 8,2}{1468,1} = 1,19 \text{ чел.-ч/м}^3.$$

Сопоставим технико-экономические показатели проекта с показателями, полученными с использованием данных калькуляции (табл. 6. 2). Из калькуляции зарплата рабочих составляет  $819,96 + 610,93 = 1430,89$  руб.

Продолжительность работы машин примем: КС-1562 № 1 —  $12 \times 8,2 = 98,4$  ч; КС-1562 № 2 —  $9 \cdot 8,2 = 73,8$  ч; АБН-60 — 89,55 ч.

$$C_0 = 1,08 (2,17 \cdot 98,4 + 3,63 \cdot 73,8 + 3,63 \cdot 89,55) + 1,5 \times 1430,89 = 3017,37 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр}} = \frac{3017,37 + 0,15 \left( \frac{7950 \cdot 98,4}{3430} + \frac{7950 \cdot 73,8}{3430} + \frac{1600 \cdot 89,55}{3400} \right)}{1468,1} = \frac{3017,37 + 122,93}{1468,1} = 2,13 \text{ руб.};$$

$$q_e = \frac{1069,8 + 845,23}{1468,1} = 1,3 \text{ чел.-ч/м}^3.$$

Сводим технико-экономические показатели проекта и показатели, полученные по нормативным данным (из калькуляции) в табл. 6.5, и видим, что значения показателей проекта выгодно отличаются от показателей, полученных по исходным данным калькуляции. Это объясняется увязкой процессов между собой, совмещением их во времени, непрерывностью работы машин и звеньев рабочих.

**Мероприятия по технике безопасности.** Согласно нормам, при производстве железобетонных работ необходимо соблюдать определенные правила:

### 6.5. Техничко-экономические показатели

Показатель	Единица	Значения показателей	
		проекта	по исходным данным калькуляции
Приведенные удельные затраты	руб/м <sup>3</sup>	1,87	2,13
Удельная трудоемкость	чел.-ч/м <sup>3</sup>	1,19	1,3

### 6.6. Основные конструкции, материалы, полуфабрикаты

Наименование	Марка или класс	Единица	Количество
Щиты опалубки, мм:			
4600×800	Щ-1	шт.	38
4600×450	Щ-2	шт.	33
4600×2000	Щ-3	шт.	34
4600×2100	Щ-4	шт.	36
Доски IV сорта (δ=40 мм)	—	м <sup>3</sup>	1,71
Сетка арматурная	С-1	шт.	183
Каркас арматурный	К-1	шт.	61
	К-2		62
Бетон	B12	м <sup>3</sup>	242,3
	B20		869,2
	B30		356,6
Рогожа	—	м <sup>2</sup>	1200

### 6.7. Машины, оборудование, механизированный инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование	Марка	Количество (шт., м)	Техническая характеристика
Автобетононасос	АБН-60	1	Производительность до 60 м <sup>3</sup> /ч
Автомобильный кран	КС-1562	2	Грузоподъемность 5 т
Трансформатор сварочный	ТСМ-250	1	—
Вибратор	ИВ-80	2	Масса 22 кг
Виброрейка	СО-13А	1	Масса 46 кг
Трансформатор понижающий	КТП-630В	1	—
Щетки металлические	—	4	—
Кисть малярная	—	1	—
Молоток плотничный	—	2	—
Топор плотничный	—	2	—
Ключ гаечный разводной	—	4	—
Электрогайковерт	—	2	—
Кабель	КРП-1	70	—
Отвес	—	4	—
Метр складной	—	2	—
Рулетка	РС-10	2	—
Кувалда	МПЛ	4	Масса 1 кг
Трапы деревянные	—	8	—
Лопаты совковые	ЛП-2	8	—
Лом монтажный	ЛО-28	2	—

1. Разборку опалубки производить только с разрешения мастера.
2. При монтаже опалубки краном, подаче бетона автобетононасосом машины должны работать на выносных опорах.
3. Арматурные сетки опускают над местом их укладки не ниже чем на 80 см, и только тогда арматурщики направляют их в проектное положение.
4. Арматурные каркасы стенки и опорного кольца опускают над местом их установки не более чем на 30 см, и с такого положения арматурщики направляют их в проектное положение.
5. Хождение по арматурным верхним сеткам и каркасам разрешается только по трапам шириной 0,3—0,4 м.
6. Вибраторы при переносе на новое место работы выключаются. Перетаскивать их за шланговые провода или токоподводящий кабель запрещается.

**Материально-технические ресурсы**, необходимые для устройства монолитных железобетонных конструкций, приведены в табл. 6.6, 6.7.

## **6.2. Монтаж конструкций многоэтажного каркасного промышленного здания**

Необходимо разработать технологическую карту на монтаж конструкций четырехэтажного промышленного каркасного здания длиной 60 и шириной 24 м (рис. 6.5). Размер ячеек здания в плане  $6 \times 12$  м. Высота этажа 4,8 м. Основные несущие и ограждающие конструкции — сборные железобетонные. Фундаменты под колонны — стаканного типа, заглубленные на 1,5 м. Подвал отсутствует. Вертикальные стальные связи предусмотрены в среднем шаге деформационных блоков здания по каждому ряду колонн.

Площадка, где намечено строительство здания, предварительно спланирована, предусмотрены соответствующие уклоны для отвода атмосферных вод. Грунтовые воды находятся на глубине 1,6 м. Грунт — влажная глина. Со стороны входа вдоль здания проходит постоянная дорога с бетонным покрытием. Наружные инженерные коммуникации уложены до устройства дороги. Под фундаменты здания открыт общий котлован.

Доставка конструкций на площадку производится автотранспортом.

Объемы монтажных работ (табл. 6.8) определяем на основании исходных данных задания на проектирование.

**Выбор монтажных приспособлений**, предназначенных для подъема конструкций, временного закрепления и выверки конструкций, основывается на данных Каталога средств монтажа сборных конструкций зданий и сооружений (табл. 6.9).

### **Монтажные характеристики элементов конструкций.**

1. Монтажную массу каждого элемента конструкций, т, определяем с учетом данных прил. 4:

$$\text{фундаментный блок} — Q_M = 7,5 + 0,15 = 7,65;$$

$$\text{фундаментная балка} — Q_M = 3 + 0,15 = 3,15;$$

$$\text{колонна} — Q_M = 2,46 + 0,2 = 2,66;$$



### 6.8. Подсчет объемов монтажных работ

Наименование конструкции	Марка	Количество, шт.	Масса, т	
			одного элемента	общая
Фундаментный блок	Ф-1	30	7,5	2250
	Ф-2	12	5	60
	ФБ-1	28	3	84
Фундаментная балка	К-1	24	1,65	39,6
	К-2	24	2,46	59,04
	К-3	36	1,13	40,68
	К-4	48	1,61	77,28
	К-5	12	0,95	11,4
	К-6	24	1,35	32,4
Колонна	Р-1	84	5,5	462
	Р-2	8	3	24
Ригель	П-1	16	2,59	41,44
	П-2	24	2,61	62,64
	П-3	32	1,07	34,24
	П-4	48	1,18	56,64
	П-5	224	2,6	582,4
	П-6	280	2,58	722,4
Плита перекрытия и покрытия	СЛК-1	20	1,4	28
	СЛК-2	8	1	8
	СЛК-3	16	0,4	6,4
Стеновая панель лестничной клетки	ЛП-1	12	2,5	30
	ЛМ-1	12	1,5	18
Лестничная площадка				
Лестничный марш				
Связь	СС	24	0,43	10,32
Связь стальная				
Панель стеновая	ПС-1	144	1,5	216
	ПС-2	64	0,8	51,2
	ПС-3	32	0,6	19,2
	ПС-4	28	0,7	19,6
	ПС-5	32	1	32
<b>Всего</b>				<b>3053,88</b>

ригель —  $Q_m = 5,5 + 0,08 = 5,58$ ;

плита перекрытия и покрытия —  $Q_m = 2,61 + 0,1 = 2,71$ ;

лестничная площадка —  $Q_m = 2,5 + 0,1 = 2,6$ ;

лестничный марш —  $Q_m = 1,5 + 0,1 = 1,6$ ;

связь стальная —  $Q_m = 0,43 + 0,014 = 0,44$ ;

панель стеновая —  $Q_m = 1,5 + 0,04 = 1,54$ .

2. Монтажную высоту, м, вычисляем для основных конструкций

4-го этажа с учетом данных прил. 4:

колонны 1-го этажа —  $H_m = 0,5 + 5,2 + 1 = 6,7$ ;

колонны 4-го этажа —  $H_m = 15 + 0,5 + 4,8 + 1 = 21,3$ ;

ригели —  $H_m = 17,9 + 0,5 + 0,8 + 1,5 = 20,7$ ;

плиты покрытия —  $H_m = 18,7 + 0,5 + 0,3 + 4 = 23,5$ ;

панели стеновые —  $H_m = 18,3 + 0,5 + 1,8 + 4 = 24,6$ .

### 3.9 Монтажные приспособления

Приспособление	Масса, кг	Грузоподъемность, т	Количество, шт.	Назначение
Строп четырехветвевой марки 4СК-10-4	150	10	4	Для монтажа фундаментов, фундаментных балок, плит перекрытий и покрытий
Захват рамочный для колонн с устройством для расстроповки	204	4	4	Для строповки и монтажа колонн каркаса здания
Полуавтоматический строп	80	8	4	Для строповки, подъема и монтажа ригелей
Траверса универсальная с передвигаемыми по балке обоями	40,8	5	4	Для монтажа панелей наружных стен
Кондуктор одиночный	282	—	42	Для монтажа, временного закрепления и выверки колонн, устанавливаемых в стаканы фундаментов
То же	561	—	42	Для монтажа, временного закрепления и выверки колонн массой до 4 т со стыками выше уровня перекрытия с фасадной и угловой площадками

3. Учитывая, что ширина здания 24 м, башенные краны располагаем с обеих сторон здания. Ориентировочно принимаем башенный кран КБ-100. ОА с шириной рельсовой колес 4,5 м, устанавливаемый после засыпки котлована. Тогда минимальное расстояние от наружной поверхности монтируемого здания до оси поворота крана  $l_2 = 0,8 + 3,1 = 3,9$  м.

Необходимый вылет стрелы башенного крана, учитывая толщину стены 0,4 м,

$$L_{стр} = 3,9 + 0,4 + 12 = 16,3 \text{ м.}$$

**Выбор методов производства работ и монтажных кранов.** Монтаж сборных конструкций здания производим комбинированным методом.

### 6.10. Выбор вариантов монтажных кранов

Наименование конструкции	Монтажные характеристики			Варианты кранов	
	$Q_M$	$H_M$	$L_{стр}$	I	II
Фундаментные блоки и балки	7,65	—	min	КС-3561А	КБ-100.3
Колонны 1-го этажа	2,66	6,7	min	КС-3561А	КБ-100.3
Колонны 2—4-этажей	1,55	21,3	16,3	КБ-100.0А	КБ-100.3
Ригель	5,58	20,7	16,3	КБ-100.0А	КБ-100.3
Плиты покрытия	2,71	23,5	16,3	КБ-100.0А	КБ-100.3
Стеновые панели	1,54	24,6	16,3	КБ-100.0А	КБ-100.3

6.11. Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

№ пп.	Процесс	Обоснование по ЕНиР	Единица	Норма времени, чел.-ч маш.-ч	Объем работ			Трудоемкость, чел.-ч маш.-ч			Расценка, руб.	Заработная плата, руб.	Состав звена	
					Общий	I уч.-сток	II уч.-сток	Общая	I уч.-сток	II уч.-сток				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Установка фундаментных блоков массой до 5,5 т То же, массой до 7,5 т	Е4-1-1, т. 2, п. 7а Е4-1-1, т. 2, п. 9а	1 элемент	2 0,67 2,6 0,87	12 30	6 15	6 15	24 8,04 78 26,1	12 4,02 39 13,05	12 4,02 39 13,05	1,42 1,85	17,04 55,5	Монтажник, IV То же, III », II Монтажник, IV То же, III », II	1 1 1 1 1 1 1 1
3	Установка фундаментных блоков массой до 3 т	Е4-1-6 табл. 3, п. 2а	1 элемент	1,9 0,38	28	14	14	53,2 10,6	26,6 5,3	26,6 5,3	1,42	39,76	Монтажник, IV То же, III », II	1 1 1
4	Установка колонн массой до 2 т в станы фундаментов с помощью кондукторов	Е4-1-4, табл. 2, п. 2а	1 колонна	2,4 0,48	30	15	15	72 14,4	36 7,2	36 7,2	1,8	54	Монтажник, V То же, IV », III », II	1 1 2 1
5	Установка колонн массой до 3 т в станы фундаментов с помощью кондукторов	Е4-1-4, табл. 2, п. 3а	1 колонна	3 0,6	12	6	6	36 7,2	18 3,6	18 3,6	2,24	26,88	Монтажник, V То же, IV », III », II	1 1 2 1
6	Заделка стыков колонн с фундаментами с объемом бетонной смеси более 0,1 м <sup>3</sup>	Е4-1-25, табл. 1, п. 2	1 стык	1,2 —	42	21	21	50,4	25,2	25,2	0,894	37,55	Монтажник, IV То же, III	1 1
7	Установка ригелей перекрытия массой до 6,5 т на высоте до 15 м (1—3 этажи)	Е4-1-6, табл. 2, п. 5а	1 элемент	2,8 0,56	66	10	12	184,8 36,9	28,8 5,6	33,6 6,72	1,99	131,67	Монтажник, V То же, IV », III », II	1 1 2 1

8	То же, массой до 3 т	Е4-1-6 табл. 2, п. 3а	1 элемент	1,9 0,38	6	2	—	11,4 2,28	3,8 0,76	—	1,42	8,52	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
9	Установка вертикальных стальных связей на высоте до 15 м (1-3-й этажи)	Е5-1-8, табл. 2, прим. 1	т	5,1 1,02	7,74	1,29	1,29	39,47 7,89	6,58 1,31	6,58 1,31	3,32	25,69	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
10	Установка панелей стен лестничных клеток на высоте до 15 м площадью до 15 м <sup>2</sup> (1-3-й этажи)	Е4-1-8, табл. 2, т. 13а	1 панель	1,1 0,28	27	9	—	29,7 7,56	9,9 2,52	—	0,836	22,57	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
11	Установка панелей стен лестничных клеток на высоте до 15 м площадью до 6 м <sup>2</sup> (1-3-й этажи)	Е4-1-8 табл. 2, п. 12а	1 панель	1 0,25	6	2	—	6 1,5	2 0,5	—	0,76	4,56	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
12	Установка лестничных площадок и маршей на высоте до 15 м при массе до 2,5 т (1-3-й этажи)	Е4-1-10, п. 2а	1 элемент	2,2 0,55	24	6	—	52,8 13,2	13,2 3,3	—	1,61	38,64	Монтажник, IV То же, III » , II
13	Установка панелей перекрытия площадью до 5 м <sup>2</sup> на высоте до 15 м	Е4-1-7, п. 2а	1 элемент	0,56 0,14	60	30	30	33,6 8,4	16,8 4,2	16,8 4,2	0,396	23,76	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
14	Установка панелей перекрытия площадью до 10 м <sup>2</sup> на высоте до 15 м	Е4-1-7 п. 3а	1 элемент	0,72 0,18	408	76	80	293,7 73,4	54,7 13,7	57,6 14,4	0,509	207,7	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
15	Установка панелей наружных стен площадью до 5 м <sup>2</sup> на высоте до 15 м	Е4-1-8 табл. 2, п. 1а	1 панель	2 0,5	64	12	10	128 32	24 6	20 5	1,52	97,28	Монтажник, V То же, IV » , III » , II
16	Установка панелей наружных стен площадью до 10 м <sup>2</sup> на высоте до 15 м	Е4-1-8 табл. 2, п. 2а	1 панель	3 0,75	160	27	26	480 120	81 20,2	78 19,5	2,28	364,8	Монтажник, V То же, IV » , III » , II



Продолжение табл. 6.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
17	Сварка стыков стеновых панелей	Е22-1-2, п. 96	10 м шва	6,4	19,2	2,4	2,4	122,9	15,4	15,4	5,82	111,74	Электросварщик, V	1
18	Конопатка, зачеканка и расшивка швов стеновых панелей	Е4-1-28, пп. 3, 4	10 м шва	3,1	171,2	21,4	21,4	530,7	66,3	66,3	2,14	366,37	Монтажник, IV	1
19	Сварка стыков ригелей с колоннами	Е22-1-3 п. 46	10 м шва	3,6	11	1,38	1,38	39,6	4,97	4,97	3,28	36,08	Электросварщик, V	1
20	Сварка стыков панелей стен лестничных клеток	Е22-1-2, п. 96	10 м шва	6,4	2,8	0,7	—	17,92	4,48	—	5,82	16,29	То же	1
21	Сварка стыков лестничных площадок и маршей	Е22-1-3, п. 46	10 м шва	3,6	1,08	0,27	—	3,89	0,97	—	3,28	3,54	»	1
22	Сварка стыков панелей перекрытий и покрытий	Е22-1-3, п. 46	10 м шва	3,6	42,12	4,68	4,68	151,6	16,8	16,8	3,28	138,15	»	1
23	Заделка стыков ригелей с колоннами при объеме бетонной смеси до 0,1 м <sup>3</sup> (1—4-й этажи)	Е4-1-25, табл. 2, пп. 1, 3, 5	1 узел	1,92	192	24	24	368,6	46,1	46,1	1,45	278,4	Монтажник, IV То же, III	1 1
24	Заливка швов плит перекрытий и покрытий механизированным способом (1—4-й этажи)	Е4-1-26, п. 3а	100 м шва	4	45,6	5,7	5,7	182,4	22,8	22,8	2,98	135,89	Монтажник, IV То же, III	1 1
25	Установка колонн мас-соф до 2 т на высоте до 15 м (2-й и 3-й этажи) с помощью кондукторов	Е4-1-4, табл. 2, пп. 2а, 2б, ПР-1	1 колонна	3,5 0,7	84	21	21	294 58,8	73,5 14,7	73,5 14,7	2,62	220,08	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 2 1

26	Заделка стыков колонн с колоннами при объеме бетона до 0,1 м <sup>2</sup>	Е4-1-25, табл. 1, п. 1	1 стэк	0,81 —	126	21	21	102,1	17,01	17,01	0,603	75,97	Плотник, IV Монтажник, III	1 1
27	Установка колонн 4-го этажа массой до 2 т на высоте до 20 м	Е4-1-4, табл. 2, п. 2а, В4-1, ПР-1	1 колонна	3,67 0,7	42	21	21	154,14 29,4	77 14,7	77 14,7	2,62	110,04	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 2 1
28	Сварка стыков колонн с колоннами	Е22-1-2, п. 9б	10 м шва	6,4 —	18,9	3,15	3,15	120,9	20,2	20,2	5,82	109,99	Электросварщик	1
29	Установка ригелей покрытия массой до 6,5 т на высоте до 20 м (4-й этаж)	Е4-1-6, табл. 2, п. 5а, В4-1	1 элемент	2,94 0,59	21	9	12	61,74 12,39	26,4 5,31	35,3 7,08	2,19	45,99	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 2 1
30	То же, массой до 3 т (4-й этаж)	Е4-1-6, табл. 2, п. 3а, В4-1	1 элемент	1,99 0,39	2	2	—	3,98 0,78	3,98 0,78	—	1,42	2,84	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 2 1
31	Установка вертикальных стальных связей массой до 0,5 т на высоте до 20 м	Е5-1-8, табл. 2, примеч. 1	т	5,1 1,02	2,58	1,29	1,29	13,15 2,63	6,58 1,31	6,58 1,31	3,32	8,56	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 2 1
32	Установка панелей наружных стен площадью до 10 м <sup>2</sup> на высоте до 20 м	Е4-1-8, табл. 2, п. 2а, В4-1	1 панель	3,15 0,78	76	38	38	239,4 59,3	119,7 29,64	119,7 29,64	2,39	181,64	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 1 1
33	Установка панелей лестничных клеток 4-го этажа площадью до 15 м <sup>2</sup> на высоте до 20 м	Е4-1-8, табл. 2, п. 13а, В4-1	1 панель	1,15 0,29	9	—	—	10,35 2,61	10,35 2,61	—	0,87	7,83	Монтажник, V То же, IV » , III » , II	1 1 1 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
34	Установка панелей стен лестничной клетки 4-го этажа площадью до 5 м <sup>2</sup> на высоте до 20 м	Е4-1-8, табл. 2, п. 12а, В4-1	1 панель	$\frac{1,05}{0,26}$	2	2	—	$\frac{2,1}{0,52}$	$\frac{2,1}{0,52}$	—	0,79	1,58	Монтажник, V То же, IV », III », II	1 1 1 1
35	Установка панелей покрытия площадью до 10 м <sup>2</sup> на высоте до 20 м	Е4-1-7, п. 9а, В4-1	1 элемент	$\frac{0,88}{0,22}$	136	68	68	$\frac{119,7}{29,9}$	$\frac{59,84}{14,9}$	$\frac{59,84}{14,9}$	0,62	84,32	Монтажник, IV То же, III », II	1 2 1
36	Установка панелей покрытия до 5 м <sup>2</sup> на высоте до 20 м	Е4-1-7, п. 8а, В4-1	1 элемент	$\frac{0,67}{0,17}$	20	10	10	$\frac{13,4}{3,4}$	$\frac{6,7}{1,7}$	$\frac{6,7}{1,7}$	0,47	9,4	Монтажник, IV То же, III », II	1 2 1
	Всего			$\frac{4117,24}{567,6}$								3100,62		

Исходя из монтажных характеристик конструкций, принимаем два варианта кранов. Для удобства основные монтажные характеристики и предварительно выбранные краны заносим в табл. 6.10.

В варианте I монтаж фундаментных блоков и балок, колонн 1-го этажа предусматривается автомобильным краном КС-3561А, а остальных конструкций — двумя кранами КБ-100.0А, устанавливаемых с противоположных сторон здания. В варианте II монтаж всех конструкций производим краном КБ-100.3.

Монтаж конструкций организуем в составе таких потоков: монтаж фундаментов и фундаментных балок; монтаж колонн; монтаж ригелей, стальных связей, элементов лестничных клеток и панелей перекрытия (покрытия); монтаж наружных стеновых панелей.

Для организации поточности производства работ здание расчленяем на два монтажных участка: I — пролет Б—В на всю длину здания; II — пролет А—Б на всю длину здания.

Для обеспечения безопасного выполнения работ двумя кранами, установленными с разных сторон здания, каждый участок делим на две захватки (рис. 6.6). Раскладка сборных элементов конструкций производится с обеих сторон здания в зоне монтажа крана.

Калькуляция трудовых затрат и заработной платы составлена на основании ЕНиР (табл. 6.11). При этом учитываются все работы по монтажу сборных конструкций, а также сопутствующие им (заделка и сварка стыков, заливка швов).

По данным калькуляции составляется таблица технологических расчетов (табл. 6.12), которая является основой для разработки циклограммы производства работ.

**Определение технико-экономических показателей для сравнения вариантов кранов.** Предварительно вычислим принятую трудоемкость работ, выполняемых каждым краном, используя для этого данные таблицы технологических расчетов (табл. 6.13).

Таким образом, трудозатраты составляют: по варианту I — КС-3561А — 8 маш.-смен (65,6 маш.-ч), КБ-100.0А — 60 маш.-смен (492 маш.-ч); по варианту II — КБ-100.3 — 68 маш.-смен (557,6 маш.-ч).

Для того чтобы определить удельные затраты на монтаж 1 т конструкций, предварительно найдем себестоимость машино-часа для каждого вида крана. Исходные данные для расчета технико-экономических показателей вариантов механизации монтажных работ принимаем по прил. 11, 12 и сводим в табл. 6.14.

Себестоимость 1 маш.-ч, руб., для рассматриваемых кранов составляет:

$$\text{КС-3561А} - C_{\text{маш.-ч.}} = 4,84/65,6 + 3701/3430 + 2,43 = 3,57;$$

$$\text{КБ-100.0А} - C_{\text{маш.-ч.}} = 7,47/8,2 + 7,95/8,2 + 8,32/8,2 = 2,88;$$

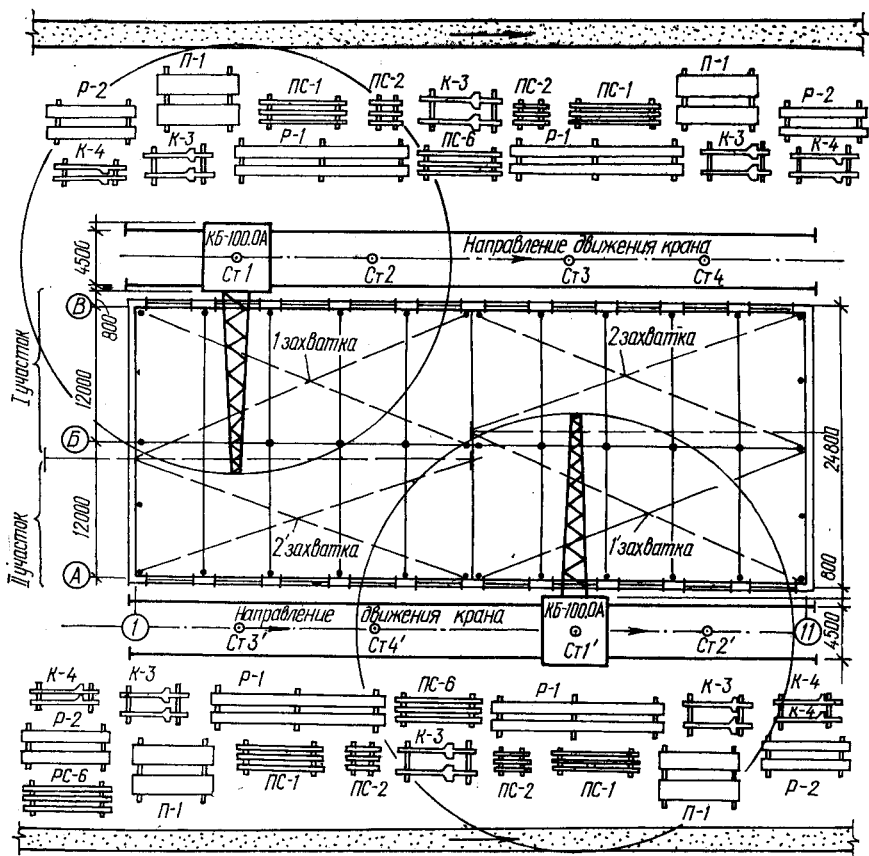
$$\text{КБ-100.3} - C_{\text{маш.-ч.}} = 9,16/8,2 + 10,1/8,2 + 9,12/8,2 = 3,45.$$

Общую себестоимость монтажа конструкций определяем, принимая длину подкрановых путей 50 м (четыре звена по 12,5 м) с каждой стороны здания.

6.12. Таблица технологических расчетов

Наименование работ и ссылка на пункт калькуляции	Единица	Объем работ по участкам		Трудоёмкость работ по участкам, чел.-смен					Принятая трудоемкость на весь объем, чел.-смен маш.-смен	Состав звена	Про-должи-тельность работы по участкам, смен		Число смен в сутки			
		I	II	I	II	III	IV	V			VI	VII		VIII	IX	X
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	2	35	35	9,46 2,72	9 3	9,46 2,72	9 3	18 6	Монтажник, IV То же, III », II	1 1 1	3 3 3	2				
Монтаж колонн в стаканы фундамен- тов с помощью кондукторов (пп. 4, 5)	шт.	21	21	6,58 1,3	5 1	6,58 1,3	5 1	10 2	Монтажник, V То же, IV », III », II	1 1 2 1	1 1 1 1	2				
Заделка стыков колонн в стаканах фундаментов (п. 6)	шт.	21	21	3,07	2	3,07	2	4	Монтажник, IV То же, III	2 2	0,5 0,5	1				
Монтаж ригелей, стальных связей, элементов лестничных клеток, пане- лей перекрытия и покрытия и сварка их стыков (пп. 7—14, 19—22)	шт.	136	122	20,1 3,95	15 3	16,6 3,24	15 3	120 24	Монтажник, V То же, IV », III », II Электросвар- щик, V	1 1 1 1 1	3 3 3 3 3	2				
Сварка стыков ригелей с колоннами (п. 19)	10 м шва	1,38	1,38	0,6	1	0,6	1	8	Электросвар- щик, V	1	1	1				
Заделка стыков ригелей с колонна- ми (п. 23)	1 узел	24	24	5,62	6	5,62	6	48	Плотник, IV Монтажник, IV То же, III	1 1 1	2 2 2	1				





### 6.6. Разбивка здания на участки и захваты

### 6.13. Трудоемкость работ на монтаж конструкций всего здания, маш.-смен

Наименование конструкции	Монтажная масса, т	Общее количество элементов, шт.	Общие затраты времени, маш.-смен	Варианты кранов	
				I	II
Фундаментные блоки и балки	7,65	70	6	КС-3561А	КБ-100.3
Колонны 1-го этажа	2,68	42	2	КС-3561А	КБ-100.3
Колонны 2—4-го этажей	2,68	126	12	КБ-100.0А	КБ-100.3
Ригели	5,58	96			
Стальные связи	0,43	24			
Стеновые панели лестничных клеток	1,4	44	24	КБ-100.0А	КБ-100.3
Лестничные площадки и марши	2,7	24			
Плиты перекрытий и покрытий	2,49	680			
Панели наружных стен	1,5	462	24	КБ-100.0А	КБ-100.3
Итого			68		

### 6.14. Исходные данные для определения приведенных удельных затрат

Марка крана	Инвентарная стоимость, тыс. руб.	$\frac{C_{ед}}{T_n}$ , руб.	$\frac{C_r}{C_r}$ , руб.	$\mathcal{E}_p$ , руб.	$T_r$ , ч	Стоимость устройства и разборки подкрановых путей, руб./звено
КС-3561А	17,44	4,84	3701	2,43	3430	—
КБ-100.0А	18,5	7,47	7,95	8,32	3265	174,1
КБ-100.3	24	9,16	10,1	9,12	3265	174,1

Примечание. Для крана КС-3561А значения  $C_{ед}$ ,  $C_r$ ,  $\mathcal{E}_p$  даны на 1 маш.-ч, для башенных кранов приведены значения отношений  $\frac{C_{ед}}{T_n}$ ,  $\frac{C_r}{T_r}$ ,  $\mathcal{E}_p$  на 1 маш.-смену.

Вариант I: один кран КС-3561В и два крана КБ-100.0А. Общая себестоимость выполнения монтажных работ

$$C_0 = 1,08 (174,1 \cdot 8 + 3,57 \cdot 65,6 + 2,88 \cdot 492 \cdot 2) + 1,5 \times 3100,62 = 9468,71 \text{ руб.}$$

Приведенные удельные затраты на монтаж 1 т конструкций

$$C_{пр} = \frac{9468,71 + 0,15 \left( \frac{17440 \cdot 65,6}{3430} + \frac{18500 \cdot 492}{3265} \right)}{3053,88} = 3,25 \text{ руб.}$$

Вариант II: два крана КБ-100.3. Отсюда

$$C_0 = 1,08 (174,1 \cdot 8 + 3,45 \cdot 557,6 \cdot 2) + 1,5 \cdot 3100,62 = 10310,39 \text{ руб.};$$

$$C_{пр} = \frac{10310,39 + 0,15 \left( \frac{24000 \cdot 557,6}{3265} \right)}{3053,88} = 3,57 \text{ руб.}$$

Для удобства выполнения расчетов по трудоемкости монтажа 1 т конструкций исходные данные сводим в табл. 6.15.

### 6.15. Расчетные данные для определения трудоемкости монтажа конструкций

Номер варианта	Марка крана	$Q_p$ , чел.-ч	$Q_m$ , чел.-ч	$Q_{м.д.}$ , чел.-ч	$Q_{д.}$ , чел.-ч	$Q_{п.}$ , чел.-ч
I	КС-3561А	3936	65,6	5,9	4	—
II	КБ-100.0А	3936	492	96	40	40 · 8 = 320
	КБ-100.3		557,6	96	40	40 · 8 = 320



Трудоёмкость монтажа 1 т конструкций составит:  
вариант I (кран КС-3561А и два крана КБ-100.0А)

$$q_e = \frac{3936 + (65,6 + 5,9 + 4) + (492/2 + 96 + 40 + 320) 2}{3053,88} = 1,77 \text{ чел.-ч/т;}$$

вариант II (два крана КБ-100.3)

$$q_e = \frac{3936 + (557,6/2 + 96 + 40 + 320) 2}{3053,88} = 1,77 \text{ чел.-ч/т.}$$

Продолжительность занятости кранов на объекте:

вариант I  $T_I = 68 + 5,9 / (3 \cdot 8,2) + 96 \cdot 2 / (6 \cdot 8,2) = 72,13$  смены;

вариант II  $T_{II} = 68 + 96 \cdot 2 / (6 \cdot 8,2) = 71,9$  смены.

Технико-экономические показатели по обоим вариантам сводим в табл. 6.16.

6.16. Сравнение технико-экономических показателей вариантов кранов

Наименование варианта	Единица	Значение показателей по вариантам		Относительное значение показателей, %	
		I	II	I	II
		Удельные приведенные затраты	руб/т	3,25	3,57
Трудоёмкость монтажа	чел.-ч/т	1,77	1,77	100	100
Продолжительность работы кранов	маш.-смен	72,13	71,9	100	99,6
Итого				300	309,4

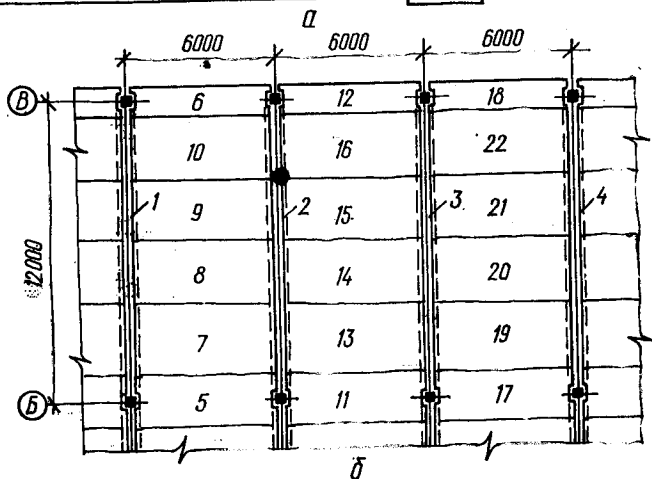
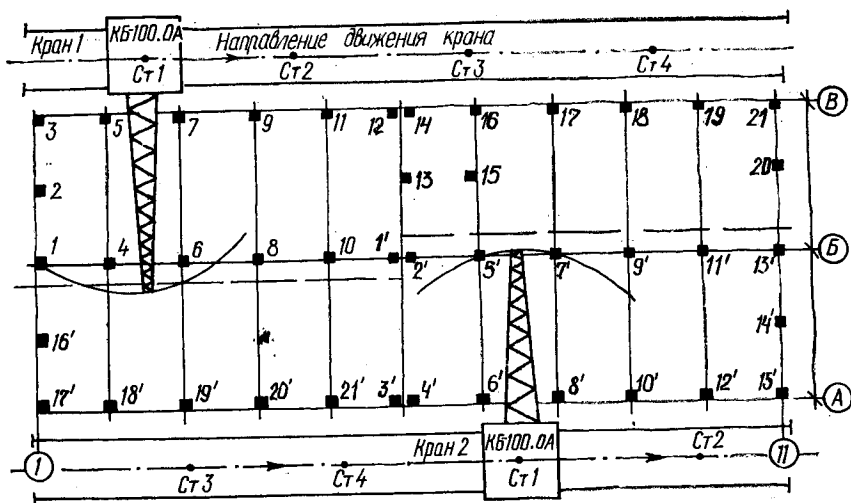
Таким образом, в результате сравнения технико-экономических показателей выбранных вариантов кранов приходим к выводу, что более экономичным является вариант I, в состав которого входят один кран КС-3561А и два крана КБ-100.0А. Этот вариант и принимаем для производства монтажных работ.

Последовательность монтажа основных конструкций показана на рис. 6.7, циклограмма производства работ — на рис. 6.8.

**Технико-экономические показатели принятого варианта кранов.** Согласно циклограмме, продолжительность монтажных работ составляет 34 смены; трудозатраты на монтаж 1 т конструкций по расчету — 1,77 чел.-ч/т. Средняя производительность монтажников при трудоёмкости 3936 чел.-ч (или 480 чел.-смен)  $3053,88/480 = 6,36$  т/чел.-смен.

Затраты машино-часов на 1 т конструкций  $557,6/3053,88 = 0,18$  маш.-ч/т.

Общая себестоимость монтажных работ по расчету составляет 9468,71 руб. Приведенные удельные затраты на монтаж 1 т конструкций по расчету 3,25 руб/т. Заработная плата на монтаж 1 т сборных конструкций  $3100,62/3053,88 = 1,01$  руб/т.



### 6.7. Последовательность монтажа конструкций:

а — колонны; б — ригелей и плит покрытия

**Контроль качества монтажа конструкций.** Качество строительных конструкций следует проверять при приемке их на строительную площадку, при пооперационном контроле и монтаже конструкций, закреплении их в узлах и стыках.

При приемке конструкций необходимо проверить следующее: внешний вид, соответствие маркировки требованиям стандартов, геометрические размеры, наличие и правильность заполнения сопроводительных документов, правильность погрузки конструкций на транспортные средства. При обнаружении бракованных конструкций следует пригласить представителя поставщика и составить акт на бракованную продукцию. Результаты пооперационного контроля фиксируют в исполнительной документации.



При монтаже сборных железобетонных конструкций многоэтажного каркасного здания должны быть соблюдены допуски:

<i>Отклонения</i>	<i>Допуски, мм</i>
Смещение осей стаканов фундаментов относительно разбивочных осей	$\pm 10$
Отклонение отметок верхних опорных поверхностей фундаментов	$-10$
Отклонения отметок дна стакана фундаментов	$-20$
Смещение осей колонн в верхнем сечении относительно разбивочных осей для колонн высотой более 4,5 м	$\pm 15$
Смещение осей ригелей относительно геометрических осей опорных конструкций	$\pm 5$
Отклонение плоскостей стеновых панелей в верхнем сечении от вертикали (на высоту этажа)	$\pm 5$
Разность отметок верха смежных колонн, а также верха панелей стен	10
Разность отметок лицевых поверхностей двух смежных плит перекрытий (покрытий) в стыке	5
Смещение в плане плит перекрытий или покрытий относительно их проектного положения на опорных поверхностях и узлах несущих конструкций	$\pm 20$

На все виды изоляции конструкций, сварку закладных деталей и выпусков, а также на защиту металлических деталей от коррозии, заделку и герметизацию стыков в процессе выполнения соответствующих работ составляется акт на скрытые работы.

#### **Указания по производству работ:**

1) для монтажа фундаментов, фундаментных блоков и колонн 1-го этажа применять автомобильный кран КС-3561А; для монтажа остальных конструкций здания — два крана КБ-100.0А; применять машины, оборудование и инструмент согласно табл. 6.17;

2) монтаж сборных конструкций производить только после инструментальной проверки и соответствия проекту положения конструкций в плане и по высоте;

3) технологическую последовательность монтажа сборных конструкций здания осуществлять в порядке, указанном на схемах монтажа, обеспечив при этом устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированных частей здания;

4) для заделки стыков колонн в стаканах фундаментов применять бетон класса В20;

5) для безопасного производства монтажных работ здание разбить на два участка: первый — в осях Б—В для крана № 1, второй — в осях А—Б для крана № 2; каждый участок разбить на две захватки (см. рис. 6.7);

6) строповку конструкций производить инвентарными стропами; способы строповки во всех случаях должны исключать возможность расстроповки и падения конструкций;

7) при выполнении монтажных работ в зимнее время до установки сборных железобетонных конструкций они должны быть очищены от снега и льда.

**Мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды:**

- 1) работы по монтажу сборных конструкций здания производить в соответствии с проектом производства работ (СНиП 1.02.01-85);
- 2) запрещается подъем сборных железобетонных конструкций, не имеющих монтажных петель или маркировки;
- 3) монтажную зону и подкрановые пути оградить забором высотой 1,1 м, по периметру ограждения установить знаки безопасности;
- 4) при монтаже конструкций захватные приспособления можно снимать только после их окончательной установки и закрепления в проектном положении;
- 5) все проемы, расположенные на уровне перекрытия или не выше 0,6 м от его поверхности, закрыть инвентарными ограждениями;
- 6) над входом в лестничную клетку устроить навес шириной 2 м и длиной, равной ширине монтажной зоны;
- 7) монтажные и смежные с ними работы (заделку стыков, замоноличивание швов) можно выполнять одновременно, только на разных захватках при соблюдении условий, обеспечивающих безопасность их производства;
- 8) выпуск производственных и бытовых сточных вод в водоемы разрешается только при наличии противозерозионных устройств;
- 9) для сбора бытовых отходов и мусора на строительной площадке устроить деревянные ящики с закрывающимися крышками;
- 10) временные дороги на стройплощадке устраивать с учетом предотвращения при транспортировании конструкций повреждения растущих деревьев и кустарников;
- 11) в транспортных средствах, находящихся под погрузкой и выгрузкой конструкций и материалов, двигатели должны быть выключены.

#### 6.17. Основные машины, оборудование и инструмент для монтажа конструкций

Наименование	Марка	Количество, шт.	Техническая характеристика
Автомобильный кран	КС-3561А	1	Грузоподъемность 10 т
Башенный кран	КБ-100.0А	2	Грузоподъемность 10 т
Трансформатор сварочный	СТШ-250	2	Номинальная мощность 15,3 кВа
Компрессор	КСЭ-6	2	
Площадка для сварщика и монтажника	ЦНИИМТИ	2	Масса 55 кг
Теодолит	Т515К1	1	
Нивелир	НЗ	2	

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1. Панели крупнощитовой опалубки конструкции НИИ «Гражданстрой» (высота этажа 2,8 м) [3]**

Размеры панелей, м		Площадь, м <sup>2</sup>	Масса, кг	
Длина	Высота		Общая	1 м <sup>2</sup>
2,1	2,56	5,4	540	100,4
	2,62	5,5	550	99,9
3	2,64	5,5	555	100,1
	2,56	7,7	750	97,6
	2,62	7,9	765	97,3
	2,64	7,9	770	97,2
4,2	2,56	10,8	1045	97,2
	2,62	11	1065	96,8
6	2,64	11,1	1070	96,5
	2,56	15,4	1490	97
	2,62	15,7	1520	96,7
7,2	2,64	15,8	1525	96,3
	2,56	18,4	1750	94,9
	2,62	18,6	1780	94,4
9	2,64	19	1785	93,9
	2,56	23	2170	94,2
	2,62	23,6	2220	94,1
	2,64	23,8	2225	93,6

**Приложение 2. Масса щитов крупнощитовой опалубки НИИ «Гражданстрой» [3]**

Размеры щитов, мм		Масса, кг	
Ширина	Высота	Общая	1 м <sup>2</sup>
900	2560	170(155)	73,8(67,3)
1200		225(205)	73,2(66,7)
1500		280(250)	72,9(65,1)
1800	2760	335(300)	72,7(65)
900		180(165)	72,5(66,4)
1200		240(220)	72,5(66,4)
1500		300(270)	72,5(65,2)
1800	3060	360(320)	72,5(64,4)
900		195(180)	70,8(65,4)
1200		260(235)	70,8(64)
1500		320(290)	69,7(63,2)
1800		385(345)	69,7(62,6)

Примечание. В скобках даны параметры комбинированной опалубки.

### Приложение 3. Характеристика блок-форм [3]

Размеры, м		Масса, кг	
В плане	Высота	Общая	1 м <sup>2</sup>
0,9×0,9	0,9	246	84,3
	1,2	292	67,6
	1,5	351	65
1,2×1,2	0,9	304	70,4
	1,2	355	61,6
	1,5	409	55,9
1,5×1,2	0,9	319	65,6
	1,2	369	56,9
	1,5	436	53,8

### Приложение 4. Монтажные характеристики и назначение такелажной оснастки

Наименование оснастки	Характеристика оснастки			Применяется для монтажа
	Грузо-подъемность, т	Монтажная масса, т	Монтажная высота, м	
Строп четырехветвенный	5	0,04	2,7	Фундаментов и плит перекрытия длиной 6 м
	5	0,05	4,3	
		0,06	5,2	
	10	0,09	2,7	
Траверса двухветвенная	15	0,14	3,5	Фундаментов
	8	0,09	2,5	
Фрикционный захват	1,5	0,04	0,6	Фундаментных блоков Колонн 200+200 и 300+ ×300 мм без консолей
Разъемный захват	2	0,03	0,6	Колонн 300×300 мм без консолей
Захват пальцевого типа Траверса	2,5	0,03	1	Колонн То же
	8	0,14	0,5	
	6	0,12	0,8	
	10	0,16	1	
Самобалансирующая траверса	18	0,46	2	Колонн с транспортных средств
Траверса с полуавтоматическими стропами	6	0,39	3,5	Подкрановых и фундаментных балок длиной до 6 м
	14	0,51	5	
Траверса с захватом				Балок: перекрытий, подкрановых таврового сечения, фундаментных длиной до 12 м
Траверса с полуавтоматическими стропами	9	0,94	3,2	Балок подкрановых и фундаментных длиной до 12 м
	16	0,99	9,5	
Траверса с полуавтоматическими захватами				Балок пролетом 18 м
Строп с полуавтоматическим захватом	3	0,01	1,5	Ригелей и балок перекрытий
Полуавтоматический строп Траверса	5	0,02	1,5	То же
	10	0,03	1,5	
	12	2,26	1	
	15	0,61	4,9	
Строп шестиветвенный универсальный	2,5	0,05	4,3	Сегментных и арочных ферм пролетом 18 м Ферм с параллельными поясами пролетом 18 м Панелей перекрытий, стен, лестничных маршей и других сборных элементов
	4	0,08	4,3	
	6,3	0,14	5,5	
	10	0,25	5,5	

Наименование оснастки	Характеристика оснастки			Применяется для монтажа
	Грузо-подъемность, т	Монтажная масса, т	Монтажная высота, м	
Траверса из трубы с двухветвенными стропами	1,5	0,16	3,3	Плит перекрытий размером 1,5×6 м То же
Траверса из швеллера с двухветвенными стропами	1,5	0,1	2,1	
Траверса	10	0,91	6,5	Плит перекрытий размером 1,5×6 м с одновременным подъемом шести плит Стеновых панелей длиной 6 м То же длиной 12 м —»— длиной 6 м  Панелей наружных и внутренних стен Панелей стен и перекрытий с закладными гайками вместо монтажных петель Санитарно-технических кабин и объемных элементов лифтов  Кантовка панелей перекрытий Плит мусоропровода Лестничных маршей с отверстиями вместо петель То же
	3	0,21	3,5	
	6	0,53	3,5	
	4	0,14	2,8	
	5	0,21	3,85	
	6,3	0,23	4,7	
	6,5	0,53	2,65	
	10	0,57	2	
Римболт	—	0,02	—	
Унифицированная траверса с нормализованными устройствами	4	0,14	—	Кантовка панелей перекрытий Плит мусоропровода Лестничных маршей с отверстиями вместо петель То же
Кантователь	5	0,2	2,6	
Захват клещевой	6,3	0,23	—	
Крюки стальные	1,65	—	—	
	0,013	—	—	
Подхват рамочный из унифицированных грузозахватных устройств	0,5	0,019	—	
Унифицированный захват	0,6	0,012	—	
Устройство для дистанционной расстропки	0,63	0,001	—	—»—
	—	0,004	—	Расстропка с перекрытий без лестниц и монтажных стоек

Приложение 5. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы бульдозеров

Марка бульдозера	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Число часов работы в году	Единоновременные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
Д-159Б	3200	1800	23,7	1280	2,06
Д-444А	3285	1800	23,7	1314	2,06
ДЗ-29 (Д-535А)	3260	1800	23,7	1304	2,63
Д-607	5670	1800	23,7	2268	2,64
ДЗ-53 (Д-686)	6380	2580	30	2552	3,58
ДЗ-54С (Д-687А)	8830	2580	30	3532	3,58
Д-483А	7210	2580	30	3532	3,58
ДЗ-9 (Д-271А)	6140	2580	30	1842	2,62
Д-867С	7760	2580	30	3104	3,58
Д-259	7260	2580	30	3172	2,62
ДЗ-25 (Д-522)	20800	2580	30	7298	3,33
Д-711С	25400	2580	30	6350	4,67
ДЗ-35 (Д-575А)	25650	2580	30	6412	4,62
ДЗ-9 (Д-275А)	23110	2580	30	13244	4,67
ДЗ-24 (Д-521)	25400	2580	30	6350	4,67
Д-384А	46790	2580	30	11697	5,63



**Приложение 6. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы прицепных и самоходных скреперов**

Марка скрепера	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Число часов работы в году	Едино-временные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
Д-458	4290	1890	23,7	1716	2,48
ДЗ-30 (Д-541А)	4960	1890	23,7	1984	2,48
ДЗ-33 (Д-569)	5940	1890	23,7	2376	2,68
Д-374А	9150	2250	30	2287	3,35
Д-222	9225	2250	30	2306	3,35
ДЗ-20 (Д-498)	10590	2250	30	2647	3,44
Д-374Б	9223	2250	30	2536	3,35
Д-213А	27500	2250	28,7	6050	5,67
ДЗ-23 (Д-511)	70610	2250	30	17652	6,63
ДЗ-11П (Д-357М)	20500	2580	13,8	5288	5,22
ДЗ-13 (Д-392)	60990	2580	30	17684	9,21

**Приложение 7. Справочные данные для определения технико-экономических показателей тракторов-толкачей**

Вместимость ковша скрепера, м <sup>3</sup>	Тип трактора-толкача	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Число часов работы в году	Едино-временные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
2,75—3	Т-75	3260	1800	23,7	1304	2,63
6—8	Т-100	6140	2580	30	2556	3,58
10—15	Т-140	19900	2580	39,8	4975	4,17

**Приложение 8. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы экскаваторов**

Марка экскаватора	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Число часов работы в году	Едино-временные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
Э-1514	5350	1660	13,6	1498	2,42
ЭО-2621А	6420	1960	13,6	1798	2,42
Э-302Б	10380	2750	17,75	2272	2,19
Э-304Б	12200	3230	42,75	2684	2,19
ТЗ-3М	11240	3230	42,75	2079	3,09
Э-652Б	12840	3100	42,75	2375	3,37
ЭО-3322А	20760	3230	7,7	4567	3,22
ЭО-4111Б	17140	3275	42,75	3171	3,27
ЭО-3311Г	12300	3230	17,75	2706	2,28
ЭО-4121А	23470	3275	17,75	4342	3,22
ЭО-4321	28780	3270	17,75	5324	3,3
ЭО-5015А	20340	3100	42,75	4475	2,45
ЭО-4123	29000	3275	17,75	5365	3,3

Марка экскаватора	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Число часов работы в году	Единовременные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
ЭО-10011Е	21960	3275	42,75	4063	3,43
ЭО-6111Б	21510	3275	56	3979	4,44
ЭО-6112Б	25580	3275	56	4732	4,99
ЭО-1251Б	17440	2960	56	3226	4,44
ЭО-1252Б	19900	2960	56	3682	4,99
ЭО-5122	37340	3275	56	6908	4,99
ЭО-2503	48690	2960	780,2	6817	5,57
ЭО-6122	74900	3275	56	13857	5,75

**Приложение 9. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы автосамосвалов и автобетоносмесителей**

Марка машины	Инвентарно-расчетная стоимость, руб.	Эксплуатационные расходы за час работы, руб.	Эксплуатационные расходы за 1 км пробега, руб.	Число часов работы в году
--------------	--------------------------------------	--	--	---------------------------

*Автосамосвалы*

ГАЗ-93А	1580	1,71	0,061	2750
ЗИЛ-ММЗ-555	3610	2,71	0,11	2750
МАЗ-503Б	6420	3,7	0,144	2750
КамАЗ-5511	9170	5,07	0,23	2750
КрАЗ-256Б	9009	5,07	0,23	2750
БелАЗ-540Л	26145	9,31	0,551	3400

*Автобетоносмесители*

С-1036Б	10620	2,6	0,18	2050
СБ-92	14520	3,07	0,22	2050
СБ-127	22400	3,3	0,25	2050

**Приложение 10. Справочные данные для определения технико-экономических показателей бетононасосов и бетоноукладчиков**

Марка	Инвентарная расчетная стоимость, руб.	Число часов работы за год	Единовременные расходы, руб.	Годовые расходы, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.
Бетононасосы:					
С-296А	5700	1375	171	1562	1,09
С-284А	14390	1375	356,6	4410	1,58
Автобетононасос АБН-60	16000	3400	4,68	3520	2,54
Бетоноукладчики ЛБУ	8030	2460	13,1	1942	2,53

**Приложение 11. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы кранов**

Марка крана	Максимальная грузоподъемность, т	Инвентарная расчетная стоимость, тыс. руб.	Данные для определения себестоимости машино-часа			Трудоёмкость, чел.-ч		Число человек в звене
			$C_{\text{маш.-ч}} = \frac{C_{\text{ед}}}{T_{\text{н}}} + \frac{C_{\text{с}}}{T_{\text{г}}} + \text{Эр}$			Монтаж, демонтаж крана	До-ставка крана	
			Единовременные затраты, руб.	Годовые затраты, руб.	Эксплуатационные расходы на машино-час, руб.			

*Гусеничные краны*

МКГ-16М	16	30,7	30	4526	4,26	52	8	2
МКГ-25	25	31,1	36	4276	4,71	71	14	3
МКГ-25Бр	25	36,6	36	5032	4,75	71	14	3
РДК-250-1	25	77,4	36	10642	4,75	78	14	3
ДЭК-251	25	28,2	36	3877	4,71	112	14	3
МКГ-40	40	59,2	943	8140	5,16	228	20	4
СКГ-40А	40	40,3	943	5561	5,12	220	20	4
СКГ-40/63	40/63	51	983	7012	5,1	250	20	4
ДЭК-50	50	69,7	1120	8367	5,47	338	29	5
Э-2503	60	59,4	1730	7112	6,49	1260	28	7
Э-2508	60	45,2	1730	5419	7,14	1200	28	7
Э-2505	60	71,6	1730	8585	7,14	1280	28	7
СКГ-63А	63	69,8	1730	8369	6,9	338	29	5
СКГ-63/100	63/100	85,1	1760	10203	6,9	358	29	5
СКГ-100ЭМ	100	246,4	4905	29543	7,81	1200	43	7
КГ-100.1	100	207,2	2083	24843	7,81	1100	43	7
КС-8161	100	138,4	2083	16594	7,31	900	43	7
(СКГ-100)								
МКГ-100	100	123,9	2083	14855	7,52	1070	43	7
КС-8162	100	138,4	2083	16594	7,52	900	43	7
СКГ-160	160	218,4	3858	21141	8,44	1280	67	8

*Пневмоколесные краны*

КС-4361А	16	27,8	37	3884	4,23	46	7	2
КС-4362	16	27	37	3772	4,4	44	7	2
МКП-25А	25	40,7	58	5193	4,6	76	7	3
КС-5363	25	40,7	58	5193	4,84	101	7	3
КС-6362	40	61	175	7784	6,11	115	8	4
МКТ-40	40	61	175	7784	6,17	46	8	2
МКТ-6-45	13	68,1	189,2	7566	6,17	48	8	3
КС-7362	63	181,9	214,4	20209	7,91	212	12	4
МКТ-100	100	280	257,4	31106	9,69	257	12	5
КС-8362	100	183,4	257,4	20376	9,52	247	12	5

*Краны на специальных шасси автомобильного типа*

КС-4371	16	32,7	2,2	4568	2,57	—	4	—
КС-4372	16	32,7	2,2	4568	2,57	—	4	—
КС-5473	25	116,6	3	14878	3,85	—	5	—
КС-6471	40	137,3	6,9	17519	3,87	—	5	—
КС-7471	63	174,4	14,2	19376	4,34	—	8	—
КС-8471	100	327	21,5	36330	5,25	—	8	—

Марка крана	Максимальная грузоподъемность, т	Инвентарно-расчетная стоимость, тыс. руб.	Данные для определения себестоимости машино-часа			Трудоёмкость, чел.-ч		Число человек в звене
			$C_{\text{маш.-ч}} = \frac{C_{\text{ед}}}{T_{\text{н}}} + \frac{C_{\text{с}}}{T_{\text{р}}} + \text{Эр}$			Монтаж, демонтаж крана	Доставка крана	
			Едино-временные затраты, руб.	Годовые затраты, руб.	Эксплуатационные расходы на машино-час, руб.			

## Автомобильные краны

КС-1562	5	7,95	4,8	1232,2	1,73	4,2	3	3
КС-1562А	5	8,87	4,8	1245,5	1,73	4,2	3	3
КС-2561Д	6,3	7,84	4,8	1215,2	2,08	4,2	3	3
КС-2561Е	6,3	8,5	4,8	1317,5	2,08	4,2	3	3
КС-2561К	6,3	8,61	4,8	1334,4	2,08	4,2	3	3
МКА-6,3	6,3	12,95	4,8	2005	2,17	4,2	3	3
МКА-10М	10	19,79	4,84	3064,6	2,43	6,4	3	3
СМК-10	10	16,69	4,84	2584,2	2,43	6,4	4	3
КС-3562А	10	18,62	4,84	2784,3	2,47	5,9	4	3
КС-3562Б	10	20,01	4,84	3204,8	2,47	5,9	4	3
КС-3561	10	17,01	4,84	2633,4	2,43	5,9	4	3
КС-3561А	10	17,44	4,84	3701,2	2,43	5,9	4	3
КС-3571	10	22,15	4,84	3418,8	2,51	7,1	4	3
КС-4561 (К-162)	16	21,5	4,96	3326,4	2,63	6,6	4	3
КС-4561А	16	24,9	4,96	3859,5	2,63	6,6	4	3
МКА-16	16	28,54	4	4171,8	2,6	6,9	4	3
КС-4571	16	28,99	4,96	4492,6	2,67	6	4	3

## Башенные приставные краны

КП-10	—	60,8	7090	7840	2,21	384	120	5	316,7	129
КБ-180	10	67,2	6500	8669	2,31	910	80	5	316,7	129
КБ-573	10	56,9	6500	7340	2,31	910	120	5	316,7	129
КБ-676	12,5	109,4	7000	10028	2,31	1200	120	5	316,7	129

Примечание. Число часов работы кранов в году принимают для автомобильных кранов грузоподъемностью до 10 т — 3430 ч, грузоподъемностью более 10 т — 3495 ч, пневмоколесных кранов — 3360 ч, гусеничных — 3345 ч.

**Приложение 12. Справочные данные для определения технико-экономических показателей работы башенных кранов**

Марка крана	Максимальная грузоподъемность, т	Отпускная цена, руб.	Данные для определения себестоимости машино-смены			Трудоемкость, чел.-ч		Число человек в звене	Данные о подкрановых путях на 1 звено (12,5)	
			Едино-временные затраты, руб.	Годовые затраты, руб.	Эксплуатационные расходы, руб.	Монтаж и демонтаж крана	До-ставка крана		Стоимость устройства и разборки, руб.	Трудоемкость устройства и разборки, чел.-ч
МСК-3-5-20	5	17,8	8,1	7,5	8,45	72	30	6	170	40
МСК-5-20	5	20,1	8,68	8,48	8,36	96	40	6	174,1	40
МСК-5-20А	5	21,2	8,76	8,95	8,46	96	40	6	174,1	40
МСК-8-20	8	18,6	9,23	8,4	9,12	238	60	6	265,4	48
МСК-7,5-20	7,5	18	9,24	8,48	9,12	238	60	6	265,4	48
КБ-306(0-981)	8	25	9,23	10,53	9,16	480	46	6	174,1	40
КБ-100.0	5	17,4	7,27	8,32	8,32	96	40	6	174,1	40
КБ-100.0А	5	18,5	7,47	7,95	8,32	96	40	6	174,1	40
КБ-100.0М	5	21,7	7,75	9,14	8,32	96	40	6	174,1	40
КБ-100.0АС	5	22,7	8,21	9,18	8,35	96	40	6	174,1	40
КБ-100.1	5	15,5	7,51	7,09	8,32	96	40	6	174,1	40
КБК-100.1	5	21,7	7,66	9,17	8,32	96	40	6	174,1	40
КБ-100.2	5	29,3	8,3	12,6	8,32	96	40	6	174,1	40
КБ-100.3	5	24	9,16	10,1	9,12	96	40	6	174,1	40
КБ-309	8	30	16,09	14,5	8,49	96	40	6	274,9	65
КБ-403	8	43	17,62	17,69	9,5	96	40	6	274,9	65
КБ-404	8	41,2	18,02	18,35	10,7	96	40	6	274,9	65
КБ-160.2	8	33	11,01	15,02	9,44	230	40	6	274,9	65
КБК-160.2	8	43	17,52	17,09	9,5	230	40	6	274,9	65
КБ-160.4	8	31	9,73	17,4	8,85	240	40	6	274,9	65
КБ-405,2	8	53	25,1	17,92	10,83	240	40	6	274,9	65
КБ-503	10	42,3	17,07	17,02	10,83	480	46	6	316,7	129
КБ-674	25	75	16,75	27,18	11,85	3200	130	16	316,7	129
КБ-674-1	12,5	75,9	16,78	27,22	11,85	620	46	6	316,7	129
КБ-674-2	25	76,4	16,61	27,31	11,87	3936	106	16	316,7	129
КБ-674-4	25	79,8	16,61	28,1	11,87	6570	140	16	316,7	129
КБ-406А	25	39,9	17,13	17,05	10,7	6570	140	16	852,7	129
КБ-300	25	45,3	39,01	17,83	10,81	3936	106	16	313,5	87
КБГС-101М	25	72	16,78	27,12	11,85	3936	106	16	212,7	129
БК-404	40	41,2	18,02	17,35	10,7	6730	130	16	316,7	129
БК-405	40	46,3	25,06	18,21	10,85	5800	140	16	316,7	129
БК-1000	50	103,6	26,46	39,02	12,27	3200	360	16	317,7	129
БК-1425	75	101	40,59	46,3	16,8	3840	480	16	316,7	129

Примечание. Число часов работы в году принимают 3265 ч.

Приложение 13. Трудоемкость выполнения работ по устройству различных конструкций опалубок, чел.-ч/м<sup>2</sup>

Наименование или тип опалубки	Стены, м					Ступенчатые фундаменты, м		Фундаменты под оборудование (до 4,2 м)
	до 2,7	до 3	до 3,3	до 4,2	до 6	до 4,2	до 8,1	
<i>Монтаж поэлементно вручную</i>								
Опалубка «Монолит-72»	0,483	0,626	0,68	0,916	1,583	0,885	1,366	1,085
Фанерная	0,61	0,01	0,89	0,96	1,38	1,16	1,63	1,3
Дошатая	0,81	1,02	1,21	1,4	1,68	1,31	2,11	1,32
Стальная из гнутых профилей	0,51	0,71	0,8	0,38	1,48	0,59	0,961	0,91
Несъемная стеклоцементная	0,42	0,51	0,53	0,61	0,825	0,59	0,99	0,93
<i>Монтаж предварительно укрупненными панелями при пятикратной оборачиваемости</i>								
Из элементов «Монолит-72»	0,37	0,41	0,48	0,61	0,61	—	—	—
Крупнощитовая	0,25	0,31	0,36	0,42	0,42	—	—	0,42
Монтаж блок-форм индивидуальных	—	—	—	—	—	0,28	0,5	—
Монтаж переналаживаемых блок-форм	—	—	—	—	—	0,26	0,53	—
Инвентарная деревометаллическая; крупными щитами, содержащая водостойкую фанеру	0,32	0,41	0,53	0,6	0,66	—	—	—
Несъемная из набрызг-бетона	0,53	0,41	0,45	0,5	0,53	0,61	0,79	0,99
Катучая	0,52	0,54	0,57	0,65	0,695	—	—	—
Крупнощитовая металлическая	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	—	—	—
Укрупненные панели (ЦНИИОМТП)	0,35	0,35	0,8	0,83	0,63	—	—	—
Укрупненные панели из ячеек 600×900 мм (НИИСП)	0,32	0,33	0,4	0,5	0,63	—	—	—
Мелкощитовая, собираемая на месте (ЦНИИОМТП)	0,489	0,55	0,58	0,113	1,56	—	—	—

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляков Ю. И., Снежко А. П.* Реконструкция промышленных предприятий.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988.— 255 с.
2. *Бетонные и железобетонные работы.* Справочник строителя / Под ред. В. Д. Топчия.— М.: Стройиздат, 1987.— 317 с.
3. *Василенко В. Т.* Арматурные работы.— М.: Стройиздат, 1987.— 112 с.
4. *Гаевой А. Ф., Усик С. А.* Курсовое и дипломное проектирование. Промышленные и гражданские здания.— Л.: Стройиздат, 1987.— 254 с.
5. *Евдокимов В. А.* Механизация и автоматизация строительного производства.— Л.: Стройиздат, 1985.— 295 с.
6. *Ермошенко М. И.* Определение объемов строительно-монтажных работ.— К.: Будівельник, 1981.— 62 с.
7. *Исаханов Г. В.* Основы научных исследований в строительстве.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1985.— 206 с.
8. *Кузнецов Ю. П., Прыкин Б. В., Резниченко П. Т.* Проектирование земляных и монтажных работ.— Киев; Донецк: Выща шк. Головное изд-во, 1981.— 295 с.
9. *Организация строительного производства* / Под ред. В. В. Шахпаронова.— М.: Стройиздат, 1987.— 460 с.
10. *Пищаленко Ю. А.* Технология возведения зданий и сооружений.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1982.— 192 с.
11. *Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ / ЦНИИОМТП.*— М.: Стройиздат, 1983.— 500 с.
12. СНиП 1.02.01-85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1986.— 40 с.
13. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения. Основания и фундаменты.— М.: Стройиздат, 1988.— 125 с.
14. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции.— М.: Стройиздат, 1988.— 192 с.
15. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства.— М.: Стройиздат, 1985.— 56 с.
16. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1985.— 68 с.
17. *Строительные краны:* Справ. / Под ред. В. П. Станевского.— К.: Будівельник, 1984.— 238 с.
18. *Скрипник Н. А.* Поточность в жилищном строительстве.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988.— 88 с.
19. *Технология строительного производства* / Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Белякова.— К.: Выща шк. Головное изд-во, 1985.— 479 с.
20. *Технология и организация монтажа строительных конструкций* / Под ред. В. К. Черненко, В. Ф. Баранникова.— К.: Будівельник, 1988.— 276 с.
21. *Торкатюк В. И., Митасов В. Д.* Методические разработки по определению объемов земляных работ на ЭВМ «Наири» при вертикальной планировке.— Харьков: ХИСИ, 1979.— 36 с.
22. *Уваров Е. П.* Проектирование организации промышленного строительства.— К.: Будівельник, 1984.— 127 с.
23. *Цай Т. Н.* Организация, экономика и управление строительством.— М.: Стройиздат, 1984.— 294 с.
24. *Черненко В. К., Галимуллин В. А., Чебанов Л. С.* Проектирование земляных работ.— 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Выща шк., 1989.— 160 с.
25. *Яворский В. Г.* Монтаж строительных конструкций при реконструкции зданий.— К.: Будівельник, 1981.— 189 с.
26. *Швиденко В. И.* Монтаж строительных конструкций.— М.: Высш. шк., 1987.— 420 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> . . . . .	3
<b>Глава 1. Состав курсового и дипломного проектирования</b> . . . . .	5
1.1. Цель и задачи курсового проектирования . . . . .	5
1.2. Состав и содержание курсового проекта . . . . .	6
1.3. Основные требования к дипломному проектированию . . . . .	8
1.4. Содержание разделов дипломного проекта . . . . .	11
<b>Глава 2. Выбор инженерных решений и определение объемов строительно-монтажных работ</b> . . . . .	23
2.1. Общие положения . . . . .	23
2.2. Земляные работы . . . . .	23
2.3. Монолитные бетонные и железобетонные работы . . . . .	40
2.4. Каменные работы . . . . .	61
2.5. Монтажные работы . . . . .	63
2.6. Отделочные работы . . . . .	66
2.7. Особенности определения объемов строительно-монтажных работ при проектировании реконструкции объектов . . . . .	69
<b>Глава 3. Проектирование методов производства работ, комплектов машин, механизмов и оборудования</b> . . . . .	71
3.1. Методика выбора оптимальной технологии производства строительно-монтажных работ . . . . .	71
3.2. Распределение земляных масс при планировке площадки . . . . .	75
3.3. Выбор способа производства работ и комплектов землеройно-транспортных и землеройных машин . . . . .	77
3.4. Выбор грузозахватных устройств для выполнения подъемно-транспортных работ . . . . .	92
3.5. Выбор комплектов машин, механизмов и оборудования для выполнения монтажных и укладочных процессов . . . . .	93
3.6. Технико-экономическая оценка вариантов механизации строительно-монтажных работ . . . . .	100
3.7. Особенности выбора средств механизации строительно-монтажных работ при реконструкции объектов . . . . .	102
<b>Глава 4. Проектирование поточной технологии производства работ и разработка технологических карт</b> . . . . .	109
4.1. Разбивка зданий и сооружений на участки и захватки . . . . .	109
4.2. Разработка калькуляции трудовых затрат и заработной платы. Выполнение технологических расчетов . . . . .	112
4.3. Разработка графиков производства работ . . . . .	114
4.4. Определение потребности основных материально-технических ресурсов . . . . .	116
4.5. Мероприятия по повышению качества работ . . . . .	116
4.6. Указания по производству работ . . . . .	118
4.7. Мероприятия по безопасности труда, противопожарной технике и охране окружающей среды . . . . .	118



<b>Глава 5. Календарное планирование и разработка строительных генеральных планов в дипломном проектировании</b> . . . . .	120
5.1. Общие положения . . . . .	120
5.2. Проектирование календарных планов (графиков) . . . . .	121
5.3. Проектирование возведения объектов на основе циклограмм . . . . .	128
5.4. Проектирование строительных генеральных планов . . . . .	137
<b>Глава 6. Примеры проектирования технологии производства строительномонтажных работ</b> . . . . .	156
6.1. Устройство монолитных железобетонных конструкций . . . . .	156
6.2. Монтаж конструкций многоэтажного каркасного промышленного здания . . . . .	170
<b>Приложения</b> . . . . .	189
<b>Список использованной литературы</b> . . . . .	198

Учебное издание

*СНЕЖКО Анатолий Павлович*  
*БАТУРА Григорий Максимович*

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.  
КУРСОВОЕ И ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Переплет художника *Л. В. Максимчук*  
Художественный редактор *О. В. Дырдыра*  
Технический редактор *О. В. Козлигина*  
Корректор *И. П. Берус*

ИБ № 14388

Слано в набор 29.03.90. Подписано в печать 07.12.90. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 2: Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 12,5. Усл. кр.-отт. 12,81. Уч.-изд. л. 13,79. Тираж 10 000 экз. Изд. № 9021. Заказ 262. Цена 4 р. 10 к.

Издательство «Выща школа», 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7.

Книжная ф-ка им. М. В. Фрунзе, 310057, Харьков-57, ул. Донец-Захаржевского, 6/8.