С.К. ХАМЗИН

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Р1 Х
63.62

С. К. Хамзин

69.05
X 18

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рекомендовано министерством образования Республики Казахстан в качестве учебника для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство»

69.05(075.2)

ББК 38,71+38,72
Х 1/8

Хамзин С. К. Технология возведения зданий и сооружений. Алматы: «Ана тілі», 1996, 352 с.

Приведены теоретические основы и практические рекомендации возведения зданий и сооружений промышленного, гражданского и сельскохозяйственного назначений, базирующиеся на применении современных технических средств, эффективных строительных материалов, прогрессивной организации труда. Значительное внимание уделено современным достижениям научно-технического прогресса в строительстве, индустриальным методам возведения зданий и сооружений, основанным на применении комплексной механизации строительного производства, повышении производительности труда.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности 4301— промышленное и гражданское строительство.

Х $\frac{3307000000\text{-}070}{415(05)\text{-}96}$ 95 ББК 38,71+38,72

ISBN 5-630-00431-Х

Хамзин Сабит Кураш-улы

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(Учебное издание)

Редактор *Г. Абултаева*
Худ. редактор *Б. Жапаров*
Техн. редактор *Л. Баирова*

ИБ № 412

Сдано в набор 20.09.95. Подписано в печать 5.03.96. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская. Усл. печ. л. 18,48. Усл. кр.-отт. 18,9. Уч. изд. л. 19,03. Тираж 1600 экз. Заказ № 1410. Цена договорная.

Издательство «Ана тілі» Национального агентства по делам печати и массовой информации Республики Казахстан, 480009 г. Алматы, пр. Абая, 143.

Полиграфкомбинат Национального агентства по делам печати и массовой информации Республики Казахстан, 480002, г. Алматы, ул. Макатаева, 41.

С. Торайгыров атындағы
Павлодар мемлекеттік
университетінің
ғылыми кітапханасы
Научная библиотека
Павлодарского государ-
ственного университета
им. С. Торайгырова

© Хамзин С. К., 1996

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технология возведения зданий и сооружений» относится к одной из ведущих специальных дисциплин, формирующих профессиональные знания и умения инженера-строителя по специальности 4301—«Промышленное и гражданское строительство».

Изучение дисциплины базируется на знании строительных материалов и изделий, архитектуры, конструкций зданий и сооружений, строительных машин, технологии строительных процессов, охраны труда в строительстве, основ экономики строительства, организации и управления в строительстве, цикла общеобразовательных и общенаучных дисциплин, а также на знаниях и умениях, полученных студентами в процессе прохождения учебно-производственных практик.

Учебник подготовлен в соответствии с программой дисциплины, изучаемой студентами специальности 4301—«Промышленное и гражданское строительство».

В учебнике приведены теоретические основы и регламенты практической реализации выполнения отдельных видов строительных, монтажных и специальных строительных работ с целью получения продукции в виде несущих, отделочных и других конструктивных элементов зданий и сооружений.

В результате изучения материала учебника студент должен:

— **знать** индустриальные методы возведения зданий и сооружений; основы поточного выполнения отдельных видов строительно-монтажных работ; календарное планирование при выполнении строительно-монтажных работ; методику проектирования строительного генерального плана на стадии выполнения отдельных видов строительно-монтажных работ; особенности технологии инженерной подготовки строительной площадки; методику технологического проектирования отдельных видов строительно-монтажных работ; составление и структуру проекта производства строительно-монтажных работ; регламенты возведения зданий и сооружений;

— **уметь** запроектировать специализированный поток; разработать календарные планы на отдельные виды строительно-монтажных работ; разработать строительный генеральный план на разных стадиях возведения зданий и сооружений; сформировать структуру строительных работ; осуществить вариантное проектирование методов возведения зданий и сооружений; разрабатывать проекты производства строительно-монтажных работ; регламенты технологии возведе-

ния различных по строительно-конструктивным характеристикам зданий и сооружений.

В связи с этим проекты на строящиеся и реконструируемые объекты необходимо разрабатывать на основе максимального учета новейших достижений науки и техники, а строительно-монтажные работы осуществлять в сжатые сроки, с тем, чтобы к моменту ввода в действие производственные предприятия, жилые, общественные и иные здания и сооружения отвечали современным требованиям.

Ускорение строительства, снижение себестоимости строительно-монтажных работ и повышение производительности труда строителей в значительной мере зависят от типов возводимых зданий и сооружений и в первую очередь от их конструктивных решений.

Максимальное использование в проектах эффективных типовых унифицированных сборных крупноразмерных конструкций позволяет быстрее претворять в жизнь основное направление научно-технического прогресса в строительстве, заключающееся в последовательной индустриализации, превращении строительного производства в непрерывный комплексно-механизированный процесс сборки и монтажа зданий и сооружений из готовых строительных конструкций и деталей, а также узлов технологического и инженерного оборудования заводского изготовления.

Основные направления дальнейшей индустриализации строительства предусматривают: повышение класса точности изготавливаемых конструкций и деталей, выпуск их с большей степенью заводской готовности, укрупнение в рациональных пределах конструкций и частей зданий с одновременным уменьшением их массы, использование на месте сборки зданий и сооружений более совершенных средств механизации, а в последующем средств автоматизации и роботизации монтажных работ.

При массовом строительстве производственных зданий и сооружений, жилых домов и объектов культурно-бытового назначения значительный эффект достигается организацией работ поточным методом. При этом сокращаются потери, вызываемые неритмичной загрузкой рабочих, улучшается использование строительных машин, снижается себестоимость строительно-монтажных работ.

Настоящая работа является первым трудом, посвященным новой дисциплине «Технология возведения зданий и сооружений». До сих пор технологические особенности строительства специальных инженерных сооружений в учебных программах не рассматривались. Автором при подготовке рукописи использованы труды известных ученых в области технологии строительного производства с учетом региональных особенностей республики.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Выработка — количество доброкачественной продукции, выпускаемой за единицу рабочего времени (в смену, в час).

Делянка — участок работ, отводимый для одного исполнителя (рабочего звена).

Единица строительной продукции — единица продукции строительного потока: частного — захватка; специализированного — участок; объектного — объект строительства или его часть; комплексного — группы объектов, возводимых в комплексном потоке (квартал, зона).

Задел строительный — объем незавершенного строительства по мощности, объему капитальных вложений и объему строительно-монтажных работ, который должен быть выполнен фактически на пусковых объектах и комплексах, переходящих на следующие за планируемым периоды, в целях обеспечения планомерного ввода в действие основных фондов и ритмичности строительного производства.

Задел технологический — объем незаконченной строительной продукции, номенклатура и расположение по фронту работ которого обеспечивают непрерывное и ритмичное развитие всех частных потоков, а также непрерывный и ритмичный выпуск законченной строительной продукции.

Заказчик (застройщик) — организация, планирующая и финансирующая проектирование и строительство, осуществляющая поставку оборудования, приборов и ряда специальных материалов и изделий, а также технический надзор за ходом строительства и эксплуатации построенных зданий и сооружений.

Захватка — участок здания, сооружения, предназначенный для поточного выполнения строительно-монтажных работ с повторяющимися на данном и последующих за ним участках составом и объемом работ.

Звено — наименьшая группа рабочих, достаточная для выполнения отдельного строительного процесса. -

Инженерные сети — магистрали и разводка трубопровода систем водо-, тепло-, газоснабжения, канализации; транспортные сети — дороги, железнодорожные пути; устройства энергоснабжения, связи и сигнализации, устраиваемые в составе комплекса сооружений поселка, жилого массива, завода, комбината.

Капитальное строительство — одна из важнейших отраслей материального производства, включающая строительство новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение, а также капитальный ремонт действующих предприятий, зданий и сооружений.

Капитальный ремонт — восстановление зданий и сооружений, амортизировавшихся в процессе эксплуатации.

Карта технологическая — документ, устанавливающий рациональную и стабильную технологию производства часто повторяющегося вида строительно-монтажных работ и используемый взамен проекта производства работ или в дополнение к нему.

Карта трудовых процессов — документ, устанавливающий рациональную и стабильную технологию какого-либо производственного процесса с часто повторяющимися производственными операциями и определяющий методы, условия выполнения и материально-технического обеспечения этих операций.

Комплексная бригада — группа рабочих, выполняющая комплексный процесс или несколько технологически связанных комплексных процессов.

Комплексная механизация — метод производства работ, при котором все технологически связанные операции (как основные, так и вспомогательные) выполняются механизированным способом при помощи системы согласованно работающих и взаимодополняющих друг друга машин.

Комплексный поток — группа организационно связанных объектных потоков, объединенных общей продукцией в виде комплекса зданий и сооружений.

Комплектация производственно-технологическая — комплектная поставка в рабочие зоны материалов, изделий и конструкций, доведенных на специально организуемых базах до полной готовности к производственному применению.

Монтаж с транспортных средств — метод монтажа конструкций заводского изготовления, при котором они доставляются в рабочую зону строительной площадки в определенное время и непосредственно с транспортных средств устанавливаются в проектное положение.

Монтажный участок — совокупность захваток, на которых выполняется цикл специализированного потока. Это часть здания или сооружения, в пределах которой одной бригадой полностью осуществляется сложный комплексный строительный процесс (например, монтаж конструкций). Размеры участка определяются требованиями техники безопасности по созданию безопасных условий труда для работающих, а также условиями обеспечения фронта работ для максимальной производительности машин, участвующих в выполнении процесса.

Мощность потока — количество продукции, выпускаемой строительным потоком за единицу времени, в натуральных показателях ($м^3$ в день, $м^2$ в день и пр.).

Надежность потока — степень соответствия расчетных параметров фактическим.

Непрерывность производства — один из основных принципов поточного производства, обозначающий такой порядок ведения работ, при котором нет перерывов в поступлении материалов и других ресурсов производства в протекании технологического процесса и в выпуске продукции.

Непрерывный поток — поток, функционирующий неограниченно длительное время.

Непрерывный процесс — процесс, операции которого протекают незамедлительно, без перерывов, одна за другой, независимо от местных условий.

Новое строительство — строительство предприятий, зданий и сооружений и их комплексов на новых площадках или площадках, освобожденных от утративших свое значение зданий и сооружений.

Нулевой цикл — комплекс строительно-монтажных работ по возведению частей зданий или сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных ниже условной проектной отметки, принимаемой за «нуль».

Объектный поток — совокупность специализированных потоков, совместной продукцией которых является готовое здание (сооружение) либо группа зданий (сооружений).

Объем работ — количество работ, выполняемых при осуществлении строительства (процесса).

Одинаковые объекты — здания (сооружения), в которых повторяются конструкции и размеры, в результате чего сохраняются одни и те же технология производства, объемы и трудоемкость соответствующих работ.

Однородные объекты — здания (сооружения), состоящие из сходственных конструктивных элементов, выпол-

няемых из одинаковых материалов и по одной технологии, но при отличающихся объемах и трудоемкости одних и тех же работ.

Однотипные объекты — здания (сооружения), состоящие из одних и тех же типовых элементов, конструкций, пролетов, секций, одинаковых или отличающихся друг от друга по размерам, но с одинаковой технологией производства.

Организационный перерыв — перерыв между смежными процессами (потоками), вызванный необходимостью подготовки фронта работ для последующего процесса (потока), а также несвоевременной доставкой ресурсов.

Организация строительства: а) система подготовки строительства, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков работ, снабжения ресурсами, управления и обеспечения эффективности строительства; б) научная дисциплина, предметом которой является изучение системы подготовки строительства, установления и обеспечения общего порядка, очередности и сроков работ, снабжения ресурсами, методов управления, а также обеспечения эффективности строительства.

Параллельные потоки — одновременно осуществляемые технологически одинаковые потоки.

Параллельный метод строительства — метод возведения зданий и сооружений, при котором одноименные процессы одновременно осуществляются на всех или на ряде объектов строительства.

Параметры потока — показатели развития потока во времени и пространстве.

Период разворачивания потока — отрезок времени, в течение которого в строительный поток постепенно включаются составляющие частные потоки.

Период сворачивания потока — отрезок времени, в течение которого из строительного потока постепенно, по мере окончания, выключаются частные потоки.

Период установившегося потока — отрезок времени, в течение которого осуществляются все частные потоки (ни число, ни мощность частных потоков не меняются).

Подрядчик — организация, осуществляющая весь комплекс строительства по договору с заказчиком и выполняющая общестроительные работы (генеральный подрядчик) и специальные и монтажные работы по договору с генеральным подрядчиком (субподрядчик). Он отвечает за качество строительства, технический уровень производства строительно-монтажных работ, соблюдение ка-

лендарных сроков, установленных планом, и утвержденной сметной стоимости строительства.

Поточный метод — метод непрерывного и равномерного производства работ, основанный на расчленении общего производственного процесса, разделении труда, совмещении и ритмичности выполнения процессов.

Поточно-расчлененный метод — поточный метод с полным расчленением технологического процесса до простых (рабочих) процессов, а в некоторых случаях до операций.

Поточно-скоростной метод — метод непрерывного и равномерного производства с минимальными сроками выполнения работ.

Продолжительность (срок) строительства — период времени от начала работ на строительной площадке до ввода в действие мощностей предприятий, их очередей, пусковых комплексов и отдельных объектов при полном выполнении состава работ, предусмотренных проектом.

Проект организации строительства (ПОС) — составная часть технического (техно-рабочего) проекта, определяющая общую продолжительность и промежуточные сроки строительства, распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ, материально-технические и трудовые ресурсы и источники их покрытия, основные методы выполнения строительно-монтажных работ и структуру управления строительством объекта.

Проект производства работ (ППР)— проект, определяющий технологию, сроки выполнения и порядок обеспечения ресурсами строительно-монтажных работ и служащий основным руководящим документом при организации производственных процессов по возведению частей зданий (сооружений).

Проектировщик — организация, осуществляющая проектирование, авторский надзор за ходом строительства и отвечающая за достоверность сметной стоимости, качество, технический уровень и прогрессивность проектных решений.

Рабочее место — пространство, в пределах которого перемещаются участвующие в строительном процессе рабочие, расположены предметы и орудия труда, приспособления и продукция.

Равномерность производства — один из основных принципов поточного производства, предусматривающий сохранение одинакового количества машин, поступающих в единицу времени материалов, денежных средств

и других ресурсов производства, а также одинаковый за одно и то же время выпуск строительной продукции.

Расчет потока — определение параметров потока, расхода времени, ресурсов и эффективности производства.

Расширение действующих предприятий — строительство вторых и последующих очередей, новых производственных комплексов действующих предприятий.

Реконструкция — переоборудование и переустройство действующего предприятия с заменой оборудования на более технически совершенное, с необходимым увеличением части производственных и вспомогательных площадей (при удельном весе строительно-монтажных работ до 50% общего объема капитальных вложений).

Ресурсы производства — трудовые, денежные и материальные средства, определяющие производственные возможности строительной организации.

Ритм производства — равномерное чередование повторяющихся процессов.

Ритм потока — отрезок времени, измеряющий равномерность чередования процессов в поточном производстве.

Ритмичный поток — поток, в котором продолжительность циклов одинакова.

Скоростной метод — метод строительства в минимальные, технически оправданные и экономически целесообразные сроки путем наибольшего совмещения процессов и всемерной концентрации ресурсов (применения наибольшего числа рабочих, машин, материалов, денежных средств).

Скоростное строительство — возведение зданий и сооружений скоростным методом.

Специализированный поток — совокупность частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока, а также общей строительной продукцией в виде конструктивного элемента или части здания (сооружения).

Строительная площадка — земельный участок, отведенный в соответствии с проектом в установленном порядке для постоянного размещения объекта строительства, а также служб строительно-монтажных организаций (с учетом временного отвода территории по условиям производства работ).

Строительная продукция — результат выполнения строительных процесов в виде: законченных работ (частный поток); готовых элементов или частей здания (специализированный поток); законченных зданий и соору-

жений (объектный поток); законченных комплексов сооружений (комплексный поток).

Строительно-монтажные работы — комплекс работ, выполняемых при возведении зданий и сооружений, включающий общестроительные, отделочные, санитарно-технические, специальные, а также монтажные работы.

Строительное производство: а) отрасль материального производства, имеющая целью возведение, ремонт, восстановление, реконструкцию, разборку и передвижку зданий и сооружений; б) совокупность строительных процессов, с помощью которых возводят или ремонтируют здания и сооружения.

Строительный объем — здание или сооружение, являющееся предметом строительства как в процессе возведения, так и после его завершения.

Строительный поток — равномерное и непрерывное осуществление строительства (см. *поточный метод*).

Строительный процесс — производственный процесс, протекающий в пределах строительной площадки, имеющий конечной целью возведение, восстановление, ремонт, реконструкцию, разборку или передвижку здания или сооружения.

Схема потока — графическое изображение порядка включения объектов, участков, захваток в поток и их выпуска из потока.

Темп потока — показатель развития потока во времени, определяющий количество строительной продукции, выпущенной в единицу времени в условных единицах.

Техническое перевооружение — переоборудование и переустройство действующего предприятия (цеха) с заменой оборудования на более технически совершенное в пределах существующих зданий и сооружений (при незначительных объемах строительно-монтажных работ).

Технологическая карта — проектный документ, определяющий технологию (технику, организацию и экономику) отдельного строительного процесса.

Технологическая структура потока — состав и содержание строительных процессов; выражается значением технологических параметров.

Технологические параметры потока — параметры, определяемые числом, последовательностью и характером строительных процессов.

Технологический перерыв — перерыв в производстве, вызванный свойствами применяемых материалов (выдерживание бетона, сушка штукатурки и пр.).

Технологический узел — конструктивно обособленная

часть технологической линии (установки), в границах которой обеспечивается производство строительно-монтажных работ до технической готовности, необходимой для проведения пусконаладочных работ, опробования агрегатов, механизмов и устройств (разновидность участка).

Технологический цикл — совокупность строительных процессов от первого до завершающего, выполняемых для выпуска строительной продукции. Его продолжительность определяется отрезком времени между началом первого и завершающего процессов, выполняемых для выпуска строительной продукции.

Технико-экономические показатели производства — показатели количественного расхода времени, трудовых, материальных и денежных ресурсов для выпуска единицы строительной продукции, выражающие степень эффективности строительного производства.

Технология строительного производства: а) совокупность процессов по изготовлению изделий и конструкций и превращению их в готовую строительную продукцию на основе повышения уровня индустриализации строительства; б) совокупность знаний в области техники, организации и экономики производственных процессов, осуществляемых на строительных площадках.

Типовой график — график работ по возведению типового объекта, рассчитанный на многократное применение в меняющихся местных условиях.

Транспортный процесс — производственный процесс по перемещению строительных материалов, деталей и конструкций, включающий погрузочно-разгрузочные операции.

Трудоёмкость — выраженные в человеко-днях или человеко-часах общие затраты труда для осуществления строительного производства.

Установившийся поток — поток, достигший полного развития, когда одновременно осуществляются все частные потоки.

Фронт работ — часть строящегося объекта, необходимая для размещения определенного числа рабочих с приданными им средствами труда (механизмами, приспособлениями, материалами).

Цикл — совокупность многократно повторяющихся операций либо процессов, составляющих содержание строительного потока.

Циклограмма — график строительного потока, отображающий его развитие во времени и пространстве.

Частный поток — элементарный строительный поток, представляющий собой последовательное выполнение одного процесса на ряде захваток.

Шаг потока — промежуток времени между двумя смежными частными потоками.

Ярус — часть здания (сооружения), условно ограниченная по высоте и представляющая собой единое целое в объемно-планировочном, техническом или конструктивном отношении.

1.2. КВАЛИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ НАЗНАЧЕНИЮ И СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Основной продукцией строительного производства являются здания и сооружения.

Здание — строительная система, состоящая из несущих и ограждающих или совмещенных (несущих и ограждающих) конструкций, образующих наземный замкнутый объем, предназначенный для проживания или пребывания людей в зависимости от функционального назначения и для выполнения различного вида производственных процессов.

Сооружение — строительная система, предназначенная для выполнения производственных процессов различного вида, хранения материалов, изделий и оборудования, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов и т. д. Сооружение может быть объемным, плоскостным или линейным, подземным, наземным и надземным. Сооружениями являются телевизионные башни, мосты, стадионы и т. п.

Здания и сооружения по функциональному назначению делятся на производственные и гражданские, инженерные и гидротехнические (рис. 1.1.).

Производственные здания служат для размещения промышленных и сельскохозяйственных производств и обеспечения необходимых условий для труда людей и эксплуатации технологического оборудования.

Гражданские здания и сооружения подразделяются на жилые и общественные. Жилые здания — это квартирные дома для постоянного проживания людей, общежития и гостиницы для временного проживания. Общественные здания и сооружения предназначены для социального обслуживания населения (школы, театры, му-

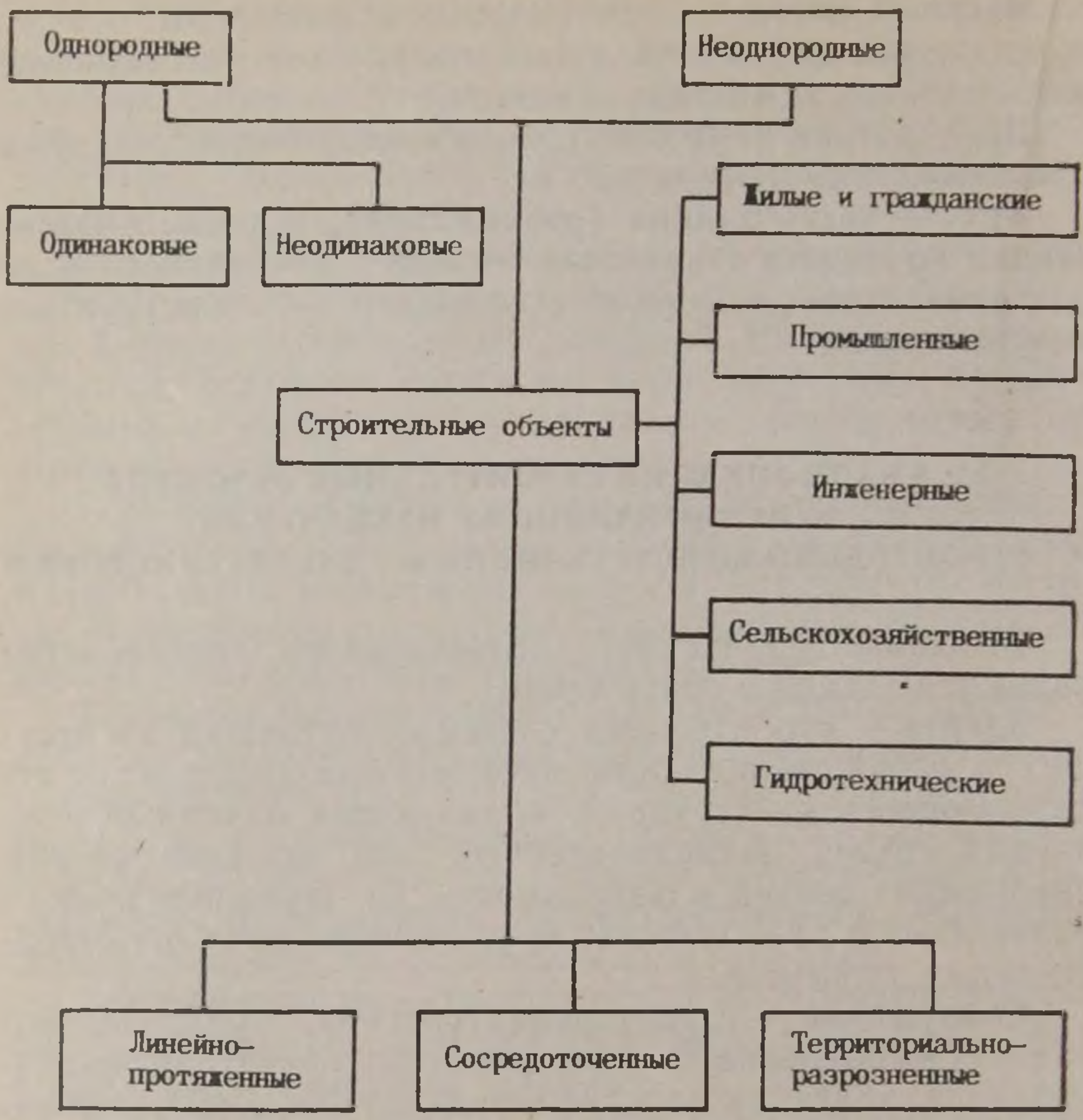


Рис. 1.1. Классификация строительных объектов

зеи, больницы); к общественным сооружениям относятся метрополитены, стадионы и пр.

Все производственные и гражданские здания, инженерные сооружения по расположению в пространстве делятся на сосредоточенные, линейно-протяженные, территориально разрозненные (рис. 1.1.). **Сосредоточенные объекты** характеризуются расположением на ограниченной территории. К **линейно-протяженным объектам** относятся мосты, эстакады, тоннели, дороги, трубопроводы и т. д. **Территориально разрозненные объекты** находятся на значительном расстоянии друг от друга и не связаны между собой единым функциональным назначением (например, жилье и гражданские здания в сельской местности, здания и сооружения на автомобильных и железных дорогах).

По строительно-технологическим признакам объекты бывают однородные и неоднородные.

Однородные объекты отличаются применением в них одних и тех же унифицированных конструкций при их равномерном распределении, что позволяет возводить такие объекты по одинаковой стабильной технологии. Эти объекты могут иметь одинаковые и неодинаковые участки, размеры и объемы работ которых зависят от принятых методов и последовательности монтажа конструкций.

Однородные объекты с одинаковыми по размерам и объемам многократно повторяющимися типовыми секциями позволяют организовать для их возведения ритмичный объектный поток. К таким объектам могут быть отнесены жилые и некоторые гражданские, одноэтажные и многоэтажные здания легкой, приборостроительной, радиотехнической и других отраслей промышленности, линейные сооружения (дороги, трубопроводы) и др.

Однородные объекты, в свою очередь, могут быть одинаковыми и неодинаковыми.

К однородным объектам с неодинаковыми участками относится большинство одноэтажных промышленных зданий среднего и тяжелого машиностроения, автомобильные заводы, текстильные комбинаты и т. п. Эти объекты даже при полной унификации типовых конструкций не удается расчленить на участки, одинаковые по размерам и объемам работ. Так, например, на внутренних участках многопролетных одноэтажных зданий отсутствуют наружные ограждающие стены, монтаж основных конструкций на некоторых участках может быть ограничен лишь монтажом элементов покрытий, а колонны и подкрановые балки предварительно устанавливаются при проходках крана на смежных участках. При возведении однородных объектов с неодинаковыми участками сохраняется стабильная технология производства работ, но продолжительность осуществления потоков различна.

Неоднородные объекты отличаются отсутствием типовых многократно повторяющихся секций, неравномерным распределением объемов работ, применением в разных частях здания разнохарактерных конструкций (стальных, сборных железобетонных, монолитных и т. д.), наличием сложного и громоздкого технологического оборудования и мощных фундаментов под него. К неоднородным объектам могут быть отнесены корпуса угольных

и горнорудных предприятий, металлургических заводов, ряда предприятий химической промышленности, сахарных и цементных заводов, тепловых и атомных электростанций и т. д.

Неравномерное размещение объемов работ и применение в разных частях здания разнохарактерных конструкций обычно не позволяет применять стабильную строительную технологию. Поэтому на отдельных участках могут иметь место разные последовательность и методы производства работ.

1.3. ПОНЯТИЕ О ПОТОЧНЫХ МЕТОДАХ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1.3.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОТОЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Задачей **поточного строительства** является обеспечение непрерывного и ритмичного производства работ, равномерного использования денежных, материальных и трудовых ресурсов, загрузки производственной базы, строительных машин и оборудования для равномерного выпуска строительной продукции — зданий, сооружений или их частей.

Поэтому **поточным методом** называют такой метод организации и производства строительных работ и в целом всего строительства, который обеспечивает планомерный, ритмичный выпуск готовой строительной продукции (законченных зданий, сооружений, видов работ и т. п.) на основе непрерывной и равномерной работы трудовых коллективов (бригад, потоков) неизменного состава, снабженных современной и комплексной поставкой всех необходимых материально-технических ресурсов.

Вообще строительство может быть организовано последовательным, параллельным или поточным методами (рис. 1.2. а, б, в).

При последовательном методе (рис. 1.2. а) каждое последующее здание или сооружение возводят после окончания строительства предыдущего. Продолжительность строительства при этом увеличивается ($T = mT_ц$, где $T_ц$ — длительность производственного цикла возведения одного здания), но потребление ресурсов в единицу времени является относительно небольшим (интенсивность потреб-

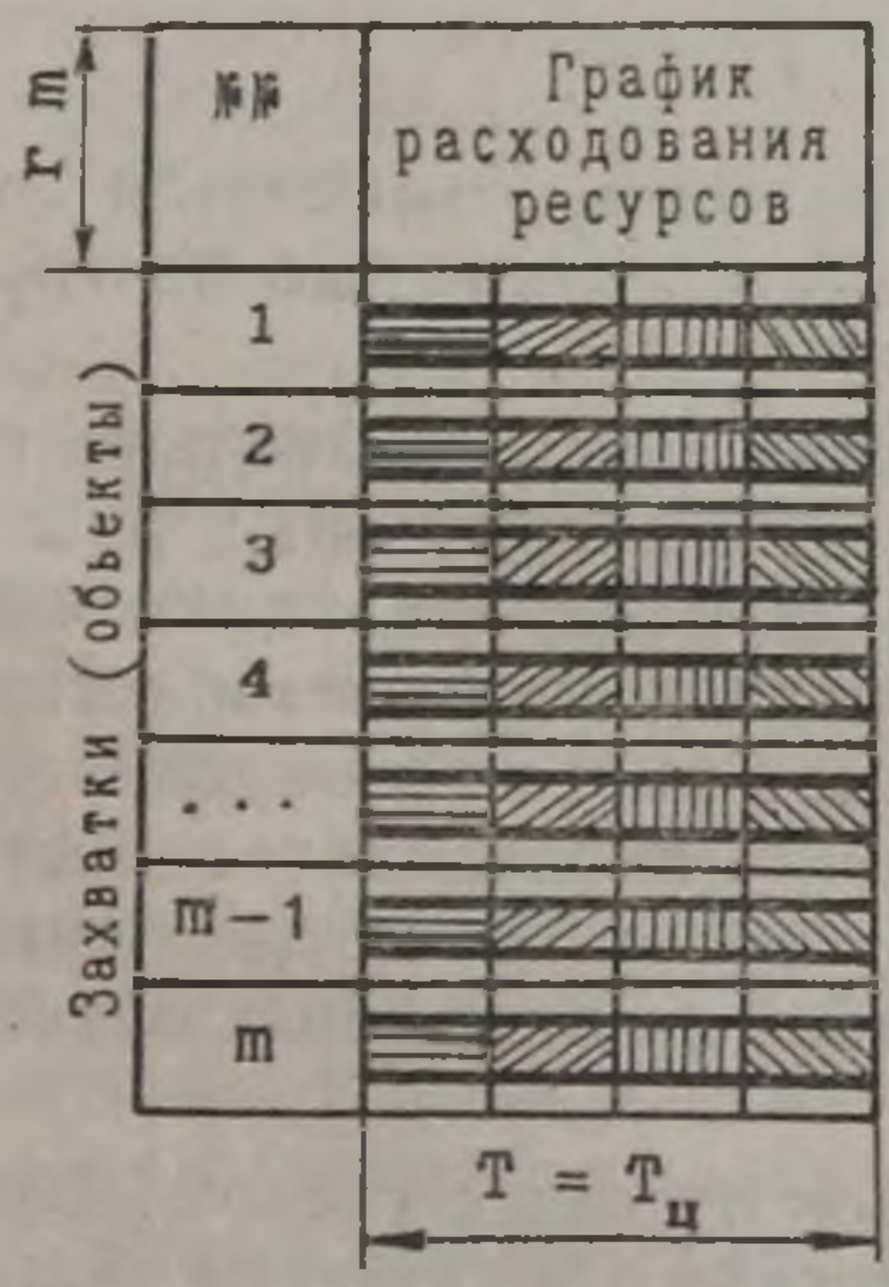


Рис. 1.2. График строительства объектов различными методами. *а* — последовательным; *б* — параллельным; *в* — поточным.

ления ресурсов за единицу времени $r = R/T$, где R — общая затрата ресурсов на возведение зданий).

При параллельном методе (рис. 1.2, б) все здания (сооружения) возводят одновременно, что требует большой концентрации ресурсов (rm). При этом общая продолжительность строительства существенно сокращается ($T = T_ц$).

При поточном методе (рис. 1.2, в) технологический процесс возведения зданий и сооружений расчленяют на n составляющих процессов (производство земляных работ, устройство фундамента, возведение стен и перекрытий, устройство крыши, отделочные работы и т. д.), для каждого из которых назначают одинаковую продолжительность и совмещают их ритмическое выполнение на разных зданиях.

Поточный метод сочетает в себе положительные качества последовательного и параллельного методов — рациональное потребление ресурсов в относительно короткие сроки строительства ($T < mT_ц$).

Для создания строительного потока необходимо произвести:

— выявление объектов, близких между собой по объемно-планировочным и конструктивным решениям, технологии их возведения;

— расчленение процесса возведения объектов на отдельные работы, примерно равные или кратные по трудоемкости;

— установление целесообразной последовательности выполнения работ и соединение взаимосвязанных работ в общий совокупный процесс и их синхронизацию, чем достигается непрерывность строительного производства;

— закрепление отдельных видов работ за определенными бригадами рабочих, установить последовательность включения в поток отдельных объектов и движения бригад в процессе выполнения работ на отдельных объектах;

— расчет основных параметров потока с учетом обеспечения одновременности совмещения выполнения большинства работ и согласованности между продолжительностью выполнения отдельных видов работ и числом ведущих машин и рабочих бригад;

— расчет последовательности перехода ведущих строительных бригад рабочих и машин с объекта на объект с учетом запланированного ритма строительства.

Возведение объектов ведут потоками разной слож-

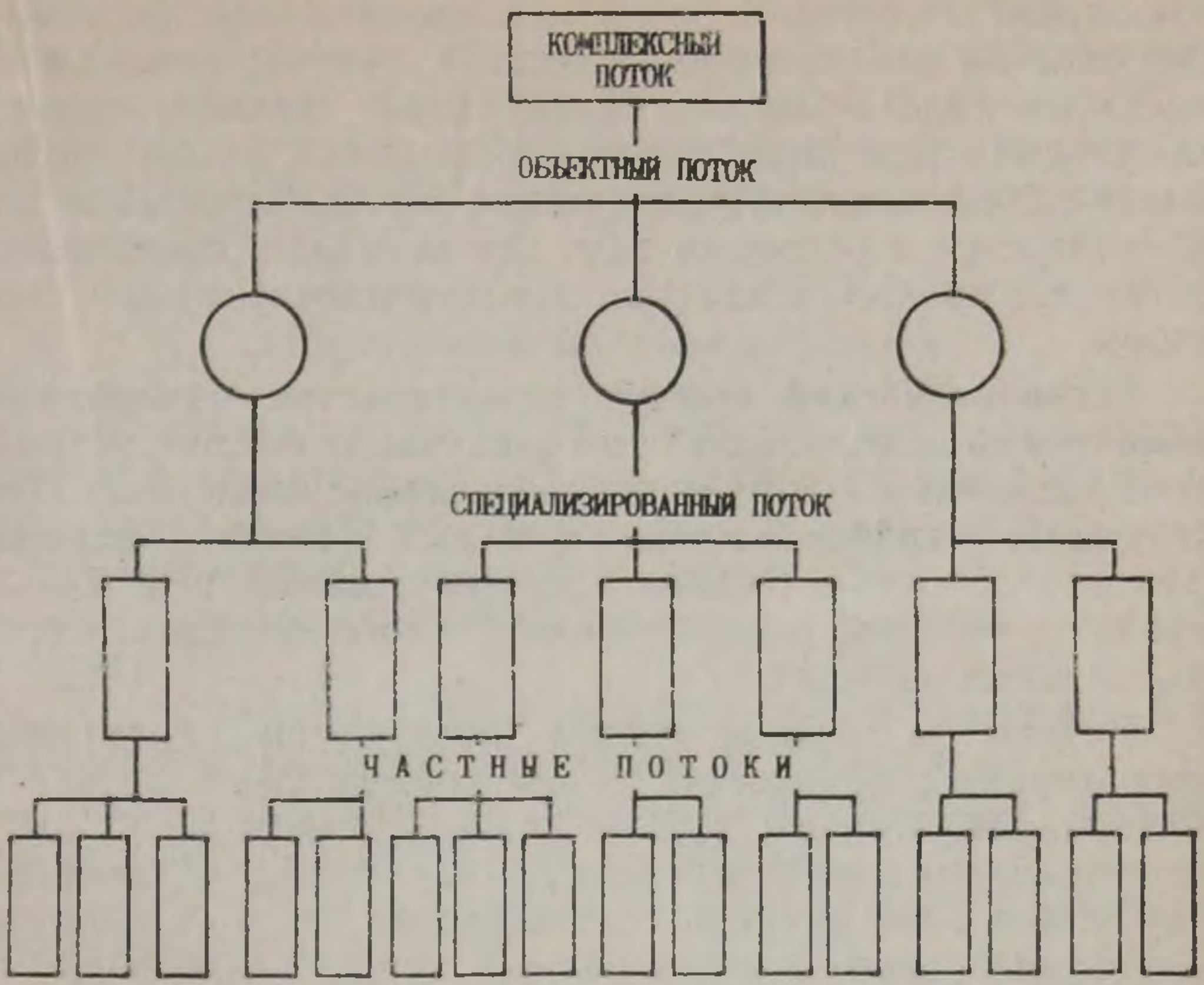


Рис. 1.3. Структура потоков возведения зданий и сооружений.

ности: комплексными, объектными, специализированными и частными (рис. 1.3.).

Комплексный поток состоит из объектных потоков, одновременно занятых строительством отдельных зданий и сооружений, входящих в состав промышленного предприятия, жилого квартала и т. д. Продукцией комплексного потока являются сданные в эксплуатацию промышленные объекты, законченные жилые кварталы и т. п.

Объектный поток — совокупность специализированных потоков, состав которых обеспечивает выполнение всего комплекса работ по сооружению соответствующего объекта строительства. Продукцией потока являются отдельные здания или сооружения или их группы, объединенные общей строительной технологией.

Специализированный поток состоит из ряда частных потоков, объединенных единой системой параметров и схемой потока. Специализированные потоки являются основными структурными элементами потока. Их продукцией служат законченные виды работ, конструктивные элементы и части зданий (работы нулевого цикла, монтаж конструкций, отделочные работы и пр.).

Частный поток — это элементарный строительный по-

ток, представляющий собой последовательное выполнение единым коллективом (бригадой, звеном) одного процесса на ряде захваток. Продукцией частного потока могут быть земляные работы, устройство фундаментов, кладка стен, штукатурные работы и т. д. Частный поток организуется в основном там, где возможно выполнение работ на разных захватках поточно-расчлененным способом.

Технологический процесс строительства однородных объектов можно разделить на следующие стадии: устройство подземных конструкций; возведение надземных конструкций; устройство кровли в жилых зданиях; специальные и отделочные работы в промышленных и в жилых зданиях; монтаж технологического оборудования в промышленных зданиях.

Работы на каждой стадии отличаются характером выполняемых процессов, видом применяемых машин и материалов. Причем работы каждой стадии могут быть организованы в один или несколько специализированных потоков, в свою очередь состоящих из частных потоков. Сочетание взаимосогласованных специализированных потоков создает объектный поток.

Технологический процесс возведения неоднородных объектов не имеет четко выраженных стадий производства работ, а разделяется на составляющие комплексные и рабочие процессы. Один или несколько комплексных процессов осуществляются специализированным потоком.

Из числа специализированных потоков, составляющих объектный поток, выделяется основной, отличающийся наибольшей трудоемкостью, требующий применения наиболее сложных и дорогих машин, мощность которого является решающей для определения продолжительности всего объектного потока. Мощность и число остальных специализированных потоков в составе объектного определяют, приравнивая продолжительность их развития к продолжительности ведущего, основного потока или принимая кратное число параллельных потоков для соблюдения условий непрерывности производства.

Развитие потока обычно изображается в виде линейного календарного графика или циклограммы (рис. 1.2,в). На линейном графике для каждой специализированной бригады потока выделяется горизонтальная полоса, а период работы такой бригады на разных захватках показывается смещенными относительно друг друга отрез-

ками. В циклограмме сохраняется календарная шкала линейного графика, но горизонтальная полоса выделяется для захваток в порядке их номеров снизу вверх. Циклограмма в отличие от линейного графика более наглядно отображает развитие потоков во времени и пространстве.

1.3.2. РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОТОКА

Показателями развития потока во времени и пространстве являются временные, технологические и пространственные характеристики.

К **временным параметрам** потока относятся:

T_0 — общая продолжительность работ по потоку в целом;

T_1 — суммарная продолжительность выполнения бригадами потока всех работ на одной захватке;

$T_{бр}$ — суммарная продолжительность работ каждой отдельной бригады на всех захватках;

$t_{бр}$ — ритм работы бригады, продолжительность работы бригады на захватке;

$t_{орг}$ — организационные перерывы между работами смежных бригад на одной и той же захватке;

$t_{техн}$ — технологические перерывы между работами смежных бригад на одной и той же захватке;

$t_ш$ — ритм (шаг) потока, время выполнения на одной захватке всех технологических и организационно нерасчленимых операций и работ, образующих частный или специализированный поток и выполняемых одной бригадой (звеном).

К **технологическим параметрам** относятся:

n — количество отдельных процессов, на которое разбивается весь производственный процесс строительства объекта; количество бригад, участвующих в потоке и работающих в первую смену;

P — количество параллельных потоков в пределах объекта, комплекса.

К **пространственным параметрам** относится общее количество захваток N.

Расчетные формулы потока получают, исходя из следующих предположений:

а) работу на каждой последующей захватке начинают с интервалом, равным шагу потока;

б) на одной захватке может работать одна бригада (звено) или несколько бригад с одинаковым ритмом;

Рис. 1.4. Линейный график, циклограмма и диаграмма ресурсов равноритмичного потока

в) размер каждой захватки остается неизменным для всех видов работ;

г) после выполнения всего комплекса работ на одной захватке работы на каждой из последующих захваток заканчивают не позднее чем через интервал, равный шагу потока.

Эти предположения позволяют рассчитать параметры для наиболее простых видов потока: равно- и краткоритмичных.

В равноритмичных потоках ритмы $t_{бр}$ работы всех бригад одинаковы и равны ритму потока, т. е. $t_{бр} = t_ш$.

Формулы, связывающие между собой основные параметры потока, можно вывести с помощью графиков, приведенных на рис. 1.4.

Общая продолжительность работ у всех бригад в потоке $T_{бр}$ одинакова, а общую продолжительность работы по объекту T_o можно разбить на две части T_1 и T_2, тогда

$$T_0 = T_1 + T_2.$$

Из графика видно, что

$$T_0 = t_ш(n+N-1),$$

откуда нетрудно заметить, что величина общей продолжительности работы по объекту зависит от значения ритма потока $t_ш$. Уменьшение же величины $t_ш$ до минимального значения зависит от величин других факторов потока, к которым в первую очередь относятся: размеры захваток, рациональный состав бригад по количеству и профессиям рабочих, технологические условия выполне-

ния работ и их увязки между смежными бригадами, соблюдение требований охраны труда и т. д.

В зависимости от характера исходных данных по этой формуле можно рассчитывать различные элементы потока. Так, например, при заданной общей продолжительности строительства и известном количестве бригад и захваток величина шага потока составит:

$$t_{ш} = \frac{T_o}{(n+N-1)}.$$

Количество бригад при заданном $T_{ш}$ и принятых $t_{ш}$ и N

$$n = \frac{T_o}{t_{ш}} + 1 - N,$$

количество захваток

$$N = \frac{T_o}{t_{ш}} + 1 - n.$$

Поскольку на захватке последующую работу можно выполнять только после определенного перерыва, обусловленного технологией работ (например, сушка штукатурки до начала малярных работ, выдержка цементной стяжки до выполнения работ по устройству полов и др.), то появляется необходимость в технологических перерывах $t_{техн}$.

Организационные перерывы $t_{орг}$ возникают в ряде случаев по условиям охраны труда, а при неритмичных потоках — в случае сдвижки сроков работы бригады. Если эти перерывы не учтены в продолжительности шага потока, то их значения включаются в рассчетную формулу общей продолжительности потока, т. е.

$$T_o = t_{ш}(n+N-1) + \Sigma t_{техи} + t_{орг}.$$

В развитии строительного потока в рамках объекта или комплекса можно выделить три периода (см. рис. 1.4.):

1) период развертывания потока $T_{разв}$, когда в поток с интервалом, равным его ритму, в работу последовательно включаются бригады и необходимые машины;

1) период установившегося потока $T_{уст}$, которому соответствует постоянное и максимальное количество рабочих;

3) период свертывания потока $T_{св}$, когда из потока с интервалом, равным его ритму, последовательно выключаются бригады (звенья) рабочих ($T_{св}$ является также периодом выпуска готовой продукции потока).

Период развертывания потока $T_{разв}$ определяется по формуле $T_{разв} = t_{ш}(n-1)$.

В равноритмичных потоках периоды развертывания и свертывания потока равны, т. е.

$$T_{разв} = T_{св} = t_{ш}(n-1).$$

По графику движения рабочей силы (см. рис. 1.4.). $T_{разв} = аб$; $T_{уст} = бв$; $T_{вг} = вг$, где $аб = вг$.

При организации потока необходимо обеспечить наибольшую длительность установившегося периода. Равномерность потока оценивают по изменению числа рабочих или по времени действия, длительности установившегося периода.

Равномерность потока K_1 по числу рабочих — это отношение максимального числа рабочих в день n_{max} за время действия потока к их среднему числу в день $n_{ср}$, т. е.

$$K_1 = n_{max}/n_{ср},$$

где $n_{ср} = Q_o/T_o$, Q_o — общая трудоемкость всех работ за время действия потока.

Значение K_1 всегда больше единицы, но чем больше период установившегося потока (что достигается увеличением числа захваток), тем меньше значение K_1 и наоборот.

Равномерность потока K_2 — это отношение продолжительности установившегося периода потока $T_{уст}$ к его общей продолжительности T_o, т. е.

$$K_2 = T_{уст}/T_o$$

Значение K_2 всегда меньше единицы. Для неустановившегося потока (при $N \leqslant n+1$) $K_2 = 0$, для установившегося потока $K_2 > 0$ и ее значение тем больше, чем больше величина N и меньше n.

1.3.3. СКВОЗНОЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОТОК

Сквозной непрерывный строительный поток в своей практической деятельности обычно используют домостроительные, а в последние годы и сельские строительные комбинаты. Он базируется на основе строительного и производственного потоков.

Строительный поток — развивающийся во времени и пространстве производственный процесс, обеспечиваю-

щий равномерное и непрерывное осуществление строительства зданий.

Производственный поток — также развивающийся во времени и пространстве производственный процесс, обеспечивающий строго согласованное выполнение всех операций технологического процесса во времени и перемещение продуктов производства по технологическому маршруту при заданном ритме их выпуска.

Параметрами сквозного строительного потока является система независимых величин и отношений, описывающих развитие потока во времени и пространстве.

Параметры сквозного непрерывного потока по совокупности признаков подразделяются на:

— организационно-технологические, когда действуют системы параметров строительного и производственного потоков;

— структуру сквозного непрерывного потока (системы параметров комплексного, объектного, специализированного и частного потоков);

виды параметров: **пространственные** — фронт работ, ярус, монтажный участок, технологический узел, захватка, делянка, монтажный участок; **технологические** — объем выпуска продукции, мощность потока, трудоемкость продукции, число частных потоков; **временные** — модуль цикличности (ритм), шаг потока, темп потока.

Важным вопросом обеспечения эффективного функционирования предприятий, работающих по методу сквозного строительного потока, является установление взаимосвязи между системами параметров совокупных пар ведущих потоков в структуре производственного и строительного потоков.

Условие взаимосвязи мощности комплексных потоков сфер производства и строительства выражается неравенством

$$P_{к\cdot п} \geqslant P_{к\cdot с},$$

где $P_{к\cdot п}$ — мощность выпуска сборного железобетона; $P_{к\cdot с}$ — мощность потока монтажа.

1.4. ПОНЯТИЕ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Состав, содержание и порядок проектирования организации строительства и производства работ регламентируется основными положениями СНиПа 3.01.01—85 «Организация строительного производства».

В соответствии с этим документом каждое строительство должно быть обеспечено проектной документацией по организации строительства и производству работ. Документация должна основываться на передовом опыте и новейших достижениях строительной науки и техники и предусматривать выполнение планов по повышению уровня производительности труда и механизации, сокращению трудоемкости и снижению стоимости строительства.

Такая документация должна состоять из проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР).

Проекты организации строительства новых, расширения и реконструкции действующих объектов (ПОС) служат основой для определения продолжительности строительства, распределения капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по годам и периодам строительства, для решения вопросов материально-технического обеспечения.

ПОС при двухстадийном проектировании разрабатывается в составе утверждаемого проекта организацией, которая выполняет данный проект в целом, или специализированной организацией по договору с генпроектировщиком. ПОС является обязательным документом для заказчика, подрядчиков, а также для организаций, осуществляющих финансирование и материально-техническое обеспечение.

Исходными материалами ПОС служат: технико-экономические обоснования (ТЭО) или расчеты (ТЭР); инженерные изыскания; решения по применению материалов, конструкций и средств механизации, согласованные с подрядчиками; условия поставки и транспортирования материалов и оборудования; разбивка объектов строительства на пусковые комплексы; сведения об источниках снабжения строительства электроэнергией и водой; прочие требования заказчика и подрядчика (необходимость проектирования временного жилья, производственных зданий и сооружений и др.); директивные сроки строительства.

Определение объемов работ и расчеты потребности материалов и энергетических ресурсов производятся упрощенными способами: по данным проектов аналогичных зданий и сооружений; по действующим справочникам укрупненных показателей сметной стоимости и расхода ресурсов, укрупненным сметным нормам на здания и сооружения, показателям сметной стоимости и расхода

ресурсов и другим материалам. Потребность в машинах, транспорте, энергетических и других ресурсах определяется расчетным путем или по действующим расчетным нормативам на 1 млн. тг. годового объема строительно-монтажных работ (СМР). Число работающих на строительстве (списочный состав) определяется на основе среднегодовой выработки.

ПОС должен содержать: стройгенпланы на подготовительный и основной периоды строительства; календарный план строительства и отдельно план подготовительного периода. На основании календарного плана строительства составляются график производства строительно-монтажных работ на стройке; организационно-технологические схемы возведения объектов с указанием последовательности выполнения работ; ведомость объемов строительных, монтажных и специальных работ с выделением их по основным объектам и комплексам и периодам строительства; ведомость потребности в конструкциях, изделиях, материалах и оборудовании с распределением по объектам и периодам строительства; график потребности в основных строительных машинах и транспорте по строительству в целом; график потребности в кадрах строителей; пояснительную записку, содержащую краткую характеристику условий строительства и описание методов производства основных работ, необходимые расчеты, обоснование и технико-экономические показатели. Состав разработки ПОС приведен на рис. 1.5.

1.5. ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Проекты производства работ (ППР) служат основой для определения наиболее эффективных индустриальных методов выполнения строительно-монтажных работ, способствующих снижению их себестоимости и трудоемкости, сокращению продолжительности строительства, повышению степени использования строительных машин, механизмов и оборудования, улучшению качества работ.

ППР разрабатывается подрядной организацией или, по её поручению, организацией технологического проектирования трестом «Оргтехстрой», имеющимся при строительных главках и его отделами при трестах, комбинатах или областных управлениях строительства. Стоимость разработки ППР оплачивается за счет накладных расходов, кроме случаев особо сложных объек-

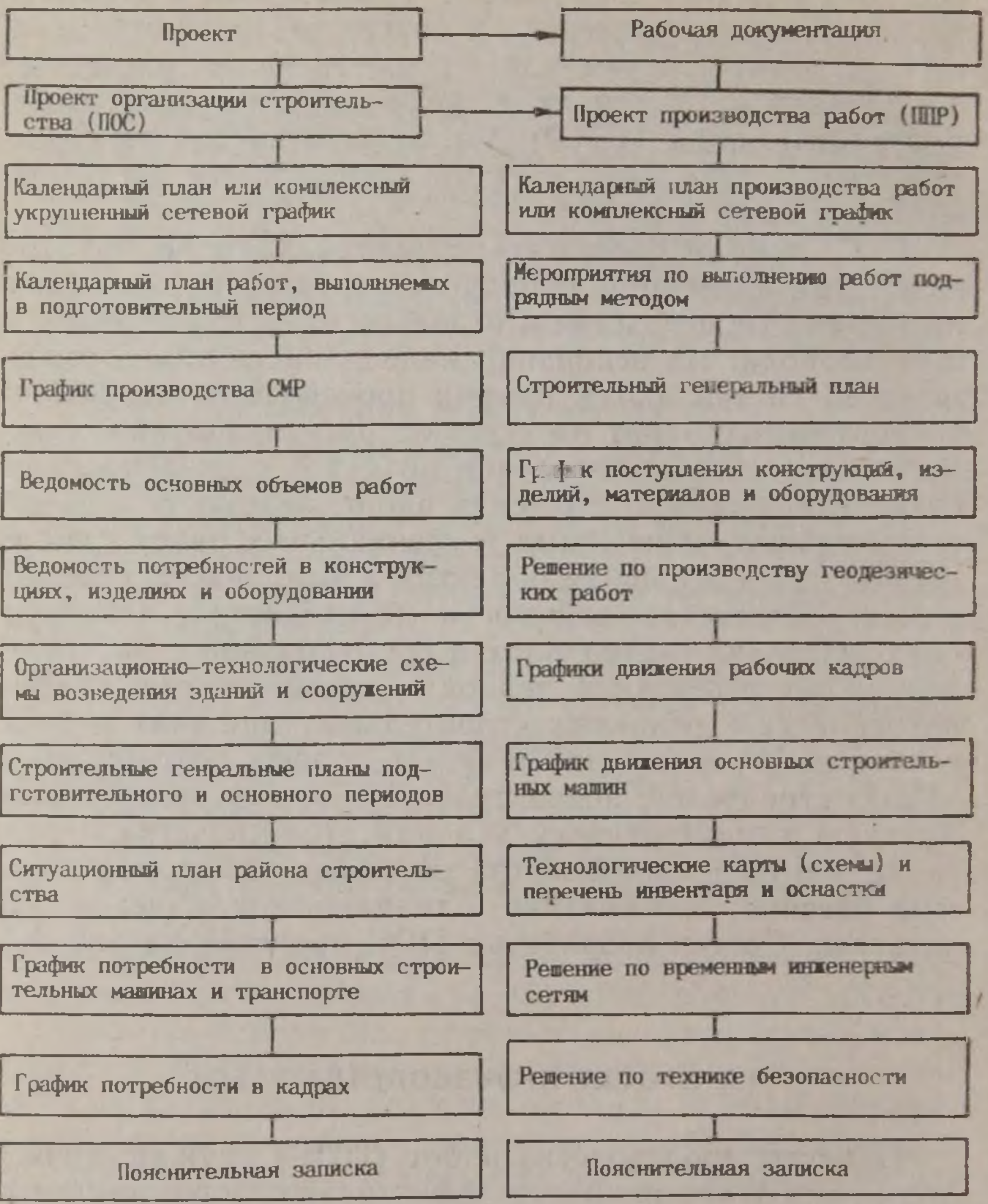


Рис. 1.5. Состав проекта организации строительства и проекта производства работ.

тов (металлургии, ГЭС и т. п.), оплата которых производится за счет сметы на проектные работы. Строительство объектов без проекта производства работ не допускается.

Исходными материалами для составления ППР служат: ранее утвержденный проект, в том числе ПОС; рабочая документация (РД) и сметы; данные о поставке технологического, энергетического и другого оборудова-

ческих решений, необходим экономический выигрыш, достигаемый оптимизацией одной из работ, в сопоставлении с показателями на других работах. Это требует проведения системного, комплексного анализа всей технологии и организации строительства. В то же время следует отметить, что комплексные показатели, оценивающие эффективность выбираемого метода производства работ с точки зрения стоимостных показателей и трудовых затрат, еще не разработаны. Поэтому более экономичный по стоимости метод может оказаться не эффективным по трудовым затратам или сложным по обеспечению требований охраны труда.

Себестоимость работ представляет собой в денежном выражении затраты на производство строительных работ. В себестоимости работ учитываются затраты овеществленного труда (стоимость материальных элементов, энергии, амортизация основных фондов) и живого труда (заработная плата с начислениями). Себестоимость работ является одним из главных показателей, отражающих уровень технического и организационного совершенства данного производства. Ее определяют по фомуле

$$C = (З + М + Э + Т) K_н.$$

где З — заработная плата рабочих; М — стоимость материалов, изделий и конструкций, включая заготовительно-сладские расходы и стоимость доставки на приобъектный склад; Э — затраты на эксплуатацию машин, механизмов и установок; Т — транспортные расходы; $K_н$ — коэффициент, учитывающий накладные расходы, в состав которых входят административно-хозяйственные расходы, содержание пожарной и сторожевой охраны, износ инвентаря и инструмента, использование материалов и конструкций и др.).

Затраты на эксплуатацию машин и механизмов определяют по формуле

$$Э = Е + Э_г Т_ф / Т_г + Э_{см} Т_ф,$$

где Е — единовременные расходы на перевозку, монтаж и демонтаж машин, а также на временные устройства, необходимые для работы машин (подкрановые пути, подводка электроэнергии и др.); $Э_г$ — годовые эксплуатационные расходы (амортизационные отчисления механизации и т. п.); $Э_{см}$ — сменные эксплуатационные расходы (оплата труда машинистов и других рабочих, обслуживающих машину, стоимость энергоресурсов — электроэнергии, топлива, сжатого воздуха; смазочных и

обтирочных материалов, затраты на все виды ремонтов, кроме капитального и подобных с начислениями); $T_ф$ — фактическое число смен работы машины при выполнении процесса; $T_г$ — нормативное число смен работы машины в течение года.

Элементы себестоимости строительного процесса рассчитывают в соответствии с ЕНиР, частью 4 СНиП, по сборникам цен на материалы, изделия и конструкции, на машино-смены строительных машин и оборудования, а также с учетом других нормативных документов.

Трудоемкость работ характеризуется определенными затратами труда на их выполнение. Единицей измерения трудоемкости служит человеко-час (чел.-ч.) или человеко-день (чел.-дн.), показывающий затраты нормативного рабочего времени на производство работ. Данные трудоемкости на единицу работ по всем основным видам приводятся в ЕНиР.

Продолжительность выполнения процесса определяют для увязки операций в единый технологический процесс и для построения линейных графиков и циклограмм. Затраты времени на выполнение конкретного объема работ зависят от многочисленных производственных факторов: вида и объема работ, формы организации технологического процесса и степени его механизации, численности рабочих и уровня их квалификации и др. Единицами измерения продолжительности служат час, смена, день.

На основные технико-экономические показатели существенное влияние оказывает принятый в варианте комплект машин. В вариантном проектировании эффективность разрабатываемых комплектов машин оценивают по удельным приведенным затратам: чем меньше удельные приведенные затраты, тем комплект эффективнее.

Удельные приведенные затраты

$$C_{пр \cdot у} = C_e + E_н K_у,$$

где C_e — себестоимость единицы продукции, тг; $E_н$ — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_н = 0{,}12$); $K_у$ — удельные капитальные вложения, тг.

Себестоимость единицы продукции комплексно-механизированных процессов определяют из сменной выработки машин, входящих в комплект, и стоимости машино-смен для рассматриваемого территориального района строительства по формуле

$$C_e = (1{,}08 \Sigma C_{м-см} + 1{,}5 \Sigma З_{ср}) П_{см \cdot в} + C_п / Р,$$

фической. Графическая часть может быть линейной *(график Ганта, циклограмма)* или сетевой.

Графа 1 (перечень работ) заполняется в технологической последовательности выполнения работ с группировкой их по видам и периодам. При этом работы, за исключением выполняемых разными исполнителями (СУ, участками, бригадами или звеньями), необходимо объединять.

Таблица 1.1.

Работа	Объем работ		Затраты труда, чел.-дн.	Требуемые машины		Продолжительность работы, дн.	Число смен	Численность рабочих в смену	Состав бригады	График работ (дни-месяцы)
	Единица измерения	Количество		Наименование	Число маш.-смен					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Объем работ (гр. 2,3) определяется по рабочим чертежам и сметам и выражается в единицах, принятых в Единых нормах и расценках (ЕНиР). Объемы специальных работ определяются в стоимостном выражении (по смете), если трудоемкость рассчитывается по выработке; при использовании укрупненных показателей — в соответствующих им измерителях.

Трудоемкость работ (гр. 4) и затраты машинного времени (гр. 5, 6) рассчитываются по действующим ЕНиР с учетом планируемого роста производительности труда путем введения поправочного коэффициента на перевыполнение норм. Графы 5,6 также могут быть заполнены данными, полученными расчетным путем исходя из эксплуатационной производительности основных ведущих машин (монтажные краны, экскаваторы).

Продолжительность работы (гр. 7). К моменту составления календарного плана должны быть определены методы производства работ и выбраны машины и механизмы. При этом должны быть предусмотрены условия интенсивной эксплуатации основных машин. Продолжительность механизированных работ должна определяться только по эксплуатационной производительности машины. Поэтому вначале необходимо установить продолжительность механизированных работ, ритм работы которых определяет основу построения графика, а затем рас-

считывается продолжительность работ, выполняемых вручную.

Продолжительность выполнения механизированных работ в днях определяется по формуле

$$T_{мех} = \frac{N_{маш-см}}{N_{маш} \cdot m},$$

где $N_{маш-см}$ — необходимое количество машино-смен (гр. 6); $n_{маш}$ — количество машин; m — количествосмен в сутки (гр. 8).

Продолжительность работ, выполняемых вручную, $T_р$ в днях определяется путем деления трудоемкости работ $Q_р$ в чел.-дн. на количество рабочих $n_ч$, которые могут занять фронт работ

$$T_р = \frac{Q_р}{n_ч}$$

Предельное число рабочих, которые могут работать на захватке, определяется путем разделения фронта работ на делянки, размер которых должен быть равен сменной производительности звена или одного рабочего. Произведение числа делянок на состав звена дает максимальную численность бригады на данной захватке.

Количество смен отражается в гр. 8. При использовании основных машин (монтажных кранов, экскаваторов) количество смен принимается не менее двух.

Число рабочих в смену и состав бригады (гр. 9 и 10) определяются в соответствии с трудоемкостью и продолжительностью работ. При расчете состава бригады необходимо учесть, что переход с одной захватки на другую не должен вызывать изменений в численном и квалификационном составе. С учетом этого определяется состав комплексной бригады с рациональным совмещением в ней профессий рабочих.

При этом, чтобы численный состав бригады соответствовал производительности ведущей машины, за основу расчета необходимо принять срок работ, определяемый по расчетному времени работы машины.

Количественный состав каждого звена $n_{зв}$ определяется на основе затрат труда на работах, порученных звену, $Q_р$, чел. дн., и продолжительности выполнения ведущего процесса $T_{мех}$, дн., по формуле

$$n_{зв} = \frac{Q_р}{T_{мех} m}.$$

График производства работ — правая часть календарного плана наглядно отображает ход работ во времени, последовательность, и их увязку между собой.

Калсндарные сроки выполнения отдельных работ устанавливаются из условия соблюдения строгой технологической последовательности с учетом представления в минимальные сроки фронта работ для выполнения последующих.

Технологическая последовательность выполнения работ зависит от конкретных проектных решений, технологических перерывов, периода года, района строительства и др.

Составление графика следует начинать с ведущей работы или процесса, от которого в решающей мере зависит общая продолжительность строительства объекта. Основным методом сокращения сроков строительства является поточно-параллельное и совмещенное выполнение строительно-монтажных работ. Работы, не связанные между собой, должны выполняться параллельно и независимо друг от друга. При этом необходимо обеспечить строгое соблюдение правил охраны труда.

Продолжительность ведущего процесса можно сократить, увеличив сменность и число механизмов, или число исполнителей на работах, выполняемых вручную. Сроки выполнения остальных процессов привязываются к ведущему.

График движения рабочей силы строится в нижней части графика работы. Выравнивание графика потребности в рабочих кадрах по объекту в целом достигается путем перераспределения сроков начала и окончания работ.

1.8. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Стройгенпланом называется генеральный план строительной плащадки, на котором показывается расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, возводимых и используемых в период строительства.

Стройгенплан предназначается для определения состава и размещения объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности их использования и с учетом обеспечения требований охраны труда. Он является важнейшей составной частью технической документации и основным документом, регламентирующим

организацию площадки и объемы временного строительства.

Различают стройгенплан общеплощадочный и объектный (рис. 1.6.). Первый разрабатывается проектной организацией на стадии проекта или рабочего проекта в составе проекта организации строительства (ПОС), а второй — строительной организацией на стадии рабочей документации в составе проекта производства работ (ППР).

Объектный стройгенплан разрабатывается отдельно на все строящиеся здания и сооружения, входящие в общеплощадочный стройгенплан. Для сложных сооружений объектный стройгенплан может составляться на различные этапы (подготовительный, основной и др.) и виды работ (земляные, сооружение подземной или монтаж надземной части здания, кровельные работы и др.).

Исходными данными для разработки строительного генерального плана служат:

— решения строительного генерального плана в составе проекта организации строительства;

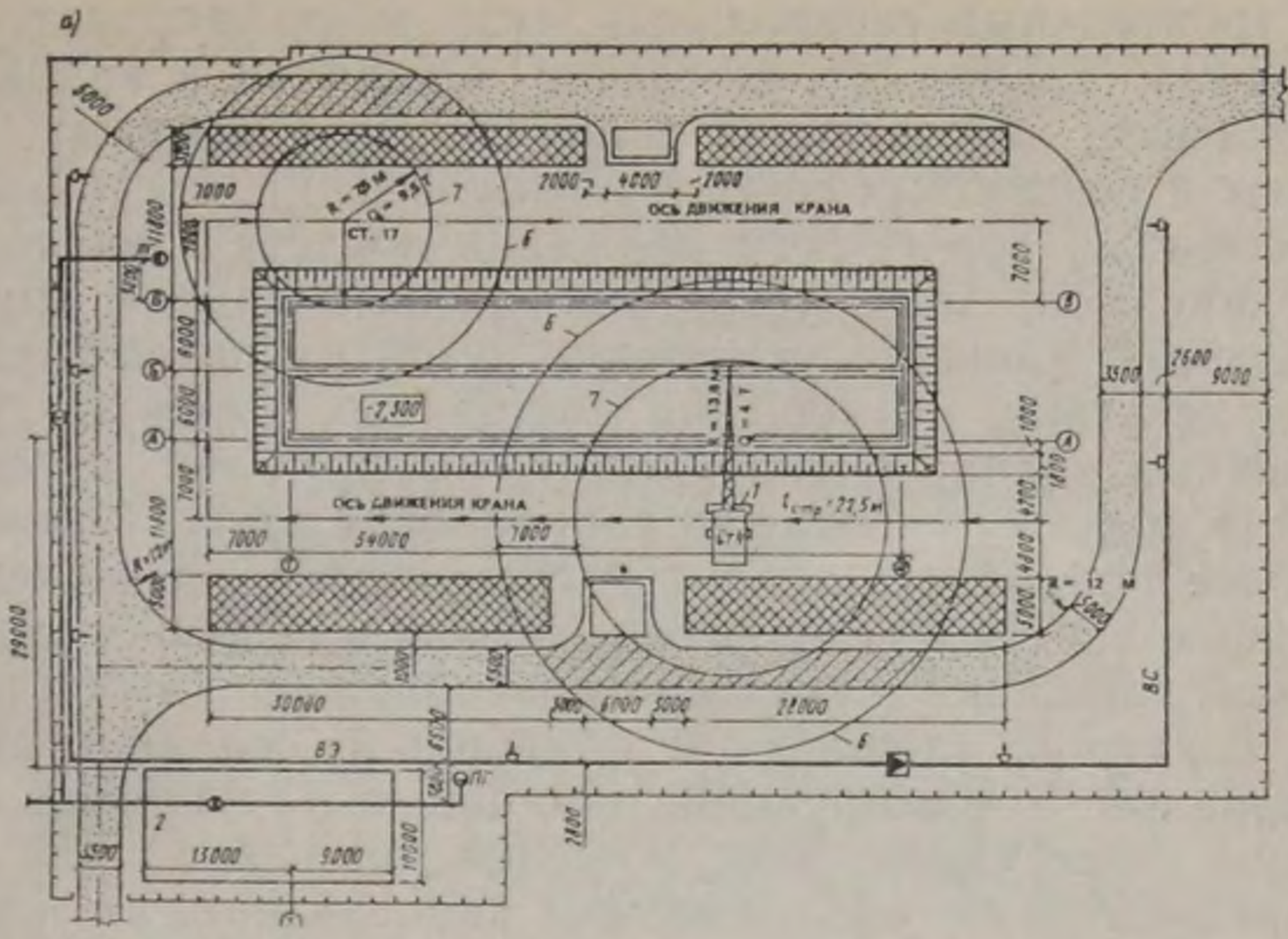
— комплексный сетевой график или календарный план производства работ;

— технологические карты, а также рабочие чертежи здания или сооружения.

Объектный стройгенплан составляется подрядчиком или по его поручению проектно-технологической организацией объединения или ведомства (трестом Оргтехстроя).

Графическая часть объектного стройгенплана в составе проекта производства работ обычно выполняется в масштабе 1 : 500, 1 : 200, 1 : 100 и 1 : 50 и содержит в основном те же элементы, что и строительный генеральный план в проекте организации строительства.

Строительный генеральный план уточняет принципиальные решения, принятые в проекте организации строительства, и содержит детальные и исчерпывающие данные, необходимые для реализации проектных решений в натуре. На строительном генеральном плане даются детальные решения по организации той части строительного хозяйства площадки, которая непосредственно связана с возведением данного здания или сооружения и охватывает территорию, непосредственно примыкающую к нему.



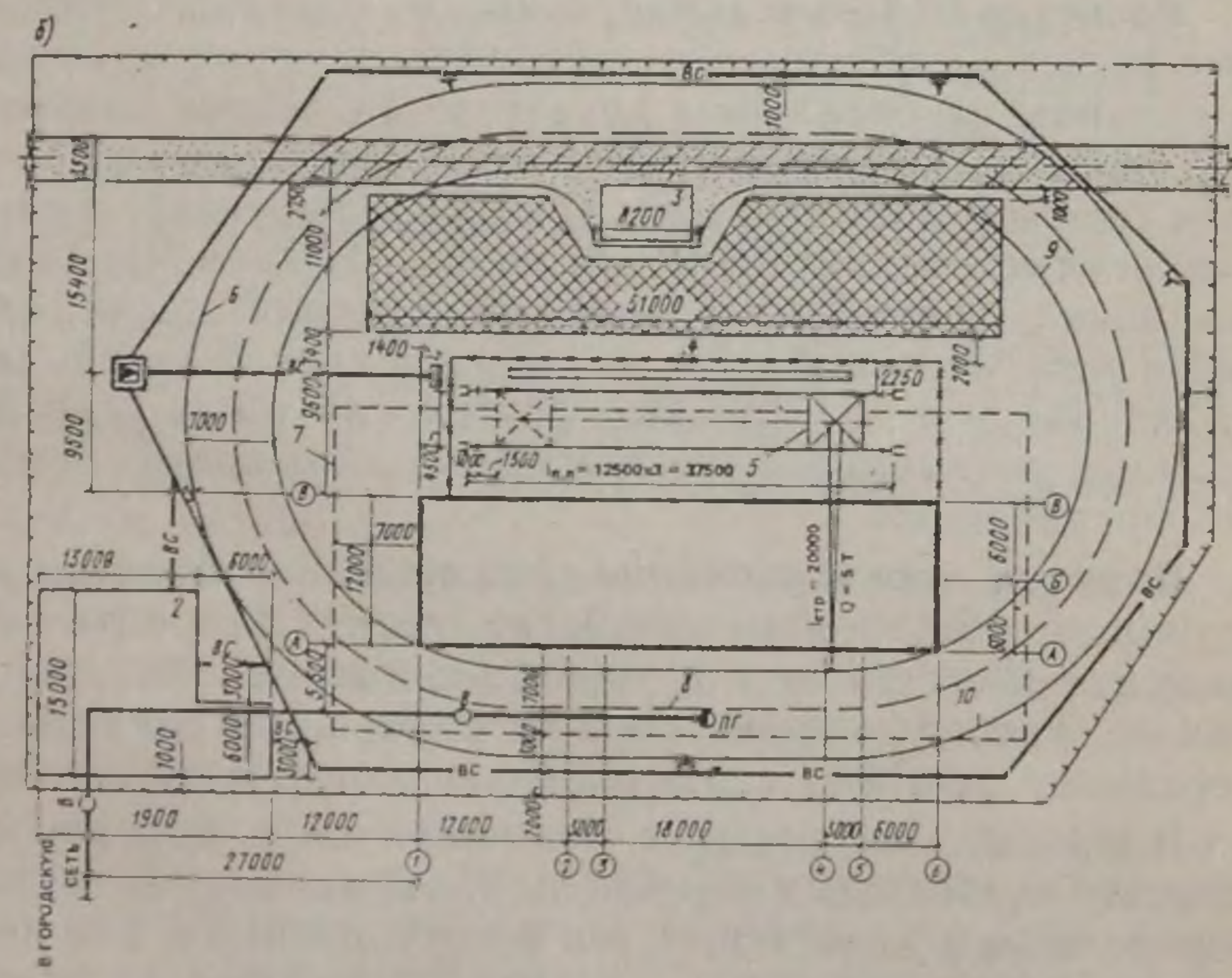


Рис. 1.6. Объектный стройгенплан жилого дома.

а — подземной части; *б* — надземной части; *1* — самоходный кран; *2* — временные бытовые здания; *3* — площадка для приема раствора и бетонной смеси; *4* — лоток для кабеля; *5* — башенный кран; *6* — граница опасной зоны; *7* — граница монтажной зоны; *8* — граница зоны возможного падения груза; *9* — граница зоны обслуживания крана; *10* — граница опасной зоны рабочего крана.

Строительный генеральный план разрабатывается с указанием границ строительной площадки и видов ее ограждений, действующих и временных подземных, наземных и воздушных сетей и коммуникаций, постоянных и временных дорог, схем движения средств транспорта и механизмов, мест установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, опасных зон, путей и средств подъема работающих на рабочие ярусы (этажи), а также проходов в здания и сооружения, размещения источников и средств энергоснабжения и освоения строительной площадки с указанием расположения заземляющих контуров, площадок и помещений складирования материалов и конструкций, площадок укрупнительной сборки конструкций, расположения помещений для санитарно-бытового обслуживания работающих, питьевых установок и мест отдыха, а также зон повышенной опасности.

Расчетно-пояснительная записка содержит уточненные расчеты и обоснования потребности строительства во временном строительном хозяйстве на основе натуральных (физических) объемов работ, определенных по данным рабочей документации (рабочего проекта), а также конкретные технические решения механизированных установок, временных зданий, сооружений, дорог, силовой и осветительной сети, водо- и теплоснабжения, телефонизации и т. д. При выборе тех или иных устройств должны учитываться конкретные возможности подрядной организации.

Порядок проектирования. Размещение объектов временного строительного хозяйства следует начинать с размещения монтажных и грузоподъемных механизмов, так как их расположением прежде всего определяются все остальные решения строительного генерального плана.

Вопросы, связанные с размещением и привязкой к объекту монтажных кранов и подъемников, а также с определением их опасных зон и ограничений в работе на строительной площадке, следует проектировать в каждом конкретном случае, применительно к условиям производства работ с учетом требований технических условий безопасной эксплуатации, технологических карт производства работ.

Пути передвижения монтажных кранов необходимо располагать, как правило, вдоль зданий. Установка и пе-

ремещение машин вблизи выемок (котлованов, траншей, канав и т. п.) с неукрепленными откосами разрешается только за пределами призмы обрушения грунта.

Размещение приобъектных складов должно производиться с учетом расположения подъездных дорог и подъездов от основных транспортных магистралей к местам приемки и выгрузки материалов. Приобъектные склады сборных конструкций, материалов, полуфабрикатов и др. должны находиться в зоне действия крана.

При размещении складов необходимо руководствоваться решениями, принятыми в технологических картах и схемах производства работ. При этом не следует ограничиваться определением габаритных схем складских площадок в зоне действия механизмов, а необходимо выполнять раскладку сборных конструкций по типам и маркам с учетом технологической последовательности монтажа.

Ширина механизированного приобъектного склада устанавливается в зависимости от параметров погрузочно-разгрузочных работ и обычно не превышает 10 м. Ширина склада укрупнительной сборки конструкций, обслуживаемого башенным краном, не должна превышать полезного вылета стрелы крана по одну и другую сторону (при размещении склада с двух сторон относительно башенного крана).

В открытых складах при складировании изделий, конструкций и полуфабрикатов необходимо предусматривать продольные и поперечные проходы шириной не менее 0,7 м, при этом поперечные проходы устраиваются через каждые 25—30 м.

Открытые склады с огнеопасными и сильно пылящими материалами следует размещать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и сооружениям и не ближе, чем в 20 м от них. Все склады должны отстоять от края дороги не менее чем на 0,5 м.

Внутрипостроечные дороги на строительной площадке должны обеспечивать бесперебойную работу складов и механизированных установок. Ширина проезжей части временных дорог и количество движения определяются в зависимости от типа автомобилей и категорий дорог и принимаются при движении транспорта в одном направлении 3,5 и в двух — 6 м (табл. 1.2.).

При применении автомашин шириной до 3,4 м (МАЗ-525, МАЗ-530) ширина проезжей части увеличивается соответственно до 4 и 8 м. Сеть внутрипостроечных дорог должна быть закольцованной.

Таблица 1.2.

Параметр	Показатели для полос движения (в м).	
	1	2
Ширина полосы движения	3,5	3
Ширина проезжей части	3,5	6
Ширина земляного полотна	6	8,5
Наименьший радиус кривых в плане	12—18	12—18

После размещения складов и внутрипостроечных автодорог переходят к привязке временных строений. Временные (в основном инвентарные) производственные, санитарно-бытовые, административные здания должны размещаться таким образом, чтобы обеспечивались безопасные и удобные подходы к ним для рабочих и максимальная блокировка зданий между собой, что способствует сокращению расходов по подключению зданий к коммуникациям и эксплуатационных затрат. При наличии общеплощадочного стройгенплана на объектном плане уточняют расположение временных зданий, сооружений и установок только на территории, непосредственно примыкающей к строящемуся объекту.

На объектном стройгенплане конкретизируют требования техники безопасности с показом ограждений опасных зон работы механизмов и высоковольтных линий; переходы через железнодорожные пути; расстановку знаков, регулирующих движение транспорта, и др. Уточняют также другие элементы построечного хозяйства.

1.9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Повышение качественных показателей производства является одной из актуальных задач современного строительства. Качество строительной продукции на стадии проектирования определяется высоким уровнем проектных решений, которые должны соответствовать современному уровню научно-технического прогресса, действующим нормативным требованиям.

Проектные решения реализуются в процессе возведения зданий и сооружений. При этом качество конечной строительной продукции зависит от качества выполнения

строительно-монтажных работ и качества применяемых строительных материалов изделий и конструкций.

Совершенствование технологии производства строительно-монтажных работ и методов возведения зданий и сооружений способствует интенсификации строительства и является одним из основных направлений повышения его эффективности. Основным направлением технической политики в этой области является: индустрнализация и механизация строительства; перенос всего объема тяжелых и трудоемких работ по изготовлению конструкций и деталей на заводы, повышение степени их готовности; разработка и применение проектов, предусматривающих максимальную сборность объектов строительства и уменьшающих сложность монтажа; комплектная поставка конструкций и изделий полной заводской готовности; применение новых высокопроизводительных технологических процессов, основанных на комплексной механизации и автоматизации работ.

Успешное решение этих задач возможно только при умелом использовании современных достижений научно-технического прогресса и управлении им как единой отраслью «Наука — проектирование — строительное производство».

В связи с вышеизложенным достижение в строительстве необходимого качества является комплексной проблемой, зависящей от плановых органов, заказчиков, проектных и монтажно-строительных организаций, заводов-поставщиков, эксплуатирующих и контролирующих органов.

Поэтому управление качеством в строительстве — это установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемое путем систематического контроля и целенаправленного воздействия на условия и факторы, влияющие на качество (ГОСТ 15467—79).

В основу построения системы управления качеством в строительстве положен принцип единой системы государственного управления качеством продукции. В соответствии с этим положением управление качеством реализуется на государственном, ведомственном и производственном уровнях (рис. 1.7.).

Государственный уровень управления качеством в строительстве представляет министерство строительства республики, основными функциями которого являются планирование качества продукции, организация государ-

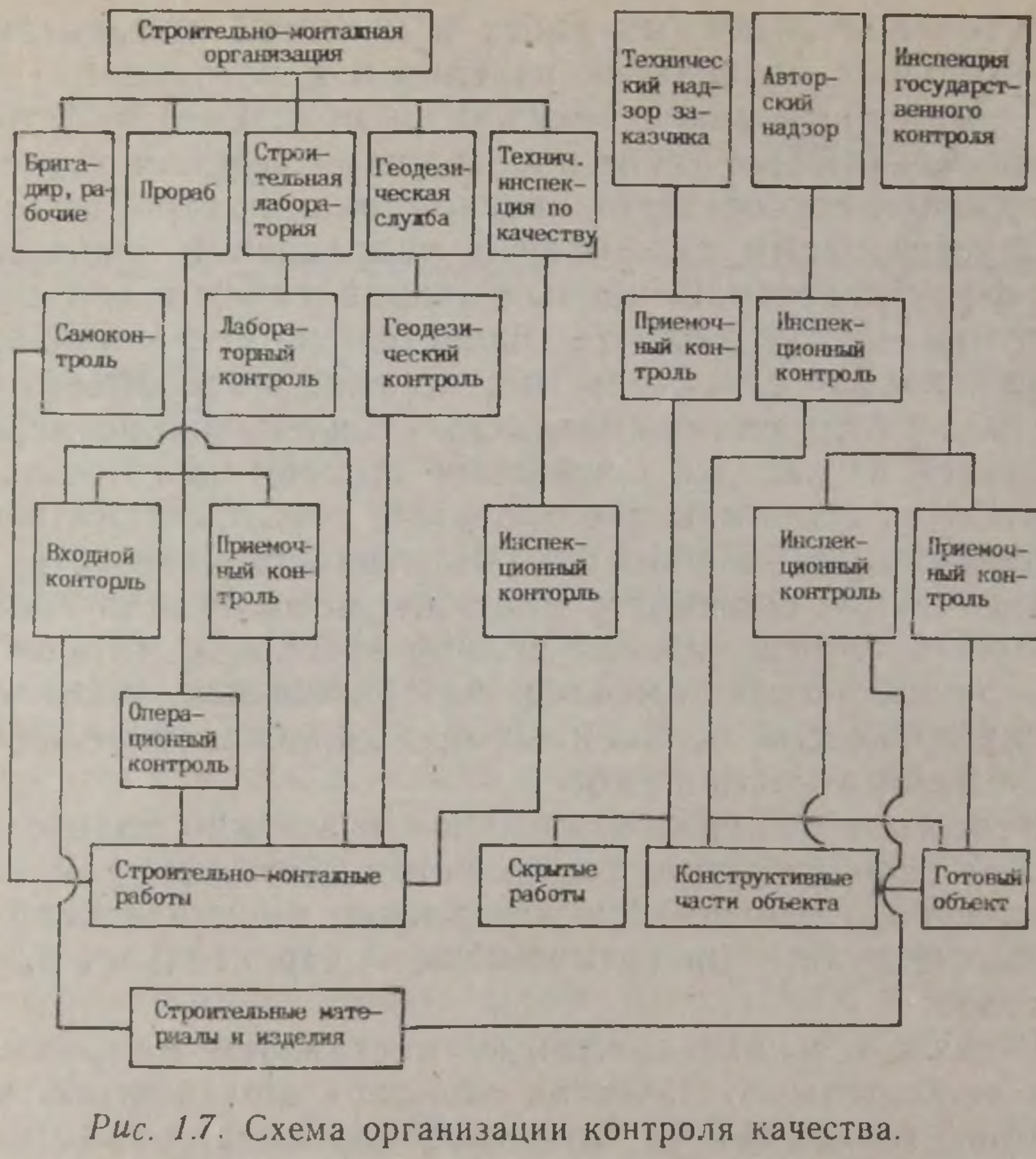


Рис. 1.7. Схема организации контроля качества.

ственного надзора за соблюдением качества, разработка мероприятий по улучшению качества.

Ведомственный уровень управления качеством осуществляется отдельными ведомствами республики. Функции этого уровня аналогичны государственному, но ограничены пределами ведомства.

Производственный уровень управления качеством осуществляется в проектных организациях, на предприятиях и строительных организациях (объединениях, трестах, управлениях), внутрипроизводственными службами. Так как производственный уровень — уровень исполнительский, то основным содержанием его работы является разработка системы мероприятий по обеспечению качества в соответствии с действующими нормативами и проектной документацией. Обеспечение качества строительно-монтажных работ достигается систематическим контролем выполнения каждого производственного процесса. С позиций организации контроль качества подразделяется на внутренний и внешний.

Внутренний контроль — функция административно-технического персонала строительной организации на всех стадиях производства работ. Оперативный контроль за производством работ в основном возложен на прораба, строительного мастера и бригадира, которые выполняют его непрерывно и постоянно.

Внешний контроль *(технический надзор)* — функция заказчика, по заказу которого ведется строительство, и проектной организации (авторский надзор).

Технический надзор заказчика *(застройщика)* ведет контроль за объемом и качеством работ на протяжении всего срока строительства и принимает от подрядчика подготовленные к вводу в эксплуатацию объекты. Заказчик участвует во входном, промежуточном и приемочном контроле, что оформляется документально.

Авторский надзор проектных организаций за строительством вводится в целях улучшения качества, сокращения продолжительности и снижения стоимости строительства, а также повышения ответственности проектных, строительных организаций и заказчиков за качество вводимых объектов и внедрение более совершенных материалов, конструкций и сооружений.

Авторский надзор имеет право приостановить строительство при обнаружении отклонений от проекта, а также вскрытии дефектов при выполнении работ. Возобновление работ возможно только после полного устранения всех обнаруженных дефектов.

Проектные организации также, как и строительные, несут ответственность за качество строительства, а также за тщательность проведения авторского надзора и устранение выявленных недостатков.

Организация приемки зданий и сооружений в эксплуатацию. Прием в эксплуатацию законченных строительством объектов является завершающим и наиболее ответственной формой внешнего контроля качества. Правила приемки регламентирует СНиП Ш-3-76 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством предприятий, зданий и сооружений. Основные положения».

Сдачу и приемку в эксплуатацию выполняют в две стадии: предварительная техническая приемка объекта от подрядчика рабочей комиссией заказчика и окончательная приемка Государственной комиссией.

1.10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В нашей стране охрана окружающей среды является общегосударственной задачей, предусмотренной Консти-

туцией республики. В соответствии с требованиями законодательства об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов, всем министерствам республики, предприятиям и организациям вменяется в обязанность осуществление природоохранных мероприятий при планировании развития отраслей, проектировании и строительстве новых объектов.

Природа является связующим звеном в экологических процессах, поэтому надо быть крайне осмотрительным и уметь предвидеть последствия тех или иных хозяйственных решений. При проектировании городов и населенных мест, производственных и жилых районов в генеральных планах и проектах планировки и застройки в обязательном порядке должны быть предусмотрены надлежащие меры по охране и воспроизводству всех элементов природной среды.

В сохранении и обеспечении естественного состояния природы исключительно важное место отводится производству строительно-монтажных работ, так как необдуманные методы производства этих работ приводят к непоправимым последствиям, связанным с гибелью лесных массивов и насаждений, загрязнением акватории, изменением почвенного покрова земли и режима подземных и грунтовых вод, нарушением экологического равновесия среды.

Меры по охране природы необходимо осуществлять, начиная со стадии инженерно-геодезических изысканий. Транспортные пути следует прокладывать по предполагаемой территории застройки или намечаемым постоянным и временным автодорогам. При геодезической съемке нужно отказаться от прокладки неоправданных просек, приводящих к излишней валке деревьев. При выполнении изыскательских работ необходимы меры, препятствующие интенсивному замачиванию просадочных и набухающих грунтов, активизации возникновения оползней и т. п. По завершении изысканий непременно проводят ликвидационные работы — засыпку шурфов и вспомогательных выемок и другие восстановительные работы.

Строительную площадку расчищают от кустарников и малоценных пород деревьев только в сторону территории застройки, чтобы не нарушать экологического равновесия в зоне оставляемых зеленых массивов. В подготовительный период при освоении строительной площадки следует строго следить за снятием растительного слоя

со всей застраиваемой и подлежащей планировке территории для дальнейшего его использования в деле по благоустройству на месте строительства или для отправки на другие участки. Корни деревьев засыпать отвалами грунта нельзя, так как некоторые породы от этого погибают.

Планировочные работы и прокладку подземных коммуникаций выполняют строго по стройгенплану. Выполнение земляных работ, в том числе при устройстве фундаментов и подвальных помещений, ведут со строгим соблюдением проектных отметок.

Постоянное или временное водопонижение с учетом влияния дренажей на влажностный режим растений устраивают от них на расстоянии до 300 м. При устройстве водопонижения и дренажей, нарушающих естественное водонасыщение грунтов, на прилегающей территории устраивают шпунтовые стенки.

Деревья или ценные кустарники, подлежащие сохранению на застраиваемой территории, обносят специальными ограждениями с соответствующим гумусным слоем, охраняющими корневую систему, а стволы закрывают деревянным коробом. Деревья и кустарники ценных пород в соответствии с проектом нумеруют, приемку и сдачу производят по акту с участием дендрологов.

Пересадку деревьев выполняют механизированным способом, вырезая цепными резцами грунтовый блок с корневой системой и поднимая дерево краном за ствол со специальной обшивкой в местах строповки. Если дерево перевозят на другую территорию, то корневую систему обшивают ящиком. В зимних условиях при замерзших грунтах транспортировка допускается без обшивки.

В процессе возведения надземной части здания в целях охраны окружающей территории от запыления следует регулярно вывозить строительные отходы и мусор. Удалять строительный мусор с этажей разрешается только в контейнерах или спускать по коробам в приемные бункеры. Ни в коем случае нельзя закапывать на стройке бракованные строительные изделия и детали и не использованные строительные материалы. На строительной площадке также не допускается сжигание отходов и остатков материалов, особенно рулонных на битумной основе, изоляционных материалов, красителей, автопокрышек и т. д., интенсивно загрязняющих воздух.

В соответствии с основами Земельного законодательства республики, все предприятия, ведущие строительные или другие работы на сельскохозяйственных землях,

должны привести их в пригодное состояние в ходе работ, а при невозможности — в течение года после завершения всех работ.

Объект может быть принят в эксплуатацию только после полного завершения предусмотренных проектом работ по благоустройству и озеленению прилегающих территорий, проведения испытаний и предварительной технической приемки всех водо-, воздухо- и газоочистных сооружений, а также по удалению и утилизации твердых отходов.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

2.1. СОСТАВ И НАЗНАЧЕНИЕ РАБОТ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПЛОЩАДКИ К СТРОИТЕЛЬСТВУ

Своевременное и качественное выполнение работ подготовительного периода является важным условием завершения строительства в намеченные сроки и рациональной и эффективной организации производства строительных работ на всех последующих стадиях, входящих в состав основного периода строительства.

В состав работ подготовительного периода входят: проектно-изыскательские работы, инженерная подготовка территории к строительству; организация строительной площадки.

Проектно-изыскательские работы являются основой для выбора рациональных проектных решений, обеспечения прочности и устойчивости зданий и сооружений, разработки проектов организации строительства и производства работ.

Существуют экономические и инженерно-технические изыскания.

Экономические изыскания необходимы для выбора района и площадки строительства, обеспечения экономичности проектных решений, организации строительства.

Инженерно-технические изыскания осуществляют в целях изучения топографических, геологических, гидрогеологических и метеорологических условий строительства. Состав и объем изысканий зависят от вида строительства и регламентируются СНиП П-9-78 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». Очень важно знать что от правильности геологических

данных зависит не только устойчивость земляных или других сооружений, но и выбор способа ведения земляных работ.

Инженерные изыскания в целом необходимы для выработки оптимальных решений по вертикальной планировке, размещению и ориентации объектов; расчета и конструирования фундаментов, систем инженерного оборудования зданий и сооружений.

Южная и восточная части территории нашей республики являются зонами повышенной сейсмической опасности, степень которой выражается в баллах и определяется картами макросейсморайонирования. Поэтому важным условием обеспечения прочности и устойчивости зданий и сооружений является учет при проектировании сейсмических нагрузок, наличие и интенсивность которых определяют и уточняют на основе локального изучения геологической и гидрогеологической обстановки района строительства.

Инженерная подготовка территории предусматривает проведение комплекса работ по приведению ее в состояние, обеспечивающее производство строительных работ в наиболее благоприятных условиях. В состав этих работ входят в общем случае расчистка территории площадки, отвод поверхностных и понижение уровня грунтовых вод, создание геодезической разбивочной основы.

Расчистку строительной площадки от леса и кустарника производят в пределах границ, установленных проектом и ограждаемых временным забором. Ценные породы молодых деревьев в определенные сроки пересаживают на новые места. Остальные деревья после валки и обработки перевозят на временные склады, находящиеся за пределами строительной площадки.

Для удобства валки деревьев и безопасности работ лес предварительно расчищают от кустарников и мелколесья, которые выкорчевывают и убирают с помощью кусторезов, бульдозеров и тракторов-корчевателей в специально отведенные места.

Валку леса необходимо производить с одновременной корчевкой и удалением пней. Способы валки деревьев зависят от крупности леса, породы древесины, вида грунта и гидрологических условий.

В обычных грунтах деревья независимо от их диаметра валят с корнями, используя трактор-древовалы или бульдозеры, оборудованные специальными упорными рамами. Крупные и средние деревья валят, предварительно

подрубив или подпилив корни со стороны валки, а у деревьев с мощной корневой системой — с трех сторон.

В большинстве случаев деревья спиливают на высоте 0,2—0,3 м бензомоторными или электрическими пилами. Для корчевки пней диаметром до 30 см применяют тракторы, бульдозеры, корчеватели-собиратели; 30—40 см — бульдозеры, корчеватели-собиратели со специальным оборудованием; 40—50 см — корчеватели и корчевательные лебедки. Для корчевки пней диаметром более 50 см с сильно развитой корневой системой или пней диаметром более 30 см, находящихся в мерзлых грунтах, следует применять взрывной способ.

При наличии на строительной площадке валунов (камней) чрезмерно больших размеров для применяемых землеройных и землеройно-транспортных машин, их убирают до начала земляных работ бульдозерами за пределы зоны работ или дробят на месте взрывным способом — наружными или шпуровыми зарядами. Выбор способа дробления обосновывают экономическими расчетами и условиями безопасности ведения земляных работ.

До начала земляных работ на строительной площадке необходимо снять плодородный растительный слой в размерах, установленных техническим проектом, и уложить в отвалы для дальнейшего использования его при восстановлении (рекультивации) нарушенных сельскохозяйственных земель, а также при благоустройстве территории. Растительный слой обычно снимают в талом состоянии бульдозерами и скреперами. В зимних условиях плодородный слой допускается снимать лишь при наличии технико-экономического обоснования в проекте. Контроль за снятием и хранением плодородного растительного слоя почвы осуществляют заказчик и землеустроительная служба.

При возведении новых объектов, реконструкции и расширении действующих производственных предприятий, капитального ремонта жилых и культурно-бытовых зданий и в ряде других случаев выполняют работы по разборке и сносу существующих зданий и сооружений или отдельных их элементов. Процесс разборки состоит из двух этапов — подготовительного и основного. На подготовительном этапе проводится обследование сносимых строений. При этом определяют состояние зданий и сооружений в целом и их элементов; методы производства и объемы работ; выход материала и конструкций от разборки и их пригодность для последующего использо-

вания; надежность отключения инженерных сетей; мероприятия по сохранению расположенных рядом построек; сроки начала и окончания работ.

На основании результатов обследований подрядчик разрабатывает проект производства работ по разборке строений, в который входят стройгенплан сносимого сооружения, схемы и технологические карты производства работ, графики их выполнения, машины и механизмы, используемые в работе, транспортные средства, такелажная оснастка, леса, подмости и т. п. Особо должны быть разработаны мероприятия по обеспечению безопасности производства работ.

Процесс разрушения строительных конструкций и их разборка состоит из следующих технологических операций: подготовки разбираемых конструкций к разрушению, разрушения материала конструкций и его разборки.

Ведущим технологическим процессом, определяющим продолжительность, себестоимость и удельные трудовые затраты, является разрушение материала конструкций.

Разрушение строительных конструкций независимо от их структуры должно выполняться оборудованием и средствами механизированного разрушения конструкций или несколькими взаимосвязанными по производительности и времени машинами и средствами механизации, объединяемыми в комплекты.

Технологическая структура подготовительных, основных и вспомогательных процессов, комплекты машин, механизмов и средств разрушения выбираются в соответствии с указаниями, разработанными в технологических картах.

Водоотвод и водопонижение производятся после окончания очистки территории строительной площадки. Для отвода поверхностных вод выполняют постоянные или временные водоотводные устройства. Постоянные водоотводные устройства предусматриваются проектом в составе основных сооружений и являются необходимыми при эксплуатации объектов, а временные разрабатываются в проекте производства работ.

Поперечные сечения и уклоны всех временных водоотводных устройств должны обеспечить перехват нагорных вод вдоль границ площадки и ускорить их сток с площадки строительства. Для временного водоотвода устраиваются резервы, кавальеры, отвалы, располагаемые с нагорной стороны строительной площадки, а также специальные оградительные обвалования. Причем поперечные сечения и уклоны всех временных водоотводных

устройств должны быть рассчитаны на пропуск ливневых вод от таяния снега в течение срока, превышающего плановый срок строительства ограждаемых сооружений в три раза. Бровка временных водоотводных канав должна возвышаться над расчетным уровнем воды не менее чем на 0,1—0,2 м.

В случаях сильного обводнения площадки грунтовыми водами с высоким уровнем горизонта площадку осушают с помощью открытого или закрытого дренажа. Открытый дренаж устраивают обычно в виде канав глубиной до 1,5 м, отрываемых с пологими откосами (1 : 2) и необходимыми для течения воды продольными уклонами. Закрытый дренаж представляет собою траншею с уклонами в сторону сброса воды, заполняемую дренирующим материалом (щебень, гравий, крупный песок). Более эффективным является вариант, когда на дно такой траншеи укладываются перфорированные в боковых поверхностях трубы — керамические, бетонные, асбестоцементные и др. Такие дренажи собирают и отводят воду лучше, так как скорость стока воды в трубах выше, чем в дренирующем материале. Закрытые дренажи должны быть заложены ниже уровня промерзания грунта и иметь продольный уклон не менее 0,005.

Опорная геодезическая сеть создается на стадии подготовки площадки к строительству. Первоначально для определения границ строительной площадки производят разбивку красных линий. Последующие элементы геодезической разбивочной основы рекомендуется выполнять после расчистки территории, освобождения ее от строений, подлежащих сносу, и вертикальной планировки.

Создание геодезической разбивочной основы для строительства, вынос и закрепление основных осей сооружений в натуру (в плане и по высоте) и обеспечение геодезических наблюдений за деформациями существующих зданий и сооружений осуществляет заказчик (с привлечением, в случае необходимости, на договорных началах проектных и других специализированных организаций). В процессе строительства геодезические работы и исполнительные съемки выполняет подрядчик.

Геодезическая разбивочная основа включает разбивочную сеть и разбивку красных линий, внешнюю и внутреннюю разбивочные сети здания (сооружения), разбивку осей линейных сооружений и нивелирные сети.

Геодезическую разбивочную основу для определения положения объектов строительства в плане создают преимущественно в виде строительной сетки, продольных и

поперечных осей, определяющих положение на местности основных зданий и сооружений и их габарит, для строительства предприятий и групп зданий и сооружений; красных линий (или других линий регулирования застройки), продольных и поперечных осей, определяющих положение на местности и габарит здания, для строительства отдельных зданий в городах и поселках.

Строительную сетку выполняют в виде квадратных и прямоугольных фигур, которые подразделяют на основные и дополнительные. Длину сторон фигур в зависимости от размеров строительной площадки принимают: для основных — 100; 200; 400 м, для дополнительных — 20; 30; 40 м.

Строительную сетку обычно наносят на строительный генеральный план и привязывают к государственной геодезической сети. Для чего по координатам геодезических пунктов и пунктов сетки определяют полярные координаты S_1, S_2, S_3 и углы β_1, β_2, β_3, по которым выносят на местность исходные направления сетки (АВ и АС) (рис. 2.1.). Затем от исходных направлений по всей площадке разбивают строительную сетку и закрепляют ее в местах пересечений постоянными знаками с плановой точкой.

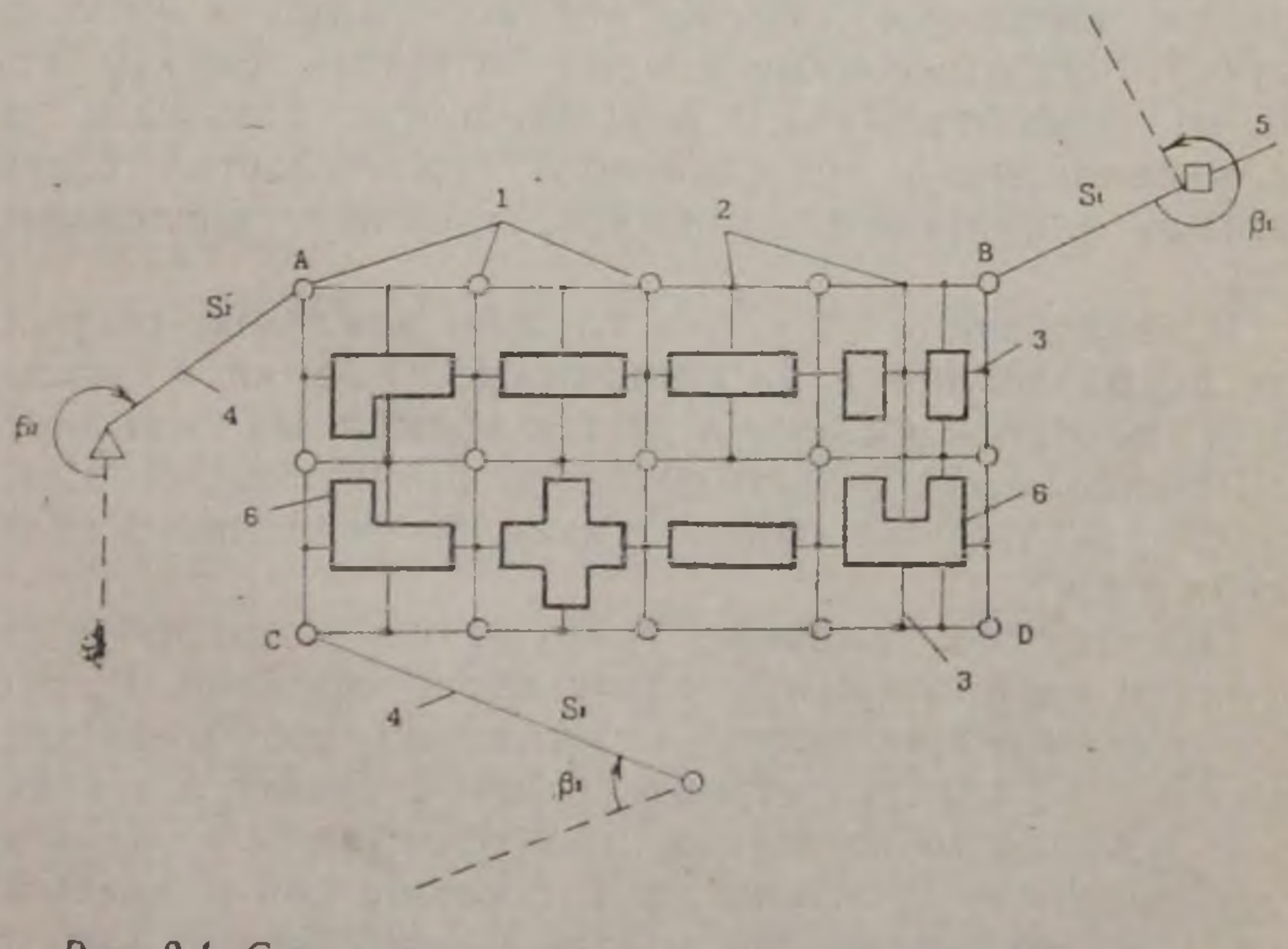


Рис. 2.1. Схема выноса на местность строительный сетки

А, В, С, Д — угловые вершины сетки; *1* — вершины основных фигур сетки; *2* — вершины дополнительных фигур сетки; *3* — основные оси здания; *4* — линия закрепления сетки; *5* — постоянный геодезический знак; *6* — здания.

Высотное обоснование на строительной площадке обеспечивается высотными опорными пунктами — строительными реперами. Обычно в качестве строительных реперов используют опорные пункты строительной сетки и красной линии. Высотная отметка каждого строительного репера должна быть получена не менее чем от двух реперов государственной или местного значения геодезической сети.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1.1. РАЗНОВИДНОСТИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ И СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА И МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ

По назначению земляные сооружения подразделяются на гидротехнические (плотины, каналы, дамбы и др.), дорожные (земляное полотно автомобильных и железных дорог), ирригационные и мелиоративные (пруды и водоемы, оросительные и осушительные каналы и др.), промышленного и гражданского строительства (вертикальная планировка площадок, траншеи, котлованы и др.).

В зависимости от срока службы земляные сооружения подразделяются на **постоянные** (выемки и насыпи дорог, плотины, кюветы и др.) и **временные** (котлованы или траншеи для фундаментов зданий и сооружений или прокладки трубопроводов и кабелей различного назначения и др.).

Постоянные земляные сооружения выполняют свои функции на протяжении длительного времени. Временные земляные сооружения служат лишь для ограждения какого-либо участка строительства, строящегося здания и сооружения до окончания строительства от воздействия проточных или грунтовых вод, а также для размещения в них подземных частей зданий и сооружений или подземных магистралей. По окончании строительства временные сооружения ликвидируют.

Земляные сооружения обычно строят в форме выемок или насыпей. В промышленном и жилищно-гражданском

строительстве наиболее часто приходится выполнять работы, связанные с планировкой площадок, устройством котлованов и различных траншей. Причем выемки под фундаменты стен зданий имеют относительно небольшую глубину и ширину при значительной длине.

Вертикальную планировку территории выполняют после подготовительных работ по расчистке строительной площадки и геодезической разбивки, с указанием глубины срезки и высоты насыпи. Вертикальная планировка площадок под отдельные промышленные здания и сооружения, насыпи автомобильных и железных дорог, плотины, дамбы, а также обратные засыпки пазух фундаментов объектов относятся к качественным насыпям. Поэтому эти насыпи должны удовлетворять определенным требованиям по составу, влажности, устойчивости, плотности, водонепроницаемости.

Основным техническим документом, устанавливающим порядок ведения работ, размещения грунта и исключающим его произвольную укладку и многократное перемещение, является баланс земляных работ.

Баланс земляных работ по строительной площадке слагается из объемов планировочных работ, выемок и насыпей, обратных засыпок. При этом разница между объемами, получаемыми от разработки выемок, и объемами, потребными для насыпей и обратных засыпок, должна быть наименьшей.

При определении баланса земляных масс необходимо учитывать назначение сооружения, общие планировочные отметки, физико-механические свойства грунтов оснований, требования к грунтам сооружений, потребность в грунтах и т. д. Одновременно с определением баланса земляных масс разрабатывается схема перемещения грунта по кратчайшему расстоянию. Определяются средние расстояния транспортировки грунта, представляющие собой расстояние между центрами тяжести объемов грунта выемки и насыпи.

Технологическая схема производства земляных работ складывается из четырех основных рабочих процессов: разработки и выемки грунта, транспортирования его к месту укладки, укладки грунта в насыпь или отвал, отделки сооружения, т. е. доведение выемок и насыпей до проектного профиля.

Первые три процесса неразрывно связаны между собой технологически и по времени, а четвертый может быть не связан с предыдущими и выполнен позже. Для выполнения каждого процесса обычно используют спе-

циальные машины. Но при комплексном методе все три процесса могут быть проведены одной машиной. Примером может служить скрепер, который может разрабатывать, транспортировать выгружать, разравнивать грунт на месте отвала и уплотнять его при планировке площадей, снятии растительного слоя и перемещения его в отвал, при разработке выемок для дорог и каналов и др. То же самое можно сказать о выполнении земляных работ экскаваторами в отвал. Здесь разработку грунта и его перемещение к месту укладки производят непосредственно рабочим оборудованием экскаватора без применения транспортных средств. Этот способ используют при разработке небольших котлованов, траншей, при устройстве выемок для дорог и каналов и т. д.

При производстве земляных работ экскаваторами с транспортировкой грунта на расстояния, превышающие возможности рабочих органов экскаватора, комплексную механизацию осуществляют комплектом машин, т. е. с включением автосамосвалов. Этот способ используется для рытья крупных котлованов, выемок для дорог, каналов и т. д.

Основные технологические процессы могут сопровождаться вспомогательными, учитываемыми при необходимости в общей технологической схеме, в зависимости от назначения земляного сооружения и местных условий производства работ (рыхление мерзлых грунтов и скальных пород перед их разработкой, подготовка оснований под насыпи, отделка откосов, крепление траншей и пр.).

В случае, когда все основные и вспомогательные операции всего технологического процесса возведения земляных сооружений выполняют машины без применения ручного труда, такие работы принято считать **комплексно-механизированными.**

Выбор соответствующих комплектов машин и способов производства земляных работ зависит от видов грунта, рельефа местности и гидрогеологических условий, видов и размеров возводимого сооружения, дальности транспортирования грунта и видов транспорта, сроков строительства и других факторов.

Основными условиями правильного комплектования машин для производства земляных работ комплексно-механизированным способом является количество машин, участвующих в технологическом процессе, которое должно быть минимальным;

— в составе каждого комплекта машин выделяют одну или несколько ведущих, которые в основном опре-

деляют организацию работ всего комплекта и темпы производства работ;

— состав комплекта машин должен обеспечивать непрерывность потока грунта от места его разработки до места отсыпки в насыпь или отвал;

— производительность каждой входящей в комплект машины должна обеспечивать наиболее эффективную работу ведущей (или ведущих) машины.

Для чего в целях обеспечения непрерывного выполнения основного процесса общая эксплуатационная сменная производительность вспомогательных машин должна быть равной или больше производительности ведущей машины. Например, при комплексной механизации разработки выемок экскаваторами с погрузкой на автосамосвалы, разравниванием грунта в насыпях бульдозером и уплотнением катками это требование должно удовлетворять следующим условиям:

$$П_э \leqslant N_а П_а; \; П_а \leqslant N_б П_б; \quad П_б \leqslant N_к П_к,$$

где $П_э$ $П_а$, $П_б$, $П_к$ — соответственно сменная эксплуатационная производительность экскаватора, автосамосвала, бульдозера и грунтоуплотняющей машины, $м^3$ смену; $N_а$, $N_б$, $N_к$ — соответственно количество автосамосвалов, бульдозеров и грунтоуплотняющих машин.

К землеройным машинам относят одноковшовые экскаваторы и экскаваторы непрерывного действия (канавокопатели, роторные, траншейные, цепные карьерные).

К землеройно-строительным — скреперы, бульдозеры и одноковшовые фронтальные погрузчики.

Вертикальная планировка площадки должна производиться в полном соответствии с требованиями СНиП Ш-8-76 «Земляные сооружения» и СНиП Ш-4-80 «Техника безопасности в строительстве», а также проекта производства работ.

Отсыпку грунта в планировочные насыпи производят горизонтальными слоями или слоями с уклоном не выше 0,005 в сторону отвода воды. Толщину слоев определяют в зависимости от машин и оборудования, применяемых для уплотнения грунта.

Насыпи, возводимые без уплотнения грунта, на основаниях, не дающих осадки, следует отсыпать с запасом на последующую ее осадку: при отсыпке из скальных грунтов — до 6%, из нескальных — до 9% общего объема отсыпки.

Для производства земляных работ по вертикальной планировке в зависимости от дальности перемещения

грунта рекомендуется применять следующие машины и оборудования: автогрейдеры — до 20 м; бульдозеры: 30—50 м — ДТ-54; 50—70 — ДТ-75, Т-100; 70—100 — Т-130, Т-180; самоходные скреперы: 300—1500 м—МАЗ-529М (объем ковша до 8 м³); 400—2500 — МоАЗ-546П (объем ковша до 9—10 м³).

Одноковшовые экскаваторы применяют при расстояниях перемещения грунта более 1,5 км и при песчаных грунтах, не допускающих применения скреперов. При этом грунты, выгружаемые из автомобилей — самосвалов, разравнивают бульдозером или экскаватором-планировщиком. Толщина слоев зависит от применяемого уплотняющего оборудования.

Для уплотнения связных грунтов рекомендуется применять катки на пневмошинах, кулачковые и решетчатые, а также трамбующие машины, а для несвязных — вибрационные, вибротрамбующие машины и катки на пневмошинах.

Приемка работ по планировке территории состоит в установлении соответствия проектным данным отметок и уклонов спланированной поверхности и степени уплотнения грунта.

Разработку траншей и котлованов глубиной до 1,5 м производят одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой или драглайном, а при глубине 1,5 м — прямой лопатой.

Ширину проходки при разработке котлованов экскаватором — обратная лопата назначают в зависимости от наибольшего радиуса резания и глубины выемки. При необходимости расширения проходки для ускорения фронта последующих работ разработку котлована ведут уширенным забоем с зигзагообразным передвижением экскаватора.

При разработке траншеи шириной по дну, равной ширине ковша, ось проходки экскаватора рекомендуется совмещать с осью траншеи, если ширина траншеи по дну больше ширины экскаваторного ковша, ось проходки должна размещаться между осью траншеи и подошвой откоса (рис. 3.1.).

Ширину котлованов и траншей по дну для ленточных и отдельно стоящих фундаментов назначают на 0,2 м больше ширины конструкции фундаментов, гидроизоляции, опалубки и крепления. Для котлованов с откосами расстояние между подошвой откоса и сооружением должно составлять 0,3 м.

Котлованы и траншеи под фундаменты следует раз-

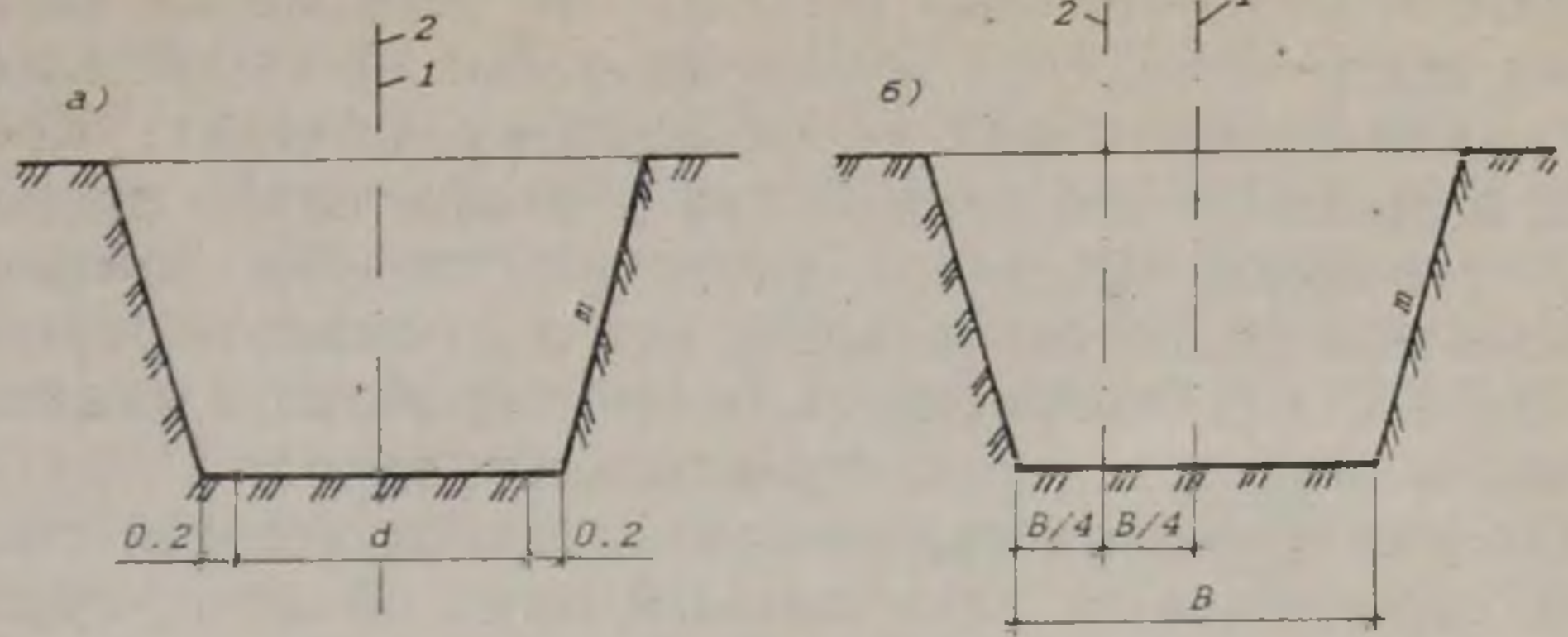


Рис. 3.1. Ось проходки экскаватора при разработке траншей *а* — при ширине траншеи по дну, равной ширине ковша; *б* — при ширине траншеи по дну больше ширины ковша экскаватора; *1* — ось траншеи; *2* — ось проходки экскаватора; *d* — ширина конструкции фундамента; *B* — ширина траншеи по дну.

рабатывать без нарушения естественной структуры грунта в основании. Зачистка дна котлована должна производиться бульдозерами, экскаваторами со специальными зачистными ковшами или планировочными машинами. При этом недобор грунта до проектной отметки не должен превышать 5—7 см, который в местах установки фундаментов дорабатывают вручную.

3.1.2. СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Проекты производства земляных работ разрабатываются в тесной увязке с общими проектами производства работ по объектам с учетом следующих за ними общестроительных и монтажных работ.

Проекты производства работ составляют на основании утвержденного технического или технорабочего проекта, включающего в качестве основной части проект организации строительства; уточненного генерального плана строительной площадки (комплекса или объекта) с нанесением на него элементов строительного генерального плана, связанных с производством земляных работ; рабочих чертежей вертикальной планировки; рабочих чертежей зданий и сооружений или их частей, связанных с производством земляных работ; планов и продольных профилей дорог и подземных коммуникаций; отчетов о проведенных на строительной площадке инженерно-геологических изысканий с приложением графических материалов.

В проекте производства работ должны быть даны

полные и обоснованные решения по технологии выполнения всего комплекса земляных работ по строительной площадке в целом или по отдельному объекту. Кроме того, в процессе его разработки дополнительно проверены и уточнены объемы и сроки выполнения земляных работ как в подготовительный, так и в основной периоды строительства; потребность в землеройных машинах, транспортных средствах, строительных кадрах.

Проект производства земляных работ должен содержать строительный генеральный план объекта, группы объектов комплекса или площадки; рабочие чертежи и технологические схемы производства работ по объектам; баланс грунта по объекту, группе объектов, комплексу или по площадке с распределением земляных работ по методам разработки и видам транспортных средств.

В рабочих чертежах котлованов на плане и разрезах указывают ярусы их разработки, осевые линии проходок механизмов, пути движения транспортных средств, а также методы работ по зачистке откосов и дна выемки; указания по технике безопасности.

По данным о наличии грунтовых вод, их притоку, характеристике грунтов, обводненных горизонтов и наличии водоупора под ними, определяют методы поверхностного или глубинного водоотлива, границу разработки выемки в сухих и водонасыщенных грунтах. Фактор наличия грунтовых вод имеет важное значение при разработке котлованов и траншей, так как при этом крутизна устойчивых откосов резко снижается, что, в свою очередь, ведет к увеличению объемов и усложнению производства земляных работ, удорожающих строительство.

В календарном плане производства работ по рабочим чертежам уточняются перечень и объемы земляных работ, сроки и последовательность их выполнения в увязке с другими строительно-монтажными работами. Одним из важных элементов календарного плана является определение сменной выработки землеройных машин.

3.2. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.2.1. ОТКРЫТЫЙ СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

При строительстве различных подземных помещений гражданского (гаражей, торговых центров, складов, кинотеатров и т. д.) и производственного (цехов I и II раз-

молов обогатительных фабрик, установок непрерывной разливки стали и т. д.) назначений, водозаборных сооружений (насосных станций, очистных сооружений), подземных улиц и проездов, тоннелей мелкого заложения транспортного назначения, шлюзов, набережных, ограждений котлованов в городских условиях вблизи существующих зданий, а также в сложных гидрогеологических условиях (при наличии высокого уровня грунтовых вод) наиболее эффективно применение способа «Стена в грунте».

Сущность технологии возведения подземных сооружений способом «Стена в грунте» заключается в том, что с помощью специального штангового или грейферного оборудования к экскаваторам с объемом ковша 1 м^3 и более разрабатывают траншею шириной 0,2—1,0 и глубиной 18 м и более. Для предотвращения обрушения вертикальных стенок траншеи используют глинистый раствор, обеспечивающий необходимое гидростатическое давление. При этом чаще всего используют растворы бентонитовых глин, обладающих наилучшими тиксотропными свойствами. После отрывки на полную глубину участка траншеи экскаватор передвигают на новую стоянку, а на открытом участке траншеи возводят стенку из монолитного железобетона или сборных элементов. Затем по окончании устройства «Стена в грунте» по периметру сооружения или котлована производят разработку грунта и транспортировку его из котлована обычными методами, т. е. с использованием экскаваторов, автомобилей-самосвалов и другого оборудования.

Стены сооружений и ограждений котлованов, устраиваемые способом «Стена в грунте», могут иметь различную форму: прямоугольную, многоугольную, круглую, крестообразную и т. д.

Для проходки траншеи с вертикальными или наклонными стенками наиболее эффективными являются землеройные машины, обеспечивающие непрерывную или цикличную разработку траншеи на всю высоту. К таким машинам относятся экскаваторы с обратной лопатой (для траншей глубиной до 7,4 м), драглайны (для траншей глубиной до 16,3 м), бурофрезерные машины СВД-500Р и гидромеханизированный траншеекопатель ГМТ для траншей глубиной соответственно до 20 и 40 м.

Иногда вместо траншей с последующим бетонированием устраивают буронабивные сваи. Расстояние между сваями должно быть менее диаметра их ствола. Примы-

кая друг к другу, сваи образуют сплошную стенку с волнистой поверхностью.

Эффективность и целесообразность способа «Стена в грунте», выбор механизмов для производства работ зависят от гидростатических условий строительной площадки и характеристики возводимого сооружения. Самые характерные случаи применения этого способа следующие: заглубление конструкции в водоупорный слой; тесная застройка территории; высокий уровень грунтовых вод в районе строительства; устройство помещений, заглубленных в грунт более чем на 5—7 м; большие объемы земляных работ.

3.2.2. ВЫБОР МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ РАБОТ

Выемка грунта производится с помощью машин циклического и непрерывного действия. К первой группе следует отнести обычные экскаваторы с ковшом, оборудованные обратной лопатой. При глубине траншеи от 7 до 12 м можно установить удлиненные рукоятки.

Наибольшее распространение получило оборудование с рабочим органом в виде двухчелюстных грейферов, которые подвешивают на канате стрелы крана-экскаватора, либо закрепляют на специальной жесткой штанге. В последние годы внедрены канатные широкозахватные грейферные установки ШГ-600, позволяющие отрывать траншеи шириной до 1,0 и глубиной до 30 м, а также электрогидравлические грейферы, грейферные механизмы, закрепленные на жестких штангах.

Оборудование непрерывного действия более производительно, но и более дорогое и сложное в эксплуатации. К этой группе относится гидравлический траншеекопатель. Он предназначен для разработки траншей в песчаных, глинистых и суглинистых грунтах глубиной до 20 м и шириной до 0,5—0,8 м.

В последние годы в мировой практике широко внедряются машины блочной разработки грунта, которые оборудованы погружным устройством, буровым инструментом и устройством для удаления разрушенного грунта.

Возведение монолитных стен из бетона и железобетона в траншеях под защитой глинистого раствора производят методом вертикально перемещающейся трубы. В комплект специального оборудования для укладки

бетонных смесей входят: вышка с воронкой; бетонолитная секционная труба; опорная шайба и бадья для бетонной смеси.

В траншеях глубиной до 20 м можно применять телескопические бетоноукладчики.

3.2.3. ОПУСКНОЙ СПОСОБ, ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Опускные колодцы используют при устройстве заглубленных подземных помещений насосных станций, водозаборов, скиповых ям доменных печей, вагоноопрокидывателей, установок непрерывной разливки стали, подземных гаражей, в качестве массивных и заглубленных фундаментов для опор мостов, механических прессов и различных испытательных стендов.

Опускные колодцы классифицируются:

По материалу — на железобетонные, бетонные, металлические, деревянные, каменные и кирпичные. Опускные колодцы из дерева, камня и кирпича применяют крайне редко;

По форме колодца (в плане) — на круглые, прямоугольные, квадратные и с закругленными торцовыми стенками.

По способам устройства стен опускные колодцы подразделяются на три группы: из монолитного железобетона; сборных тонкостенных железобетонных панелей; сборных железобетонных пустотелых блоков.

Колодцы со стенами из монолитного железобетона рекомендуется применять, когда подземное помещение по технологическим требованиям имеет сложное очертание в плане; нет возможности изготовить и смонтировать сборные панели; необходимо проходить скальные грунты или грунты с большим числом валунов и когда сборный опускной колодец конструктивно более сложно выполнить, чем монолитный.

Во всех других случаях рекомендуется сооружать опускные колодцы из сборных тонкостенных железобетонных плоских панелей и пустотелых блоков. Пустотелые железобетонные блоки целесообразнее всего использовать при строительстве крупных опускных колодцев с большой глубиной опускания—30—40 м и более, а при глубине опускания колодцев 20—25 м наиболее целесообразны плоские тонкостенные железобетонные панели.

Технология устройства опускного колодца состоит из

следующих процессов: устройства основания под нож; изготовления ножа; устройства стен колодца; опускания колодца на проектную отметку; устройства днища колодца и гидроизоляционных работ.

Важным этапом процесса сооружения колодца является устройство основания под нож. Надежное основание, рациональная и правильно выбранная схема опирания ножа колодца на грунт гарантируют сохранность колодца при снятии его с временных опор и равномерность погружения в грунт на первых метрах опускания. Чаще всего применяют пять типов основания под нож опускного колодца: на втопленной песчаной подушке и деревянных подкладках; насыпной песчаной подушке и деревянных подкладках; насыпной песчаной призме; в специально подготовленной траншее (котловане); на песчано-гравийной (щебеночной) призме и деревянных опорах — подмостях.

Деревянные подкладки укладывают на песчано-гравийную подушку с заглублением их 0,5 диаметра подкладки. Высота подушки 50—70 см, ширина определяется длиной деревянных подкладок плюс 100 см. Обычная длина подкладок находится в пределах 2—3,5 м.

Для более крупных опускных колодцев сооружают песчано-гравийные призмы, которые служат опорами, а нож колодца бетонируют враспор в подготовленной траншее (котловане).

Основными требованиями, предъявляемыми к бетону опускных колодцев, помимо прочности являются плотность и водонепроницаемость. Для стен и днища колодца применяют бетон марки 200 и выше, водонепроницаемостью В : 4 и В : 6.

Стены колодца при бетонировании разбивают на ярусы, а ярусы — на блоки. Высоту яруса назначают в проекте производства работ, исходя из условий допустимого удельного давления на грунт под ножевой частью колодца, а также работы кранов. Колодцы высотой до 10 м бетонируют в один ярус. Более высокие бетонируют в несколько ярусов, принимая высоту яруса 6—8 м. Бетонирование каждого последующего яруса допускается только после набора бетоном прочности 1,2—1,5 МПа.

Днища опускных колодцев при большой толщине (1,2—1,5 м) также разбивают на блоки бетонирования. Вначале бетонируют нижнюю часть, затем оставшуюся, т. е. принимают двухярусную систему бетонирования.

В последнее время широкое распространение получили колодцы из сборных железобетонных элементов в

виде плоских унифицированных панелей длиною до 12, шириной 1,4—2,0 и толщиной 0,4—0,8 м.

В слабые заиленные грунты и плывуны опускают колодцы с удлиненным ножом и пазом для бетонирования. В этих грунтах рекомендуется погружать колодцы с некоторым опережением разработки грунта в них, при этом снижается наплыв излишнего грунта в колодец при его опускании.

Гидроизоляция стен и днища исключает попадание воды внутрь колодца и предохраняет бетон стен и днища от агрессивного воздействия грунтовых вод. Основные типы гидроизоляции — это торкрет, подкраска битумно-бензиновым раствором, литая асфальтобитумная, оклеечная, металлическая.

Обычно колодцы погружают в грунт под действием собственного веса. В настоящее время применяют два способа опускания колодца: насухо, с водоотливом или с искусственным водопонижением уровня грунтовых вод; без водоотлива с разработкой грунта под водой.

При опускании колодцев насухо используют три схемы разработки и выдачи грунта из колодцев. По первой схеме грунт в колодце разрабатывают экскаваторами или бульдозерами и на поверхность выдают кранами в бадьях. Вторая схема предусматривает разработку грунта в колодце грейферами. По третьей схеме используют гидромеханический способ, состоящий из трех подсхем: грунт разрабатывают гидромониторами и транспортируют на поверхность землесосными снарядами или углесосами; разработку грунта ведут гидромониторами, а на поверхность выдают гидроэлеваторами; грунт разрабатывают экскаваторами, а на поверхность выдают средствами гидромеханизации.

Способ опускания колодцев определяется в проекте производства работ в зависимости от гидрогеологических условий стройплощадки и местных условий строительства.

Грейферы наиболее целесообразно использовать для разработки легких грунтов, например песчаных, легких супесей, песчано-галечниковых, илистых. Способ выдачи грунта грейфером из-под воды испольуют, когда из-за большого притока воды в колодец трудно или экономически невыгодно организовать водоотлив или водопонижение.

Чаще всего применяют способ опускания насухо, разрабатывая грунт с помощью экскаватора и бульдозера. Легкие грунты разрабатываются бульдозером, а экска-

ватором грунт загружают в бадьи. Бульдозер используется и на вспомогательных операциях: он собирает грунт в отвалы в зоне действия экскаватора и в места, удобные для загрузки его в бадьи; производит послойную срезку берм и подготовку площадок для работы экскаватора.

Обычно начало разработки бермы считается началом погружения колодца. Если после полной разработки берм до уровня банкетки нож не опускается, приступают к разработке фиксированных зон. Зоны разрабатывают одновременно от краев к середине с помощью экскаваторов — прямая или обратная лопата. При сухом способе наиболее выгодна прямая лопата, так как с ее помощью можно грунт выбрать частично даже под наклонной гранью ножа колодца.

При сооружении опускных колодцев могут происходить перекосы и зависание их, самопроизвольное опускание. В таких случаях перекосы исправляют следующими способами: опережающей и более интенсивной разработки грунта под ножевой частью колодца, менее заглубленной в грунт; дополнительной пригрузки того участка стены колодца, который менее заглублен в грунт; размыва грунта гидроиглой.

Самопроизвольное опускание колодца останавливают путем установки под наклонную грань специальных фигурных железобетонных блоков, или фундаментных блоков. Зависания колодцев исправляют теми же способами, что и перекосы.

3.2.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЕМКОСТНЫХ И ПРИРОДООХРАННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Строительство заглубленных в грунт сооружений осуществляется, как правило, в сложных геологических, гидрогеологических и гидрологических условиях. Такими являются сооружения по забору, перекачке и хранению воды, а также по очистке, обеззараживанию и перекачке сточных вод.

Заглубленные сооружения обычно строят из железобетона. По форме в плане они бывают прямоугольными, квадратными или круглыми. Нижняя часть сооружений для ликвидации возникающих в них осадок выполняется с соответствующим наклоном. Чаще всего низ сооружения выполняют в виде опрокинутого конуса или пирамиды.

Известны следующие основные способы строительства заглубленных сооружений: в открытых котлованах, опускные и «Стена в грунте».

Первый способ является традиционным и наиболее распространенным. Сущность его состоит в том, что до начала строительства заглубленного сооружения разрабатывается необходимых размеров в плане и по глубине котлован с откосами, крутизна которых устанавливается в зависимости от свойств грунтов и уровня залегания грунтовых вод такой, чтобы была обеспечена устойчивость откосов.

Строительство заглубленных сооружений в открытом котловане наиболее приемлемо при малой глубине заложения сооружения в устойчивых, необводненных грунтах, при сложной конфигурации и больших размерах в плане. При обводненных грунтах котлованы приходится осушать, применяя в зависимости от вида грунта водоотлив или водопонижение. При оплывающих водонасыщенных грунтах котлованы необходимо ограждать шпунтовыми, а иногда даже ледопородными стенками, созданными методом замораживания. Это удорожает строительство настолько, что становится экономически нецелесообразным использование этого способа, тогда прибегают к помощи двух других названных способов.

Характерными особенностями строительства в открытых котлованах являются: устройство котлованов необходимых размеров по дну с откосами, съездами и выездами, бермами и площадками для размещения механизмов и средств осушения, а также обратная засыпка котлована. Сооружения могут быть любой формы и размеров. Чаще всего применяются прямоугольной формы в плане, наиболее удобной для размещения оборудования.

Строительство заглубленных сооружений в открытых котлованах, как правило, осуществляют в скальных, песчано-гравелистых, галечных и валунных грунтах. В песчаных и глинистых грунтах применение этого способа целесообразно в следующих случаях:

В песчаных водонасыщенных грунтах — до глубины 6—7 м;

В песчаных грунтах естественной влажности — до глубины 10—11 м;

В водонасыщенных глинистых грунтах — до глубины 10—12 м;

В глинистых грунтах естественной влажности — до 13—16 м.

Из большего числа природоохранных сооружений,

возводимых открытым способом (аэротенки, отстойники, резервуары, компрессорные и др.), наиболее сложными и трудоемкими в строительстве являются заглубленные насосные станции и водозаборы. Они состоят из подземной и надземной частей. Подземная часть включает приемную камеру и машинный зал, ограниченные стенками, перегородками и днищем.

Сооружения, возводимые в открытом котловане, унифицированы по размерам в плане. Строительство их осуществляется из монолитного (до 55—60%) и сборного железобетона. Геометрические размеры природоохранных сооружений в плане достигают 150×50 м, а глубины до 20—30 м.

В зависимости от конструктивной схемы, инженерно-геологических условий и размеров сооружений толщина наружных железобетонных стен этих сооружений при монолитном исполнении изменяется от 0,4 до 1,5 м, а при сборном — от 0,24 до 0,8 м.

Разработка грунта в котлованах в зависимости от объема подлежащего выемке грунта и наличия свободных площадок производится по следующим схемам: грунт разрабатывается экскаватором в отвал с дальнейшим перемещением бульдозером; при глубоких котлованах разработка грунта ведется в два яруса и более. При влажных и мокрых грунтах предпочтительнее применение драглайна или обратной лопаты, а в сухих — использование всех типов навесного оборудования экскаваторов.

Доработка грунта до проектной отметки должна осуществляться экскаваторами-планировщиками; наиболее эффективны шнековые планировщики, позволяющие снимать слой грунта толщиной 150—200 мм.

Для возведения монолитных стен сооружений рекомендуется применять армо-опалубочные блоки.

Сборные железобетонные конструкции монтируют с помощью башенных, козловых или мобильных кранов на гусеничном или пневмоколесном ходу в зависимости от размеров сооружения в плане, массы конструкций, глубины котлована и конкретных местных условий строительной площадки.

Монтажные схемы очень разнообразны и обычно приводятся в типовых проектах заглубленных сооружений.

После возведения сооружений производят гидроизоляционные работы и обратную засыпку пазух между возведенным сооружением и откосами котлована, а также въездов и выездов. Для обеспечения механизирован-

ной засыпки и уплотнения грунта в пазухах разрешается увеличивать размеры котлованов в пределах, дающих возможность максимальной механизации процессов земляных работ.

3.2.5. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Проектирование и строительство подземных сооружений является сложным и трудоёмким процессом, поэтому очень важен выбор оптимальных конструктивно-технологических решений на основе многовариантного исполнения.

Способ производства работ существенно влияет как на конструктивные решения возводимых объектов, так и на выбор технологии и механизации работ, что в конечном итоге определяет эффективность выбранного варианта. Для решения таких задач необходимо использовать возможности электронно-вычислительной техники, позволяющей осуществлять многовариантный поиск лучших проектных решений и выбрать вариант конструкций и технологии строительства с оптимальными параметрами. Оптимальному варианту будет соответствовать наименьшее значение приведенных затрат, составляющими которой являются сметная стоимость работ и продолжительность строительства.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время в республике подавляющее большинство промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий проектируют и строят с применением сборных конструкций, деталей и узлов. В зависимости от назначения зданий широко используются сборные железобетонные, металлические конструкции и иногда конструкции из дерева и пластмасс, изготовление которых производится на высокомеханизированных и автоматизированных предприятиях стройиндустрии.

Сейчас имеется большая сеть промышленных пред-

приятий по изготовлению сборных железобетонных изделий, деталей, конструкций, а также элементов для крупнопанельных и других жилых и общественных зданий, заводов металлических конструкций, поставляющих готовые части зданий и сооружений.

Современное строительное производство развивается на принципах **индустриализации,** которая в свою очередь базируется на максимальной типизации и стандартизации строительных элементов и деталей, унификации объемно-планировочных и конструктивных решений.

Типизацию следует рассматривать как единый процесс создания многократно повторяющихся зданий, их составных частей, а также деталей и элементов. Высшей формой типизации является **стандартизация.** Этим требованиям в первую очередь отвечают полносборные здания, наиболее характерными видами которых являются крупнопанельные и крупноблочные здания, здания промышленных предприятий из типовых унифицированных габаритных схем.

В конечном счете задачей индустриализации строительства является перенос максимального числа операций в заводские условия и превращение строительных площадок в монтажные, что ведет к уменьшению стоимости и сокращению продолжительности строительства.

Путями дальнейшего развития индустриализации строительства, поднятия его качественно на новую ступень являются: увеличение объемов полносборного строительства при улучшении качества сборных конструкций; расширение номенклатуры сборных комплектных зданий из легких металлических конструкций; развитие объемов производства и применение других прогрессивных конструкций и изделий повышенной заводской готовности; широкое применение клееных деревянных конструкций.

4.1.1. СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Сборные здания по конструктивным признакам подразделяются на крупнопанельные, каркасные, крупноблочные и объемноблочные (рис. 4.1.).

По конструктивной схеме современные крупнопанельные здания могут быть разбиты на четыре группы — с малым, большим и смешанным шагом поперечных несущих стен и с продольными несущими стенами. В зда-

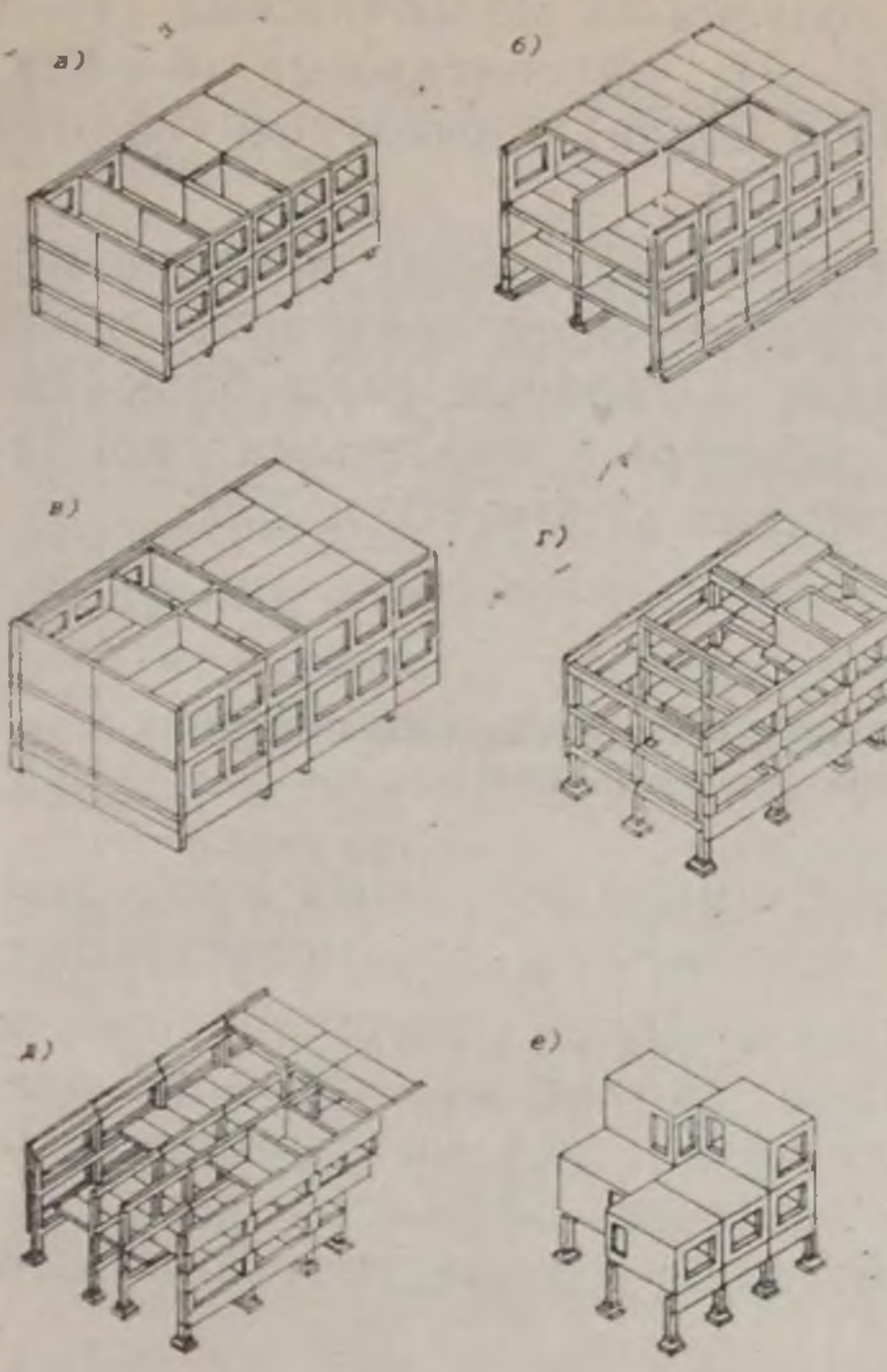


Рис. 4.1. Конструктивные системы зданий
а — крупнопанельные с поперечными несущими стенами с узким шагом; *б* — то же, с продольными несущими стенами; *в* — то же, с поперечными несущими стенами с широким и чередующимся узким шагом; *г* — каркасно-панельные с поперечным расположением ригелей; *д* — то же, с продольным расположением ригелей; *е*—из объемных элементов

ниях с поперечными несущими стенами наружные стены могут быть несущими, самонесущими и навесными.

Каркасные здания по конструктивному исполнению бывают с балочными и безбалочными конструкциями перекрытий, а также с этажом в межферменном пространстве. Две последние схемы применяются в промышленных зданиях. Расположение ригелей в каркасах балочной конструкции может быть продольным или поперечным. Панели наружных стен в этих зданиях бывают самонесущими или навесными.

Здания объемно-блочной конструкции подразделяются на три основных конструктивных схемы:

панельно-блочная — сочетание несущих объемных блоков с плоскими панелями перекрытий и навесными или самонесущими панелями наружных стен;

каркасно-блочная — сочетание несущих блок-комнат с несущим каркасом. В домах такой конструкции все нагрузки воспринимает железобетонный каркас, блок-комнаты опираются на поперечные или продольные ригели;

объемно-блочная — сплошная расстановка объемных элементов без применения плоских конструкций.

Основной конструктивной системой жилых домов является крупнопанельная, а общественных и административных бытовых зданий — каркасная.

По этажности здания делятся на малоэтажные (1—2 этажа), среднеэтажные (3—5), многоэтажные (6—12), повышенной этажности (12 и более) и высотные (25 этажей и более).

Протяженность и конфигурация зданий в плане может быть различной в зависимости от состояния типов блок-секций и их количества. Основные типы блок-секций: рядовые, торцевые, рядовые с торцевыми окончаниями, угловые, поворотные под углом 90° и 135°.

4.1.2. СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СБОРНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Производственные здания промышленных предприятий подразделяются на основные и вспомогательные. В основных помещениях размещают ведущие процессы производства (мартеновские, прокатные, механосборочные, ткацкие, кондитерские цехи и др.), во вспомогательных — подсобно-производственные, энергетические, складские, санитарно-технические и административно-бытовые и др.

Производственные здания по архитектурно-конструктивным признакам бывают одноэтажные, многоэтажные и смешанной этажности.

В одноэтажных зданиях обычно располагаются предприятия, характеризующиеся тяжелым и громоздким оборудованием, крупногабаритными изделиями и значительными динамическими нагрузками, в многоэтажных зданиях размещают производства с вертикально направленным технологическим процессом, когда используется сила тяжести сырья и полуфабрикатов, а также предприятия легкой, пищевой, радиотехнической, приборостроительной промышленности и склады.

Для производств с горизонтальным и вертикальным технологическими процессами сооружают здания смешанной этажности.

Основным типом современного производственного здания является компактность застройки путем сблокирования основных и вспомогательных цехов с единой системой обслуживания. При этом основным направлением дальнейшей индустриализации строительства является широкое применение крупноразмерных сборных конструкций и переход к их монтажу крупными узлами

и блоками, обладающими большой степенью заводской готовности.

В одноэтажных производственных зданиях применяется укрупненная сетка колон (12×6; 18×6; 12×12; 18×12; 24×12; 30×12; 36×12 м), которая позволяет более гибко организовать технологический процесс, свободно размещать оборудование и изменять без коренной реконструкции зданий технологические процессы при внедрении новой техники и технологии.

Применение в строительстве железобетонных и армоцементных оболочек, стальных и алюминиевых ферм, пространственных и висячих систем и других высокопрочных облегченных конструкций покрытий позволяет строить большепролетные здания с шириной пролетов в 36, 42, 60 м и более.

В одноэтажных производственных зданиях применяют железобетонные, стальные и смешанные каркасы, а в отдельных случаях может быть применен и неполный каркас с несущими каменными стенами.

Типовое решение одноэтажных зданий состоит из поперечных рам, в которых соединение ригелей и колонн осуществляется шарнирно. При таком соединении возможна независимая типизация ригелей и колонн, их высокая степень универсальности и возможность использования для различных пролетов здания. Шарнирное соединение колонн и ригелей конструктивно проще жесткого, что облегчает изготовление и монтаж.

Многоэтажные производственные здания по своей конструктивной схеме в большинстве случаев представляют собой каркасные здания и проектируются обычно из сборного железобетона. Эти здания строят с полным (неполным) сборным железобетонным каркасом и самонесущими (несущими) или навесными стенами. Каркас состоит из вертикальных стоек (колонн), соединенных жестко с балками (ригелями) междуэтажных перекрытий и покрытий. В совокупности они образуют поперечную многоярусную раму, жестко защемленную в фундаментах. В продольном направлении поперечные рамы связывают настилом перекрытий и покрытий, образующих жесткие диафрагмы.

Унифицированными габаритными схемами предусмотрены двух-, трех- и многопролетные здания с одной высотой по длине не более шести этажей, с сеткой колонн 6×6, 9×6, 12×6 и 12×12 м. Одноэтажные здания могут быть сблокированы с многоэтажными.

Для верхних этажей с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т или мостовыми кранами грузоподъемностью до 10 т применяют пролет длиной до 24 м. Высота этажей, может быть 3,6; 4,8; 6,0; 7,2 и 10,8 м. Высоту 7,2 м применяют для первого и верхнего этажей, высоту 10,8— только для верхнего этажа.

Каркас многоэтажных зданий выполняется из унифицированных конструкций и состоит из колонн прямоугольного сечения (0,4×0,4 и 0,4×0,6 м), ригелей прямоугольного сечения или с опорными полками и коробчатыми настилами. Колонны с консолями для опоры ригелей изготавливают высотой в один, два, три этажа. Стыки колонн выполняют с помощью сварки выпусков арматуры с последующим замоноличиванием, стыки располагают на 0,6 м выше уровня пола.

Применять стальные каркасы в многоэтажных зданиях допускается под оборудование с полезной нагрузкой на перекрытия, превышающей 30, 15 и 10кН/м^2 при сетке колонн соответственно 6×6, 6×9 и 6×12 м.

4.1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Проектирование производства монтажных работ включает решение задачи по выбору и применению методов производства работ, обеспечивающих возведение зданий и сооружений в запланированные сроки при наиболее высоких технико-экономических показателях строительства. При этом с целью снижения сметной стоимости строительства и существенного сокращения ручного труда следует исходить из принципа возведения зданий и сооружений с применением такой технологии, которая основана на эффективных методах и средствах механизации производства монтажных работ.

Методы монтажа сборных конструкций выбираются с учетом объема монтажных работ, объемно-планировочных и конструктивных решений здания, сроков монтажа имеющегося парка монтажных механизмов. Проводится анализ статической работы схемы здания, отдельных его конструктивных элементов.

Методы монтажа сборных конструкций различаются в зависимости от применяемого подъемно-монтажного оборудования, степени укрупнения поступивших на строительную площадку сборных элементов; последовательности установки их в проектное положение; направ-

ления монтажа и движения крана; способов наведения и установки элементов на нижележащие опорные конструкции. Во всех случаях применение тех или иных методов должно обеспечивать точность установки конструкций, устойчивость здания и его частей в процессе монтажа и безопасные способы производства работ.

Классификация методов монтажа строительных конструкций промышленных и гражданских зданий приведена на рис. 4.2.

Основным принципом рациональной организации монтажного процесса является поточность — непрерывное равномерное выполнение монтажных работ. Поточный метод монтажа здания обеспечивается: расчленением комплексного монтажного процесса на составляющие процессы, которые выполняются отдельными монтажными звеньями и механизмами; созданием заранее установленного ритма, при котором за определенный отрезок времени выполняются одинаковые объемы работ при постоянном составе звена и комплекта механизмов; совмещением различных монтажных работ во времени.

Для организации строительного потока здания (комплексы зданий, жилые массивы) делят на участки и захватки.

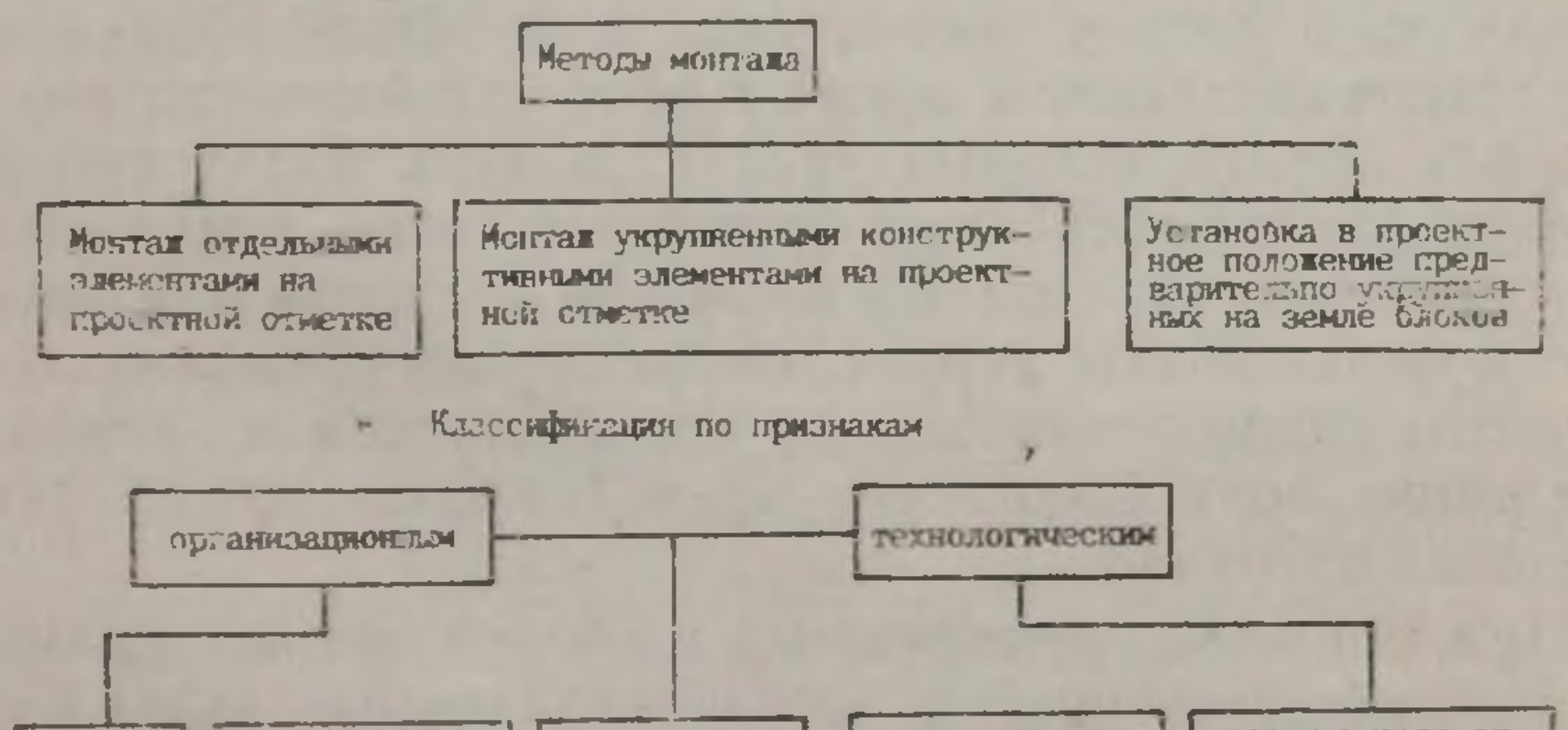


Рис.4.2. Классификация методов монтажа строительных конструкций жилых, общественных и производственных зданий и сооружений

Участок представляет собой часть возводимого объекта, в пределах которого развиваются и увязываются между собой все специализированные потоки, входящие в состав данного объектного потока. Размеры и границы участков устанавливаются из условий планировочно-конструктивного решения объекта с учетом требований обеспечения пространственной жесткости и устойчивости возводимых частей сооружений. Здание на участки разбивают в случаях, когда его отдельные части существенно отличаются по объемно-планировочному и конструктивному решениям и требуют различных монтажных средств.

Захватка представляет часть здания с повторяющимися одинаковыми комплексами строительных процессов, в пределах которых развиваются и увязываются между собой все частные потоки, входящие в состав рассматриваемого специализированного потока. Размеры захваток назначают с таким расчетом, чтобы продолжительность выполнения отдельных процессов на захватке составляла принятую единицу, определяющую ритм потока, а границы захваток соответствовали архитектурно-планировочным и конструктивным решениям сооружения.

Размеры монтажных участков и захваток необходимо назначать с учетом обеспечения в процессе сборки здания пространственной жесткости и устойчивости его отдельных конструктивных частей. В этих целях при возведении зданий, особенно со связевой или рамно-связевой статическими схемами каркасов, в состав монтажных участков включают вертикальные диафрагмы жесткости с учетом симметричности их расположения в здании, во избежание возможного его кручения под воздействием ветровых нагрузок.

При монтаже одноэтажных и многоэтажных промышленных, общественных и административных зданий размеры захваток (участков) назначают кратными шагу колонн, а при монтаже крупнопанельных и крупноблочных домов — кратными секциям.

Выбор монтажных машин и технологической оснастки производится после определения методов производства монтажных работ и способов установки конструкций в проектное положение. Для чего составляют различные варианты механизации работ и устанавливают по минимальным требуемым параметрам техническую возможность использования крана данного типоразмера, затем

по технико-экономическим показателям определяют наилучший вариант механизации работ.

Исходными данными при выборе монтажных кранов, кроме методов и технологии монтажа, являются: габариты и конфигурация зданий и сооружений (подземной и надземной частей); параметры и расположение в здании монтируемых конструкций (масса, габариты, оснастка); условия производства (степень сосредоточенности возводимых сооружений на площадке, грунтово-климатические факторы, конструктивные особенности подземной части).

Сопоставляя габариты, массу и расположение монтируемых конструкций с эксплуатационными параметрами монтажных кранов (грузоподъемностью, вылетом стрелы, высотой подъема крюка) необходимо выявить их производственные преимущества и определить наиболее пригодные в техническом отношении (можно пользоваться рекомендациями справочных пособий). Основной задачей такого сопоставления является выбор таких кранов, которые больше всего соответствовали бы возводимым сооружениям по своим требуемым параметрам и степенью охвата монтируемых конструкций по грузоподъемности и производительности.

При определении схемы движения монтажных кранов и их стоянок при любом методе монтажа необходимо стремиться к уменьшению длины пути передвижения крана и числа стоянок. Обязательным условием является соблюдение технологической последовательности установки конструкций, обеспечивающей устойчивость смонтированных элементов.

Устанавливая технические параметры монтажных кранов (грузоподъемность, высоту подъема крюка, вылет стрелы), если они не полностью соответствуют условиям монтажа, следует рассмотреть базовые модели и их модификации со всеми типами рабочего оборудования, подъемными и балочными стрелами, башенно-стреловым оборудованием.

Грузоподъемность крана определяется из условия обеспечения монтажа наиболее тяжелых элементов с учетом массы оснастки и строповочных устройств:

$$Q_{кр} = m_э + m_о + m_с = M_{гр}/l_{стр},$$

где $m_э$ — масса монтируемого элемента, кг; $m_о$ — масса оснастки, устанавливаемой на конструкциях до их подъема, кг; $m_с$ — масса строповочных устройств, кг; $M_р$ —

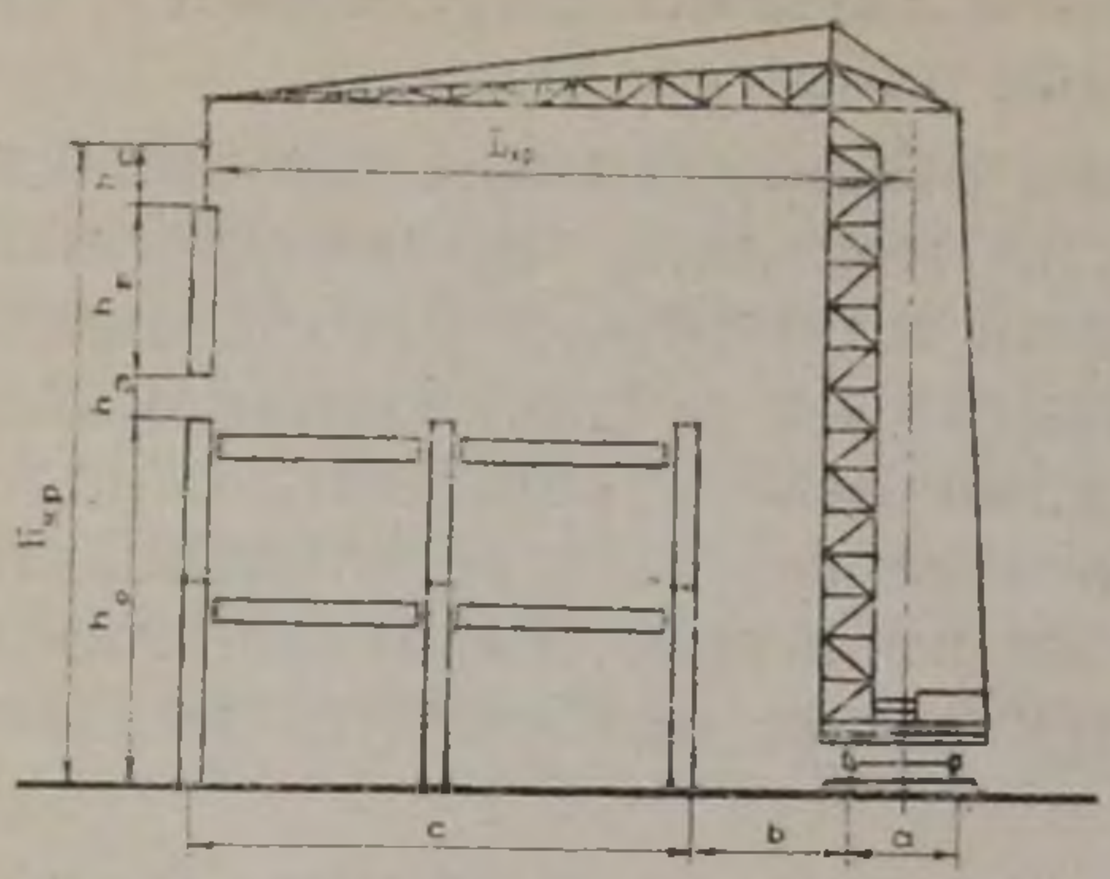


Рис. 4.3. Схема к определению требуемых параметров башенных кранов

грузовой момент, кг м; $l_{стр}$ — вылет стрелы, требуемый для установки данного элемента, м.

Требуемые технические параметры для башенных и стреловых кранов определяются по разному.

Высота подъема крюка башенного крана (рис. 4.3.).

$$H_{тр}^{кр} = h_о + h_з + h_э + h_с.$$

где $h_о$ — превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана (для кранов, устанавливаемых на земле) или над уровнем, с которого производится подъем элемента (для кранов, устанавливаемых на здании или сооружении), м; $h_з$ — запас по высоте, требующийся по условиям безопасности для заводки конструкций к месту установки или переноса их через ранее смонтированные конструкции (принимается не менее 0,5), м; $h_э$ — высота элемента в монтажном положении, м; $h_с$ — высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка крана, м.

Обычно высота грузозахватных устройств (строповки) составляет в среднем 2—4,5 м. Некоторые из них, например траверсы для подъема ферм и балок и траверсы для многоярусной подвески плит покрытий, имеют высоту 6,5—9,5 м.

Вылет крюка для башенных кранов определяется по формуле

$$l_{тр} = a/2 + b + c,$$

где а — ширина кранового пути, м; в — расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части стены, м; с — расстояние от центра тяжести наиболее удаленного от крана элемента до выступающей части стены со стороны крана, м.

При этом расстояние от оси вращения крана до ближайшей выступающей части здания долно быть на 0,7 м больше радиуса габарита нижней части крана и на 0,5 м больше радиуса габарита его верхней части. В слу-

чае установки башенного крана при возведении подземной части здания величину рассчитывают по формуле и принимают наибольшее ее значение

$$b = H_к \cdot ctg\varphi + l,$$

где $H_к$ — глубина котлована, м; φ — угол естественного откоса грунта.

Грузовой момент крана:

$$M_{гр} = P_м \cdot l_{срт}; \qquad P_м = m_э + m_о + m_с,$$

где $P_м$ — монтажная масса элемента, т.

Требуемые параметры самоходных стреловых кранов (рис. 4.4.).

Вылет крюка, при котором обеспечиваются достаточные зазоры между стрелой крана и смонтированными конструкциями, а также поднимаемым элементом, определяется по формуле

$$l_{кр}^{тр} = (a + d')(H_{стр}^{тр} - h_ш)/(h_л + h_с + h_э + h_з) + c$$

или

$$l_{кр}^{тр} = (b + d'')(H_{стр}^{тр} - h_ш)/(h_л + h_с + h_э + h_з) + c,$$

где $h_ш$ — высота шарнира пяты стрелы от уровня стоянки крана, м; а — расстояние от центра строповки монтируемого элемента до точки (о), расположенной ближе всего к стреле крана, м; в — расстояние от центра строповки смонтированного в проектное положение элемента до точки здания, расположенной ближе всего к стреле

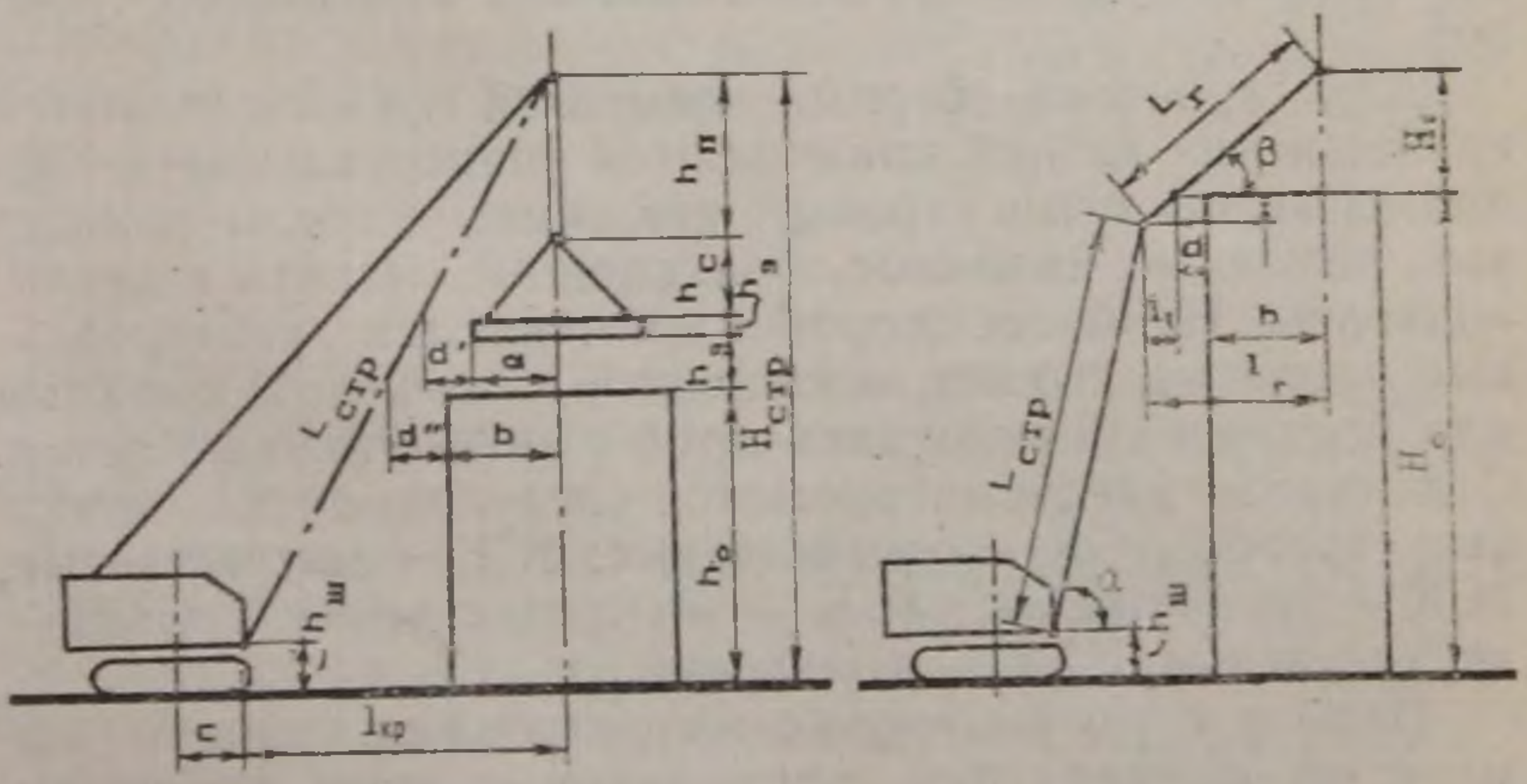


Рис. 4.4. Схема к определению требуемых параметров самоходных стреловых кранов

крана (О″), м; d′ — расстояние от оси стрелы до точки О″, включая зазор между стрелой и зданием (0,5—1,5 м в зависимости от длины стрелы), м.

Требуемая длина стрелы определяется по наибольшему из ранее найденных значений:

$$L^{тр}_{стр\,г} = \sqrt{(l^{тр}_{кр} - c)^2 + (H^{тр}_{стр} - h_ш)^2}.$$

Наименьшая длина стрелы $L_{стр·г}$ для крана, оборудованного монтажным гуськом, может быть найдена из выражения

$$L^{тр}_{стр} = (H_o - h_ш)/\sin\alpha - l\,tg\beta/\sin\alpha,$$

где $l = l_г - d - b$; $l_г$ — длина горизонтальной проекции гуська, м; $l_г = L_г \cdot \sin\alpha$; $L_г$ — длина гуська, принятая в соответствии с технической характеристикой крана, м; H_o — высота монтируемого здания, м; $h_ш$ — высота шарнира пяты стрелы от уровня стоянки крана, м; α — угол наклона стрелы к горизонту, при котором проекция стрелы будет наименьшей; β — угол наклона гуська к горизонту.

Выбор монтажных и захватных приспособлений производится в тесной увязке с решением вопросов о способах установки отдельных элементов конструкций и методах производства монтажных работ в целом с учетом всех габаритов монтируемых элементов, а также с учетом максимального пакетирования мелкоразмерных и легкомассных элементов, оптимального укрупнения монтируемых элементов в монтажные блоки с целью максимального использования грузоподъемности монтажных кранов.

Для строповки сборных элементов промышленных и гражданских зданий применяются универсальные и специальные канатные стропы с крюками, а также пальцевые, рамочные, вилочные, фрикционные захваты и петли-подхваты. Наиболее широко применяются универсальные канатные стропы, оснащенные чалочными крюками для подъема сборных элементов за монтажные петли. Стандартом предусматриваются следующие типы канатных стропов: 1СК — одноветвевые; 2СК — двухветвевые; 3СК — трехветвевые; 4СК — четырехветвевые; СКП — двухпетлевые; СКК — кольцевые.

Наряду с унифицированными стропами общего назначения применяются специальные стропы, рассчитанные на определенную номенклатуру изделий и схемы строповки. Для подъема плит перекрытий, имеющих шесть точек подвеса, применяются балансирные стропы

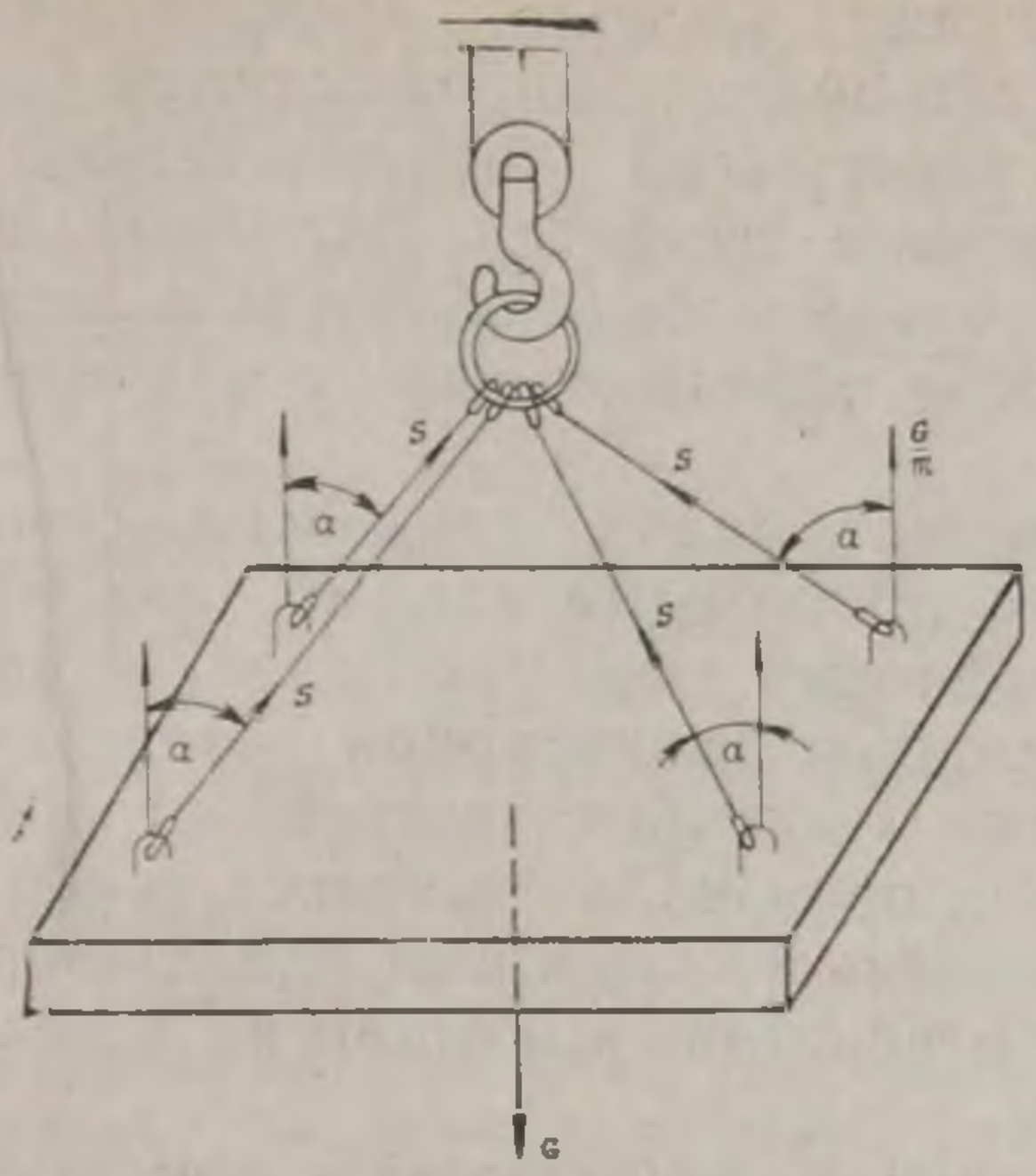


Рис. 4.5. Схема усилий в ветвях стропа

с блоками, обеспечивающими равномерное натяжение ветвей стропов.

Усилие в каждой ветви стропа (рис. 4.5.) определяется по формуле

$$S_в \frac{1}{\cos\alpha} \frac{G}{m} = k \frac{G}{m} k_н,$$

где α — угол наклона стропа к вертикали; σ — масса поднимаемоно элемента, т; m — количество ветвей стропа; $k = \frac{1}{\cos\alpha}$ — коэффициент, зависящий от угла наклона стропа.

Угол наклона α, град	0	30	45	60
Коэффициент К	1	1,5	1,42	2;

$K_н$ — коэффициент неравномерности нагрузки на ветви стропа (при $m \geqslant 4$ $K_н = 1{,}33$).

С увеличением угла α увеличиваются усилия в ветвях стропа, что может вызвать разрыв или выдергивание монтажных петель, а также увеличение сжимающих усилий в поднимаемом элементе, поэтому величину угла α рекомендуется принимать не более 45°. Наибольший груз, который может быть поднят всем стропом, определяется по формуле:

$$G_{max} < \frac{S_з}{K},$$

Расчетное усилие $S_р$ в каждой ветви стропа из стальных канатов принимается с шестикратным запасом прочности $S_р = 6S_п$.

Для монтажных работ чаще всего применяют стропы из стальных канатов диаметром от 12 до 30 мм. При изготовлении стропов более чем с тремя ветвями следует соблюдать их равенство по длине, иначе нагрузка в ветвях окажется неравномерной.

Для подъема и одновременного кантования плит перекрытий крупнопанельных зданий имеется грузозахватное приспособление с автоматическим кантователем.

Строповка колонн, имеющих консоли, производится рамочными захватами. Петли-подхваты применяются для строповки плоских плит перекрытий крупнопанельных зданий, имеющих строповочные отверстия. Вилочные захваты применяются для подъема железобетонных лестничных маршей, в том числе объединенных с полуплощадками.

Для строповки подкрановых балок таврового сечения применяют траверсы с захватными лапами или облегченными стропами. Строповку тяжелых балок и ригелей осуществляют с помощью балансирной траверсы посредством двух хомутов и четырех ветвей стропа. Подъем других видов балок производят универсальными стропами в обхват, двухветвевыми стропами или траверсами за петли или через отверстия, имеющиеся в теле бетона конструкций.

Строповку ферм покрытий осуществляют с помощью решетчатых или блочных траверс универсальными стропами, стропами с полуавтоматическими или электрическими захватными устройствами.

Подъем плит перекрытий и покрытий производят четырехветвевыми стропами либо траверсами за петли. Крупноразмерные плиты стропуются трехтраверсными и трехблочными захватными приспособлениями с увеличенным числом точек подвеса.

Строповку стеновых железобетонных панелей, находящихся в вертикальном положении, обычно выполняют двухветвевыми стропами или траверсами.

Комплексная механизация позволяет организовать выполнение согласованных работ комплектами машин, в которых отдельные машины выполняют операции в последовательном порядке непрерывным потоком. Для организации комплексно-механизированных работ процессы монтажа расчленяют на частные и специализированные потоки.

Комплексно-механизированными потоками могут быть: транспортирование конструкций на склад или площадки укрупнительной сборки; укрупнительная сборка конструкций (комплектация, укрупнение, обстройка, усиление и пр.); подготовка конструкций к подъему (комплектация, контрольная сборка, усиление, обстройка и пр.); транспортирование (подача) и установка конструкций в проектное положение (строповка, подъем, установка на опоры, выверка и временное крепление конструкций); постоянное крепление монтажных соединений (сварка, противокоррозионная защита сварных со-

единений, заделка стыков или замоноличивание их). Каждый из этих потоков выполняют с помощью соответствующего комплекта машин в определенной последовательности и в одинаковые или кратные отрезки времени.

Комплексные процессы, представляющие специализированные потоки работ, выполняются несколькими комплектами машин: один из них является ведущим, другие — вспомогательными. Ведущим называется комплект машин, с помощью которого выполняется основной производственный процесс. Ведущая машина определяет производительность комплекта. Ведущим (основным) процессом, определяющим темпы возведения сооружений, является установка конструкций в проектное положение.

Ведущей машиной в комплекте, с помощью которой устанавливают конструкции, является монтажный кран, другие — вспомогательные машины, обслуживающие кран. Поэтому из условия неразрывности работы машин в комплекте эксплуатационная производительность ведущей машины должна быть равной или несколько меньше производительности вспомогательных машин.

$$П_{э.в} \leqslant П^{1}_{э.к} \leqslant П^{2}_{э.в} \leqslant \ldots \leqslant П^{n}_{э.к}.$$

Требование, удовлетворяющее нормальному использованию комплекта машин, может быть выражено равенством:

$$П_{э.к.м} = I,$$

где $П_{э.к.м}$ — эксплуатационная производительность комплекта машин в смену, определяемая по производительности ведущей (ведущих) машины, I — интенсивность (мощность) потока работ в смену, определяемая объемом работ на захватке.

Эксплуатационная производительность комплекта машин в смену составляет

$$П_{э.к.м} = Р_{з}/к,$$

где $Р_{з}$ — объем работ на захватке, К — ритм потока (в сменах).

Количество комплектов машин, необходимых для выполнения заданного объема работ, определяется по формуле

$$m_{к} = Р/П_{э.к.м}.$$

Расчет состава ведущих машин. Потребность монтажных кранов определяют в зависимости от объемов работ на захватке и их эксплуатационной производительности.

Эксплуатационная производительность ведущей машины (монтажного крана) в смену составляет:

$$П_{э.в} = \Sigma n_i g_i t K_в = \sum b_i \frac{60}{t_{ц i}} t_с K_в,$$

где n_i — количество циклов крана в час работы при установке конструкций данного вида; b_i — количество элементов, монтируемых краном за один цикл; $K_в$ — коэффициент использования крана во времени в течение смены, учитывающий технологические и организационные перерывы в работе крана, $t_{ц i}$ — продолжительность цикла крана при установке конструкций данного вида, мин; $t_с$ — продолжительность смены, ч.

Коэффициент использования крана во времени в течение смены можно определить по формуле

$$K_в = K_{в.т} \cdot K_{в.т},$$

где $K_{в.т}$ — коэффициент, учитывающий технологические перерывы в работе в течение смены; $K_{в.о}$ — коэффициент, учитывающий организационные перерывы в течение смены (текущий уход, заправка горючим, прием и сдача крана в начале и конце смены и пр.), которые, в свою очередь, определяются по формулам

$$K_{в.т} = (t - t_{т.п})/t; \; K_{в.о} = (t - t_{о.п})/t,$$

где $t_{т.п}$ — продолжительность технологических перерывов в работе крана в течение смены; $t_{о.п}$ — продолжительность организационных перерывов в течение смены.

Необходимое количество кранов из условия монтажа разных сборных элементов на данной захватке определяется по формуле

$$m_к = \Sigma \frac{P_{сi}}{К П_{э.вi}} = \frac{P_{сi} q_i t_{т.i}}{К 60 t_с K_в},$$

где $P_{сi}$ — количество сборных элементов данного вида, подлежащих монтажу в смену; К — коэффициент перевыполнения норм; $П_{э.вi}$ — эксплуатационная производительность монтажного крана при монтаже конструкций данного вида.

Расчет потребности в транспортных средствах. Необходимое количество автотранспортных средств при монтаже сборных конструкций с транспортных средств определяется по формуле

$$m_т = П_{э.в} / П_{э.т},$$

где $m_т$ — количество транспортных машин; $П_{э.т}$ — экс-

плуатационная производительность транспортной машины в смену.

Условие неразрывности работы крана и транспортных машин можно выразить также отношением продолжительности циклов их работы

$$m_т = t_т / t_м,$$

где $t_т$ — продолжительность транспортного цикла, равная времени полного оборота тяговой машины по перевозке сборных элементов, ч; $t_м$ — продолжительность монтажного цикла, равная времени монтажа сборных элементов, доставленных на одной транспортной машине, ч.

Продолжительность транспортного цикла, ч,

$$t_т = t_п + 120l/v + t_{м\cdot о},$$

где $t_т$—время погрузки всех элементов на подвижной состав с учетом маневров на месте погрузки, ч; l — расстояние перевозки, км; v — средняя скорость движения транспортных средств, км/ч; $t_{м\cdot о}$ — время ожидания и маневров в зоне монтажного крана, ч.

Продолжительность монтажного цикла, ч.

$$t_м = N \cdot H_{вр},$$

где N — количество элементов, доставленных на одной машине; $H_{вр}$ — норма времени работы крана на установку одного элемента.

В случае перевозки конструкций сменными транспортными средствами (челночная схема) потребное количество автотягачей определяется по формуле

$$m_к t_с K_{в\cdot к} K_{о\cdot к} = t_т n_{т\cdot н},$$

отсюда необходимое количество транспортных циклов автотягача

$$n_{т\cdot н} = \frac{m_к t_с K_{в\cdot к} K_{о\cdot к}}{t_т},$$

где $m_к$ — количество обслуживаемых кранов; $t_с$ — продолжительность работы кранов; $K_{в\cdot к}$ — коэффициент использования времени работы кранов в течение смены; $K_{о\cdot к}$ — коэффициент организационных перерывов в работе кранов, возникающих вследствие невозможности полного согласования работы машин в комплекте; $t_т$ — продолжительность транспортного цикла автотягача.

Продолжительность транспортного цикла тягача

$$t_т = t_{с\cdot п} + 60 \cdot 2l / v + t_з = t_{с\cdot п} + 120l/v + t_з,$$

где $t_{с\cdot п}$ — время смены прицепов на стройке с учетом ожиданий и маневров, мин; $t_з$ — время смены прицепов на заводе с учетом ожиданий и маневров, мин.

Возможное количество циклов автотягача в смену

$$n_{т\cdot в} = t_с K_в \cdot K_{о\cdot т} / t_т,$$

где $K_в$ — коэффициент использования времени работы автотягача в течение смены; $K_{о\cdot т}$ — коэффициент организационных перерывов в работе автотягачей.

Потребное количество автотягачей для обеспечения непрерывной работы кранов при челночном способе перевозки определяется по формуле

$$m_т = n_{т\cdot н} / n_{\cdot тв}.$$

Необходимое количество полуприцепов, обслуживаемых одним автотягачом, зависит от расстояния транспортирования и количества монтажных кранов. Поэтому для обеспечения согласованной работы кранов и автотягачей составляется транспортно-монтажный график, отражающий взаимосвязь транспортных и монтажных процессов.

Расчет комплектов машин, необходимых для выполнения монтажных процессов, производится в зависимости от принятой интенсивности выполнения основного (ведущего) процесса установки конструкций в специализированном монтажном потоке. Для чего определяется интенсивность всех других процессов, связанных с основным процессом и выполняемых отдельными потоками (укрупнительная сборка, подготовка конструкций к подъему, постоянное крепление монтажных соединений и др.) Каждый из этих процессов выполняется одним или несколькими вспомогательными комплектами машин.

Необходимую эксплуатационную производительность вспомогательных комплектов машин, применяемых для выполнения этих процессов, можно определить по формуле

$$П^{н}_{э.в.к} = Р_{в\cdot з} / К,$$

где $Р_{в\cdot з}$ — объем работ по выполнению процесса на захватке или объем работ, выполняемых вне захватки, необходимых для выполнения ведущего процесса установки сборных конструкций с заданной интенсивностью

потока; К — ритм потока, т. е. продолжительность выполнения частного потока на захватке.

Количество одинаковых вспомогательных комплектов машин определяется из выражения

$$m_{в.к} = П^{н}_{э.в.к} / П_{э.к},$$

где $П_{э.к}$ — эксплуатационная производительность одного комплекта машин в смену.

Транспортирование сборных конструкций на строительную площадку в зависимости от условий, их массы и габаритов, а также дальности перевозки осуществляется автомобильным, железнодорожным, тракторным, частично водным или воздушным транспортом.

Автомобильный транспорт широко используется для перевозки сборных конструкций с заводов-изготовителей, подачи со складов и площадок укрупнительной сборки в монтажную зону. При этом транспортирование конструкций по автомобильным дорогам считается целесообразным на расстояния до 200 км, в отдельных случаях — и на большие расстояния. Перевозку сборных конструкций в зависимости от массы, вида и габаритов осуществляют непосредственно на бортовых автомобилях с одно- или двухосными прицепами; с помощью автотягачей с полуприцепами; на специальных платформах, панелевозах, балковозах, фермовозах, оборудованных на базе грузовых автомобилей и одноосных прицепов; на трейлерах. Наибольшее распространение получили автомобильные специализированные транспортные средства.

Количество сборных конструкций и деталей, укладываемых на транспортные средства, зависит от их размеров, массы и грузоподъемности автомобиля или автомобильного поезда. Сборные элементы на автотранспортные средства необходимо укладывать с учетом требований, предъявляемых к сохранению их качества. При этом элементы должны транспортироваться в положении, близком к проектному, за исключением колонн, которые перевозят в горизонтальном положении. Сборные элементы должны опираться на деревянные инвентарные подкладки и прокладки, располагаемые в определенных местах, указанных в рабочих чертежах на изготовление этих элементов. Толщина подкладок и прокладок должна быть не менее 25 мм и не менее высоты петель и других выступающих частей элементов.

Тракторный транспорт используют при перемещении конструкций на прицепах, трейлерах, в особых случаях на салазках и посредством катков. При расстояниях до

1 км перевозку осуществляют на двух или трех тракторных прицепах, либо на трейлерах или тележках.

Железнодорожный транспорт является одним из рациональных способов перевозки строительных конструкций как на короткие, так и на дальние расстояния. При этом создается реальная возможность укрупнения их непосредственно на заводе до размеров, определяемых транспортабельностью грузов. Для транспортирования конструкций по железной дороге используют в основном платформы, а для перевозки особо тяжелых, крупногабаритных и длинномерных конструкций—специальные большегрузные транспортеры грузоподъемностью до 120 т.

Выверка и временное крепление конструкций. В процессе производства монтажных работ особое внимание должно быть обращено на соблюдение требуемой технологической последовательности установки конструкций; выверки, временных и постоянных связей и их надежное закрепление. Монтаж каждого вышележащего яруса конструкций (колонн, ригелей, плит перекрытий и покрытий, подкрановых балок, балок покрытий, ферм и др.) можно начинать только после окончательного закрепления элементов нижележащего яруса и после достижения бетоном в стыках несущих конструкций 70% проектной прочности.

Установленную в стакан фундамента колонну выверяют и временно закрепляют с помощью клиньев, разводных клиньев, клиновых вкладышей, расчалок или подкосов, раздельных одиночных или пространственных кондукторов. Железобетонные колонны высотой до 12 м обычно временно закрепляют с помощью бетонных, железобетонных, стальных или дубовых клиньев. При этом бетонные и железобетонные клинья целесообразно оставлять в фундаментных стаканах.

Тяжелые колонны большой длины для устойчивости, кроме клиньев, необходимо укреплять расчалками или жесткими подкосами. Для обеспечения устойчивости составных сборных железобетонных колонн верхние элементы временно крепят к нижним монтажной сваркой, также сваривают арматурные выпуски или накладки, расположенные по углам колонны, и после этого производят расстроповку элемента.

Временное крепление и выверку колонн многоэтажных зданий осуществляют с помощью одиночных и групповых кондукторов. Причем для временного крепления и выверки колонн, стыкуемых выше перекрытий, с полуавтоматической сваркой арматуры применяют одиночный

кондуктор, а стыковку колонн на уровне перекрытий осуществляют с помощью кондукторов, устанавливаемых и закрепляемых на перекрытиях.

Количество одиночных кондукторов для временного закрепления колонн на захватке определяется по формуле

$$n_к = N \cdot t_к / t_з,$$

где N — количество конструкций, монтируемых на захватке; t — продолжительность цикла кондуктора, ч; $_з$ — продолжительность работ на захватке, ч.

Продолжительность цикла кондуктора для временного закрепления колонн в стаканах фундаментов определяется из выражения

$$t_к = t_у + t_{у.к} + t_о + t_б + t_{т.б} + t_{р.п},$$

где $t_у$ — продолжительность установки кондуктора; $t_{у.к}$ продолжительность установки конструкции в кондукторе; $t_о$ — продолжительность ожидания технологических процессов, выполняемых в следующую смену; $t_б$ — продолжительность бетонирования стыка; $t_{т.б}$ — продолжительность твердения бетона в стыке; $t_{р.п}$ — продолжительность разборки и перестановки кондуктора.

Продолжительность цикла кондуктора для временного закрепления отдельных колонн многоэтажных зданий, ч, определяется по следующей формуле

$$t = t_у + t_{у.к} + t_о + t_с + t_{р.п},$$

$_с$ — продолжительность сварки стыковых соединений.

Для монтажа сборных железобетонных колонн многоэтажных зданий применяют одиночные и групповые плоские и пространственные кондукторы. Групповой плоский кондуктор применяют в комплекте с двумя одиночными для крепления и выверки колонн промышленных зданий. Для монтажа колонн многоэтажных зданий также применяют пространственные шарнирно-связевые кондукторы: рамно-шарнирный индикатор (РШИ) и монтажно-кондукторный комплект (МКК), а также жесткие пространственные кондукторы.

Временное крепление и выверка ферм и балок производятся следующим образом. При монтаже оси железобетонных ферм необходимо совместить с рисками на колоннах и закрепить на анкерных болтах, при этом первую ферму крепят расчалками, привязывая смежные с коньком узлы верхнего пояса к неподвижным частям

сооружения или к специальным якорям. Последующие фермы скрепляют по коньку инвентарной винтовой распоркой с ранее установленными распорками в узлах примыкания раскосов к верхнему поясу.

Для временного крепления и выверки стропильных ферм с шагом 6 или 12 может быть применен также кондуктор-распорка.

Железобетонные балки при отношении их высоты к ширине до 4:1 укладывают на горизонтальные опоры без временного крепления; при большем отношении высоты к ширине монтируемые балки скрепляют распорками и стяжками с другими прочно устанавливаемыми конструкциями.

Сварка монтажных соединений и противокоррозионная защита закладных деталей и сварных соединений производятся в завершающий период производства монтажных работ.

Сварка монтажных соединений производится либо на стендах в процессе укрупнительной сборки конструкций, либо в проектном положении. При этом для сварки закладных деталей в зависимости от пространственного положения стержней и швов, диаметра свариваемых стержней и типа соединений может применяться: полуавтоматическая ванная под флюсом (стыковые вертикальные и горизонтальные соединения), ручная ванная (стыковые горизонтальные соединения), полуавтоматическая дуговая и ручная дуговая. Сварка ванным способом отличается высокой прочностью и экономным расходом металла. Она также эффективнее по затратам труда и стоимости работ.

Сборные железобетонные конструкции обычно на строительную площадку поставляются с закладными деталями и выпусками арматурных стержней, защищенными противокоррозионным покрытием на заводах.

В условиях строительной площадки защитные покрытия наносят лишь на сварные швы и на отдельные места покрытий закладных деталей, поврежденные при сварке, а также доводят толщину защитного покрытия до проектной величины. Противокоррозионную защиту металлических соединений сборных железобетонных конструкций производят обычно нанесением на закладные детали, соединения арматуры и детали крепления металлизационных полимерных или комбинированных покрытий (металлизационно-полимерных или металлизационно-лакокрасочных).

4.1.4. РАЗРАБОТКА СТРОЙГЕНПЛАНА НА ПЕРИОД МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Строительный генеральный план определяет организацию территории монтажной площадки с учетом решений, принятых в стройгенпланах объекта и площадки строительства. В нем отражается взаимосвязь монтажных и смежных строительных процессов, выполняемых совмещенно.

При проектировании стройгенплана на период монтажа строительных конструкций особо тщательно разрабатываются вопросы размещения и привязки монтажных кранов, оборудования и вспомогательных устройств, в том числе подкрановых путей. Такой анализ необходим для определения возможности монтажа сборных конструкций и создания безопасных условий производства работ. Для чего осуществляют горизонтальную (поперечную) и продольную привязку крана и подкрановых путей, рассчитывают зоны действия крана, выявляют условия работы, и при необходимости вводят ограничения в зону действия монтажного крана.

Поперечная привязка подкрановых путей башенных кранов производится с целью обеспечения безопасного расстояния между зданием или сооружением и краном. При этом ось подкрановых путей, а следовательно, и ось передвижения кранов относительно возводимого здания определяют по следующей формуле (рис. 4.6),

$$B = R_{пов} \, l_{без},.$$

где B — минимальное расстояние от оси подкрановых путей до наружной грани сооружений, м; $R_{пов}$ — радиус поворотной платформы, м (принимают по паспортным данным крана или справочникам); $l_{без}$ — безопасное расстояние (минимально допустимое расстояние) от высту-

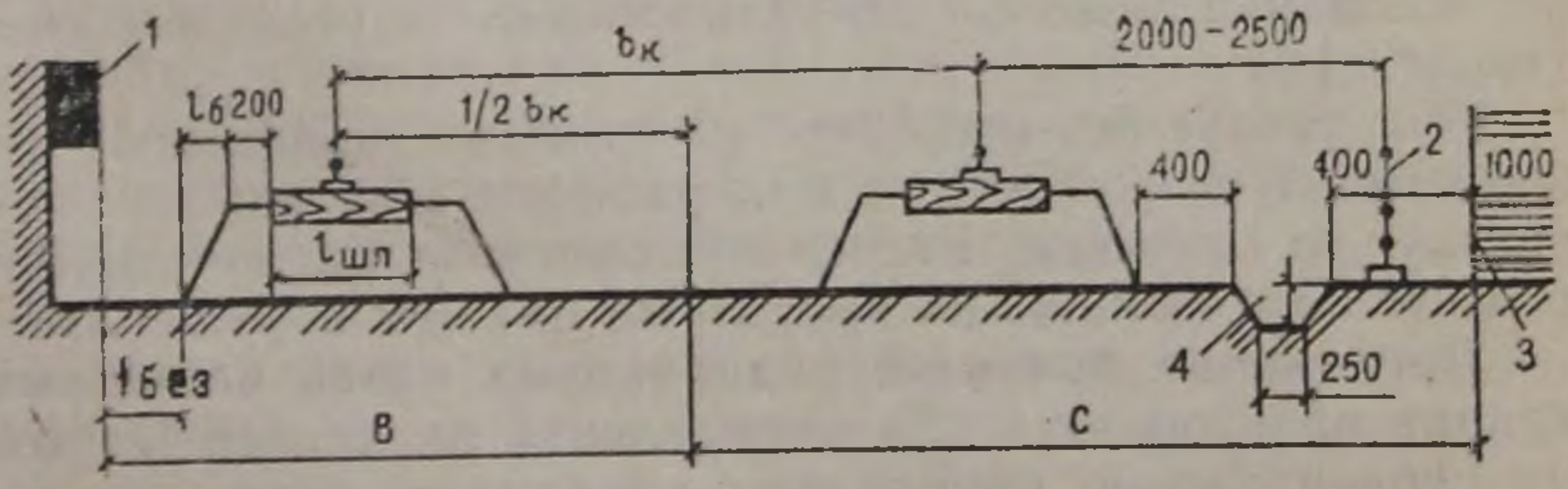


Рис. 4.6. Схема поперечной привязки подкрановых путей у здания
1 — строящееся здание; *2* — инвентарное ограждение; *3* — зона склада за пределами зоны монтажа; *4* — водоотводная канава

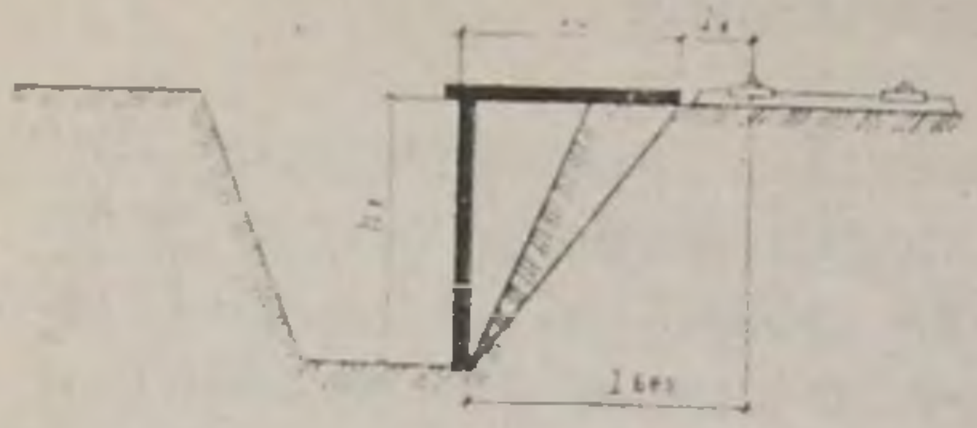


Рис. 4.7. Схема поперечной привязки подкрановых путей вблизи котлавана или траншеи

пающей части крана до габарита строения, штабеля и т. п., принимают не менее 0,7 на высоте до 2 м и 0,4 м на высоте более 2 м.

Установку башенных и рельсовых стреловых кранов вблизи котлованов и траншей, не имеющих специальных креплений для предупреждения оползания грунта, производят исходя из глубины выемки и характеристики грунта.

При устройстве подкранового пути у неукрепленного котлована, траншеи или другой выемки наименьшее расстояние по горизонтали от основания откоса (края для котлована) до нижнего края балластной призмы $l_б$ должно соответствовать согласно СН 78—79 следующим размерам (рис. 4.7.):

для песчаных и супесчаных грунтов

$$l_б \geqslant 1{,}5h+0{,}4,$$

для глинистых и суглинистых грунтов

$$l_б \geqslant h+0{,}4,$$

где $l_б$ — расстояние от основания откоса до нижнего края балластной призмы, м; h — глубина котлована, траншеи или другой выемки, м.

Установку самоходных кранов вблизи котлованов и траншей производят исходя из тех же соображений, но наименьшие расстояния принимают в соответствии со СНиП Ш—4—80 и по данным «Правил устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов» — наименьшее допустимое расстояние по горизонтали (м) от основания выемки до ближайшей опоры машины (табл. 4.1.).

При работе без опор это расстояние принимают до ближайшей оси колеса, а при работе с выносными опорами — до оси опор. Расчет обеспечивает расположение строительных машин за пределами призмы обрушения.

Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов производится для определения их длины. Поэтому первоначально определяют крайние стоянки крана. Для чего последовательно на оси передвижения крана производят засечки в следующем порядке: из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противо-

Таблица 4.1.

Глубина котлована, м	Грунт (ненасыпной)				
	Песчаный гравийный	Супесчаный	Суглинистый	Глинистый	Лессовый сухой
1	6,0	1,25	1,0	1,0	1,0
2	5,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	3,0	4,4	4,0	3,0	3,0
5	1,5	5,3	4,75	3,5	3,5

положной башенному крану, — раствором циркуля, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана (рис. 4.8, а); из середины внутреннего контура здания — раствором циркуля, соответствующим минимальному вылету стрелы крана (рис. 4.8, б); из центра тяжести наиболее тяжелых элементов—раствором циркуля, соответствующим определенному вылету стрелы согласно грузовой характеристике крана (рис. 4,8, в). Крайние засечки определяют положение центра крана в крайнем положении (рис. 4.8, г) и показывают положение самых тяжелых элементов.

По найденным крайним стоянкам крана в соответствии с рис. 4.8, д определяют длину подкрановых путей

$$L_{п.п} = l_{кр} + H_{кр} + 2l_{торм} + 2l_{тун}$$

или приближенно:

$$L_{п.п} \geqslant l_{кр} + H_{кр} + 4,$$

где $L_{п.п}$ — длина подкрановых путей, м; $l_{кр}$ — расстояние между крайними стоянками крана, определяемое по чертежу, м; $H_{кр}$ — база крана, определяемая по справочным данным, м; $l_{торм}$ — величина тормозного пути крана, принимаемая не менее 1,5 м; $l_{туп}$ — расстояние от конца рельса до тупиков, принимаемое равным 0,5 м.

Длину подкрановых путей, полученную в результате расчета, корректируют в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, т. е. 6,25 м. Минимально допустимая длина подкрановых путей согласно правилам Гостехнадзора составляет два звена (25 м). Отсюда принятая длина путей должна удовлетворять следующему условию:

$$L_{п.п} = 6{,}25\, n_{зв} \geqslant 25 \text{ м},$$

где $n_{зв}$ — количество полузвеньев.

В случае необходимости установки крана на одном

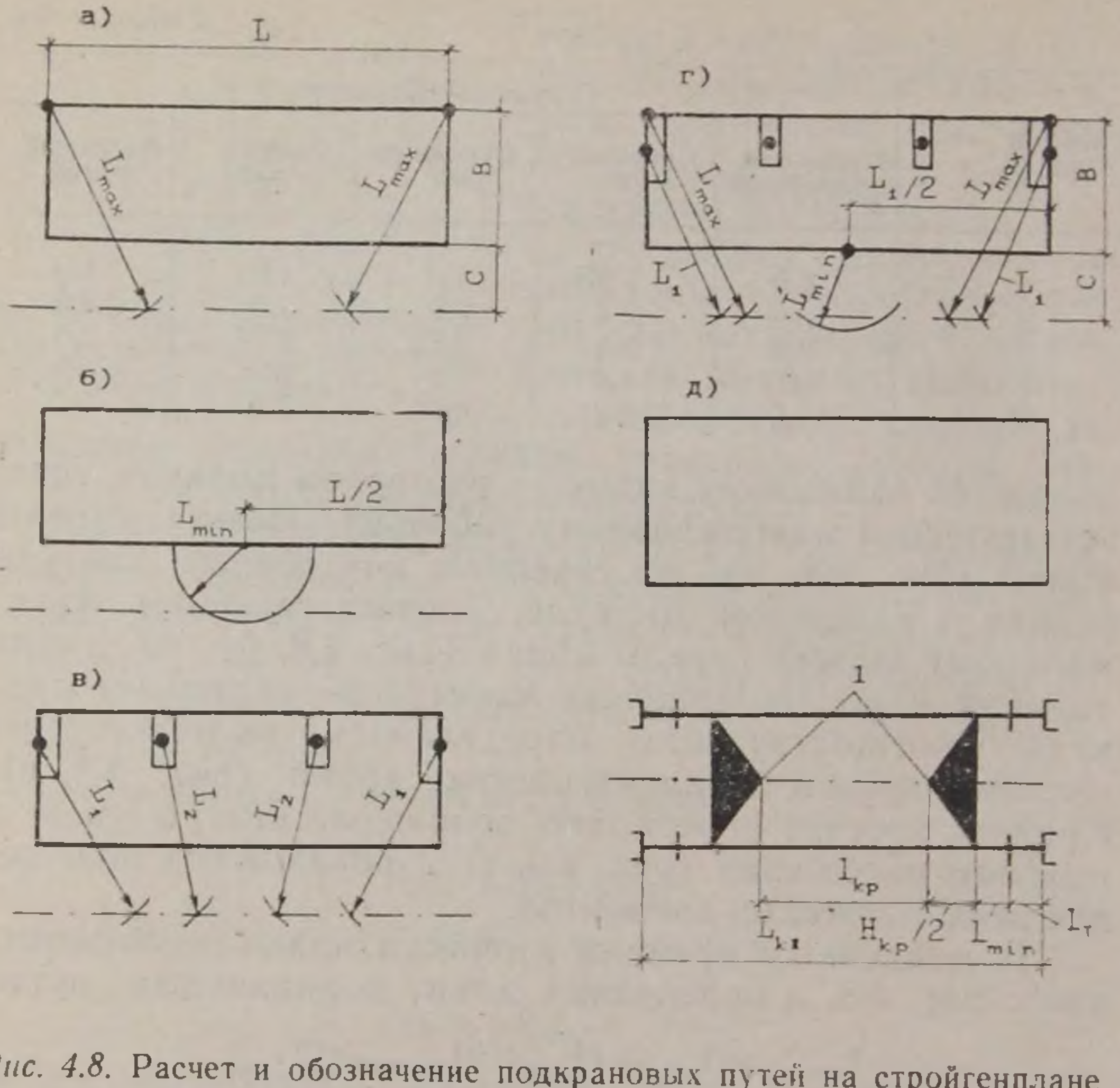


Рис. 4.8. Расчет и обозначение подкрановых путей на стройгенплане *а* — определение крайних стоянок из условия максимального рабочего вылета стрелы; *б* — определение крайних стоянок из условия минимального вылета стрелы; *в* — определение крайних стоянок из условия необходимого вылета стрелы; *г* — определение крайних стоянок крана; *д* — определение минимальной длины подкрановых путей

звене, т. е. на приколе, звено должно быть уложено на жестком основании, исключающем посадку подкрановых путей. Таким основанием обычно служат фундаментные блоки или специальные сборные конструкции.

Привязку ограждений подкрановых путей производят исходя из необходимости обеспечения безопасного расстояния между конструкциями крана и ограждением.

Расстояние от оси ближнего к ограждению рельса до ограждения определяют по формуле

$$L_{п.г} = (R_{пов} - 0{,}5b_{вк}) + l_{без},$$

где $b_к$ — ширина колеи крана, м (принимают по справочным данным); $l_{без}$ — минимально допустимое безопасное расстояние, принимаемое равным 0,7 м.

Для башенных кранов без поворотной части $l_{без}$ при-

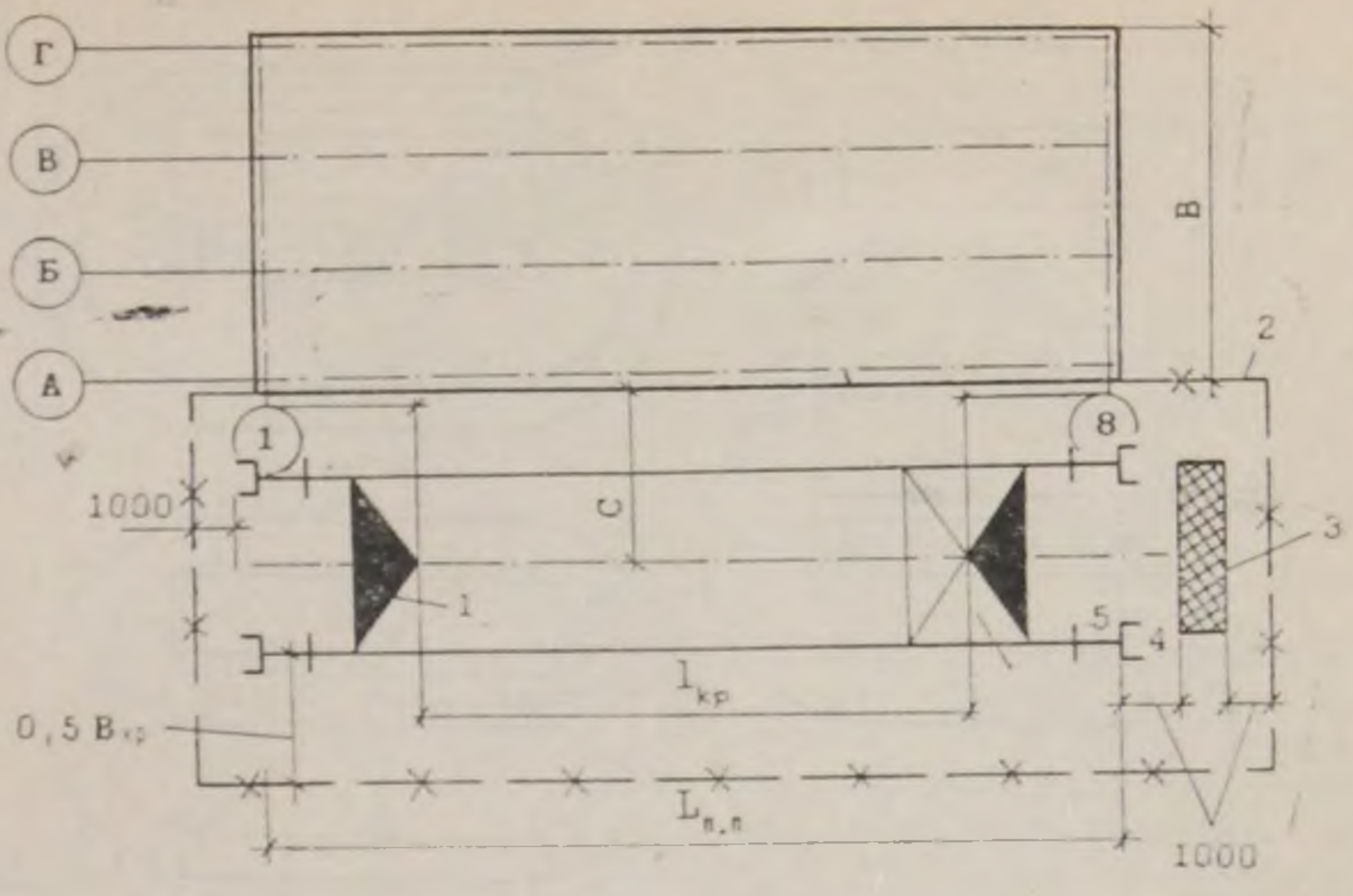


Рис. 4.9. Привязка подкрановых путей башенных кранов в окончательном виде

1 — крайние стоянки крана; *2* — привязка крайней стоянки к оси здания; *3* — контрольный груз; *4* — конец рельса; *5* — место установки тупика; *6* — база крана

нимается от базы крана. В окончательном виде с обозначением необходимых деталей и размеров привязку путей оформляют в соответствии с рис. 4.9. При этом крайние стоянки башенного крана должны быть привязаны к осям здания и обозначены на стройгенплане и местности хорошо видимыми крановщику и стропальщику ориентирами.

Определение зон влияния крана производится с целью установить опасные для людей зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

В целях создания условий безопасного производства строительно-монтажных работ действующими нормативами предусматриваются различные опасные зоны, среди которых при ведении монтажных работ можно выделить: монтажную, зону обслуживания краном, перемещения груза, опасную зону подкрановых путей, работы крана и подъемника, дорог и монтажа конструкций.

Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. В соответствии со СНиП III—4—80 эта зона является потенциально опасной и она равна контуру здания, плюс 7 м при высоте здания до 20 м, плюс 10 м при высоте 100 м. На стройгенплане эту зону обычно обозна-

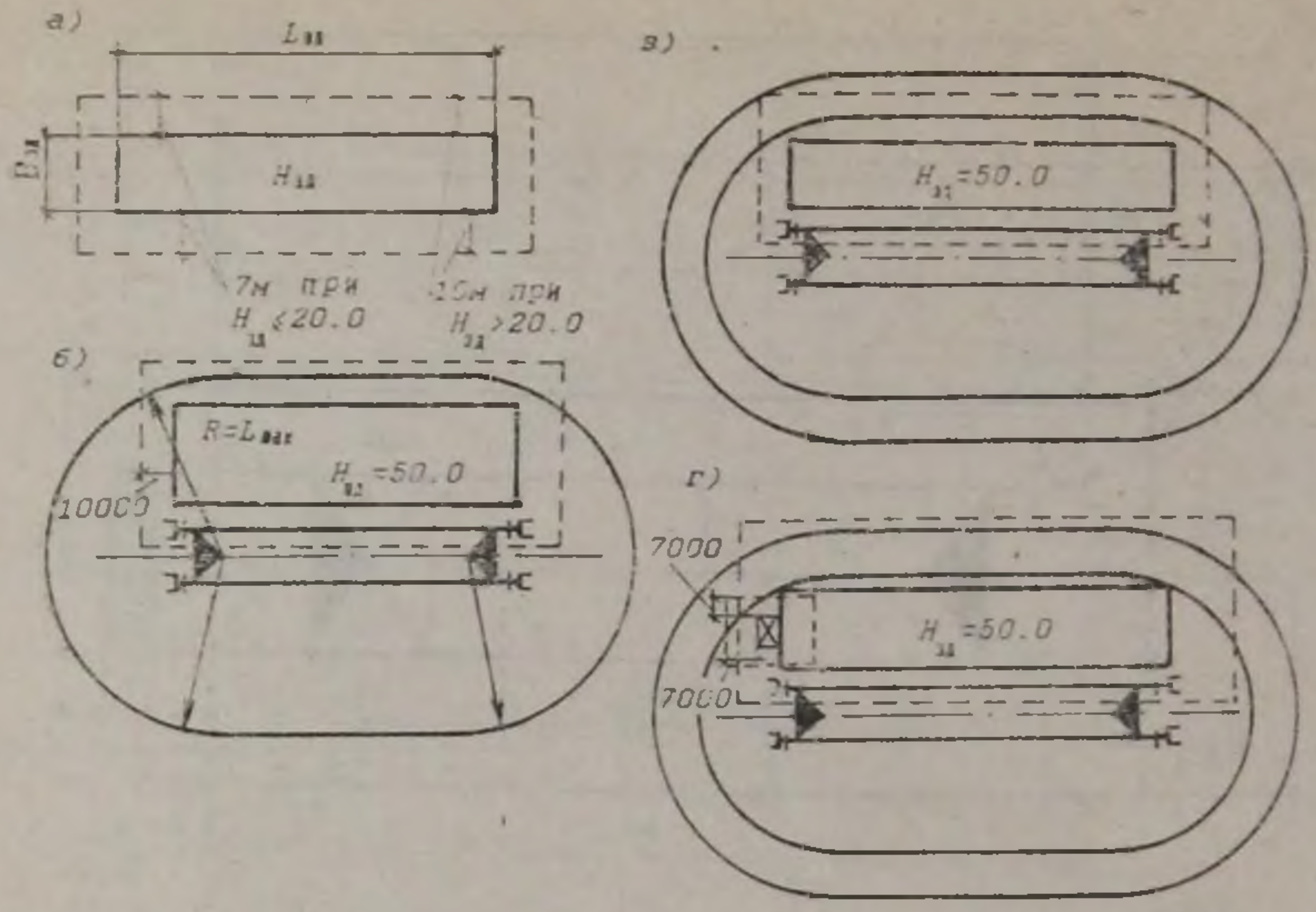


Рис. 4.10. Определение необходимых зон при возведении надземной части зданий башенным или рельсовым стреловым краном
а — монтажные зоны; *б* — зоны обслуживания башенного крана; *в* — зоны перемещения груза; *г* — зоны работы подъемника

чают пунктирной линией (рис. 4.10, а), на ней допускается размещение только монтажного механизма, включая место, ограниченное ограждением подкрановых путей.

Зоной обслуживания краном или рабочей зоной крана называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Для башенных кранов эта зона определяется путем нанесения на план из крайних стоянок полуокружностей радиусом, соответствующим максимально необходимому для работы вылету стрелы, и соединения их прямыми утолщенными линиями (рис. 4.10, б). Для стреловых кранов зону обслуживания определяют таким же образом, как и для башенного крана, т. е. радиусом, соответствующим максимальному рабочему вылету стрелы крана, но изображают иначе— по отдельным стоянкам (рис. 4.11, 4.12.).

Зоной перемещения груза называют пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана (рис. 4, 10,в). Границы зоны определяются расстоянием по горизонтали от границы рабочей зоны крана до возможного места падения груза в процессе его перемещения. Для башенных кранов граница зоны определяется суммой максимального рабочего вылета стрелы и ширины зоны, принимаемой равной половине длины самого длинного перемещаемого

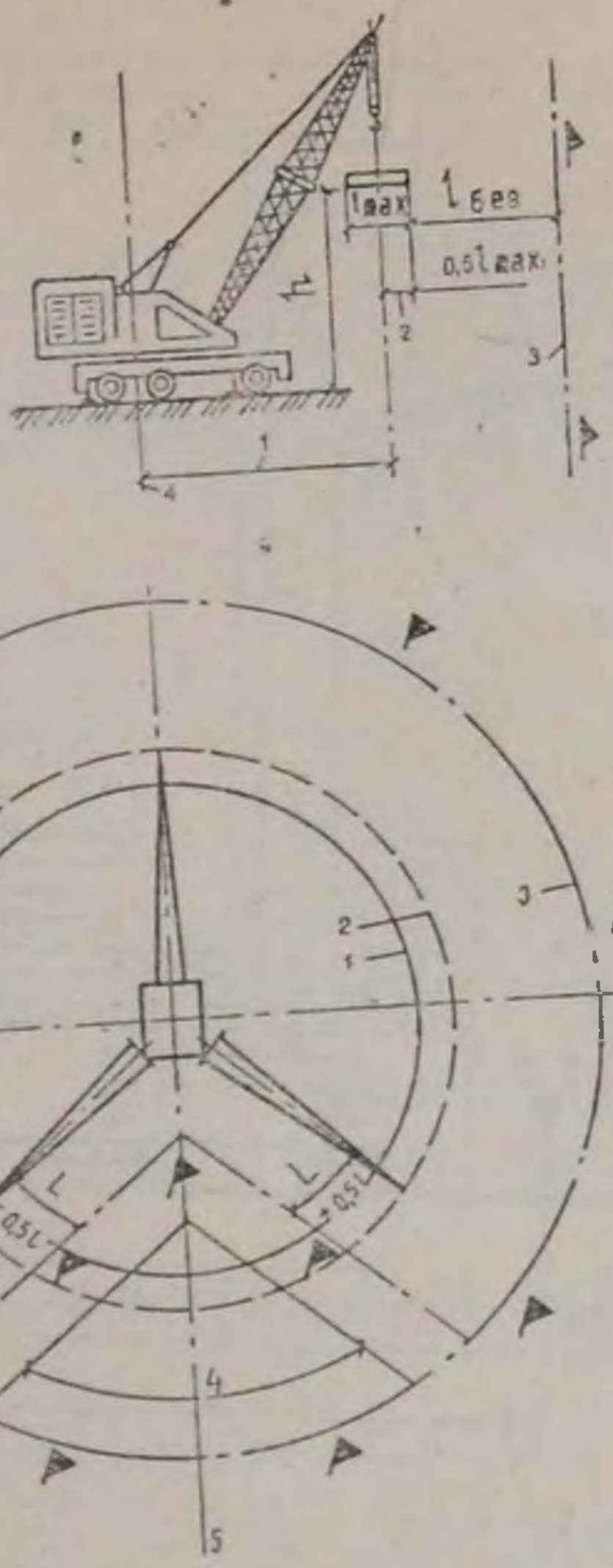


Рис. 4.11. Определение необходимых зон при работе кранов с дизель-электрическим, гидравлическим и механическим приводами, снабженных устройством, удерживающим стрелу от падения
1 — граница зоны обслуживания; *2*— граница зоны перемещения (величина горизонтально расположенной стрелы); *3*— граница опасной зоны; *4*— угол ограничения по паспорту крана; *5* — ось вращения крана

груза. Для стреловых кранов величина зоны зависит от наличия или отсутствия на кране дополнительного устройства, удерживающего стрелу крана от падения.

При наличии дополнительного устройства ширина зоны принимается аналогично башенному крану, а при отсутствии — граница зоны определяется радиусом, соответствующим возможному падению стрелы крана, т. е. длиной стрелы крана, расположенной горизонтально (рис. 4.12.).

Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении.

Для башенных кранов границу опасной зоны работы крана определяют радиусом, рассчитываемым по формуле

$$R_{оп} = R_{max} + 0{,}5 l_{max} + l_{без},$$

где R_{max} — максимальный рабочий вылет стрелы крана, м; $0{,}5\, l_{max}$ — половина длины наибольшего перемещае-

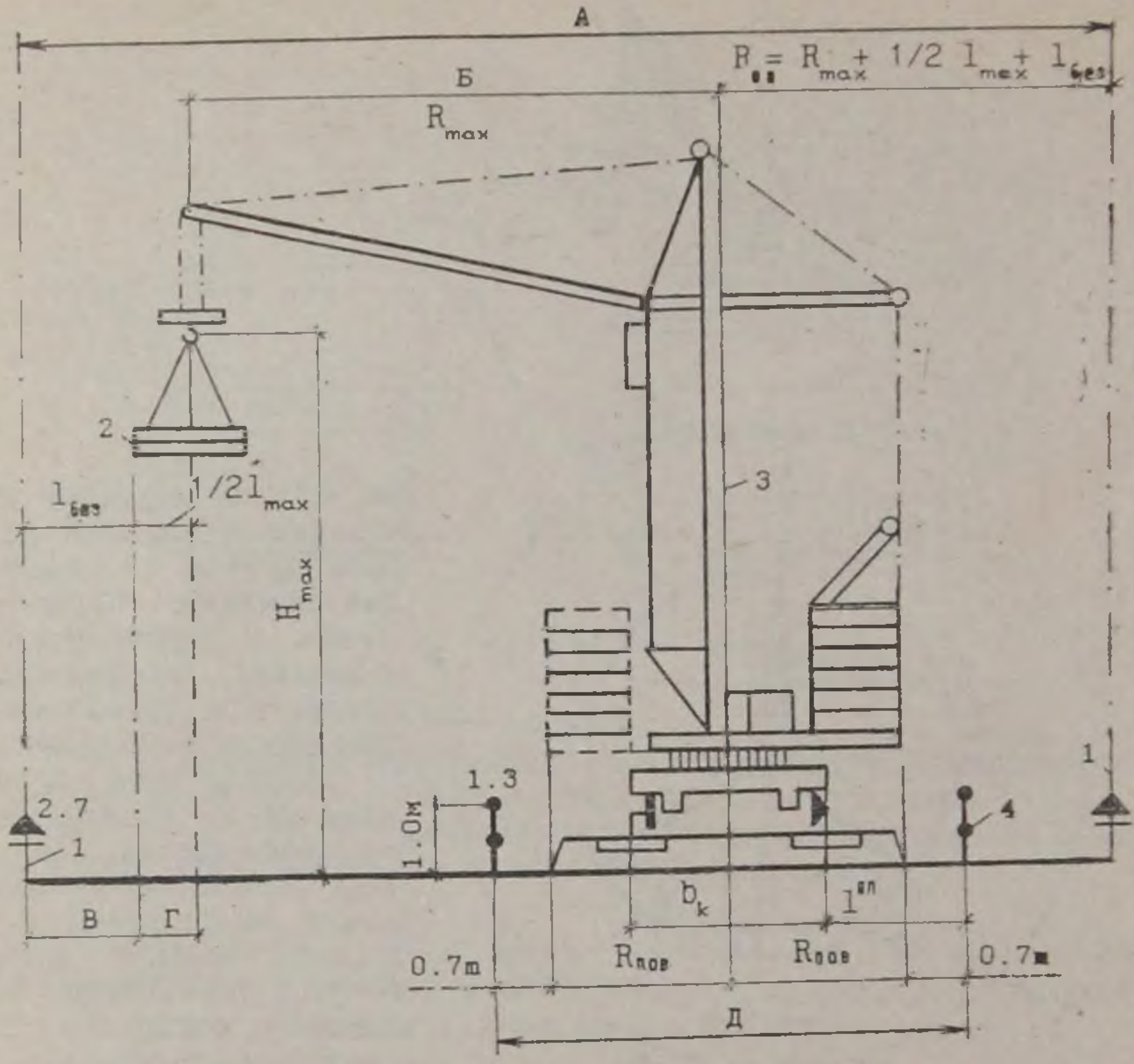


Рис. 4.12. Схема назначения и расчета зон башенного крана
1 — знак по технике безопасности на границе опасной зоны; *2* — груз; *3* — ось подкрановых путей; *4* — инвентарное ограждение подкрановых путей

мого груза, м; $l_{без}$ — дополнительное расстояние для безопасной работы, устанавливаемое в соответствии со СНиПом.

Границы опасных зон, в пределах которых возможно воникновение опасности в связи с падением предметов, устанавливаются согласно табл. 4.2.

Для стреловых кранов, оборудованных устройством для удержания стрелы, опасная зона работы определяется по формуле

$$R_{оп} = R_{max} + 0{,}5l_{max} + l_{без},$$

где $l_{без}$ принимается при высоте подъема груза h до 10 м — $0.3h + 1$ м, а при большей высоте — так же, как монтажная зона.

Для стреловых кранов, не оборудованных устройством,

Таблица 4.2.

Высота возможного падения предмета, м	Границы опасной зоны	
	Вблизи перемещения грузов (от горизонтальной проекции траектории максимальных габаритов перемещаемого груза машинами), м	Вблизи строящегося здания или сооружения (от его внешнего периметра), м
До 20	7	5
Свыше 20 до 70	10	7
—»— 70 до 120	15	10
—»— 120 до 200	20	15
—»— 200 до 300	25	20
—»— 300 до 450	30	25

удерживающим стрелу от падения, опасная зона определяется по следующей формуле (рис. 4.13)

$$R_{оп} = R_{п \cdot с} + 5,$$

где $R_{п \cdot с}$ — радиус падения стрелы, определяемый длиной стрелы, м.

Опасную зону поворотной платформы $R^{ц.п}_{пов}$ определя-

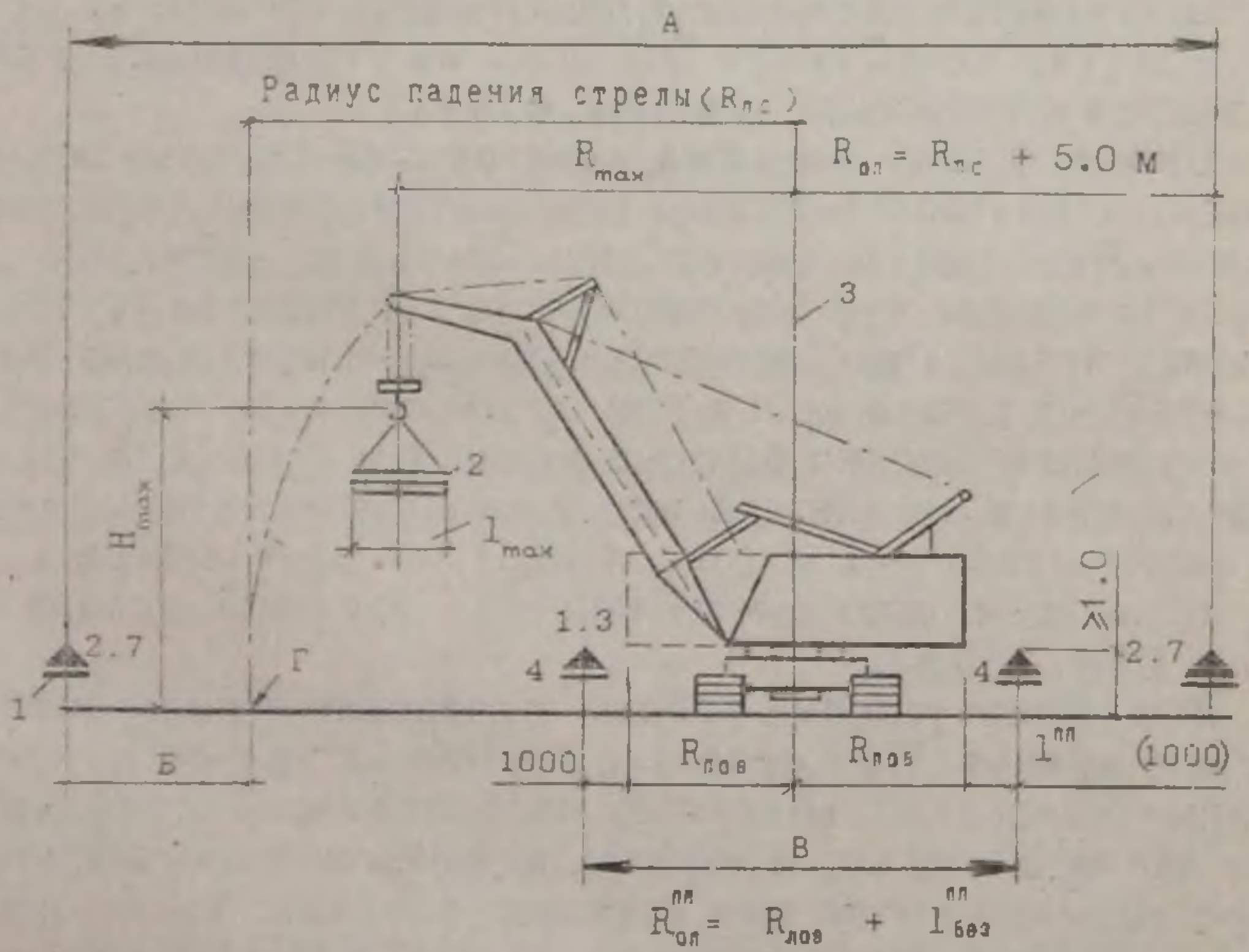


Рис. 4.13. Схема назначения и расчета зон стрелового крана, не оборудованного устройством, удерживающим стрелу от падения
1 — знак по технике безопасности на границе опасной зоны; *2* — груз; *3* — ось проходки крана; *4* — переставное ограждение зоны

ют суммой радиуса поворотной части механизма $R_{пов}$ и расстояния безопасности (см. рис. 4.13):

$$R^{п.п}_{пов} = R_{пов} + l^{п.п}_{без},$$

где $l^{п.п}_{без} = l$.

Опасной зоной подкрановых путей называют территорию, внутри которой запрещено нахождение людей (кроме машиниста) и размещение механизмов, электрощитов.

Опасной зоной работы подъемника называют пространство, где возможно падение поднимаемого груза. Зону необходимо принимать не менее 5 м от габаритов подъемника в плане, а при подъеме на большую высоту на каждые 15 м подъема следуют добавлять по 1 м (см. рис. 4.10,г), т. е.

$$A = 5 + \frac{1}{15}(H - 20)$$

где А — опасная зона работы подъемника, м; Н — высота подъема груза, м.

Опасные зоны дорог — участки подъездов и подходов в пределах указанных зон, где могут находиться люди, не участвующие в совместной с краном работе, а также осуществляется движение транспортных средств или работа других механизмов. Эти зоны на стройгенплане выделяются штриховкой (см. рис. 4.14).

Опасную зону монтажа конструкций показывают на объектном стройгенплане при вертикальной привязке плана. Эта зона возникает при монтаже элементов на верхних этажах при невозможности соблюдения установленных правилами Госгортехнадзора минимальных расстояний: от крюка крана или противовеса до монтажного горизонта должно быть не менее 2 м (рис. 4.15,а); от стрелы крана до ближайшего к крану элемента здания по горизонтали — 1 м (рис. 4.15,б); от противовеса крана до максимально выступающего элемента здания — 0,4 м (рис. 4.15,в).

Выявление условий работы и введение ограничений в работу кранов. При привязке башенных кранов в стесненных условиях возникает необходимость ограничить его движение: поворот стрелы, изменение вылета крюка, передвижение крана или грузовой тележки. Такие ограничения могут носить принудительный или условный характер.

Принудительные ограничения осуществляются с помощью специальных датчиков и концевых выключате-

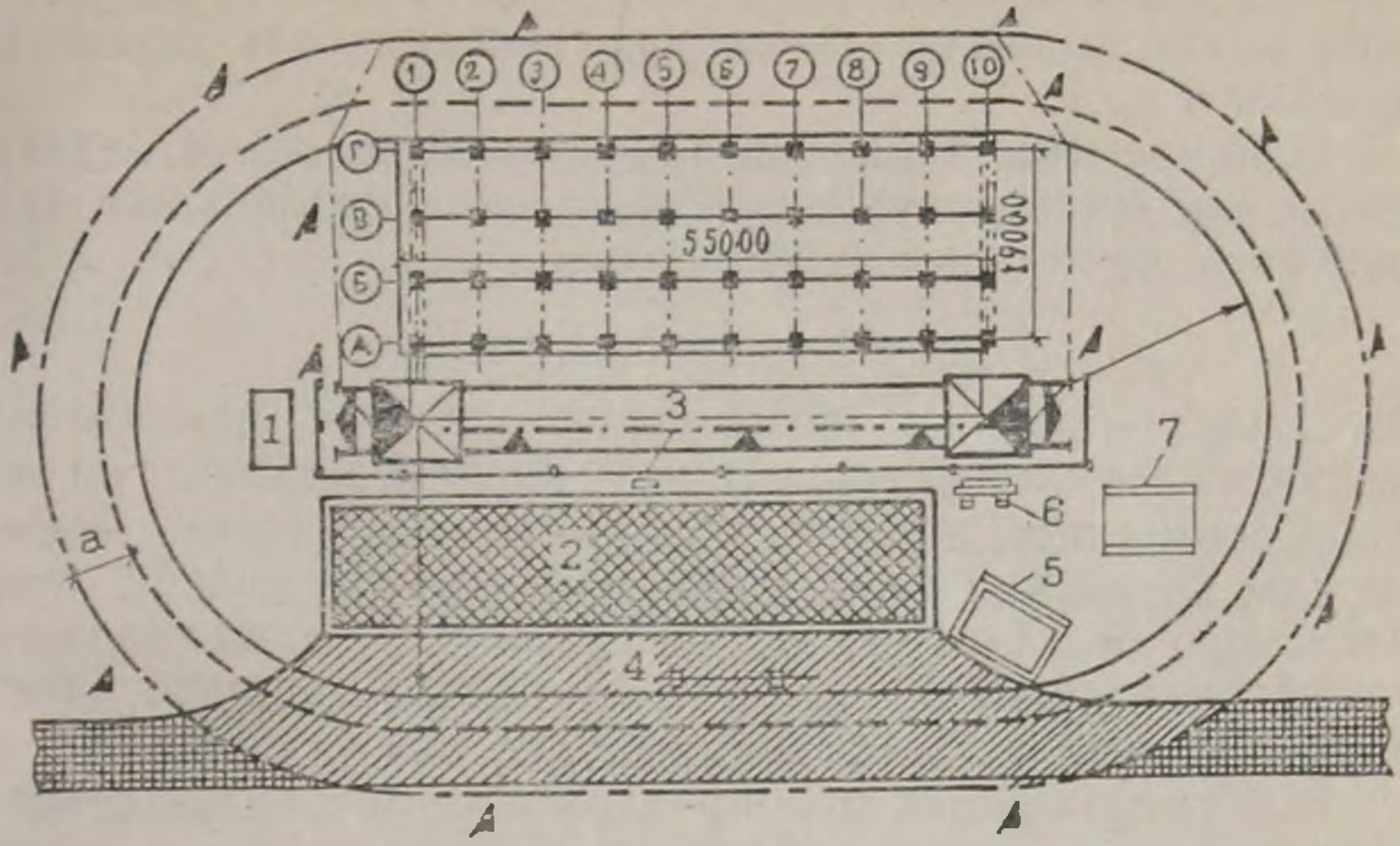


Рис. 4.14. Обозначение зон кранов башенных и рельсовых стреловых *1* — место нахождения контрольного груза; *2* — площадка для складирования; *3* — шкаф электропитания крана; *4* — площадка для разгрузки автотранспорта; *5* — площадка для приема раствора; *6* — стенд со схемами строповки грузов; *7* — место для хранения грузозахватных приспособлений и тары

лей, позволяющих осуществить автоматическое отключение крана в заданных пределах независимо от действий крановщика.

Совместная работа нескольких механизмов в одной зоне, как правило, запрещена. Однако в отдельных необходимых случаях совместная работа монтажного крана с другими строительными машинами и оборудованием, в том числе и с другими кранами, может быть допущена при условии разработки специальных мероприятий, предусматривающих безопасные условия производства работ. Обычным приемом в таких случаях является использование захваток или зон, в пределах которых раз-

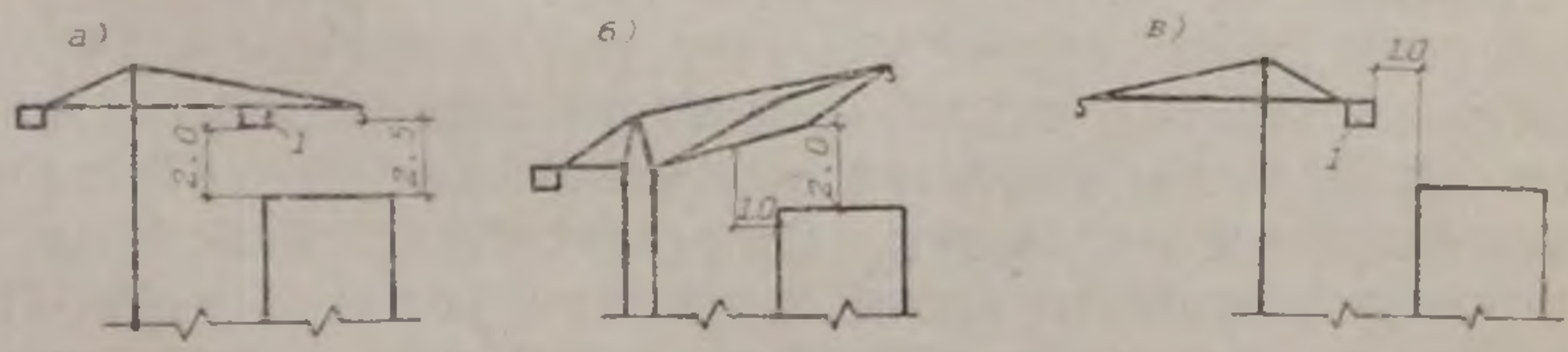


Рис. 4.15. Минимально допустимые расстояния от конструкций монтажных механизмов до строящегося здания
а — от крюка или противовеса до монтажного горизонта; *б* — от стрелы до здания; *в* — от противовеса крана до здания; *1* — противовес над монтажным горизонтом при повороте крана

решается работа только одного механизма (башенного крана, автокрана, подъемника, экскаватора, навесной люльки и др.).

Одновременная работа механизмов на одной захватке может быть допущена при условии соблюдения безопасного расстояния между ними

$$L_{без} = L_{max_1} + L_{max_2} + L_a ,$$

где L_{max} — максимальный вылет стрелы монтажного крана или вылет установленной на нем оснастки на период совместной работы; L_{max2} — максимальный вылет стрелы крана или безопасная зона работы другого строительного механизма; L_a — амплитуда раскачивания груза, зависящая от скорости движения машины, массы груза, высоты подъема и климатических условий.

Все специальные мероприятия изображаются графически и описываются в виде примечания на листе стройгенплана.

Временные дороги для внутрипостроечных перевозок в основном используются автомобильным транспортом и в отдельных случаях — железнодорожным.

Внутрипостроечные дороги должны обеспечивать бесперебойный подвоз строительных материалов, машин и оборудования в течение всего строительства в любое время года и при любой погоде. Особое значение имеют дороги в условиях поточного строительства и строительства с транспортных средств по часовым графикам.

Проектирование построечных автодорог в составе стройгенплана включает: разработку схемы движения транспорта и расположение дорог в плане, определение параметров дорог, установление опасных зон, определение дополнительных условий, назначение конструкций дорог, расчет объемов работ и необходимых ресурсов.

Схемы движения транспорта и расположение дорог в плане должны обеспечивать подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к средствам вертикального транспорта, площадкам укрупнительной сборки, складам, мастерским, механизированным установкам, бытовым помещениям и т. п. При разработке схемы движения автотранспорта максимально используют существующие и проектируемые дороги. Построечные дороги должны быть кольцевыми, на тупиковых подъездах устраивают разъездные и разворотные площадки.

На стройгенплане должны быть четко отмечены соответствующими условными знаками и надписями въезды

и выезды транспорта, направление движения, развороты, разъезды, стоянки при разгрузке, а также указаны места установок знаков.

Параметрами временных автомобильных дорог являются число полос движения, ширина полотна и проезжей части, радиусы закругления, расчетная видимость (табл. 4.3.).

Таблица 4.3.

Наименование	Показатели при числе полос движения	
	1	2
1	2	3
Ширина, м;		
полосы движения	3,5	3
проезжей части	3,5	6
земляного полотна	6	8,5
Наибольшие продольные уклоны, %	100	100
Наименьшие радиусы кривых в плане, м	12	12
Наибольшая расчетная видимость, м:		
поверхности дороги	50	30
встречного автомобиля	100	70

* ‰ — промилле; 1‰ = 1/1000 целого; 1‰ = 0,1% 1% = 10‰;

Ширину проезжей части транзитных дорог принимают с учетом размеров плит: однополосных — 3,5 м, двухполосных с уширениями для стоянки машин при разгрузке — 6 м. При использовании тяжелых машин грузоподъемностью 25—30 т и более ширина проезжей части должна быть увеличена до 8 м.

Конструкции временных автодорог в зависимости от конкретных условий могут быть следующих типов: естественные грунтовые профилированные; грунтовые улучшенной конструкции; с твердым покрытием; из сборных железобетонных инвентарных плит. Выбор того или иного типа дороги зависит от интенсивности движения, типа и массы машин, несущей способности грунта и гидрогеологических условий и определяется экономическим расчетом.

Расчет объемов работ и ресурсов, необходимых для устройства временных дорог, производят в поясните́ль-

ной записке. В экспликацию стройгенплана записывают отдельными позициями объемы временных дорог по каждому виду.

Приобъектные склады организуют для временного хранения материалов, полуфабрикатов, изделий и оборудования. Объем складского хозяйства зависит от вида, масштаба и методов строительства. Обычно приобъектные склады устраивают на строительной площадке и они состоят из открытых складских площадок в зоне действия монтажного механизма и небольших кладовых для материалов закрытого хранения.

Привязку открытых складов производят, как правило, без устройства дополнительных дорог — вдоль запроектированных, предусмотрев лишь их местное уширение.

При проектировании объектного стройгенплана необходимо исходя из необходимого запаса определить габариты складской площадки и разместить на ней раскладку сборных конструкций по типам и маркам, точно показав место, отведенное под те или иные материалы. При этом одноименные конструкции, детали и материалы следует складировать по захваткам, равномерно в местах стоянок крана по длине здания.

Запас хранения для конкретного объекта определяют в зависимости от принятого темпа работ в размере потребности на определенную конструктивно-технологическую часть зданий (захватку, участок). В жилищно-гражданском строительстве такой частью является этаж или секция, в промышленном — пролет, ярус, этаж и т. п.

Необходимую площадь склада определяют по формуле

$$F_{скл} = \frac{P}{q} K_o,$$

где P — суммарная масса (или объем) конструкций, подлежащих хранению на складе, т (или $м^3$); q — количество материала, укладываемого на 1 $м^2$ полезной площади склада, $т/м^2$ (или $м^3/м^2$); K_o — коэффициент, учитывающий величину оперативной площади (проходы, проезды) и принимаемый 1,75—2,0.

Площадки укрупнительной сборки обычно располагают в зоне работы монтажного крана, внемонтажной зоны или в пределах зоны складирования конструкций. Они должны быть оборудованы стендами или кондукторами, позволяющими закреплять конструкции и осу-

ществлять их выверку и рихтовку в процессе сборки, стеллажами или конвейерной линией.

Элементы, габариты, масса которых после укрупнения затрудняют перевозку, укрупняют у мест монтажа, лучше всего в зоне действия монтажного крана. В то же время работа по укрупнению конструкций в зоне монтажных кранов крайне затруднена и непроизводительна. Поэтому, если позволяют условия транспортирования, ее необходимо выполнять на специальных площадках укрупнительной сборки. С целью уменьшения транспортных расходов эти площадки рекомендуется располагать возможно ближе к монтируемым объектам.

Укрупнительной сборке могут быть подвергнуты как железобетонные, так и металлические конструкции. При этом сборные железобетонные конструкции укрупняют в линейные или плоские блоки, которые после выверки соединяют сваркой или на болтах. Металлические конструкции собирают в линейные, плоскостные или пространственные блоки.

Для обслуживания сборочных площадок лучше использовать козловый кран, при котором значительно упрощается складирование, удешевляется стоимость укрупнительно-сборочных операций. Количество кранов для обслуживания укрупнительных площадок определяется по формуле

$$N_{кр} = mk/Пt,$$

где m — масса укрупняемых конструкций; к — коэффициент кратности перегрузочных операций, принимаемый равным 1,5; П — средняя производительность крана в смену; t — продолжительность укрупнительной сборки.

Стеллажи для укрупнительной сборки представляют собой ряды установленных на земле стальных опор, соединенных продольными и поперечными балками и диагональными связями. Необходимую площадь стеллажей определяют в зависимости от количества одновременно собираемых конструкций по формуле

$$N = m_c/m_1 n_1,$$

где m_c — сменный поток конструкций, т; m_1 — масса одной конструкции, т; n_1 — количество циклов в смену, определяемое из выражения $n_1 = T/t$ (где T — продолжительность смены, ч; t — время сборки одной конструкции, определяемое по нормам).

Площадь стеллажей определяют по формуле.

$$F = \frac{1}{\alpha}\frac{m_c t}{m_1 T} F_i,$$

где $\alpha = 0{,}7—0{,}8$ — коэффициент использования стеллажей; F_1 — площадь стеллажей для сборки одной конструкции, определяемая по размеру конструкции.

Ширину стеллажей определяют исходя от вылета стрелы, грузоподъемности кранов, обслуживающих сборочную площадку, и массы конструкций.

4.1.5. ПОСТРОЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Составление оптимального графика монтажа сборных конструкций является важнейшей задачей производства, включающей в себя, кроме последовательности и установления сроков проведения, рациональное распределение работ машин и механизмов, участвующих в монтажном процессе. Под оптимальным подразумевается график, обеспечивающий минимальную себестоимость монтажа. При этом уменьшение себестоимости должно проводиться с учетом обеспечения заданного срока монтажа, ограничения типов и числа монтажных кранов, различных организационных и технологических требований по увязке работы кранов во времени.

Для поточной организации процесса и обеспечения безопасности работ здание делят на участки, захватки и ярусы. На каждом из участков организуют параллельные или последовательные специализированные потоки монтажа строительных конструкций. С учетом принятого метода установки конструкций каждый из участков здания или все здание делят на захватки, на которых последовательно выполняют отдельные процессы (частные потоки) всего комплекса монтажных работ (специализированного потока).

Размеры захватки определяют из условий создания фронта работ для организации процессов непрерывности, монтажа оборудования и последующих видов строительных процессов, конструктивных особенностей зданий и соблюдения требований техники безопасности. В случае монтажа железобетонных колонн в стаканы фундаментов необходимо определить минимальный размер захватки, исходя из непрерывности процессов установки конструкций и заделки стыков. Для обеспечения непре-

рывности процесов необходимо, чтобы продолжительность установки конструкций $t_у$ на захватке соответствовала времени $t_т$, требующегося для приобретения бетоном в стыках проектной прочности, т. е. $t_у \geqslant t_т$. Размеры захватки также уточняют с учетом продолжительности работы кранов на захватке — она должна быть кратной смене или полусмене.

Монтаж конструкций многоэтажных зданий выполняют поярусно. Обычно высоту яруса многоэтажных каркасных зданий в зависимости от конструктивных особенностей, вида конструкций, условий транспортирования и укрупнительной сборки конструкций и грузоподъемности и высоты подъема крюка кранов принимают равной высоте одного, двух, трех или четырех этажей, чаще всего двух-трех этажей. При этом конструкции монтируют в порядке, обеспечивающем последовательную сдачу отдельных участков для производства последующих видов общестроительных и специальных работ.

На каждом из участков и на объекте в целом максимально совмещают выполнение монтажных, общестроительных, санитарно-технических и других работ.

Выбор оптимального срока производства монтажных работ должен базироваться на продолжительности работ монтажных кранов, определяемой расчетным путем.

Продолжительность пребывания крана на объекте в сменах определяется по формуле

$$T = T_у + T_м + T_в + T_д + T_т,$$

где $T_у$ — продолжительность установки конструкций, смен; $T_м$ — продолжительность монтажа, опробования и испытания крана, смен; $T_в$ — продолжительность монтажа вспомогательных устройств, необходимая для работы крана, смен; $T_д$ — продолжительность демонтажа крана и разборки вспомогательных устройств, смен; $T_т$ — технологические перерывы в работе, связанные с производством других видов работ, смен.

В случае последовательной работы нескольких кранов значения $T_м$ и $T_в$ при определении общей продолжительности работ учитывают для первого крана при условии, что эти значения совмещаются с установкой конструкций предыдущими кранами. Если же такое совмещение невозможно, значения этих величин учитывают, кроме первого, для всех последующих кранов, для которых такие процессы не могут быть совмещены с установкой конструкций предыдущим краном. Значение $T_т$ учиты-

вают для каждого крана, если технологические перерывы необходимы.

При совмещенной работе нескольких кранов значения $T_м$ и $T_в$ учитывают только для первого крана. Для остальных кранов эти процессы совмещаются с установкой конструкций предыдущими кранами и на общую продолжительность монтажных работ не влияют. Значения $T_т$ в этом случае учитывают для первого крана, если технологический перерыв возникает на первой захватке, и в период работы последнего крана. Продолжительность установки конструкций $T_у$ определяют в зависимости от количества кранов, последовательности и совмещения их работы.

С учетом влияния этих факторов различают: продолжительность установки конструкции одним краном $T_{уi}$, продолжительность установки несколькими кранами $T_{упi}$, работающими последовательно; продолжительность установки конструкций несколькими j кранами $T_{усj}$, включаемыми последовательно, после окончания работы предыдущего крана на начальной захватке, и работающими совмещенно.

Тогда продолжительность установки конструкций одним краном составит:

$$T_{уi} = \Sigma \frac{P_i}{КП_{эi}},$$

где P_i — объем работ по монтажу конструкций различного вида, шт; К — коэффициент перевыполнения норм, принимаемый равным 1,2; $П_{эi}$ — соответствующая эксплуатационная производительность монтажного крана в смену при установке конструкций данного вида, или, используя значение $П_{эi}$, получим

$$T_{уi} = \Sigma \frac{P_i t_{цi}}{1{,}2\ 60 t_с K_в} = \Sigma \frac{P_i t_{цi}}{590 K_в},$$

где P_i — объем работ, монтируемых краном конструкций, шт; $t_{цi}$ — продолжительность цикла работы крана при установке конструкций данного вида, мин; 1,2 — коэффициент перевыполнения норм; $t_с$ — продолжительность смены, ч ($t_с = 8{,}2$); $K_в$ — коэффициент использования крана по времени в смену: для башенных кранов — 0,8, стреловых самоходных — 0,85.

Продолжительность цикла работы крана определяется по формуле

$$t_{цi}=\frac{H_{кpi}}{V_{ui}}+\frac{H_{кpi}}{V_{oi}}+\left(\frac{\alpha_i}{180n}+\frac{L_{ri}}{V_{ri}}\right)K_c+\frac{L_{ui}}{P_iV_{кi}}+t_{pi}$$

где $H_{кpi}$ — высота подъема крюка при установке каждого из видов конструкций, м; $V_{пi}$, V_{oi}, $V_{гi}$, $V_{кi}$ — соответственно скорость подъема и опускания крюка, передвижения груза по горизонтали и передвижения грузовой тележки, передвижения крана, м/мин; α_i — средний угол поворота крана при монтаже каждого вида конструкций, град; n — скорость поворота крана, об/мин; K_c — коэффициент совмещения операций, равный 0,75; $L_{гi}$ — расстояние перемещения груза по горизонтали, м; $L_{пi}$ — общая длина пути передвижения крана, включая холостой ход при выполнении данного объема работ, м; t_{pi} — продолжительность выполнения ручных операций, мин.

При последовательной работе j кранов, когда каждый последующий кран начинает работу после окончания работы предыдущего, продолжительность установки сборных конструкций определится по формуле

$$T_{упi}=\Sigma\frac{P_{ji}t_{uji}}{590K_{вj}}$$

где P_{ji} — объемы работ видов конструкций, монтируемых краном, шт; $t_{цji}$ — соответствующая продолжительность цикла работы крана, мин; $K_{вj}$ — коэффициент использования j крана по времени.

При монтаже сборных конструкций многоэтажных зданий продолжительность установки монтажных элементов каждого из этажей с повышением высоты увеличивается, что связано с изменением продолжительности цикла, которая определяется по следующей формуле:

$$t_ц=t_c+t_{г.в}+t_{п.в}k_{п.в}+t_кk_к+H/V_п+t_{н.о}+t_{з.в}+H/V_o$$

где t_c — продолжительность строповки элемента; $t_{г.в}$ — продолжительность перевода элемента из горизонтального положения в вертикальное; $t_{п.в}$ — продолжительность поворотов и изменений вылета стрелы или передвижения грузовой тележки; $t_к$ — продолжительность передвижения крана; $K_{п.в}$, $K_к$ — коэффициенты, определяющие часть времени, в течение которого это движение не совмещается с временем подъема и опускания монтажного элемента; H — высота подъема, $V_п$ — скорость подъема; $t_{н.о}$ — продолжительность наводки и опускания элемента на опору; $t_{в.з}$ — продолжительность временного закрепления монтажного элемента; V_o — скорость опускания крюка.

В этой формуле значения $t_с$, $t_{г.в}$, $t_{п.в}$, $t_к$, $t_{н.о}$, $t_{в.з}$ зависят от высоты подъема и для каждого вида монтажных элементов являются постоянными. Постоянными для каждого вида кранов являются также значения $V_п$ и $V_о$.

Если обозначим эти постоянные величины через

$$a = \frac{V_п + V_о}{V_п V_о},$$

$$b = t_с + t_{г.в} + t_{п.в} \cdot k_{п.в} + t_к k_к + t_{н.о} + t_{в.з},$$

то получим линейную зависимость продолжительности монтажного цикла:

$$t_ц = aH + b.$$

Продолжительность установки конструкций одного этажа (яруса) определяется по формуле

$$T_у = n_i t_{цi} / K_в,$$

где n_i — количество монтажных элементов данного вида; $t_{цi}$ — соответствующая продолжительность цикла; $K_в$ — коэффициент использования крана по времени в течение смены.

В целом при построении оптимального графика монтажных работ приходится сталкиваться со значительным количеством возможных вариантов, что вызывает большую трудоемкость решения задачи обычными инженерными методами. Поэтому возникает необходимость и целесообразность применения электронно-вычислительной техники. Однако, имеющиеся в этом направлении работы пока не полностью удовлетворяют всем необходимым требованиям.

4.1.6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Высокое качество строительства является основным условием надежности и долговечности строящихся зданий и сооружений. Качество строительства зависит от многих факторов, но особое значение имеет качество производства монтажных работ.

В сборном строительстве обеспечение качества неразрывно связано с точностью сборки конструкций. Собираемость конструкций зависит от точности изготовления элементов, выполнения геодезических разбивочных работ и установки элементов. Качество конструкции будет гарантировано при соблюдении погрешностей процессов из-

готовления элементов и их монтажа, которые указываются в нормах. Нормированные случайные погрешности называются **допусками.**

Допуски геометрических параметров в строительстве подразделяются на функциональные и технологические. Первые регламентируют точность геометрических параметров в сопряжениях и точность положения элементов в конструкциях, вторые — точность технологических процессов и операций по изготовлению и установке элементов, а также выполнению разбивочных работ.

Целью назначения допусков является обеспечение точности сборных конструкций, под которой подразумевают свойство независимо изготовленных элементов, предусматривающее возможность сборки из них конструкций зданий и сооружений с точностью их геометрических параметров.

Значения технологических допусков изготовления элементов зданий, выполнение разбивочных, строительных и монтажных работ, образующих в совокупности систему технологических допусков, приведены в ГОСТ 21778—81.

При этом значения технологических допусков Δ, мм, определены по формуле

$$\Delta = ik,$$

где i — единица допуска, определяемая в зависимости от значения нормируемого геометрического параметра; К — коэффициент точности, устанавливающий число единиц допуска для данного класса точности.

К технологическим допускам изготовления относятся допуски линейных размеров элементов, формы и взаимного положения поверхностей.

Допуски линейных размеров элементов регламентируют точность их изготовления по длине, ширине, высоте, толщине или диаметру, точность размеров и положения выступов, выемок, отверстий, проемов, крепежных и соединительных деталей, а также точность наносимых на элементы ориентиров.

Точность разбивочных работ регламентируется допусками разбивки осей (точек) в плане, передачи осей (точек) по вертикали и створности точек, а также допусками разбивки и передачи высотных отметок.

Точность установки элементов сборных конструкций регламентируется допусками совмещения ориентиров (точек, линий, поверхностей) и допусками симметричности установки элементов.

Точность установки элементов здания при определенном методе монтажа (свободный, ограниченно-свободный, принудительный) зависит от применяемых технологических приемов выполнения работ, монтажных приспособлений и инструментов, а также методов и средств контроля точности.

Рекомендации по назначению классов точности установки элементов в зависимости от технологического обеспечения регламентируются ГОСТ 2179—82. В нем содержится шесть классов точности.

Первый класс точности обеспечивается при установке верха элемента в проектное положение путем монтажных приспособлений (подкосов, торцевых стоек и т. п.). Контроль за точностью совмещения установочных рисок при этом производится с помощью теодолита.

Второй и третий классы точности достигаются при контроле точности установки элементов с помощью отвеса, рейки-отвеса, рейки-уровня и других простых измерительных средств и доводке их, так же как и при первом классе, при помощи регулируемых монтажных приспособлений.

Четвертый и пятый классы точности обеспечиваются при использовании для выверки панелей монтажного крана. При этом контроль производится так же, как и в предыдущем случае, с помощью отвеса.

Шестой класс точности обеспечивается при визуальном контроле точности (без использования измерительных инструментов) и укладке элементов в один прием (без последующей рихтовки).

В целом качество производства строительно-монтажных работ регламентирует третья часть СНиПа, которая предписывает требования к качеству работ, составу и порядку контроля качества, допускаемым отклонениям, правилам оформления актов на скрытые работы и другие требования, направленные на обеспечение высокого качества строительной продукции.

4.1.7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Оценка принятых решений комплексного процесса монтажа конструкций производится на основе анализа технико-экономических показателей проекта. К таким показателям относят: себестоимость монтажа единицы продукции (тг/т, тг/м^3); продолжительность работ

(смен); трудоемкость единицы продукции (чел-ч/т, чел-ч/м^3); выработка рабочих и кранов в смену в физическом выражении (т, м^3); затраты труда (чел-смен), машин (маш-смен) на весь объем работ.

Себестоимость монтажа единицы продукции определяют по формуле:

$$C_{ед} = \frac{C_{м.к}}{P_o}, \quad тг./т; \quad тг/м^3$$

где $C_{м.к}$ — себестоимость монтажа всего объема строительных конструкций, тг; P_o — общий объем смонтированных конструкций, т; м^3.

Продолжительность комплексного процесса (специализированного потока) монтажа конструкций определяют по графикам производства работ, либо из закономерностей поточного производства.

Продолжительность ритмичного специализированного потока монтажа конструкций на j участках одноэтажного здания определяют по формуле:

$$T = \sum_j [n_j к_j + (n_1 - 1) к_j + t_{с.тj}] - \sum_{j-1} t_{срj},$$

где m_j — количество захваток на j участке; K_j — ритм потока (продолжительность выполнения частного потока на захватке j участка); n_j — количество процессов на j участке; $t_{о.тj}$ — продолжительность организационных и технологических перерывов между выполнением процессов; $t_{срj}$ — продолжительность совмещения работ на j участках.

Продолжительность специализированного потока монтажа конструкций многоэтажного здания находим из следующего выражения

$$T = NmK + \Sigma T_i + T_в,$$

где N — количество этажей; m — количество захваток; K — ритм потока; ΣTi — продолжительность технологических вспомогательных процессов, для выполнения которых необходимо прервать ведущий процесс — установку конструкций; $T_в$ — продолжительность технологических вспомогательных процессов, выполняемых после окончания процесса установки конструкций здания.

Трудоемкость единицы продукции монтажа сборных конструкций, чел-ч/т или чел-ч/м, определяется по формуле.

$$Q_{ед} = Q_{мк}/P_o,$$

где $Q_{м.к}$ — общая трудоемкость монтажа сборных конструкций, чел-ч; P_0 — общий объем смонтированных конструкций, т; м^3.

Выработка рабочих в смену, т или м^3, составляет

$$B = P_0 t_c / Q_{мк}$$

где t_c — продолжительность смены, ч.

Выработка кранов в смену, т или м^3,

$$B_к = P_0 / T_у,$$

где $T_у$ — продолжительность установки конструкций, смен.

Экономическая эффективность принятого варианта монтажных работ может быть определена по разности приведенных затрат:

$$Э = (C_1 — C_2) + E(K_1 — K_2),$$

где $C_1 — C_2$ — разница в себестоимости единицы работ сравниваемых вариантов; E — нормативный коэффициент эффективности; $K_1 — K_2$ — разница удельных капитальных вложений по сравниваемым вариантам.

Удельные капитальные вложения для монтажных кранов определяются по формуле.

$$K = \Sigma \frac{S_j}{N_{дj} q_{мj}}$$

где S_j — расчетная стоимость крана; $N_{дj}$ — директивное число смен работы крана в год; $q_{мj}$ — объем работ, выполняемых краном в смену, т или м^3.

5. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

5.1. ВОЗВЕДЕНИЕ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

В основу конструкции крупнопанельного бескаркасного здания положены принципы совместной пространственной работы всех его элементов совмещения в конструкциях несущих стен и ограждающих функций. Эти здания отличаются сравнительно небольшим числом типоразмеров элементов и простотой монтажа.

До начала монтажных работ должны быть закончены земляные работы в котловане и уложены подземные коммуникации.

Монтаж сборных элементов крупнопанельных зданий ведут по захваткам, в каждую из которых включают одну или две секции, что обеспечивает непрерывность и равномерность процессов, т. е. поточность производства.

Работы по возведению подземной части зданий также ведут по захваткам, совмещая земляные работы, производимые на второй захватке, с монтажом сборных элементов в законченном котловане первой захватки.

Сборные элементы здания в монтажную зону могут подаваться либо непосредственно с транспортных средств, либо с приобъектного склада, расположенного в зоне действия монтажного крана, против соответствующих захваток.

Сборные фундаменты, стены подвала и другие элементы подземной части здания могут монтироваться как башенными, так и автомобильными и самоходными стреловыми кранами. Стоимость монтажа подземной части здания с помощью кранов на рельсовом ходу обычно меньше стоимости монтажа стреловыми кранами на гусеничном или пневмоколесном ходу. Однако башенные краны для этих целей применяют реже, поскольку наличие крановых путей усложняет засыпку пазух наружных стен и задерживает работы по благоустройству территории вокруг здания до окончания монтажа всей надземной части.

Последовательность монтажа крупнопанельных зданий определяется в зависимости от конструктивных особенностей, устойчивости смонтированных элементов и частей зданий, удобств и безопасности монтажа.

Существуют различные схемы последовательности монтажа крупнопанельных зданий. При этом необходимо придерживаться следующих принципов: сборные элементы необходимо устанавливать в проектное положение замкнутыми ячейками путем примыкания каждой последующей панели к ранее смонтированной и соединением их электросваркой; монтаж следует начинать образуя маячные (базовые) ячейки, к которым относятся внешние углы и лестничные клетки зданий. Обычно монтаж начинают с внешних углов здания, так как после установки первых двух панелей наружных стен (поперечной и продольной) создается жесткий узел, обеспечивающий пространственную неизменяемость конструкций. Монтаж сборных элементов рекомендуется вести «на кран», т. е. начинать монтаж с более удаленной от крана панели, что впоследствии обеспечит визуальную связь крановщика с местом установки последующих

Рис. 5.1. Поэтажная технологическая схема монтажа типового этажа жилого дома

а — стен, перегородок, санитарно-технических кабин; *б* — перекрытий и лоджий

элементов. При наличии двух строительных кранов монтаж следует начинать с внешних углов здания, ближайших к каждому крану.

В проекте производства работ по монтажу полносборных зданий особо тщательно должна быть отработана нумерация сборных элементов, которая определяет последовательность их установки в проектное положение. Номера элементов размечаются на поэтажных монтажных планах здания (рис. 5.1). При этом необходимо учитывать, что очередность установки элементов не должна вызывать частой смены стропов и захватных приспособлений.

5.2. ВОЗВЕДЕНИЕ КРУПНОБЛОЧНЫХ И ПАНЕЛЬНО-БЛОЧНЫХ ЗДАНИЙ

Наряду с крупнопанельным домостроением все более широкое распространение получает строительство жилых домов по блочной и панельно-блочной конструктивной схеме.

В зданиях блочной схемы обеспечивается наибольшая степень их заводской готовности, поскольку все операции по изготовлению, комплектации, оснащению сантехническим и инженерным оборудованием, наружной и внутренней отделке блоков переносятся на заводские условия. На строительной площадке выполняется лишь монтаж блоков, соединение трубопроводов и заделка стыков, что составляет 15—20% общих трудозатрат на здание.

Панельно-блочная схема зданий предусматривает сочетание несущих объемных блоков, расставляемых на различных расстояниях друг от друга, и плоских панелей перекрытий и стен, замыкающих свободные пространства между блоками. Однако применение этой схемы в строительстве домов жилого и культурно-бытового назначений в определенной степени ведет к снижению степени заводской готовности, поскольку их панельную часть приходится отделывать в условиях стройплощадки и доля заводских трудозатрат в этих зданиях составляет около 55—65%. В панельно-блочных домах, кроме того, увеличиваются количество, разнотипность и разновесность монтажных элементов.

Процесс возведения блочных и панельно-блочных зданий существенно отличается от возведения зданий традиционных конструкций. Вследствие устойчивости блоков отсутствуют составляющие процессы временного закрепления, выверки и доведения их до проектного положения после установки на перекрытие.

Здание в процессе монтажа делят на захватки. Последовательность монтажа блоков зависит от особенностей конструктивных решений, соединений блоков с плоскими элементами, а также от типа используемого монтажного крана и его параметров.

Общим для большинства случаев (при монтаже зданий башенными, козловыми, гусеничными и пневмоколесными кранами) является то, что первыми монтируются блоки дальнего, относительно кабины машиниста, ряда, что обеспечивает машинисту лучший обзор места установки последующих элементов. При наличии в конструкции здания плоских деталей последовательность монтажа решается в соответствии с конкретными конструктивными особенностями узлов их примыканий к блокам. В таких случаях рекомендуется начать монтаж с блоков, а затем плоских элементов, что не потребует частой смены монтажной оснастки и рабочих приемов.

Строповку и подъем блоков осуществляют при помо-

щи пространственной балансирной траверсы, а транспортировку блоков на строительную площадку — посредством трейлеров или автоприцепов. Монтаж блоков ведется с транспортных средств.

5.3. ВОЗВЕДЕНИЕ КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Каркасно-панельные системы по способу обеспечения пространственной жесткости подразделяются на рамные, рамно-связевые и связевые; по схеме расположения рам каркаса — на системы с пространственными и плоскими (продольными или поперечными) рамами; по типу горизонтальных несущих конструкций — на ригельные, безригельные, с горизонтальными несущими элементами высотой в этаж.

Наибольшее развитие в каркасно-панельном строительстве получил метод монтажа на основе кондукторных приспособлений. Вместе с тем, отдельные конструктивные элементы монтируются в условиях, близких к пространственной самофиксации, так как их положение предопределяется положением ранее смонтированных конструкций, например колонн и ригелей.

В общем виде последовательность монтажа конструктивных элементов надземной части здания следующая: колонны — ригели — диафрагмы жесткости — распорки — плиты перекрытия — лестничные марши — наружные ограждения.

В зависимости от массы элементов, габаритных размеров здания и конкретных условий строительства монтажные краны могут располагаться с одной или обеих сторон монтируемого здания. Монтаж здания обычно ведется по захваткам и поярусно. В пределах каждого яруса, равного по высоте двум этажам каркасно-панельного здания, монтаж сборных элементов начинают с наиболее жесткой ячейки. В большинстве случаев такой ячейкой является лестничная клетка, пространственная жесткость которой обеспечивает неизменяемость монтируемых конструкций, причем эта же лестничная клетка в дальнейшем служит для перехода с этажа на этаж.

Однако в зависимости от принятой оснастки и связанных с ней условий организации процессов монтажа может быть принята и другая последовательность, при которой также образуются жесткие пространственные ячейки и элементов каркаса (рис. 5.2).

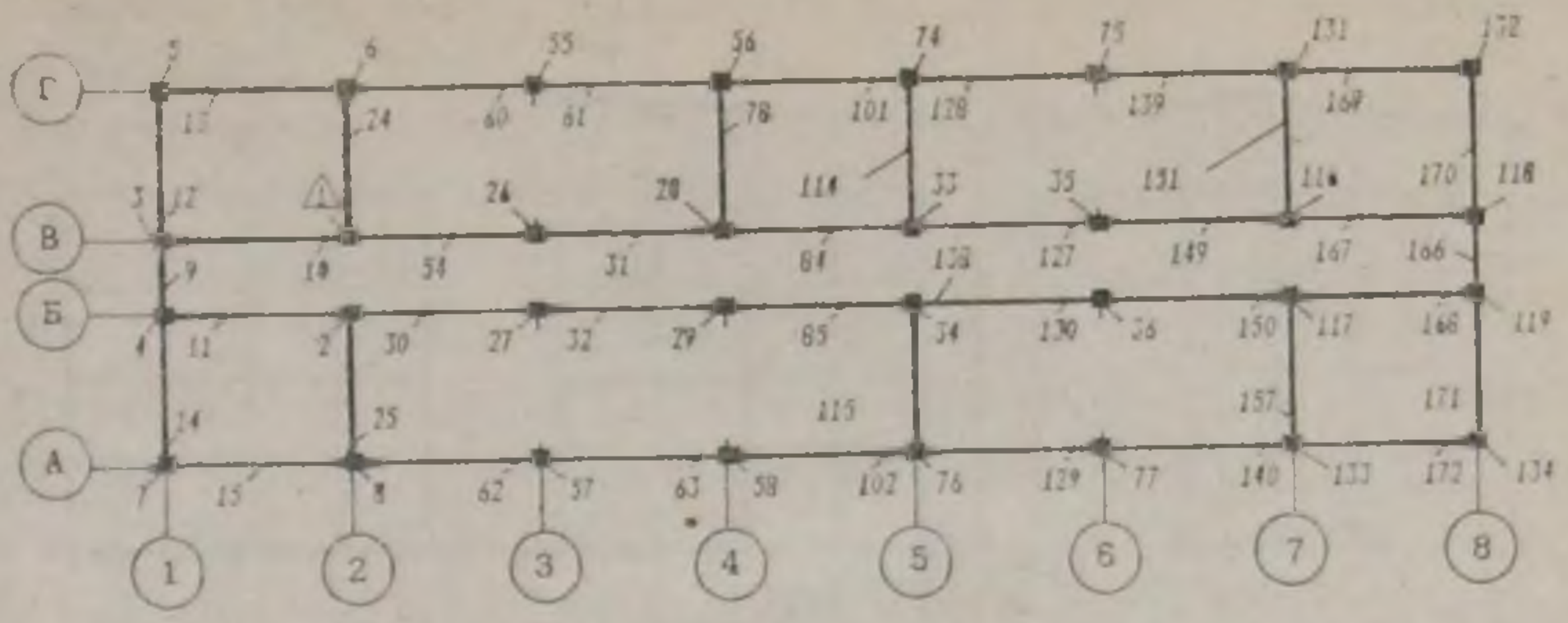


Рис. 5.2. Последовательность монтажа сборных элементов каркасно-панельного жилого дома

1 — начало монтажа элементов; *1—172* — монтажные номера элементов

Монтаж сборных конструкций вышележащего этажа (или этажей) производится после полного и окончательного закрепления элементов нижележащего этажа (этажей) и достижения бетоном замоноличенных стыков установленной проектом прочности.

Установку и временное крепление двухэтажных колонн производят с помощью групповых или одиночных кондукторов. Групповые кондукторы являются элементами наиболее прогрессивной технологии возведения каркасных конструкций, при которой обеспечивается высокая точность и скорость монтажа: точная принудительная установка колонн каркаса в продольном и поперечном направлениях; временное закрепление и выверка колонн в процессе их монтажа и постоянное закрепление электросваркой; монтаж ригелей, диафрагм жесткости и других элементов; возможность производства работ в удобных и безопасных условиях.

Однако применение групповых кондукторов ограничено возможностью их использования в зданиях с определенной сеткой колонн. В таких случаях широкое применение получили одиночные монтажные кондукторы, при которых все конструктивные элементы, кроме двухэтажных колонн, устанавливаются поэтапно. Для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости на каждой захватке создают жесткие ячейки, включающие 4—8 колонн.

Монтаж каркасно-панельных зданий гражданского и производственного назначения производится башенными и самоходными стреловыми кранами, схемы расстановки которых приведены на рис. 5.3. Для монтажа каркаса многоэтажных зданий применяют специальные катучие кра-

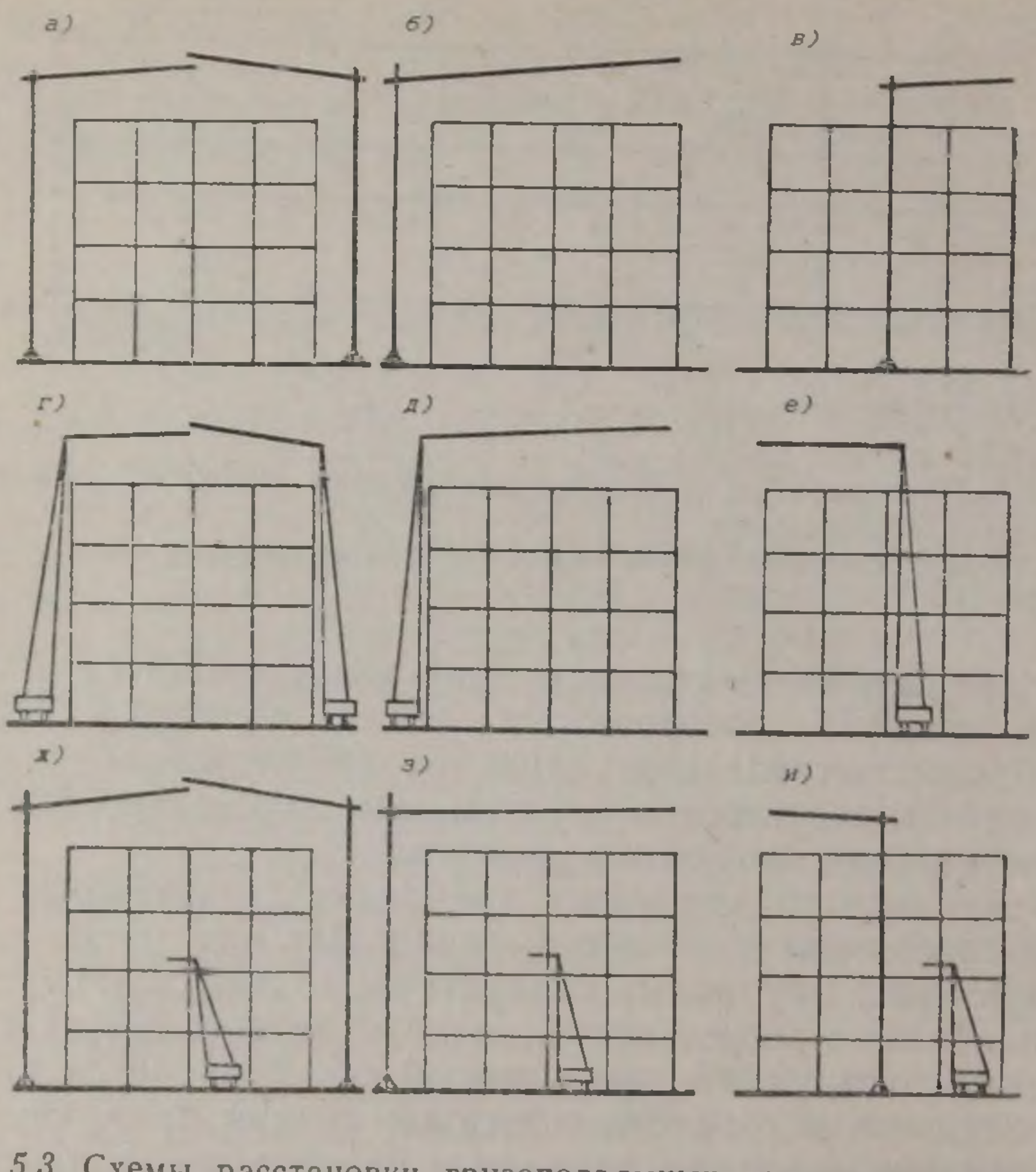


Рис. 5.3. Схемы расстановки грузоподъемных кранов при монтаже конструкций многоэтажных общественных и промышленных зданий *а, б, в* — башенными кранами, установленными соответственно с двух сторон, с одной стороны и в пределах поперечного сечения; *г, д, е* — то же, стреловыми кранами (с башенно-стреловым оборудованием); *ж, з, и* — то же, башенными и стреловыми кранами (в сочетании)

ны, а при высоте зданий в 25 этажей и более пристав-ные краны, закрепляемые в нескольких ярусах к несущим конструкциям здания.

5.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ОБЪЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Сущность объемно-блочного домостроения выражается в резком укрупнении и обеспечении наибольшей степени заводской готовности монтажного элемента здания, представляющего собой законченную структурную единицу в виде замкнутой пространственной конструкции, обладающей необходимой прочностью, жесткостью, самоустойчивостью, как независимо от других таких же

элементов, так и в совместном их сочетании в зданиях и сооружениях.

Жилые дома из объемных элементов, представляющие собою пространственно-несущую конструкцию, состоят из нескольких типоразмеров: блоков жилых комнат, лестничных клеток, санитарных узлов с кухнями.

Процесс возведения объемно-блочных зданий существенно отличается от возведения зданий традиционных конструкций. Здесь отсутствуют целые комплексы трудоемких работ. Вследствие устойчивости объемных блоков отсутствуют составляющие процессы временного закрепления, выверки и доведения их до проектного положения после установки на перекрытие.

Монтаж объемных блоков состоит из процессов установки их в проектное положение и устройства между ними связей. Цикл установки блоков состоит из следующих операций: подачи траверсы на блок; строповки; подачи блока к месту установки; наведения блока над местом установки; ориентирования и установки блока в проектное положение; проверки положения блока и расстроповки.

Для выполнения начальных этапов монтажного цикла — подачи траверсы и строповки блока имеет значение расположение центра тяжести объемного блока. Для этих целей используются балансирные траверсы, которые имеют устройства, позволяющие производить перемещение точки подвеса траверсы в соответствии с положением центра тяжести блока, и тем самым обеспечивать нужное для монтажа положение блока в пространстве. В большинстве случаев объемные блоки подаются к месту установки не в горизонтальном положении, а с наклоном в сторону наружной грани на 1,5—2°, так как установка их в проектное положение начинается именно с этой грани.

Здание в процессе монтажа делят на захватки. Последовательность установки блоков зависит от особенностей конструктивных решений: способа размещения коммуникаций на объемном блоке и их стыковки, от типов монтажных кранов и их параметров. Так, например, при расположении коммуникаций внутри блока наиболее рациональной является параллельный монтаж обеих продольных рядов объемных блоков от одного торца здания к другому, обеспечивая фронт работ для заделки стыков (рис 5.4, а). Если санитарно-технические блоки, расположенные в одном продольном ряду, имеют комму-

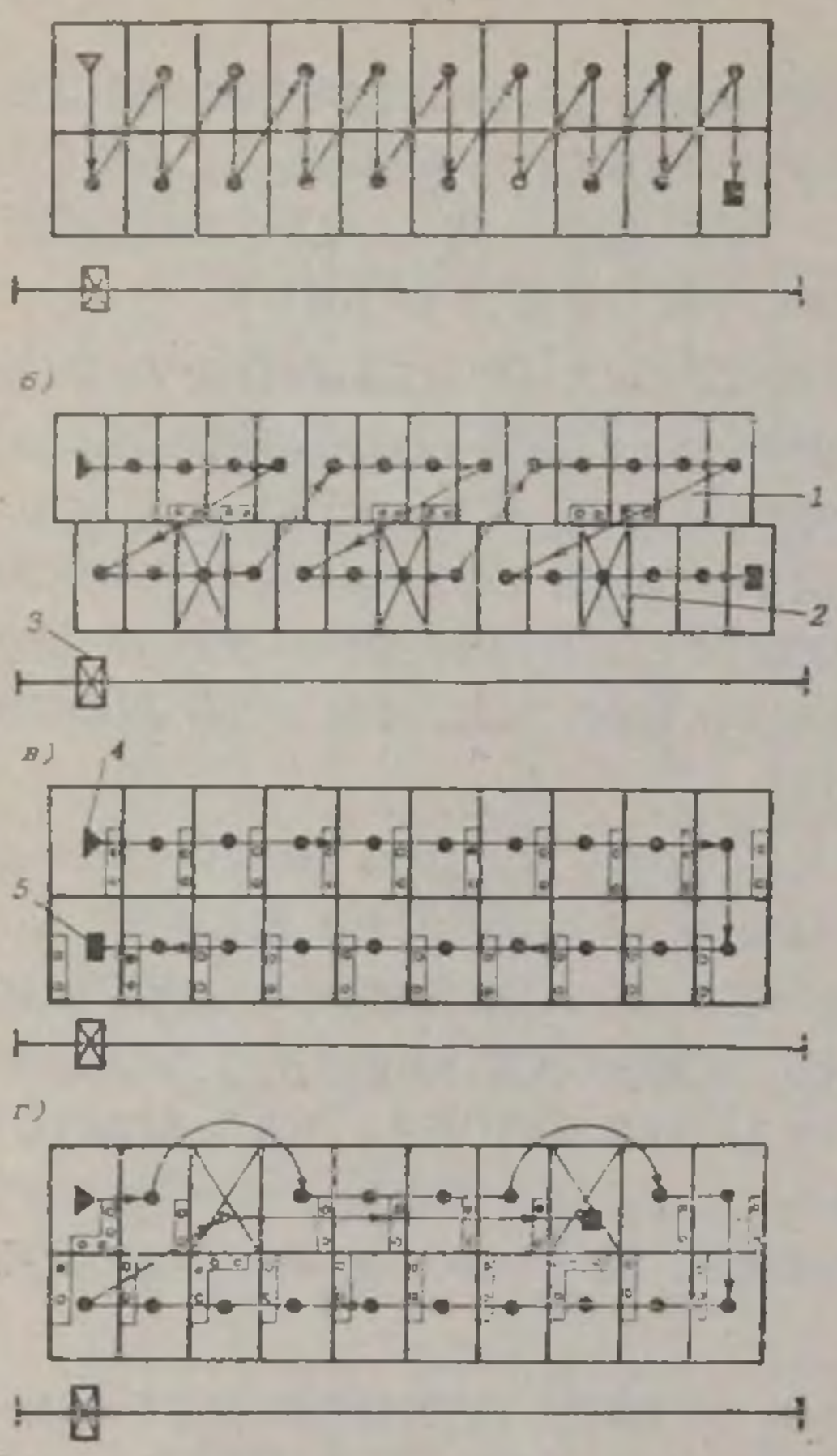


Рис. 5.4. Последовательность монтажа зданий из объемных блоков
а — без наружных коммуникаций; *б* — с наружными коммуникациями на торцевой грани; *в* — с наружными коммуникациями на продольной грани; *г* — с наружными коммуникациями на торцевой и продольной гранях; *1* — блоки с наружными, стыкующимися во время монтажа санитарно-техническими коммуникациями; *2* — блоки лестничной клетки; *3* — кабина машиниста монтажного крана; *4* — начало монтажа; *5* — конец монтажа

никации снаружи задней торцевой грани блока, то работы по их стыковке должны выполняться снаружи, а последовательность монтажа принимается с учетом времени, необходимого для выполнения этих работ. Часть блоков того ряда, где имеются блоки с коммуникациями, монтируют в первую очередь, затем — соответствующие блоки другого ряда. После монтажа блоков с коммуникациями в том же ряду монтируют один или два последующих блока, с таким расчетом, чтобы к моменту установки блоков, расположенных против блоков с коммуникациями, все санитарно-технические соединения были уже выполнены (рис. 5, 4,б). При расположении коммуникаций снаружи продольной стороны блоков последовательность установки блоков ведется по «круговой» схеме (рис. 5, 4,в). В случае расположения коммуникаций снаружи двух граней объемного блока их монтируют по той же схеме, но с пропуском лестничной клетки (рис. 5.4,г), которые устанавливают в последнюю очередь после завершения работ по стыковке коммуникаций. Приставные панели устанавливают по ходу монтажа объемных блоков.

Параллельно с монтажом объемных блоков на раз-

ных захватках заделывают стыки с навесных подмостей, соединяют санитарно-технические и электротехнические коммуникации.

5.5. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ПОДЪЕМОМ ЭТАЖЕЙ И ПЕРЕКРЫТИЙ

В отличие от традиционных схем возведения железобетонных конструкций метод подъема этажей и перекрытий предусматривает монтаж или формирование конструкций, как правило, с верхнего этажа, т. е. в обратной последовательности. Сущность метода заключается в том, что на уровне земли изготовляют или монтируют из отдельных сборных элементов большегабаритные строительные конструкции, которые затем по направляющим опорам поднимают вверх и без горизонтального перемещения закрепляют на проектных отметках. При подъеме этажей все работы ведут на уровне земли, а при подъеме перекрытий — на проектных отметках.

В большинстве случаев плиты перекрытий зданий изготовляют последовательно одну за другой в виде пакета. В ряде случаев часть плит перекрытий изготовляют на промежуточных отметках, а затем поднимают их на проектную высоту.

Направляющими опорами служат сборные железобетонные или металлические колонны высотой в один или несколько этажей, а также монолитные железобетонные ядра жесткости, возводимые в переставной или скользящей опалубке. На проектные отметки конструкции поднимают с помощью специального оборудования (подъемников или домкратов), устанавливаемого внизу здания или на направляющих опорах (рис. 5.5), или же в отдельных случаях при гибких тягах — с помощью системы канатов, полиспастов и лебедки, расположенной на нулевой отметке, при этом способ производства работ зависит от конструктивного решения здания. Так, при подъеме этажей каждый этаж может подниматься или непосредственно на проектную отметку, или же поэтапно на высоту одного этажа (рис. 5.6). При подъеме плит перекрытий можно использовать несколько видов монтажа. Наиболее распространенным является вариант, при котором плиты перекрытий поднимают, начиная с верхней, по одной или по несколько плит вместе. Существует также способ, когда все плиты поднимают вместе в пакете и закрепляют на проектной отметке, начиная с нижней плиты.

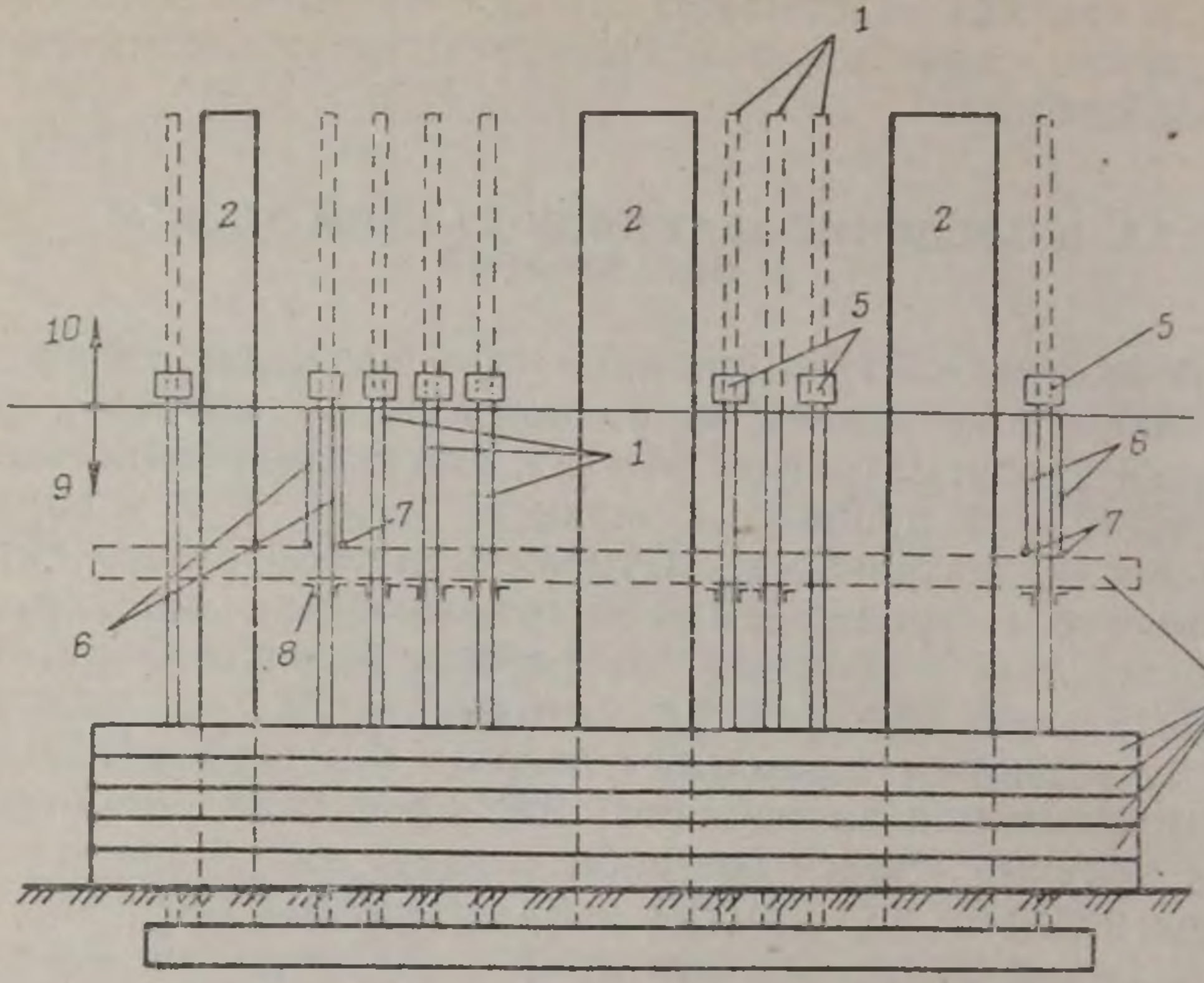


Рис. 5.5. Схема метода подъема перекрытий

1 — колонны; *2* — ядро жесткости; *3* — перекрытия; *4* — фундамент; *5* — домкраты; *6* — тяги; *7* — закрепление тяг к перекрытию; *8* — монтажные или временные опоры; *9* — первая захватка; 10 — вторая захватка

5.6. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С ПОКРЫТИЯМИ В ВИДЕ ОБОЛОЧЕК И СКЛАДОК

Методом подъема можно возводить здания и сооружения различного назначения и этажности, любого размера и конфигурации. Использование этого метода целесообразно в труднодоступных районах, в районах с недостаточно развитым производством сборного железобетона, а также в сейсмических районах.

Покрытия в виде оболочек и складок из сборных железобетонных элементов позволяют перекрывать большие площади без промежуточных опор при минимальной затрате материальных ресурсов.

Особое распространение имеют цилиндрические оболочки КЖС, которые значительно экономичнее плоских плит покрытия. В настоящее время в строительстве чаще всего используются следующие типы оболочек: длинные цилиндрические оболочки размером 3×12 м для сеток колонн 24×12 м; короткие цилиндрические оболоч-

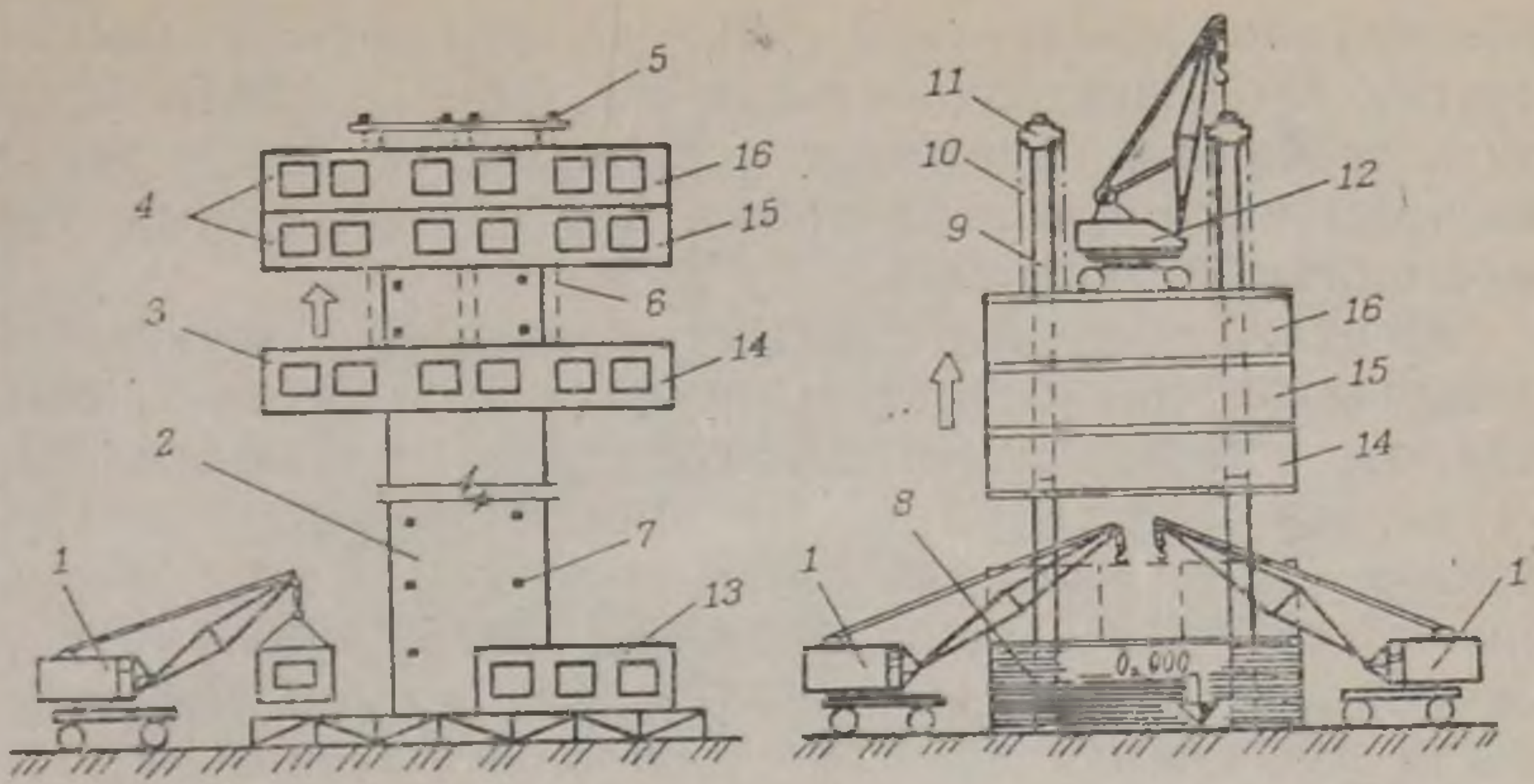


Рис. 5.6. Схема монтажа многоэтажного здания методом подъема этажей
а — непосредственно на проектные отметки с установкой подъемников в верхней части ядра жесткости; *б* — с промежуточными стоянками с устновкой подъемников на последовательно наращиваемые колонны; *1* — краны для наземной укрупнительной сборки конструкций этажа; *2* — железобетонная башня — ядро жесткости; *3* — этаж в процессе подъема; *4* — этажи в проектном положении; *5* — подъемные домкраты; *6* — подъемные тяги; *7* — отверстия для крепления этажей; *8* — пакет плит перекрытий; *9* — колонна наращиваемого яруса; *10* — подъемные тяги яруса; *11* — подъемник; *12* — кран для наращивания колонн и перестановки подъемников с тягами; *13—16* — этажи монтируемого здания

ки размером 3×12, 3×18 и 3×24, перекрывающие пролет здания; оболочки двоякой положительной кривизны.

Длинные цилиндрические оболочки собирают из плит двух типов: средних и торцевых и бортовых элементов.

Монтаж оболочки начинают с установки на колонны бортовых элементов, которые крепят к колоннам электросваркой. До установки плит на бортовые элементы (при ширине пролета в 24 м) их в четвертях опирают на временные опоры с домкратами. Монтаж панелей начинают с торцевой панели, при этом затяжка плиты приваривается к оголовку колонны, а сама плита — к бортовому элементу. Затем устанавливают и привариваают четыре рядовые плиты, после — торцевую плиту с затяжкой. Потом после окончательной сварки стыков, замоноличивания всех швов и выдержки бетона бортовые элементы раскружаливают.

Монтаж производят обычно гусеничным краном соответствующей грузоподъемности, стропуя панели траверсой за четыре петли.

Оболочки двоякой кривизны применяют для перекры-

тия крупной квадратной сетки колонн складов, цехов и других производственных помещений, где нужно обеспечить свободное перемещение транспорта. Такие оболочки применяют для перекрытия как однопролетных, так и многопролетных зданий.

Монтаж оболочек двоякой кривизны выполняют в следующей последовательности. Сначала гусеничным краном устанавливают на колоннах контурные арки. Для установки плит скорлупы выставляют подмости или кондуктор. Затем башенным или гусеничным краном с башенно-стреловым оборудованием монтируют плиту покрытия, каждый угол которой должен быть оперт на подмости или кондуктор. Угол оболочки заполняют треугольными плитами в швы, между которыми закладывают арматуру, которая после сварки выпусков натягивается, а швы замоноличиваются.

Раскружаливание оболочки производится после достижения бетоном в угловых зонах и швах между плитами 70% прочности. Раскружаливание достигается путем опускания винтовых или гидравлических домкратов, подкладываемых под стойки подмостей или опор кондуктора.

5.7. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С АРОЧНЫМИ КУПОЛЬНЫМИ ПЕРЕКРЫТИЯМИ

Двухшарнирные арки. Двухшарнирные арочные конструкции монтируют конструктивными элементами в виде отдельных арок с последующим их соединением между собой связями и прогонами; конструктивными элементами арок с применением передвижных башен; укрупненными блоками арок методом надвижки. В случае монтажа отдельных арок первые две закрепляют в проектном положении с помощью расчалок, все последующие арки соединяют с предыдущими инвентарными распорками. Прогоны в этом случае монтируют поверху, используя специальные подмостки. Этот метод сборки трудоемок и значительно усложняет производство работ. При монтаже укрупненными блоками нет необходимости в устройстве подмостей, сокращается объем работ, выполняемых на высоте, уменьшается количество подъемов.

Укрупненными блоками из двух и трех арок смонтирована конструкция покрытия здания искусственного катка в Таллине. Для укрупнительной сборки были применены четыре временные опоры, на которые укладыва-

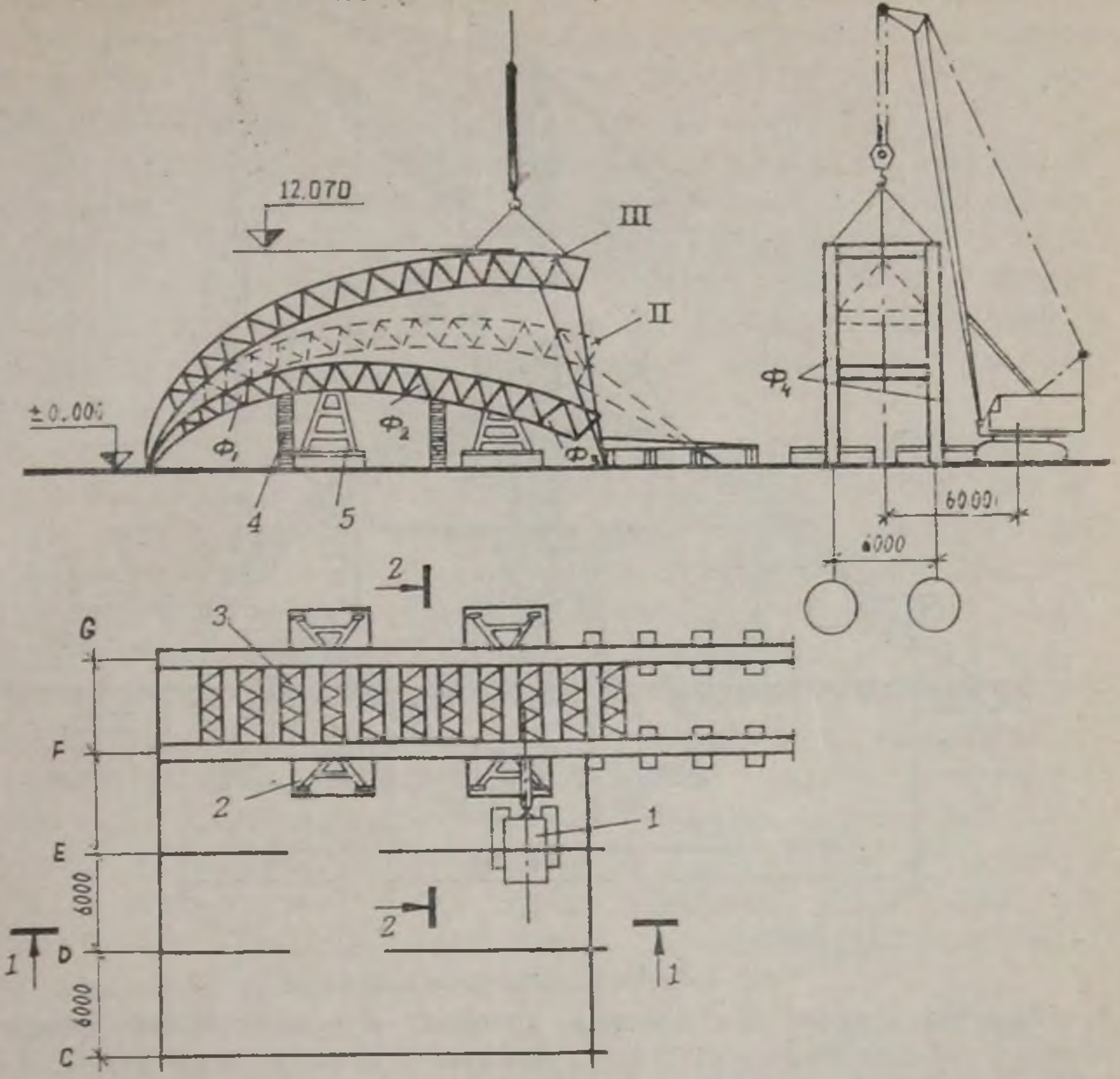


Рис. 5.7. Монтаж конструкции покрытия катка

1 — кран; *2* — временная опора; *3* — решетчатые прогоны; *4* — инвентарные лестницы; *5* — шпалы; *I, II, III* — соответственно исходное, промежуточное и проектное положение рамы

ли две арки. Каждую арку поставляли на монтаж из четырех элементов, включая элементы стойки (рис. 5.7). Укрупнительную сборку и монтаж арок осуществляли гусеничным краном. Для сборочных работ при закреплении прогонов применяли две инвентарные навесные лестницы.

Трехшарнирные арки. Монтаж трехшарнирных арок отличается некоторыми особенностями, связанными с наличием верхнего шарнира, и выполняется наиболее часто с помощью передвижной башни (опоры), снабженной домкратами или клиновыми приспособлениями. Эти арки монтируют элементами конструкций, конструктивными элементами в виде полуарок и блоками полуарок.

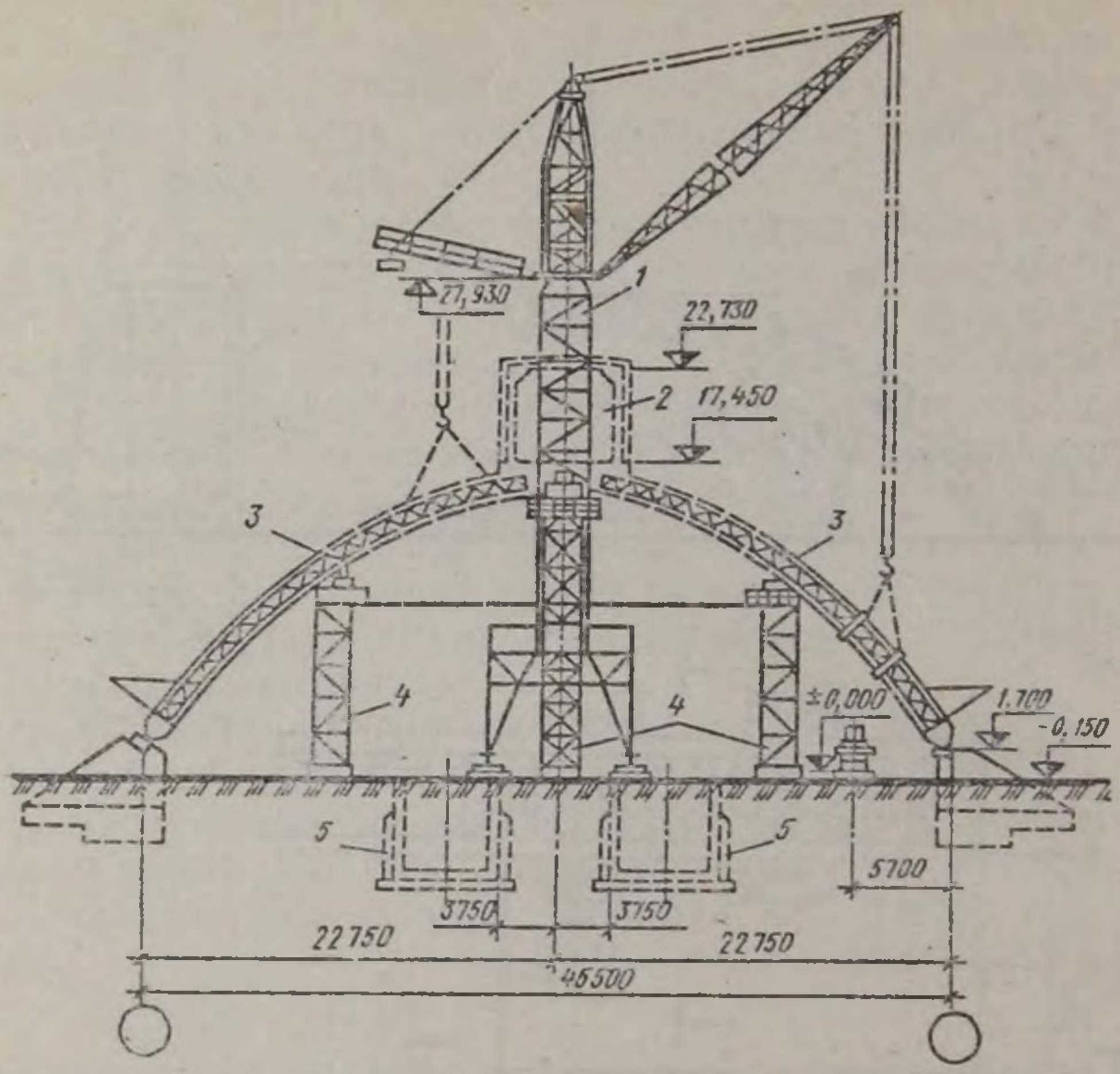


Рис. 5.8. Монтаж здания склада

1 — башенный кран; *2* — верхняя галерея; *3* — монтажные стыки арок; *4* — подвижные монтажные вышки с домкратными устройствами; *5* — подземные галереи

В целях изготовления элементов трехшарнирных арок индустриальными методами на заводах и удобства их транспортирования к месту монтажа каждую полуарку иногда делят на монтажные элементы. В этом случае их монтаж осуществляется элементами конструкций с использованием промежуточных временных опор, передвигаемых по ходу монтажа и имеющих вверху рабочие площадки с домкратными устройствами (рис. 5.8). Опоры устанавливают на салазки, передвигаемые по временным путям.

При монтаже трехшарнирных арок каждый конструктивный элемент стропят у центра тяжести и поднимают краном отдельно. Первую половину полуарки в положении «на весу» заводят пятковым шарниром на опору и путем поворота в шарнире устанавливают вторым концом на временную опору. Вторую половину полуарки устанавливают одним концом на опору, которая

пятковому шарниру, а другим — на опору в центре пролета. Вторую половину полуарки монтируют аналогично и опускают вторую часть второй полуарки до совмещения осей замковых отверстий верхнего шарнира.

В зависимости от конструктивных решений возведение зданий с купольными покрытиями может быть выполнено с применением временной стационарной опоры, навесным способом или в целом виде. В строительстве известны два типа куполов — ребристые и сетчатые, принципиально отличающиеся своими конструктивными решениями и схемой работы.

Ребристые купола всегда монтируют с применением временной опоры (рис. 5.9), в качестве которой могут быть использованы мачты и башни кранов. Первым на временной опоре собирают верхнее опорное кольцо, являющееся конструктивным элементом купола. Для обеспечения выверки его положения по высоте, а в последующем — раскружаливания всего собранного купола, между временной опорой и опорным кольцом устанавливают домкраты. Обслуживание домкратов, сборку опорного кольца и раскружаливание выполняют с рабочей площадки, устраиваемой на временной опоре. При этом опорное кольцо должно быть точно выверено не только по высоте, но и в плане, так как его положение во многом определяет геометрию всего купола.

Затем монтируют в определенной последовательности несущие элементы — ребра купола, которые предварительно укрупняют на всю длину, что позволяет исключить необходимость устройства дополнительных промежуточных опор.

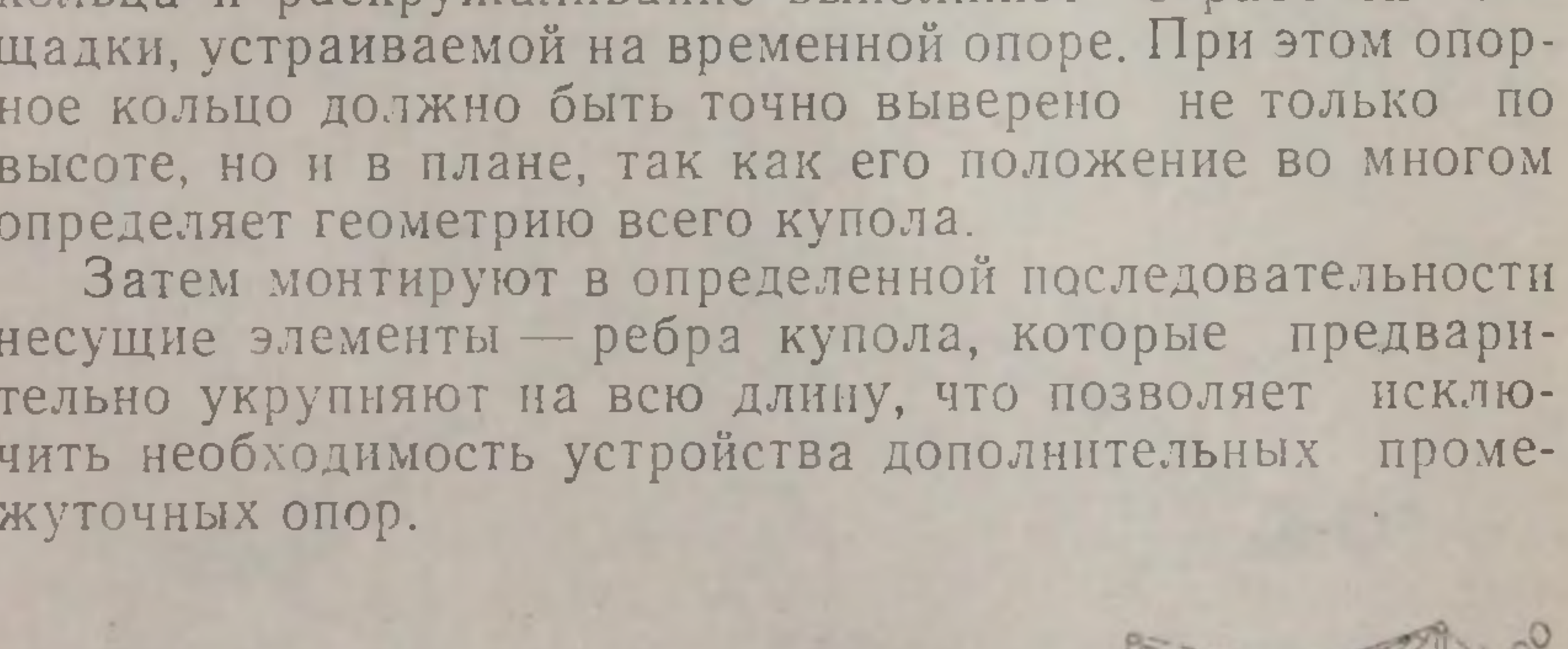


Рис. 5.9. Монтаж куполов из стальных конструкций
а — купол спортивного зала; *б* — купол панорамного кинотеатра; *1* — мачта; *2* — кольцо, монтируемое вместе с мачтой; *3* — ванта

Сначала устанавливают по любому диаметру одно ребро против другого, затем — два других в перпендикулярной плоскости. Далее в каждом из четырех образовавшихся секторов последовательно монтируют по одному ребру, равномерно заполняя всю окружность купола. Такая последовательность установки ребер исключает одностороннюю нагрузку на опорное кольцо, что уменьшает деформацию временной опоры (отклонение от вертикали) и облегчает выверку и соблюдение заданной геометрической формы купола.

В зависимости от размеров купола (пролет, высота) для монтажа конструкции могут быть применены гусеничные, башенные или рельсовые краны, устанавливаемые либо снаружи на двух параллельных или на одном кольцевом пути, либо внутри купола при отсутствии подземных сооружений. В некоторых случаях монтаж конструкций осуществляют при помощи специального радиального поворотного устройства (рис. 5.10).

Монтаж куполов навесным способом или в целом виде производят путем последовательной сборки кольцевых поясов при помощи передвижной металлической фермы-шаблона и стоек с подвесками для удержания сборных плит.

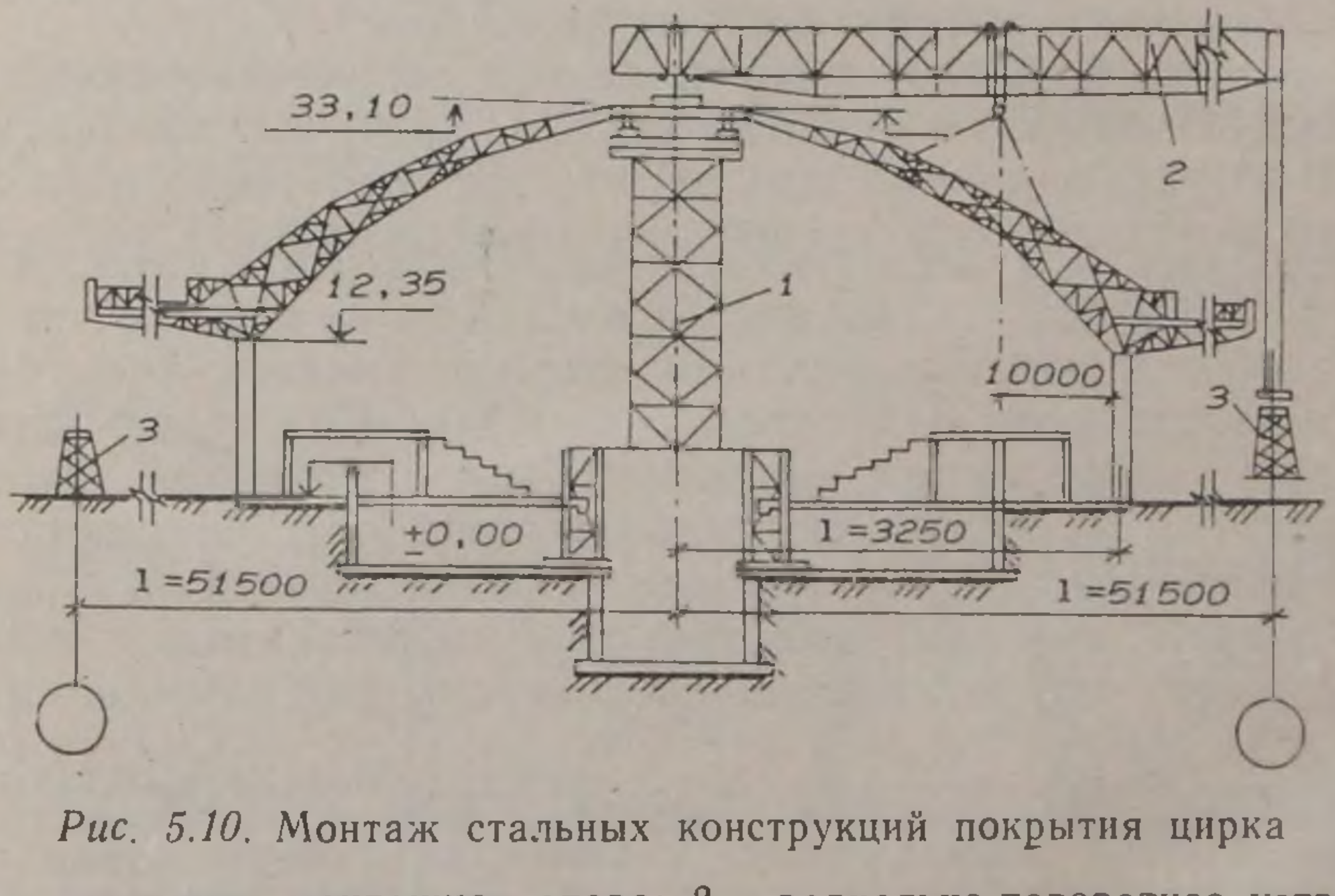


Рис. 5.10. Монтаж стальных конструкций покрытия цирка

1 — временная монтажная опора; *2* — радиально-поворотное устройство; *3* — подкрановая эстакада

5.8. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С ВАНТОВЫМИ И МЕМБРАННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Висячие покрытия применяют при возведении зданий и сооружений, имеющих значительные размеры в плане (промышленные здания, стадионы, концертные и выставочные залы, гаражи, цирки, рынки и пр.), т. е. когда необходимо перекрыть большие площади без промежуточных опор.

Несущие конструкции висячих покрытий могут быть выполнены в виде вантовых ферм и мембран.

Висячие растянутые элементы обычно закрепляют за жесткие массивные опорные конструкции. Опорные конструкции могут быть в виде замкнутого контура (кольца, овала, прямоугольной рамы), опирающегося на колонны или наклонные рамы, арки, удерживающие покрытие и передающие нагрузку на фундамент.

Состав и последовательность выполнения процессов монтажа вантовых покрытий зависят от их конструктивной схемы. Ведущим и наиболее сложным процессом является монтаж вантовой сети. Конструкция висячего покрытия с системой ортогональных вант, представляющая собой разновидность железобетонной оболочки, состоит из монолитного железобетонного опорного контура, закрепленной на опорном контуре вантовой сети, которая предварительно напрягается, и сборных железобетонных плит, уложенных на вантовой сети. Вантовая сеть состоит из систем продольных и поперечных вант. Их располагают по главным направлениям поверхности оболочки под прямым углом друг к другу. Ванты в опорном контуре закрепляют с помощью анкеров, состоящих из гильзы и клиньев, в которых обжимаются концы каждого каната. После проектного натяжения вантовой сети и замоноличивания швов между плитами и вантами система работает как единая конструкция.

Для перекрытия больших пролетов применяют висячие покрытия из листовой стали толщиной 4—6 мм (мембраны). Листы мембраны при монтаже раскатывают по висячим несущим элементам постели мембраны из толстого листа или профильного металла.

Висячие покрытия в зависимости от их конструктивных особенностей монтируют различными способами, но по возможности укрупненными блоками. Контурные опорные конструкции обычно монтируют на временных опорах с последующим раскружаливанием после сборки и замоноличивания всего покрытия и устройства кровли.

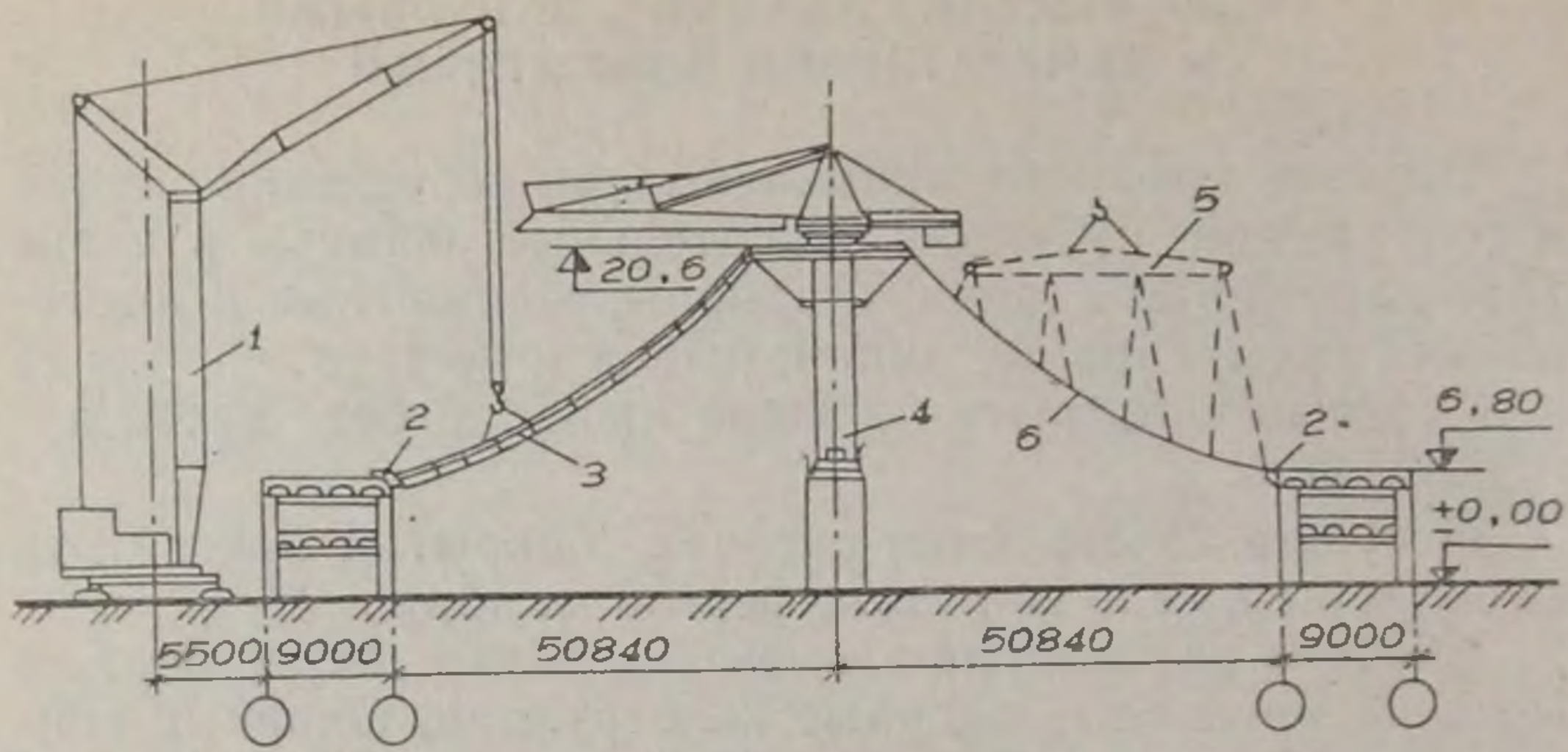


Рис. 5.11. Схема монтажа висячего покрытия шатрового типа
1 — стреловой кран; *2* — наружное кольцо; *3* — плита покрытия; *4* — центральная опора; *5* — траверса для подъема вант; *6* — монтируемая ванта

При наличии центрального опорного кольца его монтируют крупными блоками на поддерживающей временной опоре, которая одновременно является опорой для подмостей — рабочим местом для оформления монтажных стыков, натяжения вант и опорой для последующего раскружаливания покрытия.

При больших размерах сооружения по его центру устанавливают монтажный кран. Другой кран с большим подстреловым пространством перемещают вокруг монтируемого покрытия (рис. 5.11).

При мембранном покрытии после монтажа опорного контура монтируют элементы постели мембраны, а затем мембрану, раскатывая или натягивая листы покрытия (рис. 5.12). Крепление листа к элементам постели осуществляют сваркой, болтами или заклепками. Листы мембраны монтируют в определенной последовательности, исключающей неравномерную загрузку опорных контур.

Раскатанный лист временно закрепляют канатами к элементам постели, выверяют собранное покрытие и осуществляют окончательное закрепление согласно проекту. После чего временное крепление снимают.

5.9. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ СО СТРУКТУРНЫМИ И РЕШЕТЧАТЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Пространственные покрытия, представляющие собой цельносваренную конструкцию, монтируют методом подъема в целом виде. Укрупнительную сборку и сварку та-

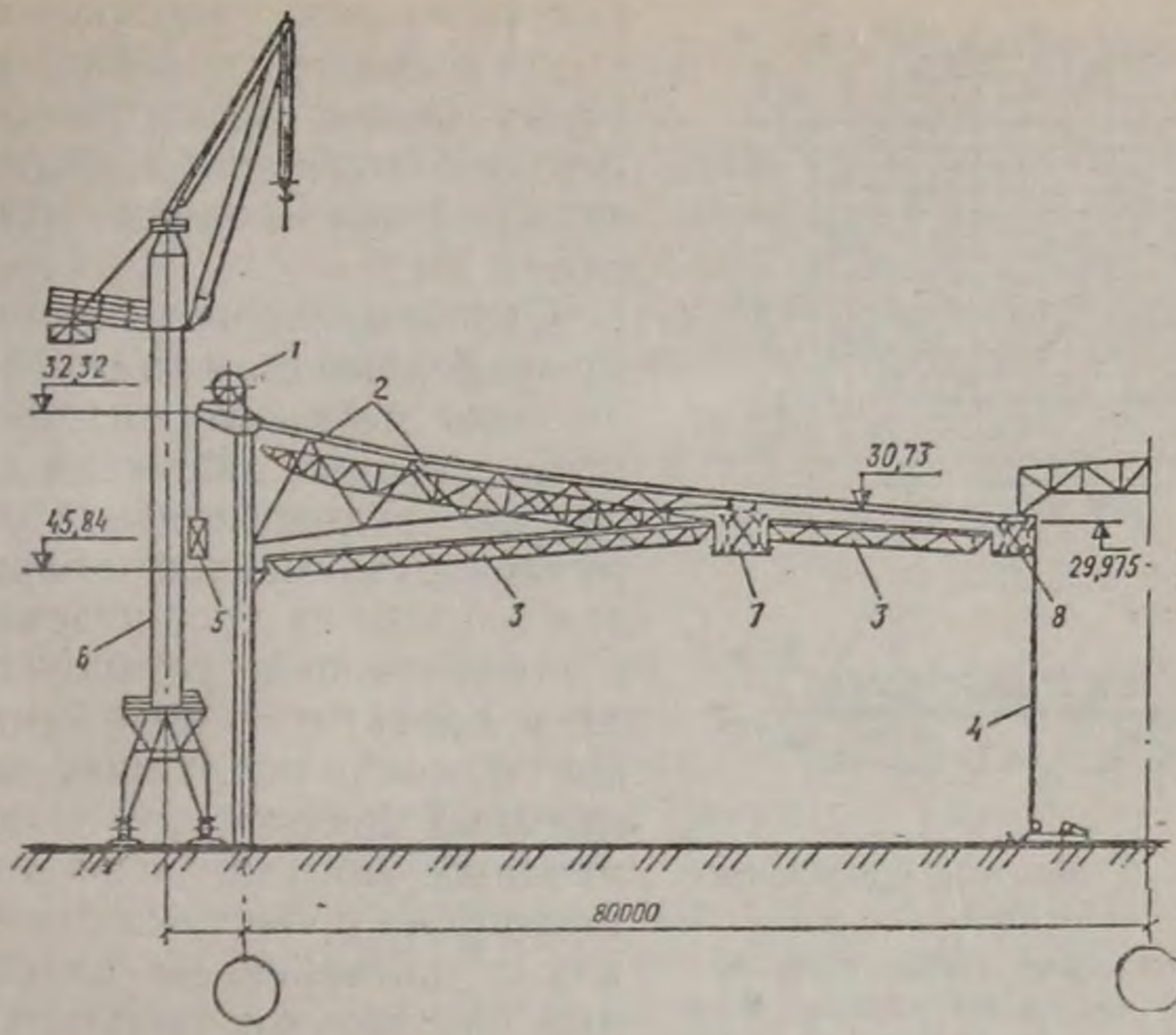


Рис. 5.12. Схема монтажа мембраны покрытия универсального зала *1* — станок с рулоном лепестка мембраны; *2* — элементы постели для опирания лепестка мембраны; *3* — передвижные подмостки; *4* — сбегающая нитка тягового каната на лебедку; *5* — противовес, удерживающий станок; *6* — башенный кран; *7* — стабилизирующее кольцо; *8* — центральное кольцо

ких покрытий выполняют на специальных рельсовых и шпальных клетках высотой 1,2 м с домкратными устройствами, обеспечивающими возможность точной выверки положения элементов по вертикали. Для подъема покрытий на оголовок каждой из колонн либо временных стальных матч устанавливают гидравлические домкраты, штоки которых присоединены к специальным монтажным обоймам, прикрепленным к покрытию и охватывающим колонны, или применяют ленточные гидравлические подъемники.

Подъем покрытия обычно производится в три этапа. Сначала покрытие поднимают с опорных клеток на высоту 1 м и оставляют в этом положении в течение времени, необходимого для проверки надежности работы домкратов, прочности подвесок и для некоторой упругой осадки всей системы. Потом покрытие поднимают на полную высоту стальных колонн и после выверки вертикального положения всех колонн покрытие поднимают еще на 15 см, что позволяет закрепить опорные шарнир-

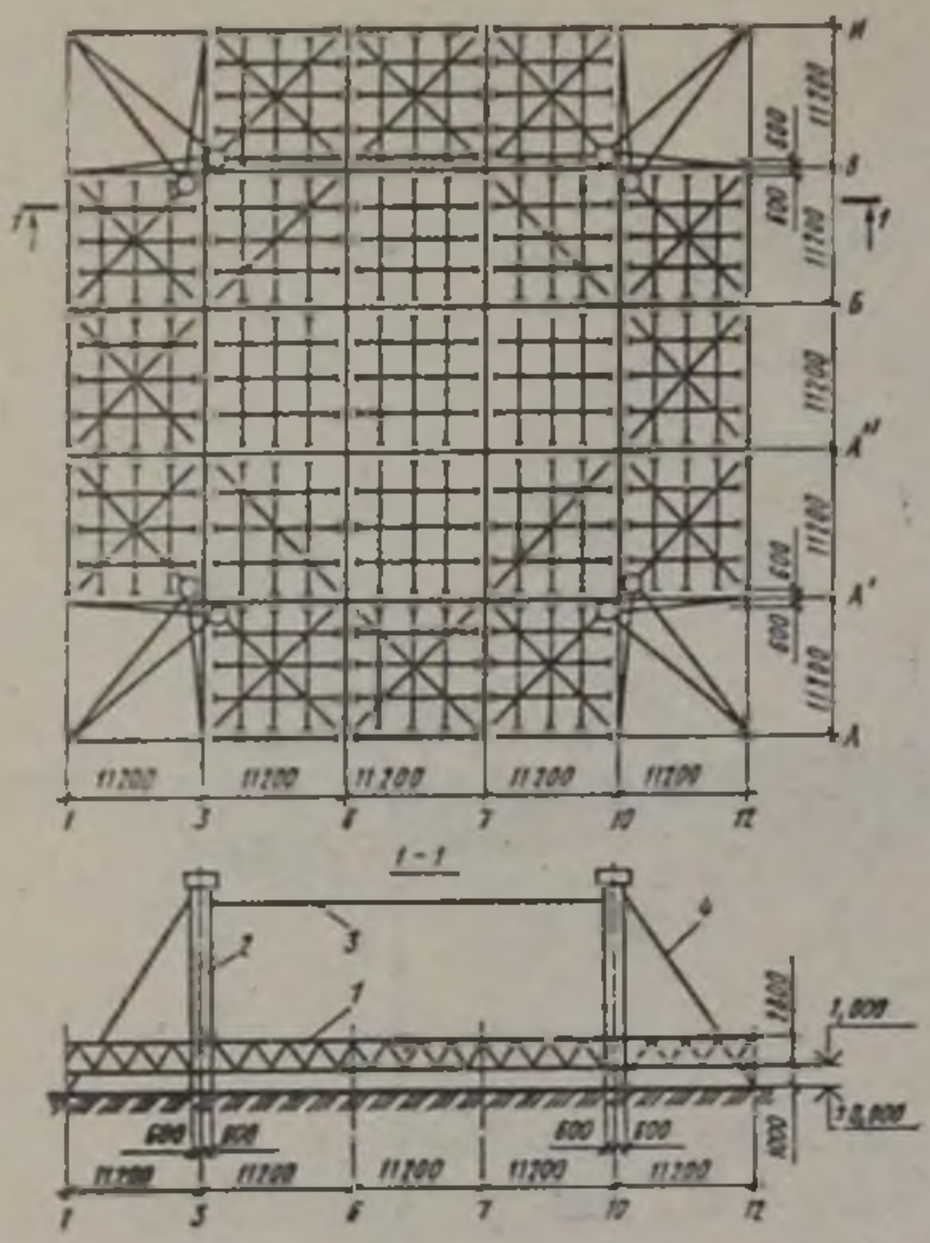


Рис. 5.13. Монтаж пространственного покрытия

1 — положение собранного покрытия перед подъемом; *2* — ленточные подъемники; *3* — горизонтальные связи ленточных подъемников; *4* — расчалки

ные части между оголовками стоек и нижней полкой бортовых балок. Затем осуществляют опускание покрытия на оголовки колонн (см. рис. 5.13).

Основными организационно-технологическими особенностями монтажа этих пространственных покрытий является предварительное укрупнение элементов покрытия в блоки на уровне земли с последующей установкой их в проектное положение при помощи различных подъемных средств или поэлементный монтаж непосредственно на проектных отметках с применением сплошных или катучих подмостей.

Предварительное укрупнение конструкций покрытия предусматривается по следующим двум основным схемам:

Первая — укрупнительная сборка конструкций покрытия в блоки производится на стенде по следующим вариантам: 1) стендовая сборка — укрупнение конструкций на одном месте с последующим перемещением блока к месту установки, 2) передвижной стенд — сборка конструкций у места монтажа (в зоне действия основного крана) с последующей установкой блока на проектные отметки, 3) сборка конструкций на месте монтажа с последующей установкой блока в проектное положение;

Вторая — организация укрупнительной сборки на конвейерной линии, которая характеризуется более равномерной и ритмичной работой рабочих и механизмов.

5.10. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С КАРКАСОМ РАМНОГО ТИПА

Покрытие зданий рамного типа монтируют конструктивными элементами или блоками конструкций следующими методами: сборкой ригелей рам в проектном положении на временных опорах; полунавесной сборкой

ригелей рам в проектном положении; укрупнительной сборкой ригелей рам на земле и подъемом их в проектное положение кранами или другими грузоподъемными механизмами (полиспасты и лебедки).

Ригели рам в виде ферм по своим габаритным размерам обычно превышают допустимые железнодорожные габариты, поэтому на монтажную площадку пояса и решетки ригеля поступают отдельными элементами длиной не более 12—13 м. Перед монтажом ригель укрупняют и степень укрупнения зависит от массы всего ригеля и принятого для монтажа грузоподъемного оборудования.

Масса ригеля в отдельных случаях может достигать до 30 т, поэтому выбор варианта монтажа определяется его конструктивным решением, местными условиями, наличием монтажного оборудования, а также экономическими соображениями.

При монтаже ригеля частями каждую из них устанавливают на одну или две временные опоры (рис. 5.14,а). При этом во избежание работы нижнего пояса на местный изгиб опоры располагают только под узлами ригеля.

Достоинством такого способа является возможность применения кранов небольшой грузоподъемности, недостатками — дополнительный расход стали на временные опоры, значительный объем работ, выполняемый на высоте, увеличение продолжительности монтажа.

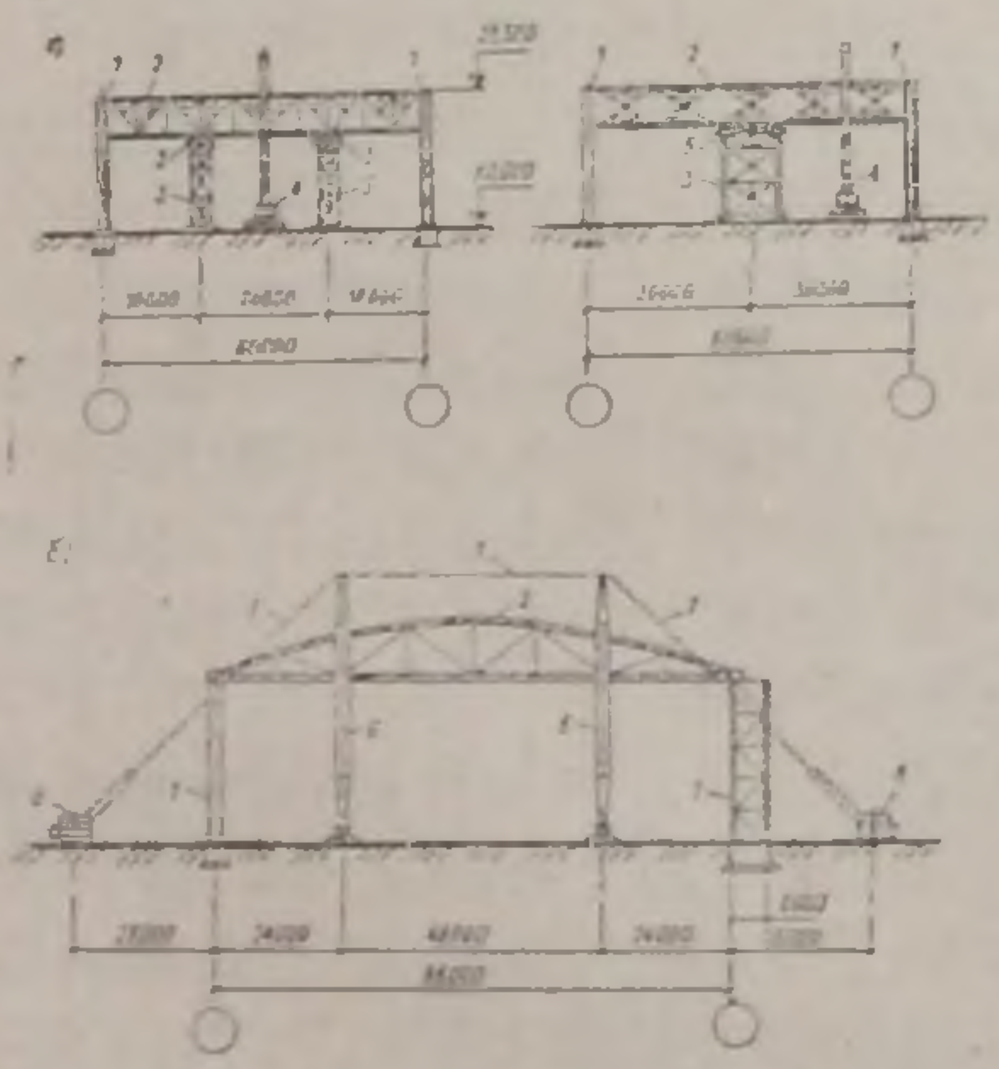


Рис. 5.14. Схемы монтажа ригелей рамных конструкций
а — монтаж частями на временных опорах; *б* — монтаж целиком двумя мачтами; *1* — колонны; *2* — ригель; *3* — временные опоры; *4* — монтажный кран; *5* — домкратные узлы; *6* — мачты; *7* — расчалки мачт; *8* — якоря

Ригели укрупняют в горизонтальном положении на постоянных тщательно выверенных стеллажах высотой 600—700 мм, преимущественно на складе конструкций. При этом независимо от способа монтажа (частями или целиком) укрупняют весь ригель. Это необходимо для придания нижнему поясу заданного строительного подъёма, т. е. прогиба, равного расчетному от нормативных нагрузок, но противоположного по знаку. Величину строительного подъема рас-

считывают в проекте и задают в рабочих чертежах для каждого узла.

Собранные монтажные блоки длиной 35—50 м, шириной 6—12 м и массой 40—50 т перевозят со склада под крюк монтажного крана на 2—3 платформах, соединенных поперечно расположенными спаренными двутавровыми балками, на которые укладывают перевозимый блок. При установке ригеля в проектное положение частями под опорный узел укрупненного блока на каждой временной опоре устанавливают домкрат необходимой грузоподъемности, который служит для обеспечения проектной отметки узла нижнего пояса и последующего раскружаливания ригеля.

Монтаж ригеля частями производят от одной постоянной опоры до другой с обеспечением устойчивости каждого элемента от опрокидывания.

После окончания монтажа всех частей ригеля, выверки и выполнения монтажных соединений в соответствии с проектом приступают к раскружаливанию, т. е. постепенному включению в работу смонтированных конструкций путем выключения из работы временных опор. Раскружаливание производят ступенями с проверкой величины опускания узла ригеля на каждой ступени, используя домкраты, установленные на временных опорах.

При подъеме полностью собранного ригеля одним краном происходит изменение расчетной статической схемы его работы: в нижнем поясе и растянутых раскосах возникает сжатие, в верхнем поясе и сжатых раскосах — растяжение, т. е. меняется знак усилия в поясах и раскосах, что требует дополнительной проверки устойчивости и несущей способности элементов при подъеме ригеля и при необходимости их усиление.

Монтаж ригеля этим способом позволяет выполнение значительного объема работ непосредственно на земле, обеспечивая высокий темп возведения всего здания. Подъем ригеля производится двумя кранами или с использованием мачт (рис. 5.14,б). При варианте подъема ригеля двумя мачтами укрупнение производят на стационарных стеллажах, располагаемых за торцом здания, с которого начинают монтаж.

При отсутствии кранов необходимой грузоподъемности монтаж ригелей возможно выполнять полиспастами (рис. 5.15). Для этого колонны должны быть запроектированы большей высоты с консолями, к которым подвешивают неподвижные блоки полиспастов. Подъем производят

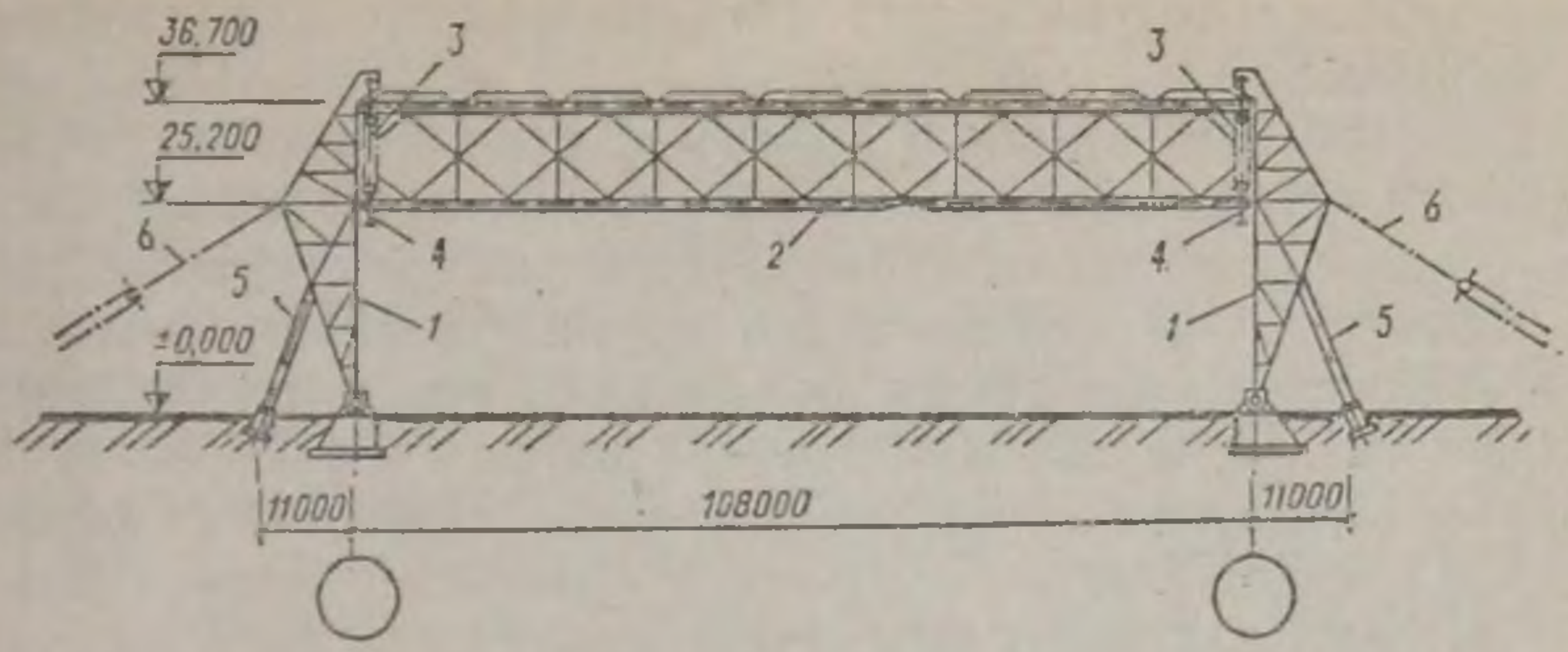


Рис. 5.15. Схема монтажа ригелей рамных конструкций целиком без кранов
1 — колонны; *2* — ригель; *3* — подъемные полиспасты; *4* — опорные балки; *5* — монтажные подкосы; *6* — тормозные расчалки

блоками, состоящими из двух ригелей, соединенных вертикальными и горизонтальными связями.

Оба ригеля собирают в горизонтальном положении, затем путем кантовки перводят в вертикальное и устанавливают между ними поперечные конструкции и кровлю. Под опорные узлы нижних поясов ригелей подводят поперечные балки с закрепленными на концах подвижными блоками полиспастов. Такой собранный блок массой 500 т обычно поднимают четырьмя полиспастами грузоподъемностью по 160 т.

Колонны собирают также в горизонтальном положении на земле и устанавливают в проектное положение методом поворота вокруг опорного шарнира с помощью падающего шевра.

На практике существуют многообразные способы монтажа рамных большепролетных зданий, тесно связанных и взаимозависимых конструктивных решений от способов производства работ, что создает реальную возможность вариантного проектирования с целью выбора из них оптимального решения.

5.11. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С КРУПНОБЛОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Каркасы промышленных зданий из сборного железобетона компонуют из типовых элементов, серийно изготовляемых на заводах. Такие здания обычно проектируются и строятся пролетами 12, 18 и 24 м, при шаге колонн 6 и 12 м при различной высоте. Здания с пролетом

30 м и более перекрывают металлическими стропильными фермами.

В настоящее время в практике строительства одноэтажных промышленных зданий наиболее распространен комплексный метод монтажа конструкций покрытий.

Однако более прогрессивен крупноблочный монтаж, отвечающий требованиям повышения индустриализации строительства, когда сборные элементы заводской готовности и предварительно укрупненные плоскостные блоки фонарей укрупняются в пространственный блок размером на одну или несколько ячеек здания.

Традиционная компоновка конструкции покрытия из сборного железобетона не позволяла эффективно использовать преимущества укрупненного блока. Применение же крупноразмерных конструкций и профилированного настила с синтетическим утеплителем обеспечили возможность укрупнения и монтажа блоков покрытия полной готовности.

Конвейерная сборка и блочный монтаж предназначены для устройства покрытий со стальными несущими и легкими ограждающими конструкциями, состоящими из стальных профилированных настилов, эффективных утеплителей и мягкой кровли.

В принципе технологическая последовательность укрупнительной сборки пространственных блоков покрытий полностью повторяет поэлементный монтаж с той лишь разницей, что наиболее трудоемкие процессы выверки и временного закрепления элементов проводятся в наиболее благоприятных условиях — на земле и при помощи специальных кондукторных систем для сборки, которые обеспечивают принудительный безвыверочный монтаж.

При конвейерной сборке процесс укрупнения блока расчленяют на ряд этапов, с выполнением на каждом определенной части комплекса сборочных работ; укрупнительная сборка металлоконструкций блока покрытия; укладка и крепление профилированного настила; монтаж бортовых панелей фонаря; установка и крепление свесов и карнизов фонаря; устройство площадок и установка механизмов и приборов открывания фонарных переплетов; наклейка пароизоляции, утеплителя пенополистирольных плит, гидроизоляционного ковра и устройство защитного гравийного слоя; монтаж в межферменном пространстве электрооборудования, осветительных приборов и вентиляционных коробов.

После выполнения первого этапа часть собранного блока перемещают на новое место, где продолжают сбор-

ку, а на освободившееся место подают для сборки следующий блок. Блоки с заданным ритмом по принципу железнодорожного состава перемещаются по рельсовым путям при помощи полиспастов.

Блок полной готовности последней стоянки подают на передаточную тележку для транспортирования его в зону монтажа. При этом известны три схемы установки блока в проектное положение.

Покрытия бескрановых зданий монтируют краном, расположенным в пролете, и готовые блоки подают к нему по рельсовым путям, являющимся продолжением путей конвейера (рис. 5. 16,а). В этом случае, с целью

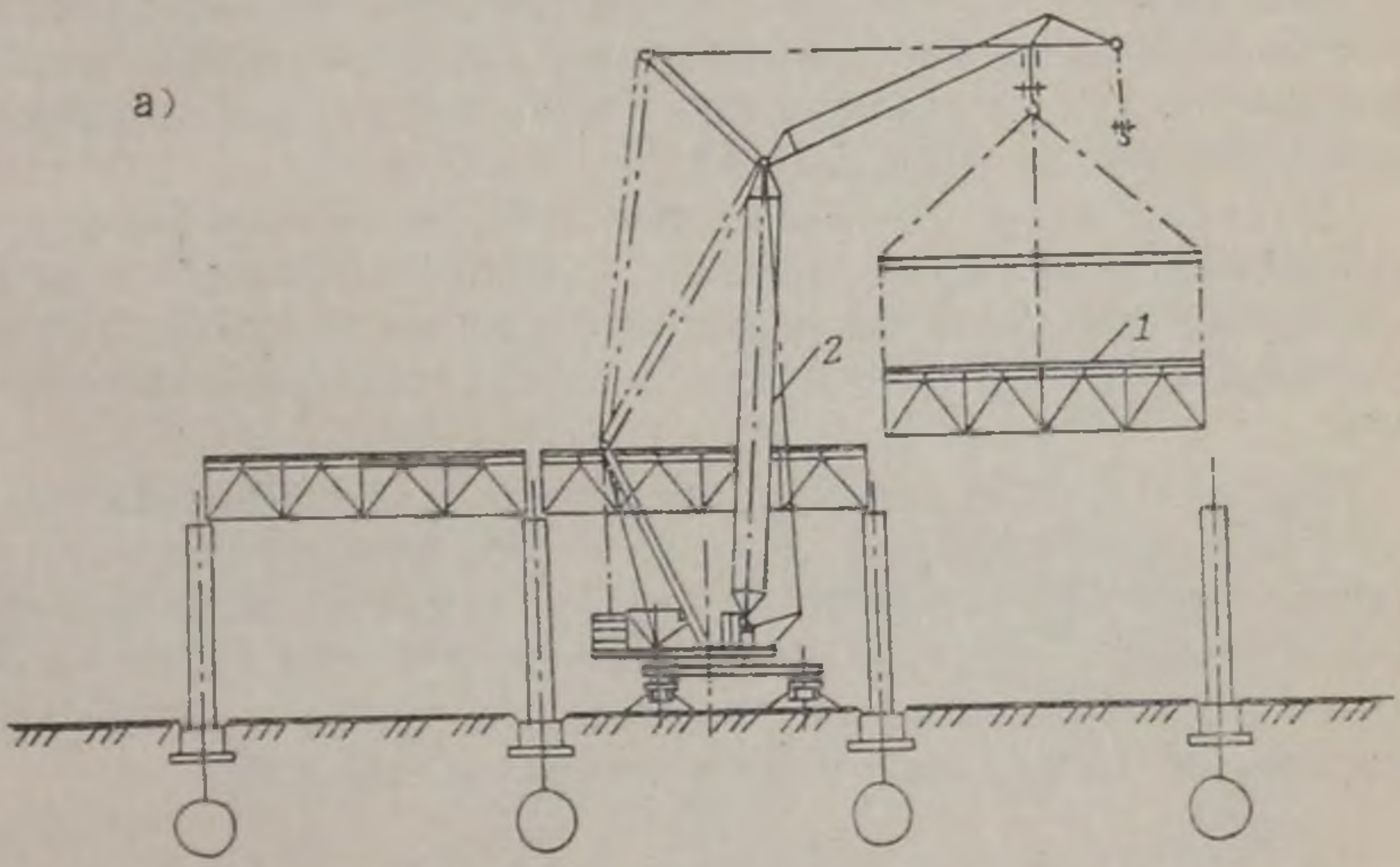


Рис. 5.16. Схемы монтажа блоков покрытия по конвейерной технологии

а — кран в пролете здания; *б* — наземный установщик; *в* — установщик на подкрановых балках; *1* — блок покрытия; *2* — монтажный кран; *3* — наземный установщик; *4* — домкратные устройства; *5* — установщик на подкрановых балках

сокращения протяженности рельсовых путей, кран выбирают с грузоподъемными характеристиками, обеспечивающими подъем и установку блоков покрытия в трех пролетах.

Вторая схема предусматривает использование специального самоходного устройства — установщика, приспособленного для транспортирования блоков от конвейерной линии к месту установки его в проектное положение (рис. 5.16,б).

При монтаже зданий, оборудованных мостовыми кранами, используют установщик, передвигающийся по подкрановым балкам, который представляет собой самоходный мостовой кран, осуществляющий перевозку блоков вдоль пролета над колоннами здания и имеющий домкраты для опускания блоков в проектное положение на колонны (рис. 5.16,в).

Независимо от схемы подъема и установки блоков в проектное положение, монтаж колонн со связями и подкрановых балок всегда выполняют до монтажа покрытия с использованием гусеничных или других стреловых кранов.

Место расположения конвейерной линии относительно строящегося здания зависит от его конфигурации, наличия свободных площадей, необходимости использования конвейера для обслуживания одного или нескольких объектов и возможности размещения рядом с конвейерной линией склада металлических конструкций.

5.12. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ, СОЧЕТАЮЩИХ СМЕШАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

К зданиям с наиболее ярко выраженным сочетанием железобетонных, металлических и каменных конструкций, можно отнести помещения тепловых электростанций (ТЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС), представляющие комплексы различной этажности и площадей, сильно насыщенные технологическим оборудованием.

Количество типоразмеров изделий из сборного железобетона, из которых собирается каркас главного корпуса ТЭС, составляет 50—55 шт; изменение высоты котельного отделения достигается изменением набора элементов несущих колонн, а пролетов машинного и котельного отделений — изменением типа ферм. Общее количество типоразмеров железобетонных элементов, вклю-

чая и фундаменты под здание, туннели, каналы и другие части подземного хозяйства, составляет около 130 шт.

Конструкции каркаса здания в зависимости от назначения и объемно-планировочных решений могут быть в железобетонном и металлическом вариантах. Наиболее тяжелыми элементами каркаса являются колонны, которые на строительную площадку доставляются частями не более 40 т. Такая масса соответствует как грузоподъемности погрузочных средств на заводе, так и автотранспортным средствам.

Основным объектом по объему и трудоемкости строительно-монтажных работ является главный корпус. Монтаж здания главного корпуса осуществляется, как правило, из предварительно укрупненных строительных конструкций с помощью гусеничных, стреловых рельсовых и башенных кранов (см. рис. 5.17.) в различных сочетаниях между собой и козловыми кранами.

Монтаж строительных конструкций ТЭЦ можно производить как совмещенно с монтажом оборудования, так и раздельно. В зависимости от этого существуют и различные схемы организации и производства работ.

Прогрессивным методом выполнения работ по сооружению главного корпуса является поточно-совмещенный метод, при котором строительство ведется захватками по всей ширине здания с организацией потоков отдельных

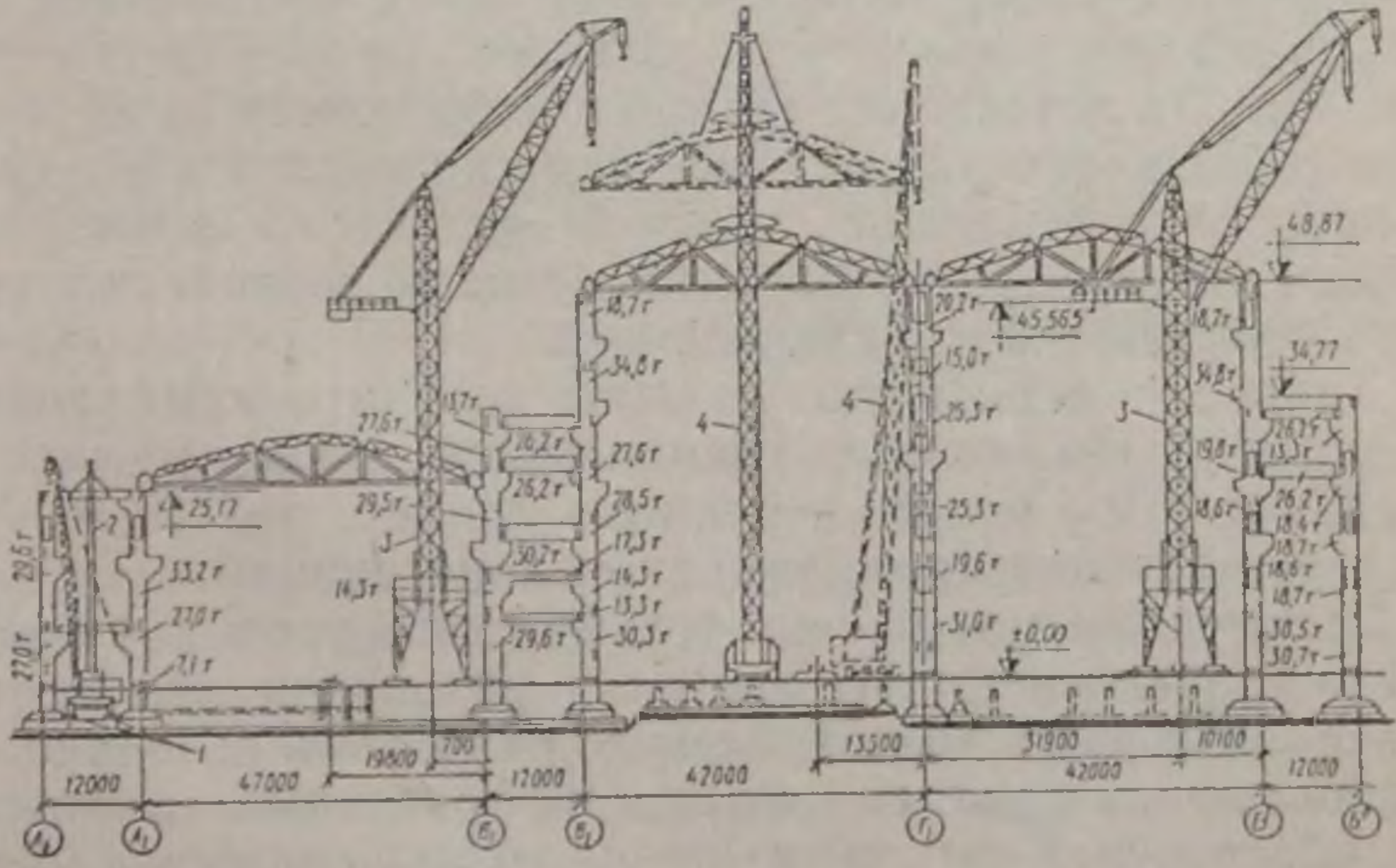


Рис. 5.17. Схема монтажа конструкций главного корпуса ГРЭС с блоками 500 МВТ

1 — настил из железобетонных плит; *2* — кран ДЭК-50; *3* — краны БК-405; *4* — краны МКГ-100

видов строительных и монтажных работ. При этом совмещение отдельных видов работ должно обеспечиваться по времени, но без совмещения их по месту.

5.13. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Важнейшим требованием дальнейшего совершенствования технологии возведения зданий из индустриальных конструкций является технологичность их изготовления, транспортирования и монтажа. Требования технологичности должны учитываться в процессе проектирования конструкций, а проектирование сборных конструкций необходимо осуществлять во взаимосвязи с методами монтажа.

Прогресс в области технологии строительства с учетом социальных проблем заключается в широком применении автоматизированных систем проектирования строительных конструкций и гибких технологий производства, основанных на использовании роботов и робототехнологических комплексов. Строительству в ближайшем своем развитии необходимо осуществить комплексную механизацию и автоматизацию всего комплекса: проектирование — изготовление — производство.

Наиболее прогрессивным, ведущим направлением современной технологии строительного производства следует считать возведение зданий и сооружений из крупноразмерных элементов повышенной или полной заводской готовности. Важнейшей задачей является дальнейшее развитие и совершенствование методов возведения зданий и сооружений из этих изделий.

Дальнейшее развитие должны получить мембранные перекрытия. По расчетам специалистов, стальным листом толщиной 2 мм можно перекрыть пролет до 200 м без поддерживающих промежуточных конструкций.

Дальнейшее повышение технического уровня жилищно-гражданского строительства и улучшение его технико-экономических показателей должно быть основано на использовании прогрессивных и эффективных материалов, обеспечивающих уменьшение массы, снижение материалоемкости и сокращение стоимости возводимых зданий.

В целом совершенствование технологии возведения жилых и общественных зданий с применением индустри-

альных конструкций должно быть направлено на решение следующих задач: универсальность при минимальной номенклатуре; высокий уровень индустриализации; технологичность индустриального производства изделий; универсальность узлов соединения конструкций, методов их монтажа и строительно-монтажного оборудования при высоких темпах производства работ; более высокие эстетические качества и технико-экономические показатели.

6. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

6.1. ВОЗВЕДЕНИЕ ОДНОЭТАЖНЫХ И МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УНИФИЦИРОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Одноэтажные промышленные здания являются наиболее распространенным типом инженерных сооружений в различных отраслях народного хозяйства.

В зависимости от характера размещаемых производств они имеют разнообразные объемно-планировочные и конструктивные решения, определяющие объемы монтажных работ, методы их выполнения и применяемые при этом монтажные механизмы и приспособления.

Каркасы одноэтажных промышленных зданий могут быть выполнены полностью из сборного железобетона или металлических конструкций, или смешанными (колонны и плиты покрытия — железобетонные; подкрановые балки, фермы и связи покрытия — металлические).

В зависимости от наличия грузоподъемного оборудования зданий их подразделяют на бескрановые и крановые.

Одноэтажные бескрановые здания характеризуются однотипными ячейками и конструкциями, значительной протяженностью в обоих направлениях. Каркасы таких зданий выполняют, как правило, из сборных железобетонных конструкций массой до 18 т. В некоторых случаях, особенно в случае применения металлического профилированного настила, покрытия пролетом 24 м возводят из металлических конструкций.

Унифицированные одноэтажные промышленные здания, оборудованные мостовыми кранами, также характеризуются однотипными ячейками, конструкциями и зна-

чительными размерами в плане. Масса сборных элементов таких зданий составляет от 2,5 до 32,5 т.

Методы монтажа сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий выбираются в зависимости от объема монтажных работ, объемно-планировочных и конструктивных решений, сроков монтажа, имеющегося парка монтажных механизмов.

Выбору метода монтажа предшествует анализ объемно-планировочных решений, выяснение статической работы схемы здания. Для установки сборных конструктивных элементов в проектное положение определяют требуемые минимальные параметры монтажных кранов.

Методы монтажа сборных конструкций различаются в зависимости от применяемого подъемно-монтажного оборудования, степени укрупнения сборных элементов в блоках перед подъемом; последовательности установки в проектное положение элементов или блоков; направления развития монтажного процесса; способов наведения и установки на нижележащие опорные конструкции. Во всех случаях применение тех или иных методов должно обеспечивать точность установки конструкций и устойчивость здания и его частей в процессе монтажа.

В практике строительства одноэтажных промышленных зданий из сборных конструкций, как правило, применяются крановые методы монтажа, когда отдельные сборные элементы или предварительно укрупненные из них блоки подаются кранами с транспортного средства, с места складирования или с укрупнительного стенда непосредственно на место проектного положения.

Наибольшее распространение для монтажа сборных конструкций массовых одноэтажных промышленных зданий получили стреловые самоходные краны, в первую очередь на гусеничном ходу, грузоподъемностью 10—63 т. Наряду с обычным стреловым оборудованием краны также оснащаются башенно-стреловым оборудованием.

Монтаж сборных конструкций каркаса в зависимости от степени предварительного укрупнения может производиться следующими методами: отдельными конструктивными элементами; предварительно укрупненными линейными плоскостными или объемными блоками; предварительно укрупненными комплексными блоками, включающими элементы инженерного и технологического оборудования зданий.

Одноэтажные промышленные здания возводят в определенной технологической последовательности, которую устанавливают при проектировании производства мон-

тажных работ в зависимости от объемно-планировочных и конструктивных решений возводимых объектов и требований к очередности ввода в эксплуатацию размещаемых в них цехов для обеспечения начала монтажа технологического оборудования в наиболее ранние сроки.

Монтаж технологического оборудования в зависимости от этого может быть организован по трем принципиальным схемам: до начала строительства надземной части здания или сооружения; параллельно с производством строительно-монтажных работ. В этом случае возможно максимальное использование одних и тех же комплектов подъемно-транспортных средств, работающих по взаимно увязанной программе, в полностью законченном здании или сооружении с помощью специальных монтажных механизмов и приспособлений.

Монтаж сборных конструкций одноэтажных промышленных зданий ведут специализированными потоками, каждому из которых придают комплект транспортных и монтажных машин и соответствующую монтажную оснастку. При этом каждый специализированный поток обслуживает монтажный участок, границы которого соответствуют пролету зданий или секции, ограниченной температурными швами. Размеры участков устанавливают с таким расчетом, чтобы на каждом из них были приблизительно одинаковые объемы и трудоемкость работ. Причем в качестве монтажного участка должна приниматься наименьшая часть здания в плане, с тем, чтобы на ней обеспечить непрерывный монтаж сборных конструкций с соблюдением необходимых технологических перерывов и требований безопасной организации труда.

Ведущим процессом при возведении надземной части здания является монтаж сборных железобетонных или стальных конструкций. При этом одним из основных условий эффективности монтажных работ является поточное осуществление их в увязке с другими строительными процессами (устройство кровли; производство санитарно-технических и электромонтажных работ; монтаж технологического оборудования; устройство полов и отделочные работы).

Монтаж сборных железобетонных колонн, балок и ферм, плит покрытия и наружного стенового ограждения одноэтажных промышленных зданий в основном осуществляют поэлементно, т. е. отдельными конструктивными элементами (рис. 6.1). Монтаж фонарей, подкрановых балок, связей, оконных переплетов чаще всего ведут укрупненными блоками (блочный монтаж). Кроме того,

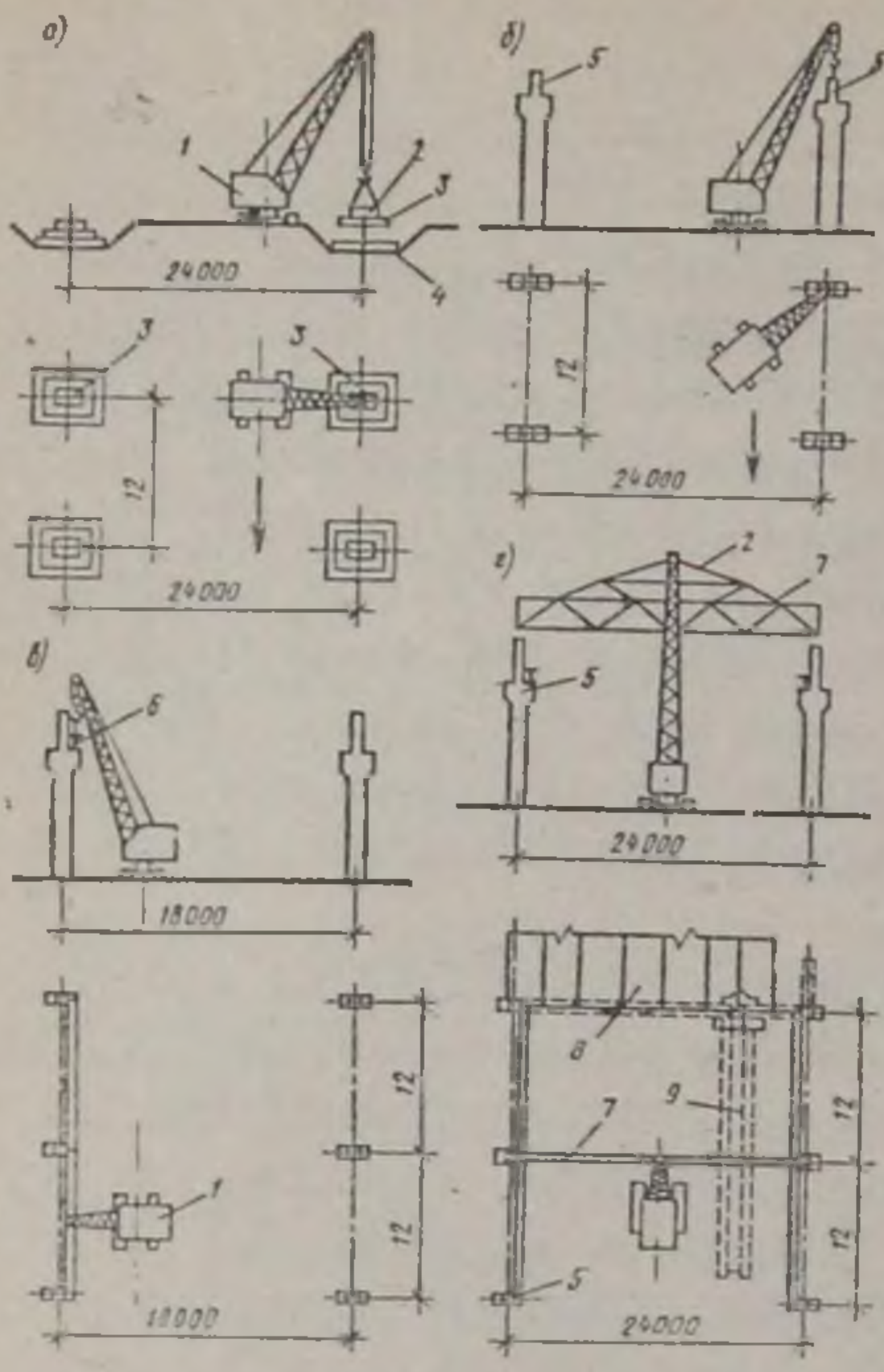


Рис. 6.1. Схемы монтажа сборных конструкций
а — фундаментов; *б* — колонн; *в* — подкрановых балок; *г* — конструкций покрытия; *1* — кран; *2* — грузозахватное устройство; *3* — фундамент; *4* — плита; *5* — колонна; *6* — подкрановая балка; *7* — ферма; *8* — плита покрытия; *9* — транспортное средство

эти конструктивные элементы могут быть собраны в плоские и пространственные блоки, обладающие надежной монтажной устойчивостью. Монтаж конструкций блоками является в современном строительстве одним из наиболее прогрессивных методов в технологии монтажных работ. Монтаж из комплексных укрупненных блоков в одноэтажном промышленном строительстве применяется только для покрытий с металлическими несущими конструкциями и эффективным облегченным покрытием (рис. 6.2.).

В зависимости от организации подачи элементов конструкций к месту установки различают методы предварительной раскладки элементов у мест монтажа (в зоне действия монтажного крана) и монтаж с транспортных средств (с колес). В последнем транспортные и монтажные процессы осуществляются по транспортно-монтажным графикам.

Для монтажа одноэтажных промышленных зданий, в зависимости от последовательности установки конструктивных элементов, применяют дифференцированный (раздельный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный) методы монтажа.

При дифференцированном методе одноименные конструктивные элементы здания монтируют самостоятельными потоками, в основном совмещенными во времени. Однако этот метод не применяют при монтаже конструкций покрытий, что связано с конструктивными особенностями типового решения.

При комплексном методе монтаж, выверку и закреп-

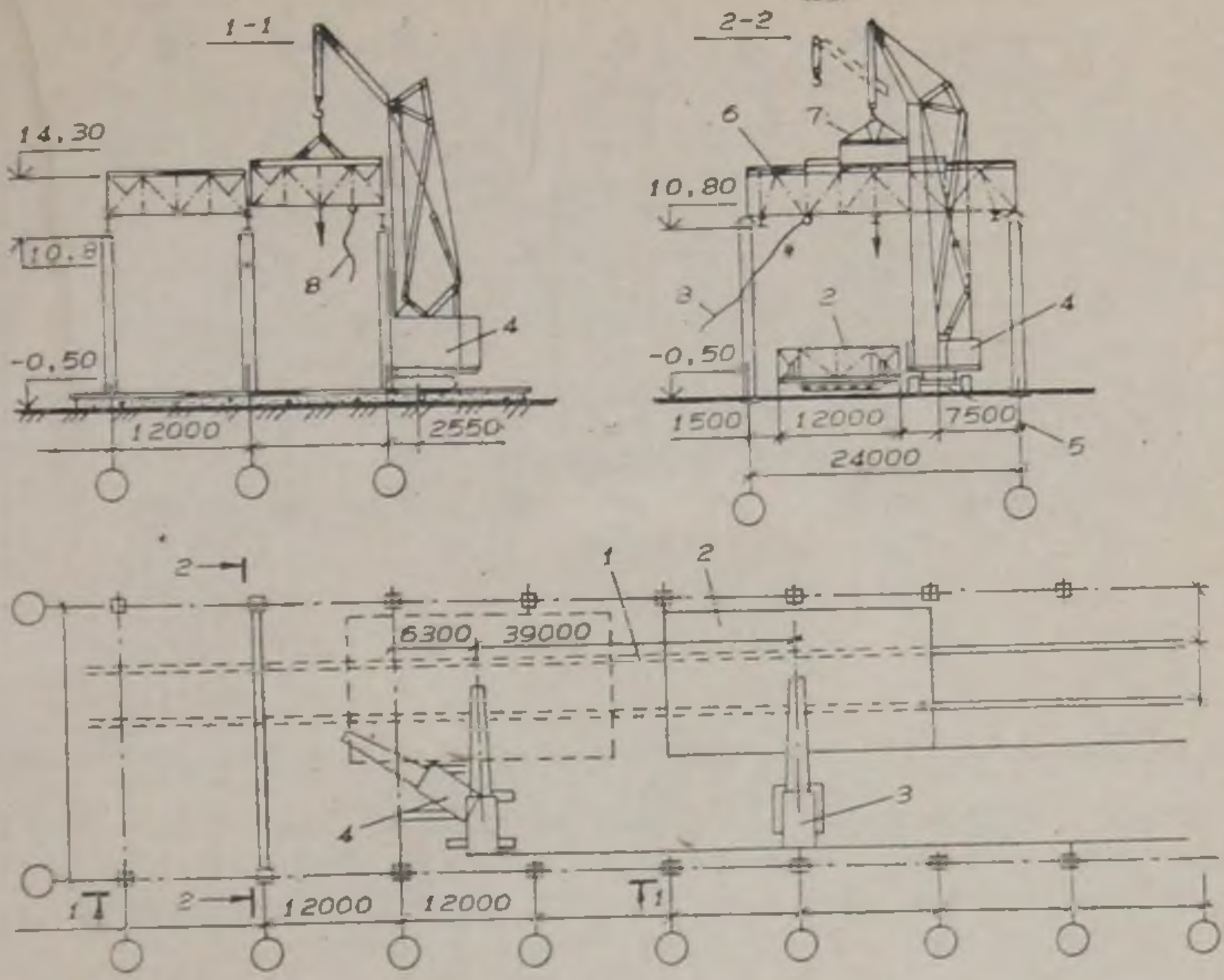


Рис. 6.2. Схема блочного монтажа покрытий

1 — инвентарные переносные пути; *2* — передвижной кондуктор; *3, 4* — краны; *5* — дорожные железобетонные плиты на слое щебня; *6* — блок покрытия; *7* — траверса; *8* — оттяжка из пенькового каната

ление всех конструкций производят в одном потоке в пределах одной или нескольких смежных ячеек здания, образующих жесткую монтажную устойчивость. Однако этот метод практически не применяется при монтаже одноэтажных промышленных зданий с железобетонным каркасом, так как типовое сопряжение колонн с фундаментами стаканного типа предусматривает возможность установки на колонны вышележащих конструкций только после достижения бетоном в стыках определенной прочности (не менее 70%), что достигается через 3—4 дня. Кроме этого, значительная разница в массе разноименных сборных железобетонных конструкций делает нецелесообразным их монтаж одним краном.

При монтаже комбинированным методом сочетаются элементы первых двух. Этот метод наиболее часто применяют при монтаже конструкций одноэтажных промышленных зданий: колонны, подкрановые балки и стеновые ограждения монтируют дифференцированным методом, отдельными потоками, а подстропильные и стропильные балки и фермы и плиты покрытия — комплексным методом в едином потоке.

Как известно, в зависимости от направления разви-

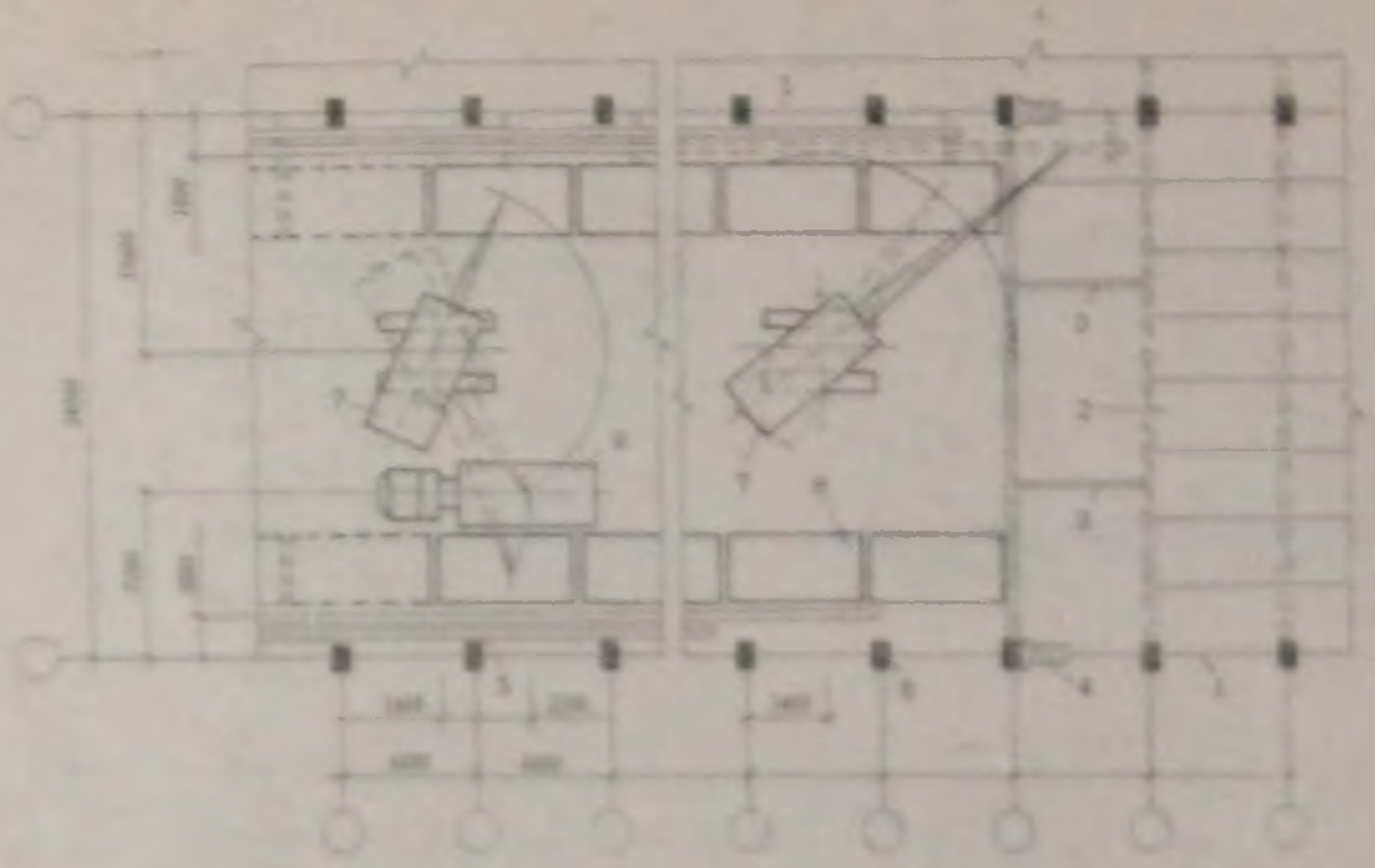


Рис. 6.3. Схема монтажа конструкции покрытия продольным методом

1 — временное ограждение; *2* — смонтированное покрытие; *3* — инвентарная распорка для временного крепления фермы; *4* — лестница-площадка приставная; *5* — стропильная ферма; *6* — колонна; *7* — кран; *8* — штабель плит; *9* — транспортное средство

тия монтажного процесса различают продольный и поперечный методы монтажа. В одноэтажных промышленных зданиях главным образом применяют продольный метод, когда конструкции последовательно монтируют вдоль здания или пролета. Исключение составляют элементы конструкций покрытия, которые могут монтировать как продольным, так и поперечным методами. При продольном направлении монтажный кран располагают вне пределов монтируемой ячейки и плиты покрытия устанавливают через смонтированную стропильную конструкцию (рис. 6.3). При поперечном направлении монтажа кран устанавливает плиты покрытия, находясь внутри монтируемой ячейки здания, и стрела крана располагается поперек монтируемых плит (рис. 6.4). Последний метод применим в основном для бескрановых зданий и в том случае, когда параметры кранов определяются условием монтажа плит покрытия.

В зависимости от способа наводки монтируемого элемента на опоры различают свободный, ограниченно свободный и принудительный монтаж. Для сборных железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий монтаж в основном осуществляют свободным методом, при котором конструкцию наводят на опоры в процессе ее свободного перемещения.

Методы монтажа являются определяющими факторами технологии производства монтажных работ, для осу-

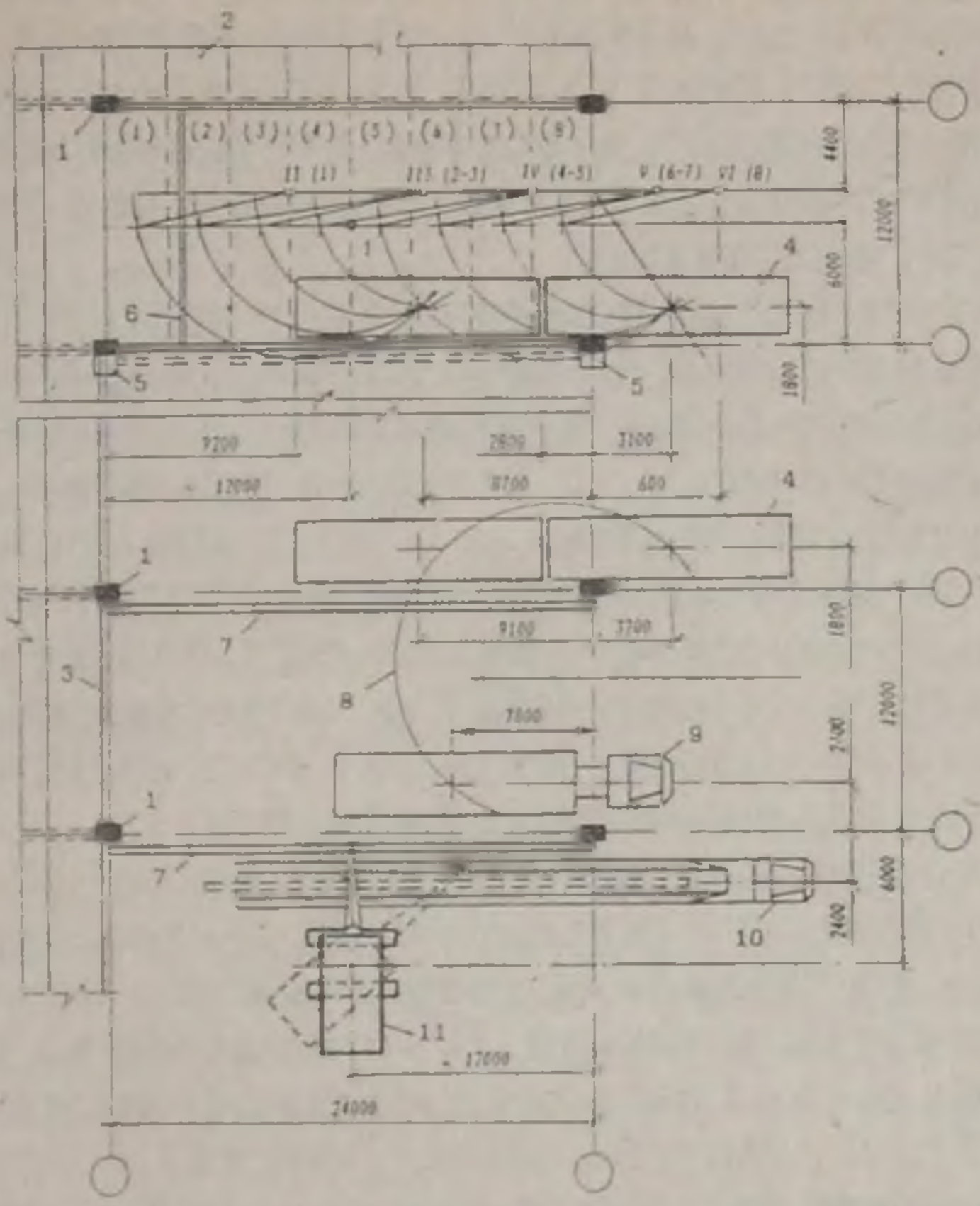


Рис. 6.4. Схема монтажа конструкции покрытия поперечным методом
1 — колонна; *2* — смонтированное покрытие; *3* — временное ограждение; *4* — штабель плит; *5* — телескопическая вышка; *6* — инвентарная распорка для временного крепления ферм; *7* — стропильная ферма; *8* — радиус действия крана; *9* — плитовоз; *10* — фермовоз; *11* — кран

ществления которой разрабатываются проекты производства работ, технологические карты и технологические схемы монтажа отдельных конструктивных элементов.

Колонны монтируют отдельным потоком после подготовки дна стакана фундаментов и инструментальной проверки их в плане и по вертикали в соответствии с требованиями проекта.

Колонны доставляют на строительную площадку автотранспортом, при этом легкие колонны (массой до 8 т) монтируют с предварительной раскладкой у мест монтажа в зоне действия монтажного крана, а тяжелые — доставляют к монтажному крану по часовому графику и монтируют непосредственно с транспортных средств.

Выверку и временное закрепление колонн осуществляют инвентарными клиновыми вкладышами или кондукторами. Причем для колонн массой 8 т кондуктор устанавливают на фундамент и закрепляют на колонне после ее установки в стакан фундамента. Для более тяжелых

колонн кондуктор устанавливают, выверяют и закрепляют на фундаменте до начала монтажа колонны.

После установки ряда колонн их проектное положение окончательно выверяют и производят замоноличивание стыков колонн с фундаментами. Колонны под замоноличивание сдаются партиями.

Подкрановые балки целесообразно монтировать самостоятельным потоком непосредственно с транспортных средств. Установку балок в проектное положение производят по осевым рискам на балках и консолях колонн. Балки временно закрепляют на опорах при помощи анкерных болтов. Окончательную выверку подкрановых балок производят в пределах монтажной захватки или температурной секции при помощи геодезических инструментов, после чего производят приварку всех крепежных деталей балок к закладным деталям колонн.

Металлические подкрановые балки длиной 12 м могут монтировать блоками, укрупненными в заводских условиях, или же доставлять на строительную площадку в виде 2-х отправочных единиц. В этом случае на монтажной площадке должен быть организован стенд для укрупнительной сборки. Монтаж металлических подкрановых балок может производиться с ведением работ двумя способами: с последующей выверкой балок и без выверки. Безвыверочный монтаж балок укрупненными блоками достигается за счет обеспечения повышенной точности вертикальных отметок фундаментов и опорной поверхности консолей колонн.

Конструкции покрытий (подстропильные и стропильные фермы и балки, плиты покрытия) монтируют комплексным методом, отдельным потоком.

Фермы и балки, а также плиты покрытия пролетом 12 м рекомендуется монтировать с транспортных средств. Плиты покрытия пролетом 6 м — с предварительной раскладкой в зоне действия монтажного крана. Однако допускается вариант монтажа всех элементов конструкций покрытия с предварительной раскладкой.

Стропильные фермы и балки устанавливают в проектное положение с совмещением осевых рисок на их торцах с рисками на опорных поверхностях нижележащих конструкций (колонн, подстропильных ферм), после чего их закрепляют сваркой с закладными элементами этих конструкций.

Устойчивость первых двух стропильных конструкций обеспечивают расчалками, закрепленными за передвижные инвентарные якоря и замоноличенных в стаканы

фундаментов колонн. Устойчивость последующих ферм обеспечивают: при шаге колонн 6 м и 12 м — с помощью инвентарных распорок, закрепляемых к ранее смонтированной ферме.

Одновременно с монтажом ферм устанавливают все предусмотренные проектом постоянные связи и распорки. Временные распорки и расчалки снимают по мере монтажа и приварки плит покрытия.

Конструкции фонарей монтируют после установки и закрепления стропильной фермы или балки, после чего производят монтаж связей и бортовых плит фонарей.

Плиты покрытия при бесфонарной кровле монтируют от одного конца фермы к другому, начиная со стороны ранее смонтированного пролета; при кровле с фонарями — от концов фермы к фонарю, затем монтируют плиты на фонарях.

Монтаж ограждающих конструкций осуществляют отдельным монтажным потоком после окончания монтажа несущего каркаса здания в целом или его части. Стеновые панели в каждой ячейке между двумя колоннами монтируют сразу на всю высоту здания или ярусами, высота которых зависит от конкретных условий производства работ.

Монтаж стеновых ограждений в последние годы осуществляют по новой технологии, отличительной особенностью которой является применение монтажных кранов со специализированным башенностреловым оборудованием. Это оборудование совмещает в себе монтажный кран с механизированным устройством рабочего места монтажников. При этом монтажная площадка может перемещаться по вертикали, опускаться и подниматься по башне, а также по горизонтали — от башни к стене и обратно.

При монтаже стеновых панелей по этой технологии возможны следующие три варианта взаимного расположения монтажных кранов и кассет со стеновыми панелями: кассета располагается между монтажным краном и стеной (при незначительной высоте здания), при этом количество панелей в одной из кассет достаточно для устройства стены на всю высоту и минимальная ширина зоны вдоль фасада здания должна составлять около 8,5 м; монтажный кран располагается между кассетой и монтируемой стеной (остальные условия, что и в первом варианте); монтажный кран располагается между двумя кассетами, установленными вдоль здания (в случае большой высоты здания), при этом количество панелей в двух

кассетах достаточно для устройства стены на всю высоту здания.

Многоэтажные промышленные здания в зависимости от объемнопланировочных и конструктивных решений и назначения имеют различные методы их возведения, поэтому последовательность выполнения строительно-монтажных и специальных работ и монтаж технологического оборудования определяются при проектировании монтажных процессов.

В многоэтажных зданиях различного назначения развитие строительно-монтажных процессов возможно в горизонтальном, вертикальном и комбинированном направлениях. Горизонтальное развитие процессов предусматривает последовательность поэтажного возведения объекта. Вертикальное — строительство многоэтажного здания отдельными ярусами на высоту всего здания. Комбинированное направление предусматривает развитие одних групп процессов горизонтально, других вертикально.

В качестве захватки обычно принимают участки в пределах температурных блоков.

Сборные конструкции многоэтажных промышленных зданий, как правило, монтируют комплексным методом. Однако в некоторых ситуациях возможен вариант возведения и комбинированным методом.

В зависимости от размеров здания и требований, связанных с монтажом технологического оборудования, могут быть приняты следующие схемы расположения стреловых и башенных кранов относительно здания: один или несколько кранов с одной стороны, два или несколько кранов, устанавливаемых с двух сторон вдоль здания; один или несколько кранов, устанавливаемых в пятне застройки здания (см. рис. 5.3.).

При работе двух и более кранов в целях безопасности производства работ должна быть установлена последовательность монтажа конструкций, обеспечивающая соблюдение необходимого постоянного интервала между зонами действия кранов.

При выборе метода и последовательности установки в проектное положение сборных конструкций многоэтажных каркасных зданий особое внимание уделяют их устойчивости и жесткости на всех стадиях возведения. Для этого перед началом сборки каркаса на каждом этаже (ярусе) необходимо полностью закончить монтаж конструкций нижележащего этажа (яруса) со сваркой и замоноличиванием их узлов в соответствии с проектом. Ме-

таллические конструкции каркасов обычно закрепляют монтажной сваркой и закручиванием болтовых соединений.

Устойчивость и долговечность смонтированных конструкций во многом зависит от точности монтажа, которая обеспечивается различными приспособлениями, в том числе жесткими подкосами с хомутами, прикрепляемыми к колоннам, одиночными и групповыми кондукторами на четыре или шесть колонн и рамно-шарнирными индикаторами (РШИ).

Наиболее часто при возведении многоэтажных промышленных зданий применяют поэлементный метод монтажа (наращивание). Монтаж сборных конструкций производят аналогично сборке элементов одноэтажных зданий, начиная с колонн. Железобетонные колонны подвалов и первых этажей устанавливают и закрепляют на фундаментах стаканного типа. Затем по колоннам укладывают ригели первого этажа и сваривают стыковые соединения ригелей с колоннами. Далее монтируют плиты перекрытий (покрытий), начиная с установки всех межколонных плит и приварки их на четырех углах к ригелям.

Монтаж стеновых ограждающих конструкций выполняют с помощью кранов, осуществляющих монтаж основных конструкций каркаса здания, либо самостоятельным потоком при помощи других механизмов, предназначенных специально для этих целей.

Конструкции многоэтажных каркасных зданий монтируют обычно при помощи башенных или самоходных стреловых кранов в башенно-стреловом исполнении. Для зданий небольшой ширины возможно применение и самоходных стреловых кранов, оснащенных гуськами. В отдельных случаях, когда здания имеют значительную ширину и не очень большую высоту (до пяти этажей), монтаж может производиться и при помощи козловых кранов, Существенный эффект при этом может быть достигнут при совмещенном монтаже сборных конструкций и технологического оборудования.

Здания рамной конструкции при большой их ширине рекомендуется монтировать одним самоходным стреловым краном секциями с низа до верха на всю ширину здания. При этом разрывы в монтаже между соседними ячейками более, чем на один этаж или ярус, не допускаются. Возможен вариант монтажа этим методом и башенным краном, который передвигается по рельсовому пути, уложенному по оси среднего пролета здания. Самоходный

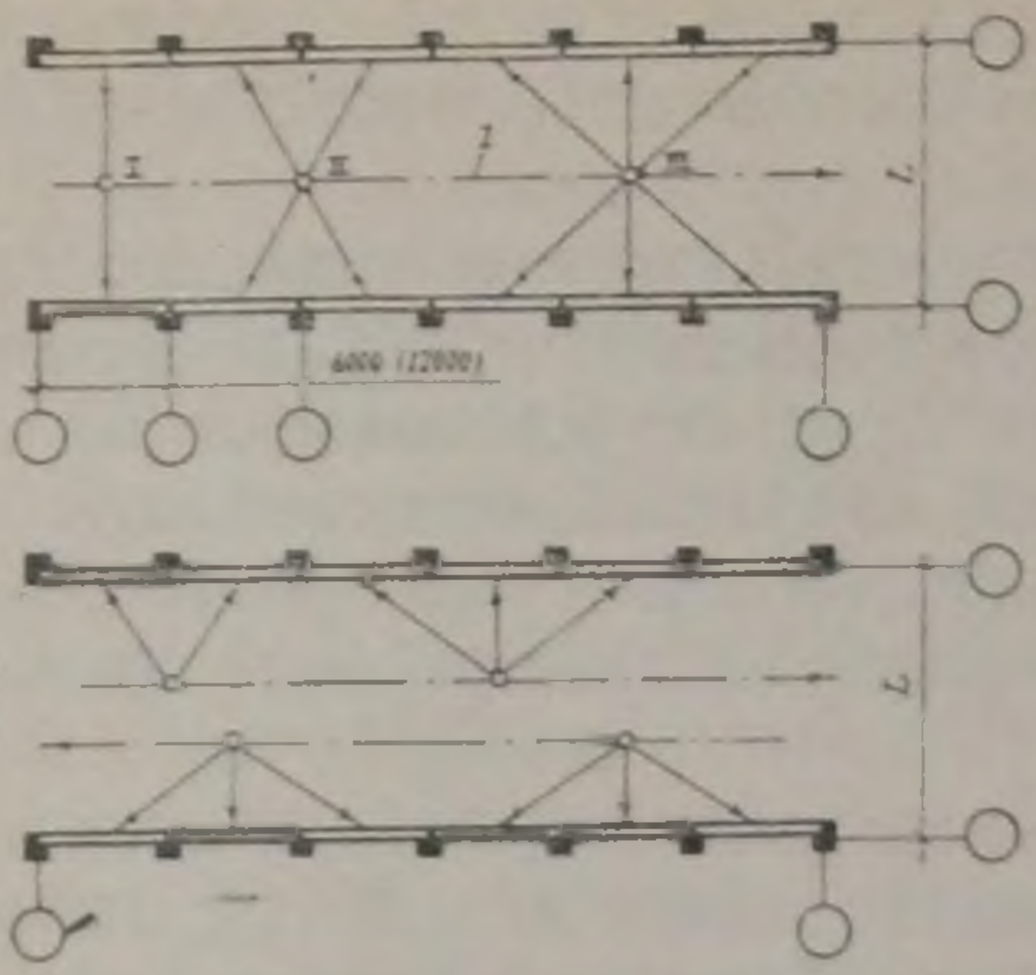


Рис. 6.5. Схема монтажа подкрановых балок одноэтажных промышленных зданий

а — при движении крана по середине пролета; *б* — со смещением в сторону колонн за две проходки; *в* — то же, за одну проходку; *I, II, III* — варианты стоянки крана; *1* — направление монтажа

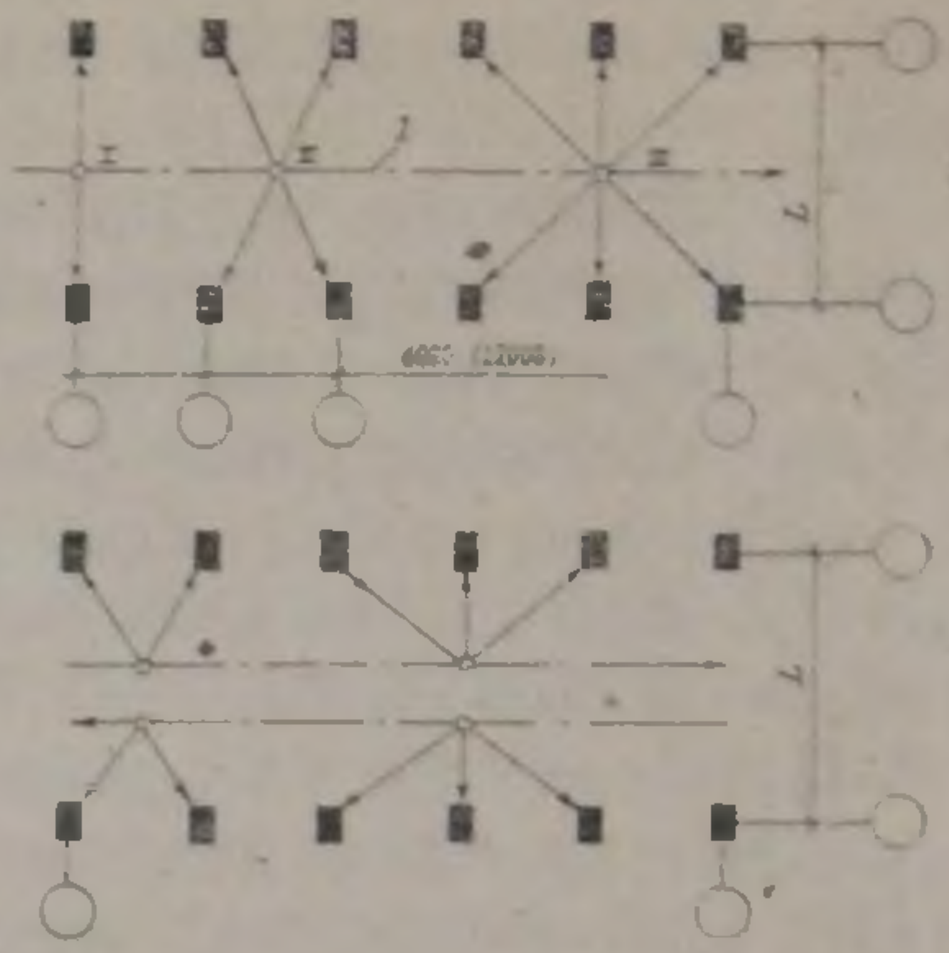


Рис. 6.6. Схема монтажа колонн одноэтажных промышленных зданий

а — при движении крана по середине пролета; *б* — со смещением в сторону колонн за две проходки; *в* — то же, за одну проходку; *I, II, III* — варианты стоянки крана; *1* — направление монтажа

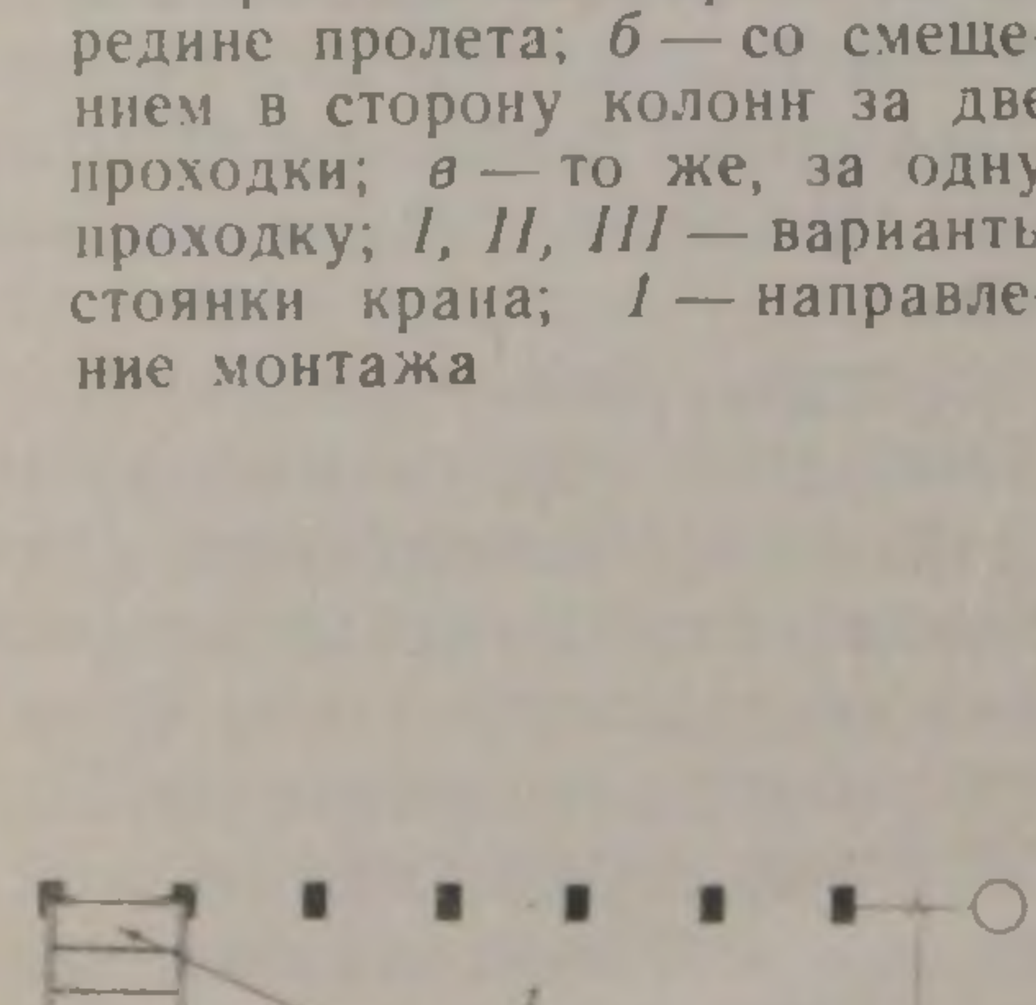
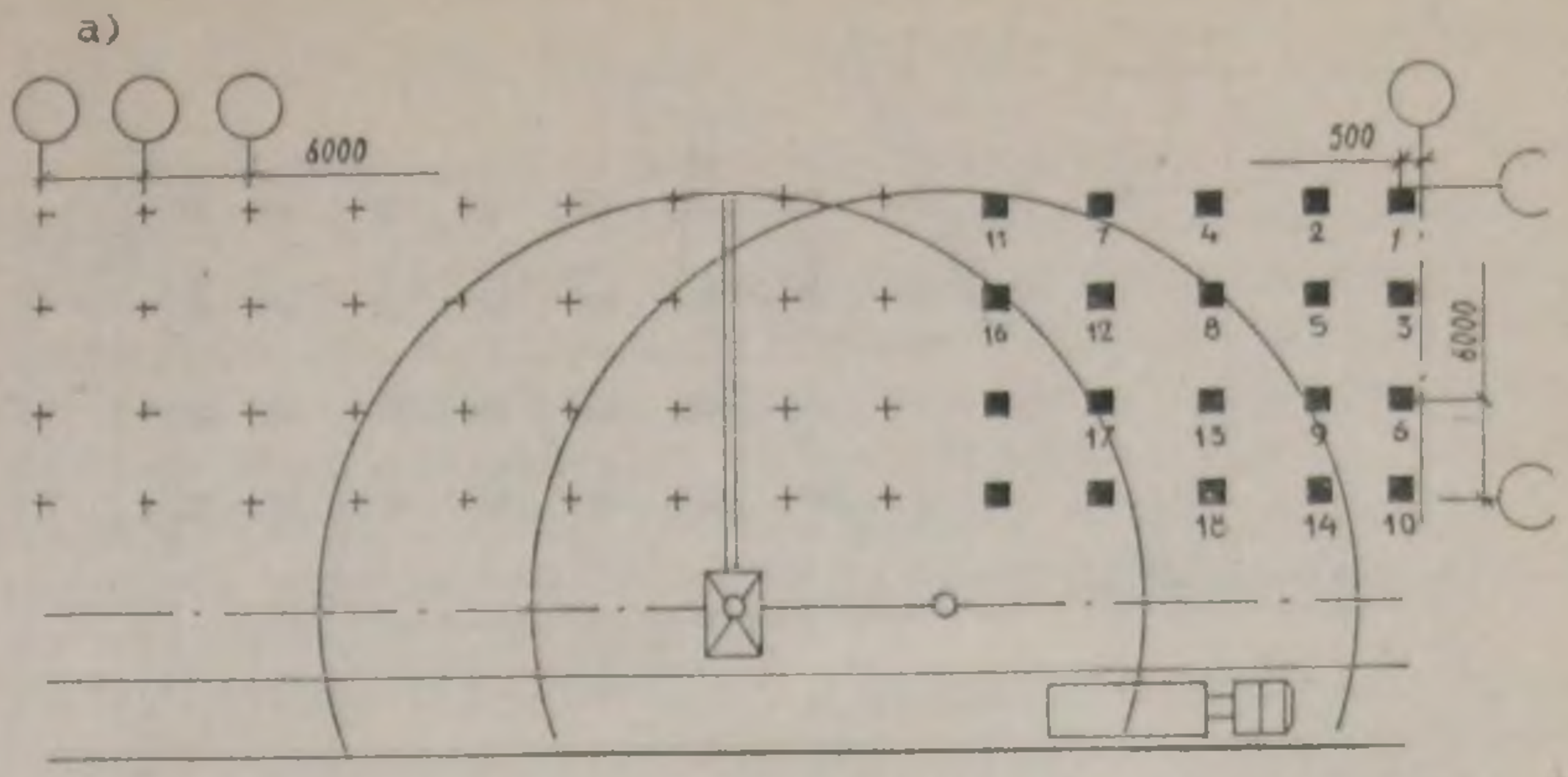
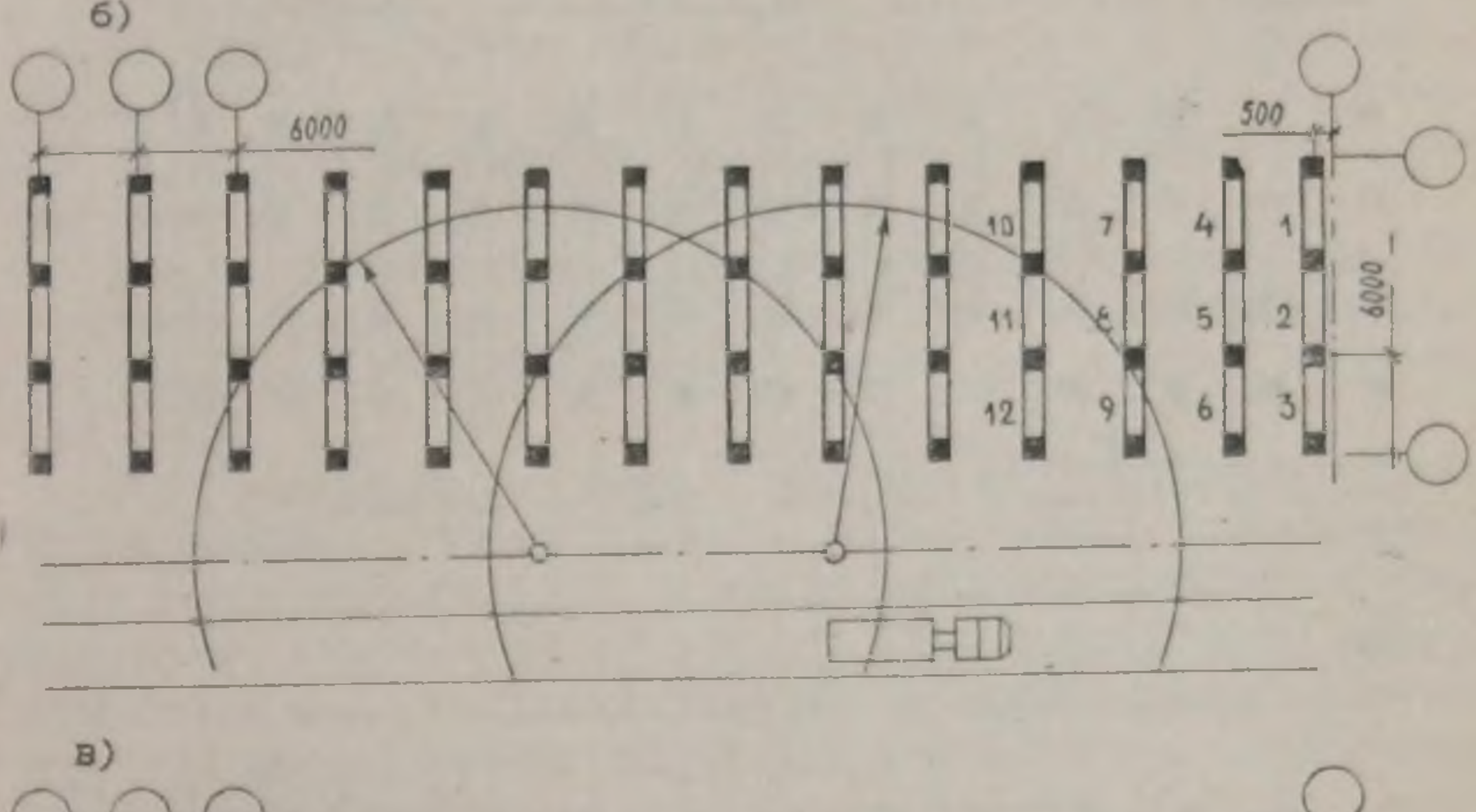


Рис. 6.7. Схема монтажа конструкций покрытия одноэтажных промышленных зданий

а — при движении крана по середине пролета; *б* — со смещением от середины пролета; *1* — направление монтажа





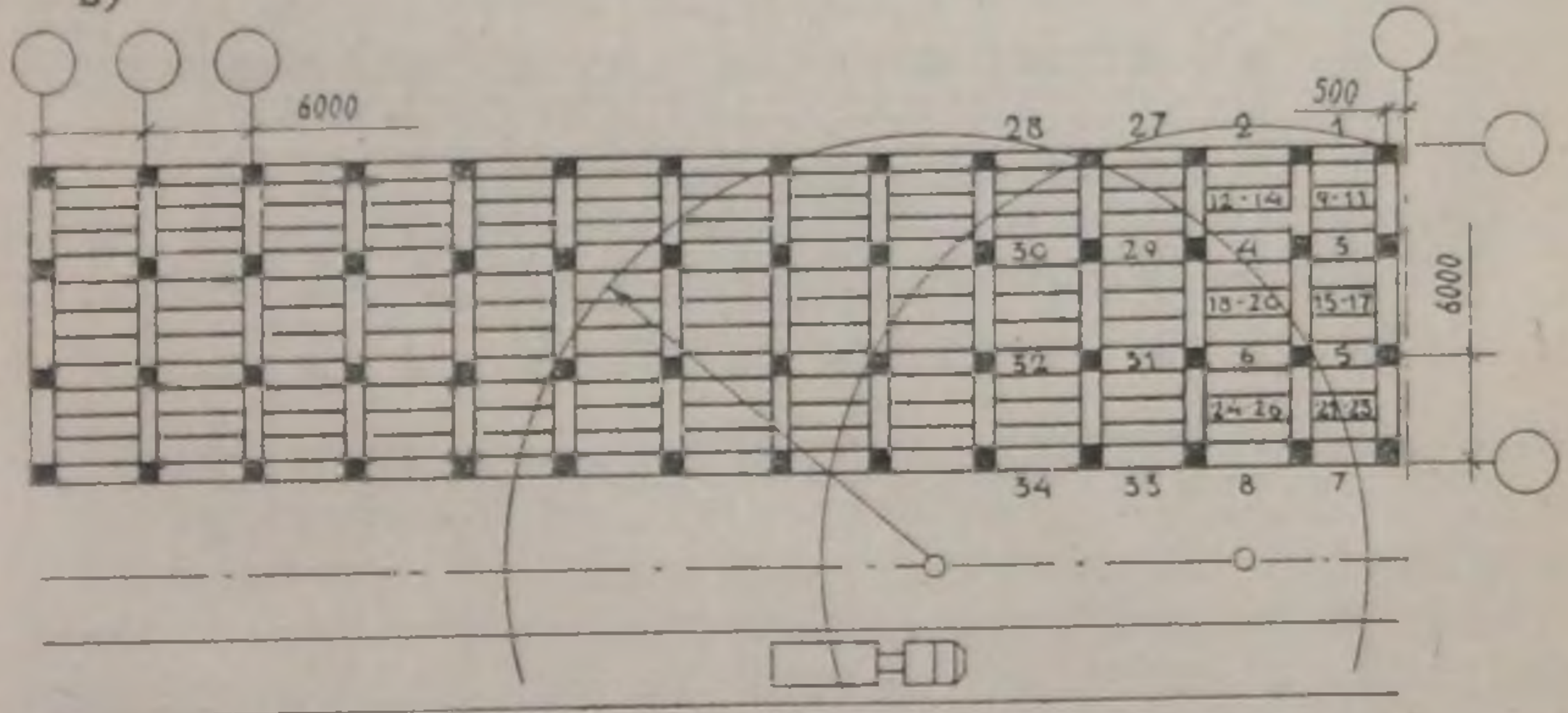


Рис. 6.8. Схема монтажа бескрановых промышленных зданий башенным краном, установленным с одной стороны
а — монтаж колонн; *б* — монтаж ригелей; *в* — монтаж плит перекрытий и покрытия

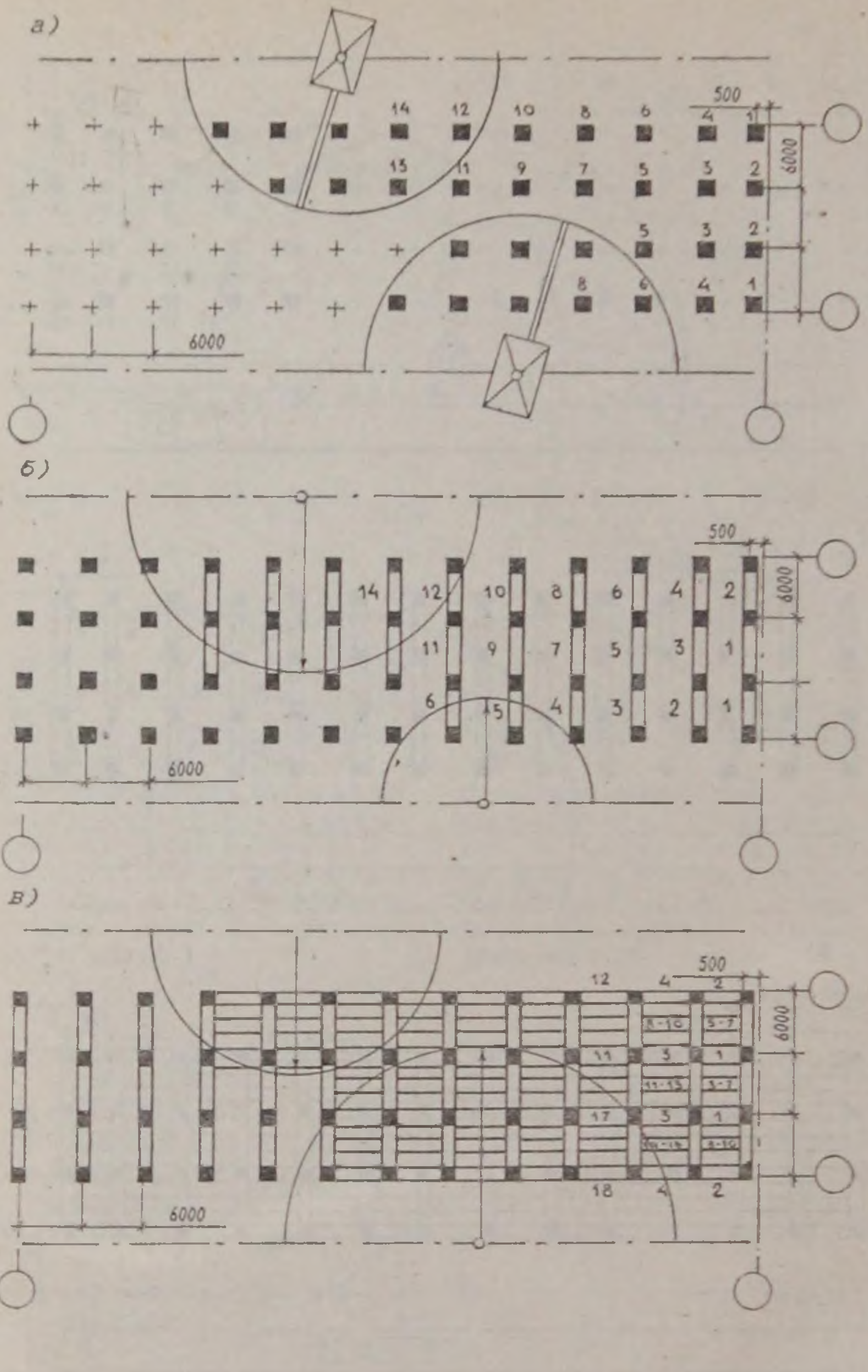


Рис. 6.9. Схема монтажа бескрановых промышленных зданий двумя башенными кранами
а — монтаж колонн; *б* — монтаж ригелей; *в* — монтаж плит перекрытий и покрытия

стреловой кран может передвигаться в пределах любого пролета, перемещаясь при необходимости и по ширине здания.

После принятия основного монтажного крана или комплекта кранов необходимо согласно выбранному методу монтажа сборных конструкций обосновать схему его движения при монтаже элементов конструкций. При этом основными факторами, определяющими эффективность организации монтажных работ, являются минимальный путь движения крана по монтажной площадке и максимальное количество элементов, смонтированных с одной стоянки крана (рис. 6.5, 6.6, 6.7).

В случае монтажа конструкций башенными кранами сначала определяют количество элементов, монтируемых с одной стоянки крана (в пределах радиуса действия), затем устанавливают число стоянок крана в пределах захватки или всего здания. Последовательность установки элементов производится от дальних к близко расположенным «на себя» (рис. 6.8, 6.9).

В целях сокращения материальных и денежных затрат площадки хранения сборных деталей и конструкций рекомендуется располагать в пределах каждой стоянки кранов.

При монтаже элементов конструкций самоходными стреловыми кранами также устанавливают оптимальную схему движения крана в пределах монтажного блока, захватки, а также всего здания. При составлении схемы движения крана нельзя допускать технологически неоправданных маневров, холостых пробегов и поворотов монтажных кранов.

6.2. ВОЗВЕДЕНИЕ ОДНОЭТАЖНЫХ И МНОГОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Одноэтажные промышленные здания из металлических конструкций возводят пролетами 18, 24, 30 и 36 м и высотой до 18 м. Для зданий указанных параметров широко используются типовые конструкции. Методы возведения этих зданий в основном аналогичны методам монтажа зданий из унифицированных железобетонных конструкций.

В то же время технологические и функциональные требования обусловливают постоянное увеличение пролетов конструктивных элементов зданий. Поэтому в по-

следние годы все чаще встречаются примеры возведения промышленных зданий пролетами 96 м и более, широко применяются неразрезанные длинномерные подкрановые и подкраново-подстропильные балки и фермы.

В качестве конструкции покрытия большепролетных зданий применяют: металлические балочные и фермен-ные системы; блочно-балочные и панельно-блочные конструкции; структурные и рамные конструкции; висячие покрытия; арочные и купольные системы и др.

Монтаж традиционных металлических конструкций в зависимости от степени укрупнения обычно осуществляют следующими основными способами: конструктивными элементами — поэлементно, непосредственно на проектных отметках, с использованием стационарных лесов или передвижных подмостей; монтажными блоками с предварительным укрупнением на стендах или конвейерных линиях, конструкциями покрытия — целиком, предварительно укрупненного на месте проектной установки.

Предварительное укрупнение конструкций в блоки характеризуется тем, что из отдельных конструктивных элементов на уровне земли собирают линейные и пространственные блоки, общую массу и размеры которых доводят до возможных технических параметров подъемных средств. При этом одновременно с укрупнительной сборкой конструкций покрытия выполняется значительная часть других строительных и специальных работ. Основными преимуществами этого метода являются повышение производительности труда, сокращение сроков строительства и снижение их стоимости при одновременном повышении безопасности и качества работ.

В настоящее время наличие мощных монтажных кранов позволяет увеличить массу монтируемых элементов и использовать преимущества метода предварительного укрупнения конструкции на земле вместо трудоемкого поэлентного монтажа конструкций.

Однако укрупнение конструкций должно быть экономически оправданным и не вызывать удорожания работ за счет применения более мощных кранов с большей стоимостью машино-смен.

В общем случае монтаж конструкций блоками считается экономически обоснованным, если сумма стоимостей укрупнения конструкций ($C_у$) и блочного их монтажа ($C_{б.м}$) будет меньше или равна стоимости поэлементного монтажа конструкций ($C_{с.м}$), т. е.

$$C_у + C_{б.м} \leqslant C_{с.м}.$$

При равенстве сумм обеих частей формулы предпочтение следует отдать блочному монтажу как обеспечивающему большую безопасность работ и сокращение продолжительности строительства.

Проектные особенности современных пространственных покрытий с применением легких металлических конструкций не только значительно расширяют возможности крупноблочного монтажа, но и делают этот метод основным при возведении зданий подобных типов. Дальнейшее свое совершенствование этот метод получил в результате внедрения конвейерного способа сборки несущих и ограждающих конструкций блоков покрытия.

Многоэтажные промышленные здания из металлических конструкций небольшой площади и высоты возводят, как правило, отдельными элементами самоходными стреловыми кранами (гусеничными, рельсовыми) грузоподъемностью в башенно-стреловом исполнении 7,5—10 т., обеспечивающими установку конструктивных элементов на предельные отметки. В связи с небольшими объемами работ укрупнение конструкций обычно не производят.

Здания значительных размеров по площади застройки (свыше 15—20 тыс. м^2) и большим объемом монтируемых конструкций (10 тыс. т. и больше) рекомендуется возводить методом крупноблочного монтажа с использованием башенных или рельсовых кранов грузоподъемностью 20 т и больше. Такой метод позволяет значительно сократить продолжительность монтажных работ вследствие уменьшения числа монтажных подъемов.

Возведение каркаса здания выполняется с разделением его на захватки и ярусы. При этом не допускается начало работ на следующем ярусе (высоту яруса определяет длина отправочного элемента колонны) пока не выверены и надежно закреплены конструкции нижележащего яруса.

Одновременно с монтажом несущих элементов каркаса должны монтироваться элементы связей, обеспечивающие устойчивость смонтированной части каркаса. Проектное закрепление колонн выполняют сразу после монтажа и выверки ячейки.

При крупноблочном монтаже на площадке укрупнительной сборки, располагаемой в непосредственной близости к возводимому зданию, обычно в пространственный блок укрупняют 4 колонны и 8 ригелей. Для чего первоначально в двух горизонтальных стендах две ко-

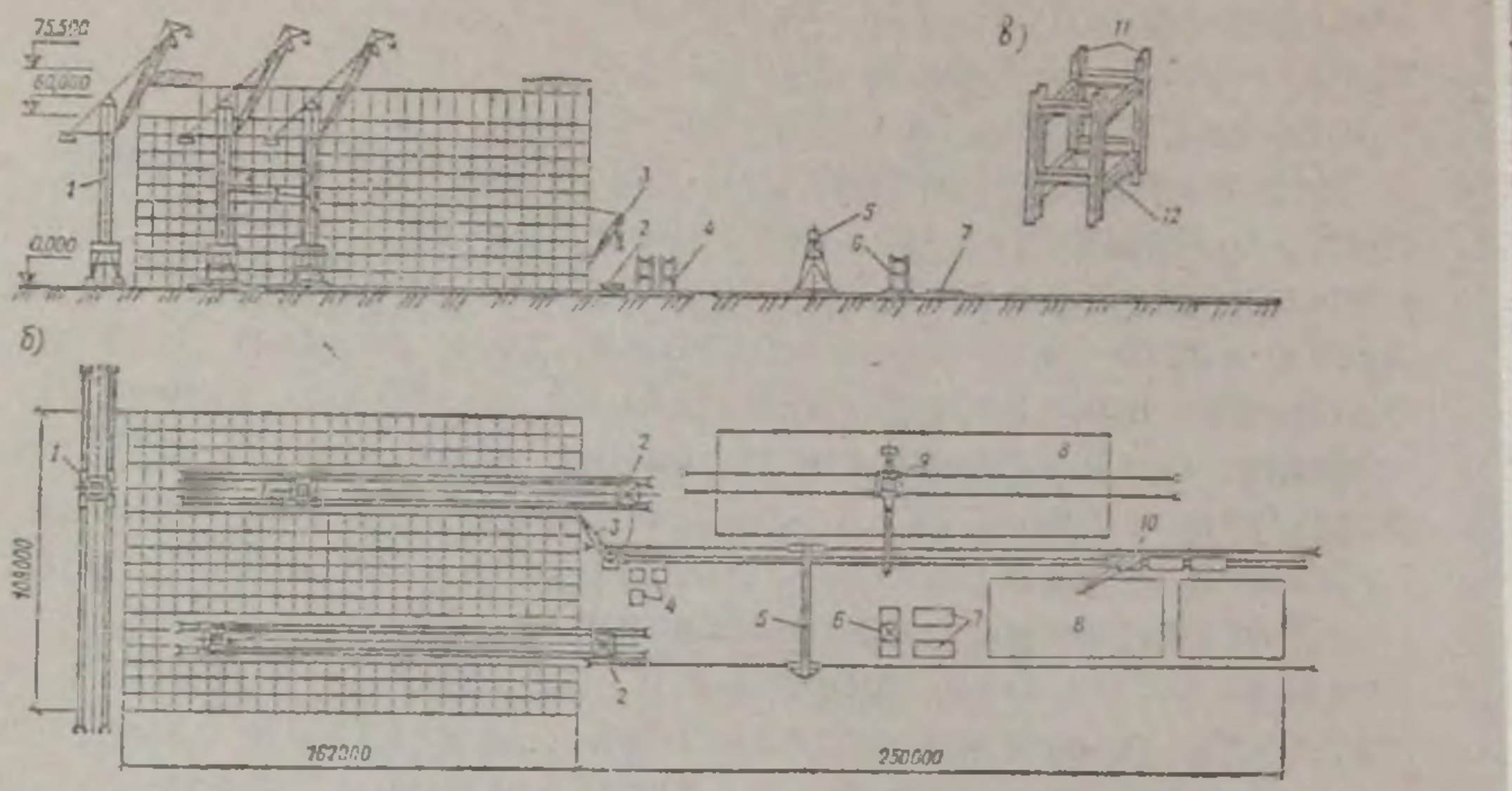


Рис. 6.10. Схемы организации укрупнительной сборки и монтажа многоэтажного промышленного здания

а — разрез; *б* — план; *в* — укрупненный монтажный блок; *1* — башенные краны ВК-406А; *2* — погрузочно-разгрузочная стрела; *3* — самоходные тележки для подачи блоков к монтажным кранам; *4* — укрупненные блоки; *5* — козловый кран К-184; *6* — кондуктор для сборки блоков; *7* — стенды для укрупнения конструкций в блоки; *8* — площадки складирования конструкций; *9* — башенный кран; *10* — железнодорожный кран; *11* — колонны; *12* — ригели

лонны и два ригеля укрупняют в плоские блоки, которые затем в вертикальном кондукторе попарно вместе с четырьмя ригелями — в пространственный. Схема организации укрупнительной сборки и монтажа сборных конструкций показаны на рис. 6.10. Монтаж каркаса выполняют в зависимости от высоты и конструктивных решений башенными и специальными кранами.

При применении прислонного крана каркас здания должен быть проверен на монтажные горизонтальные нагрузки и в необходимых случаях предусмотрено устройство временных монтажных связей.

При монтаже каркаса с применением прислонного крана по мере увеличения высоты здания и башни крана устанавливают горизонтальные рамки, закрепляющие кран к каркасу.

Самоподъемные башенные краны располагают внутри каркаса в одной из ячеек здания и опирают на ригели каркаса, прочность которых должна обеспечивать восприятие монтажных нагрузок.

6.3. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ ИЗДЕЛИЙ КОМПЛЕКТНО-БЛОЧНОЙ ПОСТАВКИ

Дальнейшее развитие индустриализации строительного производства всецело связано с комплектно-блочным методом возведения зданий и сооружений и совмещением строительных процессов на строительной площадке в едином потоке монтажа укрупненных блоков.

Комплектно-блочный метод представляет собой новое направление в технологии строительно-монтажных работ, при котором строительная площадка превращается в технологический конвейер. По этой технологии все звенья поточного конвейера — изготовление конструкций и оборудования, сборка строительно-технологических блоков конструкций и агрегирование блоков оборудования, их транспортирование и монтаж всецело направлены на конечный результат — ввод объекта в эксплуатацию. Работа конвейера начинается в заводских условиях и завершается на строительной площадке, т. е. процессы монтажа несущих конструкций каркаса и агрегированных блоков оборудования должны представлять единый процесс.

Комплектно-блочный метод возведения здания предусматривает промышленный объект не как сочетание отдельных видов строительно-монтажных и специальных работ, а как единое целое. Для реализации этой задачи требуется совершенствование проектных решений по объемно-планировочной компоновке зданий и сооружений, применению прогрессивных конструктивных схем, совершенствованию систем технологического оборудования и инженерных коммуникаций. Такой подход к проектированию позволит органически соединить в блоки строительную, технологическую и другие части возводимого объекта.

6.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ, СОЧЕТАЮЩИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Конструктивной основой одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий является железобетонный или металлический каркас, или комбинированный, сочетающий элементы первых двух.

Современные технологические и функциональные требования обусловливают возведение промышленных зданий различного назначения особенно одноэтажных, с

разным числом пролетов, высот в сочетании различных конструктивных элементов и материалов. Особенностью этих зданий является значительная разномассность конструкций, их разнохарактерность, неравномерность распределения объема работ. С точки зрения организации и технологии производства работ такие объекты в большей части являются неоднородными.

Промышленные здания таких типов обычно возводят несколькими взаимосогласованными специализированными потоками, выделив среди них основной — наиболее трудоемкий и требующий применения особенно сложных и дорогих машин, механизмов и оборудования. Мощность этого потока должна быть решающей при определении продолжительности всего объективного потока.

Неоднородные здания с неравномерным распределением объемов по пролетам, секциям и этажам и различными конструкциями расчленяют на ряд неодинаковых, но однородных по своим конструктивным решениям и по технологии выполнения процессов участков. Участки назначают в пределах температурных блоков, либо частей здания определенной этажности и технологического назначения. При возведении многоэтажных зданий по вертикальной схеме за высоту яруса принимают этаж, а при двухэтажных колоннах — два этажа.

Последовательность монтажа конструкций зависит от конструктивных решений элементов каркаса и схемы здания. Типовые конструкции монтируются традиционными методами. При несущих стенах ригели укладывают после их возведения, а самонесущие стены из мелкоштучных элементов возводят с внутренних подмостей до устройства перекрытия.

При возведении большепролетных зданий с типовым несущим каркасом в сочетании пространственных конструкций покрытия появляется необходимость принятия нетрадиционных решений. Так, например, монтаж большепролетных конструкций, вследствие их больших габаритных размеров и масс, выполняют из отдельных частей с использованием временных опор или в укрупненном виде с применением одновременно нескольких кранов. Возможны варианты монтажа надвижкой (наткой) укрупненных блоков или вертикального подъема с использованием мощных домкратных систем. Известны также примеры монтажа большепролетных покрытий с использованием гидроподъемников и самоходных подмостей-установщиков.

6.5. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ И НАЗНАЧЕНИЙ

Сокращение продолжительности строительства является одной из основных задач строительного производства, которая может быть решена путем его индустриализации и применения наиболее совершенной технологии.

Практика показывает, что действующая в настоящее время система управления строительным производством имеет ряд недостатков, в частности, ее звенья: **проектирование, изготовление, комплектация, поставка** и **монтаж** пока не составляют единого технологического потока, так как организационно и экономически недостаточно связаны между собой. Каждое из этих звеньев решает, как правило, свою локальную задачу и не ориентируется на достижение конечной цели, т. е. обеспечение своевременного ввода в действие объекта.

Поэтому перспективу индустриализации строительного производства необходимо связывать с комплектно-блочным методом возведения зданий и сооружений, при котором промышленный объект рассматривается уже не как сочетание строительных конструкций, оборудования и инженерных коммуникаций, а как единое целое.

Другим важным направлением является совершенствование проектных решений, которое в конечном счете определяет научно-технический уровень производства строительно-монтажных работ, формирует факторы роста производительности труда. В процессе совершенствования проектных решений происходит замена материалов, деталей и конструкций более прогрессивными, изменяются объемно-планировочные решения, решаются вопросы максимального блокирования конструкций и оборудования.

Совершенствование проектных решений может осуществляться в направлении как создания новых, так и улучшения традиционных решений. Одним из направлений повышения эффективности строительного производства является переход на применение легких металлических конструкций, в том числе пространственных конструкций покрытий, особенно в наиболее массовых в промышленном и сельскохозяйственном строительстве одноэтажных промышленных зданиях. Переход на полносборные здания из легких металлических конструкций по существу превратит строительство таких зданий

в механизированный сборочно-монтажный процесс. При этом наиболее важной задачей успешного применения металлических пространственных конструкций покрытий следует считать реализацию преимуществ их конструктивной формы.

Наиболее перспективным и производительным методом возведения зданий и сооружений производственного назначения в комлектовочном исполнении следует считать совмещенный монтаж строительных конструкций с технологическим оборудованием. Для одноэтажных зданий такое совмещение монтажа строительных конструкций эффективно с монтажом мостовых кранов, которые затем будут использованы для установки напольного оборудования цеха. В многоэтажных промышленных зданиях сборку строительных конструкций необходимо совместить с монтажом укрупненных агрегированных блоков оборудования в едином комплексном потоке.

Как известно, большое влияние на ведение строительства оказывают местные условия, так как строительство осуществляется в различных географических и климатических условиях и практически круглогодично, поэтому исключительно важным фактором является выбор материалов конструкций, разработка рациональных стыков сопряжений, исключающих мокрые процессы, применение безвыверочной технологии монтажа и т. п.

7. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

7.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В настоящее время строительство из монолитного железобетона с применением индустриальных методов возведения зданий стало одним из направлений дальнейшей индустриализации жилищно-гражданского строительства, дополняющим полносборное крупнопанельное домостроение. Это связано с тем, что сегодня строительство из монолитного железобетона ведется индустриальным методом. Применяя инвентарную, многократно оборачиваемую опалубку, арматурные каркасы и сетки заводского изготовления можно получить высо-

кий производственный эффект. Механизированные подача, укладка и уплотнение бетонной смеси дают возможность довести уровень механизации бетонирования конструкций до 80—85%. Использование электротермообработки бетона и различных химических противоморозных добавок позволяет возводить здания и сооружения в любое время года при любых температурах.

Такая тенденция развития монолитного железобетона обусловлена еще и следующими достоинствами: возможностью строительства в районах, удаленных от предприятий стройиндустрии; меньшими капиталовложениями на создание производственной базы или расширение ее мощности в отличие от полносборного домостроения; повышенной сейсмостойкости и трещиностойкости при строительстве в районах горных выработок и на просадочных грунтах.

Значительные преимущества монолитное домостроение имеет в сельской местности при массовой застройке домами индивидуального назначения, где процесс строительства в меньшей степени зависит от наличия производственной базы, а малоэтажность зданий открывает широкие возможности для использования местных строительных материалов, зольных, шлаковых и других отходов промышленности, крупнопористого керамзитобетона и т. д.

В настоящее время при возведении многоэтажных зданий определились три основных технологических метода, различаемых в основном по конструктивно-технологическим признакам используемых опалубочных систем: возведение зданий в скользящей опалубке, в крупнощитовой и блочно-щитовой опалубках и в объемно-переставной (туннельной) опалубке.

В малоэтажном строительстве из монолитного бетона используют мелкощитовую и крупнощитовую опалубку.

В скользящей опалубке возводят монолитные здания бескаркасной конструктивной схемы (повышенной этажности, с несущими наружными и внутренними стенами, башенного типа, с компактным планом и сложной пластикой объема), а также монолитные ядра жесткости, сочетаемые с другими технологическими методами монолитного или сборного домостроения.

Наиболее технологичным и экономичным является метод возведения зданий в крупнощитовой и блочно-щитовой опалубках, применяемых при возведении монолитных несущих стен зданий различной протяженности,

этажности и конфигурации в плане. Как правило, они имеют бескаркасную конструктивную систему с несущими наружными и внутренними стенами, сборными элементами перекрытий и перегородок. Одним из преимуществ крупнощитовой опалубки является отсутствие дополнительных динамических воздействий на бетонную смесь после ее укладки, что исключает сдвиги и разрывы массива свежеуложенного бетона, характерные при использовании скользящей или мелкощитовой опалубки.

Объемно-переставную опалубку применяют при строительстве зданий различной протяженности и этажности, с прямоугольными очертаниями и уступами в плане, с ограниченным количеством поперечных несущих стен. В объемно-переставной опалубке туннельного типа возводят здания бескаркасной конструктивной системы; поперечные несущие стены, перекрытия, монолитные наружные стены. В такой опалубке можно также возводить здания с продольными наружными и внутренними несущими стенами. Особенно она эффективна при строительстве в районах с сильными ветрами и дождями. В объемно-переставной опалубке с вертикальным извлечением возводят бескаркасные сборно-монолитные дома с несущими наружными и внутренними стенами; перекрытия выполняют сборными.

По методу подъема перекрытий и этажей сплошные диски плоских перекрытий бетонируются на стройплощадке, на уровне пола первого этажа, и после достижения бетоном необходимой прочности домкратами поднимаются на проектные отметки. При методе подъема перекрытий обустройство этажа производится на проектной отметке, а при методе подъема этажей — на уровне земли.

Следует отметить, что в монолитном домостроении целесообразно сочетать различные технологические методы возведения зданий с использованием новых эффективных бетонов, особенно на пористых заполнителях. Экономическая эффективность применения легкого бетона в монолитном строительстве достигается за счет снижения материалоемкости, трудоемкости и энергоемкости возведения монолитных конструкций и сооружений, уменьшения транспортных расходов, а также сокращения сроков строительства.

Применение легкого бетона позволяет достичь значительного снижения собственного веса (постоянной нагрузки) монолитных конструкций, что ведет к умень-

шению нагрузки на фундаменты, что, в свою очередь, приводит к уменьшению размера фундамента, количества свай при свайных фундаментах. Устройство монолитных стен из легкого бетона, имеющего небольшую теплопроводность, позволяет уменьшить толщину ограждающих конструкций и отказаться от устройства паро- и теплоизоляции. По данным зарубежных и отечественных исследований, устройство монолитных ограждающих конструкций из легкого бетона снижает стоимость 1м² стены на 8—12%.

Применение легкого бетона благоприятно и с точки зрения улучшения эксплуатационных качеств зданий. Он имеет достаточно высокую степень сжимаемости и ползучести, что способствует выравниванию деформаций и снятию максимальных напряжений от нагрузок, температуры и т. д.

Замена тяжелого бетона легким также дает возможность уменьшить и материалоемкость опалубок. Благодаря меньшей плотности легкобетонной смеси и бокового давления достигается существенное упрощение конструкции и облегчение ее опалубки.

7.11. СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ И МОНОЛИТНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

В промышленном строительстве в надземных сооружениях монолитный бетон применяется при возведении нетиповых многоэтажных зданий, многоэтажных одно-пролетных и многопролетных рам, ядер жесткости, резервуаров, дымовых труб, водонапорных башен, силосов, градирен, пространственных покрытий и т. п. Он также широко используется при строительстве подземных и инженерных сооружений (подвалы, фундаменты, тоннели и т. п.).

В сельскохозяйственном строительстве из монолитного бетона возводят элеваторы, силосы, резервуары, зерновые склады, площадки, а также другие сооружения, связанные с ирригацией и мелиорацией.

В жилищно-гражданском строительстве помимо возведения цельномонолитных и монолитносборных зданий монолитный бетон широко используют при устройстве ядер жесткости в панельных зданиях с последующей их обстройкой сборными конструкциями; строительстве подземных гаражей и других сооружений, отдельно

стоящих или заложенных под жилыми домами, безбалочных плит перекрытий, монтируемых без крана, и т. д.

В многоэтажном монолитном домостроении существует тесная взаимосвязь между архитектурно-планировочными ,конструктивными и технологическими параметрами. Так, например ,выбор той или иной опалубочной системы в значительной мере зависит от объемно-планировочного решения здания, а принятая опалубочная система в свою очередь может определить характер сопряжений между конструктивными элементами. Это говорит о том, что фактор технологичности в монолитных многоэтажных зданиях необходимо обязательно учитывать еще в начальной стадии их проектирования.

В большинстве случаев проектные решения возведения многоэтажных домов из монолитного бетона предусмотрены в сборномонолитном варианте: с монолитными наружными и внутренними стенами и сборными перекрытиями. В этом конструктивном варианте сужаются возможности варьирования планировочными решениями и не реализуется такое преимущество монолитных перекрытий, как их работа в условиях опирания по контуру и неразрезности.

В то же время и устройство цельномонолитных перекрытий по замкнутому кругу связано с технологическими перерывами, сложными и трудоемкими операциями по извлечению и перестановке опалубки или ведением работ по захваткам, что возможно лишь при строительстве зданий значительной протяженности.

Технико-экономические показатели строительства из монолитного бетона в значительной мере зависят от применяемых технологических схем возведения здания. Поэтому при разработке проектов производства работ и организации строительства должны использоваться наиболее эффективные технологические схемы, при выборе которых следует учитывать тип и характеристику конструкций, условия их возведения, особенности производства бетонных работ.

По технологическим и конструктивным признакам многоэтажные жилые здания, возводимые с использованием монолитного бетона, условно можно отнести к трем основным группам: монолитные, в которых все конструкции выполнены из монолитного бетона, сборно-монолитные, в которых стены выполнены из монолитного бетона, а перекрытия — сборные;

К этой же категории можно отнести с определенной

долей условности и здания, в которых поперечные несущие стены и перекрытия выполнены из монолитного бетона, а наружные стены — сборные. Монолитносборные каркасные здания, в которых ядра жесткости или перекрытия, выполненные из монолитного бетона, сочетаются со сборным каркасом.

Рассмотрим особенности возведения монолитных зданий и сооружений из легкого бетона в скользящей и переставной опалубках.

Возведение монолитных зданий в скользящей опалубке является высокоорганизованным процессом, требующим для обеспечения непрерывности бетонирования строгого соблюдения ритмичности производства бетонных работ. Интенсивность бетонирования зависит от темпов арматурных работ, применяемой технологии укладки бетонной смеси и продолжительности выдерживания легкого бетона до набора им минимально допустимой прочности.

Оптимальная скорость подъема скользящей опалубки $V_{оп}$ определяется из условия достижения бетоном распалубочной прочности при минимальном его сцеплении с палубой

$$V_{оп} = H_{оп} - a - h_{бс}/t_р, \text{ см/ч},$$

где $H_{оп}$ — высота опалубки, см; a — расстояние от слоя уложенной бетонной смеси до верха опалубки, см; $h_{бс}$ — высота укладываемого слоя бетонной смеси, см; $t_р$ — время набора легким бетоном в данных условиях требуемой распалубочной прочности, ч.

Устройство монолитных перекрытий зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, возможно по следующим технологическим схемам: в процессе возведения стен с отставанием на один этаж(совмещенно-циклический способ); в процессе возведения стен с отставанием на два-три этажа (параллельно-последовательный способ); после возведения стен на всю высоту по схеме «снизу вверх» или «сверху вниз».

При устройстве монолитных перекрытий совмещенно-циклическим и параллельно последовательным способами рекомендуется использовать то же бетоноукладочное оборудование, что и для бетонирования стен. При этом подача бетонной смеси от бетононасосной установки к месту укладки и её распределение могут производиться с помощью резиновых распределительных хоботов с приемной воронкой, закрепленных на рабочем полу скользящей опалубки, а при устройстве по

схеме «снизу вверх» или «сверху вниз»— с помощью гибких резиновых рукавов, подсоединяемых к магистральному бетоноводу.

Практика показала, что при возведении многоэтажных зданий рационально применение литой бетонной смеси подвижностью 17—18 см. Применение литой бетонной смеси сокращает до минимума трудоемкость разравнивания смеси и отделки горизонтальной поверхности перекрытий.

Отличительной особенностью возведения монолитных зданий и сооружений из легкого бетона в переставной опалубке является интенсивность набора бетоном распалубочной прочности, от которой зависит продолжительность бетонирования. Поэтому при использовании этих типов опалубки эффективность возведения монолитных зданий и сооружений может быть повышена за счет применения различных способов ускорения набора легким бетоном требуемой прочности. Наибольшая интенсивность бетонирования достигается при ведении работ по схеме «Кран+бетононасос» с использованием греющей опалубки и литой бетонной смеси на пористом заполнителе. При бетонировании конструкций по этой схеме в комплекте с бетононасосом используется механический распределитель, который переставляется с захватки на захватку.

7.1.2. ТЕМПЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И ИНТЕНСИВНОСТЬ БЕТОНИРОВАНИЯ

Производство монолитных бетонных и железобетонных работ осуществляется поточно-скоростным методом с комплексной механизацией составляющих процессов. При этом ведущим процессом, определяющим темп бетонирования и организацию работ, является подача и распределение бетонной смеси.

Ведущая бетоноукладочная машина должна быть увязана по производительности с интенсивностью бетонирования конструкций, причем параметры, производительность и количество других комплектующих средств механизации выбираются в соответствии с параметрами и производительностью ведущей машины.

Для полного использования производительности ведущей машины производительность комплектующих машин обычно принимается на 10—15% выше.

Для производства работ по возведению бетонных и

железобетонных сооружений комплексный технологический процесс делят на простые потоки, которые выполняют специализированные звенья рабочих. Основными технологическими параметрами потока являются: объем работ V в $м^3$, $м^2$ т; интенсивность J в $м^3$, $м^2$, т в смену; продолжительность Т в сменах и трудоемкость Q в чел-днях.

Каждому простому (частному) потоку для механизированного выполнения процесса передается комплект машин, технологическими параметрами которого являются: производительность в $м^2$, $м^3$, т. в смену; количество основных машин и их параметры выбора и расстановки.

Выбор комплекта машин производится исходя из заданной интенсивности (темпа) бетонирования конструкций с учетом объемно-планировочных и конструктивных оссбенностей возводимого здания или сооружения.

Интенсивность укладки бетонной смеси может быть определена по формуле

$$J = KV/T_д,$$

где V — потребный объем бетонной смеси для объекта в $м^3$; $T_д$ — директивный срок возведения монолитных конструкций в сменах; К — коэффициент неравномерности укладки бетонной смеси, принимаемый для гражданского и промышленного строительства равным 1,3—1,5.

Комплексную механизацию возведения зданий и сооружений с большими сосредоточенными объемами монолитного бетона при большей интенсивности ведения работ рекомендуется осуществлять с применением комплектов высокопроизводительных машин и оборудования, а рассредоточенных однотипных конструкций или однородных зданий и сооружений — комплектами машин относительно небольшой производительности, обладающих высокой мобильностью.

7.1.3. МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ТЕМПОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Методы ухода за бетоном в зимних условиях должны обеспечить температуру его твердения, достаточную для набора им необходимой прочности. К моменту замерзания бетона без противоморозных добавок его прочность должна быть не ниже 50, 40 и 30% проектной при марках соответственно М150, М200—300, М400—500;

70% — для конструкций, подвергающихся по окончании выдерживания замораживанию и оттаиванию; 80% — для преднапряженных конструкций и —100% при наличии специальных требований. Существующие методы зимнего бетонирования можно подразделить на три основные группы. К первой из них относятся методы, предусматривающие использование теплоты укладываемой смеси, вторая объединяет разнообразные методы прогрева уложенного бетона, третья основана на введении в состав бетона химических добавок, понижающих температуру его замерзания. Кроме того, широко распространены разнообразные комбинации методов всех трех указанных групп.

Метод «термоса» применяют при бетонировании массивов, ленточных фундаментов и фундаментов под колонны при температуре окружающего воздуха не ниже —20°С. Меньшая теплопроводность легких бетонов и большее выделение тепла при их твердении (вследствие большего содержания в них цемента по сравнению с равнопрочным тяжелым) дает возможность применять метод «термоса» и при возведении монолитных стен при температуре до —15°С. При бетонировании конструкций с применением термосного выдерживания легкого бетона могут дополнительно использоваться приготовление и укладка горячей легкобетонной смеси, обогрев свежеуложенного бетона с помощью воздушных калориферов, добавки — ускорители твердения.

Приготовление горячей легкобетонной смеси обычно осуществляется при температуре окружающего воздуха ниже —15°С. При этом с целью сохранения подвижности смеси в процессе транспортировки и подачи температура ее не должна превышать 40°С. Для этого применяют подогретые заполнители и горячую воду затворения.

Расчет теплоизоляции уложенного бетона для достижения им к моменту замерзания заданной прочности либо же установление прочности, достигаемой за время охлаждения (до 0°С для бетонов без химических добавок) при заданной конструкции теплозащиты, производятся сопоставлением расчетного времени остывания бетона и времени, необходимого для достижения заданной прочности бетона при известной средней температуре его твердения.

При использовании обогрева легкобетонных конструкций температура воздуха под защитным кожухом должна быть не ниже 10°С и поддерживаться в течение

периода, необходимого для набора легким бетоном 40—50% марочной прочности для несущих конструкций, возводимых в скользящей опалубке, и 70% — в переставной.

Метод «термоса» является наиболее распространенным из-за его экономичности и малой трудоемкости. Его применение практически не ограничено температурными условиями для массивных сооружений с модулем поверхности $M_п \leqslant 3$. Конструкции средней массивности бетонируют с «термосным» выдерживанием при температурах воздуха до —15°С (в более суровых условиях использование метода «термоса» оказалось бы невыгодным из-за слишком высоких требований к теплоизоляции).

Использование быстротвердеющих цементов, обладающих повышенной экзотермией, применение подогретых бетонных смесей, введение в их состав химических добавок существенно расширяют эффективную область применения «термосного» выдерживания бетона.

Бетоны с противоморозными добавками позволяют понизить температуру замерзания воды и обеспечивают его твердение при отрицательных температурах. В качестве противоморозных добавок для легкого бетона в монолитном строительстве используют нитрит натрия, НКМ или ННХК.

Бетоны с противоморозными добавками так же, как и бетоны без добавок, интенсивнее твердеют при повышении температуры. Поэтому и для них по мере возможности следует применять «термосное» твердение. Выбор типа противоморозной добавки и ее концентрация определяются расчетными температурами воздуха, типом и условиями эксплуатации бетонируемых конструкций.

Продолжительность транспортирования и укладки готовых легкобетонных смесей с противоморозными добавками не должна превышать 40 мин. При большей продолжительности происходит резкая потеря подвижности смеси, что затрудняет ее укладку и ухудшает качество бетона. В этом случае целесообразно транспортировать сухие смеси, которые приготовляют на объекте путем введения воды затворения с противоморозной добавкой и перемешивания всех компонентов в барабане автобетоносмесителя.

Бетоны с противоморозными добавками следует предохранять от обезвоживания, для чего поверхность забетонированных конструкций защищают от ветра. Особое внимание следует уделять уходу за бетонами с до-

бавкой аммиачной воды. Для предотвращения испарения аммиака из поверхностных слоев бетона их плотно изолируют битумизированной бумагой или полимерной пленкой с пригрузом грунтом, покрытием пленкообразующими материалами либо другими средствами.

Методы тепловой обработки бетона в отличие от методов «термоса» и с химическими добавками позволяют изменять параметры процесса при изменяющихся условиях среды, т. е. могут регулировать их как по времени воздействия, так и по температуре.

Для тепловой обработки уложенного в опалубку бетона разработано множество технических решений, предусматривающих конвективную, контактную либо радиационную передачу тепла. Особое место занимает метод электродного прогрева, когда прогреваемый бетон включается в электрическую цепь в качестве сопротивления.

Конвективный прогрев забетонированных конструкций предусматривает устройство вокруг них ограждения с обогревом образованного пространства. Такие сооружения называют тепляками. Устройство и размеры тепляков не должны препятствовать циркуляции внутри них теплоносителя. Для отопления тепляков обычно применяют калориферы, паровые регистры, переносные печи и т. п. Повышенные температуры в тепляке вызывают интенсивное испарение воды из бетона. Для предотвращения этого поверхность бетона необходимо закрывать пароизоляционным материалом.

Контактный прогрев уложенного бетона осуществляют посредством опалубок, оборудованных нагревателями различного конструктивного исполнения. За последнее время расширяется применение так называемой термоактивной опалубки и термоактивных гибких покрытий.

Электродный прогрев бетона является наиболее распространенным из обогревных методов зимнего бетонирования. Он основан на включении забетонированной конструкции в качестве сопротивления в электрическую сеть переменного тока. При этом в соответствии с законом Джоуля-Ленца выделяется тепло

$$Q = 3600 J^2 R T,$$

где Q — выделяющееся тепло, кДж; J — сила тока, А; R — электрическое сопротивление бетона, Ом; T — время прохождения тока, ч.

Электродный прогрев экономичен по расходу энергии в связи с высоким КПД. Однако он требует затрат металла на электроды, провода, а также трудозатрат на монтаж системы.

Электротермообработка легкого бетона дает возможность вести бетонирование при температуре окружающего воздуха до —40°С. При этом для прогрева таких конструкций, как стены толщиной до 25 см, колонны, перекрытия, а также армированные и густоармированные конструкции более рациональным является применение греющей опалубки или покрытия. При этом особое внимание следует уделить созданию равномерного по всей обогреваемой конструкции температурного поля. Неравномерность прогрева конструкций ведет к образованию трещин в местах, где легкий бетон не достиг распалубочной прочности, а также в области перегрева конструкций.

При бетонировании малоармированных монолитных конструкций из легкого бетона при температуре воздуха ниже —20°С весьма эффективным является использование электропрогрева.

Технология бетонных работ при возведении монолитных конструкций из легкого бетона в период отрицательных температур требует осуществления специальных мероприятий, обеспечивающих приготовление легкобетонной смеси при положительной температуре и минимальные потери тепла в процессе ее транспортировки и укладки.

Приготовление готовой легкобетонной смеси осуществляется на заводах товарного бетона и в бетоносмесительных установках, приспособленных к работе в зимних условиях и оснащенных устройствами для прогрева заполнителей, приготовления и дозирования противоморозных добавок.

Для транспортировки легкобетонной смеси при температурах ниже —15°С необходимо использовать специализированное оборудование — автобетоносмесители и автобетоновозы в зимнем исполнении.

При транспортировании бетонной смеси при отрицательных температурах допускается не более одной перегрузки — из автотранспортных средств в бетоноукладочное оборудование. Место перегрузки должно быть защищено от ветра и атмосферных осадков.

Применение современных бетононасосных установок позволяет изолировать бетонную смесь при ее укладке

в конструкции от отрицательного воздействия ветра и атмосферных осадков, а также улучшить температурный режим приемки, подачи и распределения смеси.

Электропрогрев применяют не только для ускорения твердения бетона, но и для предотвращения его от замораживания и создания благоприятных условий твердения в зимнее время года. Вместе с тем для получения необходимых технических характеристик бетона при прогреве необходимо создать оптимальные условия для твердения бетона и исключить появление деструктивных процессов.

Ввиду того, что легкие бетоны имеют более высокий коэффициент сопротивления теплопередачи и прогревать их внешними нагревателями затруднительно, вести прогрев их с помощью электродов с выделением тепла в толще конструкции наиболее целесообразно. Кроме того, электропрогрев уменьшает влажность легких бетонов и улучшает их физико-механические и теплотехнические характеристики.

При электродном прогреве бетон должен быть пароизолирован для сохранения в нем воды. Регулирование температурного режима прогрева может производиться изменением напряжения (при применении специальных многоступенчатых трансформаторов), отключением электродов от сети после достижения необходимой температуры бетона, изменением продолжительности пауз при импульсном режиме прогрева.

Режимы прогрева бетона при любых методах его тепловой обработки следует назначать с учетом: достижения благоприятных условий твердений бетона как материала; предотвращения возникновения повышенных термических напряжений в конструкции и трещинообразования; заданных темпов производства строительных работ; экономичности мероприятий по прогреву.

Применяют треугольные, трапецеидальные и ступенчатые режимы тепловой обработки.

Максимально допустимые температуры прогрева зависят от вида применяемого цемента. Для большинства портландцементов она должна быть не выше 75—85°С. Цементы с повышенным содержанием трехкальциевого алюмината C_3Al не следует прогревать выше, чем до 60—70°С. Превышение указанных температур влечет за собой недобор конечной прочности.

7.1.3. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ДОСТАВКИ, ПОДАЧИ, ПРИЕМКИ И УКЛАДКИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Для приготовления бетонов, отвечающих современным требованиям, необходимы высококачественные цемент и заполнители.

Свежеприготовленную смесь из этих материалов и воды, взятых в строго определенных пропорциях, называют **бетонной смесью** или **товарным бетоном.**

Одним из важных свойств бетонной смеси является ее удобоукладываемость — способность заполнять форму с наименьшими затратами труда и энергии, обеспечивая при этом максимальную плотность, прочность и долговечность бетона.

Удобоукладываемость смеси зависит от ее подвижности и пластичности, т. е. способности не расслаиваться при транспортировании и в процессе укладки. Показателем подвижности бетонной смеси служит осадка конуса (ОК) в сантиметрах и показатель жесткости (ПЖ,) измеряемый в секундах.

Подвижность бетонной смеси зависит прежде всего от содержания в ней воды, а также от водоцементного отношения, вида цемента, крупности заполнителей, количества и гранулометрического состава песка, введения в бетон добавок и др. Избыток воды в смеси одновременно ведет к ее расслаиванию, увеличению пористости и усадки бетона, что снижает количество бетона.

Подвижность бетонных смесей, перемещаемых ленточными транспортерами, не должна превышать 6 см, а перекачиваемых с помощью бетононасосов и пневмонагнетателей —6—12 см.

Выбор способа приготовления бетонной смеси во многом зависит от расположения строящихся объектов и объемов бетонных работ, наличия дорожной сети и ее качества, расположения карьеров, центральных складов цемента.

Наилучшей формой организации производства товарного бетона в сельской местности является централизованное его приготовление на районных бетоносмесительных узлах (заводах) при условии соблюдения технологически допустимых расстояний транспортирования.

Приобъектные бетоносмесительные узлы целесообразно применять при больших объемах бетонных работ и значительном удалении строящегося объекта от районного завода, а также при неблагоприятных дорожных

условиях. Применение автобетоносмесителей может быть оправдано, в первую очередь, повышенными требованиями к бетонной смеси и большими расстояниями между бетоносмесительном заводом и стройплощадкой.

Процесс приготовления бетонной смеси состоит из следующих технологических операций: транспортирование составляющих материалов (заполнителей и цемента) со складов к смесительным установкам, дозирование, механическое перемешивание и выдача готовой бетонной смеси на транспортные средства для подачи к месту укладки. При этом основной операцией приготовления бетонной смеси является механическое перемешивание ее составных частей.

Для транспортирования бетонной смеси на строящиеся объекты применяются автосамосвалы, автобетоносмесители и автобетоновозы.

Вид автотранспорта выбирают с учетом расстояния от завода до строительной площадки, свойств бетонной смеси, состояния и типа дорог, объема бетонных работ. При этом независимо от вида автотранспортных средств должно быть обеспечено главное технологическое условие — сохранение однородности и необходимой подвижности бетонной смеси.

Продолжительность транспортирования бетонной смеси оказывает влияние на ее подвижность, поэтому время транспортирования смеси должно быть строго ограниченным и зависеть от ее температуры и вида цемента. Для бетонных смесей на портландцементе за оптимальное время принимается: при температуре бетонной смеси, °С, 20—30, 10—20, 5—10 время транспортирования соответственно составляет 45,90,120 мин.

На автомобилях-самосвалах транспортируется до 90% товарного бетона. Применение автосамосвалов выгодно отличает их от других видов автотранспорта при больших объемах работ и при бетонировании конструкций, расположенных ниже уровня земли, что позволяет выгружать бетонную смесь непосредственно в бетонируемую конструкцию. Вместе с тем применение автосамосвалов приводит к снижению качества бетонной смеси, требует дополнительного ручного труда для перемешивания после разгрузки и очистки кузова от бетонной смеси. Кроме того, ограничено их применение и в холодное время года. Автосамосвалы целесообразно применять для перевозок по дорогам с асфальтовым покрытием на расстояния до 25—30 км, а по другим видам до-

рог — не свыше 15—20 км. Влияние расстояния транспортирования бетонной смеси на ее характеристики при укладке приведено в табл. 7.1.

Таблица 7.1.

Тип автомашины	Расстояние перевозки, км	Тип дороги	Отклонение от средней величины показателей, %		
			Прочность	Подвижность	Содержание крупного заполнителя
Автосамосвал	30—35	Асфальтированное шоссе	7,2—13	1—2,0	0,3—1,6
	16—20	Грунтовая	5,2	0,5	0,2
Автобетоновоз	60—65	Асфальтированное шоссе	0,8—2,8	1,5	0—1,6
	24—26	Грунтовая	2,7	0,2	0,1

В автобетоносмесителях перевозится готовая бетонная смесь или ее сухие компоненты. В первом случае производится непрерывное перемешивание смеси в пути следования, а во втором — бетонная смесь приготовляется за 10—15 минут до приезда на строительную площадку. Бетонную смесь автобетоносмесителями можно транспортировать практически на любые расстояния, однако наибольшая эффективность достигается при перевозках на расстояния 30—70 км.

Автобетоновозы по эффективности эксплуатации являются промежуточными средствами между автосамосвалами и автобетоносмесителями (см. табл. 7.1).

Укладка бетонной смеси является ведущим технологическим процессом, включающим подачу бетонной смеси в бетонируемую конструкцию, ее распределение и уплотнение.

Подача бетонной смеси может производиться с помощью бадьи или ковша в сочетании с различными кранами, ленточных транспортеров и бетоноукладчиков, бетононасосов и пневмонагнетателей, автотранспорта, виброхоботов и виброжелобов и т. п.

Выбор способа укладки бетона зависит от темпа бетонирования (интенсивности укладки), типа бетонируемых конструкций и их взаимного расположения, геометрических размеров и густоты армирования, высоты и др. факторов. При этом подача бетонной смеси должна обеспечиваться на любой участок бетонируемой конст-

рукции и высота свободного сбрасывания смеси не должна превышать 2 м, а при выдаче на перекрытие 1 м.

Подачу бетонной смеси кранами в бадьях целесообразно применять при средней интенсивности бетонных работ 30—35 м^3 в смену.

Бадьи по конструкции и принципу действия бывают поворотные и неповоротные. Поворотные бадьи загружают бетонной смесью непосредственно на строительной площадке из автотранспортных средств, после чего краном устанавливают в вертикальное положение и подают к месту укладки бетонной смеси.

Неповоротные бадьи могут загружаться бетонной смесью как на стройплощадке, так и на бетоносмесительных узлах.

Для бетонирования немассивных конструкций (отдельно стоящих фундаментов небольших объемов, колонн, балок, ригелей, плит перекрытий и покрытий, тонких стен) рекомендуется применять бадьи емкостью 0,5—1,0 м^3, для ограждающих конструкций и для конструкций средней массивности (фундаментов под здания и сооружения средних объемов, подпорных стен) — емкостью 1—2 м^3 и для массивных конструкций (фундаментов под домны, дымовые трубы, прокатные станы и т. п.) — емкостью 2 м^3 и выше.

Подача бетонной смеси по схеме кран-бадья практически может производиться всеми видами кранов. При выборе кранового оборудования необходимо учитывать объемно-планировочные решения возводимого здания или сооружения, рациональные способы установки кранов и их размещение относительно бетонируемых конструкций, площадь охвата. В зависимости от объемно-планировочных и конструктивных особенностей и размеров возводимого сооружения, краны могут быть размещены как на бровке, так и на подошве котлована.

Параметрами, требующими определения, являются вылет крюка, высота подъема стрелы, грузовой момент. При определении грузоподъемности крана для подачи бетонной смеси (с учетом массы бадьи, бетонной смеси, оснастки) и других параметров необходимо учитывать его работу по подъему и установке опалубки и арматуры.

Подача бетонной смеси автотранспортными средствами является наиболее доступной и эффективной. Разгрузка бетонной смеси может производиться непосредственно в опалубку конструкций, а также с бровки котлована, со специальных эстакад и передвижных мос-

тов. Этот способ широко применяется при возведении монолитных конструкций, представляющих собой сплошные бетонные поля, а также фундаменты под тяжелое оборудование в металлургической промышленности и тяжелом машиностроении.

Для бетонирования фундаментных массивов высотой более 1 м подача бетонной смеси ссуществляется автотранспортом с эстакад и передвижных мостов непосредственно в опалубку конструкций. Если высота сбрасываемой смеси превышает 3 м, то смесь подается посредством всронок с хоботами, устраиваемых через 2—2,5 м друг от друга.

При интенсивности бетонирования не более 20 м^3/ч подачу бетонной смеси в бетонируемые конструкции от автотранспортных средств осуществляют с помощью **вибропитателей, виброжелобов, транспортеров.**

Подача бетонной смеси в пределах строящегося объекта к месту ее укладки также производится по трубам при помощи **бетононасосов** и **пневмонагнетателей.** Бетонную смесь в этом случае рационально подавать во все виды конструкций при интенсивности бетонирования не менее 6 м^3/ч, а также в стесненных условиях и в местах, недоступных другим средствам механизации. Бетононасосы с механическим приводом могут подавать бетонную смесь до 250—300 м по горизонтали и до 40 м по вертикали, а с гидравлическим приводом соответственно —500—600 и 60—70 м. Радиус действия пневмонагнетателей составляет около 150 м, а высота подачи — до 35 м.

Особенностью технологии бетонирования с применением бетононасосов является необходимость применения подвижных бетонных смесей. Оптимальной для перекачивания является бетонная смесь с водоцементным отношением в пределах 0,4—0,65 и осадкой конуса не менее 4 см, для бетононасосов с гидравлическим и 8 см — с механическим приводом.

Уплотнение бетонной смеси является одной из основных операций при бетонировании бетонных и железобетонных конструкций, от его качества зависит плотность и однородность бетона, а следовательно, его прочность и долговечность.

Основным способом уплотнения бетонных смесей является вибрирование (виброуплотнение), которое характеризуется двумя параметрами: частотой и амплитудой колебаний.

Для уплотнения бетонной смеси применяют три типа вибраторов: глубинные, поверхностные и наружные.

Глубинные вибраторы вибрирующим рабочим органом погружают в бетонную смесь и передают ей колебания.

Поверхностные вибраторы устанавливают на поверхности свежеуложенной бетонной смеси и передают ей колебания через рабочую площадку.

Наружные вибраторы передают колебания бетонной смеси через опалубку.

Глубинные вибраторы предназначаются для уплотнения малоподвижных и жестких бетонных смесей с осадкой конуса не менее 0,5—1 см. При вибрировании необходимо вибронаконечник вводить в нижележащий слой бетона на 5—15 см, чтобы обеспечить лучшее сцепление между отдельными слоями. Расстояние между местами погружения вибронаконечника не должно превышать 1,5 радиуса его действия. Время вибрирования в одной точке в зависимости от параметров вибратора, подвижности бетонной смеси, степени армирования должно быть в пределах 15—30 с. Производительность одного вибратора обычно составляет 6—8 $м^3$/ч.

Поверхностное вибрирование рекомендуется применять при уплотнении бетонной смеси, укладываемой в подготовку под полы, плиты перекрытий и покрытий, толщина которых не привышает 25 см для неармированных или армированных легкой сеткой конструкций. При толщине более 25 см и при наличии арматуры уплотнение смеси производится с применением глубинных и поверхностных вибраторов.

Поверхностное вибрирование осуществляется виброрейками, вибробрусьями и поверхностными площадочными вибраторами.

Скорость перемещения площадочного вибратора по уплотняемой поверхности смеси составляет 0,5—1 м/мин. При толщине бетонируемого слоя более 5 см виброуплотнение производится в 2—3 прохода.

Наружное вибрирование опалубки применяется при бетонировании вертикальных тонкостенных монолитных балок, ригелей, стен, резервуаров, а также в дополнение к глубинному вибрированию в местах, насыщенных арматурой, в угловых элементах опалубки и в случаях, когда исключается применение глубинного вибратора.

7.1.5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

В процессе производства монолитных бетонных и железобетонных работ используют в виде полуфабрикатов следующие виды материальных ресурсов: опалубка, арматура, бетонная смесь и различные виды машин и оборудования.

Поставщиками готовых материалов и изделий являются предприятия строительной индустрии, промышленности строительных материалов, а также других отраслей промышленности — металлургической, химической, лесной и деревообрабатывающей (деревообделочные, арматурные заводы и мастерские, заводы металлоконструкций, бетонные заводы и др.). Готовую продукцию этих предприятий (опалубку, арматурные блоки, сетки или каркасы, бетонную смесь) на строительную площадку доставляют автотранспортом.

Потребное количество материалов и полуфабрикатов, необходимое для производства комплекса работ по возведению монолитных зданий и сооружений, определяется по рабочим чертежам и нормам расхода материалов, а перечень необходимых машин, механизированного инструмента, инвентаря и приспособлений — в соответствии с типовыми технологическими картами, принятой схемой организации работ, объемом и сроками их выполнения.

Обеспечение строящихся объектов необходимыми материалами и полуфабрикатами должно производиться в строгой увязке с темпом и технологической последовательностью работ.

Технология возведения монолитных зданий и сооружений определяется проектом производства работ. Регламентирующими параметрами являются продолжительность и общий объем работ. На стадии составления проекта производства работ разрабатывается график суточной укладки бетонной смеси.

В составе проекта производства работ предусматривается график потребности в машинах, механизмах и технологической оснастке на период возведения монолитных конструкций и схемы их бетонирования. Возведение монолитных зданий и сооружений, как правило, осуществляется специализированными подразделениями, выполняющими работы на основе субподряда. Эти организации в своем распоряжении имеют инвентарные опалубки, средства механизации для доставки и укладки бетонной смеси, другие машины и механизмы и вспо-

могательную оснастку. На вооружении специализированных подразделений могут быть передвижные бетоносмесительные установки и арматурные станции.

При отсутствии специализированных подразделений выполнение работ обычно поручается специализированным бригадам на основе сквозного бригадного подряда, охватывающего как строительных рабочих, так и водителей спецавтотранспорта.

7.1.6. КОМПЛЕКТАЦИЯ ЧИСЛА ОПАЛУБОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, МАШИН, МЕХАНИЗМОВ И СРЕДСТВ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Выбор типа опалубки и определение объемов комплектов на стадии технологического проектирования производится, исходя из конкретных условий строительства и технологического оснащения строительной организации. При этом выбор осуществляется с учетом характера возводимых конструкций и сооружения в целом; величины пролетов; высоты расположения конструкций от уровня земли; высоты всего здания или сооружения; повторяемости конструкций в плане и по высоте.

Сопоставление единовременных затрат на изготовление различных типов опалубок и сравнение стоимости установки и разборки, соответствующих показателей трудоемкости выполнения работ свидетельствуют о целесообразности применения блочной, крупнощитовой, катучей опалубок, обеспечивающих резкое сокращение ручного труда. Расчетный экономический эффект обычно складывается из разницы в затратах на ремонт, крепления, а также на изготовление элементов в расчете на один оборот.

При решении вопроса о целесообразности изготовления того или иного типа опалубки для нужд строительной организации (особенно при технологическом оснащении специализированных подразделений) при ограниченных материальных ресурсах необходимо сопоставить себестоимость и трудоемкость выполнения работ. Себестоимость работ определяется по формуле

$$C_г = (C \cdot П_ф / П_р + C_у)/V,$$

где $C_г$ — готовые затраты на опалубку (без затрат на установку и разборку), тг/м^2; $П_ф$,$П_р$ — соответственно фактический и расчетный показатели темпа оборачиваемости данной опалубки; $C_у$ — стоимость установки и

разборки опалубки, тг/м^2; V — объем работ, намеченный к выполнению в опалубке, м^2.

Объем работ V соответствует объему работ в строительной организации или может быть меньше, так как ограничивается имеющимися материальными ресурсами.

Расчетные (нормативные) циклы минимальной оборачиваемости опалубки приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2.

Тип опалубки	Материал палубы			Поддерживающие элементы из стали
	металл	фанера	дерево	
Мелкощитовая	100			200
Крупнощитовая	120	30	20	120
Подъемно-переставная	200			200
Объемно-переставная	300	60	30	600
Скользящая				
Горизонтально-перемещаемая	400	80	40	800

Трудоемкость опалубочных работ определяется по формуле

$$T_o = T_э + (T_и + T_р)/n,$$

где T_o — сумма трудовых затрат на монтаж и демонтаж опалубки, очистку и смазку щитов, а также частичные затраты на изготовление и ремонт опалубки, приходящейся на один оборот; $T_э$ — трудоемкость эксплуатации опалубки (монтаж, демонтаж, очистка, смазка), чел.-дн; $T_и$ — трудоемкость изготовления опалубки, чел.-дн; $T_р$ — трудоемкость ремонта опалубки, чел.-дн; n — нормативная оборачиваемость опалубки, циклов (см. табл. 7.2).

Выбор комплекта машин и механизмов для установки опалубки, монтажа арматуры, доставки и укладки бетонной смеси должен быть ориентирован на комплексную механизацию всего технологического процесса возведения монолитных бетонных и железобетонных зданий и сооружений и их конструктивных элементов. Темп бетонирования и организацию всей работы определяет укладка бетонной смеси. Ведущая машина определяется из расчетного темпа бетонирования.

Ведущая бетоноукладочная машина должна быть увязана по производительности с интенсивностью бето-

нирования конструкций, причем параметры, производительность и количество других комплектующих средств механизации выбираются в соответствии с параметрами и производительностью ведущей машины.

Для полного использования производительности ведущей машины производительность комплектующих машин обычно принимается на 10—15% выше.

Состав комплекта машин и механизмов определяется эксплуатационной производительностью ведущей машины, принятой технологией опалубочных, арматурных и бетонных работ и условиями производства работ.

7.1.7. РАЗРАБОТКА СТРОЙГЕНПЛАНА ОБЪЕКТА

При разработке стройгенплана на возведение зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона особо тщательно определяются места расположения подъемных механизмов, складирования опалубочных щитов и форм, арматурных изделий; схемы подъезда спецавтотранспорта, доставляющего бетонную смесь; места расположения бетоноукладочных механизмов и машин.

Зона действия приемного бункера бетоноукладчика считается зоной повышенной опасности, которая должна быть обозначена и ограждена. При работе бетононасосных установок с распределительными стрелами радиус их вращения также относится к опасной зоне.

При использовании крана для подачи бетонной смеси в бетонируемые конструкции необходимо осуществить его привязку к возводимому зданию или сооружению с определением максимального радиуса подачи бадьи и безспасных условий производства работ. При этом должна быть указана опасная зона при работе крана и определены ее границы, в пределах которой возможна опасность в связи с падением поднимаемого груза. Привязку крана и других подъемных механизмов необходимо производить в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 4.1.4.

7.1.8. ПОСТРОЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Для составления календарного графика производства необходимо иметь полный перечень объемов работ, подлежащих выполнению. Объемы работ подсчитывают-

ся по рабочим чертежам в следующих единицах измерения: устройство опалубки — в квадратных метрах, поддерживающих лесов опалубки — в метрах стоек, установка стержневой арматуры — в тоннах, арматурных каркасов — в штуках, укладка бетонной смеси — в кубических метрах. При этом, как было сказано выше, из всех составляющих процессов производства монолитных бетонных работ ведущим является **укладка бетонной смеси.**

В календарном плане производства работ отражаются последовательность поточного выполнения каждого процесса, порядок перехода специализированных звеньев из одной захватки в другую, сроки распалубливания конструкций.

Общий срок производства бетонных работ может быть определен по формуле

$$T = t_c + t_б + (n_з - 1)K,$$

где t_c — продолжительность пребывания рабочих специализированных звеньев на каждой захватке, смен; $t_б$ — продолжительность твердения бетона, смен; $n_з$ — общее количество захваток; K — ритм потока.

В зависимости от вида конструкций, сложности и трудоемкости устройства опалубки и установки арматуры, объемов укладываемого бетона и его трудоемкости комплексный процесс делят на ряд потоков, в каждом из которых работают специализированные звенья рабочих.

В зависимости от объемов работ и сложности бетонируемых конструкций каждый процесс может быть выделен в самостоятельный поток: устройство опалубки — I поток; установка арматуры —II поток; укладка бетонной смеси —III поток; уход за бетоном — IV поток; распалубка —V поток.

Количество частных потоков может быть уменьшено путем их объединения. Например, устройство опалубки и установка арматуры при использовании арматурно-опалубочных блоков —I поток; бетонирование и уход за бетоном —II поток; распалубка —III поток. При применении несъемной опалубки ее разборка не производится, тогда в обоих случаях этот вид потока будет отсутствовать.

Количество захваток должно быть равно или кратно числу потоков. Причем размер захватки следует назначать таким, чтобы срок выполнения отдельных про-

цессов на захватке равнялся продолжительности одной или нескольких смен.

При делении высоких монолитных сооружений на ярусы необходимо учитывать требования по устройству рабочих швов. В качестве яруса при возведении многоэтажных зданий обычно принимают высоту этажа, включая колонны и перекрытия.

Ритм потока для всех видов процессов, входящих в процесс, проектируется одинаковым

$$K = Q_i / a_i m,$$

где Q_i — трудоемкость i-й работы на захватке, чел.-смен; a_i — количество рабочих i-го вида работы, чел.; m — количество работающих звеньев.

Для обеспечения выполнения заданного ритма потока и объема работ количество звеньев, работающих на отдельных видах работ, принимается различным и определяется по формуле

$$m = Q_i / a_i K$$

или по видам работ:

$$m_o = Q_o / a_o K; \qquad m_a = Q_a / a_a K; \quad m_б = Q_б / a_б K;$$

где m_o, m_a, $m_б$ — соответственно количество звеньев опалубщиков, арматурщиков, бетонщиков; Q_o, Q_a, $Q_б$ — трудоемкости соответственно опалубочных, арматурных и бетонных работ,чел.-смен; a_o, a_a, $a_б$ — количество рабочих в звене соответствующего вида работы, чел.

Численный состав каждой специализированной бригады определяют по ЕНиР или по КТП (картам трудовых процессов), в зависимости от трудоемкости работ для различных железобетонных конструкций (рекомендуется шире использовать карты трудовых процессов, предусматривающие прогрессивную организацию труда с производительностью более высокой, чем предусмотрено ЕНиР). При этом следует помнить, что бригадам должна быть обеспечена возможность перевыполнения норм, что учитывают при определении размеров захваток. Организация работ по методу захваток значительно облегчается, если рабочие владеют смежными профессиями (например, арматурщика и бетонщика).

Надобность в разбивке сооружения на захватки отпадает при ведении работ в скользящей опалубке. Здесь опалубку устанавливают только один раз, в начале строительства: нет также надобности устраивать отдельную захватку для арматурщиков, так как установка армату-

ры и укладка бетонной смеси фактически выполняются одновременно.

Распалубка конструкций на каждой захватке проектируется поточной и не ранее, чем через пять дней после укладки бетонной смеси. За это время бетон марки 400 на портландцементе марки 500 при температуре 25°С наберет 80% марочной прочности.

Однако в ряде случаев при невысоких температурах воздуха (в осенний или весенний период), а также при применении медленно твердеющих цементов (шлакопортландцемента, пуццоланового портландцемента) бетон твердеет медленнее, чем в обычных условиях. При этих обстоятельствах часто приходится отводить для ухода за твердеющим бетоном не одну, а две-три захватки.

7.1.9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТ

Качество возводимых монолитных зданий и сооружений в совокупности зависит от качества выполненных работ — опалубочных, арматурных и бетонных, которые, в свою очередь, зависят от качества применяемых материалов и полуфабрикатов.

Опалубка, леса и крепления должны обладать устойчивостью, неизменяемостью, жесткостью и прочностью под воздействием технологических нагрузок, обеспечивать правильность формы и точность размеров, допускать быструю сборку (разборку) без повреждения забетонированных конструкций, малую адгезию и не создавать затруднений при установке арматуры, укладке и уплотнении бетона.

Изготовляется опалубка, как правило, заранее, вне строящегося объекта, и на объект все ее элементы должны поступать промаркированными. Транспортировать элементы опалубки следует в соответствии с указанием проекта производства работ.

Поступающие на строительную площадку готовые элементы опалубки подвергаются осмотру и инструментальной проверке. Каждый элемент опалубки должен иметь маркировку. В дальнейшем (при эксплуатации опалубки) периодически инструментальный контроль опалубки проводится не реже чем через 20 оборотов для стальной и не реже чем через пять оборотов для деревянной опалубки.

Отклонения от проектных размеров опалубки не должны превышать минимально допустимых значений.

Смонтированная и подготовленная к бетонированию опалубка, поддерживающие ее конструкции, а также оборудование для подъема должны быть приняты по акту.

В целях повышения качества поверхности бетона лицевые стороны опалубок (соприкасающиеся с бетоном) должны быть гладкими (остроганными). Собранная опалубка должна быть плотной и не допускать утечки цементного молока. Чтобы обеспечить правильность геометрической формы, опалубка и кружала железобетонных арок и сводов, а также балок пролетом более 4 м должны устанавливаться со строительным подъемом не менее 5 мм на метр пролета арок и сводов и не менее 3 мм на метр пролета балок.

Качество стали арматуры и арматурных изделий гарантируется специальным документом — **сертификатом.** В нем указывается наименование завода-изготовителя, номер партии, дата выпуска, класс и марка стали, ее химический состав, диаметр и механические свойства.

Поступившая на строительство арматурная сталь, закладные детали и анкеры при приемке должны подвергаться внешнему осмотру и замерам, а также контрольным испытаниям в случаях: оговоренных в проекте или специальных указаниях по применению отдельных видов арматурной стали; сомнений в правильности характеристик арматурной стали, закладных деталей и анкеров, а также при отсутствии необходимых данных в сертификатах заводов-изготовителей; применения арматуры в качестве напрягаемой.

Установленная в опалубке арматура (каркасы и сетки) должна соответствовать проекту и закрепляться с помощью поддерживающих устройств, шаблонов, фиксаторов, подставок, прокладок и подкладок, исключающих ее перемещения в процессе бетонирования.

Смещение арматурных стержней от проектного положения допускается не более чем на $^1/_5$ наибольшего диаметра стержня и на $^1/_4$ устанавливаемого стержня. Установленная в опалубку арматура принимается по акту освидетельствования скрытых работ.

Качество монолитных бетонных конструкций во многом зависит от свойств приготовленной бетонной смеси и ухода за бетоном в процессе его твердения.

Сохранить высокое качество бетонной смеси после укладки можно только при выполнении определенных

требований: поддерживать благоприятный температурно-влажностный режим, обеспечивающий нарастание прочности; предохранять твердеющий бетон от ударов, сотрясений и других механических воздействий, от резких изменений температуры и быстрого высыхания.

Укрытие и поливку бетона начинают не позже чем через 10—12 ч после окончания бетонирования, а в жаркую и ветренную погоду — через 2—3 ч. Если температура наружного воздуха 15°С и выше, поливают в первые три дня днем не реже чем через 3 ч и один раз ночью, а в последующие дни — до набора бетоном 70% проектной прочности (обычно 7—15 дней) не реже трех раз в сутки.

Поверхности бетона, не предназначенные в дальнейшем для монолитной связи с бетоном и раствором, рекомендуется покрывать пленкообразующими составами или защитными пленками (этинолевым лаком или водно-битумной эмульсией с добавкой известкового молока для увеличения отражательной способности и снижения интенсивности прогрева поверхности солнечными лучами).

При температуре 5°С и ниже бетон не поливают. Мероприятия по уходу за ним, порядок и сроки их проведения, а также контроль их выполнения устанавливаются проектом производства работ.

Передвигаться по бетону, устанавливать на нем опалубку и леса для вышележащего яруса можно лишь после достижения им прочности не менее 1,5 МПа.

Контроль качества бетона заключается в проверке соответствия его физико-механических показателей требованиям проекта и проводится на стадии его приготовления и в готовом состоянии. На стадии приготовления и укладки бетонной смеси проверяется ее подвижность. Делается это на месте приготовления и укладки смеси не реже двух раз в смену в условиях установившейся погоды и постоянной влажности заполнителей. При резком изменении их влажности, переходе на приготовление смеси нового состава или из новой партии составляющих, проверять нужно не реже чем через каждые два часа.

Проверка прочности бетона на сжатие проводится на контрольных образцах их проб бетонной смеси, отобранных после ее приготовления на бетонном заводе, и на месте производства работ. Контрольные образцы, изготовленные на месте производства работ, необходимо

хранить в тех же условиях твердения, что и бетоны в контролируемых конструкциях.

Кроме того качество бетона в конструкциях определяют путем испытания на прочность, морозостойкость и водонепроницаемость выбуренных кернов. Применяются также неразрушающие методы контроля качества бетона.

7.1.10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Выбор наиболее оптимального варианта поточного производства простых технологических процессов, входящих в комплексный технологический процесс возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций, производится путем сравнения технико-экономических показателей различных вариантов: продолжительности выполнения работ; стоимости и трудоемкости единицы работ; производительности в натуральных показателях.

Себестоимость единицы конечной продукции, для получения которой применяется комплект машин постоянного состава, определяется по формуле

$$C_{ед} = E_o/V_o + 1{,}08 \sum_{i=1}^{n} C_{м-см.i} n_i + 1{,}5 З_р/V_{см.к},$$

где E_o — единовременные затраты с учетом накладных расходов, тг; V_o — общий объем механизированных работ данного вида в единицах конечной продукции; $C_{м-см.i}$ — стоимость машино-смены i-ой машины в комплекте, тг; n_i — число машин i-го типоразмера в комплекте, тг; $З_р$ — заработная плата рабочих за смену, не учтенная в затратах на эксплуатацию машины, тг; $V_{см.к}$ — объем данного вида работ, выполняемый комплектом за смену в единицах конечной продукции; 1,08 и 1,5 — соответственно коэффициенты накладных расходов на затраты по эксплуатации машин и заработную плату рабочих.

Трудоемкость единицы работы определяется по формуле

$$Q_{ед} = Q_o V_o = Q_e V_o + \sum_{i=1}^{n} Q_{м-см.i} n_i + Q_р V_{см.к},$$

где Q_o — суммарная трудоемкость работ, чел.-смен;

V_0 — общий объем работ в единицах конечной продукции; Q_e — единовременные затраты труда, связанные с доставкой машин на площадку, устройством подкрановых путей, дорог, монтажом и демонтажом машин, чел.-смен; $Q_{м-с.мi}$ — затраты труда, приходящиеся на машиносмену i-й машины, чел.-смен; n_i — число машин i-го типоразмера в комплекте; $Q_р$ — затраты труда рабочих, участвующих в процессе, за исключением учтенных в затратах труда на эксплуатацию машин; $V_{с.мк}$ — объем данного вида работ, выполняемый комплектом за смену в единицах конечной продукции.

Продолжительность работы определяется по формуле

$$T = V_0 П_{с.мк} + \Sigma T_i,$$

где V_0 — общий объем механизированных работ в единицах конечной продукции; $П_{с.мк}$ — эксплуатационная производительность комплекта машин в смену; ΣT_i — продолжительность всех операций, связанных с монтажом, демонтажом и пробному пуску машин ($T_{мд}$), перебазировкой их на новый участок, захватку ($T_п$) и с технологическими перерывами в работе по выполнению других работ ($T_{тп}$), т. е.

$$\Sigma T_i = T_{мд} + T_п + T_{тп}$$

Производительность труда определяется по формуле

$$П_{ед} = V_0 / \Sigma Q_м + \Sigma Q_р$$

где $\Sigma Q_м$, $\Sigma Q_р$ — затраты труда соответственно механизированных и ручных работ.

8. ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ

8.1. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ПЕРЕСТАВНЫХ ОПАЛУБКАХ

К настоящему времени в монолитном домостроении наиболее технологичным и, следовательно, наиболее экономичным является метод возведения зданий в крупнощитовой опалубке, в том числе и в блочном исполнении.

Крупнощитовая опалубка по своему технологическому назначению весьма универсальна и может быть эф-

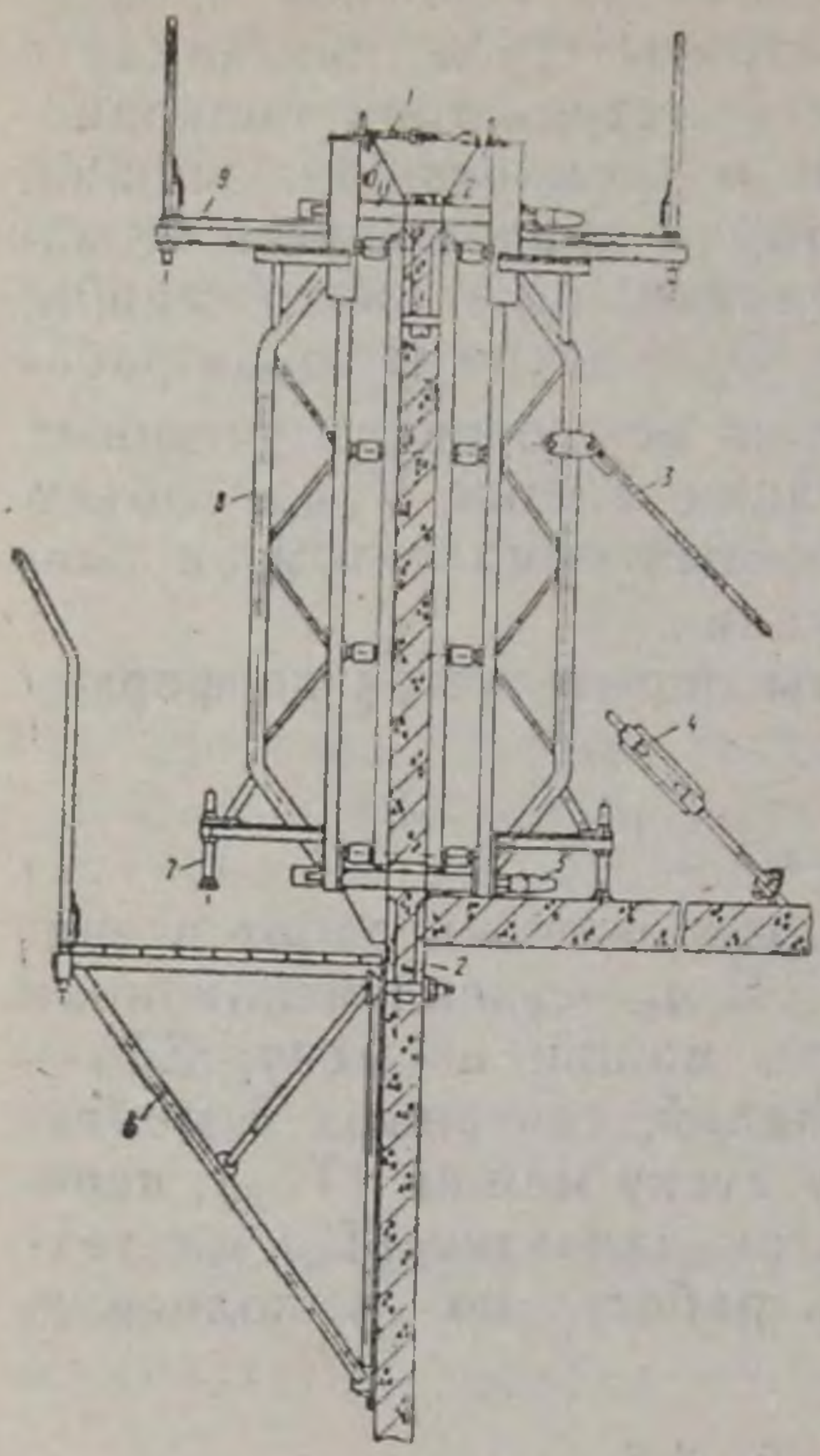


Рис. 8.1. Крупнощитовая опалубка

1 — стяжка откосника; *2* — сборные «маяки»; *3* — растяжка; *4* — регулятор длины; *5* — нижние тяги; *6* — подмости для монтажа щитов торцовых стен; *7* — винтовой домкрат; *8* — вертикальные фермы; *9* — подмости; *10* — откосник; *11* — верхние тяги

фективно применена для зданий различной этажности и самых различных объемно-планировочных структур (рис. 8.1.).

Одной из разновидностей переставной крупнощитовой опалубки является крупноблочная система, извлекаемая вверх.

Такую опалубку применяют в сочетании с крупнощитовой, при этом крупноблочная опалубка образует внутренние поверхности стен, а крупнощитовая — наружные. Следует отметить, что крупноблочная опалубка, извлекаемая вверх, не имеет существенных технологических преимуществ перед крупнощитовой системой.

Получает развитие и метод возведения зданий в объемнопереставной (туннельной) опалубке, который оказывается наиболее рациональным при строительстве многосекционных зданий большой протяженности с сотовой планировочной структурой.

В большинстве случаев многоэтажные дома из монолитного бетона возводят в сборно-монолитном варианте: с монолитными наружными и внутренними стенами и сборными перекрытиями. Применение сборных перек-

рытий в домах из монолитного бетона связано с необходимостью строго регламентированной доставки с заводов сборного железобетона панелей и отвлечением крана на монтажные операции.

Для зданий, возводимых в объемно-переставной опалубке, характерна четкая сотовая структура, образуемая монолитными стенами и перекрытиями. Фасадные части здания при бетонировании перекрытий и внутренних стен обычно оставляют открытыми для извлечения опалубки. Затем снаружи навешивают сборные панели. Перегородки монтируют из сборных панелей.

При бетонировании этаж здания разбивают на захватки, величина которых зависит от требуемой скорости бетонирования, наличия опалубки, механизмов и определяется технологическим проектом.

Величину захватки следует назначать, исходя из условия окончания всех работ по ней в течение одних суток.

Наиболее оптимальна по размерам захватка, равная площади этажа в 220—240 м². При бетонировании зданий небольшой протяженности их обычно разбивают на две захватки по площади этажа с темпом бетонирования один этаж за двое суток.

При использовании объемно-переставной опалубки на площади, непосредственно примыкающей к бетонируемой захватке, устанавливают дополнительный «тунель» опалубки, который не перемонтируется при перестановке опалубки на соседнюю захватку, а при разбивке этажа на две захватки переставляется краном только по вертикали (с этажа на этаж).

Монтаж щитов крупнощитовой и крупноблочной опалубки ведут краном согласно разметке, нанесенной на перекрытии этажа. После этого с помощью винтовых домкратов, установленных на подкосах щитов, укладывают щиты в проектное положение, а при необходимости — дополнительные подкосы, которые закрепляют к перекрытию, чтобы предотвратить опрокидывание щита от случайных ударов. Аналогично по длине стен устанавливают соседние щиты, которые соединяют между собой замками. Затем устанавливают нижний ряд стяжек, на которые надевают защитные трубки. Таким путем монтируют опалубку с одной стороны стены.

Щиты опалубки наружных стен монтируют до или после монтажа щитов внутренней опалубки.

Для монтажа наружных щитов опалубки в стене нижележащего этажа оставляют отверстия, в которые

пропускают болты с опорной пятой. В нижней части щитов опалубки наружных стен устанавливают конусные ловители, которые при опускании щитов краном должны входить в болты, опорные пяты которых оказываются с наружной стороны щитов. После затягивания болтов низ щитов прижимается к забетонированной стене, верх щитов закрепляют стяжками-струбцинами.

Опалубку лестничных клеток и лифтовых шахт устанавливают аналогично. Внутреннюю опалубку ставят на подмости, которые устраивают внутри шахт с опиранием на закладные детали, устанавливаемые в стене. В качестве внутренней опалубки лифтовых шахт целесообразно использовать блочную.

Крупноразмерную опалубку перекрытий монтируют краном после снятия опалубки стен. Предварительно размечают перекрытие и стены с нанесением рисок для установки опалубки в плане и отметки низа. С помощью винтовых домкратов производят точную установку по отметке с выверкой горизонтальности. Винтовые домкраты последовательно поднимают опалубку, начиная от крайних граней. Между стеной и установленной опалубкой вставляют прокладки, перекрывающие зазоры и обеспечивающие получение прямых углов сопряжения стен с перекрытием. При бетонировании перекрытий одновременно со стенами устанавливают прокладки или откидные вставки между щитовой опалубкой стен и перекрытий.

Возведение зданий в объемно-переставной опалубке позволяет по сравнению с панельным строительством на 20—25% снизить капиталовложения, общую стоимость и трудоемкость работ при увеличении на 25—30% трудоемкости на строительной площадке.

При использовании опалубки, устанавливаемой на рельсовые пути (рис. 8.2), монтировать последние нужно особенно тщательно с точной выверкой по проектным размерам. Пути жестко фиксируют к перекрытию.

При централизованном приготовлении бетонной смеси необходимо стремиться к тому, чтобы количество перегрузок смеси было минимальным. Для транспортирования смеси с завода на площадку применяют автосамосвалы, а также специальные бетонотранспортные средства.

При технико-экономическом обосновании для подачи и укладки бетонной смеси можно применить бетононасосы. Они обеспечивают наибольшую производительность труда и наименьшие трудовые затраты при пода-

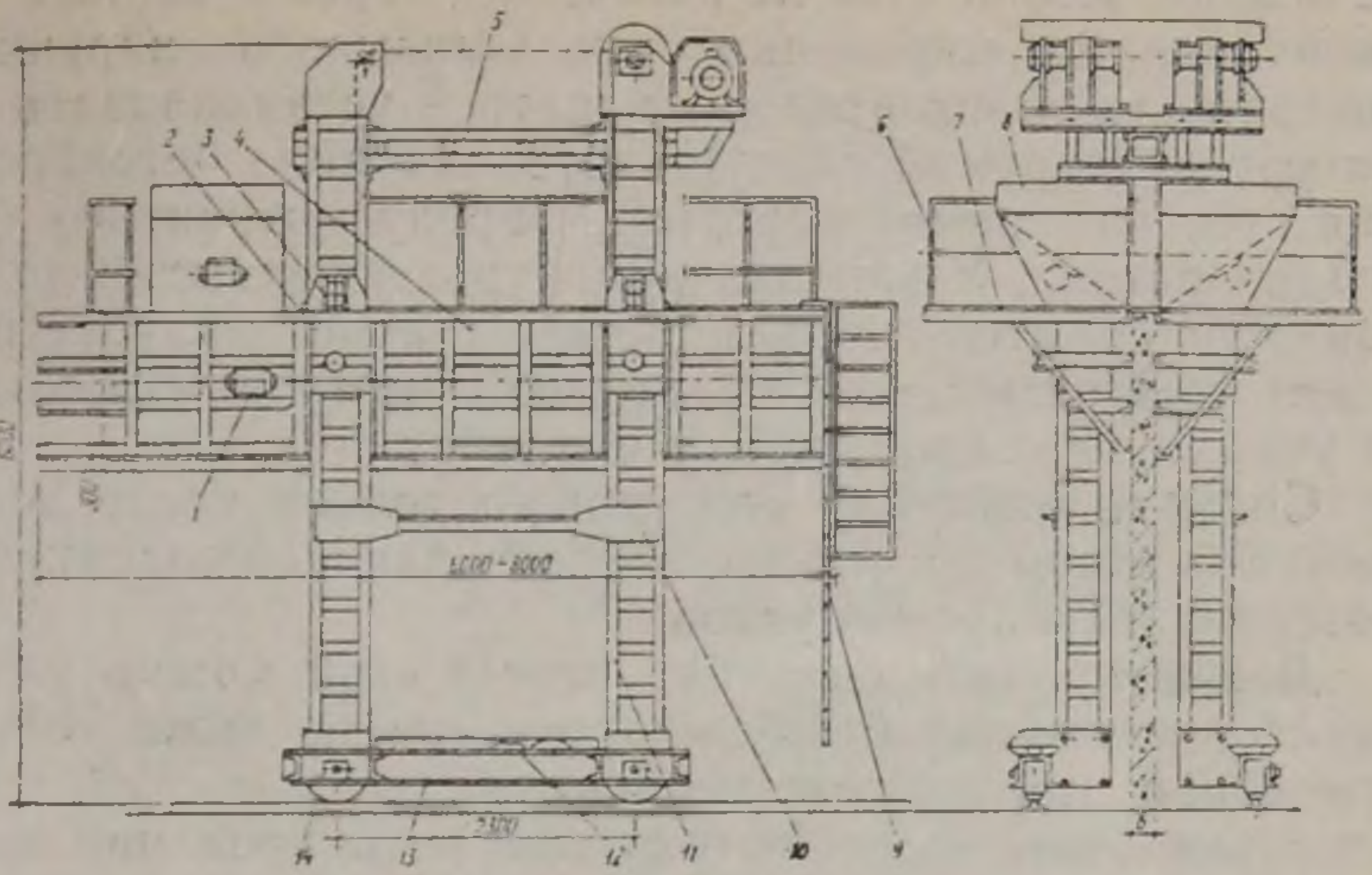


Рис. 8.2. Катучая опалубка для бетонирования стен
1 — наружный вибратор; *2* — ползун; *3* — фиксатор; *4* — щит опалубки; *5* — балка; *6* — ограждение; *7* — настил подмостей; *8* — отбойники для укладки бетонной смеси; *9* — лестница; *10* — монтажное устройство; *11* — стойка; *12* — электропривод; *13* — тележка; *14* — катки

че и укладке бетонной смеси. Однако из-за высокой стоимости бетононасосов применять их в жилищно-гражданском строительстве с небольшими объемами укладываемого в смену бетона не всегда рентабельно.

Укладывают бетонную смесь послойно, равномерно по длине стены с вибрированием каждого уложенного слоя. Толщина слоев укладываемой бетонной смеси не должна превышать 1,25 длины рабочей части глубинного вибратора, обычно толщина слоев составляет 40—50 см.

Так как скорость бетонирования стен определяет величину максимального бокового давления бетонной смеси, ее ограничивают при легких опалубках, рассчитанных на отдельные нагрузки. Для укладки в стены применяют пластичную бетонную смесь с осадкой конуса в 6—8 см. Для уплотнения бетонной смеси целесообразно применять глубинные вибраторы.

Стену нужно бетонировать непрерывно на всю высоту. При длительных перерывах в бетонировании стен образуются горизонтальные уступы и ухудшается качество поверхности вследствие изменения схемы нагрузок от бокового давления смеси и неравномерных деформаций опалубки по высоте.

Бетонирование перекрытий следует производить пос-

ле осадки бетона стен не ранее, чем через 1—2 часа по окончании бетонирования стен. Смазывать наружную поверхность горизонтального щита и устанавливать арматуру перекрытий следует по окончании бетонирования стен во время перерыва, предусмотренного для осадки бетона. Установка арматуры перекрытий до бетонирования стен в объемно-переставной опалубке приводит к загрязнению и смещению арматуры и усложняет укладку бетонной смеси в опалубку стен.

Снимать опалубку стен можно только после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность поверхности и кромок углов.

Демонтировать опалубку перекрытий можно только после достижения бетоном прочности не ниже 70% от проектной при пролете перекрытия до 6 м, 80% — при пролетах более 6 м. Поэтому при бетонировании монолитных перекрытий целесообразно применять цементы БТЦ и ОБТЦ (быстротвердеющие и особо быстротвердеющие цементы), а также прогревать бетон в термоактивной опалубке или другими способами.

При демонтаже крупнощитовой опалубки стен вначале снимают доборные элементы подмостей и отсоединяют щиты опалубки по длине стен. Затем снимают верхний ряд стяжных болтов и потом нижний. После отсоединяют и демонтируют с помощью крана угловые щиты. При вращении винтовых домкратов, установленных на подкосах, щит под собственным весом отрывается от бетона и отходит от его поверхности. Затем щит стропуют и краном переставляют на новую захватку.

Демонтируют опалубку перекрытий с помощью винтовых домкратов, установленных на стойках рамы. Опалубку отрывают от бетона и она опускается на величину 30—40 мм под действием собственного веса.

Извлекают опалубку и переставляют на следующий этаж или захватку с помощью консольной траверсы. При использовании опалубки, состоящей из нескольких секций по глубине помещения, после извлечения крайней секции все последующие поочередно выкатывают по перекрытию к проему и извлекают из него краном.

Объемно-переставную опалубку начинают демонтировать с разборки опалубки маяков. Затем секции опалубки отсоединяют друг от друга, снимают стяжные болты, отрывают и отводят от бетона боковые и горизонтальные щиты секции. Последнюю вручную выкатывают на монтажные подмости, где секции стропуют

и переставляют краном на новую захватку. При использовании для демонтажа консольных траверс они захватывают опалубку внутри забетонированного помещения и извлекают ее с помощью крана.

8.2. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В СКОЛЬЗЯЩЕЙ ОПАЛУБКЕ

Метод возведения монолитных зданий и сооружений в скользящей опалубке представляет собой высокоорганизованный поточно-скоростной процесс строительства.

В опалубке бетонируют элементы зданий, имеющие вертикальные грани, а именно: стены, колонны и балки перекрытий. Опалубка, имеющая высоту 1—1,2 м и собранная внизу здания или сооружения, в процессе бетонирования непрерывно движется вверх, в то время как между ее стенками устанавливается арматура и укладывается бетонная смесь (рис. 8.3).

При движении опалубки ниже остаются отформованные конструкции, которые сохраняют свою форму в результате приобретения бетоном необходимой минимальной прочности в первые часы твердения.

Основным преимуществом этого способа, обеспечивающим ему такое широкое применение во многих областях строительства, является большая экономия на опалубке и лесах. Кроме того, непрерывное движение опалубки в процессе бетонирования сооружений служит организующим началом для целевого комплекса работ на строительной площадке и своего рода ведущим конвейером, определяющим высокую производительность труда и быстрые темпы работ, что позволяет строить высокие здания и сооружения из монолитного железобетона в рекордно короткие сроки.

Вопросы унификации зданий, возводимых в скользящей опалубке, имеют особо важное значение в связи с большой стоимостью и необходимостью многократно-

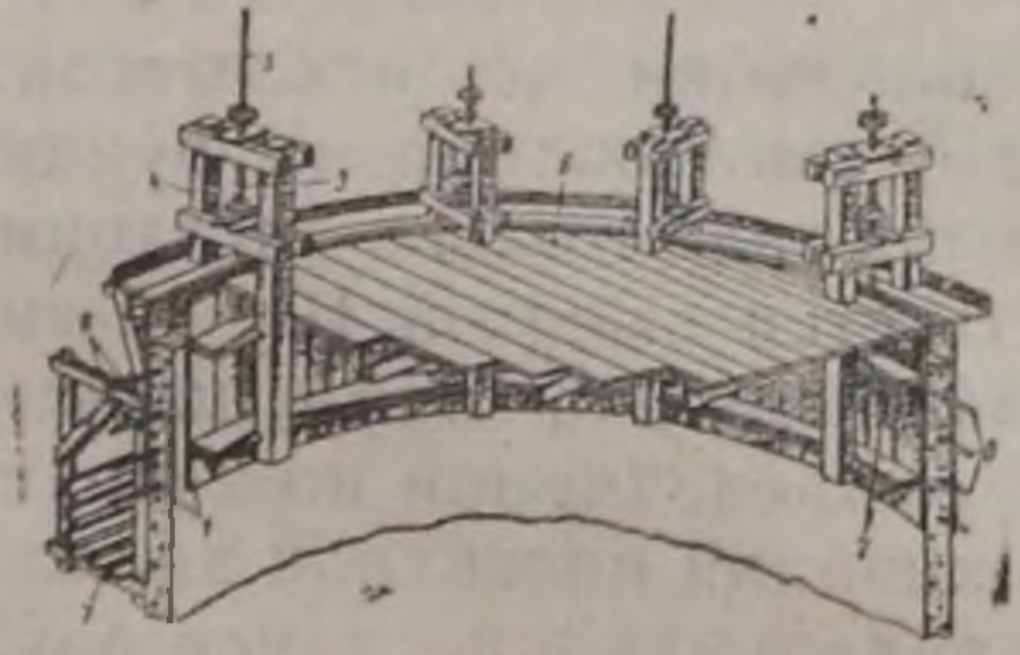


Рис. 8.3. Конструкция скользящей опалубки
1 — щит опалубки; *2* — кружала; *3* — винтовой домкрат; *4* — домкратная рама; *5* — опорный стержень; *6* — рабочий пол; *7* — подвесные подмости; *8* — арматура

го использования инвентарной опалубки. При этом следует особо учитывать важность унификации сетки колонн и разбивочных осей, толщины стен, сечений колонн и пилястр. Высота зданий, сооружаемых в скользящей опалубке, так же как и высота этажей в этих зданиях, не унифицируется.

Для строительства любых зданий, строящихся по одному типу, рекомендуется пользоваться инвентарной скользящей опалубкой. Поэтому унификацию размеров зданий, сооружаемых в скользящей опалубке, надо рассматривать только совместно с конструкцией и унификацией скользящей опалубки.

При массовом строительстве работы, производимые в скользящей опалубке, должны быть выделены в отдельный поток, охватывающий ряд объектов. Поточное строительство объектов в скользящей опалубке позволяет равномерно использовать людей и материальные ресурсы и до минимума сокращает потребность в самой опалубке и подъемных устройствах.

В этом случае работы в скользящей опалубке должны быть разбиты на отдельные потоки: бетонирование, сборка и разборка опалубки. В то время как на одном объекте идет бетонирование в скользящей опалубке, на другом должна приготавливаться опалубка.

Блок, собранный в кондукторе, состоит из внутренних щитов, наружные же щиты собирают на месте бетонирования после монтажа, выверки и фиксирования внутренних щитов короба. Расставляют короба в шахматном порядке, чтобы оставались открытые поверхности для монтажа арматуры стен.

В скользящей опалубке арматура укладывается в стены одновременно с бетонированием. При этом методе нельзя, как в случае применения обычной стационарной или переставной опалубки, освидетельствовать и проконтролировать установленную арматуру перед заполнением опалубки бетоном. Необходимо непрерывно следить за тем, чтобы не было пропусков арматуры и отступлений от проекта.

Для облегчения монтажа опалубки и исключения вытеканий раствора в начале бетонирования на фундаментной плите целесообразно предварительно забетонировать маяки — нижнюю часть стен высотой 10—15 см. Расстояние между смонтированными коробами должно соответствовать толщине стен, определяемой по середине высоты щитов. Для выдерживания проектной толщины стен между коробами устанавливают не менее двух

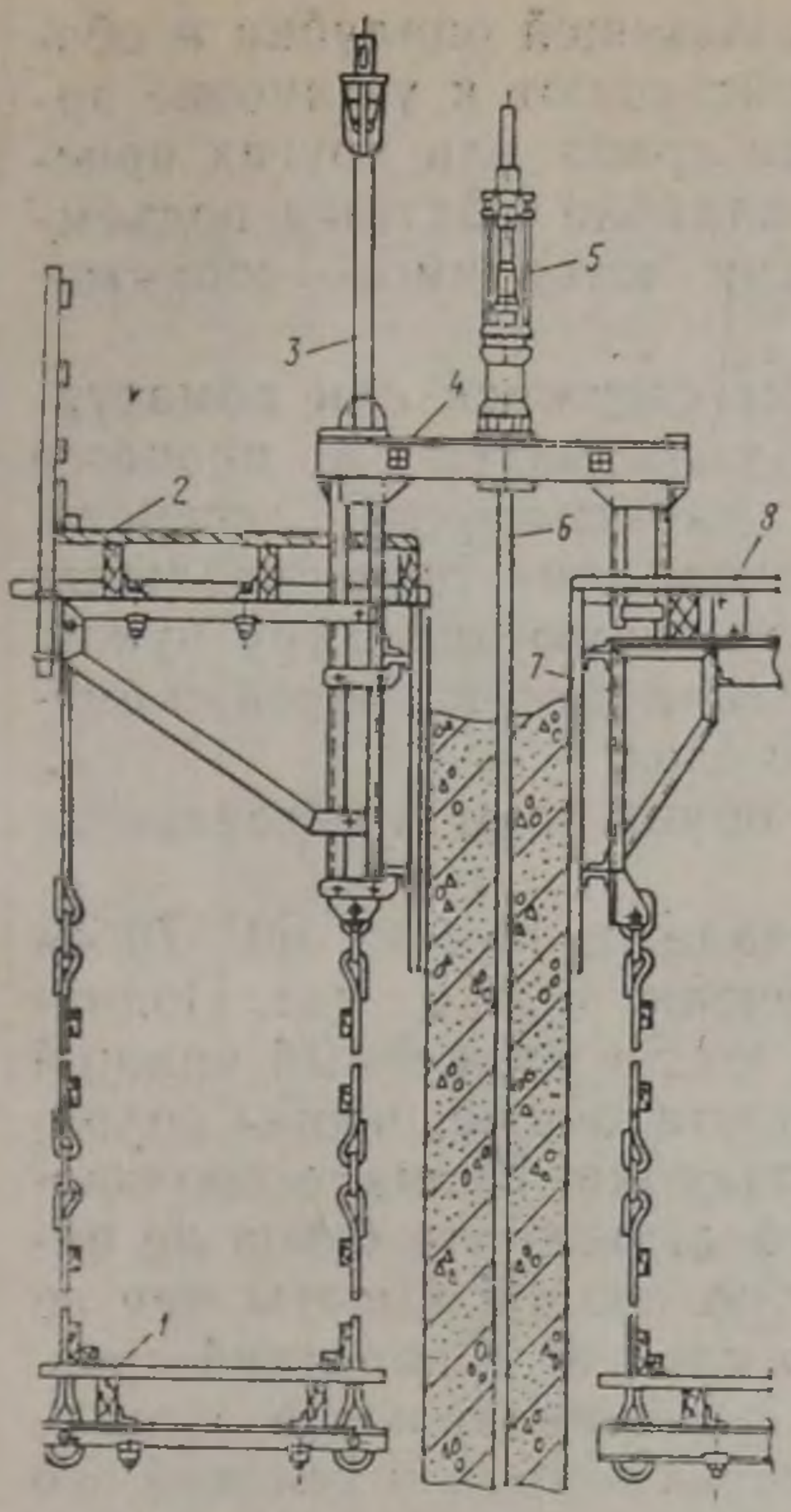


Рис. 8.4. Унифицированная скользящая опалубка конструкции ЦНИИОМТП
1 — подмости; *2* — козырек; *3* — стойка освещения; *4* — домкратная рама; *5* — домкрат; *6* — домкратный стержень; *7* — щиты опалубки; *8* — рабочий пол

шаблонов на каждую сторону короба. Наклон щитов к вертикали должнен полностью соответствовать принятой в проекте конусности опалубки. Конусность щитов проверяют с помощью шаблонов с отвесами (отклонение отвеса от нулевого отсчета показывает величину конусности).

После монтажа и выверки всех коробов устанавливают домкратные рамы, рабочий пол, козырек с ограждением и домкраты. Домкратные рамы устанавливают на щиты по проекту перпендикулярно к ним (рис. 8.4). Стойки рам должны быть расположены строго вертикально, ригели — горизонтально в одной плоскости. Домкратные стержни должны проходить по оси стен (кроме случаев, специально предусмотренных проектом). Рамы устанавливают свободно, без приложения усилий с тем, чтобы не нарушить проектного положения щитов опалубки. Перед монтажом рам с ее боковых стоек снимают кронштейны и раму ставят на щиты так, чтобы упорные уголки ложились на верхние кружала щитов.

По окончании монтажа скользящей опалубки и оборудования для ее подъема приступают к установке арматуры, поднятой при помощи крана или других приспособлений на рабочий пол опалубки шахтным подъемником, смонтированным внутри возводимого сооружения.

Арматуру в виде отдельных стержней или арматурных сеток небольшой высоты укладывают в процессе бетонирования при помощи «контрольных лесенок», определяющих проектное положение горизонтальных арматурных стержней. Установленную арматуру нужно фиксировать в рабочем положении для исключения смещения и нарушения защитного слоя.

После монтажа арматуры приступают к бетонированию конструкций.

Опалубку заполняют сначала на высоту 60—70 см двумя или тремя слоями в течение 3—3,5 час. Поднимать опалубку следует тогда, когда уложенный нижний слой приобретет прочность, достаточную, чтобы сохранить форму для выхода из опалубки. Вначале производят пробный подъем, чтобы убедиться, что бетон не оплывает. Заполняют опалубку до полной высоты при ее подъеме; закончить операцию следует в короткий срок. Скорость подъема опалубки устанавливают в зависимости от состава и характеристик бетона и условий его твердения.

Начальный период подъема является одной из ответственных операций, характеризуется большими нагрузками на опалубку как от бокового давления бетонной смеси, так и вертикальных условий подъема.

В дальнейшем бетонную смесь укладывают равномерно по периметру опалубки слоями толщиной не более 20—25 см. Каждый последующий слой укладывают до начала схватывания ранее уложенного. Ни в одной точке по всему периметру опалубки последующие слои нельзя укладывать до окончания укладки предыдущего слоя. Надо стремиться к тому, чтобы выходящий из-под опалубки бетон имел одинаковый возраст по всему периметру.

При толщине стен до 200 мм бетонную смесь уплотняют внутренними высокочастотными вибраторами, имеющими диаметр наконечника 35 мм, а при большей толщине стены — 50 мм. Допускается уплотнение смеси шуровками. При уплотнении вручную бетонная смесь должна иметь осадку конуса 10—12 см; при работе вибраторами —7—8 см.

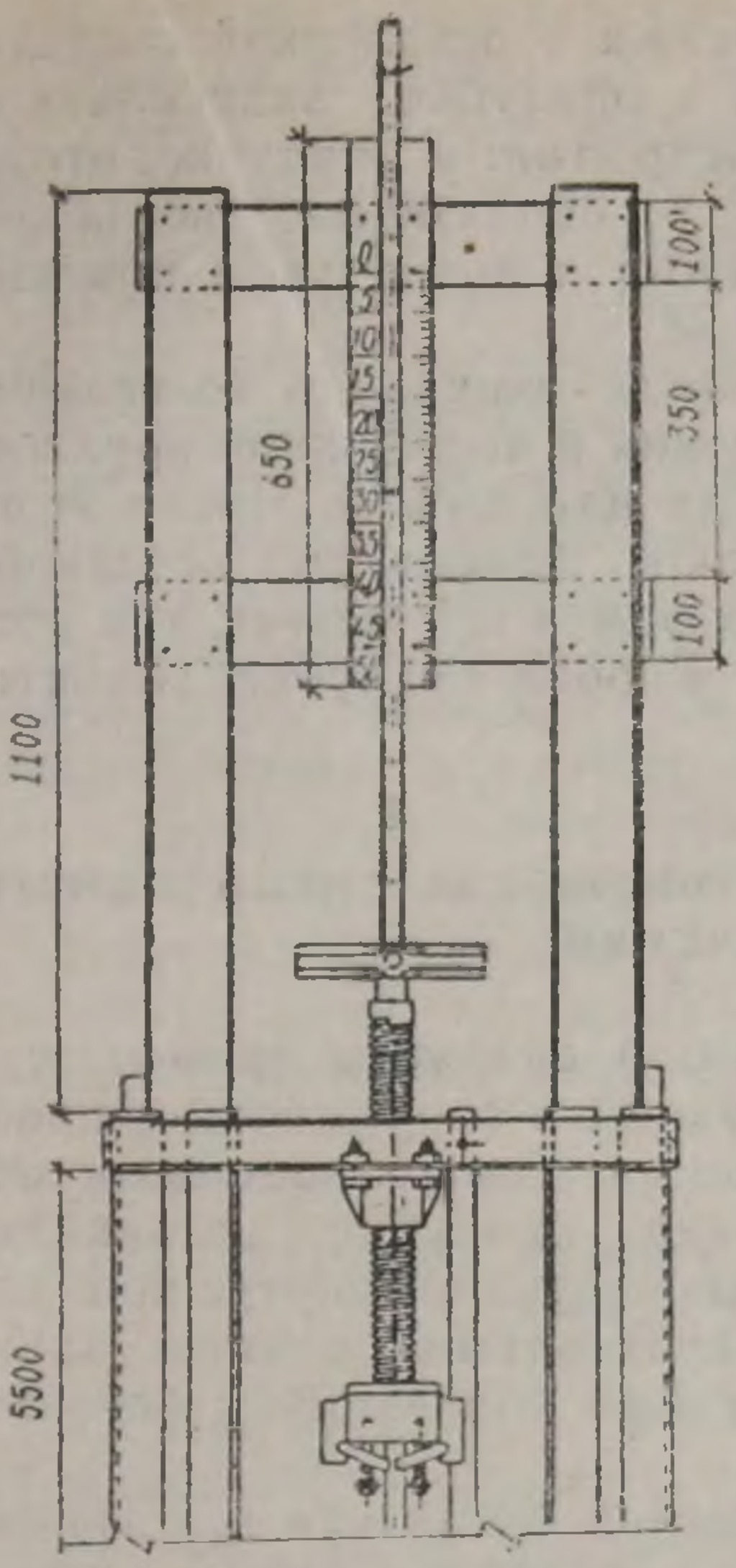


Рис. 8.5. Рейка с делениями для наблюдения за подъемом форм

Наиболее распространенным способом подачи бетонной смеси на рабочий пол является применение бадей и крана. Целесообразно применять самоподъемные башенные краны, которые устанавливают в лифтовых шахтах или лестничных клетках, на несущих конструкциях здания. Для подачи бетонной смеси к месту укладки можно применять также бетононасосы, монорельсы, мототележки, электро- и автопогрузчики, ленточные транспортеры и различные подъемники.

Горизонтальность опалубки контролируют по контрольным рейкам, установленным на домкрате, и рискам, нанесенным на домкратном стержне (**рис. 8.5**). Правильность положения рисок на домкратных стержнях проверяют ежедневно нивелиром.

По мере подъема контрольных реек риски переносят по домкратному стержню при помощи рейки или специального шаблона. Выравнивание горизонтальности при подъеме домкратами с полуавтоматическими регуляторами происходит автоматически. Домкраты, работающие с опережением, по достижении упоров, установленных на одном горизонте, совершают «шаг на месте», в то время как остальные домкраты продолжают подъем до заданного уровня.

После набора бетоном достаточной прочности поверхность затирают раствором вручную или с помощью затирочных машин.

Бетонировать перекрытия можно следующими способами: в переставной опалубке с отставанием от бетонирования стен на 2—3 этажа; непосредственно после

возведения стен каждого этажа с остановкой скользящей опалубки; сверху вниз в опалубке, закрепляемой на вышерасположенном перекрытии; в опалубке, отсоединяемой на каждом этаже от скользящей; подъемом плит перекрытий, бетонируемых в подвальном помещении, лебедками и их монтажом.

Скользящую опалубку после окончания возведения стен поднимают выше их уровня и под нижние кружала щитов заводят опорные доски или штыри. После этого снимают домкраты, извлекают домкратные стержни, снимают ригели домкратных рам в тех местах, где опалубка разделена на блоки. Короба опалубки демонтируют краном.

8.3. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ОПАЛУБКАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Несъемная (конструктивная) опалубка применяется для бетонирования конструкций и сооружений с простой конфигурацией и большими опалубливаемыми поверхностями. Наружные грани опалубки устанавливают заподлицо с гранями конструкций; внутренние поверхности должны быть шероховатыми и иметь анкерующие выпуски для надежного сцепления с бетоном конструкций.

Для обеспечения необходимой жесткости и устойчивости несъемной опалубки противоположные щиты конструкции соединяют скрутками или тяжами.

При применении для опалубки тонколистового материала плиты крепят с помощью наружных схватов, прогонов, стоек, соединенных внутренними тяжами.

При применении несъемной опалубки отпадает необходимость отделки поверхностей конструкций после бетонирования.

Пневматическое формование является новым технологическим способом бетонирования, требующим дальнейших экспериментальных исследований, выявления рациональных областей применения и выработки технологических регламентов.

Сущность способа пневматического формования заключается в бетонировании в горизонтальном положении плиты на распластанной пневматической опалубке — оболочке с последующей подачей воздуха в оболочку и подъемом отформованной плиты в проектное положение.

В принципе бетонирование по мягкой надутой пневматической опалубке не отличается от бетонирования по жесткой опалубке традиционных конструкций. Однако из-за недостаточной жесткости такой опалубки она не может воспринимать в надутом состоянии динамические нагрузки от выгрузки бетонной смеси бетононасосом. Это обстоятельство предопределило и особенности технологии бетонирования.

Бетонирование по мягкой надутой опалубке производят способом набрызга бетонной смеси или нанесения стеклоцемента с помощью пистолета-распылителя.

Для повышения устойчивости и исключения местных деформаций такой опалубки используют систему вант, которые крепят к ее внутренней поверхности и располагают радиально. Распалубку производят после набора бетоном расчетной прочности.

Другой разновидностью является бетонирование с пневматическим подъемом свежеотформованной конструкции в проектное положение.

8.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С МОНОЛИТНО-СБОРНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Цельномонолитные и сборно-монолитные здания в зависимости от принятой конструкции возводят в мелкощитовой, крупнощитовой, блочной или объемно-переставной опалубке.

Односекционные сборно-монолитные здания, в которых применяют сборные панели перекрытий, можно возводить как в крупнощитовой, так и в блочной опалубке. За последние годы определенный приоритет получает практика возведения сборно-монолитных зданий в блочной опалубке, извлекаемой вверх.

Из сборных элементов в домах используют перегородки, элементы лестниц, санитарные кабины и другие конструкции.

Основным материалом для возведения конструкций служит керамзитобетон. Из него выполняют однослойные наружные стены толщиной 450 мм. Для внутренних стен толщиной 200 мм применяют тяжелый бетон.

Многосекционные здания с поперечными несущими стенами наиболее технологично возводить в объемно-переставной (туннельной) опалубке. Сущность метода заключается в бетонировании перекрытий и несущих

стен с применением блоков туннельной опалубки, набираемых из инвентарных секций и переставляемых с этажа на этаж.

При возведении зданий в **объемно-переставной опалубке** бетонирование ведут поэтажно, причем каждый этаж делят на захватки, рассчитанные на суточный цикл работы. Работы выполняют в следующем порядке. Устанавливают вдоль продольных открытых фасадов несущих стен монтажные подмости, монтируют секции блока опалубки, армируют стены и перекрытия и бетонируют их. После набора бетоном распалубочной прочности секции поочередно с помощью рычажно-винтового механизма складывают в транспортное положение и выкатывают на наружные подмости, откуда краном их переставляют на новую позицию для бетонирования очередного этажа или захватки. Секции опалубки можно переставлять и с помощью балансирной консольной траверсы. Такой способ производства работ применим для зданий с «открытыми фасадами», которые закрываются сборными наружными стеновыми панелями лишь после завершения бетонирования коробки всего здания или очередного этажа.

Сущность метода заключается в том, что несущие стены здания и основную часть перекрытий возводят из монолитного железобетона в объемно-переставной опалубке с использованием сборных конструкций лишь для наружных стен и внутренних элементов зданий. Секции объемно-переставной опалубки демонтируют через специальные проемы размером на секцию, оставляемые в перекрытиях. С этой целью в местах расположения таких демонтажных проемов устанавливают опалубочные блоки без верхней опалубочной плоскости.

Работы выполняют в следующем порядке. Устанавливают секции блоков опалубки, выполняют армирование заранее заготовленными каркасами и сетками. После завершения бетонирования стен и перекрытий, в том числе в местах расположения демонтажных проемов, и набора бетоном необходимой прочности конструкцию распалубливают с применением приспособлений, облегчающих отрыв опалубки от бетона. Сначала краном извлекают секции опалубки, образующие стены монтажных проемов, затем к этим проемам последовательно подкатывают и извлекают секции основной опалубки, которые затем представляют на очередную захватку. После освобождения захватки демонтажные проемы закрывают сборными плитами.

При таком методе возведения зданий имеется возможность совмещения работ по бетонированию конструктивной коробки здания с монтажом наружных стен. Если наружные стены возводят из крупных блоков, последние монтируют до установки опалубки и бетонирования внутренних стен и перекрытий очередного этажа.

При этом одновременно с бетонированием внутренних стен смоноличивают систему креплений наружных стен к торцам внутренних стен.

В конструкциях многоэтажных каркасно-панельных жилых и общественных зданий, как правило, предусматривают большие или меньшие включения элементов из монолитного бетона.

В зависимости от объема монолитных включений, их рассредоточенности и доступности для доставки бетонной смеси удельная трудоемкость, энергоемкость и стоимость работ в сборно-монолитных каркасных зданиях могут быть различными. Однако, как правило, эти показатели выше по сравнению с аналогичными показателями при возведении цельномонолитных конструкций.

Значительные монолитные включения по своему объему имеют каркасно-панельные здания с монолитными ядрами жесткости. В этих зданиях высотой более 20 этажей вместо сильноармированных продольных и поперечных диафрагм жесткости применяют ядра жесткости.

Для бетонирования ядер жесткости применяют как скользящую, так и переставную опалубку в зависимости от ее наличия, конфигурации ядра жесткости, конструкции стен ядра и т. д. Одним из определяющих преимуществ переставной опалубки является возможность при ее использовании возводить стены переменной толщины по высоте здания. При этом нужно иметь в виду, что наиболее экономичным по расходу стали и энергетических ресурсов конструктивным вариантом являются ядра жесткости с изменяемой по высоте толщиной и при необходимости классами бетона.

8.5. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Увеличение объемов индустриального монолитного строительства должно сопровождаться интенсивным ростом производительности труда благодаря организационно-техническим мероприятиям строительного произ-

водства и повышению уровня комплексной механизации и автоматизации работ, а также созданием и выпуском в достаточном количестве быстротвердеющих цементов, суперпластификаторов, других химических добавок, повышением качества заполнителей бетона, созданием и выпуском арматурных сталей с повышенными механическими свойствами.

Основные направления развития технологии бетонных работ должны предусматривать мероприятия, которые позволили бы значительно повысить производительность труда на этих работах:

— организацию централизованного изготовления сварных арматурных каркасов, сеток и пространственных блоков и монтаж их на стройплощадках с применением бессварных и сварных соединений;

— применение унифицированных многократно оборачиваемых систем опалубок, организацию централизованного их изготовления и интенсивной эксплуатации;

— развитие индустрии товарных бетонных смесей путем организации их централизованного приготовления на высокомеханизированных и автоматизированных районных, приобъектных заводах и установках с доставкой этих смесей специализированным транспортом;

— механизацию подачи, распределения и укладки бетонной смеси с применением высокопроизводительных бетононасосов, бетоноукладчиков и другой техники;

— применение технологии зимнего бетонирования с использованием эффективных противоморозных добавок, автоматизацию процессов термообработки бетона.

Основные причины высокой трудоемкости опалубочных работ — их низкий технический уровень, отсутствие необходимого количества надежной многооборачиваемой инвентарной опалубки, неудовлетворительное качество изготовления конструкций и элементов применяемой опалубки, низкая степень унификации монолитных конструкций зданий и сооружений.

Снижение трудоемкости опалубочных работ должно осуществляться: за счет унификации и сокращения числа типоразмеров монолитных конструкций; за счет применения инвентарной многооборачиваемой опалубки, изготовляемой централизованно в заводских условиях, благодаря переходу к механизированному монтажу опалубочных и армоопалубочных блоков (с арматурой, навешенной на опалубку).

Дальнейшее сокращение затрат ручного труда на опалубочных работах и повышение уровня их механизации будет возможно только в случае проведения унификации всех монолитных конструкций, т. е. для однородных конструкций должны быть определены размерные модули и ряды значений размеров, которые могут принимать конструкции и их отдельные детали.

Для монолитных конструкций должна быть четко определена **степень технологичности,** исходя из трудоемкости выполнения опалубочных работ. Должен быть также создан нормативный документ для проектирующих организаций, который помимо требований к размерам и технологичности монолитных конструкций должен содержать сведения об опалубках и экономичном производстве работ, выполняемых при возведении монолитных конструкций. Такая единая для всех отраслей строительства унифицированная типовая система опалубочной оснастки, включающая все виды опалубок, а также полдерживающие элементы для горизонтальных и наклонных поверхностей монолитных конструкций, облегчит проектирование, изготовление и выполнение опалубочных работ, а также оценку затрат ручного и механизированного труда.

Для сокращения затрат ручного труда на опалубочных работах немаловажное значение имеют и материалы, применяемые для изготовления опалубки. Особое значение имеют материалы, идущие на изготовление формующих поверхностей опалубки. Наносить стойкие защитные синтетические покрытия на металл для предотвращения налипания бетона пока не удается, поэтому следует широко внедрять комбинированные опалубки; каркас и все несущие элементы — из металла, а формующие поверхности — из фанеры с защитным покрытием.

Металлические элементы опалубки следует изготовлять штампованными или из гнутых профилей, что позволит значительно уменьшить их массу по сравнению с такими же элементами из прокатных профилей. Уменьшение массы элементов при изготовлении опалубки и производства опалубочных работ на объектах.

Реальным и высокоэффективным способом повышения производительности труда является применение несъемных опалубок. Изготовленные из армоцемента, стеклоцемента, асбестцемента и других материалов, они могут быть использованы для защиты железобетон-

ных конструкций, придания специальной фактуры лицевым поверхностям и для других целей. Применение несъемных опалубок, выполняющих одновременно роль изоляционных облицовок в подземных и наземных сооружениях, эксплуатирующихся в агрессивной среде, позволяет сократить общие трудовые затраты не менее чем в 2—2,5 раза.

В настоящее время технология арматурных работ при возведении монолитных конструкций характеризуется низким организационно-техническим уровнем. Номенклатура арматурных изделий насчитывает несколько тысяч единиц.

В подавляющем большинстве проектов монолитных железобетонных сооружений предусматриваются сложные и громоздкие арматурные конструкции (каркасы, блоки и т. п.), которые имеют малую повторяемость, многотипны и нетехнологичны в изготовлении.

Разработка сортамента унифицированных арматурных элементов должна обеспечить требование армирования различных по характеру монолитных конструкций и оптимальное число типоразмеров, обеспечивающее централизованное изготовление этих элементов большими сериями.

Основные перспективные направления в организации и технологии приготовления и транспортировки бетонной смеси должны предполагать улучшение качества ее приготовления, доставку к месту укладки без существенных изменений и потерь, снижение трудовых и денежных затрат на ее приготовление и транспортировку. Основными перспективными направлениями являются:

— развитие индустрии товарной бетонной смеси путем создания передвижных автоматизированных установок по приготовлению как готовой, так и сухой смеси, а также переоснащение существующих заводов современным оборудованием и средствами автоматизации управления;

— совершенствование технологии приобъектного приготовления бетонной смеси для строек.

Большим резервом повышения производительности труда является использование специальных транспортных средств для перевозки смеси.

Транспортирование бетонной смеси от места приготовления до зоны производства работ в основном осуществляется автосамосвалами, перевозка которыми при-

водит к отрицательным изменениям свойств бетонной смеси, в частности к ее расслоению и потерям.

Специализированными транспортными средствами — автобетоносмесителями и автобетоновозами, которые обеспечивают перевозки бетонной смеси без ухудшения качества и без потерь,— в настоящее время перевозят незначительные объемы бетонной смеси (0,1% общего объема перевозки), что объясняется малым выпуском этих средств промышленностью.

9. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ НАДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

9.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВОЗВЕДЕНИИ НАДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Надземные инженерные сооружения являются, как правило, главной составной частью предприятий и промышленных комплексов по добыче и переработке полезных ископаемых, энергетических предприятий, заводов химической и технологической промышленности. Характерными признаками и особенностями надземных инженерных сооружений являются, в первую очередь, значительные габариты и масса сооружений (высота свыше 100 м, суммарная масса до 500—600 т), а также большая насыщенность сложным технологическим оборудованием в виде кожухов сложной геометрической формы и труб большого диаметра, что, в свою очередь, предопределяет совместный — узловой и агрегатно-блочный метод монтажа строительных конструкций с предварительно смонтированным в горизонтальном положении технологическим оборудованием в виде башен, колонн, этажерок, блоков, агрегатов и целых сооружений.

9.1.1. ВИД ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ ПО СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ.

Надземные инженерные сооружения, входящие в состав комплексов промышленных предприятий, можно подразделить на: высотные — трубы, башни, антены, вышки, мачты, копры, доменные печи; большепролетные

здания, позволяющие создавать помещения большой полезной площади, предназначенные для размещения средств транспорта — ангары для самолетов, гаражи для большегрузных автомобилей, строительных машин, надземные резервуары для хранения жидкостей и газов — цилиндрической, круглой и каплевидной формы; линейные инженерные сооружения и коммуникации — эстакадного и безэстакадного типа; протяженные сооружения — мосты, эстакады для пересечения коммуникаций, а также технологические этажерки. Такое разнообразие инженерных сооружений по строительно-конструктивным признакам обусловливает различные методы и способы их возведения, комплекты машин и механизмов, технологическую оснастку для осуществления процессов монтажа подобных сооружений.

9.2. ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ДОБЫВАЮЩЕЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

9.2.1. ВОЗВЕДЕНИЕ БУРОВЫХ ВЫШЕК, НАДШАХТНЫХ КОПРОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭТАЖЕРОК, ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН, ГРАДИРЕН, ВЫТЯЖНЫХ ТРУБ, ГРАНУЛЯЦИОННЫХ БАШЕН, СООРУЖЕНИЙ КОМПЛЕКСА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Буровые (надземные) вышки предназначены для бурения скважин добычи нефти и газа, имеют высоту до 60 м. Монтаж выполняется способами поворота вокруг шарнира с использованием монтажных кранов, тракторов или вертолетов. Возможен вариант монтажа буровых вышек способом наращивания с предварительным укрупнением элементов в монтажные блоки. В труднодоступных районах эффективно использование для доставки и установки буровых вышек вертолетов.

В бывшем СССР подводная добыча нефти началась более 40 лет назад в Каспийском море, где создан уникальный город на сваях — Нефтяные Камни. В Казахстане на полуострове Мангышлак ведется надземная нефтедобыча, где запасы нефти и газа значительны и в ближайшее время не планируется строительство громоздких и трудоемких морских платформ. В силу этих соображений подробная технология возведения таких сооружений в книге не рассматривается.

Надшахтные здания (копры) в зависимости от производительности шахты представляют собой башни или

многоярусные этажерки с размером в плане от нескольких метров до десятков метров при высоте 30—125 м. Такие сооружения высотой примерно до 70 м собирают полностью на земле в горизонтальном положении и затем устанавливают в проектное вертикальное положение поворотом вокруг опорного шарнира с применением конструкций проектной укосины копра в качестве грузоподъемного портала или шевра. Надшахтные здания высотой более 70 м обычно монтируют методом наращивания с использованием башенного передвижного или прислонного крана.

Монтаж копров в проектном положении производят после проходки вертикального ствола шахты, что увеличивает срок ввода шахты в эксплуатацию. Для совмещения работ по проходке и обустройству ствола шахты, а также возведению надшахтного здания методом наращивания целесообразно сборку его выполнять в стороне от устья ствола с последующей надвижкой в проектное положение.

Как показывает отечественная практика монтажа надшахтных зданий, существуют следующие основные способы монтажа: безъякорным методом, методом наращивания, сборкой и надвижкой надшахтного здания.

Монтаж копров безъякорным методом применим для возведения сравнительно невысоких — до 70 м и ограниченных в плане размерами 6×6 м надшахтных сооружений. А при этом масса оснащенного перед подъемом станка копра достигает 220 т. Как показано на рис. 9.1, подъем копра в проектное положение осуществляется с помощью А-образной укосины — портала с разносом «ног» внизу 30 м, вверху 9 м, опирающегося на временный фундамент.

Монтаж безъякорным способом требует предварительного статического проверочного расчета несущей способности станка копра и укосины на монтажные нагрузки в начале подъема укосины и в момент отрыва станка копра. При недостаточной прочности и устойчивости стержней станка или укосины необходимо произвести соответствующее их усиление.

Укрупнительная сборка копра выполняется с помощью гусеничных кранов грузоподъемностью 25—40 т. После сборки нижней секции производят пробный поворот ее в вертикальное положение для проверки работы шарниров копра и точности посадки подошв стоек копра на фундаментные болты. В процессе укрупнительной сборки копер оснащается лестницами и под-

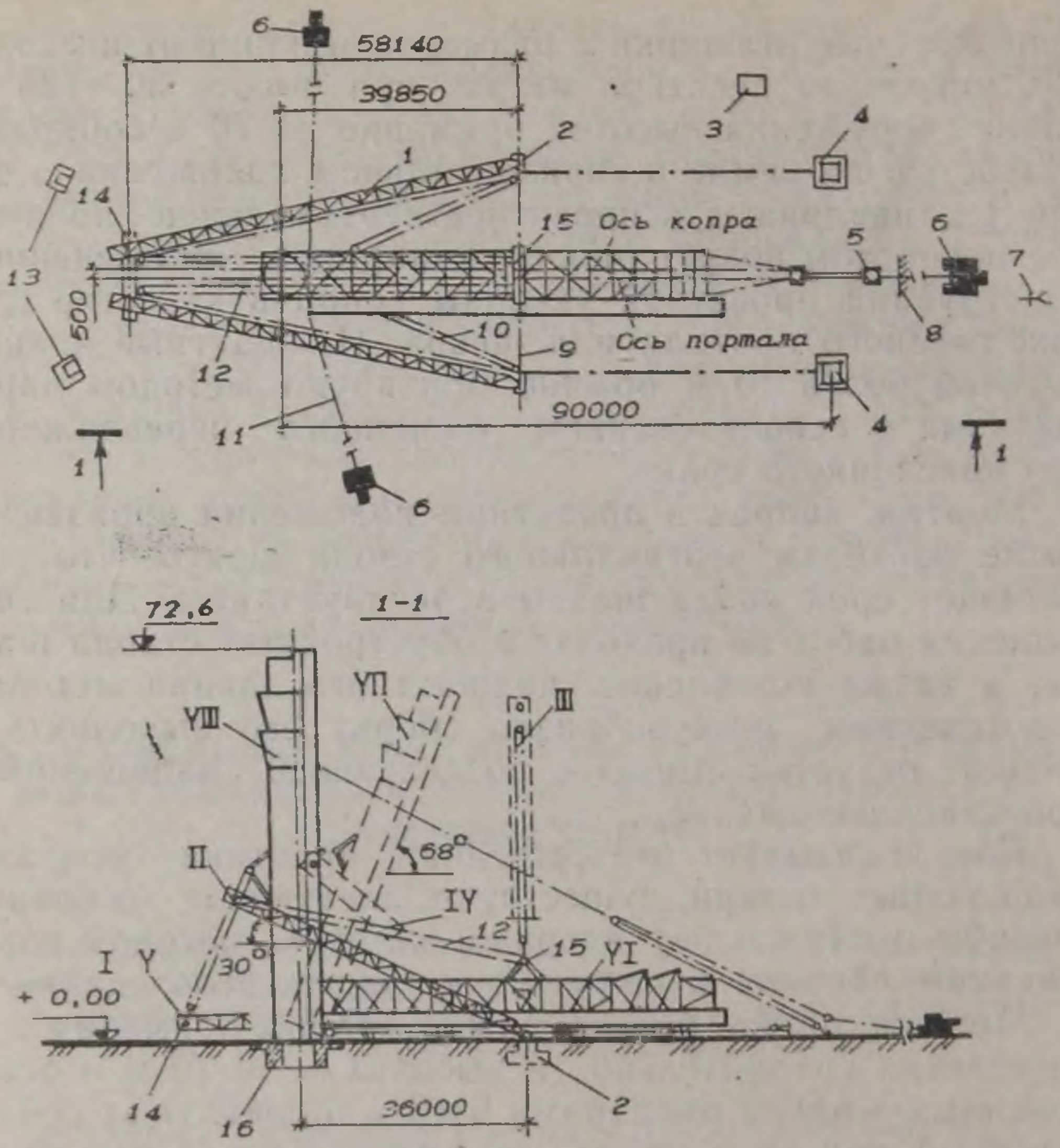


Рис. 9.1. Схема монтажа копра безъякорным методом

I—V — положения укосины — портала; *VI—VIII* — положения копра в процессе подъема; *1* — укосина-портал; *2* — временный фундамент укосины-портала; *3* — пульт управления лебедками; *4* — электролебедка; *5* — тормозной полиспаст; *6* — трактор; *7* — теодолит; *8* — якорь; *9* — поперечная стяжка из каната; *10* — продольная стяжка из каната; *11* — боковые растяжки; *12* — главный полиспаст подъема; *13* — проектные фундаменты укосины; *14* — монтажный ригель укосины; *15* — монтажная траверса копра; *16* — ствол шахты

мостьями для приема элементов надшахтного здания, монтажными балками для стеновых панелей. Для обеспечения большей устойчивости копра в положении неустойчивого равновесия в процессе подъема место строповки располагается несколько выше центра тяжести станка копра.

Методом наращивания монтируют надшахтные здания с большими в плане размерами (21×24 м) и высотой более 100 м. Конструктивная схема здания представляет собой рамный каркас из сварных двутавров,

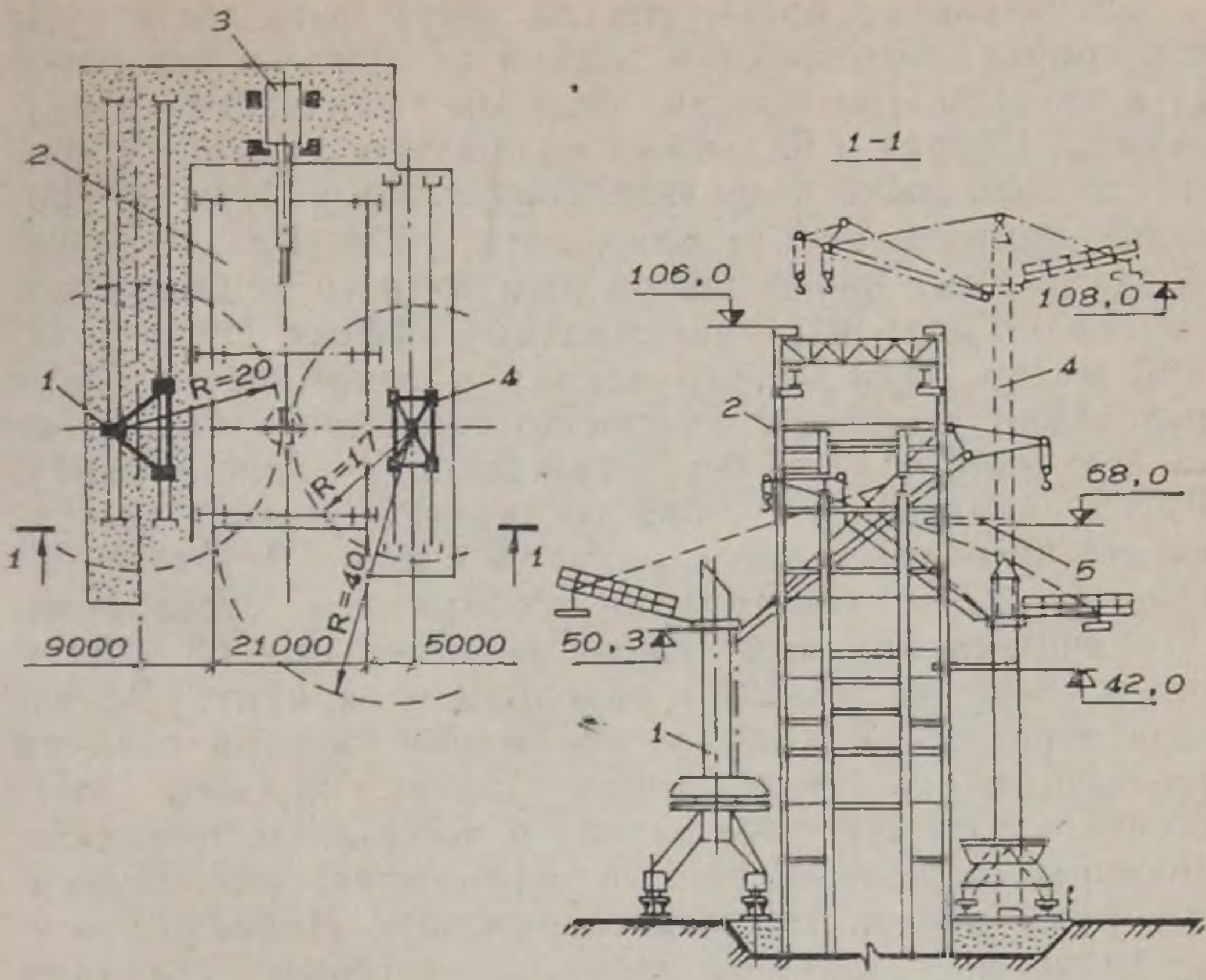


Рис. 9.2. Схема механизации монтажа надшахтного копра

1 — передвижной башенный кран; *2* — надшахтное здание; *3* — стреловой кран; *4* — прислонный кран; *5* — диафрагмы для крепления крана к зданию

перекрытия выполняются из сборного и монолитного железобетона, укладываемыми по профилированному настилу, ограждающие конструкции выполняются из керамзито-бетонных панелей. Монтаж осуществляется методом наращивания, поярусно, с использованием прислонных кранов (рис. 9.2).

Несущие конструкции копра монтируют плоскостными блоками массой до 24 т. Укрупнение конструкций в блоки выполняется на приобъектном складе с помощью гусеничного крана МКГ-25. Параллельно с поярусным монтажом конструкций надшахтного здания кранами на перекрытия поднимаются оборудование и различные материалы. Работы каждого яруса завершаются 100% готовностью, включая установку технологического оборудования и выполнение общестроительных работ. Продолжительность монтажа копров по описанному методу составляет около 10 месяцев — по сравнению с 22-мя месяцами продолжительности возведения копров с помощью ползучих кранов.

Значительные преимущества могут быть достигнуты при сборке конструкций здания на земле и установке их в проектное положение целиком или частично надвижкой. Сборка и надвижка надшахтного здания в проектное положение позволяют совместить работы по проходке, армированию ствола шахты, работы по устройству постоянных фундаментов надшахтного здания и его монтажу и получить максимальный эффект. Из-за большой массы надшахтного здания в некоторых случаях выполняют надвижку частично собранного копра (не на всю высоту или без ограждающих конструкций). Масса надвигаемого копра составляет около 6 тыс. т., высота превышает 120 м, размеры в плане 21×24 м. До отметки 42,5 м конструкции собираются стреловыми гусеничными кранами грузоподъемностью 63—100 т, выше — краном БК-900 в прислонном варианте. До начала передвижки с целью понижения центра тяжести передвигаемого надшахтного здания должны быть смонтированы стеновые панели и выполнены проектные монолитные железобетонные перекрытия, расположенные ниже центра тяжести сооружения. Надвижка осуществляется с помощью лебедок с тяговыми усилиями по 120 кН. Накаточные пути представляют собой стальные слябы толщиной 100—150 мм и шириной 1—1,5 м, укладываемые на монолитные ленточные железобетонные фундаменты. Между верхней и нижней частями накаточных путей располагаются цилиндрические катки диаметром 100—140 мм, длиной 0,8—1,0 м. Расстояние передвижки составляет около 50 м. Опорная рама крана БК-900 также устанавливается на катковые тележки и жестко соединяется с опорной рамой копра, что обеспечивает их совместное перемещение и завершение монтажа конструкций сразу после надвижки здания в проектное положение.

Многоярусные технологические этажерки являются составной частью технологических комплексов химических, нефтеперерабатывающих заводов. Технологические этажерки представляют собой пространственную металлоконструкцию с размерами в плане 8×34 м, высотой 66,6 м, устанавливаемую на постамент высотой 14 м.

В практике применяют в основном два способа крупноблочного монтажа этажерок.

При способе монтажа пространственными горизонтальными блоками этажерка делится на три пространственных горизонтальных блока. Нижние два блока со-

бирают на монтажной площадке в вертикальном положении, что вызывает необходимость выполнения монтажных операций на значительной высоте. Третий, верхний блок укрупняют и стыкуют с ранее установленными, для этого стыкуются и свариваются 10 пар колонн. В этих целях устанавливают специальные приспособления и работы производят при подвешенном верхнем блоке.

По способу монтажа вертикальными пространственными блоками этажерка делится на два вертикальных блока. Укрупненные блоки монтируют поочередно, затем производят досборку части этажерки из отдельных элементов между блоками. При обоих способах монтаж выполняют двумя мачтами высотой 72 м, грузоподъемностью по 100 т. В начале монтажа мачты наклоняют к укрупненному блоку, затем с поднятым грузом перемещают мачту обратно к постаменту. Такой сложный маневр двумя мачтами требует высокой квалификации монтажников и имеет повышенную опасность.

Кроме того, при подъемах возникает необходимость перемещения мачт. Для устранения указанных недостатков разработан метод монтажа полностью собранной этажерки.

Для монтажа полностью собранной этажерки, обладающей ограниченной собственной несущей способностью, необходим проверочный статический расчет объемно-пространственной металлоконструкции этажерки и соответствующее ее усиление. Одним из наиболее удачных вариантов временного усиления этажерки перед подъемом является применение фермы-траверсы длиной до 36 м и грузоподъемностью 400 т, представляющей собой трехпоясную трубчатую пространственную форму, размещаемую внутри этажерки и прикрепленную к ней двумя верхними поясами, третий пояс остается свободным. Масса фермы усиления составляет 50 т. Нижняя часть этажерки также подлежит усилению во избежание деформаций элементов в процессе монтажа. Такое усиление может быть выполнено в виде двух труб, пропущенных вдоль этажерки и соединенных между собой связями. В качестве грузоподъемных средств используется комплект из двух мачт типа АК-400.

Установка этажерки в проектное положение предусматривает три этапа (см. рис. 9.3): перевод из горизонтального положения I в наклонное II с расположением верха этажерки выше постамента, подъем этажерки над постаментом до вертикального положения грузовых по-

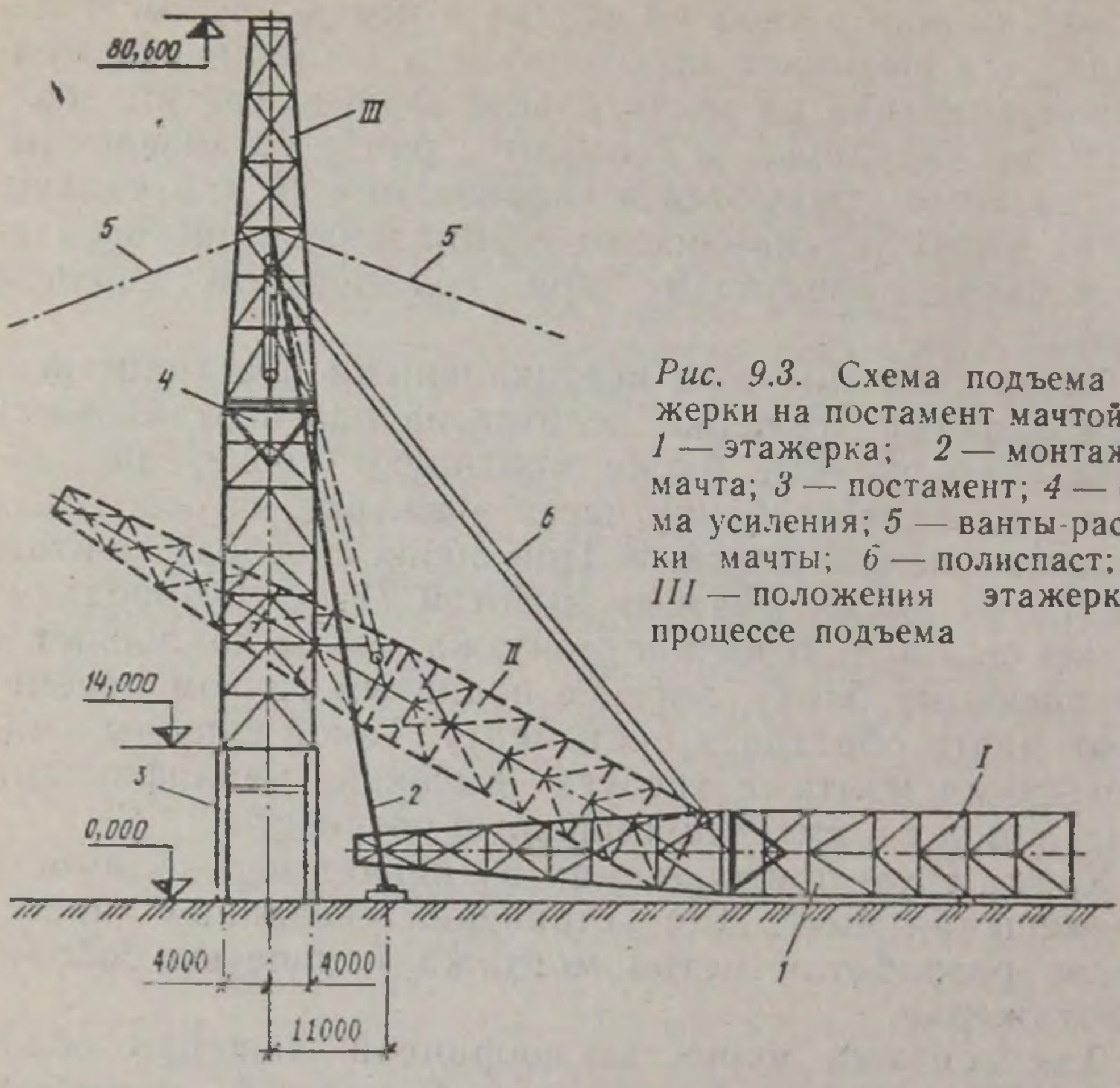


Рис. 9.3. Схема подъема этажерки на постамент мачтой
1 — этажерка; *2* — монтажная мачта; *3* — постамент; *4* — ферма усиления; *5* — ванты-расчалки мачты; *6* — полиспаст; *I*—*III* — положения этажерки в процессе подъема

лиспастов мачт и наводка этажерки в проектное положение III на анкерные болты.

Водонапорные башни используются для создания соответствующего напора воды в системах оборотного, постоянного и аварийного производственного водоснабжения. Сооружения представляют собой стальной вертикальный резервуар диаметром 15—20 м, высотой до 20 м, объемом 1000—3600 м^3, опирающийся на пространственную цилиндрическую или коническую поддерживающую конструкцию. Днище стального резервуара водонапорной башни имеет сферическую или коническую форму с опорным кольцом, передающим нагрузку на поддерживающую конструкцию. Поддерживающая конструкция выполняется из металлических конструкций, представляющих собой вертикальные колонны сварного двутаврого сечения, соединенные горизонтальными поясами и перекрестной связевой решеткой, образующими вертикальную цилиндрическую форму. Существует поддерживающая конструкция водонапорных башен из треугольных ферм, располагаемых поярусно

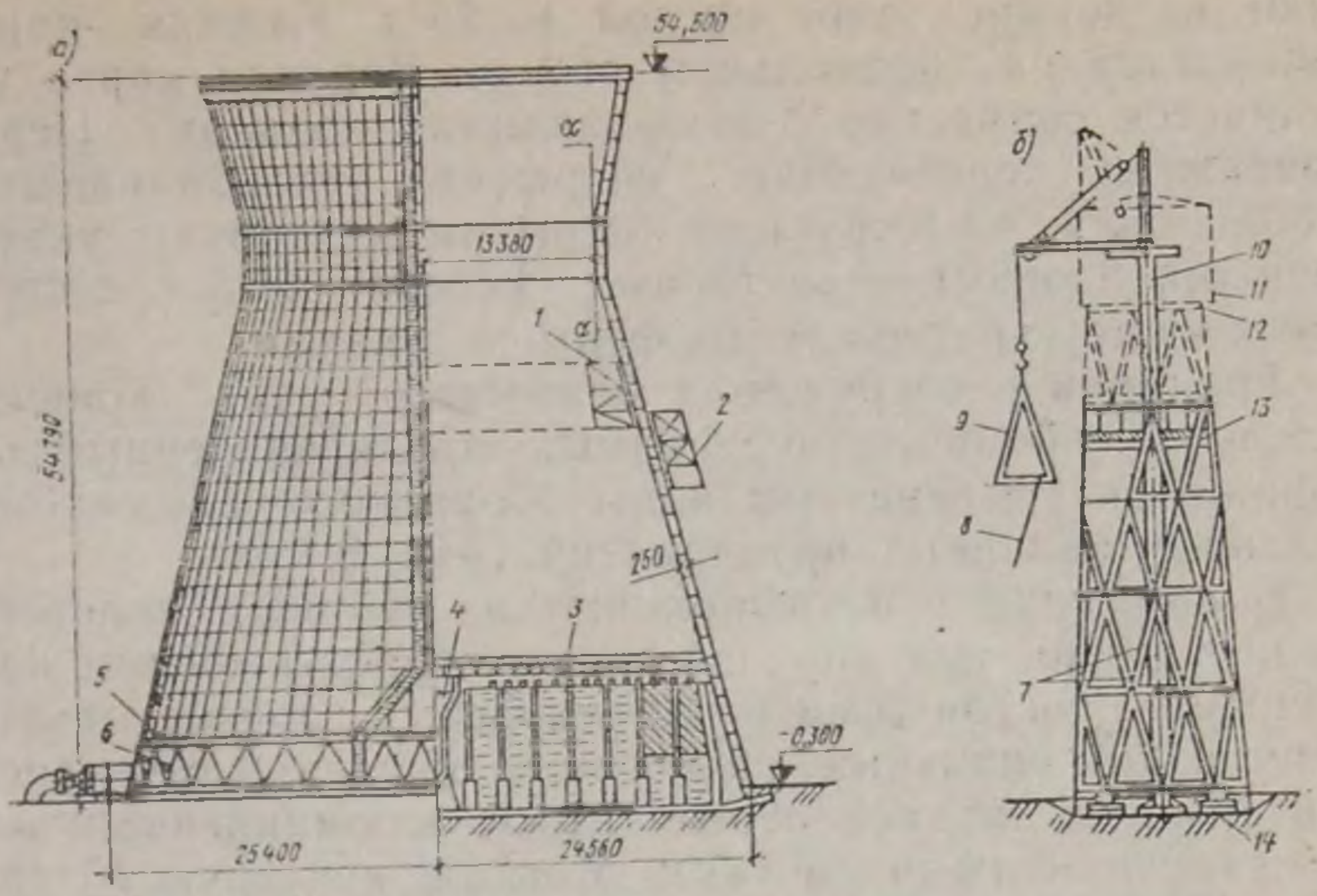


Рис. 9.4. Монтаж градирни (а) и водонапорной башни (б)

1, 2 — внутренняя и наружная шаблоны-люльки; *3* — ороситель; *4* — распределительный резервуар; *5* — монолитный пояс; *6* — раскосные стойки; *7* — треугольные элементы опоры башни; *8* — оттяжка; *9* — поднимаемый треугольный элемент; *10* — монтажный кран-укосина; *11* — металлический резервуар; *12* — элементы горизонтальной площадки; *13* — кольцевой шаблон-подмости; *14* — фундамент

друг над другом с уменьшением числа этих ферм по мере увеличения высоты, за счет чего образуется коническая форма башни (рис. 9.4, б). Общая высота водонапорных башен достигает 60 м, масса металлоконструкций — свыше 400 т.

Монтаж водонапорных башен ведут башенными или стреловыми кранами. Наибольшие башни объемом воды до 1000 м^3 и высотой до 40 м могут быть смонтированы методом поворота вокруг опорного шарнира с помощью тракторов или лебедок. Возможен монтаж башен с помощью центрально устанавливаемого крана-укосины, демонтируемого после окончания сборки башни.

При монтаже водонапорных башен широко применяется блочный монтаж, при этом колонны предварительно совместно с поясами и раскосной решеткой укрупняются в горизонтальном положении в плоскостные блоки высотой до 20 м и массой до 35 т.

Сферическое или коническое днище монтируется из предварительно укрупненных на специальном стенде укрупненных блоков массой по 4 т. Цилиндр бака соби-

рают из четырех царг массой до 25 т. Каждая царга собирается на специальном стенде. Верхняя царга укрупняется совместно с замыкающим кольцом. Перед монтажом конструкции покрытия устанавливаются стойки бака. Конструкции покрытия монтируют укрупненными блоками — секторами массой до 5 т, состоящими из двух радикальных ферм со связями.

Градирни — сооружения башенного типа конической и гиперболической формы, предназначенные для понижения температуры воды оборотного водоснабжения промышленных предприятий (рис. 9.4, а).

Башни градирен выполняют из сборных железобетонных ребристых панелей и пространственными каркасными, состоящими из стоек-ферм горизонтальных ферм и диагональных раскосов, с обшивкой с внутренней стороны каркаса деревянными, алюминиевыми или асбестоцементными листами. Монтаж конструкций градирен выполняют наращиванием стреловыми кранами до исчерпания их грузовысотных характеристик, а затем — с помощью свободно стоящего или прислонного башенного крана, устанавливаемого в центре башни градирни, или с помощью передвижного башенного крана, перемещающегося по кольцевым путям снаружи башенного сооружения.

Элементы градирни предварительно укрупняют в монтажные блоки с учетом грузоподъемности крана. Укрупненные блоки (панели) монтируют поярусно с временным креплением их расчалками и подкосами до замыкания контура и проектного закрепления всех блоков (панелей) в ярусе.

Монтаж вытяжных башен-труб. Вытяжные трубы предназначены преимущественно для вывода в атмосферу газов и обычно состоят из каркаса — стальной решетчатой свободно стоящей башни — и расположенных трубчатых стволов из коррозионно-стойких материалов (нержавеющей стали, титанового или алюминиевого сплава, текстофаолита и др.) или из малоуглеродистой стали с соответствующим внутренним антикоррозионным покрытием или облицовкой из вышеуказанных материалов. Каркасы вытяжных башен — труб по конструкции схожи с радио- и телебашнями, но существенным отличием является большая масса и наличие жестких диафрагм для поддержания труб. Решетка этих башен более частая и массивная.

Методы монтажа вытяжных башен-труб аналогичны методам монтажа радиотелевизионных башен, над-

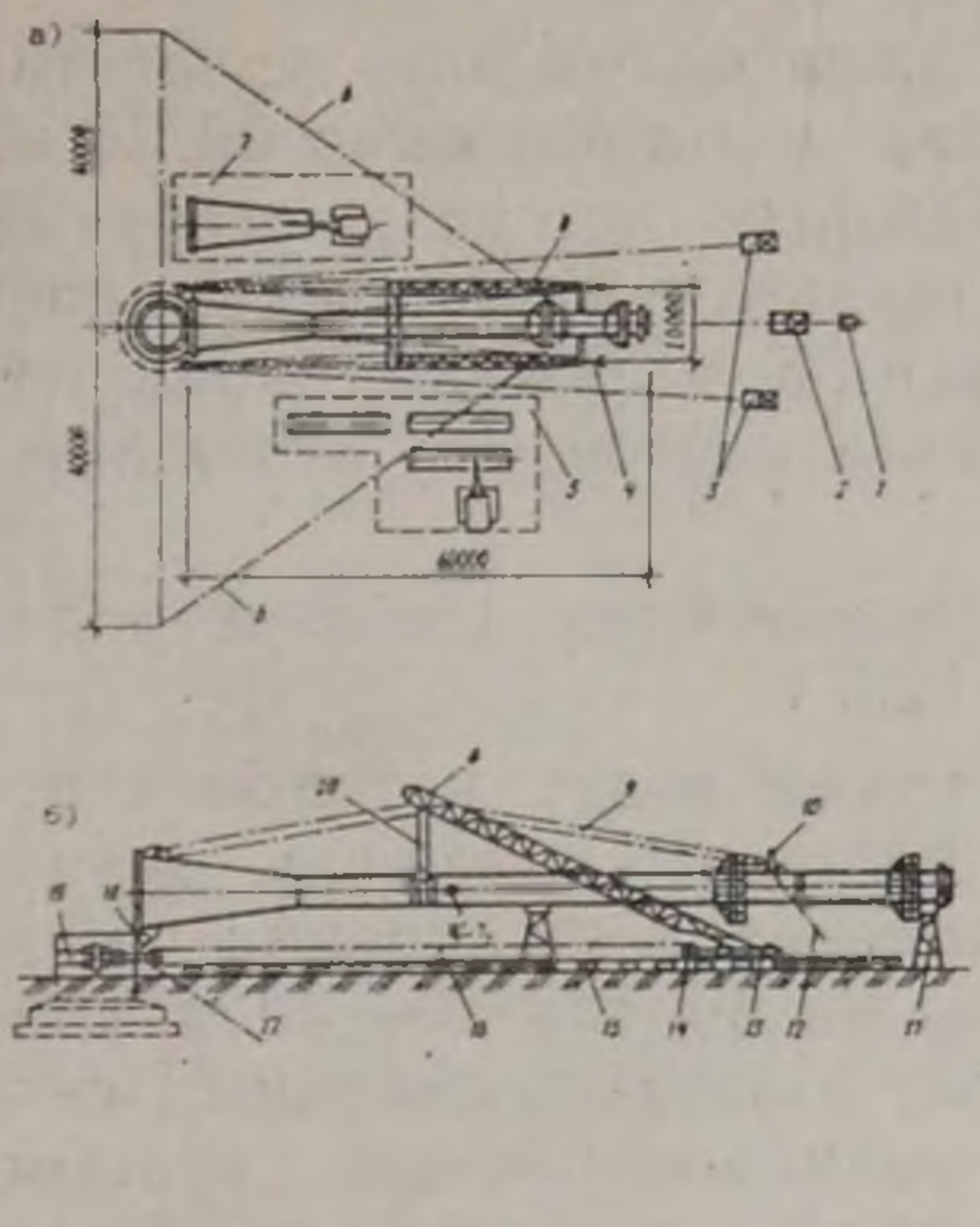


Рис. 9.5. Схема подъема вытяжной трубы поворотом выжиманием
а — план монтажной площадки;
б — положение трубы в начале подъема;
1 — теодолит; *2* — электролебедка тормозная; *3* — электролебедка грузовая; *4* — рельс; *5* — площадка укрупнительной сборки царг цилиндрической части трубы; *6* — расчалка страховочная; *7* — площадка укрупнительной сборки конической части трубы; *8* — монтажный портал; *9* — расчалки шпренгельной системы; *10* — натяжное устройство; *11* — временная опора; *12* — канат тормозного полиспаста; *13* — тележка портала; *14* — блок пятирольный; *15* — шпалы; *16* — полиспаст грузовой; *17* — сбегающая на лебедку нить грузового полиспаста; *18* — хомут для крепления неподвижных блоков полиспаста; *19* — поворотный шарнир; *20* — стойка

шахтных копров и этажерок. Вытяжные башни-трубы высотой до 100—120 м при наличии на площадке свободного места собирают в горизонтальном положении вместе с газоотводящими стволами на земле у места установки и затем поднимают в вертикальное положение одним из методов поворота. При этих методах подъема все элементы каркаса необходимо проверить на прочность и устойчивость, так как каркас башни обычно не рассчитан на подъем в собранном виде. Элементы конструкции, нагрузки в которых превышают допустимые, усиливают. Такие башни-трубы монтируют также наращиванием с применением прислонного крана.

Схема подъема вытяжной трубы в целом виде методом поворота выжиманием показана на рис. 9.5. Трубы длиной 60 м и массой около 180 т собирают в горизонтальном положении. Предварительно нижнюю коничес-
кую часть трубы устанавливают краном на основание, обеспечивая вертикальное ее положение, затем соединяют шарниром с фундаментом; поворотом вокруг шарнира с помощью крана коническую часть трубы переводят из вертикального в горизонтальное положение и стыкуют ее с укрупненной цилиндрической частью. Для уси-

ления трубы применяют шпренгельную систему, установив в месте соединения монтажного портала с трубой стойку высотой 5,5 м, раскрепив ее расчалками-канатом за верхний и нижний концы трубы.

Подъем трубы в вертикальное положение осуществляется решетчатым монтажным порталом высотой 30 м, грузоподъемностью 200 т. Опоры портала, стянутые трубой диаметром 219 мм, опираются на тележки, перемещаемые по рельсовому пути. К тележкам прикрепляются подвижные блоки полиспастов, а неподвижные — к фундаменту трубы.

При установке трубы используются две электролебедки грузоподъемностью по 12,5 т.

Монтаж вытяжных труб также ведут методом с использованием прислонных башенных кранов грузоподъемностью 25 т. Для ускорения и упрощения работ нижние секции каркаса трубы на высоту 20—50 м монтируют гусеничными кранами. Монтаж остальных секций выполняют ползучим полноповоротным краном, портальным подъемником или при помощи специальной траверсы, устанавливаемой на верхней секции вытяжной трубы. Для подъема монтируемых конструкций каркаса применяют электрические лебедки грузоподъемностью 10 т.

Каркас монтируют плоскостными панелями массой до 15 т, которые собирают на стенде и подают гусеничным краном в зону монтажа. После монтажа каждого яруса поднимают и подращивают секцию трубы длиной 10 м. Затем монтируют следующий ярус каркаса.

Грануляционные башни предназначены для получения гранул азотных удобрений. Башня представляет собой монолитное железобетонное цилиндрическое сооружение диаметром до 30 и высотой более 100 м с системой из восьми перекрытий из стальных конструкций и монолитного железобетона (рис. 9.6). Каждое перекрытие, кроме нижнего, опирается на ствол башни концами двух несущих стальных балок через опорные плиты, устанавливаемые в специальных окнах. Остальные второстепенные балки опираются на несущие и крепятся с помощью столиков или накладок к закладным деталям в железобетонном стволе. На железобетонную монолитную плиту каждого перекрытия устанавливают различное технологическое оборудование. Нижнее — восьмое перекрытие (защитный экран) — подвешено к основному перекрытию на отм. 60,6 м.

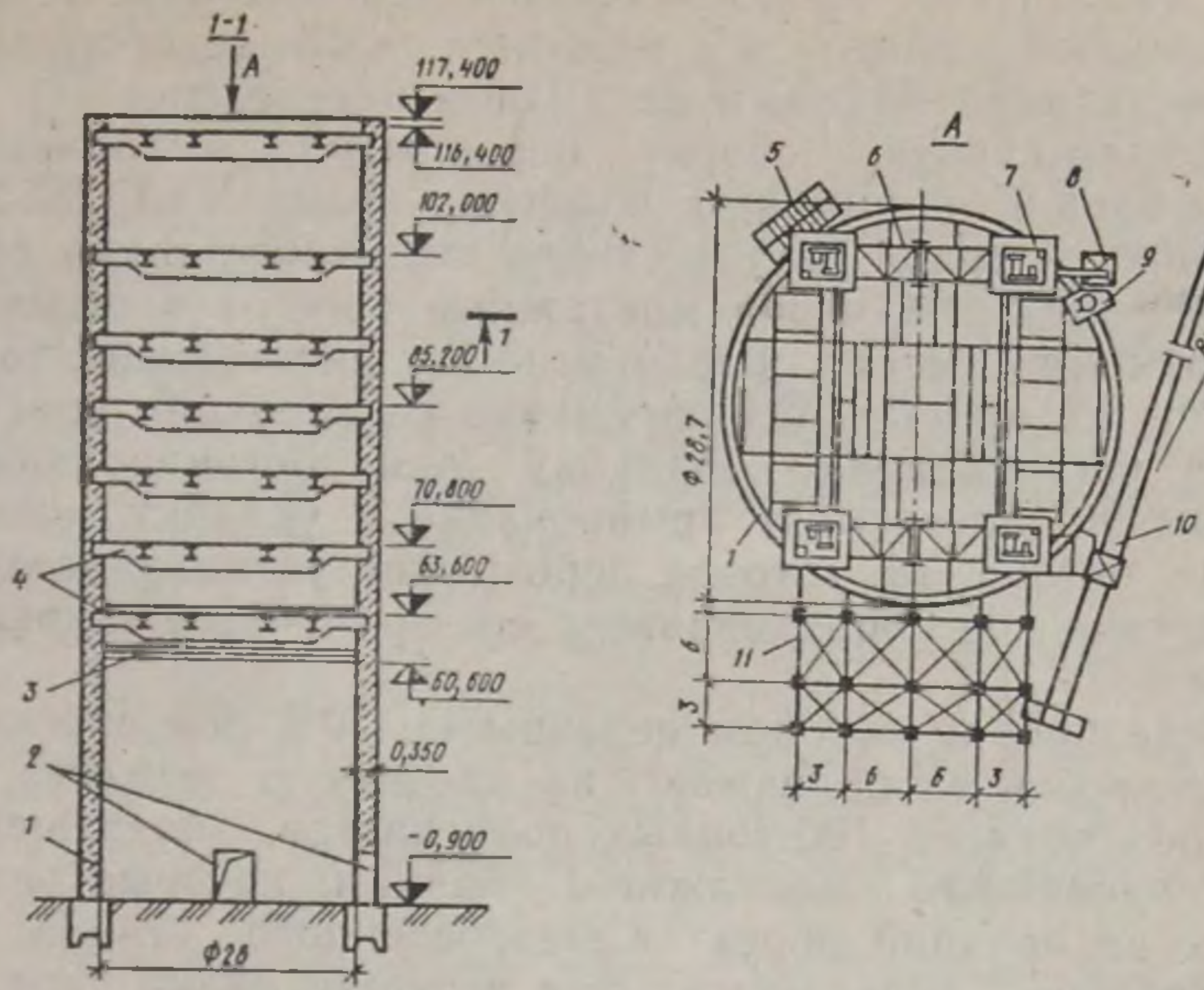


Рис. 9.6. Схемы грануляционной башни и размещения монтажных средств

1 — железобетонный ствол башни; *2* — монтажные проемы; *3* — защитный экран; *4* — перекрытия; *5* — постоянная маршевая лестница; *6* — монтажная балка; *7* — лебедка; *8* — лифт; *9* — площадка для выхода рабочих из люльки; *10*— прислонный кран; *11*— пристройка к башне

Пристройка грануляционной башни — многоэтажная этажерка размерами в плане 9×18 и высотой 120 м. Шаг колонн в пристройке 3 и 6, высота этажа 6,0 и 6,6 м. Несущие конструкции — стальные, перекрытия из монолитного железобетона, ограждающие конструкции из железобетонных стеновых панелей с металлическими переплетами. Геометрическую неизменяемость каркаса пристройки обеспечивают вертикальные связи по колоннам, горизонтальные связи по каждому перекрытию и шарнирные соединения перекрытий с железобетонным стволом башни.

Обычно каждое перекрытие монтируется в целом виде. Для этого после окончания работ по возведению ствола и уборки изнутри вспомогательного оборудования (грузовых и пассажирских лифтов, рабочей площадки, домкратных устройств с опалубкой и т. д.) собирают перекрытия внутри ствола башни на земле и поднимают в проектное положение стальные конструк-

ции с монолитным железобетонным перекрытием, антикоррозионной защитой и с наиболее тяжелым оборудованием, устанавливаемым на данном перекрытии.

Укрупнительную сборку перекрытий выполняют внутри башни, например, с помощью крана МКГ-25БР. Для прохода крана внутрь ствола предусматривают соответствующих размеров монтажные проемы в стенах. Конструкции к месту сборки подают автотранспортом через те же проемы. Одновременно со сборкой конструкций устанавливают опалубку для бетонирования перекрытий, производят армирование и укладку монолитного бетона, на готовое перекрытие устанавливают технологическое оборудование с его временным закреплением.

После набора бетоном перекрытий 70%-ной проектной прочности их поднимают на проектную отметку с помощью четырех 100-тонных полиспастов, подвешенных к временным монтажным балкам, которые опираются на верхний обрез железобетонного ствола, и двух траверс, подведенных под несущие балки перекрытий.

Для свсбодного прохождения при подъеме каждого перекрытия внутри ствола балки делают укороченными на 120—300 мм, а после подъема перекрытия в проектное положение их надставляют или опирают с помощью специальных выдвижных столиков с овальными отверстиями. На стволе башни предусматривают закладные детали для крепления подмостей на всех уровнях и крепления прислонного крана (КБ-573).

Вспомогательные монтажные балки на отм. 117,4 м представляют собой пространственные мосты с площадками под лебедки грузоподъемностью 12 т. Их монтируют с помощью крана КБ-573. Затем этим же краном устанавливает лебедки, поднимают бухты с канатом и запасовывают грузовые полиспасты. Полиспасты распускают на всю высоту башни, подвижные блоки полиспастов закрепляют к концам траверс, подведенным под балки перекрытия. Поднятые перекрытия подвешивают в четырех точках с помощью жестких тяг к ранее поднятым, верхнее перекрытие — к монтажным балкам.

Монтаж сооружений комплекса доменной печи. По расположению отдельных сооружений и их назначению комплекс доменной печи разделяют на объекты центрального узла, находящиеся в непосредственной близости от доменной печи и связанные с ней, и объекты внешнего комплекса, номенклатура и размещение кото-

рых зависят от конкретных условий как доменного цеха, так и металлургического завода в целом.

Центральный узел (рис. 9.7) состоит из следующих основных сооружений: собственно доменной печи, литейного двора, блока воздухонагревателей с дымовой трубой, пылеуловителя, лифта для обслуживания персонала, устройства для подачи шихты на колошник печи (наклонный мост или галерея подачи шихты), пункта управления печью и воздухонагревателями, а при объеме печи 3200 м³ и больше — установок грануляции шлака с вытяжными трубами.

Объекты внешнего комплекса включают: бункерную эстакаду, скиповую яму, газоочистку, разливочные машины, ТЭЦ, паровоздуходувную станцию (ПВС), тракты (галереи) подачи руды, кокса, агломерата, депо ремонта чугуновозных ковшей, межцеховые газо-и воздухопроводы, другие объекты вспомогательного назначения.

Главными особенностями, определяющими организацию и технологию монтажных работ на объектах комплекса доменной печи, являются: стесненность площадки; значительная высота объектов (около 100 м); преобладание толстолистовых (до 60 мм) конструкций с большой протяженностью сварных соединений и массой наплавленного металла; наличие, как правило, близко расположенных действующих доменных печей и необходимость обеспечения на весь период строительства новой доменной печи нормальных условий эксплуатируемых печей.

По номенклатуре объектов, расположению, объемам работ, архитектурно-планировочным и конструктивным решениям доменные печи объемом 3200 м³ и больше существенно отличаются от печей меньшего объема.

Для эффективного монтажа сооружений центрального узла крупнообъемных доменных печей целесообразно применять краны наибольшей грузоподъемности. Масса монтажных блоков при этом достигает 140 т, что требует совместного применения мощных башенных кранов (БК-1000, БК-1425) и рельсовых кранов (СКР-3500, СКР-2600). Краны располагают с таким расчетом, чтобы каждый из них находился в непосредственной близости от монтируемых объектов, но по возможности вне их пределов, и обеспечил монтаж конструкций одновременно на нескольких объектах.

При монтаже доменной печи длительное нахождение кранов в пределах литейного двора препятствует вы-

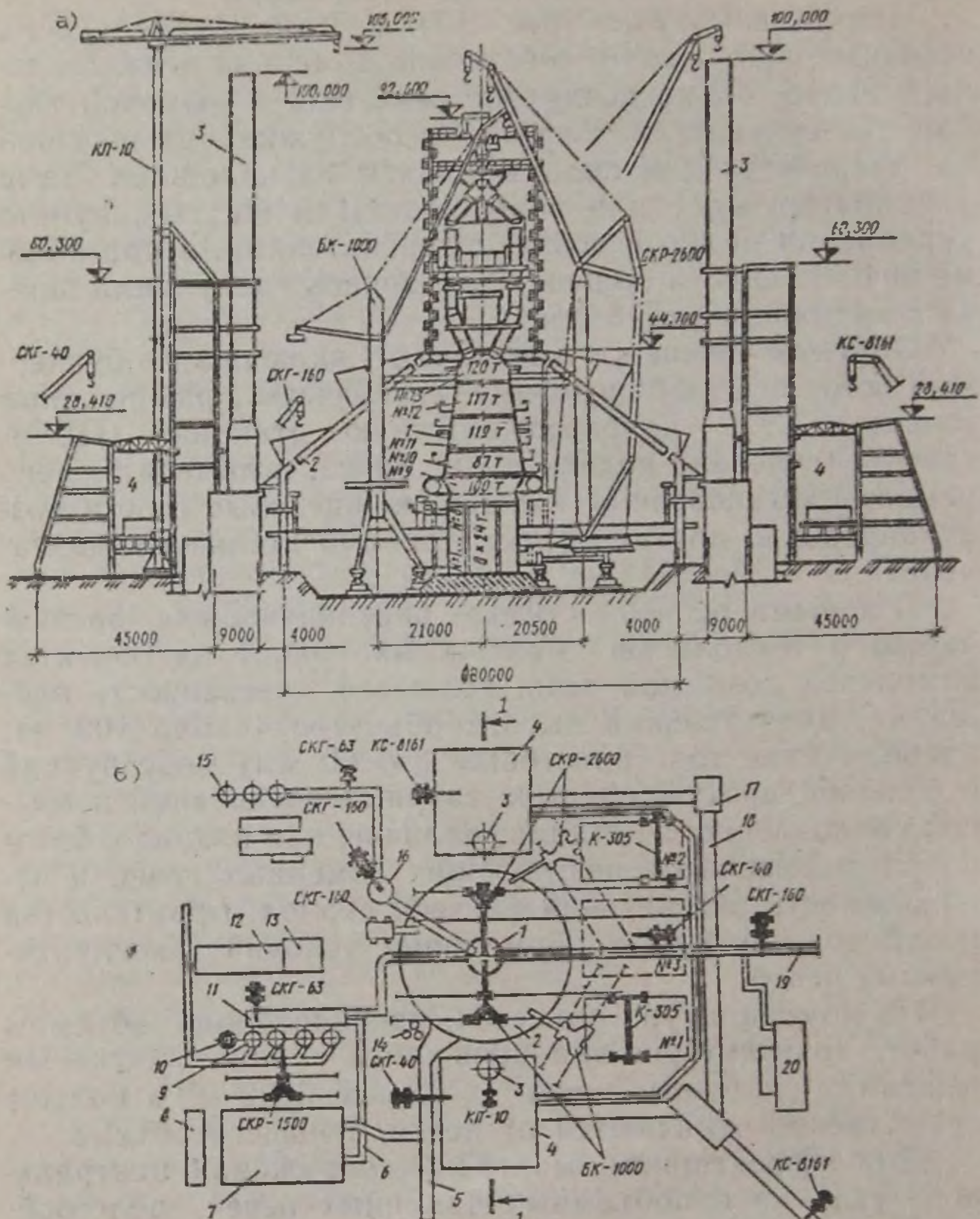


Рис. 9.7. Схема монтаж(а) и стройгенплан доменной печи объемом 3200 м^3

1 — доменная печь; *2* — литейный двор; *3* — вытяжные трубы установок; *4* — придоменной грануляции шлака; *5* — въездная эстакада; *6* — электрокабельная галерея; *7* — здание управления печью; *8* — станция подачи воздуха горения; *9* — блок воздухонагревателей; *10* — дымовая труба; *11* — здание воздухонагревателей; *12* — вытяжная станция литейного двора; *13* — помещение фильтров; *14* — блок лифта; *15* — газоочистка; *16* — пылеуловитель; *17, 18* — галереи перегрузки и механизированной уборки гранулированного шлака; *19* — галерея подачи шихты на колошник; *20* — воздуходувная станция; № 1—13— монтажные блоки кожуха доменной печи.

полнению земляных работ, бетонированию водоводного и кабельного тоннелей и фундаментов под колонны рабочей площадки, а при их первоочередном возведении неизбежна значительная отсрочка начала монтажа стальных конструкций и последующих работ. Поэтому краны приподнимают над землей, устанавливая их на специальные подкрановые балки, опирающиеся на железобетонные фундаменты, а для скорейшего предоставления фронта работ по монтажу конструкций литейного двора краны своевременно переводят на заранее подготовленные пути за пределами литейного двора (пунктир на рис. 9.7).

В зоне действия основных монтажных механизмов предусматривают площадки для укрупнительной сборки и сварки конструкций, так как сложно транспортировать крупногабаритные и массивные блоки при сборке их вне зоны действия монтажных кранов.

Работы по монтажу конструкций сооружений комплекса доменной печи вследствие большой металлоемкости выполняют несколько монтажных организаций, что требует четкого планирования взаимодействия между ними и применения поузлового метода организации и управления строительством комплекса.

Монтаж объектов центрального узла начинают с воздухонагревателей для создания фронта работ по огнеупорной кладке, так как ее выполнение требует 3—5 мес. на каждом воздухонагревателе.

Наиболее сложными по монтажу конструкций сооружений комплекса доменной печи являются кожух доменной печи, блок воздухонагревателей и галерея подачи шихты на колошник печи.

Рассмотрим это на примере монтажа конструкций центрального узла доменной печи объемом 3200 м^3 Новолипецкого металлургического комбината, который выполняли кранами СКР-2600 и БК-1000 (см. рис. 9.7), расположенными соответственно со стороны правой и левой установок придоменной грануляции шлака. Периодически к монтажу конструкций центрального узла печи подключали кран башенно-стреловой СКГ-160, установленный со стороны здания фильтров. Пути кранов БК-1000 и СКР-2600 были предусмотрены на стальных подкрановых балках, опиравшихся на железобетонные фундаменты. Укрупнительную сборку конструкций производили на приобъектных площадках № 1 (расположенной со стороны крана БК-1000), № 2 (расположенной со стороны крана СКР-2600) и № 3 (рас-

положенной между путями кранов СКР-2600 и БК-1000). Площадки укрупнительной сборки № 1 и 2 были оборудованы козловыми кранами К-305, а площадку № 3 обслуживал кран СКГ-40. На площадке № 1 на стендах производили сборку и электрошлаковую сварку восьми монтажных блоков горна из скорлуп стали 16Г2АФ-III толщиной 40 мм (каждый массой по 24 т), которые затем монтировали краном БК-1000. Монтажные блоки ферменной зоны и купола печи укрупняли на стенде на площадке № 2. Сборку скорлуп осуществляли с помощью электрошлаковой сварки на стенде площадки № 1 и краном БК-1000 передавали на стенд площадки № 3 на дальнейшее укрупнение и конусные царги с применением также электрошлаковой сварки. Кожух шахты печи из пяти блоков с наибольшей массой до 120 т монтировали рельсовым краном СКР-2600 (длина стрелы и клюва 46 и 31 м, грузоподъемность 130 т).

9.2.2. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, МАШИН, МЕХАНИЗМОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Как видно из вышеизложенного описания технологии сборки сооружений добывающей, химической и технологической промышленности методы монтажа являются определяющими факторами технологии производства монтажных работ и существенным образом влияют на основные технико-экономические показатели — себестоимость, продолжительность и трудоемкость монтажа подобных сооружений.

Основными методами монтажа, применяемыми при сборке объектов добывающей, химической и технологической промышленности следует назвать блочный монтаж, монтаж конструктивно-технологическими сооружениями в целом виде, монтаж с использованием специальных подмостей для навесной сборки — например для монтажа градирен.

В зависимости от последовательности сборки конструкций по вертикали применяются как метод наращивания (снизу вверх) — для монтажа многоярусных промышленных объектов, доменных печей, градирен, так и метод подращивания, т. е. сверху вниз — при возведении стальных вертикальных цилиндрических конструкций, вентиляционных башен, вытяжных труб.

В зависимости от способа установки конструкций на опоры могут применяться монтаж свободным подъемом,

поворотом, как правило, вокруг опорного шарнира, монтаж надвижкой, накаткой, скольжением.

В зависимости от способа наводки конструктивных или конструктивно-технологических блоков на опоры применяются свободный, ограниченно-свободный и принудительный методы монтажа.

По способам обеспечения точности установки элементов или блоков может применяться как метод монтажа с предварительной выверкой конструкций, так и безвыверочный монтаж.

При имеющемся разнообразии перечисленных методов монтажа выбор того или иного метода, исходя только из опыта монтажа подобных сооружений, не всегда может гарантировать желаемый эффект, поскольку технический прогресс в отраслях промышленности может ставить качественно новые задачи по сборке и сооружению уникальных по своим конструктивным, технологическим и другим параметрам инженерных сооружений.

При выборе машин и механизмов должен быть произведен первоначально тщательный инженерный расчет минимально необходимых или требуемых параметров монтажных механизмов и машин. Этот расчет может быть выполнен любыми из имеющихся в инженерном арсенале способом решения задач — графическим, графо-аналитическим, аналитическим, с помощью номограмм и на ЭВМ по специальным программам. Наиболее современным и наименее трудоемким, а также несравненно более приемлемым является способ определения параметров на ЭВМ.

Второй этап выбора того или иного метода монтажа сооружений заключается в технико-экономическом обосновании оптимального варианта монтажа, что, в свою очередь, сопряжено с выявлением количественных зависимостей между параметрами строительно-технологического процесса и требует выполнения большого объема вычислительных операций. Эту задачу также успешно и качественно можно решить только с использованием ЭВМ путем решения многофакторной задачи анализа количественных зависимостей качественных параметров строительных и монтажных процессов методами математической статистики.

Технологическая оснастка в виде элементов усиления, временного крепления, кондукторов, стендов, специальных площадок, накаточных путей, домкратов, лебедок, полиспастов, специальных траверс проектируется

и принимается также на основании проверочных расчетов на прочность и устойчивость и соответствующего технико-экономического обоснования.

2.2.3. СТРОЙГЕНПЛАН ОБЪЕКТА, КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Строительный генеральный план сооружения объектов и комплексов предприятий добывающей, химической и технологической промышленности отличается наибольшей сложностью при проектировании. Это обусловлено, как правило, большой насыщенностью строительно-монтажной площадки строительными объектами, иногда большим количеством этих объектов, входящих в пусковой комплекс или очередь строительства, густой сетью эксплуатационных путей и инженерных коммуникаций, технологических трубопроводов, необходимостью вести строительство в условиях стесненной строительной площадки, а зачастую и в условиях уже действующего производства. Иногда возникает необходимость строительства временных железнодорожных путей для подачи конструкций к месту монтажа, устройства временных дорог и подъездных путей, временных инженерных коммуникаций.

Особенностью строительства объектов добывающей и химической промышленности является необходимость выполнения больших объемов работ в сжатые сроки. Монтаж конструкций, как правило, ведется блоками большой массы, отличающимися большими габаритами, громоздкостью и требующими установки их на значительную высоту — до 100 м и более, что, в свою очередь, требует установки на ограниченной территории значительного количества тяжелых строительных кранов и расположения различных сборочно-сварочных стендов, площадок и т. д.

В связи с этим при разработке строительного генерального плана выбор мест установки, типов и числа монтажных кранов, мест размещения и размеров складских и сборочных площадок, а также других временных сооружений приобретает наиболее важное значение.

При разработке календарного плана строительства объектов, входящих в состав пускового комплекса предприятий добывающей, химической и технологической промышленности необходимо предусмотреть поточную организацию работ, оптимальную ритмичность

возведения объектов и сооружений. Выбор окончательного варианта стройгенплана и календарного плана можно сделать только на основе анализа технико-экоиоческих показателей эффективности производства строительных и монтажных работ.

К числу основных технико-экономических показателей относятся продолжительность производства работ; трудоемкость и себестоимость строительно-монтажных работ, а также коэффициенты, характеризующие ритмичность и равномерность строительного потока; показатели использования монтажных механизмов по грузоподъемности, производительности строительных и монтажных машин; выработка рабочих.

К вспомогательным показателям эффективности принимаемых в стройгенплане и календарном плане решений относятся механо- и энерговооруженность, протяженность инженерных коммуникаций, временных дорог и путей, площадь складов и временных административно-бытовых зданий.

Все принимаемые инженерные решения и варианты комплексной механизации строительно-монтажных работ должны основываться на безопасных методах и проектироваться с учетом требований санитарных, противопожарных и правил техники безопасности.

9.2.4. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДОБЫВАЮЩЕЙ, ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Дальнейшее повышение технического уровня строительства высотных сооружений добывающей, химической и технологической промышленности связано с индустриализацией. Тенденция укрупнения элементов сооружений с переносом большинства процессов со сборочной площадки в заводскую сферу является основным направлением индустриализации и снижения затрат ручного труда.

Перспективы индустриализации строительного производства неразрывно связаны с развитием комплектно-блочного метода возведения сооружений и максимальном совмещении строительных процессов в едином потоке монтажа укрупненных блоков.

Комплектно-блочный метод позволяет создать принципиально новую технологию строительно-монтажных работ, позволяющую превратить строительную площад-

ку в технологический конвейер. Комплектно-блочный метод монтажа позволяет рассматривать объект не как сочетание строительных конструкций, оборудования и инженерных коммуникаций, запроектированных различными специализированными организациями, а как единое целое.

Особое значение применение указанного метода имеет для монтажа высотных инженерных сооружений, где требуется большое число стыковочных операций, большая протяженность соединительных сварных швов и, соответственно, большая масса наплавляемого металла.

Комплектно-блочный метод позволяет максимально сократить количество стыковочных операций, производимых на высоте, что существенно влияет на безопасность производства строительно-монтажных работ при возведении высотных сооружений добывающей, химической и технологической промышленности.

10. ВОЗВЕДЕНИЕ МАЧТОВО-БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

10.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ВЫБОР СХЕМ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЧТОВО-БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Особенностями мачтово-башенных сооружений являются относительно небольшие габариты в плане, значительные масса и высота. В зависимости от их конструктивного решения, массы монтируемых элементов и высоты применяют следующие схемы монтажа: установка стреловыми кранами подъемом в проектное положение цельнособранной на земле конструкции; перевод в вертикальное положение цельнособранной на земле конструкции поворотом вокруг опорного шарнира; сборка в проектном положении методом наращивания из отдельных элементов и укрупненных блоков с использованием различных грузоподъемных средств, в том числе средств воздухоплавания.

Монтаж компактных в плане высотных сооружений стреловыми самоходными кранами наиболее эффективен благодаря своей простоте и меньшей трудоемкости, так как полную сборку конструкций выполняют в наземных условиях. Строповку конструкции осуществляют несколько выше центра тяжести и устанавливают ее на

опоры вертикальным подъемом или скольжением с поворотом и последующим подъемом. Таким методом монтируют сооружения высотой до 40—60 м.

Монтаж цельносборных в горизонтальном положении высотных конструкций поворотом вокруг опорного шарнира производится без отрыва конструкции от земли и имеет несколько разновидностей в зависимости от применяемых грузоподъемных средств и схем монтажа.

Возведение сооружений этим методом монтажа может производиться:

— с применением стрелового крана (одного или двух), строповку конструкции выполняют выше центра тяжести, и в процессе подъема кран передвигается в направлении опорного поворота шарнира;

— с использованием промежуточной опорной стойки и стрелового крана (одного или двух), с помощью которых конструкцию поднимают в два этапа: сначала подъем осуществляют обычным методом поворота, затем подъем ведут со строповкой за низ опорной стойки, что позволяет уменьшить высоту подъема крюка на высоту применяемой опорной стойки;

— с применением канатных тяг, непосредственно соединенных с поднимаемой конструкцией, и обеспечением тягового усилия лебедкой или трактором, а также в сочетании с первоначальным подъемом краном; с помощью «падающей» стрелы (мачты, шевра или портала) с якорным ее креплением и применением канатной тяги.

Используется также безъякорный подъем вспомогательной поворотной стрелой (мачтой, шевром, порталом) и применением тросовой тяги, а также метод с применением канатной тяги и подъемной силы вертолета.

Монтаж мачтово-башенных сооружений (высотой до 120 м) методом поворота наиболее технологично и выгодно выполнять стреловыми кранами с использованием промежуточной опорной стойки-подпорки. При этом монтаж осуществляется в следующей последовательности: с помощью крана конструкцию поворачивают относительно опорного шарнира на максимальный угол к горизонту, который соответствует наибольшей высоте подъема крюка. Затем подпорку фиксируют для подъема положения, освобождают крюк от строповки за оголовок конструкции и таким образом нагрузку переносят на низ подпорки. После устанавливают краны для окончательного подъема конструкции. Дальнейший подъем

конструкции в проектное положение происходит за счет подъема низа подпорки крюком крана.

Наиболее универсален другой вариант этого метода, при котором возможно маневрирование стрелами кранов и их передвижение с одновременным сокращением длины полиспаста. Этот вариант позволяет осуществить подъем конструкции одновременным движением крана и сокращением длины полиспаста, поворотом стрелы и сокращением длины полиспаста, изменением вылета крюка и сокращением длины полиспаста, подъемом крюка и совмещением с любой из приведенных выше операций.

При использовании метода подъема «падающей» стрелой, мачтой, шевром или порталом их длину принимают около $^1/_3$ длины поднимаемого сооружения, при этом требуется устройство якорей на большие усилия. При безъякорном методе монтажа мачтово-башенных сооружений силовая схема при подъеме замыкается на фундаментах сооружения. Портал снабжен безмоментным шарниром и устанавливается непосредственно на грунт.

Способ безъякорного подъема перемещающейся к опоре монтажной мачтой позволяет сократить металлоемкость и количество монтажной оснастки. При этом способе перед подъемом в технологический проем в башню вводят монтажную мачту с грузовым полиспастом, стропят башню в месте расчаливания и дополнительным полиспастом соединяют опорную часть монтажной мачты с фундаментом башни, а при подъеме башни опорную часть монтажной мачты перемещают дополнительным полиспастом в сторону фундамента монтируемой башни.

Сборка в проектном положении методом наращивания предусматривает последовательную установку вышележащих элементов на нижележащие. Этот метод обычно реализуется преимущественно с использованием различных типов самоподъемных кранов, переставных грузоподъемных порталов и мачт, башенно-стрелового оборудования и других устройств.

Монтаж высотных мачтово-башенных сооружений с применением грузоподъемных средств воздухоплавания наиболее эффективен в условиях труднодоступной местности (лесистой, болотистой, гористой и т. п.), а также при повышенной высоте сооружений (более 120—150 м). В зависимости от массы и длины собранных на земле сооружений применяют различные схемы их монтажа

поворотом с помощью вертолета. В случаях, когда масса монтируемого сооружения находится в пределах грузоподъемности вертолета, монтаж осуществляют вертикальным подъемом с установкой на фундаментные опоры. При возведении сооружений повышенной высоты монтаж осуществляют комбинированным способом. Сначала монтаж можно вести прислонным или самоподъемным краном, а после исчерпания грузовысотных возможностей кранов последующий монтаж сооружения осуществляют с использованием вертолета. При этом массу монтируемых блоков принимают близкой к грузоподъемности вертолета, а в конструкциях блоков предусматривают специальные ловители и фиксаторы, облегчающие наводку блока на ранее смонтированный и обеспечивающие необходимую его устойчивость до полного проектного закрепления.

10.2. ВОЗВЕДЕНИЕ РАДИО- И ТЕЛЕВИЗИОННЫХ МАЧТ И БАШЕН, ОПОР ПРОЖЕКТОРНЫХ И ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ, ВЕРТИКАЛЬНЫХ АППАРАТОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Радио- и телевизионные мачты монтируют методом посекционного наращивания или методом поворота в целом виде.

Секции, предварительно собранные из плоскостей вместе с лестницами и площадками, наращивают ползучим краном. Для крепления опорных башмаков ползучего крана предусмотрены отверстия. В зависимости от конструкций мачт применяют ползучие краны разных типов: трубчатые мачты монтируют краном ПКТ, а решетчатые кранами ПКР и СПК.

Опорную секцию радиомачты монтируют и устанавливают на ней с помощью гусеничного крана ползучий кран ПКТ-6. Все последующие секции монтируют ползучим краном. Для обслуживания рабочих к обойме крана прикрепляется площадка с лестницей. Операции по стыкованию и сварке секций радиомачты производят с нижней и верхней площадки с лестницами. После проектного закрепления каждой секции радиомачты в четырех диаметрально противоположных местах болтами или сваркой кран перемещают. Подмости переставляют крюком стрелы с помощью траверсы и стропов.

Через каждые четыре секции на радиомачту уста-

навливают балконные площадки БП, монтируемые ползучим краном после его подъема на следующую по высоте секцию. С балконных площадок производят крепление временных расчалок и постоянных оттяжек. Временные расчалки, обеспечивающие устойчивость и вертикальность башни в процессе ее наращивания, устанавливают в два яруса, постоянные оттяжки — в один над каждыми двумя ярусами расчалок. По мере установки оттяжек расположенные под ними расчалки снимают. Вертикальность радиомачт выверяют в процессе монтажа, при установке и натяжении каждого яруса постоянных оттяжек и временных расчалок. Окончательную выверку осуществляют после монтажа всей мачты, демонтажа крана и во время натяжения постоянных оттяжек до проектного значения. Натяжение расчалок и постоянных оттяжек контролируют с помощью индикатора, тарируемого на усилие, соответствующее требуемому натяжению. Связь между монтажниками, работающими на высоте и на земле, осуществляется по радиотелефону. Мачту оборудуют также световой сигнализацией.

Для монтажа радиомачт и других высотных сооружений трех- и четырехгранного сечения с шириной грани до 5 м применяют самоподъемный качающийся кран грузоподъемностью 4 т. Кран представляет собой А-образную сварную раму из труб, к верхнему ригелю которой подвешивают грузовой трос с захватом. В рабочем положении кран вращается на опорной балке, закрепленной в цапфах на секциях мачты. Внизу рамы прикреплены контргрузы, за счет которых центр тяжести всего крана смещается ниже опорной балки. При этом контргрузы закрепляются эксцентрично на стойках рамы и кран свободно устанавливается на опорную балку, занимая вертикальное положение без каких-либо направляющих и расчалок. Удлиняя фаркопф-толкатель, кран поворачивают в положение, необходимое для строповки и подъема очередной секции. Затем секцию поднимают на 200—300 мм выше ранее смонтированной и с помощью фаркопфа-толкателя, уменьшая его длину, наводят монтируемую секцию на ранее смонтированную, устанавливают ее на фланцы и крепят болтами.

В процессе перемещения на следующую стоянку кран находится в устойчивом вертикальном положении и не требует каких-либо дополнительных расчалок или направляющих. Перемещение крана со стоянки на стоянку осуществляется специальным полиспастом.

По сравнению с ползучим, качающийся кран более прост в изготовлении. Несмотря на оригинальность и простоту решений, процесс монтажа методом наращивания довольно продолжительный из-за малой производительности ползучего крана и большой трудоемкости производства работ на высоте. Поэтому для монтажа мачт высотой примерно до 140 м, массой до 40 т применяют более эффективный метод монтажа в целом виде поворотом вокруг шарнира мачт.

Подъем мачт таким методом может быть осуществлен двумя гусеничными кранами с использованием полиспаста, либо с помощью монтажной стрелы или вертолета при монтаже более высоких мачт.

Телевизионные мачты этим методом монтируют в такой последовательности: на сборочной площадке производят укрупнительную сборку блоков секций из плоскостей решетчатой конструкции. К нижнему блоку в месте опирания на фундамент приваривают верхнюю половину поворотного шарнира. На монтажной площадке мачту собирают из двух блоков на шпальных клетках. Нижним концом через шарнир ее опирают на фундамент. После соединения плиты шарнира с фундаментом на мачте (в горизонтальном положении) монтируют антенну, кабельную систему, устройства сигнализации, освещения, контрольные приборы, закрепляют тросовые оттяжки и пр. По окончании всех подготовительных работ по такелажу и установке кранов в рабочее положение проводят испытание всей такелажной оснастки: мачту поднимают на угол 45° к горизонтали для проверки действия кранов, шарнира поворота и строповки.

В вертикальное положение мачту поднимают в два этапа (рис. 10.1): вначале поворотом вокруг шарнира двумя кранами МКГ-25 и МКГ-16, затем, используя трактор С-100, мачту доводят до вертикального положения полиспастом, соединенным с мачтой с помощью оттяжек (вант), с одновременным натяжением боковых оттяжек также тракторами С-100. При этом две нижние оттяжки используют как тяговые, а две верхние, расположенные под углом к оси мачты, используют для страховки ее от горизонтального смещения при установке в проектное положение. Сбегающую нитку полиспаста тянут трактором С-80.

Строповку мачты производят специальной траверсой, плечи которой рассчитаны так, чтобы нагрузки на ее концах распределялись на краны в соответствии с их грузоподъемностью. Строповку осуществляют на

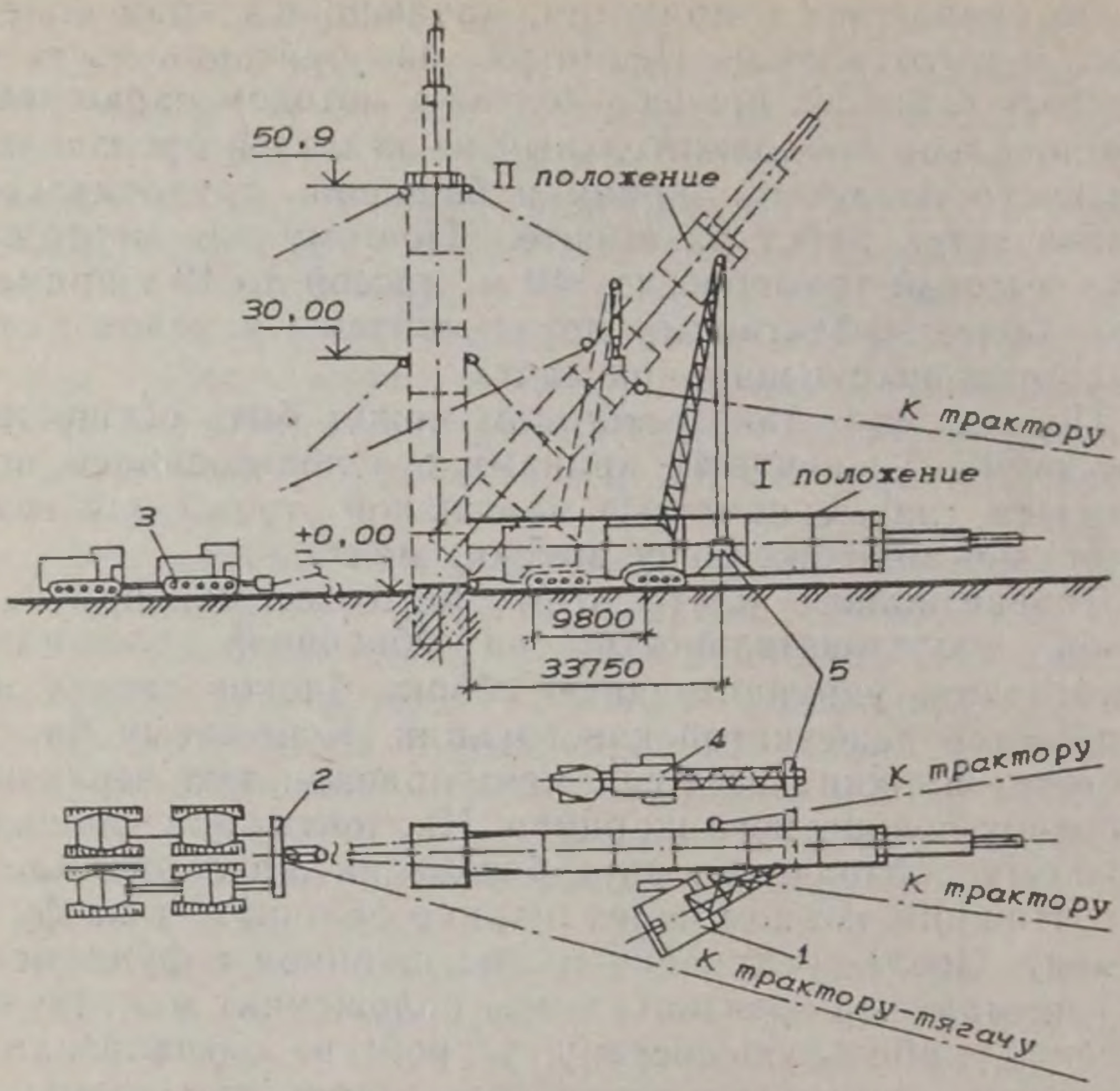


Рис. 10.1. Схема монтажа мачты
1 — кран МКГ-25; *2* — траверса грузоподъемностью 50 т; *3* — трактор С-100; *4* — кран МКГ-16; *5* — траверса грузоподъемностью 20 т

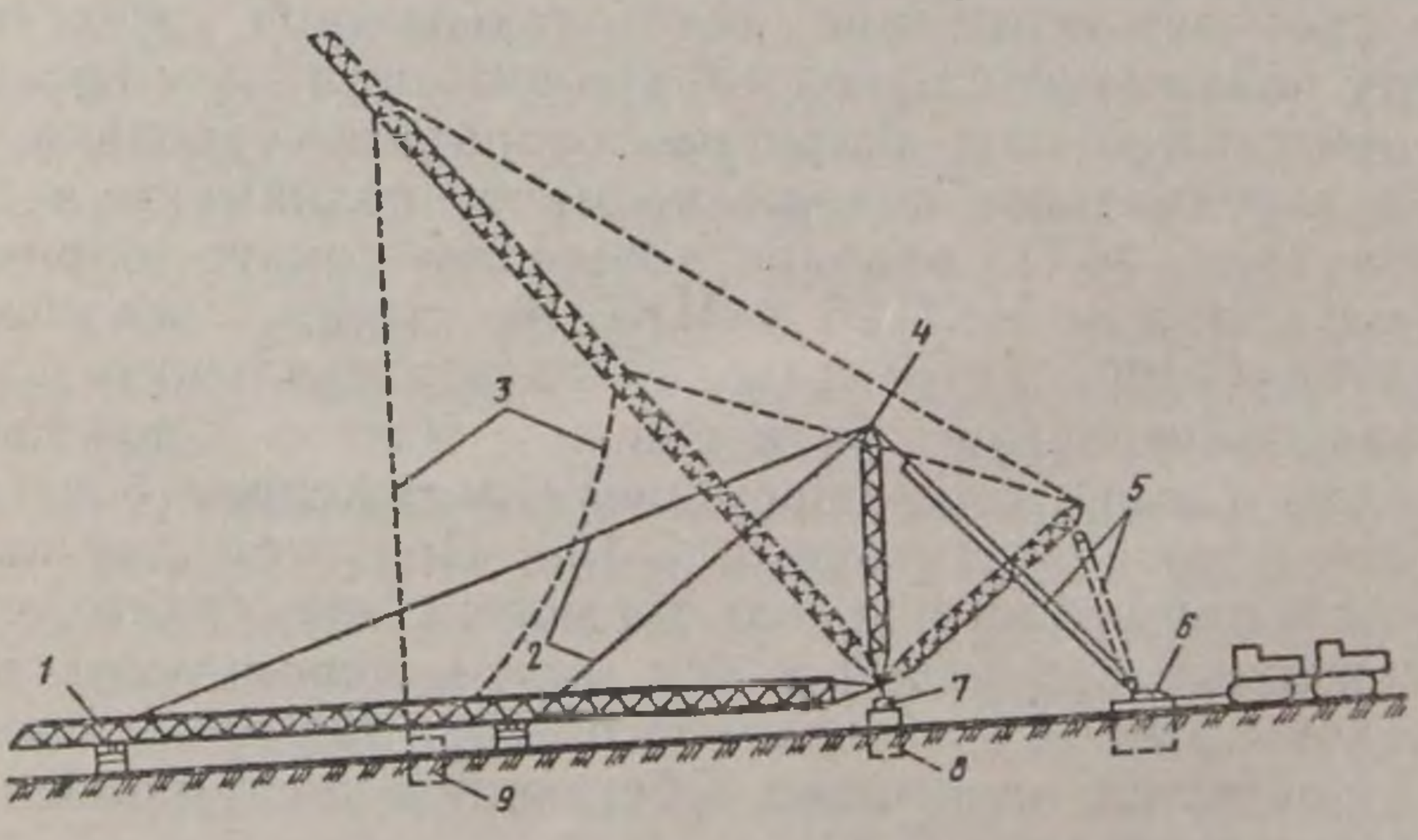


Рис. 10.2. Подъем мачты-антенны методом поворота
1 — мачта-антенна; *2* — подъемные оттяжки; *3* — постоянные оттяжки (тормоз-ванты); *4* — монтажная стрела; *5* — подъемный полиспаст; *6* — якорь; *7* — временная опора (шарнир); *8* — центральный фундамент; *9* — анкерный фундамент

монтажную балку, закрепленную в нижней плоскости фермы мачты. Работу основного якоря, необходимого для приведения телемачты в проектное положение, выполняют четыре трактора С-100, установленные попарно. Соединение якорных тракторов с полиспастом выполнено через траверсу грузоподъемностью 50 т. В процессе подъема мачты краны одновременно передвигают в сторону фундамента так, чтобы усилия подъема всегда были направлены вертикально. Мачту поворачивают вокруг шарнира на угол 40—43°. После этого начинают второй этап подъема. Тяговым трактором натягивают 50-тонный полиспаст, соединенный с нижними оттяжками, после чего производят дистанционную растроповку кранов. Дальнейший подъем осуществляют только тяговым трактором.

Монтаж более высоких мачт подъемом в целом виде обычно осуществляют с помощью монтажной стрелы или вертолета (рис. 10.2).

Монтаж радио — и телевизионных башен производят преимущественно методом наращивания с помощью

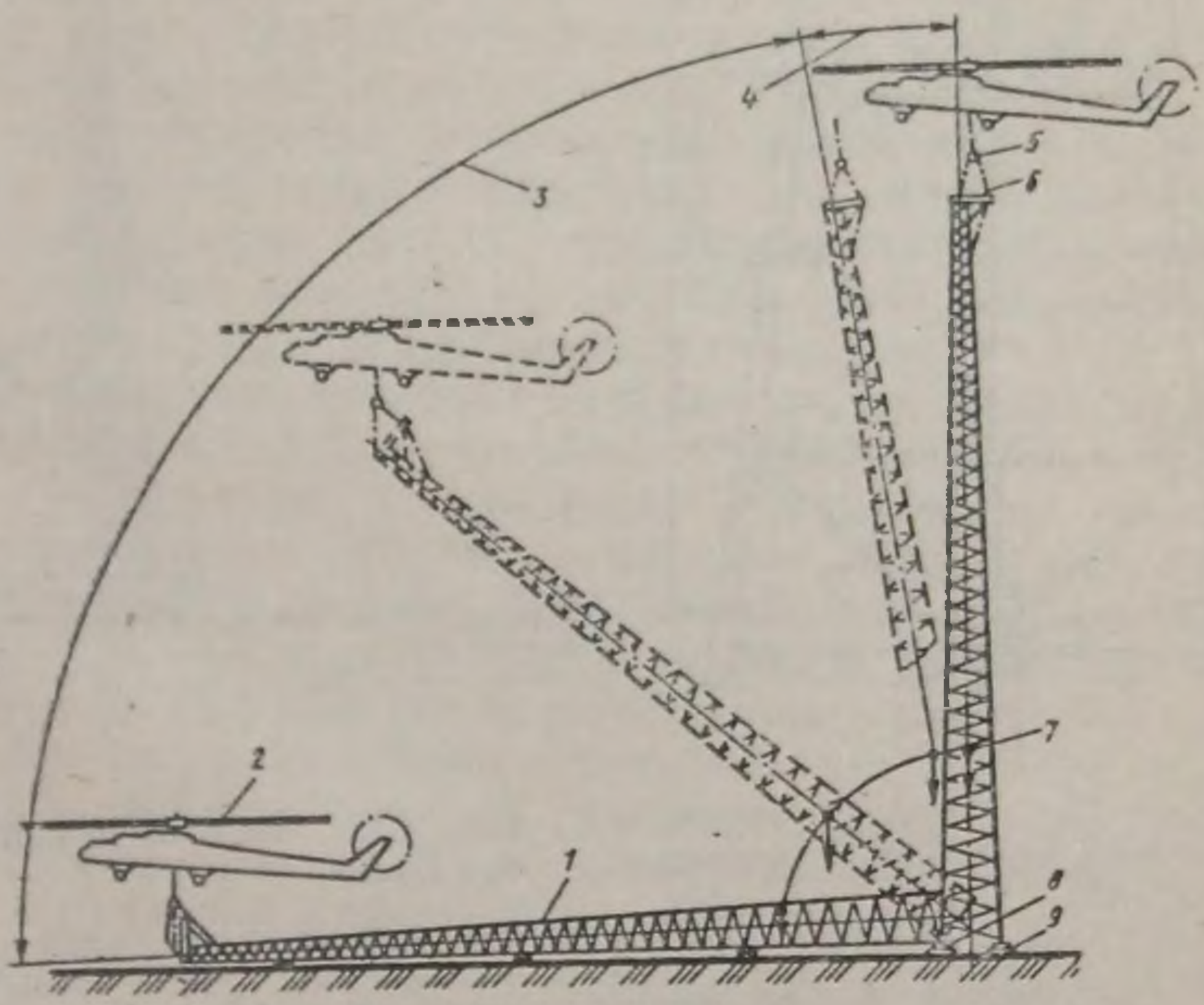


Рис. 10.3. Схема монтажа башни высотой 80 м с применением вертолета Ми-10К

1 — монтируемая башня; *2* — вертолет Ми-10К; *3* — первый этап подъема; *4* — второй этап подъема; *5* — балансирная траверса; *6* — подъемно-тормозная система; *7* — центр тяжести башни; *8* — шарнир поворота; *9* — дополнительная опора

монтажной мачты, универсального подвесного, либо самоподъемного крана или вертолета. Монтаж башен сравнительно небольшой высоты (примерно до 100 м, массой до 50 т) осуществляют методом поворота с помощью стрелового крана или вертолета (рис. 10.3). В отдельных случаях башни монтируют методом подращивания. При монтаже телевизионной башни подвесным краном (рис. 10.4) последний располагают

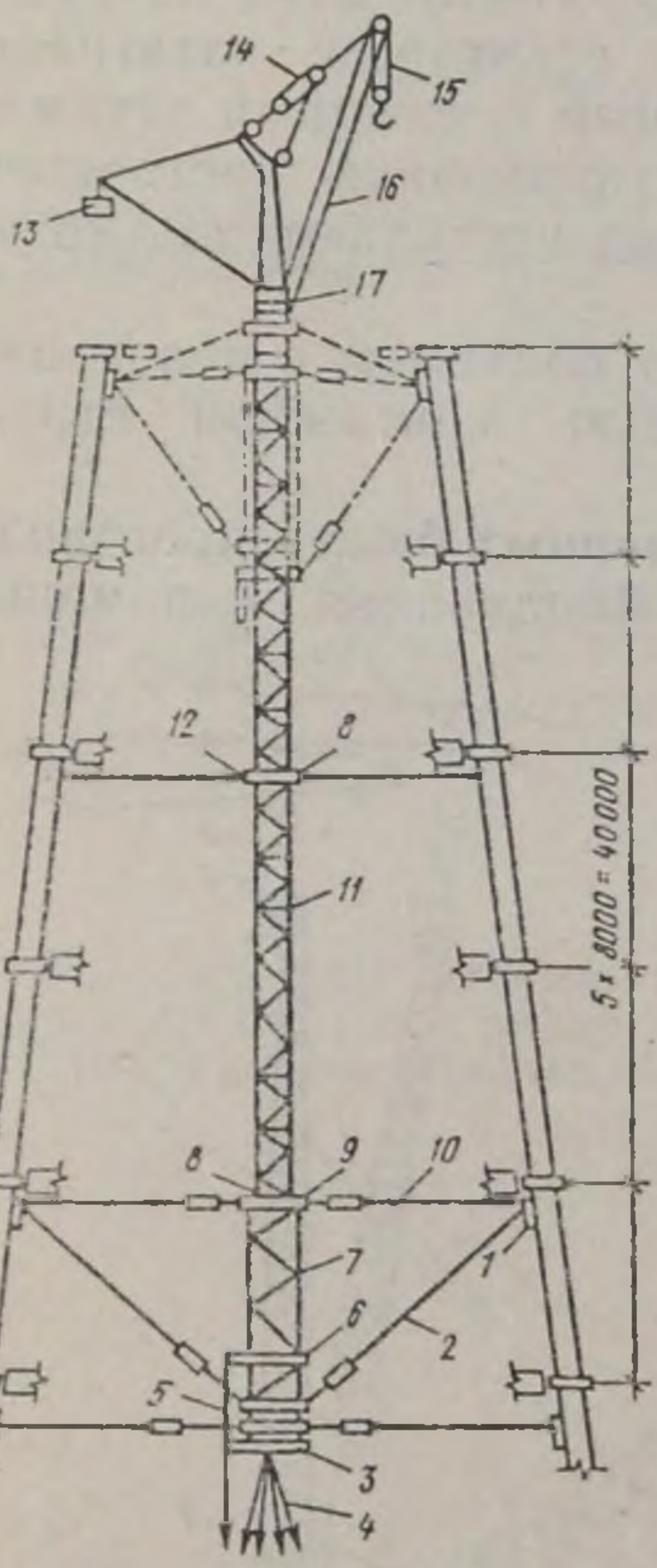


Рис. 10.4. Схема монтажа телевизионной башни подвесным краном

1 — скобы; *2, 10* — растяжки; *3, 6* — консоли; *4* — сбегающие нитки канатов; *5* — полиспаст; *7* — обойма крана; *8* — штырь; *9* — хомуты; *11* — мачты; *12* — рамка; *13* — контргруз; *14* — стреловой полиспаст; *15* — грузовой полиспаст; *16* — стрела; *17* — поворотный круг

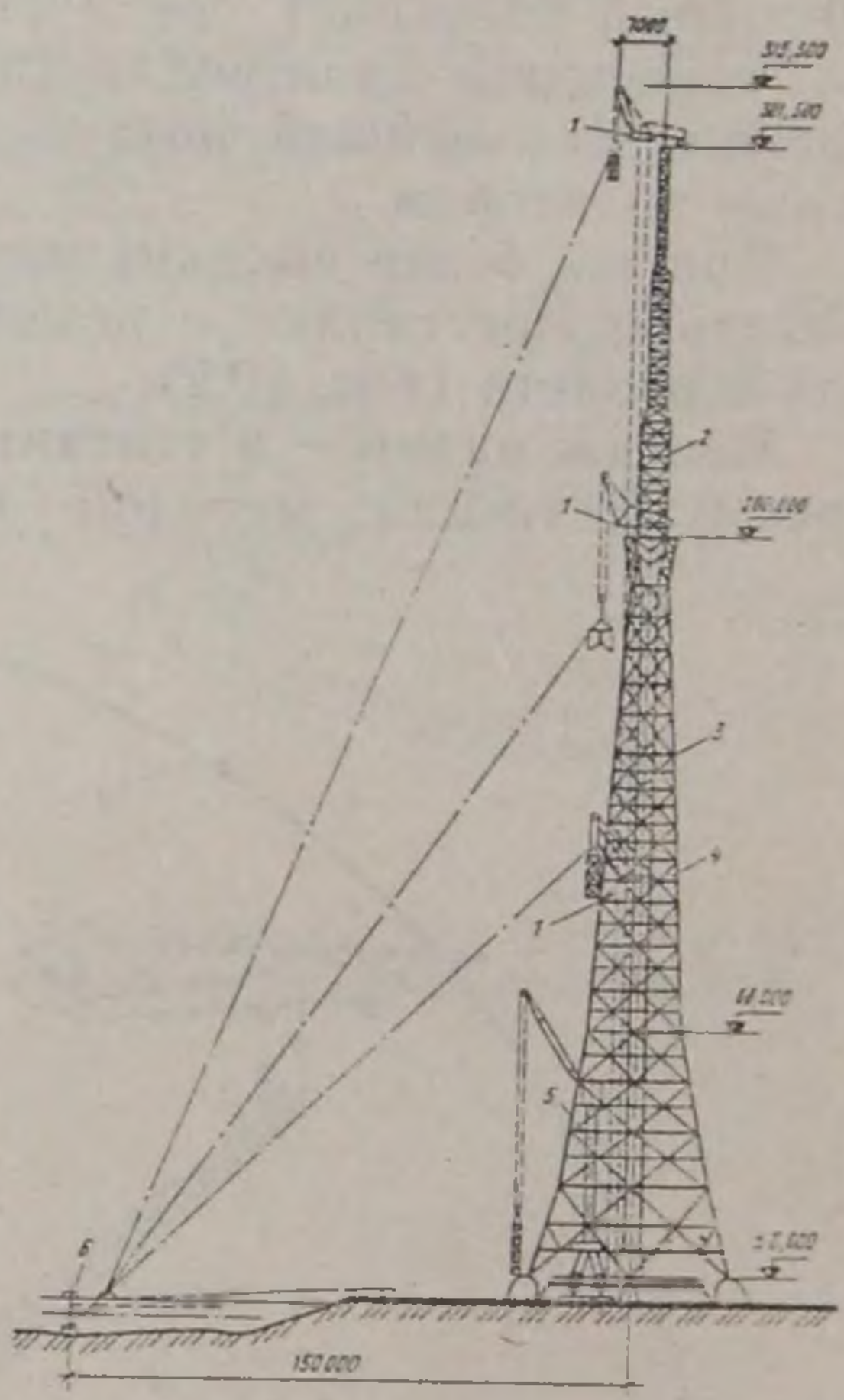


Рис. 10.5. Монтаж телевизионной башни

1 — самоподъемный кран в трех положениях; *2* — башенный кран; *3* — ствол башни; *4* — шахта лифта; *5* — антенная часть башни; *6* — речной якорь для оттяжки

и перемещают по оси башни. Обойму крана подвешивают к стойкам установленной секции посредством подвесок и расчаливают растяжками, закрепленными к хомутам на обойме и к скобам на стойках. Между консолью обоймы и консолью на нижнем конце мачты располагают полиспаст, с помощью которого мачту перемещают вверх. Мачта, состоящая из пяти секций, проходит внутри рамки, перемещаемой по мачте. Рамка в рабочем положении закрепляется штырем и расчаливается тросами к ногам мачты. Наверху мачты на поворотном круге, канат которого проходит через отводные ролики внутри башни, расположена стойка крана с оголовком, стрелой и контргрузом. Канат грузового полиспаста, стрелового полиспаста и канат подъема проходят также внутри мачты крана. Внизу все сбегающие нитки канатов направляются на барабаны соответствующих лебедок.

Из двух приведенных способов возведения телевизионных башен рациональнее второй — с применением подвесного монтажного крана. При использовании монтажной мачты требуется большее количество троса; для расчаливания верхнего конца ее к якорям, заложенным в землю, необходима значительная свободная площадь для размещения якорей расчалок; продолжительность возведения башни дольше; при перемещении и закреплении монтажной мачты необходимо особо повышенное внимание к обеспечению безопасности работ.

Стальные конструкции телевизионной башни высотой 315 м (рис. 10.5) монтировали наращиванием в проектном положении с помощью специального самоподъемного крана грузоподъемностью 15 т, поднимающегося на шахте лифтов и антенне. Конструкции антенны, особенно ее верхние части, не могли воспринимать монтажные нагрузки от самоподъемного крана. В связи с этим был создан кран с длинной мачтой, чтобы при монтаже антенны нагрузки от крана передавались на шахту и ствол башни. Кран состоял из поворотного оголовка со стрелой длиной 17 м и консолью противовеса.

Значительный интерес представляет монтаж этим методом Алма-Атинской радиотелевизионной башни высотой около 370 м. Она состоит из опорной части, ствола и антенны и в основании имеет диаметр 18,5 м. Опорная часть башни представляет собой кольцевой элемент из двух концентрических оболочек, соединенных поперечными диафрагмами. Ствол в плане решен в виде шестнадцатигранника с размещением в его верши-

нах стоек-колонн из сварных двутавров. Грани ствола облицованы панелями из профилированного алюминия. Верхняя часть башни — антенная этажерка высотой 120 м — состоит из набранных по высоте цилиндрических оболочек со ступенчатым изменением диаметра от 3 м в нижней части до 0,7 м — в верхней. Масса стальных конструкций составляет 4760 т и алюминиевой обшивки — 198 т.

Монтаж конструкций, как было сказано выше, производили методом наращивания краном ПВСПК-18 грузоподъемностью 18 т на высоте 13 м. Кран самоподъемный устанавливался внутри ствола башни со смещением от центра на 2,8 м. Длина ствола крана 128 м была назначена с учетом монтажа всех конструкций с трех рабочих стоянок. С первой стоянки крана на отм. 23,65 м монтировали конструкции до отм. 128,0, со второй — до отм. 248.0, с третьей — производился монтаж антенной части.

Конструктивное решение башни позволило собрать внутри нее антенную часть высотой 120 м, массой 198 т и выдвинуть ее затем целиком в проектное положение (рис. 10.6). Для этих целей на отм. 139,0 смонтировали площадку для опирания на нее ствола антенны при укреплении. Укрупнительную сборку производили, начиная с установки на площадке опорной части ствола антенны, предназначенного для закрепления на нем двух подвижных блоков полиспастов на 160 т каждый и обеспечения устойчивости антенны в конечный момент

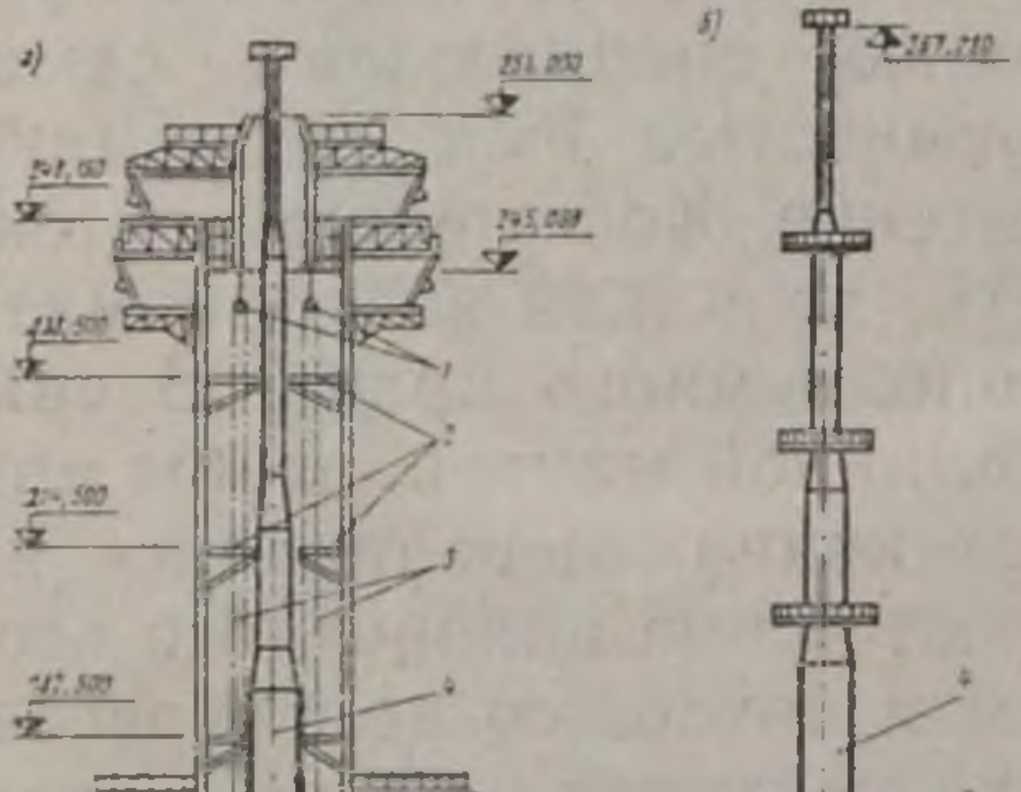


Рис. 10.6. Схемы укрупнительной сборки антенной части башни (а) и выдвижки ее (б) в проектное положение

1 — неподвижный блок полиспаста; *2* — направляющие; *3* — полиспаст; *4* — ствол антенны; *5* — опорная часть антенны; *6* — подвижной блок полиспаста; *7* — опорная площадка; *8* — сбегающие нити полиспаста; *9* — этажерка с подмостями для установки радиотелевизионного оборудования; *10* — опорный стакан антенны

выдвижения. Неподвижные блоки полиспастов закрепляли внизу проектной площадки на отм. 245,0 м. Для фиксации во время движения вертикального положения ствола антенны предусматривалось устройство системы направляющих внутри ствола башни — в трех уровнях (на отм. 182,5; 214,5 и 238,5) и в двух уровнях на опорном стакане антенны (на отм. 245,2 и 256,2).

Направляющие в стволе башни представляли собой упорные устройства, расположенные на проектных горизонтальных диафрагмах башни и фиксирующие ствол антенны в четырех диаметрально расположенных точках. На опорном стакане антенны направляющие представляли собой устройства в виде колец, что обеспечивало надежное защемление ствола антенны на последнем этапе выдвижения при возникновении максимального изгибающего момента от ветровой нагрузки.

Выдвижение антенны осуществлялось двумя полиспастами грузоподъемностью по 100 т, запасованными на две электрические лебедки ЛМН-12 через уравнительные ролики грузоподъемностью 20 т.

Метод монтажа антенны выдвижкой значительно сокращает продолжительность строительства, так как создается реальная возможность одновременного выполнения укрупнительной сборки антенной части и монтажа основного ствола башни. Кроме того, существенно улучшаются условия и безопасность труда по сравнению с методом наращивания антенны в проектном положении.

Технология вертолетного монтажа башен методом поворота имеет существенные преимущества по сравнению с методом наращивания. Вертолет монтирует конструкции, масса которых в 2—3 раза (в зависимости от положения центра тяжести груза) превышает его грузоподъемность. Вертолет взаимодействует с зафиксированным в монтажных шарнирах сооружением, а не со свободно висящим на внешней подвеске грузом. В связи с этим уменьшается или исключается применение направляющих и фиксирующих приспособлений (ловителей) и подмостей в зоне стыков, исключаются затраты труда на их изготовление и перестановку. Точность установки конструкции зависит не столько от уровня пилотирования, как от точности и качества сборки конструкций в горизонтальном положении, установки анкерных устройств на фундаментах. Обеспечивается максимальная безопасность работ, так как монтажники в момент подъема башни находятся вне опасной зоны.

Опоры линий электропередачи (ЛЭП) по назначению и положению на трассе разделяют на промежуточные, которые лишь поддерживают провода, и анкерные, основное назначение которых — восприятие натяжения проводов и тросов. Анкерные опоры бывают угловые, располагаемые в точках поворота трассы ЛЭП, и концевые, устанавливаемые в начале и конце трассы. Опоры изготовляют стальные (на напряжение 330—550 кВ), железобетонные (на напряжение 110—500 кВ и менее) и деревянные (на напряжение 110—220 кВ и менее). Высота опор на трассах ЛЭП напряжением 110—500 кВ с относительно спокойным рельефом местности составляет 15—30 м, а при большой разности отметок, например в местах переходов через реки, поймы, водохранилища, ущелья, железные дороги, автострады, каналы и др., достигает 120 м.

Сборные фундаменты под опоры монтируют с помощью автомобильных и гусеничных кранов. В зависимости от массы фундаментов и состояния проездов используют автомобильные краны грузоподъемностью 6,3—10 т, краны-трубоукладчики и др. Для обеспечения правильного положения всех четырех фундаментов под широкобазовые опоры применяют инвентарный шаблон в виде жесткой рамы из уголковой стали с отверстиями, соответствующими расположению анкерных болтов на фундаментах. Шаблон накладывают с помощью крана сразу на все опущенные в котлован фундаменты опоры, ориентируя его положение относительно оси линии электропередачи по рискам. После этого каждый фундамент передвигают краном так, чтобы все болты вошли в отверстия рамы. Шаблон снимают после окончательной выверки фундаментов и засыпки котлованов не менее чем на половину их глубины. При монтаже опор методом поворота фундаменты необходимо усиливать установкой временных упоров между верхней частью стоек и плотным грунтом для обеспечения их устойчивости при восприятии горизонтальных монтажных усилий.

Стальные опоры ЛЭП изготовляют преимущественно сварными пространственными секциями. В зависимости от условий транспортирования эти секции могут быть укрупнены на сборочных площадках и в целом виде (с траверсами или без них) перевозиться к месту установки. Если условия перевозки (ширина дорог, проездов, грузоподъемность транспортных средств) не позволяют транспортировать опоры секциями, их изго-

товляют из отдельных деталей, которые транспортируют в пакетах и собирают на болтах у мест установки Сборку опор производят с помощью автомобильных или гусеничных кранов: выкладывают укрупняемые части, соединяют их на сборочных болтах, предусмотренных проектом, и выверяют собранную конструкцию. Если же на заводе-изготовителе производят контрольную сборку, соединение частей у мест монтажа (на пикете) выполняют на проектных болтах без сборочных. В собранных опорах, кроме геометрических размеров, проверяют: симметричность подкосов по отношению к оси опоры; перпендикулярность траверс оси опоры; расположение осей подкосов и оси опоры в одной плоскости, перпендикулярной оси траверсы.

Опоры высотой до 50 м устанавливают преимущественно с помощью гусеничных или тракторных стреловых кранов. Застропив опору несколько выше центра тяжести, ее устанавливают обычным способом. Чтобы снизить центр тяжести опоры, к ее нижней части можно прикрепить тяжелые инвентарные плиты. Опоры больших размеров и массы поднимают с помощью падающей стрелы, используя тяговую и тормозную лебедки, однако при этом требуются многорольные полиспасты со сложным комплексом блоков, тросов и якорей. Более целесообразно применение совместно гусеничных кранов для подъема и тракторов для тяги и торможения, что значительно упрощает работу и сокращает ее продолжительность. При этом опору поднимают краном, устанавливают в наклонное положение, определяемое параметрами крана, и затем доводят ее до проектного положения тракторами. При использовании падающей стрелы опору собирают так, чтобы ее основание после поворота вокруг шарнира заняло на фундаменте проектное положение. Стрелу крепят к основанию опоры и тяговым тросом связывают с верхней частью.

Опоры линий электропередачи монтируют также безъякорным методом (рис. 10.7). В этом случае вспомогательную мачту устанавливают внутри опоры и крепят за ее башмаки двумя расчалками. После подъема опоры в положение, при котором центр ее тяжести располагается над осью установленных на башмаках поворотных шарниров, опору удерживают от опрокидывания с помощью тормозной расчалки, прикрепленной к трактору. При такой схеме подъема горизонтальные усилия, передаваемые от опоры на фундамент, незна-

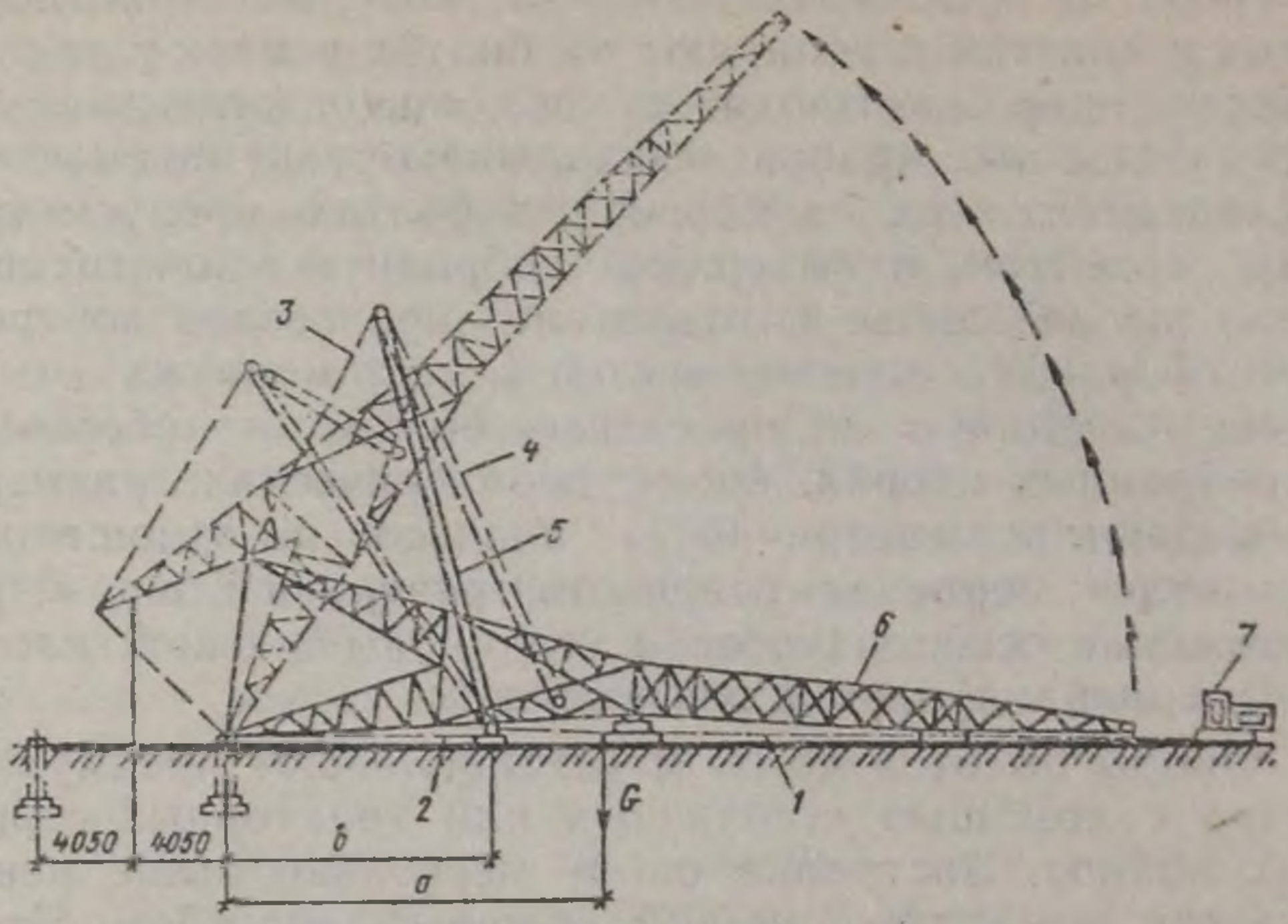


Рис. 10.7. Монтаж опор линий электропередачи безъякорным методом

1 — тяговый канат; *2* — нижние расчалки; *3* — верхние расчалки; *4* — подъемный полиспаст; *5* — вспомогательная мачта; *6* — положение опоры при сборке; *7* — трактор

чительны, и поэтому не требуется дополнительного раскрепления столбчатых фундаментов.

К установке опор целесообразно приступать только после устройства всех фундаментов и сборки опор на определенном участке трассы, без пропусков, так как возвращение на пропущенные пикеты приводит к большим затратам труда и времени.

Переходные опоры большой высоты и массы монтируют методом наращивания; секции собирают в вертикальном положении ползучим краном, вертолетом или с помощью монтажной мачты.

Железобетонные опоры грузят, транспортируют и разгружают с особой осторожностью, они более подвержены повреждению, чем стальные. Погрузку длинных стоек следует производить с применением монтажных траверс, а при перевозке по железной дороге их грузят на сцепы из трех платформ. Железобетонные стойки опор, доставленные на пикет без траверс, соединяют со стальными траверсами посредством болтов. Болты пропускают через отверстия в уголках траверсы и через стальные трубки, заделанные в стойку при ее изготовлении.

Крепление может осуществляться также стальными хомутами, охватывающими стойку.

При сборке анкерных плоскостных опор на тросовых оттяжках с двумя траверсами обе стойки и траверсы вкладывают на выровненной плоскости у места установки. Затем стойки соединяют с траверсами и крепят концы оттяжек. Собранная таким образом опора обладает достаточной жесткостью для подъема ее целиком без применения временных связей между стойками.

Железобетонные опоры со стальными траверсами устанавливают на весу с помощью стреловых кранов. Опоры с более тяжелыми железобетонными траверсами поднимают трактором с падающей стрелой. В отличие от стальных опор концы подъемного троса при высоте железобетонной опоры 15 м и более закрепляют на стойке в двух местах — под верхней и нижней траверсами, чтобы уменьшить в ней монтажные усилия. В начале подъема низ опоры упирается в стенку котлованов, благодаря чему нижний тормозной трос не требуется. Тормозные расчалки, необходимые в конце подъема, когда стрела выходит из работы, крепят к стойке под средней траверсой.

Монтаж опор ЛЭП с помощью вертолетов. В труднодоступных гористых, болотистых и лесных местностях, где устройство дорог, транспортирование опор ЛЭП, материалов к местам установки весьма сложны, экономически невыгодны или технически невозможны, целесообразно применение вертолетов не только для доставки деталей опор на пикеты, но и для их монтажа.

В этом случае опоры или секции доставляют вертолетом к месту установки подвешенными на стропах в горизонтальном положении и укладывают вблизи фундаментов при зависании и плавном опускании вертолета. Возникающая при этом слабина стропы позволяет быстро отцеплять груз. Элементы опор собирают на земле и крепят к фундаменту посредством инвентарного шарнира. Связь между вертолетом и монтажниками осуществляется по радио или внутреннему переговорному устройству.

Монтаж высоких опор осуществляют в целом виде методом поворота с помощью одного-двух вертолетов или крупными блоками методом наращивания с помощью вертолета. Нижнюю часть опор примерно до высоты 50 м монтируют гусеничным краном. Чтобы точно установить блоки в проектное положение, к выступающим верхним концам поясов монтируемого блока с по-

мощью болтов заранее крепят стыковые накладки с наклонными направляющими стержнями, которые значительно облегчают установку монтируемой секции и предупреждают возможность соскальзывания нижних ее концов со стыковых накладок. Чтобы нижние концы поясов монтируемой секции не расходились, их стягивают стальной проволокой. Для предупреждения раскачивания и вращения секции в полете к низу фюзеляжа вертолета крепят жесткую раму, охватывающую верх подвешенной секции.

Монтаж прожекторных опор выполняют теми же методами, что и монтаж линий электропередач. При монтаже опор методом безъякорного подъема в первую очередь с помощью кранов и грузового полиспаста поднимают шевр до определенного угла, который зависит от расположения башмаков шевра, мест строповки, массы шевра и поднимаемой опоры. Затем шевром с использованием того же грузового полиспаста поднимают опору. После подъема и проектного закрепления опоры шевр опускают с помощью подъемного полиспаста. Горизонтальное усилие, возникающее в начале подъема в башмаках шевра, воспринимается тягами, соединяющими башмаки с шарнирами, закрепленными на опоре (рис. 10.8).

Метод безъякорного подъема позволяет выполнить работу в стесненных условиях без устройства якорей и сократить продолжительность монтажа.

Монтаж вертикальных аппаратов и конструкций. Аппараты массой до 100 т, монтаж которых производится кранами, по количеству составляют около 82%, а по массе — только 44%. В то же время аппараты от 201 до 300 т и выше по количеству находятся в пределах 11%, а по массе —42%. При этом аппараты массой выше 300 т требуют специальных монтажных грузоподъемных устройств, так как максимальная грузоподъемность кранов реализуется только при коротких стрелах и минимальных вылетах. Это относится и к монтажу аппаратов высотой более 41 м. Поднимаемый аппарат такой высоты целесообразно монтировать грузоподъемными устройствами, выбрав рациональный способ его установки на фундамент. Установка аппаратов кранами на высокие фундаменты усложнена, особенно для аппаратов большой массы, так как с увеличением длины стрелы резко падает грузоподъемность крана. Установка аппаратов на высокие фундаменты поворотом вокруг шарнира нецелесообразна, так как

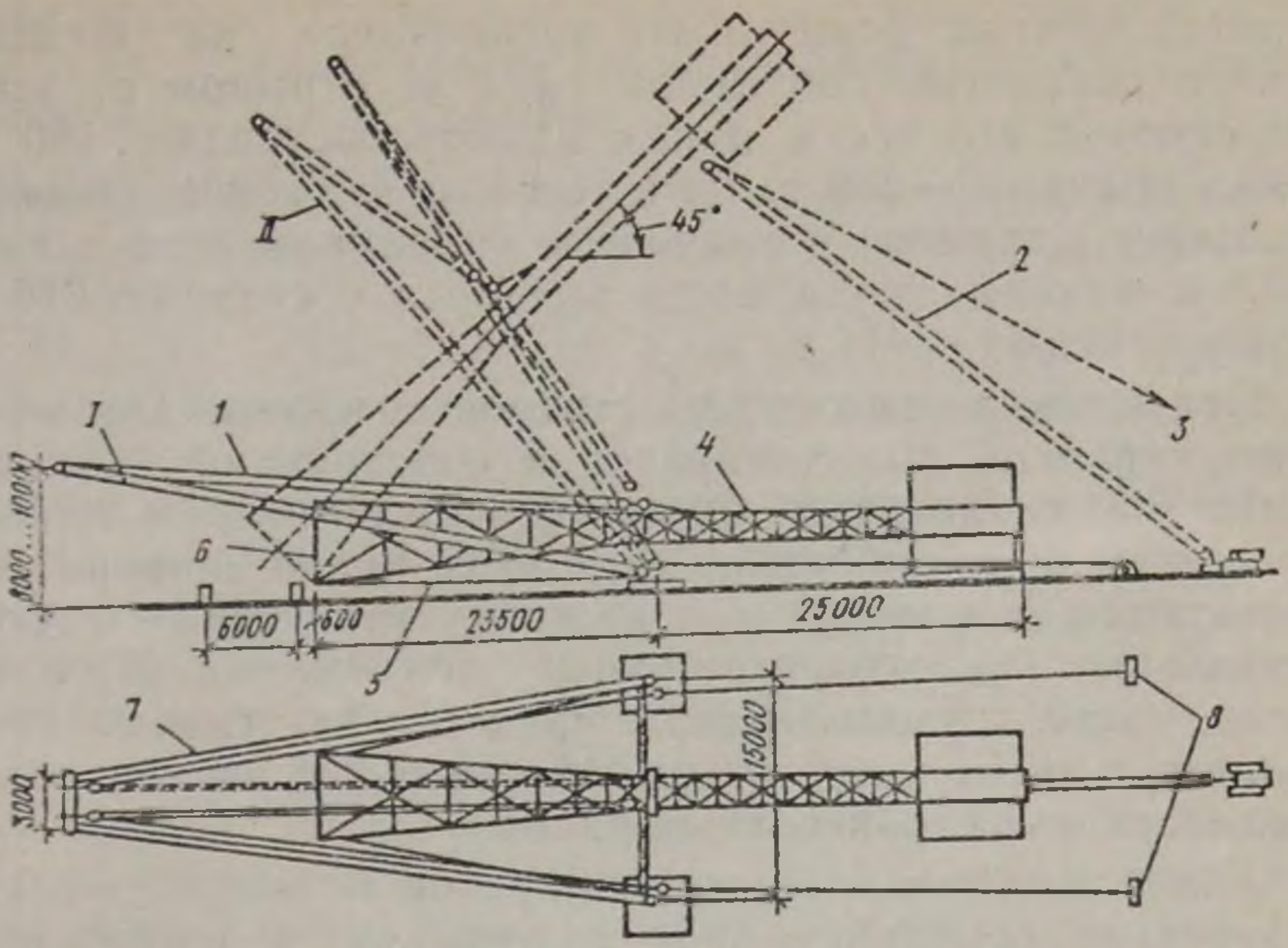


Рис. 10.8. Монтаж прожекторной опоры способом безъякорного подъема

I, II — различные положения шевра; *1* — подъемный полиспаст; *2* — тормозной полиспаст; *3* — отводная нитка на трактор; *4* — усиление опоры; *5* — тяга на усилие, соединяющая башмаки шевра и опоры; *6* — монтажная распорка; *7* — шевр.

возникают значительные горизонтальные нагрузки, создающие опрокидывающий момент на фундамент, что может привести к его разрушению. Это положение не относится к способу выжимания.

Применение на монтаже вертикальных конструкций самоходных стреловых кранов по сравнению с использованием мачт и других такелажных устройств повышает производительность труда при значительном снижении сроков и трудоемкости монтажных работ.

Вертикальные конструкции в зависимости от массы, габарита и высоты опорного фундамента, места его расположения и застройки площадки, а также от характеристики имеющихся в наличии стреловых кранов могут устанавливаться непосредственно на фундамент «с отрывом от земли» опорной части или поворотом вокруг шарнира с использованием одного, двух и более кранов. Широкое распространение за последние годы получило использование двух, трех и более кранов, работающих совместно.

Опыт применения отечественных самоходных стреловых кранов показывает, что максимальная масса ап-

парата, которая может быть установлена на фундамент в полностью собранном виде «с отрывом от земли» опорной его части одним краном составляет 160 т, двумя кранами —288 т. При монтаже (методом поворота вокруг шарнира) в полностью собранном виде одним краном максимальная масса аппарата составляет 218 т, двумя кранами —411 т.

Применение самоходных стреловых кранов для монтажа вертикальных аппаратов и конструкций массой свыше 300 т, высотой более 40 м и диаметром 2—5 м не всегда целесообразно. Для этих целей широко используются различные монтажные устройства — мачты, портальные и четырехстоечные подъемники. В то же время такие грузоподъемные средства затягивают продолжительность монтажных работ и резко увеличивают стоимость подготовительных работ.

Монтаж вертикальных аппаратов и конструкций в полностью собранном виде «с отрывом от земли» при помощи монтажных мачт, портальных четырехстоечных подъемников и других грузоподъемных средств производится в следующей последовательности: рядом с фундаментом устанавливают грузоподъемное устройство, аппарат или конструкцию укладывают таким образом, чтобы место строповки находилось под грузовыми полиспастами грузоподъемного устройства. Производится строповка аппарата за монтажные штуцера или цапфы, после чего осуществляется подъем их при помощи лебедок и грузовых полиспастов.

Для того, чтобы грузовые полиспасты сохраняли вертикальное положение, низ аппарата или конструкции, опирающийся на тележки (платформы или сани), в процессе подъема подтягивают при помощи лебедок, тракторов или других средств в сторону фундамента. При подходе к фундаменту нижнюю часть аппарата или конструкции отрывают от земли и приподнимают над фундаментом, оттягивая ее оттяжным полиспастом для предотвращения удара о фундамент. Оттяжной полиспаст распускают до тех пор, пока аппарат (или конструкция) не займет вертикального положения. После этого аппарат или конструкцию опускают на фундамент и крепят анкерными болтами.

Преимуществами способа монтажа «с отрывом от земли» являются: возможность установки аппаратов и конструкций на фундаменты любой высоты; отсутствие

в процессе монтажа каких-либо нагрузок, отличных по величине и направлению от проектных; простота определения усилий в оснастке.

10.3. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, МАШИН, МЕХАНИЗМОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Монтаж тяжеловесных крупногабаритных вертикальных аппаратов и конструкций является наиболее трудоемким видом механомонтажных работ. Экономическая и техническая целесообразность монтажа определяются уровнем затрат труда на сборку и установку грузоподъемных средств и их разборку, а также трудоемкостью самого способа подъема, который во многом определяется такелажными средствами и схемой их использования. Таким образом, от конструкции подъемных средств, их массы, общей грузоподъемности полиспастов, количества электролебедок, площади, занимаемой устройством, высоты и возможности установки его в рабочее положение стреловыми кранами малой грузоподъемности во многом зависит экономическая эффективность монтажных работ.

Рациональными и экономичными грузоподъемными средствами монтажа вертикальных тяжеловесных аппаратов и конструкций являются стреловые самоходные краны. Наиболее эффективно краны используются тогда, когда в максимальной степени используются их грузоподъемность и производительность в течение достаточно продолжительного времени. Чем больше грузоподъемность крана, тем труднее обеспечить максимальное использование его параметров на одном объекте. Вместе с тем сложнее и дороже переброска его с объекта на объект. Это противоречие породило создание различных способов временного увеличения грузоподъемности стреловых самоходных кранов и использование совместной работы двух, трех и четырех кранов при монтаже аппаратов и конструкций, масса которых значительно превышает грузоподъемность отдельно взятого крана.

Отечественный и зарубежный опыт монтажа вертикальных аппаратов массой от 300 до 700 т свидетельствует о широком использовании для их установки монтажных устройств — мачт, портальных и четырехстоечных подъемников.

При сравнении эффективности разных способов монтажа необходимо учитывать экономический эффект, по-

лучаемый от сокращения сроков монтажа и ускорения ввода объектов в эксплуатацию. Поэтому в проекты производства работ необходимо закладывать способы подъема и установки тяжеловесных аппаратов и конструкций экономически наиболее эффективные.

Для этого целесообразно составлять подробные калькуляции затрат труда и себестоимости работ на одну и ту же группу тяжеловесных аппаратов на основе предварительно разработанных нескольких вариантов схем подъема и способов монтажа. Это особенно важно для монтажа конструкций аппаратов массой 300 т и более.

10.4. СТРОЙГЕНПЛАН ОБЪЕКТА, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

В условиях строительства промышленных предприятий или их реконструкций для подготовки конструкций аппаратов к установке организуют сборочную площадку, на которой выполняют все подготовительные работы. Размер площадки принимают из расчета размещения на ней аппаратов в горизонтальном положении, а также необходимых временных сооружений (кладовых для материалов, деталей аппаратов, приспособлений и др.), грузоподъемных механизмов и такелажных средств и приспособлений. В районе монтажной площадки целесообразно заранее смонтировать подземные коммуникации, спланировать площадку, подготовить подъезды для перемещения аппаратов к месту их установки. Площадка должна быть обеспечена водой, электроэнергией, сжатым воздухом, а в зимних условиях паром. До установки вертикальных аппаратов на фундамент около них не должны возводиться наземные строительные конструкции зданий и сооружений, которые могут усложнить монтаж аппаратов, что регламентируется совмещенным графиком.

По способу хранения оборудование делится на следующие группы: оборудование, не требующее защиты от атмосферных осадков, подлежит хранению на открытых площадках и эстакадах; оборудование, требующее защиты от прямого попадания атмосферных осадков и не чувствительное к температурным колебаниям, подлежит хранению в полуоткрытых складах (под общими и индивидуальными навесами). Оборудование, требующее защиты от атмосферных осадков и малочувствительное к температурным колебаниям, а также все мелкие детали подлежат хранению в закрытых и неутеп-

ленных складах; приборы, подшипники качения, ответственные механизмы, чувствительные к температурным колебаниям, подлежат хранению в закрытых утепленных складах.

Склады, навесы, эстакады и открытые площадки для хранения оборудования оснащают грузоподъемными средствами, предназначенными для разгрузки, укладки, перемещения и погрузки оборудования.

Оборудование необходимо укладывать и хранить на приобъектных складах таким образом, чтобы исключить возможность его повреждения и иметь свободный доступ к нему для осмотра, перемещения и комплектной выдачи в монтаж.

В основу методики определения **технико-экономической эффективности** варианта монтажа для вертикальных аппаратов массой 300 т и более приняты следующие основные положения:

— идентичность условий монтажа вертикальных аппаратов на строительной площадке и возможность применения в сравниваемых вариантах устройств, приспособлений, стреловых самоходных кранов и транспортных средств, а также доставки аппарата к фундаменту в полностью собранном виде, испытанного и уложенного в положение, не требующее разворота аппарата перед подъемом;

— унификация общих вспомогательных процессов, например, доставка такелажной оснастки и приспособлений к месту монтажа, установка шарниров, якорей, лебедок, а также укладка рельсовых путей (опорных оснований) под тележки (платформы) для опирания нижней части аппарата;

— включение в показатели «материальные ресурсы» стоимости изготовления приспособлений разового применения для подъема вертикальных аппаратов;

— рациональная технология работ и параметры кранового и такелажного оборудования для каждого варианта.

Экономические показатели каждого способа отражают величину затрат труда, затрат на использование машин и механизмов, материалов и заработную плату, необходимые амортизационные отчисления на капитальные вложения, продолжительность работ и накладные расходы.

Расчет суммарных приведенных затрат на монтаж группы одинаковых вертикальных аппаратов производится по формуле

$$П = С + Е_н К_{,тг},$$

где С — себестоимость работ по монтажу одного или группы аппаратов в тг (при расчете себестоимости учитывают затраты на заработную плату, накладные расходы, расходы на эксплуатацию машин и затраты на материалы); $Е_н$ — нормативный коэффициент эффективности для строительного производства; К — удельные капитальные вложения на монтаж одного или группы аппаратов в тг

$$К = \sum_{i=1}^{m} \frac{К_t t_t}{t_i}$$

$К_i$ — инвентарно-расчетная (балансовая) стоимость машины каждого вида; t_i — число смен работы в год (машины каждого вида); m — количество машин, занятых на монтаже одного или группы аппаратов.

10.5. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЧТОВО-БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ АППАРАТОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Решение задач по развитию энергетики, средств связи, химической и нефтеперерабатывающей промышленности требует высокой индустриализации монтажных работ и повышения степени заводской готовности.

В целом проблему повышения эффективности возведения мачтово-башенных конструкций и вертикальных аппаратов необходимо рассматривать как комплексное мероприятие народнохозяйственного значения, обеспечивающее ускорение освоения природных богатств.

Особенности возведения сооружений башенного и мачтового типа и вертикальных аппаратов часто обусловлены производством работ в условиях сложившегося генплана промышленного предприятия и городской застройки с действующими разветвленными системами различных коммуникаций и инфраструктурой. Это усложняет организацию и производство работ по возведению высотных сооружений, затрудняет применение прогрессивных крупноблочных методов монтажа и средств механизации, предъявляет особые требования к конструктивно-компоновочным решениям возводимого сооружения и охране труда.

Особенности возведения вертикальных сооружений обусловливают кроме того целый ряд специфических трудностей, связанных с большими весовыми характе-

ристиками и габаритами, что требует применения более мощных стреловых кранов и других грузоподъемных устройств.

В этой связи возрастает значение технологического проектирования на стадиях разработки технического проекта и инженерной подготовки производства и оно должно быть компенсировано за счет прогрессивных решений по всем аспектам технологии возведения мачтово-башенных конструкций и вертикальных аппаратов.

11. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ

11.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ РЕЗЕРВУАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для хранения нефти, нефтепродуктов, газов широко применяют различные надземные металлические емкостные сооружения больших диаметров: вертикальные цилиндрические резервуары, изотермические резервуары, цилиндрические и сферические газгольдеры и др.

Как правило, указанные типы оборудования — это крупногабаритные сварные листовые конструкции. Вопросы организации их изготовления и монтажа решают в зависимости от размеров, массы, возможностей предприятий, условий транспортирования. Основная идея индустриализации требует, чтобы максимальное число работ по обработке металла, сборке, сварке, контролю аппаратуры производилось в условиях заводов с высоким уровнем механизации и автоматизации процессов.

Важное направление на снижение удельного веса работ, выполняемых на монтажной площадке,— внедрение в практику способов монтажа оборудования укрупненными блоками, поставляемыми промышленностью. В такие блоки могут быть включены один или несколько технологических аппаратов.

В случаях, когда доставка полностью собранных аппаратов или емкостей затруднительна и нерентабельна, применяют технические решения, обеспечивающие выполнение большей части сборочно-сварочных работ в заводских условиях. Пример такого высокоэффектив-

ного решения — разработка отечественной технологии заводского изготовления из плоских полотнищ, сворачиваемых в рулоны, днищ и стенок крупногабаритных стальных вертикальных резервуаров.

Методы изготовления и монтажа технологической аппаратуры, емкостных сооружений постоянно совершенствуют. Снижению трудоемкости и стоимости работ, сокращению сроков строительства способствует реализация комплекса мероприятий, направленных на механизацию и автоматизацию сварочных работ, повышение монтажной и транспортной технологичности, заводской готовности.

При этом монтажную технологичность следует рассматривать как совокупность определенных качеств оборудования, характеризуемых минимальными затратами на выполнение работ по доставке и установке оборудования в проектное положение, созданию технологической линии и вводу ее в эксплуатацию.

Транспортная технологичность — самостоятельная категория, отражающая пригодность оборудования к определенным видам доставки на объект монтажа.

Заводская готовность отражает степень завершенности изготовления, в то время как монтажная готовность определяет уровень соответствия требованиям наиболее рациональной технологии монтажа, например оснащенность оборудования средствами для транспортирования, установки, выверки, сборочно-сварочных работ, термообработки и т. д.

11.2. МОНТАЖ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ

Вертикальные цилиндрические резервуары вместимостью 5—100 тыс. $м^3$ имеют высоту стенки 12 и 18 м, диаметр 23—89 м.

Резервуары монтируют на песчаном основании, представляющего собой уплотненную песчаную или гравийную подушку. Для предохранения днища от коррозии основание пропитывают мазутом или гидрофобной смесью и укатывают катками. При этом к центру резервуара основание имеет подъем с уклоном порядка 1—2%.

Рулонированные конструкции резервуаров обычно поступают на строительную площадку по железной до-

роге на платформах. К месту монтажа от железной дороги их доставляют на трейлерах.

Рулонированные конструкции днищ разворачивают непосредственно на основании. Если днище состоит из нескольких частей, их совмещают в проектном положении с нахлесткой 40 мм, передвигая с помощью струбцины, троса и трактора.

В резервуарах вместимостью 10—50 тыс. м^3 окружность днища образуется из отдельно поставляемых более толстых краевых сегментов. Они с центральной частью днища свариваются внахлестку, а между собой — встык. Монтаж таких днищ начинают с раскладывания кольца из краевых сегментов, их выверки и соединения сваркой.

Центральную часть днища соединяют с краевыми сегментами временными прихватками, чтобы в последующем дать возможность свободным перемещениям частей днища от сварочных напряжений.

Корпус резервуара вместимостью до 5 тыс. м^3 поступает на монтажную площадку одним монтажным элементом в виде полотнища, свернутого в рулон, массой до 45—50 т. Иногда на него наворачивают и полотнища днища. В резервуарах вместимостью .10 тыс. м^3 и более увеличение диаметра и толщины стенок корпуса вызывает увеличение массы корпуса. Поэтому корпуса этих резервуаров изготавливают на заводах и направляют на монтаж в виде нескольких монтажных элементов — полотнищ, свернутых в рулоны массой примерно по 50—60 т каждый.

Монтаж стенки резервуаров из рулонированных элементов осуществляют в следующей последовательности: подготовка рулона к подъему; подъем рулона в вертикальное положение; разворачивание рулона, монтаж конструкций покрытия; замыкание и сварка монтажного корпуса, сварка кольцевого таврового шва; сварка швов, соединяющих краевые сегменты с центральной частью днища.

Рулоны стенок резервуаров вместимостью 100—700 м^3 можно устанавливать самоходными кранами малой и средней грузоподъемности. Подъем рулонов стенок больших резервуаров производят кранами большой грузоподъемности методом поворота вокруг шарнира, а при отсутствии крана используют этот метод с помощью шевра (А-образной стрелы).

Разворачивание рулона производят трактором с помощью троса, прикрепленного к временно приваривае

мой к рулону серьге. Разворачивание ведут поэтапно участками длиной около 6 м, после чего закрепляют нижнюю и верхнюю кромки. Рулоны высотой 18 м рекомендуется разворачивать участками длиной 1,5—2 м.

Нижняя кромка корпуса упирается в приваренные по краю днища ограничители и закрепляется прихватками. При необходимости кромку дополнительно прижимают к ограничителям клиньями или домкратами.

Верхнюю кромку полотнища фиксируют посредством щитов покрытия, устанавливаемых по мере разворачивания рулона.

Щиты подаются краном и опираются ловителями на верхнюю кромку корпуса, а противоположным концом — на конструкции центрального щита покрытия, который опирается на временную монтажную стойку. В резервуарах вместимостью 10 и 20 тыс. $м^3$ со сферическим покрытием верхнюю кромку стенки сначала фиксируют установкой элементов внутреннего распорного кольца. В резервуарах с плавающей крышей закрепление верхней кромки производят установлением с внешней стороны кольцевой площадки жесткости.

Завершающая операция монтажа стенки — замыкание вертикальных монтажных стыков. В малых резервуарах это соединение выполняют внахлестку. В резервуарах объемом 10 тыс. $м^3$ и более — встык.

Резервуары, предназначенные для хранения «светлых» продуктов, во избежание потерь от испарения оборудуют в дополнение к стационарной крыше еще и понтоном, либо они имеют только одну плавающую крышу. Понтоны и плавающие крыши, сооружаемые в отечественных резервуарах, близки по своей конструкции. Это — диск из сравнительно тонкого металла, толщиной 4—5 мм, обрамленный по периметру кольцом из коробов, открытых или закрытых сверху. Для плавающих крыш применяются только закрытые короба.

Центральную часть понтона или плавающей крыши поставляют в виде рулонов и разворачивают на ранее смонтированном днище резервуара. Монтажные соединения выполняют нахлесточными.

По окружности понтона или плавающей крыши монтируют уплотняющий затвор, перекрывающий кольцевое пространство — зазор между стенкой резервуара и краем понтона.

В настоящее время при монтаже резервуаров большой вместимостью (50 тыс. $м^3$) используется метод раз-

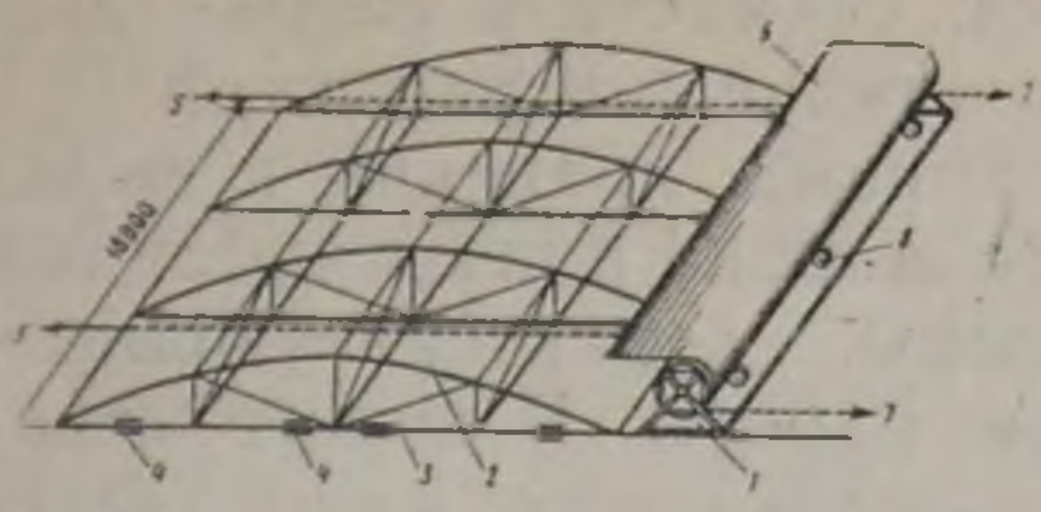


Рис. 11.1. Схема разворачивания секции стенки резервуара вместимостью 50 тыс. м³ в горизонтальном положении на кондукторе

1— стенд рулона; *2*— верхний криволинейный пояс кондуктора; *3*— нижний прямолинейный пояс кондуктора; *4*— поворотные шарниры; *5*— тяговые канаты лебедок для разворачивания рулона; *6*— рулон; *7*— удерживающие канатные тяги (на трактор или лебедку); *8*— прижимные ролики

ворачивания рулонов в горизонтальном положении на решетчатых кондукторах, имитирующих поверхность стенки, с последующим подъемом кондуктора с развернутым на нем рулоном стенки в проектное положение.

Кондуктор (рис. 11.1) представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из нескольких плоских ферм, соединенных прогонами и связями. Верхние пояса ферм — криволинейные и выполнены по кривизне стенки резервуара, нижние — прямолинейные. Размер кондуктора позволяет разместить на нем полотнище, разворачиваемое из одного рулона.

Рулон укладывают на роликовый стенд, с которого его с помощью двух лебедок разворачивают и надвигают на кондуктор. Концы полотнищ распрямляют, обкатывая по ним цилиндрический барабан-каркас, извлекаемый из рулонов днищ. К полотнищу на кондукторе прикрепляют и приваривают элементы верхней кольцевой площадки и промежуточных колец жесткости. На время монтажа полотнище временно скрепляют с кондуктором.

Кондуктор с полотнищем с помощью крана поворачивают в шарнирах вокруг нижнего основания, расположенного у края днища. Переведенное в вертикальное положение полотнище присоединяют одной кромкой к вертикальной кромке ранее смонтированной части стенки. Нижние кромки полотнища совмещают с риской на краю днища и прихватывают к нему. Вторую вертикальную кромку полотнища прикрепляют к временной монтажной стойке. Каркас отсоединяют от полотнища и укладывают на днище в нужное положение для монтажа следующей части стенки. Процесс повторяют.

Данная технология позволяет перенести значительную часть монтажных и сварочных работ в удобные и

безопасные наземные условия, совместить сборку элементов резервуара с общестроительными работами.

Газгольдеры служат для приема, хранения и выдачи различных газов. Наиболее широко применяются так называемые мокрые газгольдеры, характеризующиеся безопасностью и надежностью работы. В конструктивном отношении мокрые газгольдеры имеют много общего с вертикальными резервуарами. Это позволяет при изготовлении и монтаже мокрых газгольдеров применять те же технологические приемы: сварку плоских (днищ) и цилиндрических (стенки резервуара, телескопа и колокола) элементов. Мокрые газгольдеры вместимостью до 30 тыс. $м^3$ сооружают по типовым проектам.

Рулонирование полотнища днищ и стенок резервуара, телескопа и колокола газгольдера изготавливают на обычных стендах для рулонирования.

Днища однозвенных газгольдеров объемом до 1 тыс. $м^3$ изготавливают в виде цельных полотнищ. Массы днища, стенок резервуара и колокола таковы, что все три полотнища этих газгольдеров можно поставлять на монтажную площадку свернутыми в один рулон. На каркас вначале наворачивают колокол, затем стенку резервуара и снаружи — днище.

При изготовлении газгольдеров объемом 3 тыс. $м^3$ и более днище изготавляют из нескольких частей и сворачивают в один самостоятельный рулон или наворачивают на рулоны других цилиндрических элементов газгольдера. Стенку резервуара обычно наворачивают на каркас шахтной лестницы. Для рулонов днища и колокола в качестве каркаса применяют инвентарные трубчатые стойки с кольцами жесткости. Одна из этих стоек использована при сборке сферического каркаса перекрытия.

Краевые сегменты покрытия поставляют в виде отдельных сегментов, которые подлежат дальнейшему укрупнению на монтажной площадке. Листовое покрытие центральной части можно изготовить в виде рулонов.

Внешние и внутренние направляющие, ригели связи и другие конструкции выполняют как обычные металлоконструкции.

Монтаж днищ газгольдеров из рулонированных заготовок выполняют аналогично монтажу днищ резервуаров. Днища, поставляемые на площадку целиком, разворачивают сразу в проектное положение. Днища газгольдеров, состоящие из нескольких частей, монти-

руют, разворачивая вначале боковые части, а затем центральную часть сразу в проектное положение. Разворачивание всех полотнищ в проектное положение осуществляют несколькими перекатываниями рулона по основанию.

Особенность монтажа газгольдеров из рулонированных конструкций состоит в том, что на днище устанавливают несколько рулонов — от двух до пяти штук.

Рулоны телескопа и колокола устанавливают на специальных постаментах, обеспечивающих разворачивание полотнища на уровне двутавровых подкладок, на которые телескоп и колокол опираются в проектном положении.

Рулоны обычно поднимают кранами, которые затем используют для монтажа перекрытия и других конструкций газгольдера. Применяют установку рулонов посредством шевра (А-образной стрелы).

В центре днища устанавливают монтажную стойку, предназначенную для поддержания перекрытия газгольдера во время монтажа.

К верхнему торцу стойки прикрепляют оголовок с опорным кольцом. К последнему на болтах с помощью сварки крепят вершины секторов перекрытия. Покрытию придают строительный подъем, который в зависимости от диаметра газгольдера принимают равным от 50 до 150 мм.

Разворачивание рулонов цилиндрических оболочек газгольдера возможно двумя способами: параллельным и последовательным разворачиванием (рис. 11.2). При выполнении работ последовательным способом разворачивание стенок телескопа и колокола выполняют после монтажа резервуара и установки на нем кольцевых площадок. При параллельном разворачивании ведут одновременный монтаж стенок резервуара, телескопа и колокола. Вертикальность разворачиваемого полотнища регулируют винтовыми стяжками, установленными на расчалках.

В процессе разворачивания стенки резервуара устанавливают кольцевые площадки. Это позволяет сохранять правильную форму верхней кромки стенок. Кроме того, благодаря монтажу кольцевых площадок по мере разворачивания полотнище резервуара приобретает дополнительную устойчивость против ветровых нагрузок.

Монтаж телескопа начинают с укладки опорного кольца, затем разворачивают рулонированное полот-

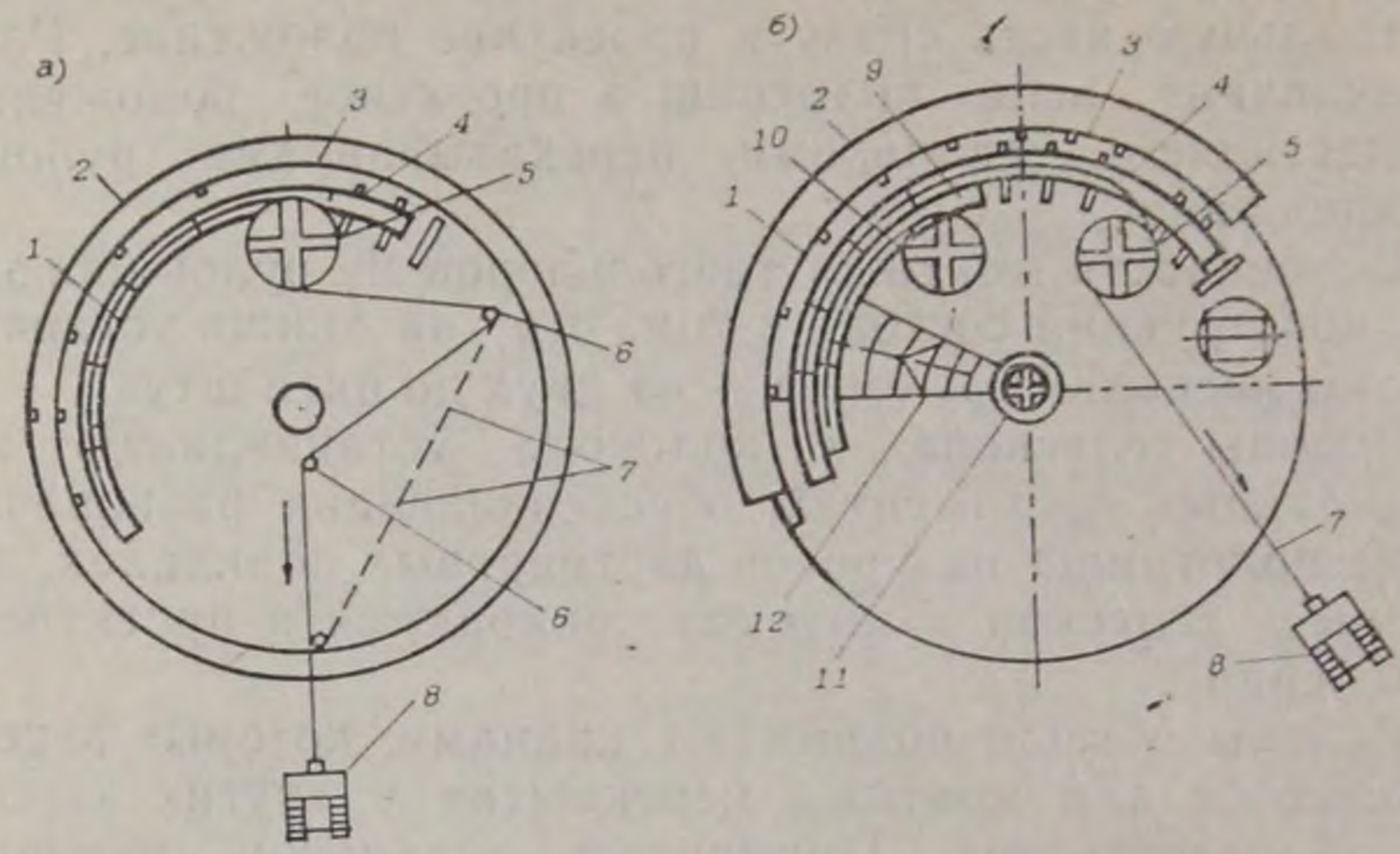


Рис. 11.2. Монтаж мокрых газгольдеров из рулонированных конструкций с последовательным (а) и параллельным (б) разворачиванием рулонов

1 — днище; *2* — стенка резервуара с направляющими; *3* — гидрозатвор телескопа; *4* — подкладки; *5* — рулон телескопа; *6* — отводные блоки; *7* — трос; *8* — трактор; *9* — гидрозатвор колокола; *10* — рулон колокола; *11* — центральная монтажная стойка; *12* — стропила покрытия колокола

нище стенки, устанавливают на нем направляющие ролики и монтируют верхний гидрозатвор. Опорное кольцо телескопа из отдельных сегментов укладывают на двутавровых подкладках с учетом проектного размещения монтажных стыков между сегментами.

Нижнюю кромку полотнища телескопа прихватывают электросварными швами по намеченной риске к опорному кольцу. У верхней кромки устанавливают радиальные упоры из уголка, привариваемые к стенке резервуара. Длина их соответствует проектному расстоянию между стенкой резервуара и телескопа. На участках телескопа по мере разворачивания монтируют внутренние направляющие.

Монтаж гидрозатворов — наиболее ответственная работа, от тщательности которой в значительной мере зависит нормальная эксплуатация газгольдера. Наиболее эффективен монтаж гидрозатворов укрупненными в кондукторе блоками.

Рулон колокола разворачивают таким же образом, как и рулон телескопа. Нижнюю кромку колокола в процессе разворачивания прихватывают к гидрозатвору электросварными швами по намеченной риске.

Монтаж перекрытия колокола ведут предварительно укрупненными блоками. Размеры блока зависят от конструкции перекрытия. Минимальный блок-сектор перекрытия образуют двумя стропильными полуфермами и соединяющими их связями.

11.3. МОНТАЖ СФЕРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ

Сферические емкостные сооружения — резервуары и газгольдеры — используют для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, сжиженных и сжатых газов, а также для проведения отдельных технологических процессов при повышенном внутреннем давлении. Сферическая форма обеспечивает лучшее восприятие внутреннего избыточного давления и равномерное напряжение в элементах конструкции.

Конструктивное решение сферической оболочки и геометрическая схема ее раскроя зависят от способа и возможности изготовления отдельных составных элементов. Лепестки необходимой кривизны обычно изготовляют на заводах горячей штамповкой или специальной вальцовкой.

При изготовлении оболочек методом штамповки применяют следующие геометрические схемы раскроя: параллельно-меридиональный, меридионально-экваториальный, меридиональный и по типу «футбольный мяч» (рис. 11.3). Ставят оболочки на вертикальные или наклонные стойки или опорное кольцо.

Технология сборки сферических оболочек из штампованных лепестков в зависимости от конструкции, сте-

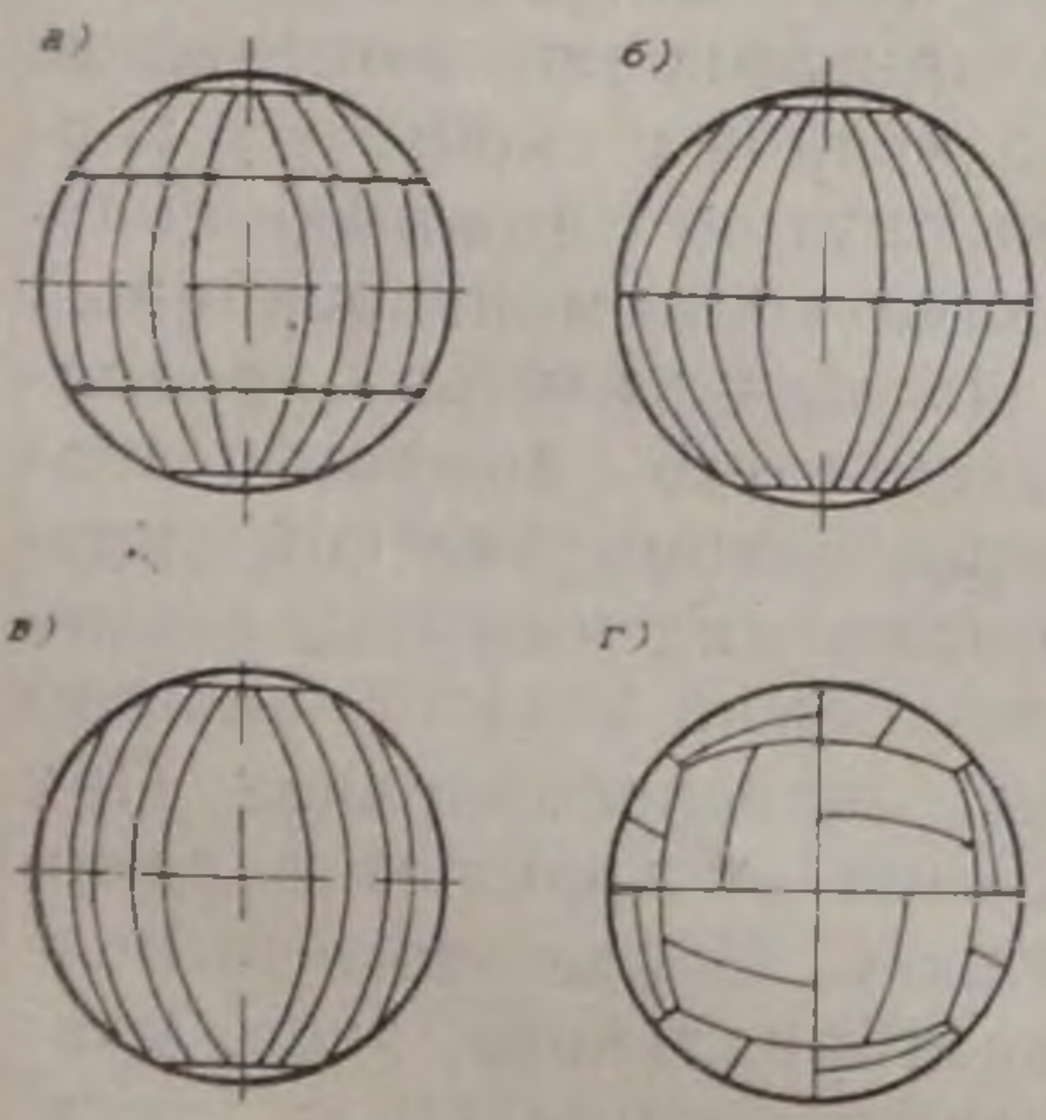


Рис. 11.3. Типы раскроя оболочек шаровых сосудов
а — параллельно-меридиональный; *б* — меридионально-экваториальный; *в* — меридиональный; *г* — «футбольный мяч»

пени и способа укрупнения блоков производится по следующим схемам:

— сборка на фундаменте в проектном положении из одинарных либо укрупненных в блоки элементов;

— сборка оболочки на фундаменте из сегментов, собранных на кольцевых стендах;

— сборка из полушарий, устанавливаемых в проектное положение на фундаменте;

— сборка оболочки вне фундамента и установка его в проектное положение в целом виде.

Заводские элементы сферической оболочки целесообразно укрупнять и соединять двусторонней автоматической сваркой в блоки, состоящие из двух — четырех элементов в зависимости от их размеров.

Сферические элементы параллельно-меридионального раскроя, изготовленные методом горячей штамповки, укрупняют посредством сборочных приспособлений в кондукторах с последующей автоматической сваркой под флюсом в нижнем положении на стендах-качалках.

Наибольшая степень предварительного укрупнения имеет место при сборке оболочки полушариями. На специальном, строго выверенном жестком стенде с диаметром окружности его настила, на 300—400 мм превышающем диаметр резервуара, собирают два полушария оболочки. При сборке оболочки из штампованных лепестков, имеющей диаметральный шов, в центре сферы устанавливают стойку с прикрепленными к ней днищами оболочки. Сборку нижней полусферы выполняют в перевернутом виде, поэтому порядок сборки обеих частей оболочки одинаков.

Дальнейшая сборка оболочки предусматривает следующие операции. Производят перекантовку нижнего полушария, для чего к нему приваривают монтажные штуцера для стропов от крюка кранов и скобы для тормозных оттяжек. Затем перевернутую нижнюю полусферу устанавливают на манипулятор, смонтированный внутри кольца фундаментов. На манипуляторе продолжают монтаж оболочки, а затем с его помощью вращают оболочку для выполнения автоматической сварки. Верхнее полушарие поднимают над нижним, совмещают с помощью ловителей две кромки экваториального шва и собирают на монтажных приспособлениях. При необходимости местные смещения устраняют с помощью струбцин и винтовых стяжек. После этого выполняют внутреннюю сварку экваториального шва, удаляют сборочные приспособления, демонтируют леса.

Внутри устанавливают шахтную лестницу и кабину для сварщика. Выполняют автоматическую сварку оболочки. Затем оболочку разворачивают с помощью манипулятора до проектного положения и присоединяют опорные стойки. Опуская опоры манипулятора, передают массу оболочки на стойки, после чего манипулятор демонтируют.

Сборку сферических оболочек из вальцованных лепестков осуществляют по следующим схемам:

— из предварительно укрупненных блоков полушариями;

— из отдельных заготовок или блоков при горизонтальном расположении оси;

— из отдельных заготовок или блоков при вертикальном расположении оси.

По первой схеме сборку полушарий ведут вне фундамента, при других схемах работы могут выполняться как в кольце фундамента, так и вне его. Сборку полушарий из вальцованных лепестков производят на стенде в виде рамы с ограничителями по периферии. Два собранные полушария стыкуют между собой по меридиональным линиям. Автоматическую сварку с вращением на манипуляторе выполняют как и при изготовлении из штампованных лепестков.

Монтаж сферической оболочки при горизонтальном расположении оси ведут на опорном кольце или на манипуляторе. При сборке на манипуляторе блоки временно прикрепляют к проектным опорным стойкам для повышения устойчивости оболочки.

К монтажу сферических резервуаров с горизонтальным расположением оси относят способ сборки и сварки оболочки лепестков с периодическим поворотом (рис. 11.4).

Сборку оболочки с вертикальным расположением оси начинают с того, что в центре устанавливают монтажную стойку, к которой прикреплены верхнее и нижнее днища, а также внутренняя смотровая лестница с поворотной люлькой. Стойка внизу опирается на временную опору, а ее верхнюю часть удерживают расчалки (рис. 11.5).

11.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Сборные железобетонные конструкции широко применяются для возведения различных емкостных сооружений для нужд народного хозяйства. Так, например, резервуары для хранения воды, жидкого топлива, раз-

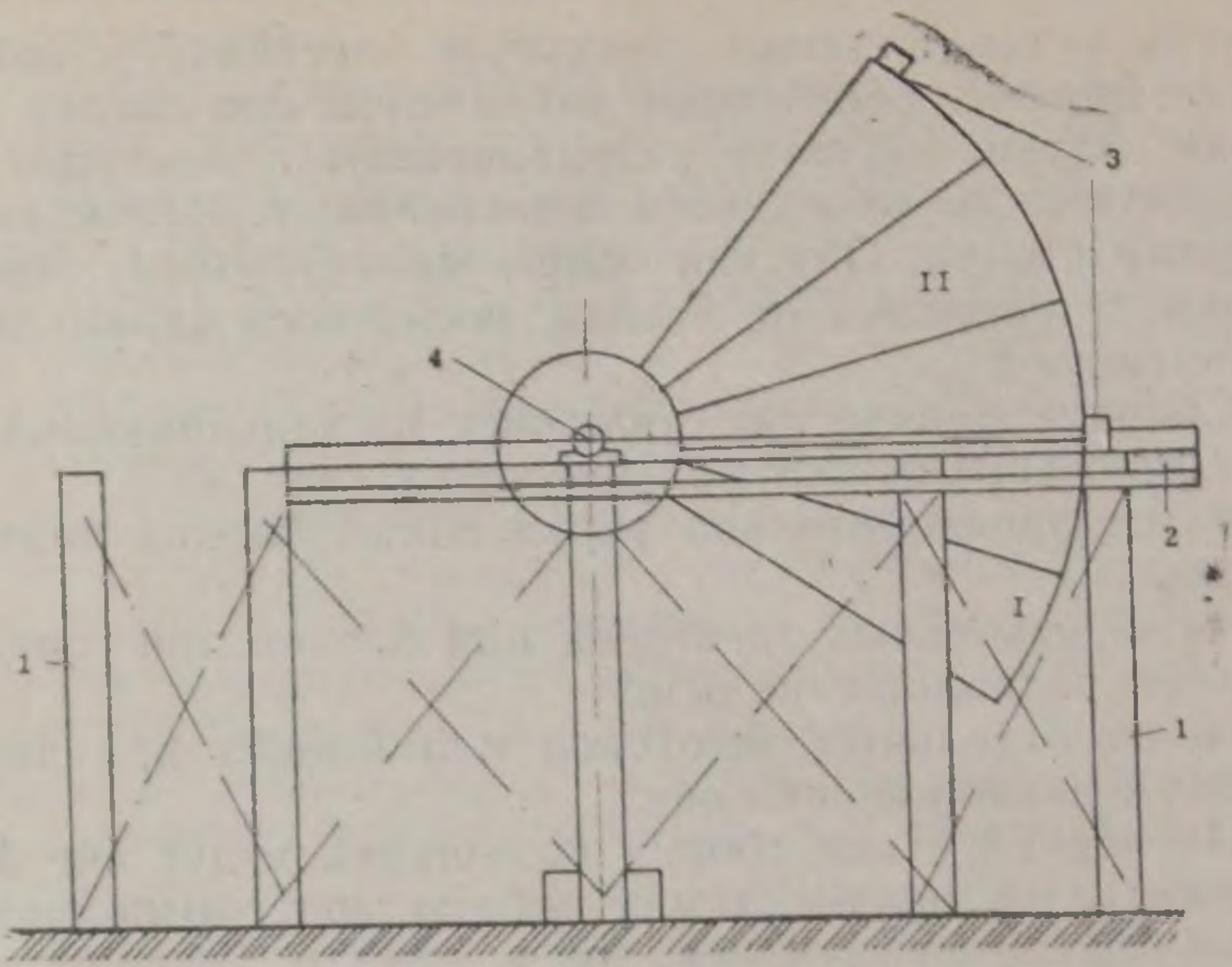


Рис. 11.4. Схема сборки и механизированной сварки сферической оболочки с вращением вокруг горизонтальной оси

I, II — укрупненные блоки лепестков; *1* — временные стойки; *2* — рабочая площадка; *3* — стопорные устройства; *4* — временный шарнир

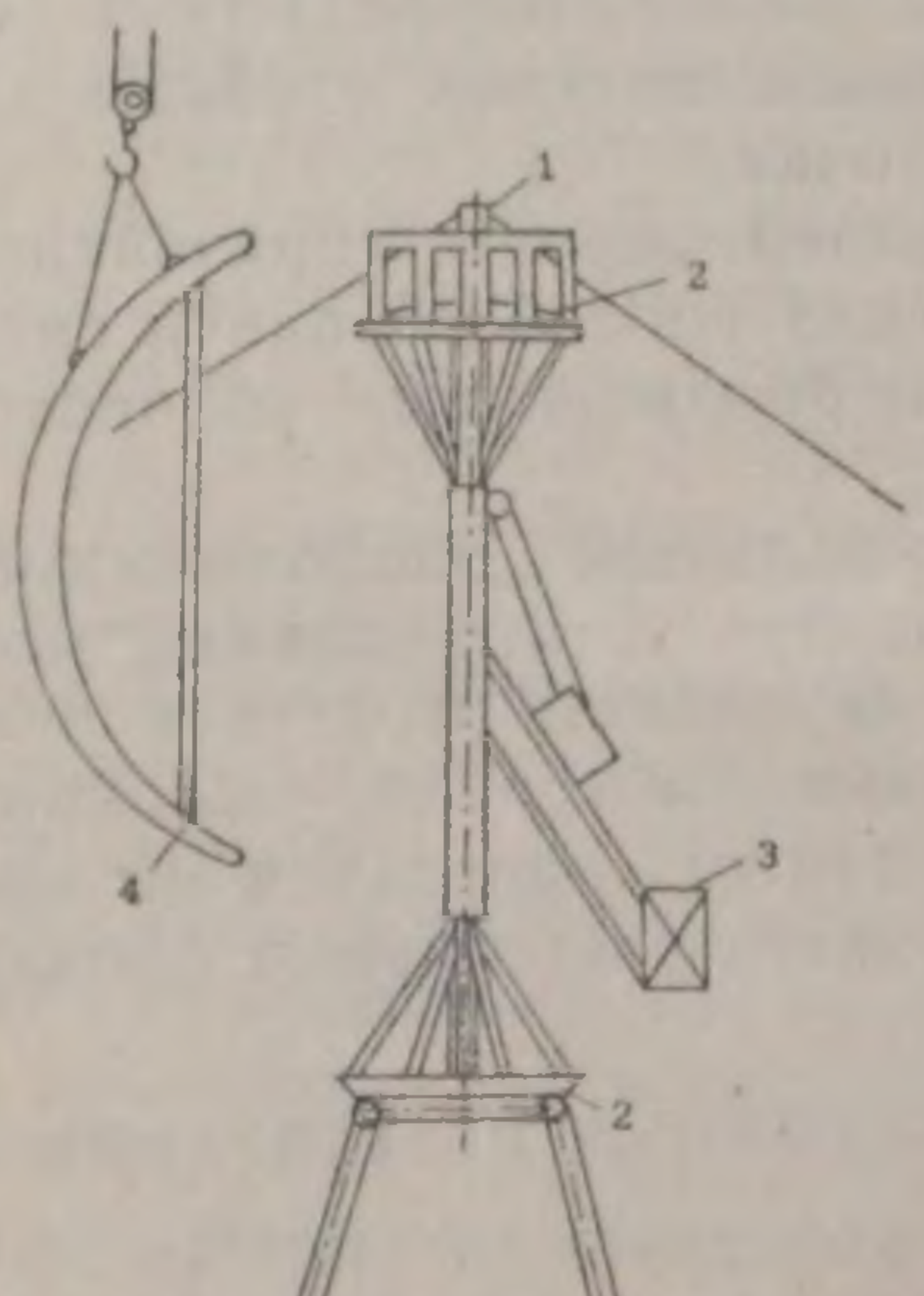


Рис. 11.5. Сборка оболочки сферического резервуара с вертикальным расположением оси

1 — стойка; *2* — верхнее и нижнее днища; *3*—поворотная монтажная люлька; *4* — укрупненный блок лепестков

личных химических растворов, отходов производств проектируются и строятся из сборного железобетона. Резервуары могут быть заглубленными в грунт или полузаглубленными с последующим обвалованием грунтом.

Типовые цилиндрические резервуары из сборного железобетона сооружаются вместимостью 5, 10, 20 и 30 тыс. м^3. Диаметр резервуаров в зависимости от его вместимости достигает 66 м, высота внутренних колонн 7—10 м.

Возведение резервуаров заглубленного типа производится по следующим трем основным методам: открытый — с разработкой котлована, метод опускного колодца и метод «Стена в грунте».

При строительстве заглубленных резервуаров полностью выполняется комплекс строительно-монтажных, включая земляные работы с устройством дренажа и выполнением в необходимых случаях водопонижающих мероприятий; отсыпку песчаной подушки и устройство бетонной подготовки; арматурные работы и бетонирование днища; устройство гидроизоляции; монтаж сборных железобетонных конструкций, замоноличивание стыков стеновых панелей с предварительной навивкой кольцевой арматуры; временное обжатие и бетонирование пристенной части днища; торкретирование внутренней поверхности стыков панелей стен; навивку кольцевой напрягаемой арматуры и торкретирование наружной поверхности стенки резервуара; устройство изоляции; обратную засыпку и обвалование с уплотнением грунта.

Рассмотрим последовательность монтажа на примере железобетонного резервуара вместимостью 30 тыс. м^3. Он выполняется из сборного железобетона, имеет диаметр 66 и высоту 10 м — полузаглубленного типа с последующим обвалованием грунта. Фундаменты проектируются сборными, стаканного типа, под колонны — стойки с шагом 6 м, концентрированно располагаемыми по окружности с радиусами —3, 9, 15, 21, 27 и 33 м. По колоннам укладываются балки и на них — плиты покрытия, затем — стеновые панели.

Монтаж сборных конструкций производится гусеничным краном СКГ-40 в следующей последовательности (см. рис. 11.6). Колонны, балки, плиты покрытия по радиусам 3, 9, 15, 21 и 27 м монтируются с центра, с заездом крана на днище. При этом кран и транспортные

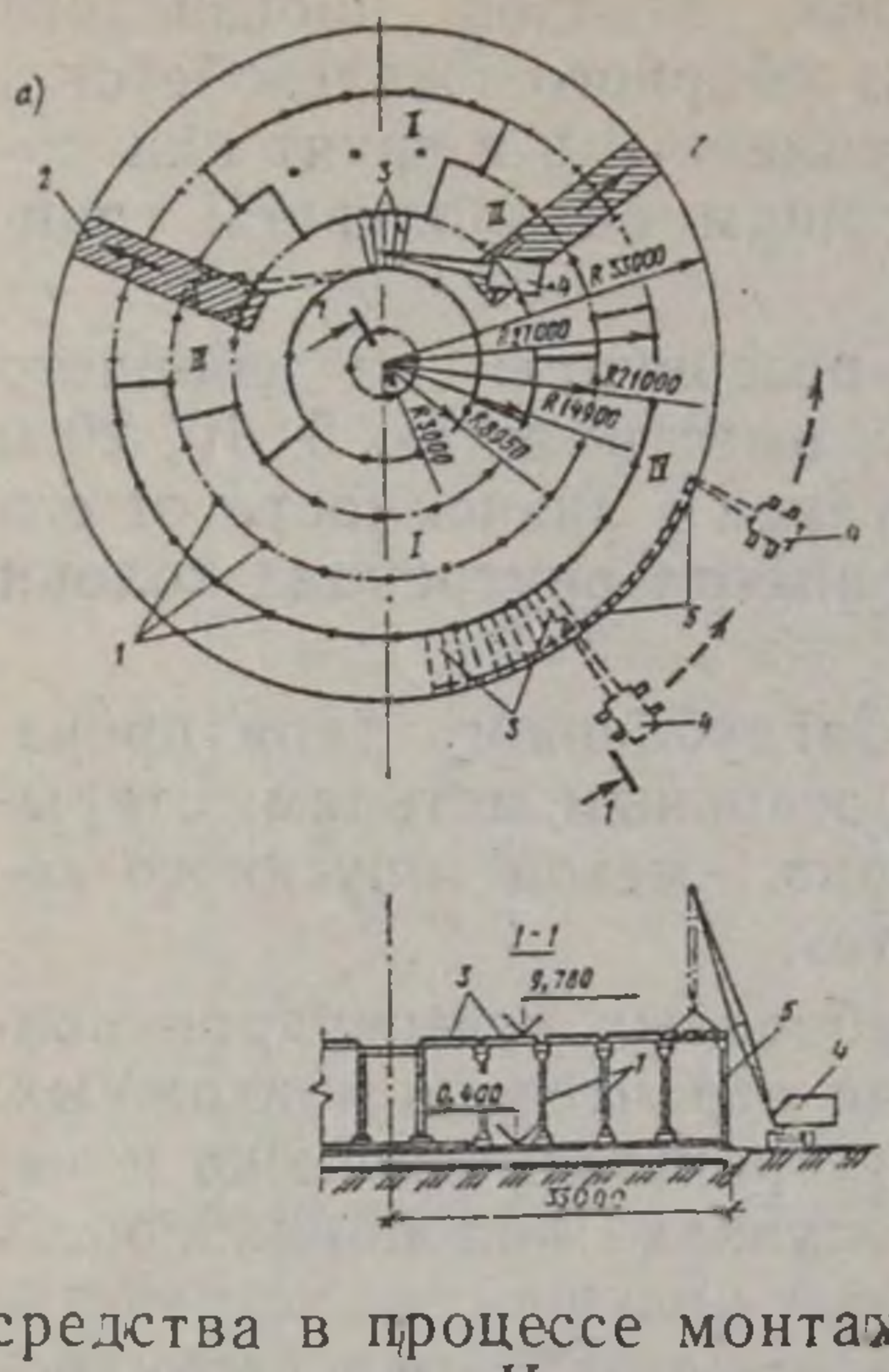


Рис. 11.6. Монтаж железобетонного резервуара вместимостью 30 тыс. т.

I — IV — последовательность монтажа; *1* — колонны-стойки; *2* — проезды крана; *3* — плиты перекрытия; *4* — монтажный кран на гусеничном ходу; *б* — стеновая панель

средства в процессе монтажа движутся по кольцевым направлениям. Конструкции по радиусу 33 м и панели стен монтируются при движении крана с внешней стороны резервуара. При этом транспорт, занятый доставкой конструкций, движется по берме котлована.

Смонтированные колонны раскрепляют расчалками на хомутах, которые крепятся к монтажным петлям фундаментов и переносным железобетонным блокам массой 4—5 т. Плиты и балки устанавливают с помощью переносных подмостей и приставных лестниц. Стеновые панели скрепляются друг с другом сваркой выпусков арматуры, после соединения которых производят бетонирование вертикальных швов.

Монтаж стеновых панелей может выполняться также с заездом крана непосредственно на днище резервуара. В этом случае панели раскладывают плашмя на подкладки по обе стороны от монтируемой стенки: снаружи — на грунт котлована, а внутри — на днище резервуара. Для того, чтобы уложить панели с наружной стороны резервуара, котлован расширяют на 3—4 м. Однако этот метод приводит к увеличению объемов земляных работ, поэтому целесообразнее складировать панели на днище в специальных кассетах в вертикальном положении.

После окончания монтажа всех сборных элементов производится навивка на стенки кольцевой арматуры и ее натяжение с помощью специальной навивочной ма-

шины. При этом обжимают стенки, а также днище и покрытие. Затем производится обработка внутренних и наружных поверхностей резервуара торкрет-раствором.

11.5. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, МАШИН, МЕХАНИЗМОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Известны два основных метода сооружения резервуаров — из отдельных листов (полистовой) и рулонных заготовок. При сооружении полистовым методом на площадку поступают отдельные элементы резервуаров в виде вальцованных листов. С помощью различных подъемных механизмов и устройств отдельные листы резервуаров устанавливают в проектное положение и сваривают между собой. Такой метод характеризуется большим объемом работ на монтажной площадке. Поэтому в настоящее время полистовую сборку применяют в отдельных случаях при сооружении одиночных емкостей в удаленных районах, куда трудно доставить рулоны.

Вертикальные стальные резервуары сейчас монтируют индустриальным методом из рулонных заготовок. При этом корпуса резервуаров и днища изготовляют на заводах металлоконструкций на специальных установках с применением автоматической сварки и поставляют в виде рулонов. Корпуса резервуаров емкостью 10 тыс. $м^3$ поставляют в виде двух рулонов, навернутых на специальные кольца, емкостью 3—5 тыс. $м^3$ — в виде одного рулона, навернутого на шахтную лестницу, емкостью 300—1000 $м^3$ — в виде одного рулона, навернутого на центральную стойку.

Преимущества монтажа резервуаров из рулонных заготовок очевидны. Наиболее перспективным в снижении трудоемкости и продолжительности является применение блочного метода монтажа. При этом максимального эффекта достигают, когда поставку блоков осуществляют в виде агрегатированного оборудования с трубопроводами, вспомогательными конструкциями, первичными средствами контроля.

На выбор методов производства и организацию сборочно-монтажных работ существенное влияние оказывает местоположение объекта строительства и размещение крупногабаритных конструкций на территории объекта.

При доставке крупногабаритных конструкций в виде отдельных блоков и частей наиболее эффективной

формой организации работ по их сборке и укрупнению является наличие специализированной монтажной организации, деятельность которой в централизованном порядке заменит осуществление таких функций заводами-поставщиками.

Выбор методов сборочно-сварочных работ для монтажа сферических оболочек также зависит от многих факторов, в том числе от технической характеристики и конструктивных особенностей аппарата, геометрической схемы раскроя, вида поставки на объекты изделия и наличия средств механизации для сборки и сварки.

Корпуса сферических резервуаров обычно на монтажную площадку поставляют в виде сферических заготовок — лепестков.

Для сборки оболочек сферических резервуаров применяют несколько схем. Однако все они практически основаны на предварительном укрупнении лепестков в блоки больших или меньших размеров, а затем сборке из них самой оболочки в проектном положении.

Необходимо отметить, что монтаж сферической оболочки с вертикальным расположением оси имеет определенные технико-экономические преимущества, в первую очередь отсутствием устройства многочисленных внутренних подмостей, требующихся при сборке с горизонтальным расположением оси.

Выбор метода монтажа сооружения резервуаров из сборного железобетона необходимо проводить с учетом вместимости, конструктивных, грунтовых условий площадки строительства. Открытый метод возведения резервуара с разработкой котлована применяется при глубине заложения сооружений до 8 м и часто сопровождается проведением дорогостоящих работ по искусственному водопонижению и водоотливу. Поэтому выбор метода возведения резервуаров из сборного железобетона должен быть обоснован технически и экономически с учетом реальных местных условий строительства.

11.6. СТРОЙГЕНПЛАН ОБЪЕКТА, КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

На решение принципиальных вопросов организации сборочно-монтажных работ по возведению надземных резервуаров и газгольдеров значительное влияние оказывает местоположение строящегося объекта и разме-

щение крупногабаритных конструкций на строительной площадке.

Разработка стройгенплана должна выполняться в соответствии с генпланом промышленных предприятий. При этом должно быть уделено максимальное внимание правильному размещению площадок для укрупнения блоков конструкций, поступающих отдельными частями, удобству подвоза к ним подлежащего укрупнению оборудования со склада строящегося предприятия, а затем — к месту установки в проектное положение. Тщательно должны быть решены вопросы размещения временных железнодорожных путей и автодорог для доставки оборудования.

Вопросы транспортирования тяжеловесного крупногабаритного оборудования необходимо решить на стадии проектирования и согласовать с заводами-изготовителями и организациями, ответственными за транспортировку и монтаж оборудования. При этом возможны варианты комбинированной перевозки оборудования с использованием разных видов транспортных средств.

На стройгенплане, кроме площадки укрупнительной сборки, указываются места для хранения и укрупнения трубопроводов и конструкций, сборки технологических блоков и коммуникаций; места для монтажа и индивидуального испытания оборудования и трубопроводов.

Производство всех видов работ осуществляется по поточному методу. На календарном плане производства работ определяются строгая последовательность и сроки выполнения работ — общестроительных и специальных (мехмонтажные, тепломонтажные, химзащитные, электромонтажные, а также установка контрольно-измерительных приборов и автоматики).

Мехмонтажные работы включают: изготовление трубопроводов и конструкций, сборку технологических блоков, блоков коммуникаций и укрупнительную сборку оборудования; доставку оборудования, трубопроводов и конструкций в рабочую зону.

Основными технико-экономическими показателями являются продолжительность строительства и экономическая эффективность сравниваемых вариантов. Наилучший эффект достигается путем снижения затрат труда на выполнение сборочно-монтажных работ, разумной компоновкой оборудования, рациональной организацией монтажа технологического оборудования. При этом значительное внимание следует уделить ук-

рупнительной сборке конструкций. Укрупнительная сборка конструкций в значительной степени влияет на продолжительность строительства объекта в целом, поэтому она должна быть выделена в отдельный поток и выполняться параллельно с общестроительными работами, создавая фронт для монтажа основных конструкций и технологического оборудования.

В этих целях, как было отмечено выше, наиболее эффективной формой организации работ по укрупнительной сборке крупногабаритных конструкций является выполнение их в специализированной монтажной организации и доставка на строительную площадку в укрупненном виде. В этом случае наиболее трудоемкий процесс укрупнительной сборки не влияет на продолжительность монтажа, что позволяет значительно сократить общий срок строительства.

Снижение продолжительности строительства и трудозатрат также достигается за счет применения рациональной последовательности и совмещения строительно-монтажных работ.

11.7. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ НАДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ

Повышение технического уровня в строительстве надземных резервуаров и газгольдеров связано с индустриализацией строительного производства в большей степени. Важным вопросом является снижение удельного веса работ, выполняемых на монтажной площадке, путем внедрения в практику способов монтажа конструкций укрупненными блоками. Основная идея индустриализации при строительстве крупногабаритных аппаратов — это перенос максимального числа работ по обработке металла, сборке, сварке в заводские условия с высоким уровнем механизации и автоматизации процессов. В этом случае не менее важным вопросом является транспортная технологичность целого аппарата или его блоков (частей), от которой в конечном счете зависит объем строительно-монтажных работ, выполняемых на монтажной площадке.

Поэтому для тяжеловесных крупногабаритных аппаратов должны быть разработаны различные варианты их транспортировки в максимально допустимых блоках водным, железнодорожным и автомобильным тран-

спортом, а также варианты комбинированной перевозки. При этом в конструктивных решениях таких укрупненных блоков должны быть отражены наиболее прогрессивные методы сборки, сварки и монтажа.

12. ВОЗВЕДЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

12.1. СТРОИТЕЛЬНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Здания и сооружения, возводимые в сельской местности, по их назначению делятся на следующие группы: сельскохозяйственные производственные здания и их комплексы, жилые здания и их комплексы, общественные здания; инженерные сооружения и объекты дорожного строительства.

Сельскохозяйственные производственные здания и их комплексы в зависимости от технологии производственных процессов, в свою очередь, подразделяются на две подгруппы:

— к первой относятся объекты с сельскохозяйственной технологией производственных комплексов: животноводческие, птицеводческие объекты и комплексы, зооветеринарные объекты, тепличные комплексы, вегетационные, агротехнические и другие;

— ко второй — объекты с промышленной технологией производственных процессов: сооружения для хранения, обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин и орудий, транспортных средств, предприятия по переработке и хранению сельскохозяйственной продукции и изготовлению кормов, склады минеральных удобрений, ядохимикатов и др.

По однородности проектных решений все производственные здания подразделяются на две группы:

— к первой относятся животноводческие и птицеводческие здания, кормоприготовительные цеха и кормокухни, гаражи, сараи для сельскохозяйственных машин, склады минеральных удобрений, торговые базы, хранилища для картофеля, овощей и фруктов. Производственные здания, входящие в эту группу, как прави-

ло, одноэтажные, многопролетные, шириной от 12 до 24 м и имеют прямоугольные очертания;

— ко второй — здания заводов и мастерских по ремонту сельхозтехники, зернохранилища, сооружения по хранению и переработке зерна (кроме элеваторов), предприятия первичной обработки продуктов сельского хозяйства. Производственные здания, входящие в эту группу, также имеют в плане прямоугольные очертания и представляют двух- или трехпролетные одноэтажные здания, в которых размещаются все производственные цеха и бытовые помещения. В этих зданиях крайние пролеты обычно имеют ширину 6 и высоту 3,5—4 м; средний пролет —3 м, с высотой до низа кранбалки — 5—7 м.

Отличаются от первой и второй групп проектные решения элеваторных сооружений, силосных хранилищ, хранилищ нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов, ветеринарно-лечебных учреждений и пунктов искуственного осеменения, семяочистительных пунктов и сушилок.

В конструкциях сельских производственных зданий применяются сборный и монолитный железобетон, дерево, местные материалы.

Железобетонный каркас может быть стоечно-балочной конструкции или без внутренних опор: рамным, арочным и с перекрытием по фермам и балкам. Наибольшее распространение имеют здания с каркасом стоечно-балочной конструкции.

Различают два варианта каркасов стоечно-балочной конструкции: поперечное (плиты покрытия укладываются вдоль продольной оси здания) и продольное расположение балок покрытия. Наряду с железобетонными конструкциями для возведения зданий производственного назначения используются и деревянные сборные конструкции.

Основные типы жилых зданий для сельских поселков — одно- и двухэтажные блокированные дома. Их строительство ведется из сборного железобетона, кирпича, мелких и крупных блоков, дерева.

Анализ наиболее распространенных на селе различных конструктивных схем зданий и их монтажных характеристик показывает, что с точки зрения технологии монтажа здания могут быть разделены на две группы. К первой группе относятся здания (производственные и животноводческие), монтаж сборных элементов которых можно осуществлять с передвижением крана как

внутри них, так и снаружи. Ко второй группе относятся жилые и культурно-бытовые здания, монтаж сборных конструкций которых можно вести с передвижением крана только снаружи.

Габаритные размеры сборных элементов сельских зданий по ширине находятся в пределах: наименьшие —200—300 мм, наибольшие —750—1500 и 1500—3000 мм; по высоте 250—600 и 4000—6000 мм.

Необходимо отметить, что условия строительства производственных объектов сельскохозяйственного назначения, а также жилых и культурно-бытовых зданий сельской местности имеют свои специфические особенности, влияющие на организацию строительства и методы производства работ. Так, например, в силу незначительности объемов работ выделение частных потоков в самостоятельную группу невозможно, так как их развитие носит прерывистый характер. Поэтому товарную продукцию могут выпускать только объектные и комплексные потоки. Продукция специализированных и частных потоков является составной частью товарной продукции объектных и комплексных потоков.

Для сельского строительства особенно характерна рассредоточенность объектов при значительном их удалении от дорог и заводов-поставщиков. Поэтому требуется постоянное совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений с учетом прогрессивных изменений в технологии сельскохозяйственного производства и разработки новых эффективных конструкций и материалов.

12.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЪЕЗДНЫХ И ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПЛОЩАДОК

12.2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ И ПЛОЩАДКАХ

Автомобильные дороги, соединяющие населенные пункты, промышленные и сельскохозяйственные центры между собой и с погрузочно-разгрузочными пунктами различных видов транспорта, образуют дорожную сеть.

Основой дорожной сети являются дороги республиканского и областного значений, связывающие между

собой основные экономические районы и хозяйственные центры.

Дороги каждой области по значимости делятся на районные. В пределах отдельных хозяйств (совхозы, промпредприятия) устраиваются внутрихозяйственные дороги. Транспортное обслуживание в границах населенных пунктов осуществляется по городским и поселковым дорогам.

Автомобильные дороги общей сети по среднесуточной перспективной интенсивности движения разделяют на пять технических категорий: I категории — свыше 7000 автомобилей, II—3000—7000, III—1000—3000, IV—200—1000, V— менее 200 автомобилей в сутки.

Сельскохозяйственные дороги имеют менее 100 транспортных средств в сутки и разделяются на внешне- и внутрихозяйственные. К внешнехозяйственным относятся дороги, соединяющие хозяйственный центр с железнодорожными и водными путями, элеваторами, отдельными промышленными и населенными пунктами района.

Внутрихозяйственные дороги располагаются на территории данного поселка или аула и разделяются на следующие группы:

— полевые, по которым происходит проезд на поля; с его отделениями, бригадами и фермами;

— поселковые, располагающиеся в самой усадьбе, ферме;

— полевые, по которым происходит проезд на поля;

— прочие; необходимость в которых возникает в ходе производства.

В условиях сельскохозяйственного производства все более широко применяются различные площадки, требующие соответствующего благоустройства их территории, а также обеспечения рациональных транспортных связей для: доведения сельхозпродукции до кондиции (мехток и др.); складирования сельхозпродукции; ремонта сельхозмашин и автомобилей; размещения предприятий хозяйства, производственных комплексов; сельхозавиации.

12.2.2. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПЛОЩАДОК

Проектирование дороги осуществляется в трех проекциях: поперечном, продольном и в плане.

Поперечным профилем называется сечение дороги плоскостью, проведенной перпендикулярно к продоль-

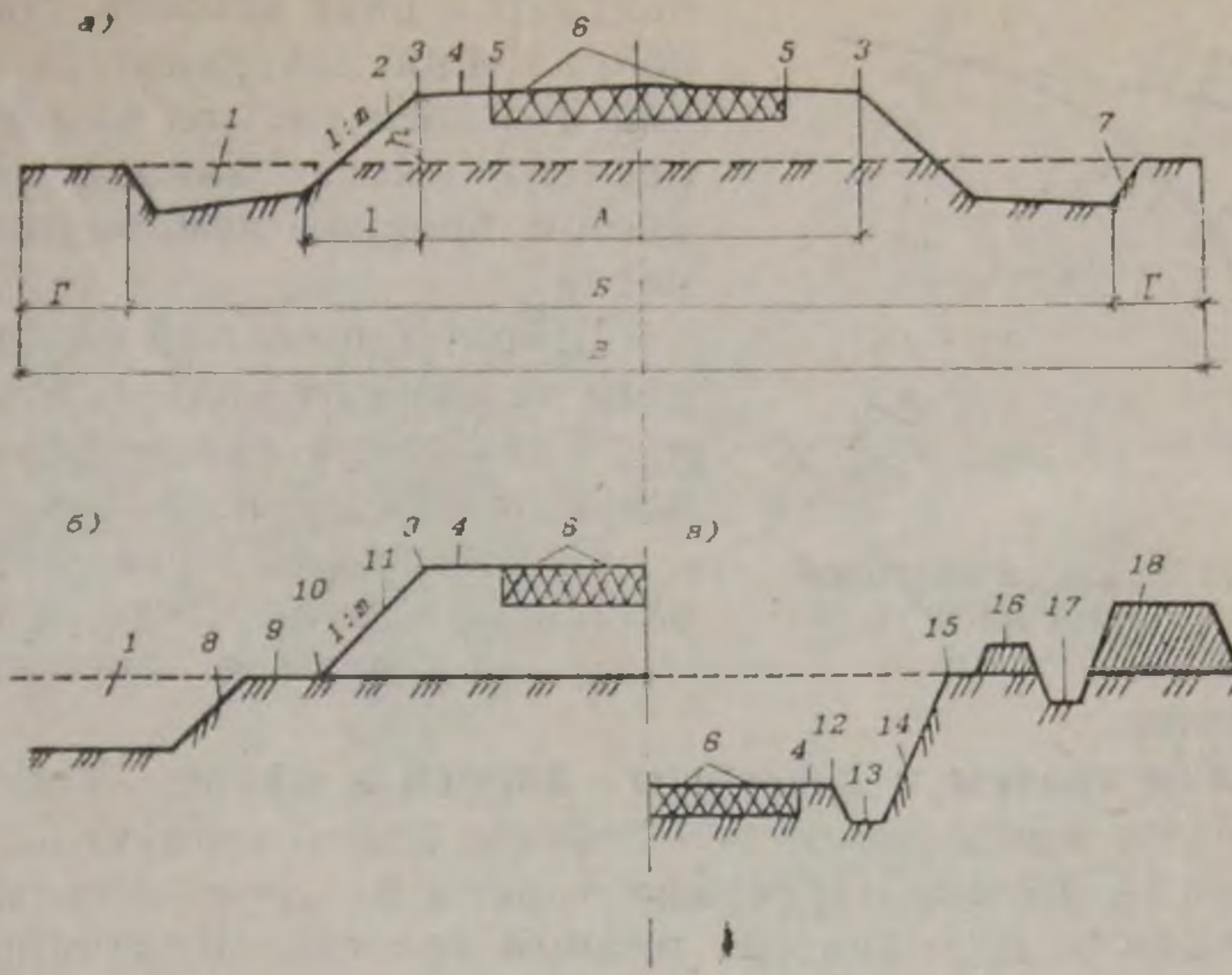


Рис. 12.1. Основные элементы дороги в поперечном профиле

а — дороги на невысокой насыпи; *б* — то же, на высокой; *в* — дороги в выемке; *А* — дорожное полотно; *Б* — земляное полотно; *В* — полоса отвода; *Г* — обрез; *1* — резерв; *2* — откос; *3* — бровка насыпи; *4* — обочина; *5* — кромка проезжей части; *6* — проезжая часть; *7* — внешний откос резерва; *8* — откос; *9* — берма; *10* — подошва откоса насыпи; *11* — откос насыпи; *12* — нижняя бровка выемки; *13* — боковая канава; *14* — откос выемки; *15* — верхняя бровка выемки; *16* — банкет; *17* — забанкетная канава; *18* — кавальер; *h* — высота откоса; *l* — заложение откоса

ной оси дороги. В зависимости от рельефа местности дороги размещают выше поверхности земли — в насыпи или ниже ее поверхности — в выемке (рис. 12.1). Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, называется **проезжей частью.** На всем ее протяжении создают дорожную одежду в виде прочной слоистой конструкции определенной толщины. Прилегающие к проезжей части полосы называют **обочинами.**

Проезжая часть дороги располагается на земляном полотне, которое обеспечивает устойчивость дорожной одежды, содействует отводу воды и предохраняет от действия других атмосферных факторов.

Для осушения дороги и обеспечения водоотвода выемки и насыпи устраивают боковые канавы (кюветы).

При разработке выемки излишек грунта складывают в валы, параллельно дороге,— кавальеры.

Боковые поверхности насыпей, выемок и канав уст-

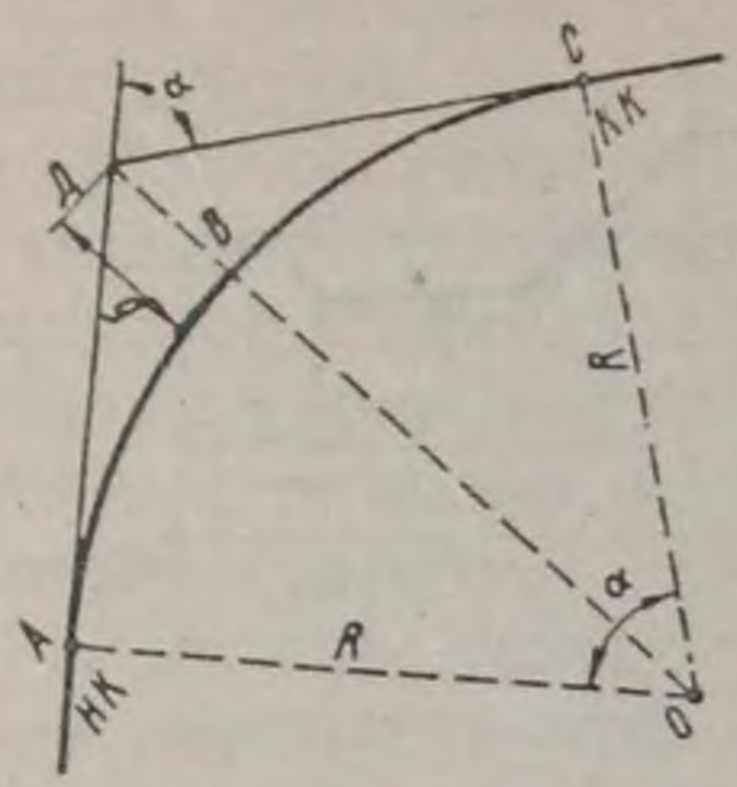


Рис. 12.2. Схема круговой кривой на повороте трассы

раивают в виде откосов. Линия сопряжения поверхностей обочин и откоса насыпи или внутреннего откоса канавы называется **бровкой земляного полотна.**

Ширина проезжей части дороги зависит от количества полос движения автомобилей и ширины каждой из полос.

Полоса, на которой устраивается проезжая часть, и обочины называются **дорожным полотном.**

План трассы и элементы дороги в плане. Трассой называют продольную ось дороги, проложенную на поверхности дороги. Проекция трассы на горизонтальную поверхность называется **планом трассы.** Кратчайшим расстоянием между двумя заданными точками является прямая (в плане) линия, ее называют **воздушной линией.** Из-за различных препятствий план трассы состоит из прямых линий, соединенных между собой кривыми, которые нужны для обеспечения плавного и безопасного перехода автомобиля с одной прямой на другую, смежную с ней, а также для оптимального сочетания дороги с местным ландшафтом. Кривые в плане проектируют по дугам окружности (рис. 12.2). Каждая кривая характеризуется величиной угла поворота α, радиусом R, длиной К = АВС, тангенсом Т = АД = ДС, биссектрисой Б = ВД, домером Д = 2Т — К. По заданному R и измеренному α по таблицам кривых находят остальные элементы кривой.

На рис. 12.3 представлен пример плана трассы. На нем изображены пикеты (через 100 м), километры, ситуация вдоль трассы, румбы направления прямых.

В целях безопасности движения на кривых с радиусом менее 600 м устраивают вираж — односкатный поперечный профиль с уклоном к центру кривой.

Земляное полотно. Конструкция, грунты и методы возведения земляного полотна должны обеспечивать сохранение его проектной геометрической формы независимо от погодных условий и времени года, а также необходимые прочность и устойчивость дорожной одежды.

Для большей устойчивости земляного полотна следует по возможности выбирать сухие места с обеспе-

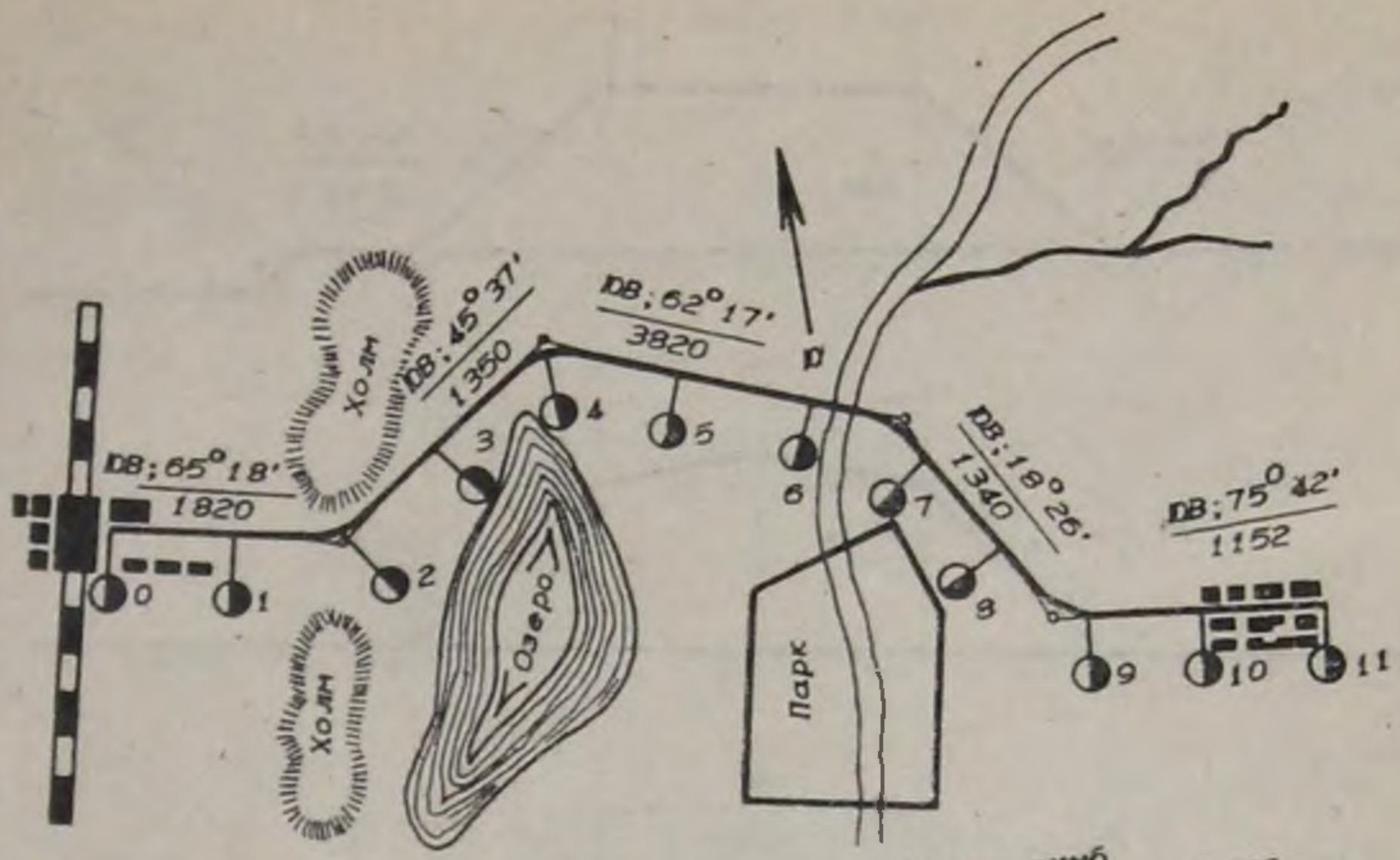


Рис. 12.3. План трассы подъездной дороги

ченным водоотводом. При сооружении дороги в сырых и мокрых местах для устойчивости верхних слоев земляного полотна нижнюю поверхность дорожной одежды возвышают на различную величину (0,3—1,9 м) в зависимости от грунта и дорожно-климатической зоны.

Ширина земляного полотна в подъездных и внутрихозяйственных дорогах принимается в пределах 6,5—8 м, ширину проезжей части —3,5—4,5 м, а ширину обочины —1,5—1,75 м или по СНиП II—Д. 5—72 в зависимости от интенсивности движения.

Типовые поперечные профили земляного полотна показаны на рис. 12.4 и 12.5.

Насыпь на болотах устраивают из крупнозернистого песка, при этом на болотах с устойчивыми торфами насыпи возводят без выторфовывания или с частичным удалением с расчетом, чтобы толщина оставшего слоя после его обжатия была при переходных типах покрытия не более $^1/_3$, а при низших — не более $^1/_2$ толщины минеральной части насыпи. В целях снижения стоимости строительства дорог на болотах дорожное полотно устраивают на бревенчатых, жердевых настилах или на прослойке из синтетических текстильных материалов.

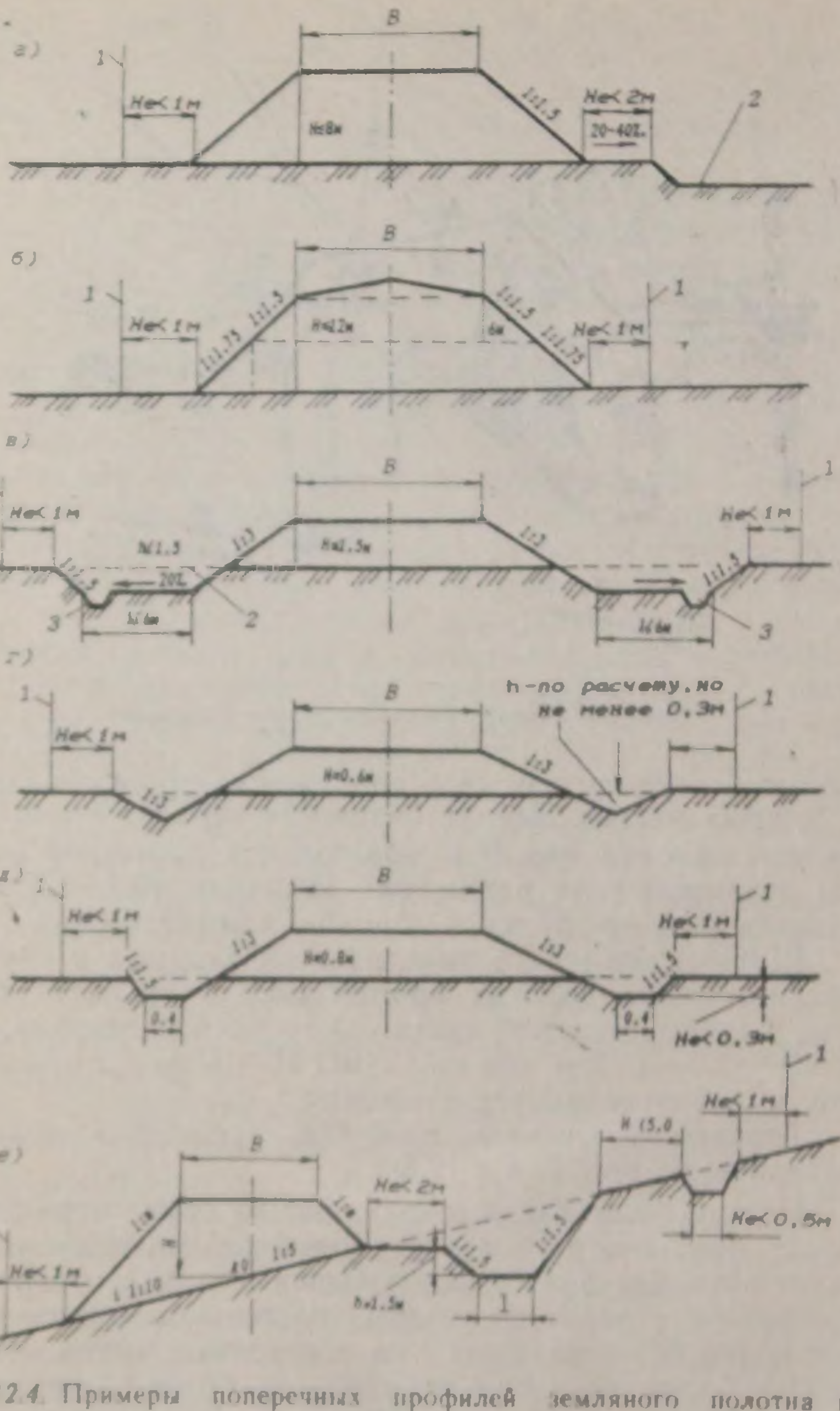


Рис. 12.4. Примеры поперечных профилей земляного полотна в насыпях

а — насыпь с откосами 1 : 1,5; *б* — насыпь с откосами 1 : 1,5 и 1 : 1,75; *в* — насыпь с откосами 1 : 3; *г* — насыпь с треугольными кюветами; *д* — то же, с трапециедальными кюветами; *е* — насыпь на косогоре при его уклоне от 1 : 10 до 1 : 5; *B* — ширина земляного полотна; *1* — граница полосы отвода; *2* — резерв; *3* — канава. Величину *l* принимают по потребности

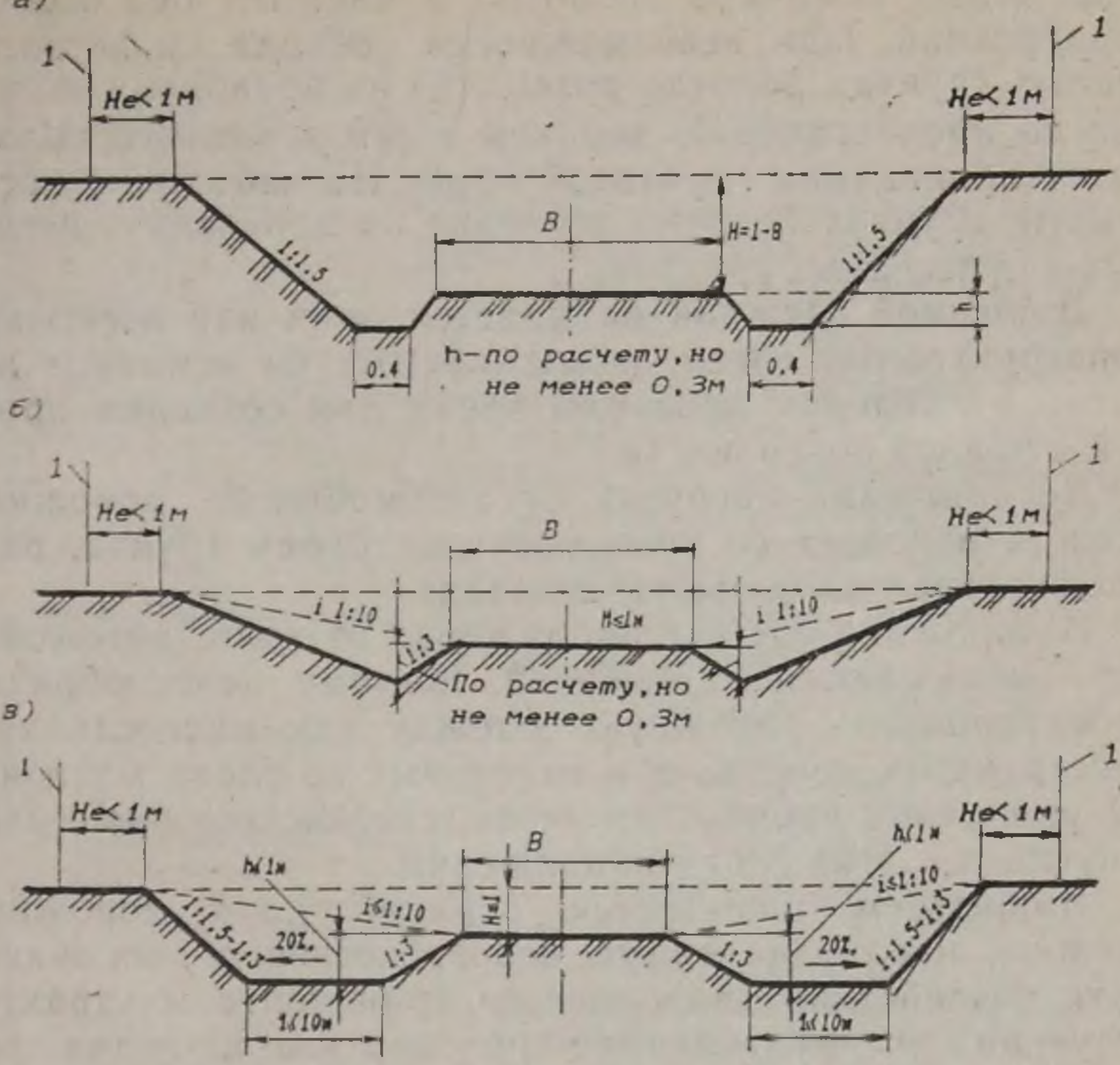


Рис. 12.5. Примеры поперечных профилей земляного полотна в выемках

а — выемка с откосами 1 : 1,5; *б* — выемка раскрытая; *в* — выемка, разделенная под насыпь; *г* — выемка на косогоре с уклоном от 1 : 10 до 1 : 3; *1* — граница полосы отвода; *2* — нагорная канава

Земляное полотно в районах искусственного орошения возводят в насыпях с учетом рельефа местности с возвышенных сторон каналов.

На слабозасоленных и среднезасоленных грунтах

устраивают земляное полотно в насыпях без особых ограничений. При невозможности обхода сильнозасоленных грунтах полотно возводят из привозных песчатия по предохранению верхней части земляного полотна от проникания грунтовой воды. На избыточно засоленных грунтах полотно возводят из привозных песчаных и супесчаных грунтов.

Дорожной одеждой называется один или несколько конструктивных слоев, укладываемых на земляное полотно в пределах проезжей части для создания прочной и ровной поверхности.

Воспринимая нагрузку от автомобилей, дорожная одежда передает ее нижележащим слоям грунта, рассредоточивая на большую площадь.

В дорожной одежде напряжения от колес автомобилей уменьшаются с глубиной, поэтому целесообразно проектировать дорожную одежду как многослойную конструкцию, используя в отдельных ее слоях материалы различной прочности, соответственно величине действующих в этих слоях напряжений.

Покрытием называется верхний слой дорожной одежды, предназначенный непосредственно воспринимать воздействия движущегося транспорта и характеризующий эксплуатационно-транспортные качества проезжей части. Покрытие может состоять из слоя износа, периодически возобновляемого в процессе эксплуатации.

Основание — основной конструктивный слой, обеспечивающий прочность и устойчивость дорожной одежды.

Дополнительный слой основания (подстилающий слой) укладывается непосредственно на уплотненный грунт земляного полотна.

Дорожные одежды классифицируют по типу покрытия и разделяют на низшие, переходные, усовершенствованные облегченные и усовершенствованные капитальные (табл. 12.1).

Покрытия капитального типа устраивают на дорогах общей сети I, II категории, облегченные усовершенствованные —III категории, а покрытия переходного и низшего типа устраивают на дорогах IV—V категорий.

Проезжей части дорог придают двускатный поперечный профиль, уклоны которого назначают в зависимости от типа покрытий: из щебеночных, гравийных и других материалов, обработанных органическими вяжущими 20—25%; щебеночные и гравийные покрытия —25—

Таблица 12.1.

Тип покрытий	Покрытия
I. Низшие	Грунтовые, укрепленные различными местными материалами, в том числе: грунтовые с подобранным оптимальным составом; грунтовые, укрепленные скелетными материалами (гравием, щебнем)
II. Переходные	1. Щебеночные из естественных каменных материалов и шлаков и гравийные 2. Из грунтов и местных низкопрочных минеральных материалов, обработанных органическими или неорганическими вяжущими. 3. Мостовые из булыжного камня.
III. Усовершенстованные облегченные	1. Из щебеночных и гравийных материалов, обработанных органическими вяжущими материалами. 2. Из холодного асфальтобетона.
IV. Усовершенствованные капитальные	1. Из прочных щебеночных материалов подобранного состава, обработанных в смесителе вязкими битумами или дегтями. 2. Асфальтобетонные, укладываемые в горячем и теплом состоянии. 3. Цементобетонные (монолитные и сборные)

30, мостовые из булыжного камня и грунтовые, укрепленные местными материалами —30—40%.

Поперечный уклон обочин при двускатном поперечном профиле дорог должен быть на 10—20% больше поперечного уклона покрытия, т. е. проезжей части.

При проектировании конструкций одежд сельскохозяйственных дорог важно соблюдать принцип стадийности их строительства, который заключается в постепенном совершенствовании и усилении одежды по мере роста интенсивности движения, транспортных нагрузок, а также значения дороги. При стадийном строительстве используют ранее построенные слои, причем одежда, уложенная в первой стадии, для второй используется в качестве основания и т. д.

Принцип стадийного строительства обеспечивает сокращение единовременных вложений в дорожное строительство.

Таблица 12.2.

Тип одежды	Ориентировочные размеры слоев, см		
	верхний слой	основание	дополнительный слой
Грунтовая укрепленная:			
песчано-глинистая	15—30	—	—
укрепленная щебнем, гравием, шлаком и др.	15—25	—	—
Гравийное покрытие:			
на грунтовом основании	15—25	—	—
на песчаном слое	15—18	10—20	—
Щебеночное или шлаковое покрытие на слое из местных материалов	10—20	10—25	—
Поверхностная обработка по слою щебня, гравия; дополнительный слой из местных материалов	2—2,5	15—25	0—25
Поверхностная обработка по слою грунта, укрепленного вяжущими материалами:			
цементом, известью,	1—2,5	12—16	0—25
битумом, дегтем.	1—2,5	10—12	0—25
Покрытие из местного материала, обработанного способом смешения на дороге, из слоя местных материалов и песка.	6—8	15—20	0—25
Асфальтобетонное покрытие из местных материалов и песчаного слоя.	5—9	15—20	0—25

Конструкцию дорожной одежды в зависимости от обеспеченности дорожно-строительными материалами назначают по типовым проектам. При учете местных конкретных условий разрабатывают индивидуальные проекты конструкций дорог. Исходя из опыта строительства, примерная толщина слоев одежд сельскохозяйственных дорог приведена в табл. 12.2.

Проектирование площадок состоит из следующих взаимосвязанных частей: горизонтальная планировка (включая проектирование подъездов к площадке и проездов по ней); вертикальная планировка; водоотвод и дренаж; конструирование покрытий.

Горизонтальная планировка площадки решается в соответствии с технологическими процессами, для которых предназначается площадка. Планировка площадок определяется из условия размещения на ней необходимых зданий, сооружений и конфигурацией проездов, которая обеспечивает возможность для транспортных

средств подъезжать к фронту погрузки — разгрузки и производить необходимое маневрирование.

Вертикальная планировка площадки представляет собой искусственное изменение рельефа поверхности земли, на которой намечается устройство площадки. Для этой цели используют либо систему числовых отметок, либо систему горизонталей. Вертикальная планировка осуществляется с учетом обеспечения требований технологического процесса, экономичности и удобства последующей эксплуатации площадки.

Системы для отвода поверхностных вод проектируются для каждой площадки, а грунтовых (дренаж) — лишь при близком залегании уровня грунтовых вод к дневной поверхности. Желательно, чтобы вблизи площадок имелись такие понижения местности, которые бы служили естественными водоприемниками для поступающей с площадки воды и оказывали дренирующее воздействие на прилегающую территорию.

Наиболее часто водоотводные линии проектируют в виде сети открытых канав. Уклоны дна канав назначают не менее 3%.

Для строительства площадок применяют одежды: из асфальтобетона, цементобетонных плит, гравия или из других местных материалов, способствующих быстрой заделке образующихся колей и неровностей

Поверхность площадки планируется с уклоном не менее 10—15%.

12.2.3. СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ И ПЛОЩАДОК

Для возведения земляного полотна следует выполнить подготовительные работы, в которые входят:

— восстановление и закрепление трассы дороги, полосы отвода и находящихся за ее пределами площадей для размещения резервов, карьеров, подъездных дорог, постоянных и временных сооружений;

— расчистка полосы отвода от леса, пней, кустарника и камней;

— снос, перенос, переустройство сооружений, строений и коммуникаций, пересадка ценных пород деревьев;

— строительство новых и ремонт существующих подъездных дорог и других сооружений, необходимых для строительства дороги.

Возведение земляного полотна состоит из следующих операций:

— устройства водоотводных сооружений;

— устройства дренирующих изолирующих слоев, замены грунтов, не обеспечивающих прочности и устойчивости земляного полотна;

— разработки грунта в резерве, выемке или карьере и перемещения его в тело насыпи;

— разравнивания грунта в теле насыпи слоями требуемой толщины и его послойного уплотнения;

— предварительной планировки откосов насыпи, планировки и отделки резервов;

— профилирования, планировки, укатки и окончательной отделки поверхности земляного полотна, включая откосы;

— транспортирования и распределения растительного слоя на откосах, досыпки, уплотнения и отделки обочин;

— укрепительных работ.

При возведении насыпей, в зависимости от местных условий, объемов и сроков работ и имеющихся машин, применяют три основных способа отсыпки грунта: продольный, поперечный и отсыпку «с головы».

При продольном способе насыпь возводят последовательными горизонтальными слоями на полную ширину и длину скреперами или автогрейдерами.

Поперечный способ отсыпки насыпи состоит в доставке грунта в насыпь в направлении, перпендикулярном ее оси. Насыпь отсыпается слоями из боковых резервов, закладываемых в пределах полосы отвода по обе или одну сторону земляного полотна. Этот способ характерен для устройства невысоких насыпей в равнинной местности с помощью бульдозера.

В сильно пересеченной местности при разработке выемок и отсыпок насыпей, в местах перехода из выемки в насыпь, применяют отсыпку насыпи «с головы» наклонными слоями на всю высоту поперечного профиля.

Разнородные грунты в насыпи следует укладывать послойно; глинистые водонепроницаемые грунты укладывают в нижней части насыпи, а в верхние слои — суглинки и далее — песчаные грунты.

Для планировки откосов насыпей и выемок используют автогрейдеры и бульдозеры с дополнительными откосопланировщиками.

Окончательную отделку земляного полотна и укрепление его откосов выполняют вслед за работами по устройству покрытия проезжей части.

Для укрепления откосов используют засев их трава-

ми, реже одерновку в клетку, сплошную одерновку и в особо сложных случаях (у конусов устоев мостов) — мощение камнем, бетонными плитками.

При устройстве щебеночных слоев (оснований и покрытий) выполняют следующие работы:

— вывозку щебня для нижнего слоя и распределение его распределителями;

— уплотнение щебня с одновременной поливкой водой;

— вывозку щебня для верхнего слоя и его распределение;

— уплотнение щебня с поливкой водой;

— вывозку щебня для расклинки и его распределение с разметанием механическими щетками;

— уплотнение с поливкой водой;

— вывозку щебня для окончательной расклинки покрытий, его распределение и окончательное уплотнение с поливкой.

В нижних и средних слоях щебеночных оснований применяют щебень фракций 40—70 и 70—120 мм; в верхних слоях оснований и покрытиях — 40—70; для расклинки — 5—10; 10—20 и 20—40 мм.

Максимальная толщина уплотненного слоя не должна превышать 18—20 см.

При песчаном основании и отсутствии самоходных распределителей щебень следует разгружать у края уплотненного щебеночного слоя и далее передвигать бульдозером.

Уплотнение щебеночного слоя начинают легкими катками от краев к середине покрытия, с перекрытием предыдущих слоев на 1/3 ширины и постепенным уменьшением числа проходов по оси дороги. После этого каток вновь переходит на края и движется от края к оси.

Легким катком укатывают до тех пор, пока не будет оставаться заметный след. Затем уплотнение продолжают более тяжелыми катками с обязательной поливкой водой.

Количество проходов катка по одному следу зависит от качества щебня и ориентировочно составляет для первого периода уплотнения — 3—6 проходов; второго — 10—35; третьего — 10—15.

Устройство гравийного основания осуществляется аналогично устройству щебеночного основания.

Укреплением грунтов минеральными вяжущими называется комплекс мероприятий, в результате чего грунты приобретают необратимую связность вследствие об-

разующихся в них кристаллических связей, механическую прочность и устойчивость.

Минеральные вяжущие (цемент, известь, шлаковые и зольные вяжущие) сцепляют отдельные грунтовые частицы прочными кристаллическими связями, изменяют коллоидно-химические свойства грунта и увеличивают его механическую прочность и водоустойчивость.

Наиболее пригодны для укрепления минеральными вяжущими крупнообломочные щебенистые и гравелистые грунты, супеси легкие и крупные, легкие суглинки с числом пластичности от 3 до 12.

Укрепленные грунтовые смеси укладывают слоями толщиной не менее 10 и не более 22 см в плотном теле.

Устройство слоев из грунтов, укрепленных грунтов осуществляют при температуре окружающего воздуха не ниже $+10^{\circ}$ С.

Укрепленные грунтовые смеси готовят непосредственно на дороге с использованием механизмов (дорожных фрез, автогрейдеров), осуществляющих многократные проходы, а также в передвижной или стационарной установке.

Связные грунты до введения вяжущего должны быть размельчены до такой степени, чтобы количество глинистопылеватых комков крупнее 5 мм не превышало 25%, в том числе комков крупнее 10 мм — не более 10%.

Ширина полосы обработки грунта фрезой составляет до 2,5 м, наибольшая глубина обработки — до 20 см.

Устройство покрытия из щебня, обработанного битумом. Щебень обрабатывают битумом в основном в стационарных смесительных установках или непосредственно на дороге.

В зависимости от вязкости битума и температуры воздуха в момент укладки определяется и температура смесей перед укладкой. В связи с этим получаемые смеси разделяют на горячие, теплые и холодные.

Для получения горячих смесей применяют вязкие дорожные битумы БНД-70/90, БНД-90/130, смесь укладывают при температуре 80—160° С. Для теплых смесей применяют битумы БНД-200/300, БНД-130/200, СГ-130/200, смесь укладывают при температуре от 50 до 120° С. Для приготовления холодных смесей применяют битумы СГ-70/130, СГ-130/200, МГ-70/130 и медленно- и среднераспадающиеся эмульсии, которые позволяют укладывать смеси в холодном состоянии.

В качестве минеральных материалов можно приме-

нять щебень из плотных горных пород различной прочности, гравий и другие местные материалы.

Для смешения минеральных материалов с вяжущим используют смесители со свободным и принудительным перемешиванием.

Готовую горячую или теплую смесь быстро доставляют автосамосвалами к месту работ, распределяют на заданную толщину при помощи асфальтоукладчиков и уплотняют сначала легкими, а затем тяжелыми катками.

Холодные смеси хранятся в штабелях на складе, оттуда по мере необходимости их перевозят к месту работ, укладывают тонким слоем и уплотняют.

Используя жидкие битумы, дорожную одежду устраивают также методом пропитки и смешения на дороге.

Обработку щебеночного или гравийного материалов способом смешения на дороге с помощью автогрейдера выполняют по следующим этапам:

— россыпь щебня или гравия на спрофилированное, прочное и чистое основание или разравнивание ранее выставленного в валик минерального материала с приданием ему формы призмы;

— розлив жидкого битума в несколько приемов и перемешивание смеси автогрейдером после каждого розлива (за один прием не более 2,5 л/м^2).

Перемешивание смеси производится автогрейдером с середины дороги в обе стороны проезжей части до ее кромок и обратно к оси дороги, до получения темной однородной массы, что достигается за 25—60 проходов автогрейдера в зависимости от ширины и толщины обрабатываемого слоя. Затем смесь разравнивают автогрейдером и покрытие приобретает профильный вид.

Уплотнение смеси делают сначала легким, а затем тяжелым катком. Окончательное уплотнение достигается в процессе эксплуатации под воздействием колес автомобилей. Для равномерного уплотнения в этот период движение регулируют по ширине проезжей части.

Работы по смешению должны проводиться в сухую погоду при температуре не ниже +10° С.

Устройство асфальтобетонного покрытия. Асфальтобетон в зависимости от его температуры в момент укладки подразделяется на три вида: горячий, теплый, холодный. В состав асфальтобетона, кроме крупного заполнителя щебня или гравия, входят — мелкий заполнитель — песок, минеральный порошок и поверхностно-активные

вещества. В качестве вяжущего используют битум разных марок в зависимости от вида асфальтобетона.

Асфальтобетонную смесь готовят на асфальтобетонных заводах. Транспортируют смесь к месту укладки автосамосвалами. Укладка смеси на основание (ровное, сухое) осуществляется асфальтоукладчиком — распределителем.

Уплотнение смеси произвдят сразу же после укладки, не допуская остывания смеси. Укладывают вначале легкими, а затем тяжелыми гладко-вальцевыми катками. Уплотнение начинается от краев покрытия, что обеспечивает создание упора из плотной смеси при последующих проходах, которые последовательно смещаются к оси дороги, перекрывая предыдущие проходы. Уплотнение должно обеспечить создание слоя требуемой ровности.

12.3. СТРОИТЕЛЬСТВО МАЛЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Гидротехнические сооружения представляют собой инженерные сооружения, предназначенные для использования природных водных ресурсов (рек, озер, грунтовых вод) и для борьбы с разрушающим действием водной стихии.

Гидротехнические сооружения по назначению подразделяются на общие и специальные.

Общего назначения, в свою очередь, подразделяются на: водоподпорные (плотины, дамбы), водопроводящие (каналы, трубопроводы, туннели, лотки), регуляционные (полузапруды, ограждающие валы, щиты), водозаборные, водосбросные сооружения. К специальным относятся здания ГЭС, шлюзы, маяки и др.

Теперь рассмотрим методы возведения наиболее распространенных для сельской местности нашей республики сооружений.

Строительство трубопроводов. Трубоукладные работы в большом объеме выполняют для централизованного водоснабжения сельских населенных мест питьевой водой по групповой схеме из водохранилищ (Ишимский, Сергеевский, Булаевский, Пресновский водопроводы в Северном Казахстане), подачи к зданиям и сооружениям холодной и горячей воды, природного газа, а также

для отвода от зданий и сооружений хозяйственно-фекальных вод и др.

Прокладка трубопроводов включает в себя подготовку основания и монтаж труб с заделкой стыков.

Для трубопроводов в сельской местности применяют керамические, асбоцементные, пластмассовые, чугунные, стальные трубы. Последние в случае укладки в землю покрываются в заводских условиях битумными мастиками.

Трубопроводы в зависимости от района строительства, грунтовых и других местных условий могут быть расположены в грунте, на земле и эстакадах. В земле трубопроводы опирают непосредственно на грунт или песчаную подсыпку. При этом наименьшую ширину траншеи по дну следует принимать в зависимости от типа и диаметра прокладываемых труб, способа их укладки.

Ширина траншеи с откосами (см. рис. 12.6,а) по дну принимается равной Д+0,5 м при укладке трубопроводов из отдельных труб и Д+0,3 м — при укладке плетями, где Д — диаметр трубы. При устройстве креплений (см. рис. 12.6,б) ширину траншеи увеличивают на их толщину. Если в траншеях с вертикальными стенками необходима работа людей, то наименьшее расстояние в свету между поверхностью трубопровода и стенками должно быть не менее 0,7 м. В случае совмещенной прокладки трубопроводов размеры траншеи принимаются в соответствии со схемой, представленной на рис. 12.6,в. Ширина траншеи поверху определяется крутиз

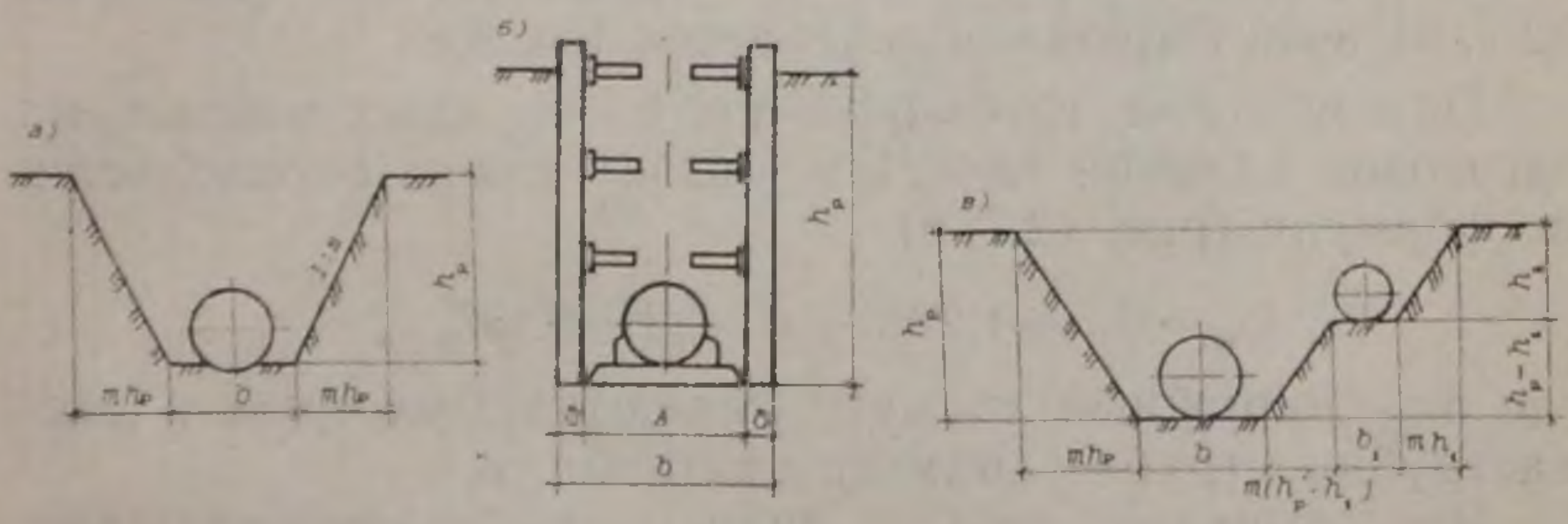


Рис. 12.6. Схемы для определения размеров траншей

а — трапециедальных; *б* — с вертикальными стенками и креплениями; *в* — сложного сечения при совмещенной прокладке трубопроводов

ной ее откосов. Глубина траншеи зависит от глубины заложения труб, которая во всех случаях должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта. Продольный уклон траншеи устанавливается проектом, в зависимости от назначения трубопровода. Для заделки стыковых соединений труб в траншеях открывают приямки необходимых размеров.

При прокладке трубопроводов основные рабочие операции по перемещению труб, их сборке, укладке в траншею выполняют в основном с помощью кранов. В трубопроводном строительстве обычно применяют самоходные стреловые краны на гусеничном, автомобильном и пневмоколесном ходу.

Выбор монтажных кранов производят по технико-экономическим показателям сравниваемых вариантов с учетом конкретных условий прокладки трубопроводов. Для этого на первом этапе определяют минимальные требуемые параметры для данных условий и принятых схем монтажных работ.

Требуемый вылет крюка $L_к$ монтажного крана определяется по следующим формулам и зависимостям (рис. 12.7).

При прокладке трубопроводов из одиночных труб в трапецеидальных траншеях (рис. 12.7, а):

$$L_к = 0{,}5\ (b + Б_{кр}) + 1{,}2mh,$$

где b — ширина траншеи по дну, м; $Б_{кр}$ — ширина базы крана, м; $1{,}2\ mh$ — расстояние от основания откоса выемки до гусениц (колес или выносных опор) крана, м; m — заложение откосов; h — глубина траншеи, м.

При монтаже трубопроводов из одиночных труб в прямоугольных траншеях с креплениями (см. рис. 12.7, б) вылет крюка определяется так же.

При монтаже трубопроводов из крупных монтажных заготовок (длиной 18—24 м) вылет крюка определяется по формуле (рис. 12.7, в).

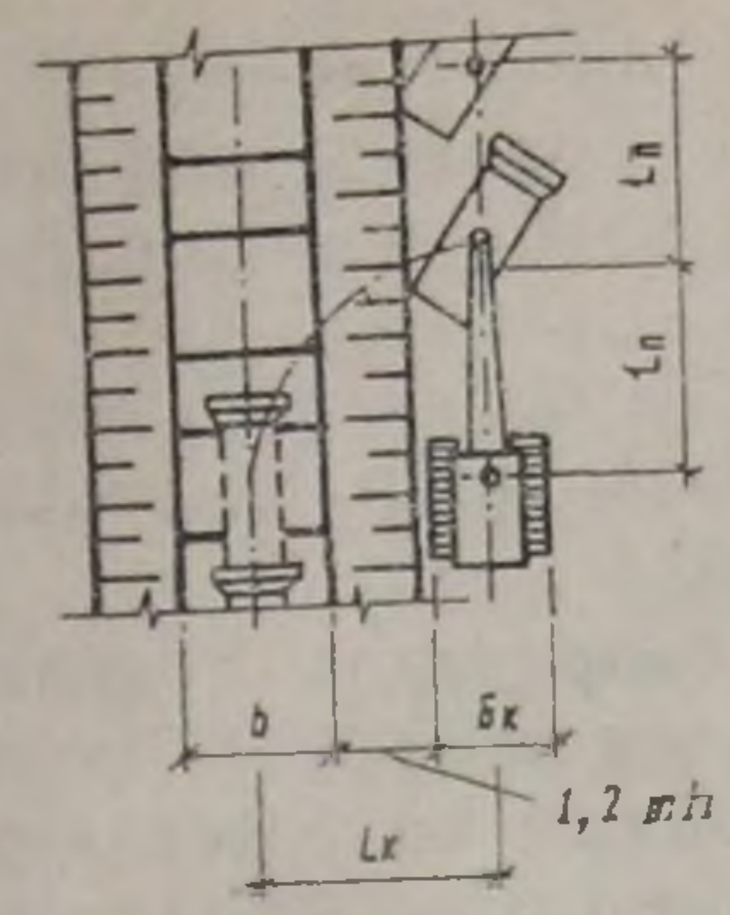
$$L_к = 0{,}5 + 1{,}2mh + d_н + 1 + 0{,}5Б_{кр},$$

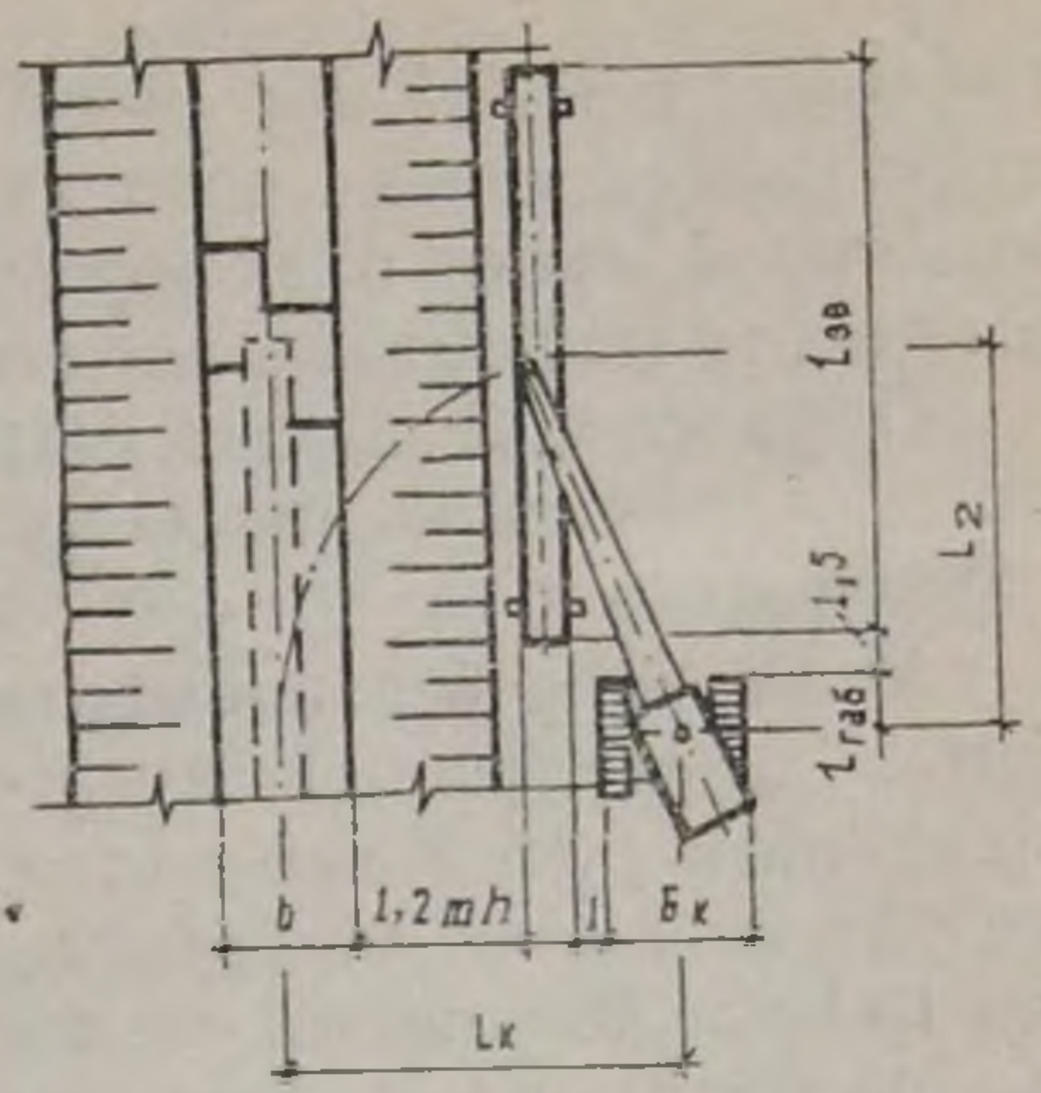
где $d_н$ — наружный диаметр укладываемых труб, а для раструбных труб — диаметр раструба, м.

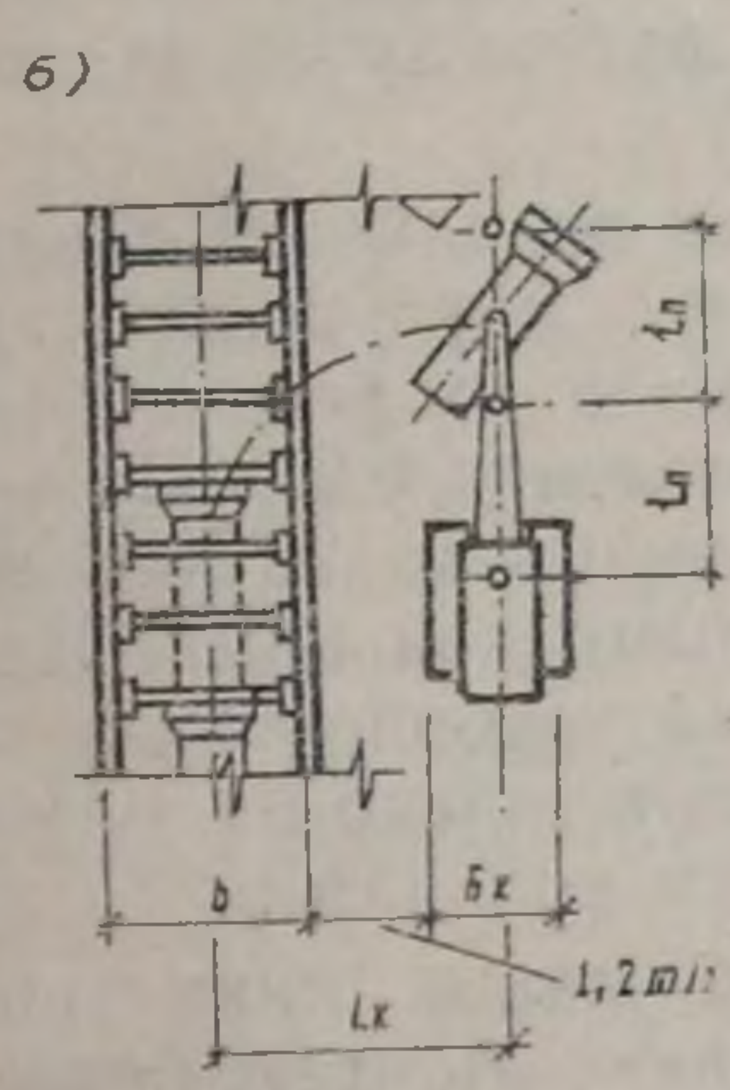
При монтаже труб с транспортных средств (рис. 12.7, г) вылет крюка также определяют по формуле

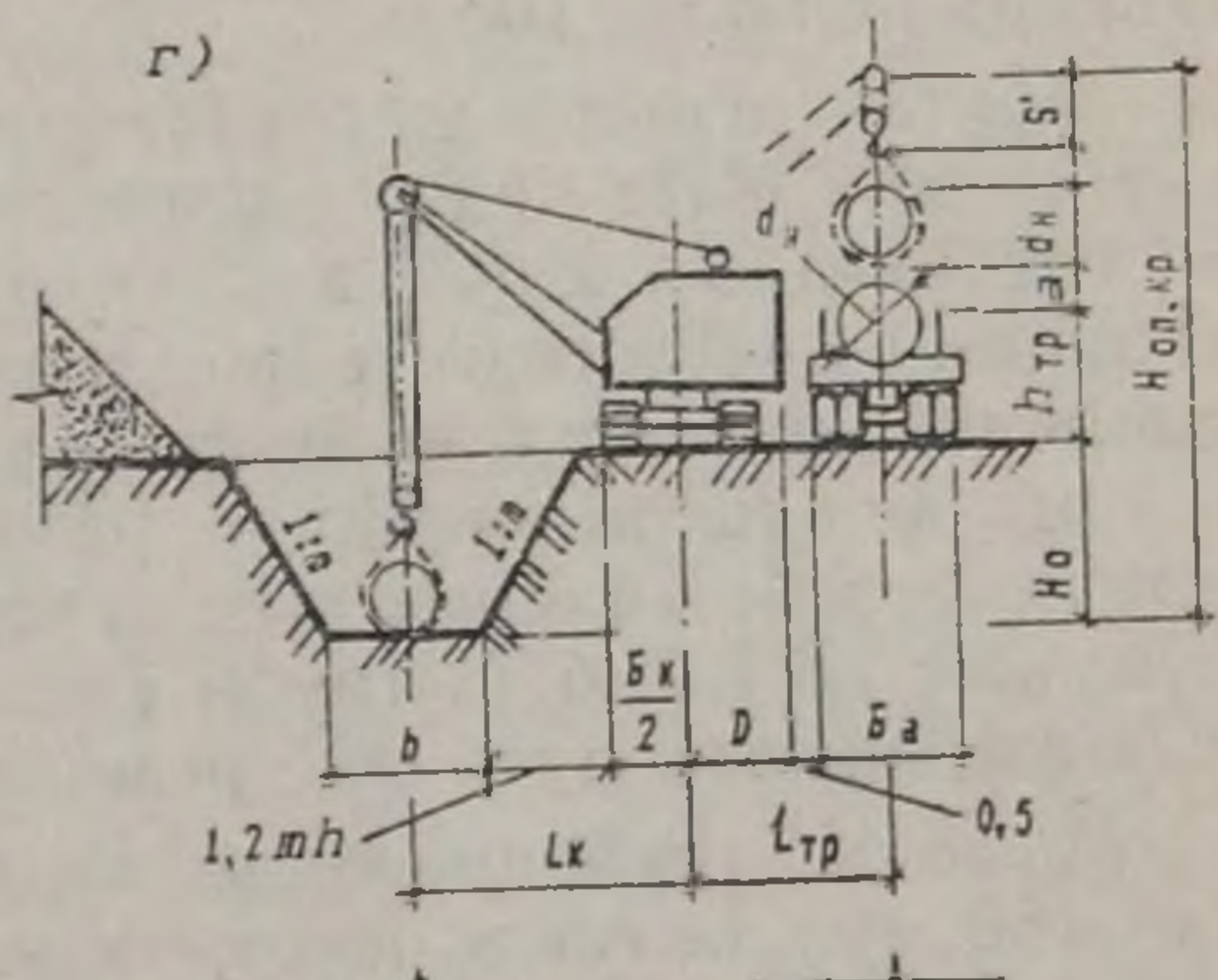
$$L_к = 0{,}5\ (b + Б_{кр}) + 1{,}2mh$$

и проверяют по условию:









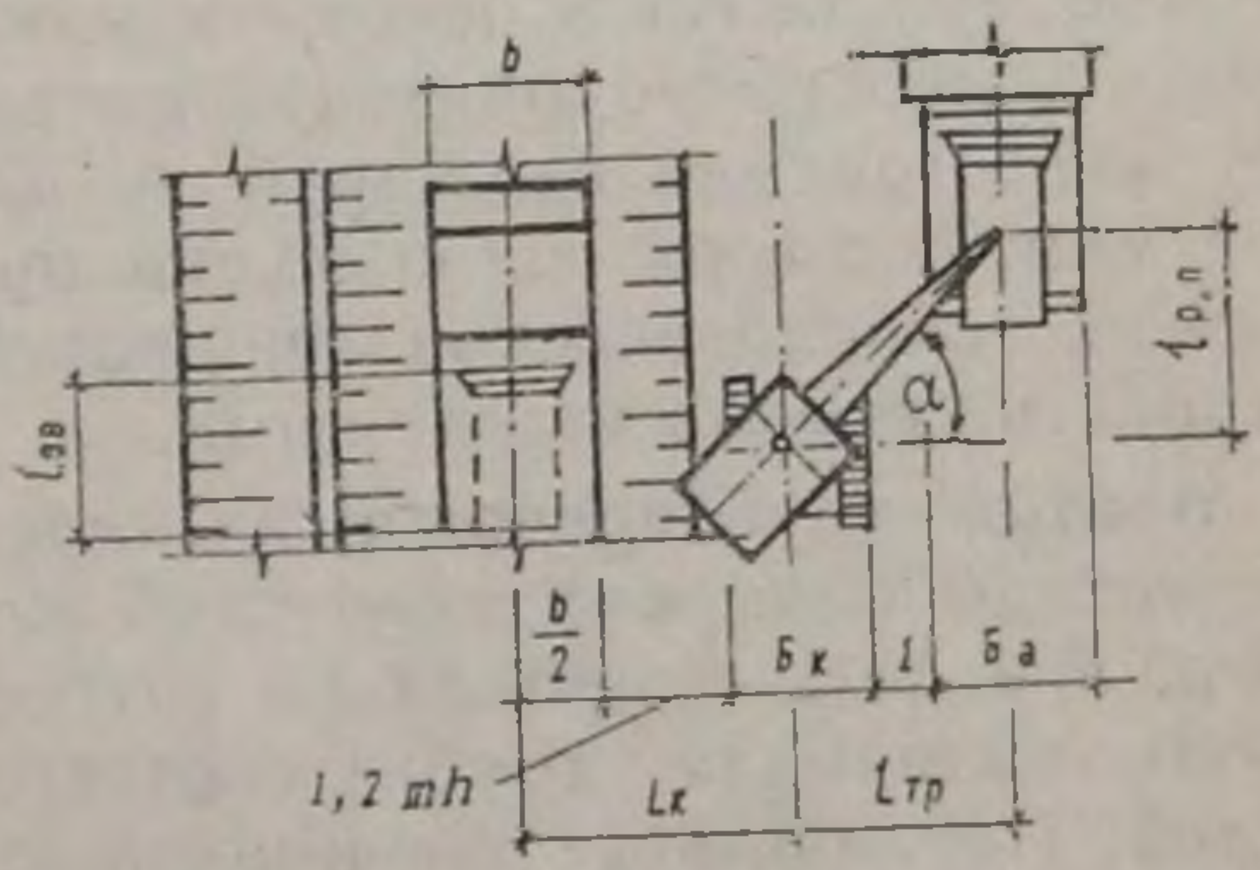


Рис. 12.7. Схема определения вылета крюка при прокладке труб
а — укладка одиночных труб в трапециедальные траншеи; *б* — то же, в траншеи с креплениями; *в* — то же, при длине звеньев более 12 м; *г* — при монтаже с транспортных средств

$$l_{тр} = D + l + Б_а,$$

где $l_{тр}$ — расстояние между осями движения крана и автотранспортных средств, м; Д — радиус поворота хвостовой части платформы крана, м; $Б_а$ — ширина базы автотранспортных средств.

Определение других параметров и сравнение технико-экономических показателей производится по аналогичной методике, изложенной в главе 4.

Монтаж асбестоцементных трубопроводов производится в следующей последовательности. Трубы перед монтажом раскладывают вдоль траншеи на расстоянии не ближе 1 м от ее бровки. При этом трубы диаметром до 150 мм допускается раскладывать на трассе в штабеля высотой до 1 м, располагаемые друг от друга на расстоянии не более 100 м.

Монтаж напорных трубопроводов на рабочее давление до 0,6 МПа ведут с применением двубуртных асбестоцементных муфт и с уплотнением их резиновыми кольцами круглого сечения, а на давление 0,9 МПа — с применением таких же муфт и резиновых колец или чугунных фланцевых муфт с резиновыми кольцами. При монтаже асбестоцементных напорных трубопроводов на давление до 1,2 МПа трубы соединяют только на чугунных фланцевых муфтах с резиновыми кольцами.

Монтаж трубопроводов из труб малых диаметров (до 150 мм) ведут в основном вручную. Монтаж безнапорных трубопроводов ведут с применением безнапорных асбестоцементных труб и цилиндрических муфт. При монтаже всех видов водоводов из отдельных труб важной технологической операцией является качество устройства стыков между ними.

Монтаж трубопроводов из пластмассовых труб. Тип соединений пластмассовых труб зависит от конкретных условий работы и прокладки трубопроводов, а также от основы материала труб и соответствующих фасонных частей. Неразъемные соединения труб из полиэтилена низкой плотности (ПНП), высокой плотности (ПВП) и полипропилена (ПП) выполняют на сварке контактным нагревом, а винипластовых труб из поливинилхлорида (ПВХ) — склеиванием или газовой прутковой сваркой.

При укладке пластмассовых трубопроводов применяют две основные схемы организации сварочно-монтажных работ — базовую и трассовую. При базовой — сварку выполняют вблизи объектного склада труб с предва-

рительным соединением их в секции длиной до 18—24 м и более, которые затем доставляют на трассу и там с помощью сварочных установок сваривают в плети или непрерывную нитку для укладки в траншею. При трассовой схеме трубы раскладывают вдоль траншеи и сваривают с применением передвижных сварочных установок в непрерывную нитку методом наращивания.

Плети из труб диаметром 160 мм и менее в траншею опускают вручную, а большего диаметра — с помощью одного или двух кранов небольшой грузоподъемности.

Монтаж керамических трубопроводов ведут как отдельными трубами, так и укрупненными звеньями в две, три, пять труб при общей длине секции не более 8 м. Укладку трубопроводов производят снизу вверх по уклону, начиная от смотрового колодца раструбами против течения сточной жидкости.

Укладка труб в проектное положение звеньями сокращает срок строительства. При этом укладка звеньев из двух-трех труб диаметром до 250 мм может производиться вручную, а при укладке труб больших диаметров применяют стреловые краны и специальные траверсы, которые обеспечивают горизонтальное положение звеньев при опускании.

Монтаж чугунных трубопроводов диаметром 65—1200 мм производится путем раскладки труб вдоль траншеи на расстоянии не менее 1—1,5 м от ее бровки, располагая их в направлении укладки в траншее. Движение жидкости по будущему трубопроводу должно происходить от раструба к гладкому концу. При этом для облегчения монтажа чугунных труб необходимо, чтобы их раструбы были обращены в сторону более высоких отметок по траншее. Легкие трубы (диаметром до 200 мм) опускают в траншею вручную с помощью каната, который пропускают внутри трубы или которым обвязывают трубу у концов. Трубы диаметром более 200 мм обычно укладывают с помощью кранов или кранов-трубоукладчиков. Опущенную в траншею трубу заводят гладким концом в раструб ранее уложенной трубы. После чего производят ее центрирование по оси трубопровода в вертикальном и горизонтальном направлениях. Центрирование производится путем визирования или с применением лазерного нивелира. Герметичность и водонепроницаемость раструбных стыков чугунных трубопроводов достигается заделкой раструбной щели пеньковой прос-

моленной и битуминизированной прядью с последующим устройством замка из асбестоцементной смеси, удерживающего прядь от выдавливания гидравлическим давлением.

Монтаж стальных трубопроводов диаметром 50—1600 мм и толщиной стенки 3,5—20 мм в целях ускорения и индустриализации строительства осуществляют с применением метода укрупнительной сборки труб в секции на трубосварочных и трубозаготовительных базах. Стальные трубы в основном применяют для устройства высоконапорных водопроводных и канализационных трубопроводов, предназначенных для длительной эксплуатации. Поэтому должна быть обеспечена необходимая защита труб от воздействия коррозии и блуждающих токов.

Перевозка укрупненных и изолированных труб (секций) осуществляется автомобильными и тракторными трубопроводами и труботранспортными поездами. Доставленные на трассу трубы или их секции размещают вдоль траншеи на расстоянии 1—1,5 м. При этом изолированный трубопровод можно укладывать в траншею следующими способами: путем опускания секции или отдельных труб со сваркой их в траншее; путем опускания в траншею плети, сваренной из труб или секций, с последовательным наращиванием их в приподнятом положении или на деревянных подкладках и путем опускания плети непрерывной ниткой с бермы траншеи.

Укладку отдельных труб или секций трубопровода в траншею осуществляют стреловым краном или краном-трубоукладчиком. При укладке длинных труб или секций используют несколько кранов, которые с помощью гибких полотенец плавно опускают их в траншею. Для изоляции стыков трубопровода в траншее используют те же приямки, что и при их сварке. В целом это усложняет производство работ и замедляет темпы прокладки водоводов. Поэтому при наличии достаточного количества кранов или кранов-трубоукладчиков более целесообразной является укладка трубопровода с предварительным укрупнением секций в плети и непрерывную нитку. При этом плеть или непрерывную нитку с бермы в траншею укладывают четырьмя или тремя кранами-трубоукладчиками.

В целях недопущения резких перегибов трубопровода краны-трубоукладчики расставляют друг от друга на определенных расстояниях, в зависимости от диаметра

труб. Так, например, при диаметре труб до 529 мм краны должны быть расставлены друг от друга на расстоянии 15—25 м; при диаметре 529 мм — 30 м; 720 мм — 35 м; 1020 мм — 30—45 м; 1220—1420 мм — 30—40 м. Высота подъема плети или нитки над землей не должна превышать 1 м при работе тремя и более трубоукладчиками и 0,8 м при работе двумя трубоукладчиками.

Строительство плотин. Существующие типы и конструкции плотин в гидротехническом строительстве различаются по материалам на: земляные, из каменной наброски, бетонные, железобетонные, деревянные и смешанные.

Земляные плотины являются наиболее распространенным типом водоподпорных сооружений, они входят в состав большинства гидроузлов различного назначения и широко используются в гидромелиоративном строительстве.

По способу возведения земляные плотины подразделяют на насыпные, намывные и полунамывные. Насыпные плотины возводят послойной отсыпкой грунтов насухо с последующим уплотнением механическими средствами или отсыпкой в воду. Намывные плотины возводят средствами гидромеханизации. В этом случае разработку грунта в карьере, его транспортировку и укладку в сооружение производят гидравлическим способом при помощи воды. Полунамывные плотины возводят частично отсыпкой грунта и частично намывом.

Разность уровней водного пространства, расположенного выше плотины (верхний вьеф) и ниже плотины (нижний вьеф), называется **напором.** По высоте земляные плотины делят на низкие (напор менее 15 м), средней высоты (напор 15—50 м) и высокие (напор более 50 м).

Земляные насыпные плотины подразделяются на различные типы, в зависимости от конструкции поперечного профиля и способа возведения, которые показаны на рис. 12.8.

Намывные плотины по конструкции поперечного профиля бывают однородные (рис. 12.9, а,б) и неоднородные (рис. 12.9, в—е). Поперечный профиль однородных плотин формируют принудительно (с устройством дамб обвалования) или в результате свободного растекания пульпы со стороны одного или обоих откосов.

В качестве материалов для возведения земляных плотин и их отдельных элементов используют связные и

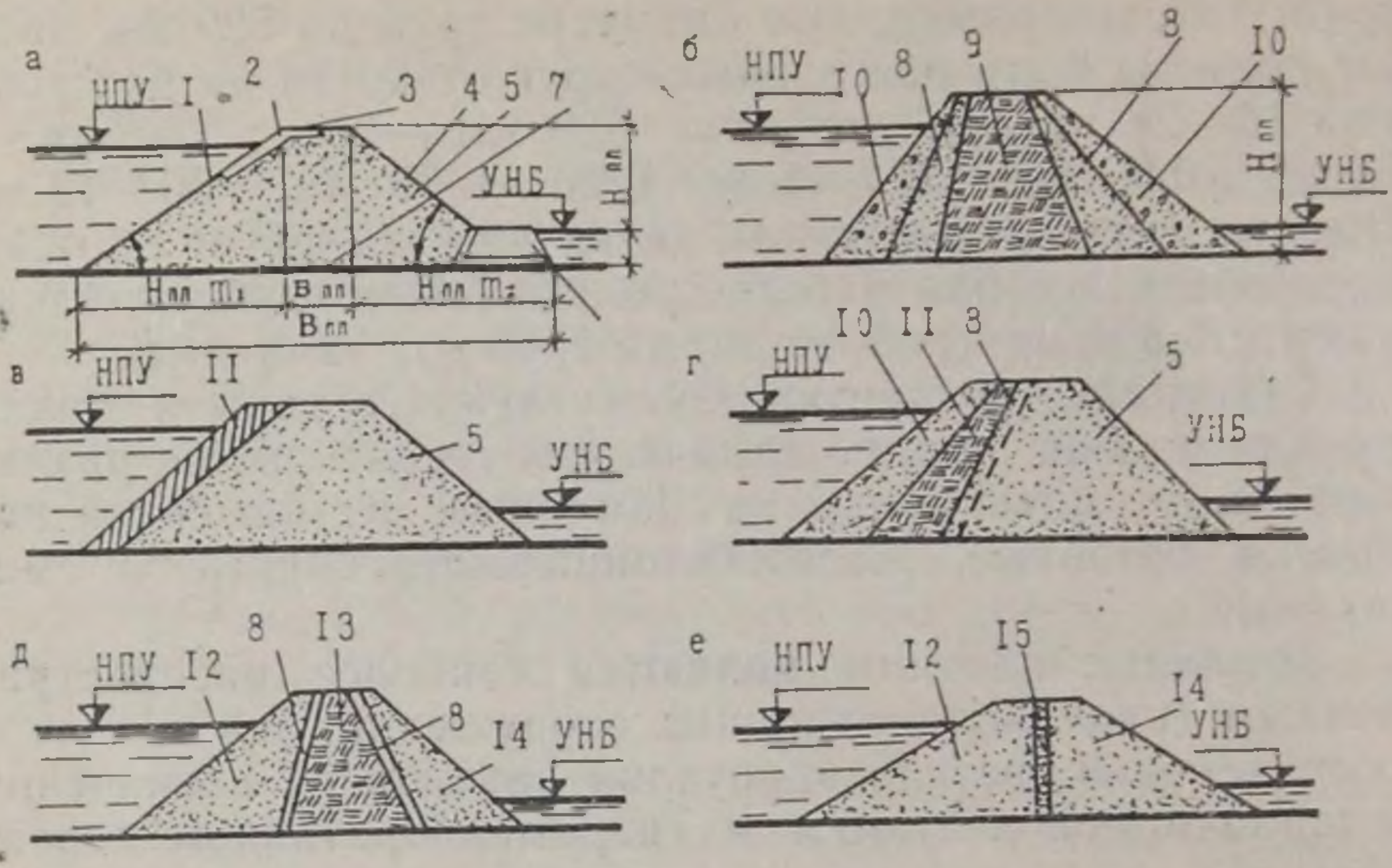


Рис. 12.8. Типы земляных насыпных плотин

а — из однородного грунта; *б* — из неоднородного грунта; *в* — с экраном из негрунтовых материалов; *г* — с экраном из грунта; *д* — с ядром; *е* — с диафрагмой; *1* — верховой откос; *2* — крепление откоса; *3* — гребень; *4* — низовой откос; *5* — тело плотины; *6* — дренажный банкет; *7* — подошва; *8* — переходные зоны; *9* — центральная призма; *10* — защитный слой; *11* — экран; *12* — верховая призма; *13* — ядро; *14* — низовая призма; *15* — диафрагма; *В* — ширина плотины по гребню; *Впл* — ширина плотины по низу; *Нпл* — высота плотины

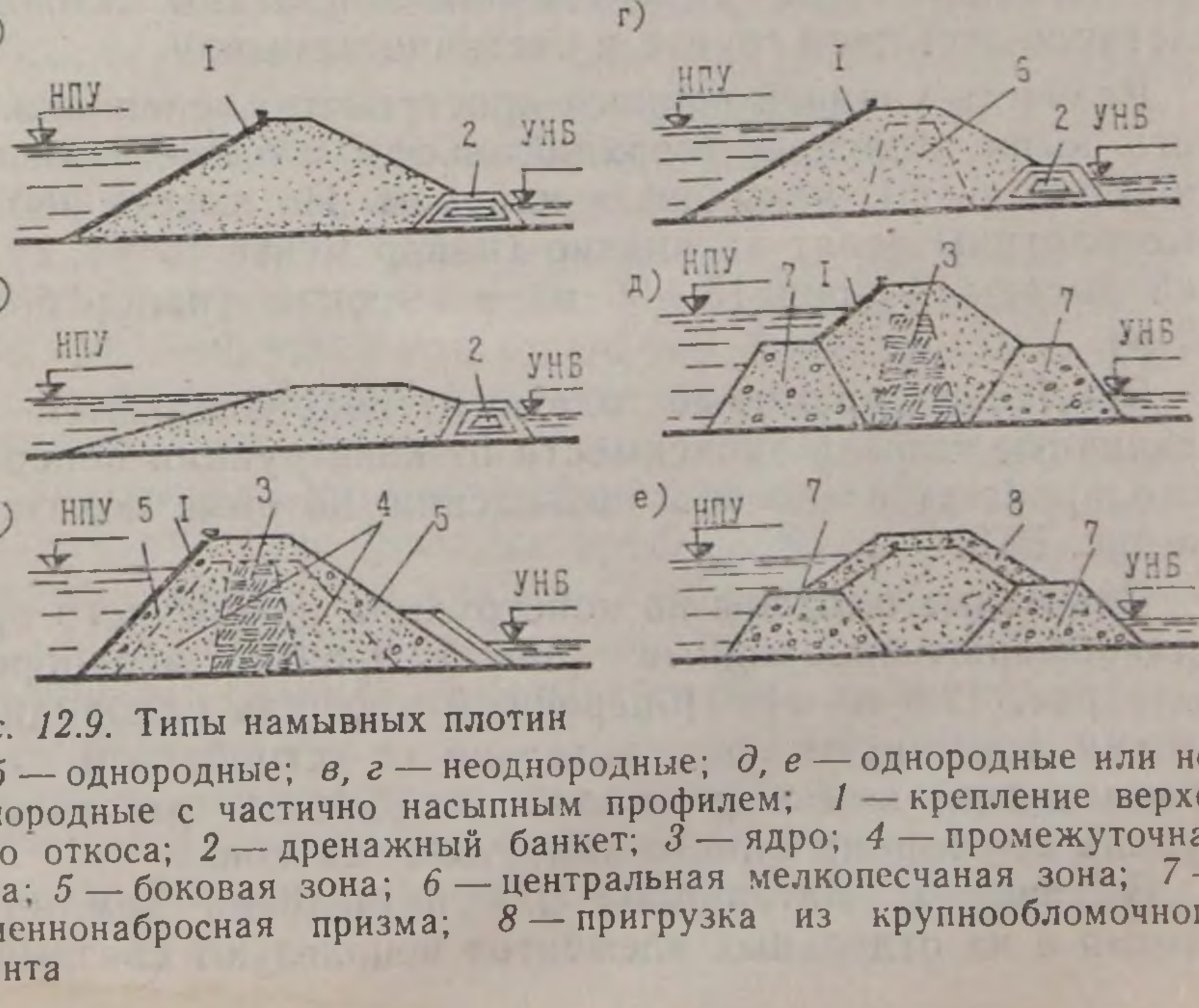


Рис. 12.9. Типы намывных плотин

а, б — однородные; *в, г* — неоднородные; *д, е* — однородные или неоднородные с частично насыпным профилем; *1* — крепление верхового откоса; *2* — дренажный банкет; *3* — ядро; *4* — промежуточная зона; *5* — боковая зона; *6* — центральная мелкопесчаная зона; *7* — каменнонабросная призма; *8* — пригрузка из крупнообломочного грунта

несвязные грунты естественного происхождения, а также — искусственные (золоотвалы ТЭЦ, отходы горнодобывающей и металлургической промышленности).

В состав основных работ по возведению плотин послойной отсыпкой грунтов насухо входят подготовка и разработка карьеров, доставка грунта к месту укладки, отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта в теле сооружения.

Грунт в карьере разрабатывают землеройными или землеройно-транспортными механизмами. В качестве землеройной машины обычно используют одноковшовые экскаваторы емкостью ковша 0,5—5 м^3. В этом случае грунт транспортируют к месту укладки автосамосвалы грузоподъемностью 5—75 т, а также самоходные и прицепные саморазгружающиеся тележки вместимостью до 15 м^3, железнодорожный транспорт, ленточные транспортеры.

При больших объемах работ для непрерывной загрузки транспортных средств могут быть использованы многоковшовые роторные экскаваторы и конвейерные погрузчики.

В отдельных случаях разработка и транспортировка грунта к месту укладки может производиться прицепными и самоходными скреперами с ковшом вместимостью 2,25—15 м^3 и бульдозерами (при небольших расстояниях).

При выборе схемы разработки и транспортировки грунта и типов механизмов учитывают вид грунта и условия его разработки в карьере, дальность транспортировки, объемы и сроки выполнения работ.

Процесс укладки грунта в тело сооружения делится на несколько этапов. Основными этапами являются отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта. Поэтому в соответствии с принятым числом необходимых этапов рабочую площадь сооружения разбивают на несколько равновеликих карт (от двух до четырех), на каждой из которых последовательно производят работы всех видов по укладке грунта.

Чередование видов работ на различных картах позволяет укладывать грунт непрерывно, без простоя механизмов. Обычно длина карты составляет 50—100 м.

Разравнивание грунта слоем проектной толщины осуществляют бульдозерами, грейдерами и скреперами. Механическое уплотнение грунта в земляных полотнах осуществляют укаткой, трамбованием, вибрированием или комбинированными способами.

Способ уплотнения и уплотняющие механизмы выбирают с учетом физических свойств укладываемого грунта, условий строительства и конструктивных особенностей сооружения.

Для уплотнения связных грунтов применяют главным образом кулачковые и пневматические катки. Могут быть использованы также гладкие, решетчатые и вибрационные катки. Для уплотнения несвязных грунтов наиболее эффективны виброкатки и вибротрамбовки.

При возведении намывных плотин различают два основных способа разработки грунта средствами гидромеханизации: земснарядами (подводная разработка) и гидромониторами (надводная разработка в сухих забоях). Грунт, разработанный земснарядами, транспортируют на карты намыва по напорным пульпопроводам. При гидромониторной разработке возможна транспортировка грунта по напорным пульпопроводам или самотеком — по канавам и лоткам.

Плотины из каменной наброски без применения вяжущих материалов являются наиболее экономичными в тех районах, где имеются достаточные запасы камня и скальные основания. В зависимости от водохозяйственного назначения плотины из каменной наброски могут быть глухими для поддержания напора воды и водосливными, через которые осуществляется при необходимости сброс воды из водохранилища. При этом глухие плотины можно возводить в любое время года.

Лучшими материалами для набросных плотин являются изверженные породы — граниты, габбро, диориты, диабазы, базальты и др. Из осадочных пород наиболее подходящие — плотные известняки, доломиты и кварциты.

12.4. ВОЗВЕДЕНИЕ СЕНАЖНЫХ БАШЕН, ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРОВ, КОМБИКОРМОВЫХ ЗАВОДОВ

Сенажные башни как герметические емкости башенного типа для хранения силоса возводят из металла, сборного железобетона и бетонных блоков.

Металлическая сенажная башня представляет собой цилиндрический корпус диаметром 6 м и высотой 16—19 м, опирающийся на ленточный фундамент. Башню собирают из поясов высотой по 1,5 м. Каждый пояс состоит из отдельных, изогнутых по радиусу цилиндра од-

нотипных стальных листов, соединяемых между собой внахлестку болтами.

Башню обычно монтируют укрупненными царгами массой до 1 т, которые собирают из отдельных стальных листов на стенде-кондукторе. Установка укрупненных блоков в проектное положение проводится одновременно. Поэтому применяют два крана, один из которых работает на сборке, другой — на монтаже. Стыки герметизируют прокладками из мягкой кислотощелочестойкой резины.

Сборные железобетонные сенажные башни диаметром 6 м и высотой до 18 м состоят из отдельных колец, укладываемых одно на другое. Кольца собирают на стенде-кондукторе из сборных железобетонных сегментов, соединяемых при помощи электродуговой сварки. Высота собранного кольца составляет до 1,5 м, масса до 9 т. В процессе укрупнительной сборки кольца подвергают предварительному напряжению. Укрупненный блок краном устанавливают в проектное положение на подготовленную постель из цементного раствора. Укрупнительную сборку и установку колец производят с помощью кранов соответствующей грузоподъемности.

Сенажные башни из бетонных блоков строят диаметром 7,3—9,15 м, высотой 21,3—24,4 м. Размер бетонного блока 762,5×254×92 мм. Процесс возведения башни состоит из кладки блоков на цементном растворе и монтажа стальных колец по окружности башни. Кладка блоков ведется с подмостей, устраиваемых с внутренней стороны башни.

Сборные железобетонные зерновые элеваторы возводят в следующей последовательности: сначала монтируют конструкции подсилосного этажа, затем — силосов, рабочей башни и после приступают к монтажу надсилосной части элеватора.

Подсилосный этаж состоит из фундаментной плиты с подколонниками, колонн с капителями, перекрытия с воронками и стен. Фундаментную плиту с подколонниками обычно выполняют в монолитном железобетоне. Все остальные элементы этажа состоят из сборного железобетона с максимальной массой отдельных из них до 4,5 т. Их монтируют тем же башенным краном, что и силосы, или стреловым самоходным краном в соответствии с выбранным методом механизации монтажных работ. Колонны устанавливают в стаканы фундаментной плиты и замоноличивают (рис. 12.10). На них закрепляют капители со сквозными отверстиями. После выравни-

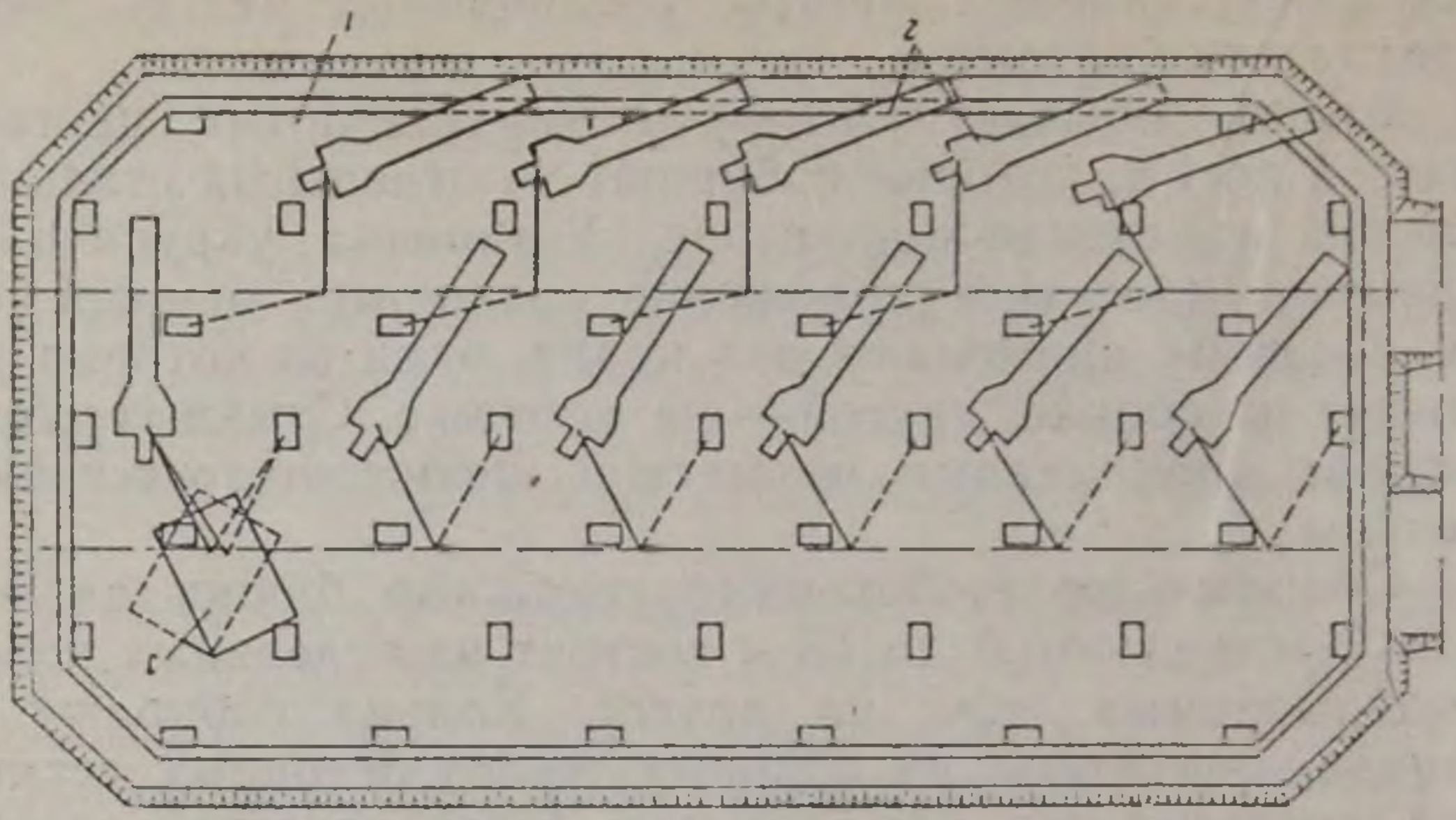


Рис. 12.10. Схема монтажа колонн подсилосного этажа

1 — плита фундамента; *2* — сборные железобетонные колонны; *3* — кран

вания и закрепления на капители укладывают конструкции перекрытия и сборные железобетонные воронки.

Силосы и рабочие башни возводят по готовому перекрытию подсилосного этажа из отдельных элементов в виде квадратных и круглых колец, объемных и плоских элементов (рис. 12.11).

Стены силосов монтируют по высоте отдельными ярусами. Высота яруса соответствует высоте элемента. В каждом ярусе элементы устанавливают в следующей последовательности: сначала монтируют объемные, затем между ними устанавливают плоские. Объемные элементы обладают достаточной устойчивостью, поэтому их монтаж производится без дополнительных временных креплений. Плоские плиты удерживают в пазах, которые имеются в углах объемных элементов, и соединяют с последними с помощью болтов.

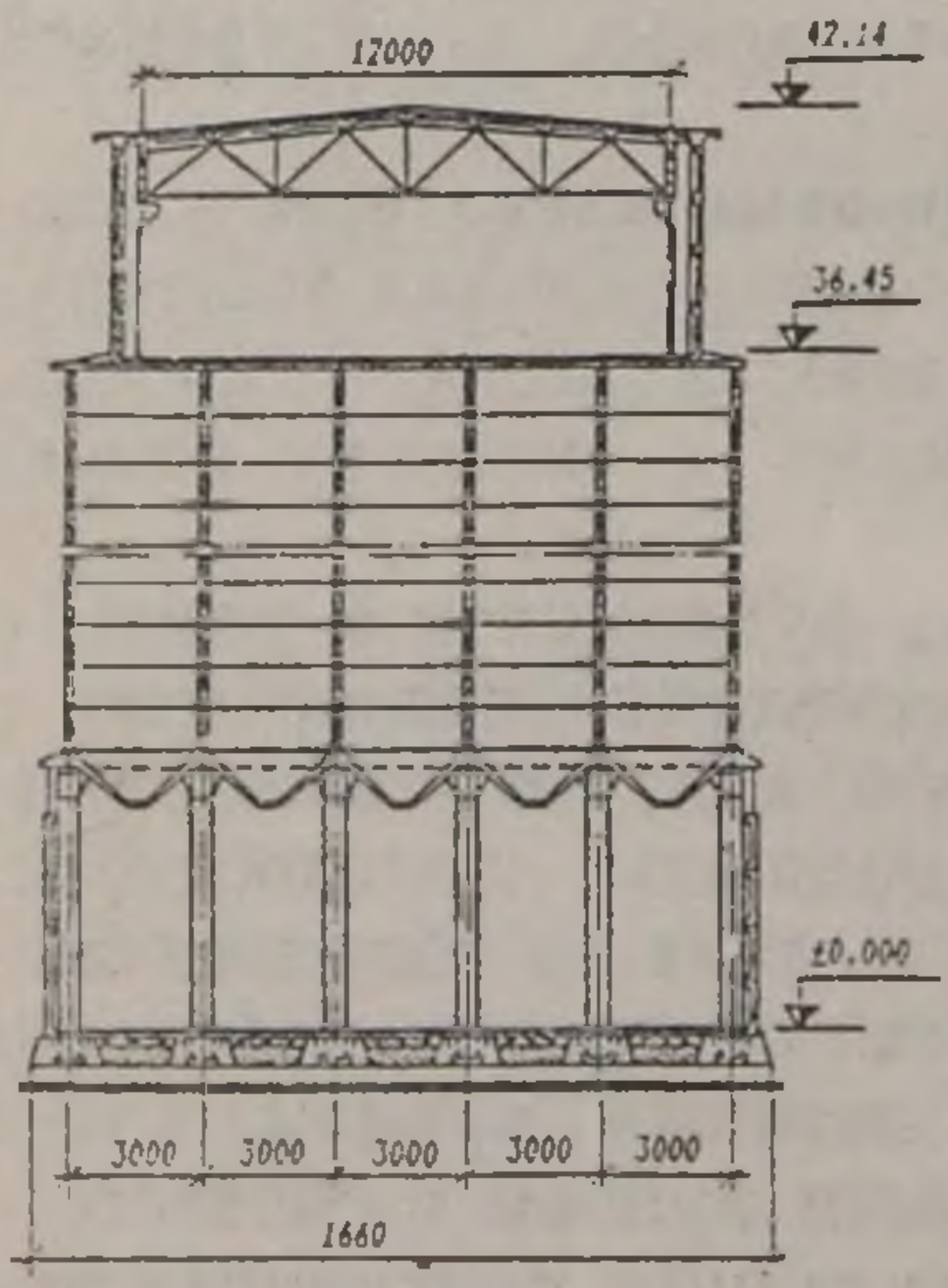


Рис. 12.11. Конструктивная схема силосного корпуса

После окончания возведения силосов производят

монтаж надсилосной галереи с технологическим оборудованием.

Комбикормовые заводы производительностью 50 т/сут включают склады тарных грузов, цехи по производству комбикормов, склады сырья и готовой продукции, приемное устройство, административно-бытовое помещение. Склады сырья и готовой продукции монтируют из сборных железобетонных элементов размером в плане 3×3 м при помощи башенных кранов. Для монтажа других зданий, входящих в состав комплекса завода, применяют стреловые самоходные краны на гусеничном и пневмоколесном ходу, а также автомобильные краны с башенно-стреловым оборудованием.

Сборные конструкции комбикормового завода производительностью 130 т/сут, размером 30×18 м и высотой 34,8 м монтируют более мощными башенными кранами, осуществляющими возведение всего комплекса.

12.5. СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Тепличные комбинаты и на их основе крупные агрономические комплексы с несущим каркасом из металла и сборного железобетона могут быть по конструктивному решению многопролетные рамы, арочные фермы и др. Основным конструктивным элементом тепличного сооружения является стеклянная кровля.

Например, при строительстве теплицы из металлических трехшарнирных рам конструкцию шатра монтируют в два этапа. Вначале устанавливают рамы, прогоны и связи последовательно во всех захватках. Затем монтируют элементы верхнего и бокового остекления. Монтаж каркаса обычно ведут автокраном со стрелой длиной 12 м. Для обеспечения устойчивости в процессе монтажа каждую полураму временно опирают на монтажную вышку. После установки второй полурамы их закрепляют в шарнире с помощью болтов. Первые установленные полурамы крепят к якорям, забиваемым в грунт, а последующие — шаблоном к ранее установленным. После монтажа полурам и временного их крепления автокраном, проходящим снаружи по периметру здания, укладывают цокольные плиты, прогоны из труб и связи.

После окончания монтажа рам, прогонов и связей приступают к монтажу элементов верхнего и бокового освещения. Монтаж элементов освещения производится

вручную с лестницы-стремянки. Первый элемент верхнего освещения тщательно выверяют и приваривают, остальные закрепляют и выверяют при помощи шаблонов.

При возведении теплиц из металлических трубчатых арок автокран находится в центре сооружения и устанавливает их на фундамент, закрепляя анкерными болтами. Первую арку в проектном положении дополнительно раскрепляют временными связями. После установки в проектное положение второй арки кран продолжает ее поддерживать, в это время вторым краном монтируют продольные прогоны между двумя установленными арками. Таким образом создается жесткая устойчивая конструкция, элементы которой прихватывают сваркой. Затем автокран переходит к монтажу последующих арок.

12.6. ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, МАШИН, МЕХАНИЗМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Комплексно-механизированное возведение зданий и сооружений из деталей и конструкций заводского изготовления с наименьшими трудовыми и материально-техническими затратами является главной задачей сельского строительства.

В настоящее время основными направлениями технического развития в сельском строительстве являются полносборное строительство с укрупнением монтируемых блоков и конструкций и широкое внедрение легких конструкций из металла, дерева и пластмассы с эффективными утеплителями.

Первое направление требует применения средств механизации монтажа повышенной грузоподъемности, второе — кранов с увеличенным вылетом крюка при относительно постоянном грузовом моменте.

Строительно-монтажные работы сельскохозяйственных зданий и соружений также выполняются с членением их на захватки и участки. Увеличение числа монтажных участков и захваток, на которые разделяется здание, способствует уплотнению производственных процессов, сокращению общей продолжительности строительства объектов в потоке и повышению эффективного производства работ, а также приближению сроков развертывания основного производства и выхода его продукции.

Равномерность и непрерывность производства в строительном потоке достигается путем организации циклического выполнения процессов. Последовательность осуществления процессов на захватках обусловливается технологическими закономерностями.

При разделении всего объема работ возводимого объекта на ряд процессов и распределении их между бригадами и звеньями необходимо исходить из следующих положений:

— расчленение объема работ должно учитывать конструктивные особенности объектов, технологические характеристики процессов, а также применяемые методы работ и механизмы;

— выделяемый для звена или бригады объем работ должен представлять достаточный фронт для нормального размещения всего состава рабочих;

— объем работ, выполненных бригадой на одной захватке, должен обеспечить необходимый фронт работы для следующей бригады;

— объем работ, выполняемых звеном или бригадой за смену, должен соответствовать заданному темпу работ;

— в зависимости от общего объема работ в одном процессе при расчленении могут объединяться разнородные работы, тогда звено и бригада составляются из рабочих разных профессий;

— рабочие, выполняющие все строительные процессы, предусмотренные технологией, объединяются в комплексные бригады. Часть рабочих должна владеть смежными специальностями.

Следует отметить, что товарную продукцию могут выпускать только объектные и комплексные потоки. Продукция специализированных и частных потоков не может быть непосредственно передана в эксплуатацию и является составной частью при формировании товарной продукции объектных и комплексных потоков.

Особенностью производственных объектов сельского строительства является то, что выделение частных потоков в самостоятельную группу невозможно в силу прерывистого характера их развития. Поэтому выполнение частных потоков объединяют в непрерывный производственный процесс только на уровне специализированных потоков.

При возведении сельских зданий и сооружений наибольшее распространение получили в основном два метода монтажа конструкций: комплексный и дифференцированный.

Первый предусматривает монтаж всех сборных элементов, например одной ячейки, с одной стоянки. При этом полный монтаж здания осуществляется за один проход монтажного крана.

Второй метод предусматривает последовательный монтаж по всему зданию сначала всех одноименных элементов (например, колонн), затем других.

Преимущества и недостатки этих методов известны. В то же время при возведении сельскохозяйственных производственных зданий, размеры которых по сравнению с промышленными невелики и монтаж каркаса не связан с монтажом сложного технологического оборудования, наиболее эффективным является применение дифференцированного метода.

Средства механизации, используемые для монтажа сборных элементов сельскохозяйственных зданий, особенно животноводческих, стоечно-балочной конструкции, вследствие малой грузоподъемности, недостаточного вылета стрелы и высоты подъема крюка при его наибольшом вылете требуют значительных перестановок (от 45 до 120) крана на одном объекте. Применение же кранов с большей подстреловой зоной позволяет значительно сократить машинное время цикла и повысить производительность и экономический эффект механизированных работ, чем краны с меньшим вылетом крюка и меньшей подстреловой зоной.

Наилучший эффект достигается при применении крана типа АБКС-5, специально разработанного для сельского строительства. Он позволяет значительно сократить продолжительность выполнения монтажных работ. Отличительной особенностью этого крана является схема складывания его башенно-стрелового оборудования в транспортное положение собственными механизмами путем поворота башни вокруг шарнирного подкоса, установленного на поворотной платформе.

Грузовая тележка, перемещающаяся по стреле, обеспечивает плавный вылет крюка от 2,5 до 12 м с грузом массой от 5 до 1,5 т.

Для дистанционного или автоматического управления операциями механизированной строповки и расстроповки строительных конструкций применяют строповые захваты со штыревыми замками. Строповый захват рассчитан на подъем железобетонных и стальных балок массой до 11 т. Для подъема и монтажа балок и ферм применяют также траверсы, состоящие из балки коробчатого сечения или фермы, на концах которых закрепле-

ны стропы с штыревыми замками для дистанционной расстроповки.

Для подъема и монтажа ферм с параллельными поясами пролетом 18 м и массой до 12 т применяется траверса, состоящая из фермы, канатов, стропов и четырех штыревых замков. Расстроповка фермы производится натяжением канатов, прикрепленных к оттяжкам замков.

Для подъема и монтажа плит перекрытия и других сборных железобетонных конструкций, снабженных монтажными петлями с учетом смещения одной относительно другой, применяется автоматический захват, состоящий из траверсы, рамы с механизмом фиксации, жестких тяг и захватных органов.

12.7. СТРОЙГЕНПЛАН ОБЪЕКТА, КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Принцип проектирования объектного стройгенплана сельскохозяйственных зданий и сооружений основан на основных положениях проектирования стройгенпланов промышленного и жилищно-гражданского строительства. На нем также должны быть нанесены временные административные, бытовые и производственные здания и сооружения, механизированные установки, закрытые и открытые склады материалов и конструкций, временные коммуникации, электросети и дороги.

В сельском строительстве при сооружении животноводческих комплексов, комбикормовых заводов, элеваторов и других крупных объектов агропромышленного комплекса в первую очередь прокладывают постоянные внеплощадочные и внутриплощадочные дороги. Временные дороги и подъездные пути проектируют только в тех случаях, когда постоянные дороги не предусмотрены генеральным планом или удалены от строящегося объекта и использование их не обеспечивает нужд строительства. Поэтому проектирование и устройство временных дорог и путей должны быть экономически и технически обоснованы с учетом вида перевозимых грузов, интенсивности движения и типов автотранспорта.

Временные здания и сооружения должны быть возведены с учетом реальных условий расположения строительной площадки и использования существующих или постоянных зданий. Потребность во временных бытовых,

санитарных и служебных зданиях необходимо рассчитывать с учетом контингента работающих на строительной площадке, места их постоянного жительства, удаленности площадки от поселка и т. п. Профессиональный состав работающих в сельском строительстве по сложившейся структуре принимается в следующих процентных соотношениях: рабочие — 83, инженерно-технические работники — 13, служащие — 3 и младший обслуживающий персонал и охрана — 1.

В условиях сельского строительства бетонорастворные узлы и установки обычно располагают на опорных базах строительных организаций, а также вблизи зон разгрузки песка, гравия, щебня и легкого заполнителя.

При разработке календарных планов объектов сельскохозяйственного назначения следует предусматривать организацию строительства пусковыми комплексами (объектами). Организация строительства комплексами (объектами, зданиями) предусматривает их сдачу в эксплуатацию целиком, без разбивки объекта на отдельные составляющие.

Последовательность производства работ устанавливают исходя из необходимости взаимной увязки общестроительных, монтажных и специальных строительных работ. Для сокращения общей продолжительности строительства и рационального использования рабочих и строительных машин в календарном плане необходимо предусмотреть поточное производство работ и максимальное совмещение выполнения различных процессов. При этом совмещение во времени отдельных строительных процессов должно быть согласовано с обеспечением устойчивости всех возводимых конструкций и правилами безопасности работ.

При членении сельскохозяйственных производственных зданий на захватки и участки типовые ячейки не могут быть использованы в качестве единицы фронта работ, что обусловлено малым объемом работ и сложностью организации объектного потока. Поэтому в качестве захватки должны быть приняты более крупные участки здания, объемы работ которых создадут необходимую загрузку для полносменной работы звеньев и бригад. Разделение на участки-захватки должно производиться с учетом обеспечения удобной и безопасной работы монтажных механизмов, свободного проезда транспортных средств.

Увеличение числа монтажных участков и захваток способствует уплотнению производственных процессов,

сокращению общей продолжительности строительства и повышению эффективности производства работ.

Технико-экономическими показателями стройгенплана являются: протяженность и стоимость временных дорог и инженерных коммуникаций; объем и стоимость временных зданий и сооружений, отнесенных на 1 млн. тг сметной стоимости строительно-монтажных работ; удельный вес и стоимость строительного хозяйства к общей стоимости строительства.

Технико-экономическую оценку календарного плана производства работ осуществляют по следующим показателям: себестоимость в сопоставлении со сметной, уровень механизации строительно-монтажных работ и затраты труда на 1 $м^3$ объема или на 1 $м^2$ площади строительства, продолжительность строительства по сравнению с нормативным или директивным сроком.

Основным показателем оценки календарного плана считается сокращение продолжительности строительства. Экономический эффект от снижения себестоимости при сравнении вариантов календарного плана определяют по формуле

$$Э_с = (С_1 — С_2) + Е_н (К_1 — К_2),$$

где $(С_1 — С_2)$ — разница в себестоимости строительно-монтажных работ, зависящая только от принятых решений по их организации; $Е_н$ — нормативный коэффициент в строительстве; $(К_1 — К_2)$ — разница в стоимости основных и оборотных производственных фондов.

12.8. ПРОБЛЕМНЫЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

В условиях интенсивного развития сельскохозяйственного строительства, характеризующегося малыми расчетными нагрузками на несущие конструкции зданий и сооружений, рассредоточенностью строительных площадок с незначительным объемом строительно-монтажных работ и неудовлетворительными транспортными связями, проблема индустриализации и повышения эффективности капитальных вложений сложна, многогранна и требует решения ряда проблем, как то: совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений, применение эффективных конструкций и матери-

алов, снижение трудозатрат и себестоимости изготовления и монтажа сборных конструкций.

Широкое применение легкобетонных, клееных деревянных и асбестоцементных конструкций — одно из прогрессивных направлений индустриализации сельского строительства и снижения массы конструктивных элементов зданий и сооружений. Значительный эффект будет достигнут при возведении сельских объектов из панельных конструкций с максимальной сборностью.

Выбор объемно-планировочных и конструктивных решений должен основываться с учетом региональных факторов и условий эксплуатации зданий и сооружений. Использование того или иного конструктивного материала в строительстве сельскохозяйственных зданий и сооружений должно решаться исходя из условия соответствия физических свойств каждого из этих материалов параметрам среды, в которой они будут эксплуатироваться. При выполнении конструкций из материалов со свойствами, не отвечающими условиям их эксплуатации, происходит преждевременное их разрушение.

Одним из важных условий механизации строительно-монтажных работ является правильный подбор параметров машин и определение степени соответствия их технических возможностей требованиям технологии производства.

Анализ степени соответствия технических характеристик существующих землеройных машин планировочным и конструктивным решениям подземной части сельских зданий показывает, что ширина ковшей одноковшовых экскаваторов значительно превышает необходимую ширину траншей под фундаменты. Это приводит к увеличению объемов земляных работ, выполняемых как механизированным, так и ручным способом. Поэтому для сельского строительства был бы более эффективным экскаватор на пневмоколесном ходу с ковшом переменной ширины, в том числе и для разработки мерзлых грунтов при помощи сменного рабочего органа.

Должны быть разработаны специальные средства механизации монтажных работ, отвечающие по своим техническим параметрам условиям эксплуатации в сельской местности.

Условия сельского строительного производства требуют, чтобы конструкции съемных грузозахватных приспособлений были универсальными, позволяющими строповку различных конструктивных элементов, надеж-

но удерживали груз и обеспечивали его устойчивость при перемещении.

Должна быть развернута работа по широкому внедрению в сельское строительство метода принудительного монтажа сборных элементов зданий и сооружений. Применение этого метода исключает ручной труд на строповку и расстроповку, ориентирование и установку, уменьшаются технологические простои, сокращается продолжительность монтажного цикла.

Основными направлениями совершенствования строительного производства является комплексная механизация и индустриализация строительства, то есть последовательное превращение его в единый промышленно-строительный процесс возведения зданий и сооружений из элементов заводского изготовления.

13. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

13.1. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Возведение зданий и сооружений в зависимости от района строительства и его метеорологических и природно-климатических условий имеет свои особенности. Поэтому повышение эффективности строительства в экстремальных природно-климатических условиях является комплексной многоплановой задачей организации и технологии строительного производства, направленной на повышение качества строительства, сокращение сроков его выполнения, трудозатрат и стоимости работ.

В соответствии со СНиПами в целях правильной организации строительного производства вся бывшая территория СССР была разделена на четыре природно-климатических района с соответствующим температурно-влажностным режимом. При этом на территорию Казахстана приходятся все четыре климатических района с резко выраженным континентальным, суровым и засушливым климатом. К факторам, отрицательно влияющим на условия производства строительно-монтажных работ, относятся:

в зимний период — отрицательная температура воздуха (средняя температура в январе — 18° С на Севере,

достигающая иногда до −45° С; −3° С в южных регионах); длительность зимнего периода; резкие перепады температур, даже в пределах суток; осадки и интенсивность их выпадания; зимние ветры, их интенсивность и длительность; сокращение продолжительности светового дня; значительная величина и продолжительность устойчивого снегового покрова; изменение физико-механических свойств грунтов, ряда строительных материалов и др.;

в летний период — большая солнечная радиация (от 100 на Севере до 140 ккал/см² на Юге республики) и инсоляция; высокая температура воздуха (средняя температура в июле 28—30° С на Юге, достигающая иногда 44° С; 19° С на Севере) и ее перепады в течение суток; сильные ветры-суховеи и запыленность воздуха. К этим природно-климатическим факторам года следует отнести и сложные инженерно-геологические условия, сейсмическую активность южного и восточного регионов и засоленность грунтов значительной части территории республики.

Производство строительно-монтажных работ осложняется в связи с изменением природно-климатических, метеорологических и других условий. Поэтому влияние этих факторов обязательно должно быть учтено при разработке проектов организации строительства и производства работ, в которых должны быть четко ограничены сроки выполнения тех или иных строительно-монтажных работ, особые условия их производства.

Практически все виды строительно-монтажных работ в разной степени подвержены влиянию климатических и метеорологических факторов.

13.1.1. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Особенности эксплуатации машин и оборудования. Эксплуатация строительных машин и оборудования связана с влиянием низких температур, сильных ветров, снежных заносов. Обычно с наступлением устойчивых отрицательных температур от −30° С и ниже резко снижаются эксплуатационные качества почти всей строительной техники, возникает большое число отказов наиболее нагруженных деталей и узлов. В связи с этим для успешной работы в экстремальных условиях все машины и оборудование должны быть самым тщательным

образом подготовлены в соответствии с рекомендательными инструкциями.

Наиболее целесообразным в зимних условиях является использование специальных машин, приспособленных к работе в условиях низких температур, с повышенной мощностью двигателей и высокой комфортностью кабин. Однако выпуск таких машин ограничен и основную массу техники составляют машины обычного исполнения.

Перевозку грузов на дальние расстояния следует производить автоколоннами и автопоездами. При этом весьма целесообразным является включение в состав поезда в качестве тягача трактора с отвалом.

Особенности призводства земляных работ. Мерзлый грунт представляет собою сложную структуру, состоящую из минеральных частиц, льда, воды и воздуха. Замерзание грунта происходит вследствие потери тепла и перехода содержащейся в его порах воды в лед, в результате чего замерзший грунт меняет свои физико-механические свойства.

Промерзание грунта в глубину зависит от его теплофизических свойств, интенсивности и продолжительности воздействия отрицательных температур. Механическая прочность грунтов при замерзании значительно возрастает. Сопротивление мерзлого грунта на сжатие в 3—4 раза больше, чем на растяжение, поэтому целесообразно его разрабатывать не путем раздавливания, а способом скалывания.

В этой связи особую сложность в зимних условиях представляют работы нулевого цикла. Поэтому при разработке мерзлых грунтов особое внимание обращается на объемы работ, механические и физико-механические свойства мерзлого грунта, характер сооружаемого объекта, конкретные условия строительства, возможность применения землеройной техники.

Мерзлый грунт можно разрабатывать следующими способами: подготовкой мерзлых грунтов к экскавации путем их рыхления взрывом, ударом, резанием, вибрацией, сколом и другими способами. Выбор метода и соответствующих способов производства работ определяется инженерно-геологическими условиями конкретной строительной площадки, проектным решением по устройству фундаментов, объемом земляных работ.

Расчет комплекта машин в каждом конкретном случае выполняют на основе сравнения различных вариантов производства работ по технико-экономическим по-

казателям: стоимости, трудозатратам и продолжительности работ.

Особенности производства каменной кладки. В зимних условиях в результате действия отрицательной температуры гидратация цемента в растворе прекращается и раствор превращается в прочную механическую смесь льда, цемента и песка (или извести и песка). Вода, превращаясь в лед, увеличивается в объеме, вследствие чего раствор разрыхляется и его прочность снижается. Поэтому для компенсации потери прочности зимней кладки марку раствора повышают на одну ступень по сравнению с летней кладкой, если она ведется при среднесуточной температуре наружного воздуха до $-20°$ С, и на две ступени — при температуре ниже -20 °С.

Выбор способа кладки производится в зависимости от сроков возведения здания, ожидаемых метеорологических условий на период работ, вида сооружения, его высоты. Существуют следующие способы кладки в зимних условиях: кладка способом замораживания раствора; на растворах с противоморозными химическими добавками; возведение конструкций путем прогрева кладки.

Кладка способом замораживания производится на подогретом растворе. Предварительно подогретый раствор способствует лучшему расстиланию и обжатию массой вышележащей возводимой кладки. После укладки раствор сразу же замерзает и в таком состоянии находится до оттаивания кладки весной или при искусственном обогреве. По мере оттаивания раствора происходит гидратация цемента и набор прочности.

Растворы для кладки способом замораживания должны приготовляться в утепленных бетонно-растворных узлах с подогретыми составляющими и иметь к моменту укладки минимальную температуру, не ниже указанной в табл. 13.1.

Таблица 13.1.

Среднесуточная температура наружного воздуха, °С	Кладка кирпича		Кладка из крупных блоков и панелей	
	при скорости ветра, м/с			
	до 6	более 6	до 6	более 6
До — 10	5	10	10	15
От — 11 до — 20	10	15	15	20
Ниже —20	15	20	20	25

Способ замораживания применяется для кирпичной кладки, в которой раствор составляет 21—22% объема конструкции, а для бутовой кладки, содержащей 37% раствора, не допускается

До наступления оттепелей и оттаивания кладки необходимо принять меры по разгрузке, усилению и обеспечению устойчивости конструкций, возведенных способом замораживания. В этот период оттаявший раствор обжимается вышележащими слоями кладки и конструкция дает осадку, примерно 1—2 мм на 1 м высоты кладки. С этим учетом высоту проемов обычно делают несколько больше проектного (на 5 см). Для разгрузки простенков в проемах в распор устанавливают стойки на двусторонних клиньях, позволяющих регулировать их положение по мере осадки кладки. Такие стойки необходимо устанавливать по отвесу на всех этажах здания.

Для увеличения несущей способности и обеспечения устойчивости столбов и простенков устанавливают инвентарные хомуты из металлических уголков, стянутых болтами. В промышленных одноэтажных зданиях с высотой стен 6—8 м применяются крепления из вертикальных двусторонних брусьев-сжимов, стянутых болтами и усиленных оттяжками и подкосами.

Для восприятия деформаций, связанных с неравномерными осадками основания в примыканиях, пересечениях, углах стен, в столбах и простенках укладывают арматурные связи согласно проекту.

Для очень нагруженных конструкций при кладке способом замораживания со среднесуточной температурой -10°С рекомендуется вводить сетчатое армирование, а для армированной конструкции — увеличить процент армирования.

Возведение кладки в зимних условиях возможно также на растворах с противоморозными добавками. Химические добавки позволяют снизить температуру замерзания воды в растворе и ускорить процесс твердения раствора. В качестве химических противоморозных добавок используют нитрит натрия, нитрит кальция с мочевиной, поташ, хлористый кальций и хлористый натрий.

Количество вводимой в кладочный раствор противоморозной добавки нормируется в зависимости от ее вида и среднесуточной температуры воздуха.

В проекте производства работ по возведению конструкций на растворах с противоморозными добавками

необходимо установить вид добавки в зависимости от характера возводимой конструкции, условий ее эксплуатации, температурных ограничений и места приготовления раствора. Исходными данными являются: срок возведения коробки здания; число этажей, возводимых в зимнее время; дата начала строительства, температура наружного воздуха.

Возведение конструкций способом прогрева кладки производится для зданий повышенной этажности, превышающей 15 м. При этом кладку выполняют на растворах марки не ниже 10 без химических добавок. Для обогрева кладки обычно применяется либо центральное отопление, либо переносные нагревательные устройства. При этом сначала происходит оттаивание кладки. Продолжительность обогрева зависит от набора кладкой необходимой несущей способности, обеспечивающей восприятие нагрузки вышележащих конструкций.

Особенность возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Как известно, при температуре ниже 0° С в бетоне прекращаются процессы гидратации и твердение бетона приостанавливается, так как бетон замерзает, превращаясь в монолит, прочность которого обусловливается силами смерзания. При этом в бетоне появляются внутренние напряжения, вызываемые увеличением объема свободной воды (примерно на 9%), что приводит к нарушению кристаллических новообразований, которые в дальнейшем не восстанавливаются. Свойства бетона ухудшаются тем значительнее, чем раньше после укладки произошло его замерзание.

Если бетон к моменту замерзания наберет определенную прочность, то отрицательное влияние замораживания на его свойства невелико, так как оно уже не вносит необратимых нарушений в структуру цементного камня и эта **прочность называется критической.**

СНиПом предусмотрена критическая прочность бетона монолитных конструкций и монолитных частей сборно-монолитных конструкций не менее 50% проектной или не ниже 5 МПа, а в предварительно-напряженных конструкциях — не ниже 70%. В случае нагружения конструкций в зимний период, к моменту замораживания прочность бетона в них должна достигать 100% от проектной.

Для получения в зимних условиях бетона заданной марки и необходимого качества нужно обеспечить нормальный температурно-влажностной режим, при котором не нарушались и не замедлялись физико-химиче-

ские процессы твердения цементного камня. При этом продолжительность поддерживания такого режима должна обеспечивать достижение бетоном критической или проектной прочности.

Существующие методы зимнего бетонирования подразделяются на две основные группы: 1) с безобогревным выдерживанием бетона и 2) с искусственным обогревом бетона монолитных конструкций.

К методам зимнего бетонирования с безобогревным выдерживанием бетона относят метод «термоса» и его разновидности с применением противоморозных добавок и с предварительным разогревом бетонной смеси. К методам бетонирования с искусственным прогревом бетона относят: электротермическую обработку (электропрогрев сквозной и периферийный, индукционный, греющие опалубки), прогрев бетона паром, горячим воздухом, в тепляках, инфракрасными лучами.

Выбор метода зимнего бетонирования производят до наступления зимы с учетом реальных местных условий и ожидаемых температур наружного воздуха, вида применяемых цементов, наличия источников тепла, химических добавок, размеров и назначения конструкций.

Критерием оценки эффективности метода зимнего бетонирования являются затраты по всем показателям и экономический эффект от сокращения продолжительности строительства объекта, приведенные к 1 м^3 уложенного бетона.

При расчете затрат на зимнее бетонирование необходимо учитывать увеличение стоимости работ по видам технологических переделов: приготовление бетонной смеси; установка дополнительных лесов и опалубки; установка и электроизоляция арматуры; транспортировка бетонной смеси; переработка бетона на объекте; термообработка и уход за бетоном в процессе выдерживания; распалубка конструкции, утепление и пароизоляция конструкций после распалубки.

В зимних условиях температура бетонной смеси в момент укладки в опалубку должна быть не ниже расчетной, необходимой для принятого режима выдерживания бетона. Так, минимально необходимая температура при применении способа «термос» должна быть не менее 25° С, а для бетонов с противоморозными добавками и при использовании электропрогрева — не менее 5° С.

Для получения требуемой температуры смеси воду подогревают до 40—90° С, а иногда при необходимости также подогревают и заполнители. При этом песок, гра-

вий и щебень подогревают до температуры 20—60° С в специальных бункерах с паровыми регистрами или во вращающихся сушильных барабанах. Цемент и тонкомолотые добавки вводят без подогрева.

Продолжительность перемешивания компонентов в зимних условиях увеличивается в 1,5—2 раза.

Для перевозки бетонной смеси используют специально оборудованные транспортные средства, кузова которых подогреваются теплом отработанных газов. При температуре наружного воздуха ниже 15° С кузов автомашины дополнительно накрывают брезентом или откидными утепленными крышками.

Особенности монтажа строительных конструкций. По сравнению с другими видами строительных процессов монтаж строительных конструкций не претерпевает каких-либо значительных изменений. Отрицательное воздействие зимы в первую очередь вызывает снижение производительности монтажников и дополнительные затраты труда на вспомогательных операциях. В зимних условиях одновременно с отрицательной температурой наружного воздуха значительные неудобства в работе вызывают сила и продолжительность ветра, которые вынуждают прекращать монтажные работы и делать перерывы для обогрева рабочих. Монтажные работы прекращаются: при ветре силой 6 баллов и более (скорость ветра 9,9—12,4 м/с); при сильном снегопаде и гололедице; на монтаже вертикальных глухих панелей при силе ветра 5 баллов (скорость ветра 7,5—9,8 м/с) и при определенных сочетаниях температуры наружного воздуха и скорости ветра.

Для выполнения монтажных работ в зимних условиях необходимо разработать и начать реализацию плана мероприятий, обеспечивающего качественное, надежное и безопасное производство монтажных работ.

В зимних условиях более целесообразно укрупнение конструкций, применение безвыверочного и ограниченно свободного метода монтажа, повышение технологичности конструктивных решений стыков, отказ от мокрых процессов, конструктивное обеспечение удобных условий для выполнения сварочных и антикоррозионных работ.

При выполнении работ нулевого цикла монтаж железобетонных конструкций подземной части здания следует вести поточным комплексным методом, совмещая с производством земляных работ. При этом ведущим процессом должен быть принят монтажный, а темпы ведения земляных работ — исключающими промораживания

основания. При сильных морозах и необходимости устройства перерывов между отрывкой котлована и устройством фундамента основание необходимо временно утеплять или прогревать переставными тепляками с подогревом.

Возведение одноэтажных промышленных зданий из сборных железобетонных конструкций необходимо вести отдельными монтажными участками. При этом размеры участков должны обеспечить бетону в стыках необходимую прочность для восприятия нагрузок от вышележащих конструкций и устойчивые ячейки здания. В этих целях эффективным считается ведение работ раздельным методом двумя или несколькими монтажными потоками. Целесообразно также осуществлять параллельный монтаж двух рядов колонн, что способствует значительному ускорению монтажа вышележащих конструкций. Во всех случаях влияние на выбор размера захватки (или количества монтируемых колонн) оказывает основное технологическое условие — конструкции следующего яруса можно монтировать только после достижения бетоном в стыках колонн с фундаментом 70% проектной прочности.

Заделка стыков в плитах покрытия, связанная с большим объемом работ по очистке стыкуемых поверхностей, может полностью не выполняться в зимний период времени, если это не оказывает существенного влияния на устойчивость смонтированной части здания и на удлинение срока возведения всего здания.

Технология и организация возведения многоэтажных зданий имеют свои особенности. В частности многоэтажные здания, имеющие небольшую протяженность в плане, как правило, монтируют с поэтажным горизонтальным развитием потока, а здания значительной протяженности — с применением комбинированного метода организации монтажного процесса.

Монтаж сборных конструкций многоэтажных и особенно жилых и общественных зданий в зимний период рекомендуется вести с транспортных средств, что значительно сокращает трудоемкость монтажных работ и улучшает качество возводимых зданий.

Для заделки стыков и швов сборных железобетонных конструкций необходимо знать, воспринимают ли они расчетные усилия, имеются ли в них открытые стальные элементы, на основании этих конструктивных особенностей применяют следующие способы заделки стыков: безобогревный с применением противомороз-

ных добавок; обогревный с применением различных способов внесения в бетон или раствор стыка тепловой энергии; комбинированный, при котором применяются противоморозные добавки с последующей тепловой обработкой стыков.

Выбор способа заделки стыков и разработка конкретной технологии производства работ должны учитывать рост напряжений в бетоне стыка, проектируемый рост его прочности и отражать темп возведения сборных конструкций здания.

Для заделки стыков в зимних условиях применяют такой же бетон или раствор, как и в летнее время, но перед замоноличиванием стыкуемые поверхности предварительно обогревают до положительной температуры и затем продолжают обогрев или прогрев до получения бетоном или раствором не менее 50% проектной прочности. Необходимым условием является обеспечение положительной температуры в твердеющем бетоне или растворе до набора этой прочности (50%).

Особенности монтажа металлических конструкций. Монтаж металлических конструкций в зимний период не претерпевает каких-либо значительных изменений. В зимних условиях более тщательно должны быть разработаны меры, направленные на снижение безопасности производства работ и улучшение качества.

Основные специфические особенности монтажа металлических конструкций в зимнее время связаны в основном со свойствами стали, из которой изготовлены эти конструкции. Так, например, для стали классов до С52/40 включительно при температуре ниже -25° С, а для стали класса С60/45 — при температуре ниже 0° С запрещены ударные воздействия при изготовлении и монтаже, а также резка на ножницах и продавливание отверстий.

Для конструкций, работающих при температуре -40° С, установлены более жесткие требования по обработке кромок. Для углеродистых сталей С38/23 после ручной кислородной резки не должно быть шероховатостей более 0,5 мм, а после резки ножницами кромки подлежат механической обработке до чистоты поверхности не грубее третьего класса.

Повышенной осторожности и внимания в зимний период требует монтаж листовых конструкций, особенно резервуаров. В рулонах возможно смерзание слоев, что требует большой осторожности во время их разворачивания.

Металлические конструкции после установки в проектное положение должны быть тщательно выверены и временно закреплены, своевременно установлены монтажные и постоянные связи, стыкуемые поверхности очищены и осушены. Сварку стыков конструкций необходимо производить в соответствии с указаниями проекта сварочных работ.

Особенности производства кровельных работ. Практически все кровельные работы в зимних условиях выполняются без ограничения температуры. Исключение составляют лишь кровли из рулонных и мастичных материалов, работы по устройству которых допускаются при температуре наружного воздуха не ниже —20° С. Дополнительные затраты, связанные с устройством кровли из рулонных материалов в зимних условиях, могут быть значительно снижены при условии применения элементов покрытия повышенной заводской готовности с гидроизоляционным ковром.

Рулонные кровельные материалы до наклейки должны быть подготовлены в теплом помещении, отогреты до положительной температуры и доставлены к месту укладки в утепленной таре. При этом наклеивается только один слой рулонного ковра и окрашивается мастикой. С наступлением теплого времени наклеенный слой ковра должен быть осмотрен, освидетельствован с участием заказчика и при необходимости отремонтирован. После чего наклеивают все остальные слои ковра.

Поверхность основания перед наклейкой рулонных материалов сушат и очищают. Если имеется наледь, то ее посыпают технической поваренной солью (из расчета 150 г на 1 м^2). Затем через 2—3 ч увлажненное основание посыпают опилками и еще через 2—3 ч опилки сметают, основание высушивают при помощи различных агрегатов, обдувая горячим воздухом или продуктами сгорания жидкого и газообразного топлива.

В зимних условиях рулонные материалы рекомендуется наклеивать только вдоль ската, независимо от уклона кровли. Рулонные кровельные материалы целесообразно наклеивать на стяжки из литого асфальта, что дает возможность использовать его тепло при наклейке.

Температура горячей битумной мастики при наклейке рулонного ковра должна быть не ниже 180° С, холодной — не ниже 70, а горячей дегтевой мастики — не менее 140.

Особенности производства отделочных работ. Отделочные работы в зимнее время выполняют с соблюдением ряда дополнительных требований. Выполнение внутренних штукатурных работ допускается в помещениях с температурой воздуха не ниже 8° С. Строительными нормами и правилами предусматривается влажность кирпичных и каменных стен, не превышающая 8%. Степень влажности определяется лабораторным путем. Относительная влажность воздуха в помещении не должна превышать 70%. Внутренние отделочные работы зимой должны выполняться, как правило, при постоянно действующих системах отопления и вентиляции. В случае необходимости следует дополнительно пользоваться системой временного отопления и вентиляции. Целью искусственной сушки является удаление атмосферной влаги, поступившей в здание в период его строительства, и влаги, выделяемой при выполнении мокрых процессов.

Выполнение наружных штукатурных работ при температуре воздуха ниже 5° С разрешается растворами, содержащими химические добавки, которые понижают температуру замерзания раствора. К химическим добавкам, способствующим набору прочности раствора при отрицательных температурах воздуха, относятся: хлористый кальций, хлористый натрий, углекислый калий (поташ) и азотнокислый натрий (нитрит натрия). Наиболее распространенными являются **поташ и нитрит натрия,** которые не вызывают коррозии металла (при оштукатуривании по металлической сетке) и не дают высолов. В зависимости от температуры наружного воздуха количество поташа рекомендуется принимать в размере 1—2%, а нитрита натрия — 7—10% от массы цемента.

При температуре воздуха ниже 5° С допускается оштукатуривать наружные поверхности стен растворами с молотой негашеной известью, которая гасится в штукатурном слое, выделяя при этом большое количество тепла, достаточное для быстрого схватывания раствора.

При внутренней облицовке помещений в зимнее время необходимо, чтобы температура в них возле наружных стен была не ниже 10° С, а облицовываемая поверхность отогрета до температуры не ниже 5° С. Растворы, клеи и мастики должны иметь температуру не ниже 15° С. В помещениях с готовой облицовкой в течение 15 суток после окончания работы поддерживают температуру не ниже 10° С.

13.1.2. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА И В РЕГИОНАХ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Особенности производства земляных работ. Земляные работы в жарких климатических условиях имеют свои особенности, которые должны быть учтены при проектировании работ.

Высокая температура, низкая влажность и сильные ветры (суховеи) приводят к пересыханию и затвердеванию почвы, при разработке которой увеличивается запыленность воздуха, снижающая производительность и ухудшающая эксплуатационные качества землеройно-транспортных машин. Поэтому при составлении схем движения землеройно-транспортных машин и автотранспортных средств необходимо учитывать господствующее направление ветра, организуя их рабочее движение против направления ветра или под углом к нему.

Наиболее рациональным способом разработки грунтов в этих условиях является предварительное их увлажнение до оптимальных значений (табл. 13.2), что снижает запыленность воздуха и облегчает разработку грунта. Увлажнение грунта до оптимальной влажности дает высокий эффект и при его уплотнении.

При разработке траншей бульдозерами рекомендуется применять продольно-поперечную и поперечно-челночную схемы движения.

По первой схеме разработку грунта производят два бульдозера: один в продольном направлении разрабатывает грунт, а второй поперечными ходами перемещает его в отвал, грунт при этом равномерно укладывается по всей бровке траншеи, что облегчает обратную засыпку. По поперечно-челночной схеме грунт разрабатывается двумя бульдозерами, двигающимися навстречу

Таблица 13.2.

Грунт	Пределы колебаний	
	оптимальной влажности, %	наибольшей плотности, т/м³
Песчаный	8—12	1,75—1,95
Супесчаный	9—15	1,65—1,85
Пылеватый	14—23	1,60—1,82
Суглинистый	12—18	1,65—1,85
тяжелый	15—22	1,60—1,80
пылеватый	17—13	1,58—1,78
Глинистый	18—25	1,55—1,75

друг другу от концов захватки к середине, а третий бульдозер перемещает его в отвал. Длина захватки принимается в пределах 50 м. Недостатком этой схемы является сосредоточение отвала на середине траншеи, что затрудняет обратную засыпку.

Сыпучий песок рекомендуется разрабатывать и перемещать при спаренной работе нескольких бульдозеров, которые при этом двигаются параллельно с одинаковой скоростью на расстоянии 0,3—0,5 м друг от друга, уменьшая боковые потери грунта.

Значительный эффект достигается при разработке супесей и суглинков самоходными скреперами ДЗ-13 и ДЗ-15 с применением трактора-толкача, который повышает наполнение ковша вдвое и настолько же уменьшает путь его загрузки.

Разработку траншей в барханных песках рекомендуется производить одноковшовыми экскаваторами Э-652. При этом наиболее рациональны откосы 1 : 1,5, а на обводненных участках —1 : 3; 1 : 4.

Особенности производства каменных работ. Отличительной особенностью производства каменных работ в регионах с жарким и сухим климатом являются дополнительные мероприятия по предотвращению обезвоживания растворов, для чего кирпич перед укладкой в конструкцию необходимо погружать в воду до оптимального увлажнения или обильно смачивать водой. При перерывах в работе верхний ряд кладки рекомендуется оставлять не прикрытым раствором, а продолжение кладки необходимо начинать с полива водой. Для предотвращения испарения воды в возведенных частях конструкций их следует закрывать влагоемкими материалами, периодически увлажняя водой, или устраивая переносные солнцезащитные покрытия.

Возводимые каменные конструкции в регионах с жарким климатом должны обладать высокой степенью монолитности, обусловливаемой силами сцепления раствора с кирпичами. С этой целью применяют раствор с добавками, обеспечивающими повышение пластичности раствора и ее сохранение при высокой температуре. В процессе производства кладки должна проверяться водоудерживающая способность раствора, которая должна составлять не менее 75% от расчетной величины.

Особенности призводства бетонных работ. В условиях сухого жаркого климата, когда температура наружного воздуха достигает 35—42° С, при относительной влажности 10—25% и интенсивной солнечной радиации

технология бетонных работ имеет свои особенности, поскольку быстрое обезвоживание бетона в такой среде замедляет и даже прекращает процессы гидратации цемента.

Интенсивное испарение свободной воды из бетона увеличивает его пористость, снижает морозостойкость, водонепроницаемость.

Для приготовления бетонов, укладываемых в условиях сухого жаркого климата, необходимо применять быстротвердеющие, но малоусадочные портландцементы, которые плохо отдают воду и снижают усадку. Заполнители перед приготовлением смеси нужно защищать от солнечной радиации и увлажнять.

Бетонную смесь к месту укладки необходимо транспортировать в закрытой таре, используя автобетоновозы и автобетоносмесители. Наиболее эффективным является транспортирование сухой смеси.

Укладку бетонной смеси желательно производить в наиболее благоприятные часы суток (вечером, утром и ночью). Условия для нормального твердения свежеуложенного бетона нужно создавать искусственно. Для этого открытые поверхности бетона необходимо покрывать мешковиной, рогожами, брезентом и систематически увлажнять бетон через 3—4 часа после укладки. Общая продолжительность ухода за бетоном определяется из расчета получения 70% его проектной прочности.

Особенности монтажа строительных конструкций. Значительные суточные и сезонные перепады температур и наличие пылевых бурь в регионах с жарким климатом предъявляют особые требования к устройству и герметизации температурно-усадочных швов в зданиях и сооружениях из сборного железобетона. В силу значительных линейных расширений в результате температурных перепадов стыки стеновых панелей в крупнопанельных зданиях принимают открытыми и дренированными, предусматривающими водо- и воздухозащиту при помощи конструктивных мероприятий и уплотняющими прокладками. Для герметизации, теплоизоляции и замоноличивания стыков используют различные материалы, обладающие высокой эластичностью, влаго- и теплостойкостью.

Металлические конструкции в регионах с жарким климатом нагреваются до высоких температур и претерпевают значительные температурные деформации. Наибольшую сложность и трудоемкость имеет сборка листовых конструкций. Обычно сборку в этих условиях осу-

ществляют в два приема: сначала отдельные листы или отправочные единицы собирают на специальных стендах и сваривают в монтажные блоки, затем осуществляют последующую сборку.

Для снижения деформаций и сварочных напряжений сварку выполняют в определенном порядке, в зависимости от длины шва и толщины свариваемых конструкций.

В условиях жаркого климата наиболее эффективны в качестве ограждающих элементов трехслойные алюминиевые панели, которые успешно применяются при строительстве производственных и сельскохозяйственных зданий, складов и др.

Особенности производства кровельных работ из рулонных и мастичных материалов. Кровли из рулонных мастичных материалов в сухих жарких климатических условиях подвергаются значительным суточным и сезонным колебаниям температур, воздействиям осадков и солнечной радиации. На их долговечность оказывают влияние температурно-влажностное состояние утеплителя и выравнивающего слоя и их физико-химические свойства. Под воздействием больших суточных перепадов температур и влажности теплоизоляционный материал и выравнивающий слой претерпевают значительные деформации, влияющие на прочность рулонного ковра. Поэтому рекомендуется в выравнивающих слоях из цементно-песчаных растворов устраивать температурно-усадочные швы шириной до 5 мм, разделяющие основание под кровлю на квадратные участки со стороной 6 м.

Наиболее эффективным является применение «дышащих» рулонных кровель с использованием перфорированного рубероида. Перфорация рубероида заключается в получении с помощью специального станка отверстий диаметром 20 мм с шагом 100×100 мм.

Сущность устройства таких кровель заключается в следующем: перфорированный рубероид насухо раскатывается по поверхности основания. При неорганизованном водостоке полотнища раскатывают от карниза к коньку, причем кромку перфорированного рубероида (полосой не менее 100 мм) приклеивают к картине из листовой кровельной стали. Смежные перфорированные полотнища в слое перекрываются на 100 мм по стоку воды. После укладки поверхность полотнищ смазывают горячей битумной мастикой и по ней сразу же приклеи-

вают обычный (неперфорированный) рубероид. Последующие слои кровли устраивают обычным способом.

Наилучшим средством, предохраняющим кровлю от нагрева солнечными лучами, является устройство защитного слоя из гипсоцементных растворов или гравия и других материалов светлых тонов, наклеиваемых на кровельной мастике.

В сухих жарких и жарко-влажностных климатических условиях высокое качество и долговечность мастичных покрытий обеспечиваются при использовании битумно-асбестовой эмульсионной мастики (БАЭМ, асбилата), полимербитумной горячей мастики (битэп), полимерной кровельной мастики (кровлелита), резинобитумной мастики (БРМ).

Мастичные кровли устраивают при механизированной подаче мастик на кровлю с нанесением сплошными ровными слоями с помощью бескомпрессорных форсунок. Для повышения долговечности мастичные слои чередуют со слоями стеклохолста, стеклоткани или стеклосетки.

Особенности строительства в регионах сейсмической активности. В районах с сейсмической активностью при проектировании и строительстве зданий и сооружений принимаются специальные антисейсмические мероприятия. Такие мероприятия с учетом грунтовых особенностей оснований и конструктивных решений зданий разрабатываются как для подземной, так и надземной частей возводимых объектов.

В этих районах наиболее характерными являются просадочные грунты. Для использования их как основания для устройства фундаментов применяют методы полного или частичного устранения просадочных свойств грунтов, полной или частичной прорезки грунтов.

Для устранения просадочных свойств грунтов широко используются методы уплотнения тяжелыми трамбовками; уплотнение предварительным замачиванием и грунтовыми сваями. Прорезку грунтов обычно выполняют забивными призматическими и пирамидиальными сваями.

В районах с сейсмической активностью наряду с монолитными ленточными или столбчатыми фундаментами все шире применяют свайные фундаменты, особенно эффективны сваи-стойки.

При возведении зданий в сейсмических районах с несущими каменными стенами одним из основных требо-

ваний к кирпичной кладке, по которому определяется категория ее сейсмичности, является величина сопротивления кладки осевому растяжению по неперевязанному шву, т. е. величина нормального сцепления раствора с камнем.

На прочность сцепления кирпича с раствором влияют подвижность раствора, его удобоукладываемость, водоудерживающая способность, технология ведения кладки и др. Для сейсмостойкой кладки используют раствор с высокой водоудерживающей способностью (водоотделение не более 2%).

В районах землетрясений сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов высота этажей зданий с несущими каменными стенами не должна превышать соответственно 6, 5 и 4 м, а отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не более 12.

Каменную кладку необходимо выполнять только из целого кирпича и камней в каждом ряду на всю толщину конструкции, все швы кладки должны быть заполнены раствором полностью, взаимно примыкающие стены следует возводить одновременно. Антисейсмические пояса должны устраиваться в уровне перекрытий по всем продольным и поперечным сеткам на всю ширину стен; в наружных стенах толщиной более 50 см ширина пояса может быть меньше на 10—15 см.

В сопряжениях стен независимо от расчета в кладку необходимо укладывать арматурные сетки длиной 1,5—2 м через 0,7 м по высоте при сейсмичности 7 и 8 баллов, и через 0,5 м — при 9 баллах. Кроме того, производится армирование пояса в уровне верха фундаментов путем крепления тонких стен и перегородок к капитальным стенам, каркасу и перекрытиям, усиление кладки включениями в нее монолитных и сборных железобетонных элементов и другие виды антисейсмического усиления конструкций.

Решению задач жилищного строительства, как известно, во многом способствует крупнопанельное домостроение, широко распространенное и в сейсмически активных зонах.

В зависимости от этажности, сейсмичности района строительства и других факторов в типовых проектах соответствующих серий принимаются различные конструктивные решения связей, основанные на общем принципе — арматурные выпуски или закладные детали торцов объединяемых элементов при монтаже свариваются, в результате чего обеспечивается соединение смежных

элементов и их совместная работа при эксплуатационных нагрузках.

Функциональное назначение стыков внутренних стеновых панелей и плит перекрытий — объединение сборных элементов крупнопанельного здания в единую систему, приближающуюся по своим показателям к монолитной.

Поэтому основным назначением стыкового соединения элементов является обеспечение надежного соединения конструктивных элементов с точки зрения прочности и трещиностойкости. Именно поэтому стыки являются наиболее ответственными частями по всей системе крупнопанельного домостроения в сейсмических районах.

Наиболее целесообразным решением в этих условиях является сопряжение элементов путем соединения арматурных выпусков непосредственно между собой с целью соосной передачи усилий без дополнительных изгибающих моментов, возникающих при нахлесточных соединениях. Сейсмостойкость сопряжений стеновых панелей обеспечивается применением сварных соединений арматурных выпусков и накладок.

14. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

14.1. АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ПРИЧИНЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

При реконструкции промышленных объектов внедряются более производительные высокомеханизированные и автоматизированные технологические процессы, достигается более рациональное использование производственных площадей, повышается эффективность использования капитальных вложений.

В настоящее время реконструируются в основном промышленные предприятия, построенные по индивидуальным проектам, здания и сооружения которых по конструктивным и объемно-конструктивным решениям различны.

К реконструкции действующих предприятий относится переустройство существующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, как

правило, без расширения имеющихся зданий и сооружений основного назначения.

При реконструкции действующих предприятий возможно расширение отдельных зданий и сооружений в тех случаях, когда новое высокопроизводительное и более совершенное по техническим показателям оборудование не может быть размещено в существующих зданиях; строят новые и расширяют существующие цеха и другие объекты комплекса в целях ликвидации диспропорции; строят новые здания и сооружения того же назначения взамен ликвидируемых на территории действующего предприятия, дальнейшая эксплуатация которых по техническим и экономическим условиям признана нецелесообразной.

Реконструкция существенно отличается от нового строительства и имеет свои особенности в проектировании, разработке технологического процесса строительства, специфике производства строительно-монтажных работ, что связано с разнотипностью конструктивных и объемно-планировочных решений, стесненностью строительной площадки, необходимостью поэтапного выполнения работ на различных участках, сочетанием производственной деятельности предприятия с выполнением строительно-монтажных работ, разборкой в отдельных случаях старых сооружений или их частей и др.

Степень обновления основных фондов обычно характеризуется масштабом проведения реконструктивных работ. По этому признаку реконструкция подразделяется на **коренную** и **малую**.

Коренная реконструкция представляет собой полное переоборудование и переустройство всех производств предприятия с демонтажом, монтажом и заменой технологического оборудования, переустройством или расширением существующих и строительством новых производственных и подсобно-вспомогательных цехов (взамен сносимых). Коренная реконструкция, как правило, осуществляется по единому проекту и смете.

Малая реконструкция отличается от коренной объемом работ и связана с переоборудованием и переустройством отдельных производств предприятия. Реконструкция этого вида осуществляется по отдельным техническим (технорабочим) проектам и сметам к ним.

Сложность и специфичность условий проведения реконструкции промышленных предприятий требуют тщательной подготовки строительного производства. Методы производства работ выбирают на основании сопос-

тавления технико-экономических показателей технологически возможных и безопасных вариантов механизированного выполнения заданных объемов работ в установленные сроки.

Варианты схем организации работ определяются в зависимости от типа реконструируемых пролетов, расстояний от них до существующих зданий, сооружений и занятости площади реконструируемых пролетов фундаментами, подвалами, технологическим оборудованием и др.

На выбор организационных форм проведения реконструкции влияют объемно-планировочные и конструктивные решения производственных решений. При этом весьма существенным признаком является конфигурация зданий в плане, с которой прежде всего связаны возможности механизации строительно-монтажных работ. Сложная конфигурация зданий приводит к необходимости применения большого количества монтажных кранов или числа их перебазировок. Это же вызывает увеличение количества нетиповых, нестандартных конструкций.

При реконструкции производственных зданий обычно объектом типизации являются отдельные технологические процессы, на которые разрабатываются типовые технологические карты.

Типовые решения разрабатываются в три этапа:

На первом — проводится технико-экономический анализ реконструкции объектов определенной отрасли промышленности;

на втором — осуществляется разработка технологии реконструкции на основе наиболее эффективного варианта;

на третьем — разрабатываются типовые решения по технологии производства наиболее характерных видов работ для объектов рассматриваемой отрасли в условиях действующих производств, подготавливаются данные, необходимые для составления проектов производства работ, планирования капитальных вложений, выявления потребности в строительных машинах и механизмах и пр.

Составлению типовых технологических карт по процессам должна предшествовать разработка технологии реконструкции объекта в целом, содержащая основные сведения по процессам, которые должны быть положены в основу разрабатываемых карт: интенсивность работ, комплекты строительных машин, график производства работ.

Комплект включает количество машин и механизмов, необходимое для выполнения заданного объема работ в установленные сроки в стесненных условиях реконструкции и определяемое по следующей формуле

$$N_м = V_м / П_э Т n_{см} t_{см},$$

где $V_м$ — объем механизированных работ, м³; $П_э$ — эксплуатационная выработка машины, м³/ч; Т — заданные сроки выполнения работ, дни; $n_{см}$ — количество рабочих смен в сутки; $t_{см}$ — продолжительность рабочей смены.

14.2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ

Проекты производства работ при реконструкции разрабатываются для определения наиболее эффективных методов выполнения строительно-монтажных работ, способствующих улучшению их качества, снижению себестоимости и трудоемкости, сокращению продолжительности реконструкции объектов, повышению степени использования строительных машин и оборудования.

Проекты производства работ обычно разрабатываются на реконструкцию объекта, на отдельные наиболее сложные виды работ, на работы подготовительного периода.

В состав проекта производства работ при реконструкции промышленных предприятий входят: календарный план производства работ; стройгенплан; технологические карты на сложные работы: разборка конструкций, усиление конструкций, общестроительные работы (земляные, бетонные, монтажные и др.), специализированные работы (электромонтажные, санитарно-технические, монтаж технологического оборудования и т. п.), а также работы подготовительного периода: разборка существующих зданий и сооружений; вынос инженерных сетей и электрокабелей с участка застройки; устройство временных дорог; строительство временных зданий и сооружений (в том числе прокладка инженерных сетей). В состав проекта также включаются пояснительная записка, ведомости и графики поступления и потребления ресурсов, проектно-технологическая документация на безопасное производство работ.

Исходными данными для составления проекта произ-

водства работ реконструкции являются проект организации реконструкции, данные предпроектного обследования реконструируемого объекта, рабочий проект, сметы, условия обеспечения различными ресурсами (поставка, виды, сроки, транспорт, комплектация, степень заводской готовности).

В пояснительной записке должны быть указаны мероприятия по сохранению элементов благоустройства; порядок движения транспорта и строительных машин в рабочих зонах, складирования строительных материалов, конструкций, оборудования, пересадки деревьев, их ограждения перед началом работ, сохранение растительного грунта, меры предохранения тротуаров, пешеходных дорожек и др.

Основанием для разработки проекта производства работ на демонтаж и разборку строительных конструкций служат акты технического освидетельствования конструкций зданий и сооружений, подлежащих замене и сохраняемых при реконструкции.

При разборке строительных конструкций необходимо разрабатывать схемы установки и крепления лесов, а также предусматривать защитные и ограждающие настилы.

В проекте производства работ по надстройке зданий следует указывать методы выполнения работ, учитывающие условия ведения строительства вблизи существующих зданий, а также мероприятия по надзору за устойчивостью и прочностью надстраиваемых частей зданий. При этом в пояснительной записке должны быть приведены все необходимые проверочные расчеты несущей способности элементов конструкций.

В случае пристройки к существующим зданиям основное внимание в проекте производства работ следует уделять методам производства работ в местах примыкания новой части здания к существующей.

При внутрицеховой реконструкции с остановкой технологического оборудования (полной или частичной) проект производства работ разрабатывается на достановочный и остановочный периоды. От правильности определения состава и объемов работ каждого из этих периодов непосредственно зависят длительность остановки производства и технико-экономические показатели реконструкции в целом.

Значительная часть работ доостановочного периода производится в условиях действующего производства, поэтому в проекте должно быть обращено особое внима-

ние на выбор технологии производства работ и способы безопасного ведения работ.

Производство строительно-монтажных работ в остановочный период характеризуется максимальной интенсивностью и крайне сжатыми сроками. Поэтому в проекте особо тщательно должны быть проработаны вопросы совмещения работ, складирования материалов и конструкций, эксплуатации цехового кранового оборудования и строительных машин.

14.3. РАЗРАБОТКА СТРОЙГЕНПЛАНА РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ЗДАНИЯ, КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА

Строительный генеральный план разрабатывается на основе ситуационного плана и генерального плана промышленного предприятия, предусматривающего реконструкцию комплекса или отдельного цеха. При этом объектные строительные генеральные планы составляют на различные временные отрезки подготовительного, основного строительного и пусконаладочного периода.

Строительные генеральные планы разрабатываются на каждый период реконструкции: подготовительный, доостановочный, остановочный, а также на отдельные этапы реконструкций объекта или определенные комплексы работ: демонтаж и монтаж каркаса здания, разборка, перенос и прокладка инженерных сетей.

Наибольшее влияние на решения объектного стройплана оказывает характер застройки территории, который, в свою очередь, зависит от отрасли промышленности. Для количественной оценки этого влияния пользуются коэффициентом, характеризующим степень стесненности площадки, определяемым по формуле

$$K_c = (F - f)/S,$$

где F — общая площадь территории предприятия; f — площадь, занятая зданиями и сооружениями, эстакадами, транспортными развязками, зелеными насаждениями и т. п.; S — площадь, небходимая строительной организации для ведения работ на территории действующего предприятия.

При значении $K_c < 1$ имеют место стесненные условия производства строительных работ.

На стройгенплане показывают все существующие, подлежащие разрушению, усилению, наращиванию строительные конструкции и сооружения, а также кон-

струкции и сооружения, возводимые дополнительно. На нем должна быть особо выделена и координатно привязана зона действия подъемно-транспортных и монтажных машин и механизмов, выделены и привязаны проходы для рабочих во все призводственные зоны, в том числе и для работников эксплуатируемых цехов или участков, если нет возможности организовать проход их вне реконструируемого объекта.

При особо стесненных условиях на стройгенплане необходимо тщательно прорабатывать места складирования строительных конструкций и материалов, хранения строительной оснастки, временного размещения грунта.

В строительных генеральных планах необходимо четко определить границы участков, отводимых для производства работ и зоны повышенной опасности производства строительно-монтажных работ.

Календарный план в составе проекта призводства работ по реконструкции выполняется на основе комплексного сетевого графика проекта организации реконструкции и является основой для вариантного проектирования и экономического обоснования технологии работ на объекте.

Календарный план производства работ дает возможность определять порядок совмещения строительных работ и технологических процессов реконструируемого производства или сроки временной остановки предприятия, корпуса, цеха на время производства строительно-монтажных работ. При этом график работ должен предусматривать поточную организацию строительно-монтажных работ и отражать организационные зависимости работ в пространстве и времени: взаимодействие работ по реконструкции с действующим производством, сроки представления предприятием подъемно-транспортного оборудования для выполнения строительно-монтажных работ по реконструкции, сроки и продолжительность остановки отдельных технологических линий; количество рабочих смен действующего предприятия и строительно-монтажных организаций до начала, во время и после окончания реконструкции.

Календарный план обычно рассчитывают на основе ЕНиР с учетом технологических карт на отдельные виды работ. При этом используют заложенные в карты нормативы трудоемкости и продолжительности работ, затраты машинного времени, потребности в энергетических и материальных ресурсах. Поскольку условия ре-

конструкции объектов бывают весьма различны, перечисленные нормативы могут быть установлены и на базе фактических данных, полученных при аналогичных условиях на других объектах.

В календарном плане промышленного объекта зсе работы должны быть разделены на три последовательных этапа: доостановочный, остановочный и послеостановочный.

В доостановочный период выполняются работы, которые можно осуществить без остановки основного промышленного производства: устройство путей подачи материалов, установка необходимых строительных машин и механизмов, оборудования, обеспечение энергоресурсами и др. Из основных работ в этот период могут быть выполнены некоторые работы по разборке ограждений, резервных коммуникаций; бурение шпуров в фундаментах под работающим оборудованием для последующего разрушения их взрывом; предварительная подготовка, контрольная и укрупнительная сборка технологических трубопроводов, вентиляционных коробов; устройство монтажных проемов и др.

В остановочный период производится, как правило, основная масса строительно-монтажных работ и работ по монтажу и пусконаладке оборудования. Для сокращения продолжительности работ на этом этапе следует обеспечивать рациональное насыщение фронта работ ресурсами, многосменное производство работ, максимальное совмещение работ, ограниченное только требованиями создания достаточного фронта работ и требованиями техники безопасности.

На послеостановочном этапе реконструкции участка выполняются работы, которые можно совместить с работой реконструируемого производства после его запуска: устройство части чистых полов, некоторые отделочные работы, заделка монтажных проемов, работы по благоустройству и др.

При реконструкции объектов обычно увеличиваются продолжительность и трудоемкость выполнения работ, что связано с ограничением фронта работ, стесненностью рабочих мест, необходимостью выполнения дополнительных работ и операций вспомогательного характера, связанных с обеспечением безопасных условий труда.

Эксплуатационная производительность машин, особенно работающих внутри здания или сооружения так-

же снижается из-за ограниченности фронтов, вынужденных простоев, несоответствия массы конструкций, деталей их основным характеристикам.

14.4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Основным технико-экономическим показателем проекта производства реконструкции, определяющим его эффективность, является время осуществления всех мероприятий по переустройству предприятия или его части, начиная с подготовительных работ до момента ввода в эксплуатацию реконструированных мощностей. Это время характеризует **продолжительность реконструкции.**

Продолжительность реконструкции, как и нового строительства, является одним из отправных показателей на всех этапах экономической, проектной, плановой, организационной подготовок и осуществления реконструкции.

Продолжительность реконструкции или технического перевооружения объекта исчисляется от начала выполнения подготовительных работ до ввода объекта в эксплуатацию по акту приемки Государственной приемочной комиссии.

Нормой продолжительности реконструкции действующих предприятий является максимально допустимое время на производство комплекса работ по переустройству существующего производства предприятий в соответствии с целями его реконструкции, определяемое на основании организационно-технологических и ресурсных возможностей строительного производства и реконструируемого предприятия с учетом уровня строительной техники и технологии, применения прогрессивных форм и методов организации.

Нормы включают: общую продолжительность; продолжительность подготовительного периода; продолжительность монтажа оборудования, остановки производства.

Продолжительность подготовительного периода определяют в соответствии с составом подготовительных работ по СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства», и она обычно составляет 20—25% общей продолжительности реконструкции.

Продолжительность монтажа технологического обо-

рудования определяют, как для нового строительства, без учета времени на демонтаж старого оборудования.

Приведенная продолжительность реконструкции по каждому из объектов определяется по формуле

$$T_{пр} = T_{пос} / (K^1_{пр} K^2_{пр} K^3_{пр} K^4_{р} K^5_{пр})$$

где $T_{пос}$ — продолжительность реконструкции объекта по данным проекта организации строительства реконструкции; $K^1_{пр}$, ... $K^5_{пр}$ — корректирующие коэффициенты, учитывающие влияние на продолжительность реконструкции соответственно факторов: объемно-планировочного решения, конструктивных решений, структуры работ, стесненности строительной площадки, метода организации реконструкции.

Продолжительность реконструкции, определенная по этой формуле, в конечном счете не должна превышать нормативную продолжительность строительства одноименного объекта.

14.5. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

В настоящее время составной частью технической политики городского хозяйства является своевременный текущий и капитальный ремонт, модернизация и переустройство отдельных жилых и гражданских зданий, снос ветхих строений, сохранение и реставрация исторически ценных зданий старой постройки.

При этом на характер реконструкции, модернизации, переустройства сложившейся жилой и общественной застройки влияют следующие основные факторы: характеристика самого города; место реконструируемой застройки в планировочной структуре города; качество реконструируемых микрорайона, квартала, зданий. Кроме того, в настоящее время начинает возникать потребность в реконструкции домов и новой постройки, в том числе полносборных, возведенных несколько десятилетий назад, хотя срок их службы по долговечности рассчитан на 100—125 лет. Дело в том, что основной причиной реконструкции таких зданий является их моральное старение, так как они были построены по первым типовым проектам (с уменьшенными размерами кухонь, ванн, передних, со входом в кухню из жилой комнаты, с совмещенными ванной и санузлом).

В результате реконструкции здания уменьшается не

только физический износ путем полной или частичной замены отдельных конструкций, но и моральный, поскольку проводится внутренняя перепланировка квартир и благоустройство всего здания.

Внутренняя перепланировка бывает двух видов: **частичная** и **полная**.

Частичная перепланировка осуществляется путем упорядочения существующей планировки с устройством вновь санузлов, ванных, кухонь посемейного пользования. В некоторых случаях частичная перепланировка сопровождается заменой печного отопления на центральное водяное.

Полная перепланировка предусматривает получение квартир посемейного заселения с нормативным размером жилой площади и высокой степенью благоустройства.

Полную перепланировку, как правило, устраивают в зданиях с хорошим состоянием кладки стен, а ветхие перекрытия обычно заменяют новыми. Кроме того, организация новой планировки в отдельных случаях сопровождается изменением положения лестничных клеток, перераспределением структурных элементов плана этажа, а иногда и введением в конструктивную схему здания новых стен, столбов и прочих элементов.

Основными конструктивными элементами жилого капитального здания, как известно, являются фундаменты и стены, а также перекрытия. При этом фундаменты и стены представляют собой незаменяемые части здания, так как полная их замена была бы сопряжена с полной разборкой старого и возведением нового здания, поэтому срок службы фундаментов и стен определяет в основном срок службы здания в целом.

Для определения технического состояния здания и возможности использования его основных конструктивных элементов при реконструкции используют различные методы, в том числе визуальный и механические методы, метод лабораторных испытаний отдельно взятых образцов, метод натурного испытания конструкций, радиотехнический метод и др.

Усиление грунтов основания. Основными причинами, вызывающими необходимость усиления оснований, являются увеличение нагрузки на грунты основания и уменьшение их несущей способности.

Для усиления оснований существующих зданий применяют цементацию, силикатизацию, термическую обработку и глинизацию лессов, электросиликатизацию и за-

крепление грунтов синтетическими смолами. Наиболее изученными и надежными способами, повышающими несущую способность грунтов оснований, являются цементация крупнозернистых песков, двухрастворная силикатизация средне- и мелкозернистых песков и однорастворная силикатизация лессов.

Для выбора способа укрепления грунтов основания большое значение имеют влажность грунта, скорость и агрессивность грунтовых вод, а также засоренность грунта нефтяными продуктами, смолами, маслами и другими химическими продуктами.

Усиление фундаментов. Выбор метода усиления фундаментов зависит от причин, вызвавших их деформацию или нарушение прочности. Усиление фундаментов может производиться одним из следующих методов: укреплением кладки фундаментов, увеличением опорной площади фундаментов, передачей нагрузки на нижележащие слои грунта, углублением фундаментов существующего здания.

Укрепление кладки фундаментов в зависимости от характера ослабления можно производить путем ее замены отдельными участками, цементацией, торкретированием, устройством железобетонных обойм. Наиболее эффективным и безопасным является метод цементации.

Увеличение опорной площади фундаментов производится путем устройства приливов-башмаков из монолитного железобетона или бетона, сборного железобетона, бутовой кладки с предварительным уплотнением грунта основания. Особенностью этого метода является включение в работу новой дополнительной площади естественного основания, поэтому здесь особое значение имеет предварительное уплотнение грунта в основании пристраиваемых частей и обеспечения необходимой прочности стыков и жесткости фундаментов.

Передача нагрузки на нижележащие слои грунта осуществляется устройством набивных свай или опускных колодцев. Для усиления несущей способности существующих фундаментов наилучшие результаты дают набивные сваи из литого бетона, устраиваемые путем бурения и последующего бетонирования. Опускные колодцы обычно располагаются под фундаментами, но могут устраиваться и за его пределами. Колодцы бывают бетонные и железобетонные, по форме — круглые, прямоугольные, эллипсоидные, квадратные.

Углубление фундаментов существующего здания при

устройстве и расширении его подвалов, закладке вблизи него новых, более глубоких фундаментов или прокладке коллекторов, тоннелей можно выполнять только в сухих и маловлажных грунтах.

В целом в инженерной практике часто применяется сочетание нескольких методов усиления фундаментов. При этом область целесообразного использования каждого из этих методов определяют исходя из технического состояния существующего фундамента.

В надземной части жилых и общественных зданий из основных конструкций могут заменяться лишь перекрытия, когда срок их службы меньше срока службы каменных стен и фундаментов (т. е. деревянные перекрытия). В свою очередь, изношенное деревянное перекрытие можно заменить новым деревянным или сборным железобетонным.

При полной замене существующих ветхих деревянных перекрытий на новые необходимо произвести выбор типа перекрытия и его конструктивной схемы. Тип перекрытия и его конструкция принимаются в зависимости от объемно-планировочной схемы здания применительно к оставшемуся сроку службы здания и от процента износа его стен.

14.6. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Технология реконструкции промышленных предприятий имеет следующие особенности: стесненность условий и ограниченность фронта работ; сложность транспортных схем подачи материалов, конструкций и оборудования; разнотипность конструктивных и объемно-планировочных решений; недостаточный уровень сборности и неприспособленность зданий, сооружений и коммуникаций действующих предприятий для реконструкций; специфика строительных работ, выражающаяся в значительной трудоемкости и сложности механизации (демонтаж строительных конструкций и оборудования, разборка здания или его отдельных частей, разрушение отдельных конструктивов, передвижка и надвижка конструкций, усиление конструкций и др.); необходимость дополнительных мероприятий по технике безопасности при производстве строительно-монтажных работ в действующих цехах и др.

На основе технологической структуры работ и объемно-планировочной характеристики по реконструкции

объекта производится разбивка общего фронта работ на технологические и строительные узлы и подузлы с целью максимального совмещения процессов во времени и пространстве, а также сокращения остановочного периода при небходимости проведения реконструкции с частичной или полной остановкой производства.

Технологический узел — это конструктивно обособленная часть технологической линии, в границах которой производятся строительно-монтажные работы, связанные с демонтажом и монтажом технологического оборудования, подготовкой к пусконаладочным работам и опробованию агрегатов, механизмов и устройств.

Строительный узел — это промышленное здание или его конструктивно обособленная часть, в пределах которой производятся строительно-монтажные работы, связанные с реконструкцией здания или сооружения и подготовкой к механомонтажным работам.

При формировании и взаимоувязке технологических и строительных узлов необходимо учитывать: степень, вид и способ реконструкции, условия и особенности технологии промышленного производства.

Особенности выполнения работ при реконструкции промышленного здания

Земляные работы. При выборе технологии, организации и механизации производства земляных работ в условиях реконструкции необходимо учитывать:

— режим действующего производства при сменной работе, загрузку транспортных и грузоподъемных средств и возможность их использования для нужд строителей, наличие остановочного периода;

— состояние производственной среды (загазованность, запыленность, допустимые пределы шума и вибрации);

— насыщенность предприятия подземными инженерными коммуникациями;

— обеспечение целостности конструкций существующих зданий при забивке шпунта и уплотнении грунта тяжелыми трамбовками, устройство котлованов и траншей вблизи фундаментов, несущих нагрузку;

— мероприятия по понижению уровня грунтовых вод, либо прокладки в реконструируемых цехах временных трубопроводов или лотков для подачи откачиваемой воды к отстойникам перед сбросом ее в общесплавную или ливневую заводскую канализацию;

—дополнительные требования к организации и тех-

нологии производства земляных работ, обусловленные обеспечением техники безопасности.

Устройство котлованов и траншей. При возведении подземных конструкций и сооружений в действующих цехах особое внимание следует уделять устойчивости и способам крепления стенок котлованов и траншей, так как от этого зависит целостность близко расположенных участков пола и фундаментов, находящихся под нагрузкой

При разработке выемок в водонасыщенных грунтах следует производить искусственное понижение уровня грунтовых вод. Выбор способа водопонижения осуществляется в зависимости от глубины осушаемых котлованов или траншей и фильтрационных свойств грунтов.

Крепление стенок в стесненных условиях следует выполнять при невозможности устройства котлованов и траншей с откосами и для сокращения объемов дополнительных работ по обратной засыпке, уплотнению грунта и восстановлению покрытий пола.

Разработку траншей и котлованов в непосредственной близости и ниже уровня заложения фундаментов существующих зданий и сооружений, а также действующих подземных коммуникаций следует производить согласно проекта производства работ, разработанного в соответствии с рабочими чертежами, предусматривающими решения по обеспечению неизменяемости положения и сохранности указанных зданий и сооружений.

Вид экскавационного оборудования выбирают в зависимости от глубины котлованов и траншей, объема и группы разрабатываемого грунта, наличия креплений стенок котлованов и траншей и объемно-планировочных решений реконструируемых зданий и сооружений.

До начала производства земляных работ на участке реконструкции необходимо разобрать все существующие рельсовые пути, демонтировать технологическое оборудование, кирпичные стены и перекрытия помещений.

Разрушение фундаментов под технологическое оборудование. Строительные конструкции, подлежащие разборке в процессе реконструкции действующих предприятий, по условиям и специфике производства работ подразделяются на конструкции, разбираемые полным или частичным разрушением для использования по назначению их отдельных конструктивных элементов.

К конструкциям, разбираемым полным разрушением, относятся бетонные фундаменты. При этом разборка и разрушение фундаментов могут производиться как в

стесненных условиях, так и на свободной площадке.

Для разрушения монолитных бетонных фундаментов применяют средства разрушающего действия, дробящие бетон на куски, глыбы и осколки.

Процесс разрушения и разборки строительных конструкций состоит из следующих технологических операций:

— подготовки к разрушению — очистки от земли и мусора, освобождения от примыкающих конструктивов, разметки границ захваток и участков разрушения, бурения шпуров;

— разрушения материала — установки рабочего органа в шпур, воздействия на материал;

— разборки материала — раскалывания материала, оголения и последующей резки арматуры, уборки бетона из зоны разрушения.

Устройство тоннелей и фундаментов под технологическое оборудование. В состав работ входят: устройство опалубки; установка арматуры; укладка бетонной смеси; монтаж сборных железобетонных блоков стен подвала; монтаж железобетонных плит перекрытия тоннеля.

До начала производства работ по устройству тоннеля и фундаментов под формовочные машины должны быть выполнены подготовительные работы: демонтаж технологического оборудования; разборка (разрушение) существующих кирпичных стен, перегородок, фундаментов, стен тоннеля (разбираемого), рельсовых путей, а затем уборка их с территории; устройство проема для заезда строительных машин и механизмов; устройство подъездных дорог; обеспечение энерго- и водоснабжения строительной площадки; отрытие котлована для устройства тоннеля и фундаментов; расчистка и планировка площадки для складирования строительных материалов и конструкций; устройство временного электроосвещения площадки, проездов и т. п.; устройство ограждения монтажной зоны с установкой соответствующих знаков и сигналов; доставка и складирование сборных элементов; заготовка в нужном количестве монтажных и такелажных приспособлений, оборудования и инвентаря.

Работы по устройству тоннеля и фундаментов под оборудование рекомендуется выполнять комплексной бригадой, состоящей из специализированных звеньев.

Для устройства тоннеля и фундаментов под техно-

логическое оборудование целесообразно применять унифицированную инвентарную разборно-переставную дерево-металлическую опалубку.

Бетонные работы при реконструкции промышленных объектов целесообразно производить с использованием металлической крупно- и мелкощитовой опалубок конструкции НИИСП. Они предназначены для бетонирования конструкций стен, фундаментов, колонн и т. п. и могут использоваться как в совместной компоновке, так и раздельно.

Усиление строительных конструкций. Наиболее распространенными методами усиления железобетонных конструкций являются:

обетонирование, при котором сборные и монолитные железобетонные конструкции усиливают железобетонными обоймами, трехсторонними рубашками и односторонними набетонками с установкой дополнительной арматуры. Класс бетона конструкций усиления принимается на один класс выше бетона усиливаемой конструкции, но не ниже В 15. Для усиления фундаментов допускается применять бетон В 12,5.

Усиление стальными элементами: предварительно-напряженные двухсторонние и односторонние металлические распорки для повышения несущей способности железобетонных колонн; предварительно-напряженные обоймы для восстановления несущей способности колонн; металлические порталы для увеличения несущей способности балок, особенно при действии динамической и вибрационой нагрузок; металлические шпренгели с жесткими распорками для усиления изгибаемых конструкций.

Технология **усиления предварительно-напряженными распорками** предназначена для центрально загруженных колонн методом искусственного выгиба, применяется для увеличения несущей способности колонн до 1200 кН.

Металлические распорки состоят из двух элементов, соединяемых при монтаже планками. Уголки усиления изготовляют из стали марки ВСт3сп5 по ГОСТ 8509-86, соединительные планки — из стали марки ВСт3сп.

В многоэтажных зданиях усиление колонн необходимо начинать с нижележащих этажей, то есть производство работ вести снизу вверх. На этаж материал подают тельфером через открытый монтажный проем Работы по усилению колонн производят с инвентарных металлических трубчатых лесов.

При монтаже в особо стесненных условиях допускается вести поэлементный монтаж металлических распорок, при котором необходимо производить укрупнительную сборку распорок с приваркой планок до создания предварительного напряжения.

Усиление железобетонной подкрановой балки. Технология предназначена для выполнения работ по усилению нижнего пояса железобетонной подкрановой балки открытой крановой эстакады.

Усиление железобетонной подкрановой балки заключается в устройстве набетонки нижнего пояса.

При устройстве набетонки по нижнему поясу подкрановой балки в качестве опалубки обычно применяют неразъемную блок-форму с навесными вибраторами. Укладывать бетонную смесь в конструкцию необходимо через зазоры, образованные боковыми бортами формы и вертикальными гранями подкрановой балки.

Качество арматурных работ, а также подготовки бетонной поверхности и очистки существующей арматуры должно быть зафиксировано актом на скрытые работы.

Усиление монолитного железобетонного перекрытия. Технология предусматривает усиление монолитного железобетонного ребристого перекрытия толщиной 120 мм торкретированием по металлической сетке, закрепленной по низу перекрытия.

До начала производства работ необходимо: надежно защитить металлическими кожухами инженерно-технологические коммуникации, проходящие в непосредственной близости (0,7—1 м) от усиливаемой конструкции, технологическое оборудование — деревянными щитами; в местах прохождения технологических трубопроводов через перекрытие вставить металлические обоймы — гильзы из листовой стали толщиной 3 мм и закрепить хомутами к перекрытию; изолировать рабочее место инвентарным ограждением и перекрыть при необходимости технологические проемы; рабочую зону обеспечить временным освещением.

При усилении монолитных железобетонных конструкций перекрытия в условиях действующего предприятия необходимо получить наряд-допуск на производство работ.

Усиление в условиях действующего производства в рабочей зоне выполняют в такой технологической последовательности:

— устанавливают инвентарные леса;

— готовят поверхность железобетонного перекрытия (очищают от разрушенного коррозией защитного слоя бетона до прочного, очищают и выравнивают при необходимости существующую арматуру); в местах приварки дополнительной арматуры вскрывают на $^1/_2$ диаметра существующую арматуру нижних ребер балок; в случае недостаточной шероховатости поверхности производят насечку;

— устанавливают и закрепляют к хомутам существующей арматуры балок уголки фиксаторов по углам примыкания плиты к балкам-ребрам;

— привариваают согласно проекту дополнительную арматуру в нижних углах балок-ребер;

— растягивают ранее заготовленные сетки между опорными уголками-фиксаторами и закрепляют на крючьях; во избежание провисания более чем на 10 мм, в пролетах между балками-ребрами, сетки пристреливают к железобетонной плите перекрытия дюбелями монтажным пистолетом ПЩ-52 с помощью полос-накладок; полосы устанавливают через 500 мм, шаг установки дюбелей — не более 250 мм; на уголки-фиксаторы и арматуру усиления балок-ребер натягивают арматурную сетку.

Торкретирование поверхностей усиливаемых конструкций производят в следующей последовательности: плита перекрытия — боковые грани балок. Перед бетонированием нижних граней балок по боковым граням, после схватывания торкрет-раствора, выставляют на струбцинах щиты опалубки (экраны) из плоских асбоцементных листов. Торкретбетон наносят в два слоя толщиной 15 мм каждый. Последующий слой укладывают до окончания схватывания предыдущего слоя. Поверхность последнего слоя следует затирать и выравнивать по маякам.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Атаев С. С.** Индустриальная технология строительства из монолитного бетона. М.: Стройиздат, 1989.

2. **Афонин И. А., Евстратов Г. И., Штоль Т. М.** Технология и организация монтажа специальных сооружений: Уч. пос. М.: Высшая школа, 1986.

3. **Беляков Ю. И., Снежко А. П.** Реконструкция промышленных предприятий: Уч. пос. Киев: Вища школа, 1988.

4. **Дикман Л. Г.** Организация жилищно-гражданского строительства. Справочник строителя. М.: Стройиздат, 1990.

5. **Кудрявцев Е. М.** Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства: Уч. пос. М.: Стройиздат, 1989.

6. **Славуцкий А. К.** Сельскохозяйственные дороги и площадки: Учебник. М.: Высшая школа, 1980.

7. Технология строительного производства: Учебник / С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин и др. М.: Стройиздат, 1984.

8. Технология строительного производства: Учебник / О. О. Литвинов, Ю. И. Беляков, Г. М. Батура и др. / Под ред. О. О. Литвинова и Ю. И. Белякова. Киев: Вища школа, 1985.

9. Технология строительного производства: Учебник / Л. Д. Акимева, Н. Г. Аммосов, Г. М. Бадьин и др. / Под ред. Г. М. Бадьина, А. В. Мещерякова. Л.: Стройиздат, 1987.

10. Технология строительного производства в зимних условиях: Уч. пос. / Л. Д. Акимова, Н. Г. Аммосов, Г. М. Бадьин и др. / Под ред. Евдокимова В. А. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1984.

11. **Хамзин С. К.** Технология возведения зданий и сооружений: Учебник, на казах. языке. Алматы: Білім, 1994.

12. **Хамзин С. К., Карасев А. К.** Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Уч. пос. М.: Высшая школа, 1989.

13. **Хамзин С. К.** Монтаж строительных конструкций: Уч. пос. Алма-Ата: Мектеп, 1983.

14. **Хамзин С. К., Таженов А. Е.** Проектирование земляных работ и устройство фундаментов: Уч. пос. М.: Издательство ВЗПИ, 1990.

15. **Швиденко В. И.** Монтаж строительных конструкций: Уч. пос. М.: Высшая школа, 1987.

16. **Штоль Т. М., Евстратов Г. И.** Строительство зданий и сооружений в условиях жаркого климата: Уч. пос. М.: Стройиздат, 1984.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5

1.1. Строительная терминология 5
1.2. Квалификация строительных объектов по функциональному назначению и строительно-конструктивным характеристикам 13
1.3. Понятие о поточных методах возведения зданий и сооружений 16
1.3.1. Общие принципы поточного строительства 16
1.3.2. Расчетные параметры потока 21
1.3.3. Сквозной строительный поток 24
1.4. Понятие о проектировании организации и производства работ 25
1.5. Проект производства работ 27
1.6. Вариантное проектирование технологии возведения зданий и сооружений 30
1.7. Основные положения календарного планирования. Критерии оптимальности 34
1.8. Строительный генеральный план 37
1.9. Обеспечение качества строительной продукции 42
1.10. Охрана окружающей среды 46

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ 48

2.1. Состав и назначение работ по инженерной подготовке площадки к строительству 48

3. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ 54

3.1. Технология возведения земляных и подземных сооружений 54
3.1.1. Разновидности земляных сооружений и способы производства и механизации работ 54
3.1.2. Состав и характеристика проекта производства работ . 59
3.2. Технология возведения подземных сооружений . . . 60
3.2.1. Открытый способ возведения подземных сооружений . 60
3.2.2. Выбор машин, оборудования и материалов, используемых в процессе работ 62
3.2.3. Опускной способ, его технологические особенности. Области применения 63
3.2.4. Возведение заглубленных емкостных и природоохранных сооружений 66
3.2.5. Проблемные задачи в области технологии возведения подземных сооружений 69

4. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 69

4.1. Общие сведения о возведении зданий из сборных конструкций 69
4.1.1. Строительно-конструктивные решения полносборных жилых и общественных зданий 70
4.1.2. Строительно-конструктивные решения сборных производственных зданий 72
4.1.3. Классификация методов возведения зданий 74

4.1.4. Разработка стройгенплана на период монтажа строительных конструкций 91
4.1.5. Построение календарного плана производства монтажных работ 106
4.1.6. Обеспечение качества монтажных работ 110
4.1.7. Технико-экономические показатели монтажных работ . 112

5. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 114

5.1. Возведение крупнопанельных зданий 114
5.2. Возведение крупноблочных и панельно-блочных зданий . 116
5.3. Возведение каркасно-панельных зданий 118
5.4. Возведение зданий из объемных элементов 120
5.5. Возведение зданий подъемом этажей и перекрытий . . 123
5.6. Возведение зданий с покрытиями в виде оболочек и складок 124
5.7. Возведение зданий с арочными купольными перекрытиями 126
5.8. Возведение зданий с вантовыми и мембранными покрытиями 131
5.9. Возведение зданий со структурными и решетчатыми покрытиями 132
5.10. Возведение зданий с каркасом рамного типа 134
5.11. Возведение зданий с крупноблочными покрытиями . . 137
5.12. Возведение зданий, сочетающих смешанные конструкции 139
5.13. Проблемные задачи в области технологии возведения жилых и общественных зданий с применением индустриальных конструкций 142

6. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ 143

6.1. Возведение одноэтажных и многоэтажных зданий из сборных железобетонных конструкций унифицированных параметров 143
6.2. Возведение одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий из металлических конструкций 157
6.3. Возведение зданий из изделий комплектно-блочной поставки 161
6.4. Возведение зданий, сочетающих конструктивные элементы из различных материалов 161
6.5. Проблемные задачи в области технологии монтажа промышленных зданий различных конструктивных схем и назначений 163

7. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА . . 164

7.1. Общие положения по возведению зданий с применением монолитного железобетона 164
7.1.1. Строительно-конструктивные решения монолитных и монолитносборных зданий 167
7.1.2. Темпы возведения зданий и интенсивность бетонирования 170
7.1.3. Методы ускорения темпа возведения зданий 173
7.1.4. Выбор оптимальной технологической схемы приготовления, доставки, подачи, приемки и укладки бетонных смесей . 177
7.1.5. Материально-технические ресурсы 183
7.1.6. Комплектация числа опалубочных элементов, машин, механизмов и средств транспортировки 184
7.1.7. Разработка стройгенплана объекта 186
7.1.8. Построение календарного плана производства работ . 186
7.1.9. Обеспечение качества работ 189
7.1.10. Технико-экономические показатели 192

8. ТЕХНОЛОГИЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ 193
8.1. Возведение зданий в переставных опалубках 193
8.2. Возведение зданий в скользящей опалубке 199
8.3. Возведение зданий в опалубках специального назначения . 204
8.4. Возведение зданий с монолитно-сборными конструкциями . 205
8.5. Проблемные задачи в области технологии возведения зданий с применением монолитного железобетона 207

9. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ НАДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ 211
9.1. Общие сведения о возведении надземных инженерных сооружений 211
9.1.1. Виды инженерных сооружений, их классификация по строительно-конструктивным признакам 211
9.2. Возведение высотных сооружений объектов добывающей, химической и технологической промышленности . . . 212
9.2.1. Возведение буровых вышек, надшахтных копров, технологических этажерок, водонапорных башен, градирен, вытяжных труб, грануляционных башен, сооружений комплекса доменной печи 212
9.2.2. Выбор методов производства работ, машин, механизмов, технологической оснастки 228
9.2.3. Стройгенплан объекта, календарный план производства работ, технико-экономические показатели 230
9.2.4. Проблемные задачи в области возведения высотных сооружений добывающей, химической и технологической промышленности 231

10. ВОЗВЕДЕНИЕ МАЧТОВО-БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ 232
10.1. Общие принципы и выбор схем возведения мачтово-башенных сооружений 232
10.2. Возведение радио- и телевизионных мачт и башен, опор прожекторных и линий электропередач, вертикальных аппаратов и конструкций 235
10.3. Выбор методов производства работ, машин, механизмов, технологической оснастки 251
10.4. Стройгенплан объекта, технико-экономические показатели 252
10.5. Проблемные задачи в области возведения мачтово-башенных сооружений и вертикальных аппаратов и конструкций 254

11. ВОЗВЕДЕНИЕ НАДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗГОЛЬДЕРОВ 255
11.1 Общие принципы и методы возведения резервуарных конструкций 255
11.2. Монтаж вертикальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров 256
11.3. Монтаж сферических резервуаров и газгольдеров . . . 263
11.4. Возведение железобетонных резервуаров 265
11.5. Выбор методов производства работ, машин, механизмов, технологической оснастки 269
11.6. Стройгенплан объекта, календарный план производства работ, технико-экономические показатели 270
11.7. Проблемные задачи в области возведения надземных резервуаров и газгольдеров 272

12. ВОЗВЕДЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА 273
12.1. Строительно-конструктивные особенности зданий и сооружений агропромышленного комплекса 273
12.2. Проектирование и строительство подъездных и внутрихозяйственных автомобильных дорог и площадок . . . 275
12.2.1. Общие сведения об автомобильных дорогах и площадках 275
12.2.2. Принципы проектирования автомобильных дорог и площадок 276
12.2.3. Строительство дорог и площадок 285
12.3. Строительство малых гидротехнических сооружений . . 290
12.4. Возведение сенажных башен, зерновых элеваторов, комбикормовых заводов 300
12.5. Строительство тепличных комплексов 303
12.6. Выбор методов производства работ, машин, механизмов, технологической оснастки 304
12.7. Стройгенплан объекта, календарный план производства работ, технико-экономические показатели 307
12.8. Проблемные задачи в области возведения сооружений агропромышленного комплекса 309
13. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ 311
13.1. Особенности технологии возведения зданий и сооружений в особых условиях 311
13.1.1. Возведение зданий и сооружений в зимних условиях . 312
13.1.2. Возведение зданий и сооружений в условиях жаркого климата и в регионах сейсмической активности 323
14. ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 329
14.1. Анализ условий и причины реконструкции объектов . . 329
14.2. Проектирование производства работ при реконструкции объектов 332
14.3. Разработка стройгенплана реконструируемого здания, календарного плана 334
14.4. Технико-экономические показатели проекта производства работ 337
14.5. Реконструкция жилых и общественных зданий . . . 338
14.6. Реконструкция промышленных объектов 341
ЛИТЕРАТУРА 348