

170262

Ю.Н.Куликов А.П.Максимов

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И СТРОИТЕЛЬСТВО
ГОРНО-
ТЕХНИЧЕСКИХ
ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ**

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Обязательный экз.

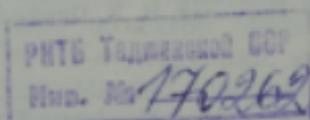
Ю.Н.Куликов А.П.Максимов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРНО- ТЕХНИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Под редакцией доктора технических наук,
профессора И.В. БАКЛАШОВА

*Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника для студентов вузов,
обучающихся по специальности
"Шахтное и подземное строительство"*



Москва "Недра" 1991

945 02

ББК 33.15

К 90

УДК 658.512(083.7):622.014.5(075.8)

Рецензенты:

кафедра строительства горных предприятий Ленинградского горного института; кафедра шахтного строительства Криворожского горнорудного института

Куликов Ю. Н., Максимов А. П.

К 90 Проектирование и строительство горнотехнических зданий и сооружений. Технология строительства зданий и сооружений: Учеб. для вузов/Под ред. И. В. Баклашова.— М.: Недра, 1991.— 264 с.: ил.

ISBN 5-247-00669-0

Приведены сведения об организации строительства горнотехнических зданий и сооружений, нормативной документации на производство и приемку работ. Рассмотрены состав проекта организации и технологические карты производства подготовительных и земляных работ, порядок составления календарных графиков и технико-экономические показатели строительства. Описаны способы прокладки коммуникаций, возведения фундаментов, поточного бетонирования, технологические схемы монтажных, каменных и специфических работ на поверхности. Отмечены особенности строительства в районах многолетней мерзлоты и сейсмоопасных.

Для студентов горных вузов, обучающихся по специальности «Шахтное и подземное строительство».

К 2502010000—103
043(01)—91

ББК 33.15

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Куликов Юрий Николаевич
Максимов Александр Павлович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Заведующий редакцией **О. И. Паркани**
Редактор издательства **Л. И. Елагин**
Технические редакторы **М. Л. Новикова, Н. В. Панфилова**
Корректор **И. П. Розанова**
ИБ № 7293

Сдано в набор 05.09.90. Подписано в печать 12.02.91. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,5. Усл. кр.-отт. 16,5. Уч.-изд. л. 16,52. Тираж 2100 экз. Заказ 121 /1552—9. Цена 1 р. 10 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра»,
125047 Москва, Тверская застава, 3

Набрано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» Государственного комитета СССР по печати, 113054, Москва, Валовая, 28.

Отпечатано в московской типографии № 6 Государственного комитета СССР по печати, 109088, Москва, Ш-88, Южнопортовая ул., 24.

ISBN 5-247-00669-0

© Ю. Н. Куликов, А. П. Максимов, 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

Строительство зданий и сооружений поверхности шахт и рудников имеет ряд особенностей, которые осложняют производство работ и требуют более четкой организации, чем аналогичные работы в других отраслях строительства.

Прежде всего для производства горнопроходческих работ требуется значительное количество вспомогательных зданий, сооружений и оборудования, расположенных в непосредственной близости от стволов, что стесняет и без того ограниченную строительную площадку около них. Так, при строительстве шахты «Западно-Донбасская» № 6/42 на поверхности вокруг скипового и клетового стволов было сконцентрировано 34 лебедки. Среднее количество временных зданий и сооружений в первый период строительства (проходка стволов) большинства шахт на поверхности достигает 20—25, а во второй (проведение горизонтальных выработок) может составлять 15—20 единиц.

Ограниченность строительной площадки объясняется также высокой степенью застройки поверхности шахт. Коэффициент использования территории шахты превышает 0,5—0,8, при строительстве эта цифра возрастает.

Определенные затруднения при строительстве поверхности вызывает и то обстоятельство, что по времени наибольшие объемы строительства зданий и сооружений, прилегающих непосредственно к шахтным стволам, совпадает со временем, когда из шахты начинают выдавать большие объемы горной массы от проведения горных выработок с одновременной подачей в шахту значительных количеств крепежных материалов, труб, рельсов.

В отличие от других видов строительства на поверхности шахт и рудников приходится вести различные по своему характеру работы: строительство зданий и сооружений бытового назначения, объектов энергетического и транспортного назначения, монтаж конструкций, механизмов и оборудования. Например, при строительстве поверхности шахты им. газеты «Комсомолец Донбасса» в большом объеме вели бетонные работы (около 68 тыс. м³), монтаж металлоконструкций (6150 т), технологических конструкций (53 250 м³); проложено 1420 км кабеля, 124 км трубопроводов, установлено 4580 единиц оборудования, выполнено 3,05 млн. м³ земляных работ.

Освоение в сравнительно короткий срок значительных капиталовложений при строительстве шахты требует совершенной организации строительных работ. Необходимо учесть при этом, что возведение поверхности современной шахты составляет

20—22% общей стоимости строительства шахты (24—40 млн. руб.).

Согласно экспертным оценкам около 40% трудовых затрат в строительстве приходится на создание элементов сооружений в заводских условиях и около 60% — на строительные-монтажные работы непосредственно на стройплощадках. Аналогичное соотношение имеет место и на строящихся объектах угольной и горнорудной промышленности. Анализ показывает, что при строительстве шахт и рудников есть все условия для изменения этого соотношения до уровня 70:30, что, естественно, высвободит значительные трудовые ресурсы, резко повысит качество строительства и снизит его стоимость.

Приведенные данные говорят о том, что основным, ведущим строительным процессом на стройках горной промышленности является монтаж зданий и сооружений.

Технология строительного производства как учебная дисциплина представляет собой систематизированное изложение методов и средств выполнения производственных процессов на строительных площадках. Разнообразие природных условий, в которых выполняют строительные работы, так же как и многообразие методов и средств механизации строительных работ требует от инженера в каждом конкретном случае находить оптимальный вариант, обеспечивающий высокое качество строительных работ, экономию материальных ресурсов, минимальные сроки строительства с надлежащими технико-экономическими показателями строительных работ.

При составлении учебника авторы попытались учесть это требование путем наиболее полного изложения технологии основных видов работ, а также введения в каждый раздел примеров расчета и проектирования отдельных технологических процессов или их элементов. Это позволит студентам выполнять самостоятельно, с привлечением соответствующих справочников, цикл расчетов с элементами проектирования в течение учебного семестра по индивидуальным заданиям и приобрести таким образом необходимые навыки в области проектирования технологии основных процессов при строительстве горнотехнических зданий и сооружений.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Строительными процессами называют совокупность операций, протекающих на строительной площадке и имеющих конечной целью получение качественной строительной продукции.

Процессы можно разделить на три основные группы: заготовительные, транспортные и монтажно-укладочные.

К первой группе — заготовительной относят изготовление опалубок, арматурных каркасов, приготовление бетонных и растворяемых смесей, контейнеризацию и пакетирование строительных изделий и др.

Ко второй группе — транспортной относят процессы, связанные с горизонтальным и вертикальным транспортированием материалов и конструкций. Главным элементом этого процесса являются средства транспорта: автосамосвалы, бортовые машины, панелевозы, автомобильные и башенные краны, а также бульдозеры и экскаваторы разных марок.

Монтажно-укладочные процессы подразделяют на ведущие и совмещенные. При этом они могут быть непрерывными и прерывными, а по положению в пространстве — линейными и ярусными.

Строительная продукция — законченные и принятые к эксплуатации здания, сооружения, элементы благоустройства.

Технологически однородный и организационно неделимый элемент строительного процесса называется рабочей операцией. Рабочая операция состоит из нескольких тесно связанных между собой рабочих приемов, которые, в свою очередь, состоят из отдельных движений.

Строительные процессы в зависимости от степени их механизации делят на механизированные (в которых применяют машины) и ручные (выполняют с помощью простого инструмента). По сложности делят на простые и комплексные. Простой процесс — это процесс, состоящий из небольшого числа однообразных операций, выполняемых одним рабочим или одним звеном. Комплексный процесс представляет собой совокупность одновременно осуществляемых простых процессов, технологически связанных между собой, с единством конечной продукции.

Комплексные процессы должны выполнять рабочие высокой квалификации, а простые — низкой квалификации. Этому способствует расчленение строительного процесса на операции, которые группируют в соответствии с квалификацией рабочих. Для выполнения таких процессов рабочих организуют в звенья. В звено входят рабочие одной специальности, но разной квалификации, что обеспечивает рациональную организацию труда. Для получения высокого производственного и экономического эффекта отдельные звенья объединяют в бригады. При выполнении работ одного рода (например, каменных) такая бригада называется специализированной. Если для выполнения одновременно протекающих основных и вспомогательных процессов, направленных на получение единообразной конечной строительной продукции, объединяются звенья рабочих различ-

ных профессий, то такая бригада называется комплексной. Комплексная бригада, производящая готовую (завершенную) строительную продукцию, называется бригадой конечной продукции. Прогрессивной формой организации труда рабочих является бригадный подряд.

Каждый рабочий процесс организационно протекает на строго определенном рабочем месте. Рабочим местом в строительстве называется пространство, в пределах которого перемещаются выполняющие строительный процесс рабочие, находится строительная продукция и материал, необходимые средства механизации, орудия труда и приспособления. Рабочее место должно быть организовано так, чтобы устранять непроизводительные движения рабочих. Ряд рабочих мест, на которых выполняют определенный строительный процесс, образует фронт работ. Часть фронта работ, выделенный бригаде для работы в течение определенного времени, называется захваткой. Участок фронта работ, отведенный звену для выполнения сменного задания, называется делянкой. Размеры фронта работ, захватки и делянки измеряют или площадью, или по длине.

Наряду с делением фронта работ по длине или площади в процессе возведения зданий и сооружений возникает необходимость деления фронта работ по высоте. Зона, в пределах которой возводят часть здания или сооружения с одного рабочего места, называется ярусом. Высоту яруса выбирают из соображений обеспечения высокой производительности труда рабочего и его максимальной безопасности. Иногда объект строительства условно расчленяют на технологические ярусы, что связано с технологическими соображениями, направленными на получение высокого качества строительной продукции.

Принятая организация строительных работ является составной частью технологической карты. Технологической картой называют документ, регламентирующий технологическую последовательность отдельных строительных процессов строительства, производимых с помощью определенного комплекта машин, оборудования и инструментов и направленных на выполнение заданного объема работ в установленный срок.

При строительстве многократно повторяющихся или типовых зданий и сооружений используют типовые технологические карты, которые содержат апробированные практикой готовые рациональные решения по технологии и организации строительного производства, что ведет к уменьшению трудоемкости, улучшению качества и снижению себестоимости строительного-монтажных работ.

1.2. ПОТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Успешное строительство шахт и рудников, их своевременный ввод в строй зависит от правильной увязки основных этапов строительства. Этой цели служит поточная организация строительства, предполагающая непрерывное и ритмичное строительное производство, в результате которого в конце каждого заранее спланированного этапа получают в законченном виде определенный комплекс зданий и сооружений (к началу отдельных этапов горнопроходческих работ). Равномерное использование денежных средств, материально-технических и трудовых ресурсов, планомерная загрузка производительской базы, строительных машин и оборудования также являются отличительным признаком поточной организации строительства горных предприятий.

Сущность поточной организации строительных работ заключается в совмещении во времени ряда строительных процессов на участках — захватках одного и того же сооружения или группы объектов. В этом случае выигрывается время по сравнению с такой организацией, когда каждый строительный процесс выполняют по окончании предыдущего (последовательная организация работ).

В случае сооружения группы однородных зданий нередко их возводят все одновременно (параллельная организация работ). Это требует большой концентрации ресурсов и не всегда рационально. Поточная организация не имеет этого недостатка из-за сочетания параллельной и последовательной организации работ, что позволяет создать весьма гибкую и эффективную систему строительного производства.

В основе поточной организации строительства лежит расчленение строительного производства на составные операции, отдельные строительные процессы или комплексы процессов, направленные на получение отдельных видов строительных работ, частей зданий и сооружений или зданий и сооружений в целом. При этом имеет место повторяемость комплексного или простого строительного процесса. Бригада (или звенья) через установленный промежуток времени последовательно переходит с одного участка (захватки) на другой. Таким образом, поточная организация строительных работ имеет широкий диапазон приложения: от отдельного рабочего процесса до сооружения всего комплекса поверхностных зданий и сооружений шахт и рудников.

В этой связи потоки принято классифицировать прежде всего по структурной сложности и назначению:

частный, представляющий один или группу рабочих процессов, которые непрерывно и равномерно осуществляет одна

бригада или специализированное звено (объектами такого потока являются элементы конструкций сооружений, виды работ, устройство вспомогательных приспособлений и т. п.);

специализированный, состоящий из группы частных потоков, которые технологически взаимоувязаны и развиваются по общей схеме на единой системе захваток (специализированный поток предполагает возведение отдельных типовых конструкций сооружений, например, колонн, крепи и производство комплексов работ, таких, как отделочные, изоляционные, монтажные работы и т. п.);

объектный, который объединяет группу специализированных потоков, имеющих место на ряде одинаковых или технологически однородных объектах (участках) (в результате выполнения потока получают отдельные крупные объекты, сооружения или их части);

комплексный, составляемый группой объектных потоков, суммарной продукцией которого является группа объектов шахтной поверхности.

Потоки имеют разную продолжительность и характер развития.

В зависимости от продолжительности строительства потоки могут быть:

краткосрочными, организуемыми для производства отдельных видов работ, сооружения одного здания или шахты;

непрерывными долгосрочными, которые организуются при строительстве ряда угольных шахт, зданий, сооружений.

Для характеристики строительного потока используют следующие понятия.

Ритм потока — продолжительность t выполнения частного потока на захватке. От ритма потока отличают шаг потока t_w — промежуток времени между началом работ, выполняемых на данной захватке одной бригадой или звеном, и началом работы последующей бригады (звена). Если ритм и шаг потока совпадают, то все захватки заняты, на всех идет работа.

Цикл потока — осуществление строительных процессов в течение определенного времени. Так как развитие потока может иметь различный характер, выделяют понятие модуль цикличности K , под которым понимают отрезок времени, служащий единицей измерения ритма и продолжительности потока. Ритм потока должен быть равен или кратен модулю цикличности. При проектировании потоков применяют графики-циклограммы, отображающие развитие потока во времени и пространстве; используют также календарные графики производства работ.

В равноритмичных строительных потоках строительный процесс, состоящий из частных потоков, производится бригадой или звеном рабочих за определенное время. Бригады через

определенный промежуток времени, называемый шагом потока, последовательно вступают в поток и последовательно переходят с одной захватки на следующую для выполнения одного и того же процесса.

В кратноритмических потоках составляющие частные потоки имеют кратные ритмы, а в разноритмических (неритмических, неуравновешенных) частные потоки не имеют постоянного кратного ритма вследствие разных объемов работ на захватках. Эти потоки наиболее характерны для строительства шахтной поверхности.

При составлении графиков поточной организации строительных процессов производят расчет следующих параметров.

Интенсивность потока, которая характеризуется объемом его продукции за единицу времени, выражается суточным количеством готовой продукции (например, пять колонн в сутки), единицами измерения суточного объема готовой продукции, стоимостью продукции в тысячах рублей в сутки.

Продолжительность потока, выраженная в сутках (днях), является вторым важнейшим параметром поточной организации работ.

В случае равноритмического потока общая продолжительность потока определяется по формуле

$$T = T_1 + T_2 = (m + n - 1) t,$$

где $T_1 = mt$ — продолжительность выполнения работ первого цикла на всех захватках; m — число захваток; t — ритм (шаг) потока; $T_2 = (n - 1)t$ — время, необходимое для окончания работ остальных циклов на всех захватках; n — число частных потоков.

Продолжительность работ в разноритмическом (неуравновешенном) потоке

$$T = (m + n - 1) t + m(xt - t) + \sum t_0,$$

где $m(xt - t)$ — удлинение продолжительности работ в потоках с измененным ритмом по сравнению с потоком, у которого равные ритмы частных потоков. Здесь x — кратность ритма потока с измененным ритмом по отношению к потокам с равным ритмом; $\sum t_0$ — суммарные удлинения частных потоков, вызванные неритмичностью их развития.

Часто по условию технологии работ в строительных процессах требуется предусматривать перерывы (например, для твердения бетона и т. п.).

В этом случае общая продолжительность работ равноритмического потока

$$T = (m + n - 1) t + \sum t_{\text{пер}},$$

где $\sum t_{\text{пер}}$ — суммарная продолжительность перерывов.

Для разноритмичного потока

$$T = t(xm + n - 1) + \sum t_0 + \sum t_{\text{пер.}}$$

Результат проведенных расчетов фиксируют в соответствующих технологических документах (технологических нормалях и картах, таблицах технологических расчетов и т. д.), которые составляют для типовых многократно повторяющихся элементов производства.

1.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Строительно-монтажные работы в каждом конкретном случае можно осуществлять с привлечением различных видов механизации и разными методами. Важно при этом выбрать метод производства работ и вид механизации, которые обеспечивают наибольшую эффективность строительства. Этого можно достичь, если при составлении проекта производства работ выбор способа производства работ и необходимую механизацию производить путем анализа и сравнения системы технико-экономических показателей предлагаемых решений. С этой целью анализируют и сравнивают уровень механизации и механовооруженность строительства или строительного процесса, их энерговооруженность, себестоимость, трудоемкость и продолжительность.

Уровень (%) механизации Y_m и комплексной механизации $Y_{к.м}$

$$Y_m = P_m 100/P, \quad Y_{к.м} = P_{к.м} 100/P,$$

где P_m и $P_{к.м}$ — объем работ, выполненных механизированным или с применением комплексной механизации способом (в натуральном измерении); P — общий объем строительно-монтажных работ в натуральном измерении.

Механовооруженность строительства (%) или строительного процесса

$$M_c = C_m 100/P_0,$$

где C_m — стоимость всех применяемых строительных машин и транспортных средств; P_0 — общий объем строительно-монтажных работ в денежном выражении.

Энерговооруженность рабочих (кВт)

$$\theta = \sum N/n,$$

где $\sum N$ — суммарная мощность всех моторов, используемых на стройке, кВт; n — общее число рабочих.

Себестоимость строительно-монтажных работ

$$C = (3 + M + Э + Тр) K_m,$$

где Z — заработная плата рабочих; M — стоимость материалов, конструкций и изделий, включая заготовительно-складские расходы и стоимость доставки на приобъектный склад; $\Sigma = E + \Sigma_r T_0 / T_r + \Sigma_{св} T_0$ — затраты на эксплуатацию машины, механизмов и установок; E — единовременные расходы на перевозку, монтаж и демонтаж машины, включая все временные устройства и приспособления; Σ_r — годовые эксплуатационные расходы; $\Sigma_{св}$ — сменные эксплуатационные расходы; T_0 — фактическое число смен работы машины при выполнении процесса; T_r — нормативное число смен работы машины в течение года; T_p — транспортные расходы; K_n — коэффициент, учитывающий накладные расходы.

При расчетах себестоимости строительно-монтажных работ пользуются материалами четвертой и пятой частей СНиП, а также ЕНиР на соответствующий вид работ.

Рассчитав варианты технологии и механизации, заложив одинаковую продолжительность строительства (или строительного процесса), найдем эффективность решения (Σ_n) сравнением себестоимостей по формуле

$$\Sigma_n = (C_1 - C_2) + E_n (K_1 - K_2),$$

где $C_1 - C_2$ — разница в себестоимости строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам; E_n — нормативный коэффициент эффективности; $K_1 - K_2$ — разница в стоимости необходимых для осуществления строительства основных и оборотных производственных фондов (орудия и предметы труда).

Если одно из принятых решений сокращает продолжительность строительства, то учитывают сокращение накладных расходов в зависимости от сроков работ. Трудоемкость работ (T) рассчитывают, используя норму времени ($H_{вр}$) по Единым нормам и расценкам:

$$T = H_{вр} Q,$$

где Q — объем выполняемых работ.

Продолжительность строительства определяется по нормам СНиП 1.04-03—85, в котором даны значения норм продолжительности строительства в месяцах и примерное распределение капиталовложений и строительно-монтажных работ в процентах от сметной стоимости сооружения.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте основные особенности строительства поверхности горных предприятий.
2. Перечислите основные элементы организации строительных процессов.
3. Классифицируйте строительные потоки по структурной сложности, приведите примеры.

4. Как делятся строительные потоки в зависимости от продолжительности и характера развития?

5. Какие параметры рассчитывают при составлении графиков поточной организации работ?

6. Какие показатели и по какой методике анализируют и сравнивают при выборе вариантов механизации и методов производства работ?

2. РАБОТЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

2.1. СОСТАВ И ОЧЕРЕДНОСТЬ РАБОТ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Подготовительным периодом строительства шахты (рудника) называют срок, в течение которого производят все строительные-монтажные работы, обеспечивающие нормальное ведение работ по сооружению шахты (рудника) в основном периоде строительства. Концом подготовительного периода является начало проходки стволов.

Объекты строительства, осуществляемого в подготовительный период, делят на внешние (внеплощадочные), сооружаемые вне промышленной площадки шахты, и внутриплощадочные, расположенные в пределах шахтной площадки.

Внеплощадочные подготовительные работы должны включать строительство подъездных путей и причалов, подводящих водоводов, канализационных коллекторов, линий электропередачи и связи. В отдельных случаях сюда же относятся объекты строительной базы, складского хозяйства, электроподстанции и, если имеется потребность, жилые дома, здания культурно-бытового назначения.

Внутриплощадочные работы включают в себя работы по очистке площади от леса, кустарника, сносу строений, отводу поверхностных вод, устройству внутриплощадочных дорог, линий электропередачи и телефонной связи.

Важное значение имеет выполнение работ нулевого цикла. Нулевым циклом называют комплекс строительных и монтажных работ ниже условной нулевой отметки поверхности. В нулевой цикл входят: земляные работы по копке траншей и котлованов; устройство фундаментов под постоянные и временные здания и оборудование; устройство устьев стволов; прокладка постоянных или временных подземных коммуникаций, устройство подземных и полуподземных каналов, тоннелей и др. Необходимо отметить, что работы нулевого цикла требуют четкого и весьма качественного выполнения. Это является залогом дальнейшего правильного развития строительных работ в основном периоде, а также нормального функционирования объектов поверхности и шахты в целом в эксплуатационном периоде.

Кроме вышеуказанных работ в подготовительный период на территории промплощадки шахты организуют общеплощадочное складское хозяйство, приобъектные склады и площадки для укрупнительной сборки конструкций, создают нормативный запас материалов и изделий, подлежащих хранению на приобъектных складах.

В подготовительный период производят сборку, опробование и наладку строительных машин и механизированных установок, подготовку монтажных и такелажных приспособлений, используемых в основном периоде строительства. В конце подготовительного периода производят оснащение стволов оборудованием, необходимым для их сооружения. Сюда входят работы по монтажу подъемно-транспортного оборудования, компрессорной станции, вентиляционного оборудования и др. В связи с тенденцией применения для проходки горных выработок, в том числе и стволов, постоянных копров и машин, возникает необходимость сооружения в подготовительный период ряда капитальных, технически сложных постоянных зданий и сооружений, что должно учитываться при составлении проектов поточной организации работ подготовительного периода.

Большой объем и трудоемкость строительно-монтажных работ, выполняемых в подготовительный период, их разнообразие и сложность делают этот период строительства шахт и рудников весьма ответственным и важным.

Практикой строительства выработан примерно следующий порядок производства работ на промплощадке шахты в подготовительный период.

Прежде всего производят срезку и штабелевку растительного слоя грунта. Штабелевку растительного грунта осуществляют за пределами стройплощадки. В дальнейшем, по окончании строительных работ, растительный грунт используют для благоустройства промплощадки шахты.

Одновременно со срезкой растительного слоя площадку расчищают от кустарника, леса и подлежащих сносу строений.

Следующим видом работ является вертикальная планировка стройплощадки, которую осуществляют на основании проекта планировки, составленного с учетом требования минимальных перевозок грунта за пределы площадки при наименьшей трудоемкости и стоимости указанных работ. Если имеется необходимость в осушении площадки, то производят необходимые дренажные работы, а также защитные мероприятия от ливневых и паводковых вод. По окончании вышеуказанных работ осуществляют геодезическую привязку и разбивку осей зданий и сооружений.

После установки обносок и фиксации основных точек зданий и сооружений на местности производят необходимый минимум работ по освещению площадки.

Разработка траншей для подземных коммуникаций — очередной этап подготовительного периода.

Следующим этапом работ является прокладка постоянных и временных подземных коммуникаций. Одновременно или немного позже приступают к устройству временных и постоянных внутриплощадочных дорог. Автомобильные и железные дороги к промплощадке целесообразно построить до начала работ нулевого цикла с тем, чтобы к моменту развития работ по устройству подземных коммуникаций на площадку был обеспечен беспрепятственный завоз необходимых материалов и оборудования в любую погоду.

Практикой установлено, что сооружение временных автодорог на строительной площадке чаще всего экономически нецелесообразно и в дальнейшем усложняет производство строительных работ. Поэтому в настоящее время считается более выгодным строить сразу постоянные внутриплощадочные дороги с жестким покрытием, причем последний (верхний) слой покрытия укладывают перед сдачей шахты в эксплуатацию.

Наличие дорог и подъездов позволяет развернуть работы по рытью котлованов под здания и сооружения поверхности. Одновременно проходят устья вертикальных стволов.

По окончании рытья котлованов приступают к устройству фундаментов и оснований, строительству подземных частей зданий, их гидроизоляции. По окончании этих работ производят обратную засыпку пазух и устраивают отмостку.

Работы подготовительного периода завершаются возведением надземной части временных и постоянных зданий и сооружений, используемых для проходки вертикальных стволов, а также оснащением стволов.

Большие объемы и многообразие сложных строительных работ, производимых в подготовительный период, определяют значительную продолжительность подготовительного периода, который в зависимости от мощности предприятия (в данном случае угольных шахт) равен (по СНиП 1.04.03—85):

Производительность шахты, тыс. т в год	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	3000	3600
Подготовительный период, мес.....	12	12	15	15	15	16	16	16	16

Средняя продолжительность подготовительного периода в общей продолжительности строительства шахты составляет около 25%. Стоимость работ подготовительного периода составляет 35—40% общей стоимости работ на поверхности, или около 10% общей стоимости строительства шахты. Стоимостные показатели подготовительного периода в значительной степени изменяются в зависимости от схем оснащения поверхности для проходки стволов и могут отличаться на 20—40%. Анализ стоимости работ подготовительного периода ряда шахт-новостроек показал, что

внеплощадочные работы и объекты в общем объеме работ в среднем составляют 40%, причем по основной площадке — до 50%, а по площадкам фланговых стволов — от 21 до 26%.

2.2. ПОСТРОЕЧНЫЙ ТРАНСПОРТ

Транспортирование материалов и оборудования на стройплощадку и погрузочно-разгрузочные работы занимают около 30% стоимости строительства и до 40% общей суммы трудовых затрат. Поэтому правильная и четкая организация этих работ призвана обеспечить улучшение технико-экономических показателей строительства.

Строительные грузы к строительным площадкам и возводимым объектам доставляют средствами внешнего транспорта: железнодорожного, водного и, в основном (до 85%), — автомобильного. Транспортирование грузов внутри строительной площадки осуществляют внутрипостроечным транспортом: автомобильным, тракторным, узкоколейным и др. Непосредственно на строящемся объекте для подачи грузов используют объектный транспорт, который обеспечивает также подъем и опускание конструкций, деталей, материалов.

Выбор средств горизонтального транспорта в каждом конкретном случае решается путем сравнения вариантов. Основными показателями оценки экономичности сравниваемых вариантов являются себестоимость перевозки 1 т груза и размер капитальных затрат.

Себестоимость перевозки 1 т груза при пользовании транспортом общего назначения определяется существующими тарифами.

Для внутрипостроечного транспорта себестоимость

$$C_x = C_{x,c} + C_{n,p} + C_{x,t},$$

где $C_{x,c}$ — себестоимость эксплуатации транспортных сооружений; $C_{n,p}$ — себестоимость погрузочно-разгрузочных работ; $C_{x,t}$ — себестоимость эксплуатации транспортных средств.

Каждый из трех показателей отнесен к 1 т груза. При этом, если используют временные пути

$$C_{x,c} = [(C_{стр} - C_0) / T_{общ} + (A_c + \Theta) K] / T_{год}$$

Если для нужд строительства используют постоянные пути, то

$$C_{x,c} = [(A_x + A_c + \Theta) K] / T_{год}$$

Здесь $C_{стр}$ — стоимость постройки транспортных сооружений; C_0 — стоимость материалов, возвращаемых от разборки транспортных сооружений; $T_{общ}$ и $T_{год}$ — общий и среднегодовой грузообороты; A_c — затраты на содержание транспортных путей

в течение года; A_n — ежегодные отчисления на восстановление первоначальной стоимости и капитальный ремонт транспортных путей и магистралей; Ξ — эксплуатационные расходы по содержанию станций и управлению движением (только для железнодорожного транспорта); K — коэффициент эксплуатационных расходов на транспорте (для автотранспорта $K=0,1$, а для железнодорожного $K=0,15$); $C_{н.р.}$ — стоимость подготовительных работ (принимают по тарифу или определяют расчетным путем),

$$C_{з.т} = \sum_{i=1}^n C_{т.см} / T_{см},$$

где $\sum_{i=1}^n C_{т.см}$ — сумма стоимостей машино-смен транспортных единиц (автомобили, прицепы или локомотивы, вагоны и т. п.), занятых на перевозке в течение смены; $T_{см}$ — количество груза, перевозимого за смену транспортными средствами.

Себестоимость эксплуатации транспортных средств зависит от числа занятых транспортных единиц и степени их загрузки.

Обычно в эксплуатацию постоянный подъездной железнодорожный путь к шахте сдают значительно позже окончания работ подготовительного периода. Поэтому на ближайшей железнодорожной станции устраивают временный прирельсовый склад. Все материалы со склада на строительную площадку доставляют автотранспортом. Следовательно, себестоимость эксплуатации автотранспорта является одним из определяющих факторов для себестоимости перевозки грузов. Для перевозки строительных грузов используют грузовые автомобили общего и специального назначения, автомобильные и тракторные поезда. Последние применяют в сложных дорожных условиях. Автомобили по конструкции подразделяют на бортовые, самосвальные, специализированные и тягачи.

Сменная производительность рассмотренных транспортных средств

$$П_{см} = \frac{Tqk_n}{t_1 + t_2 + t_3 + 2L/v_{ср}},$$

где T — продолжительность смены, мин; q — полезная грузоподъемность автомобиля или автопоезда; $k_n = 0,8 \div 0,9$ — коэффициент использования рабочего времени, учитывающий потери на простой (заправку топливом, водой, устранение мелких неисправностей и др.); t_1 — продолжительность погрузки; t_2 — продолжительность разгрузки; t_3 — продолжительность маневров; L — длина пути; $v_{ср} = 20 \div 30$ км/ч — средняя скорость движения на площадках.

Потребность в транспортных средствах для перевозки заданного на расчетный период количества грузов Q (т)

$$M = Q / (П_{см} T_1 k_1),$$

где T_1 — расчетная продолжительность подачи данного груза на стройплощадку, сут; k_1 — коэффициент сменности работы автотранспортных средств (при составлении проекта организации строительства принимается равным 2).

Из формулы для определения Π_{Σ} видно, что производительность автомобильного и тракторного транспорта зависит от длины пути перевозки, скорости движения, времени, затраченного на погрузку и разгрузку, маневры.

С целью сокращения времени на маневры в подготовительный период сооружают постоянные или временные дороги, площадки для хранения грузов и подъезды к ним. Чтобы избежать потерь времени при разминовке встречного транспорта, дороги строят с кольцевым или сквозным движением, на однопутных разъездах устраивают разъезды.

2.3. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ И СКЛАДСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Погрузочно-разгрузочные работы являются одними из наиболее трудоемких и дорогостоящих в строительстве. Сокращение числа перегрузок и максимальная механизация погрузочно-разгрузочных работ улучшают технико-экономические показатели построенного транспорта. Этому же способствует рациональная организация складского хозяйства на стройплощадке. Повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ предполагает широкое применение передвижных гусеничных, пневмоколесных, автомобильных, стационарных башенных, козловых и других кранов. Для разгрузки цемента и других пылевидных материалов используют пневморазгрузчики. Подачу бетонных смесей осуществляют с применением вибробункеров и виброротков, а также перекачкой по трубам с помощью бетононасосов.

При погрузке мелкоштучные и длинномерные материалы укрупняют в пакеты или укладывают в контейнеры, которые передавигают с помощью кранов или автопогрузчиков. В настоящее время в стране широко внедряется контейнерная транспортная система (КТС), которая обеспечивает перевозку грузов по непрерывной схеме — от производителя до потребителя. Предусматриваются контейнеризация и пакетизация грузов в цехах производств-поставщиков и доставка их непосредственно на склад потребителей при полностью механизированной погрузке и разгрузке. Основные элементы КТС — контейнеры подразделяют на универсальные и специализированные. Универсальные контейнеры используют для перевозки грузов широкой номенклатуры, специализированные — для перевозки однородных по свойствам грузов. Как уже указывалось, рациональные грузовые единицы материалов, конструкций и изделий

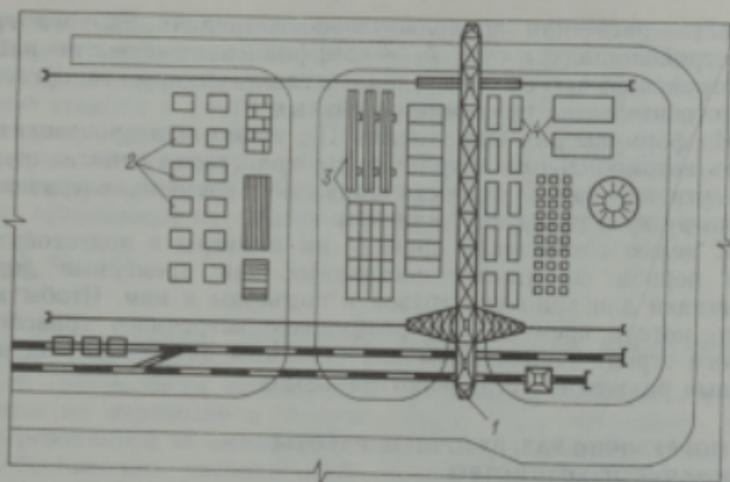


Рис. 2.1. Открытый склад

создаются их пакетированием, укладкой на поддоны или контейнеризацией.

Пакет — грузовая единица, всегда содержащая заданное количество одного вида материалов или изделий одинаковых размеров, образованная путем обвязки или укладки на поддоне. Пакеты формируют при помощи катанки, стальных лент и усиливают опорными брусками с целью образования зазора между опорной плоскостью и изделием. Пакеты не всегда устойчивы. Грузовая единица, сформированная при помощи поддонов, более устойчива, а в контейнере груз полностью сохраняется, что обеспечивает высокое качество последующих работ.

Максимальной механизации трудоемких погрузочно-разгрузочных работ способствует правильная организация складов на строительной площадке. Для большинства строительных грузов на перевалочных базах или на площадке поверхности шахты используют открытые централизованные склады, чаще всего оборудованные козловым краном 1 (рис. 2.1) грузоподъемностью не менее 10 т. Открытый склад представляет собой асфальтированную площадку, на которой размещается ряд секций. В каждой секции хранят пакеты длинномерных материалов 3, контейнеры или поддоны со штучными материалами 2, сборные конструкции 4 и т. д.

Механизацию погрузочно-разгрузочных работ на центральных и приобъектных складах мелкоштучных материалов нередко также осуществляют автопогрузчиками или автокранами.

Сборные строительные конструкции завозят на строительную площадку в сроки, предусмотренные проектом производства ра-

бот, и складывают на приобъектных складах. Железобетонные сборные элементы и другие длинномерные материалы необходимо укладывать в штабели так, чтобы исключались перенапряжение бетона и повреждение элементов. Элементы укладывают в штабели с деревянными прокладками между рядами конструкций. Между штабелями устраивают проходы шириной 0,7—1 м. Для удобства заводки стропа при перемещении элементов кранами смежные штабели однотипных элементов располагают с разрывом 0,2—0,4 м. В каждый штабель укладывают лишь один типоразмер изделий и располагают их таким образом, чтобы маркировка была обращена в сторону прохода. Такой порядок хранения элементов обеспечивает значительное сокращение времени погрузочно-разгрузочных работ.

Объем складов определяется потребностью материалов для строящегося объекта с учетом существующих норм запаса и характера расходования материала. Количество материалов P (m^3 , т, шт и др.), подлежащих хранению на складе,

$$P = Qnk/T,$$

где Q — количество материалов, требуемое для осуществления строительства в течение периода его интенсивного расходования; T — продолжительность расчетного периода, сут; n — норма запаса материала, сут; k — коэффициент неравномерности расходования материалов в течение расчетного периода.

Полезная площадь (без проходов), занимаемая материалом,

$$F = P/V,$$

где V — количество материала, укладываемого на $1 m^2$ площади склада.

Общая площадь склада, включая проходы,

$$S = F/a,$$

где a — коэффициент использования склада (для универсальных складов 0,4—0,5; для складов цемента и материалов штабельного хранения 0,5—0,7; для заполнителей 0,6—0,8).

Важным параметром является длина разгрузочного фронта, оптимальная длина которого

$$L = k_1 [nl + (n-1)l_1] / m,$$

где n — число прибывающих в день транспортных единиц; l — длина одной транспортной единицы, м; l_1 — расстояние между одновременно разгружаемыми транспортными единицами, м; k_1 — коэффициент неравномерности подачи (для железнодорожного транспорта 1,5—2; для автомобильного транспорта 1,3—1,5); m — число подач транспортных единиц к складу в сутки.

Рассчитав параметры складов, можно правильно разместить их на стройгенплане строящегося объекта.

2.4. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Снабжение электроэнергией строительной площадки осуществляют от ближайшей районной подстанции. Если имеется поблизости действующее предприятие, то электроснабжение может быть осуществлено от его подстанции. В обоих случаях в подготовительный период к строительной площадке прокладывают две высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП). Одна из этих ЛЭП является резервной. Экономически целесообразно сразу сооружать постоянную ЛЭП. На площадке сооружают временную электрическую подстанцию и прокладывают временные электролинии к объектам строительства, машинам и механизмам.

Установлено, что временную электроподстанцию целесообразно сооружать в тех случаях, когда потребная трансформаторная мощность на площадке не превышает 560—750 кВт. При большей трансформаторной мощности рациональнее построить первую очередь постоянную подстанцию.

Требуемую мощность временной электроподстанции рассчитывают по установленной мощности одновременно работающих механизмов в момент наибольшего развития строительного-монтажных работ (кВт) по формуле

$$P = \sum P_y k_c,$$

где $\sum P_y$ — установленная мощность потребителей, кВт; $k_c = 0,4 \div \div 0,8$ — коэффициент спроса.

Мощность трансформаторов (кВт)

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

где $Q = P \operatorname{tg} \varphi$ — реактивная мощность потребителей; φ — коэффициент мощности, равный для временного электроснабжения 0,75.

Временную электрическую подстанцию сооружают из сборных железобетонных элементов методами, обычными при монтаже сборных железобетонных конструкций.

В первые месяцы подготовительного периода, когда еще ЛЭП не смонтированы и не построены временные электроподстанции для производственных нужд, можно использовать передвижные электростанции ЖЭС-65, ЖЭС-30 мощностью соответственно 55 и 35 кВт.

Временная электросиловая сеть на площадке состоит из воздушных или уложенных в проходных туннелях кабельных линий. Необходимо иметь в виду, что после окончания строительства кабели должны быть извлечены для повторного использования. Поэтому и с целью использования проходных кабельных туннелей для разводки кабелей следует временную электроподстанцию располагать рядом с постоянной. Одним из важных

вопросов организации строительной площадки является ее освещение.

Осветительную сеть выполняют из проводов, подвешенных на деревянных или железобетонных опорах. Для освещения используют светильники наружного освещения, устанавливаемые на опорах, а также прожектор на зданиях.

Средняя освещенность площадки должна быть не менее 0,5—1 люкс (лк) на 1 м² территории.

Число светильников n , необходимое для освещения территории, определяют, исходя из средней освещенности, по формуле

$$n = k_1 k_2 \epsilon_{cp} S / F_{np},$$

где $k_1 = 1,15 \div 1,5$ — коэффициент потерь светового потока по сторонам; $k_2 = 1,2 \div 1,5$ — коэффициент запаса, учитывающий потерю света от загрязненности стекла ламп и прожекторов; F_{np} — световой поток светильника, лм; S — освещаемая площадь, м²; ϵ_{cp} — принятая средняя освещенность, лк.

Отдача (световой поток) на каждый ватт мощности при напряжении осветительной сети 220 В для ламп накаливания 100 Вт — 10,42 лм; 200 Вт — 13,07 лм; 500 Вт — 15,59 лм; 1000 Вт — 17,73 лм. Применение ламп накаливания для освещения территории ведет к перерасходу энергии и недостаточно эффективно. В этом плане более целесообразно для освещения территории строительной площадки применять разработанные ВНИИОМШСом осветительное устройство ОУ20/380, которое включает пусковое устройство ПУ20/380, светильник СКК-1, лампу ДКСТ-20000. Светильник работает от сети переменного тока напряжением 380 В при силе тока 56—4А. Светильник обеспечивает световой поток в 600 000 лм при силе света 56 000 лк.

При освещении рабочих мест норма освещенности возрастает. Так, при ведении земляных работ ϵ_{cp} должна равняться минимум 5, при укладке бетона и каменных работах 5—10, в подсобных цехах 20—40 лк.

Обеспечить это можно, применив соответствующий источник света и обеспечив наивыгоднейшую высоту его подвески над рабочей поверхностью. Высота такой подвески H (м) в зависимости от светоотдачи источника

$$H = 0,11 \sqrt{F_{sp} / \epsilon_{min}},$$

где ϵ_{min} — минимальная горизонтальная освещенность, лк.

Правильный выбор освещенности рабочего места обеспечивает увеличение производительности труда и высокий уровень техники безопасности на строительстве.

2.5. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Источником теплоснабжения строительной площадки являются постоянные или временные котельные. Целесообразно с самого начала построить и использовать постоянную котельную или часть ее. Это особо выгодно в случае, когда строительство начинается весной или в начале лета, что позволяет до начала холодов завершить возведение здания постоянной котельной. Строительная площадка горнодобывающего предприятия может обеспечиваться теплом и паром по одной из шести технологических схем, включающих источник тепла, внутривозвратные и внешние сети: от энергопоездов, расположенных непосредственно на строительной площадке предприятия (I); от передвижных котельных установок, располагаемых на стройплощадке (II); от временных стационарных котельных, расположенных на стройплощадке сооружаемого предприятия (III); от центральной временной или постоянной котельной, расположенной на одной из промплощадок строительства и снабжающей теплом две и более промплощадки по внешним трубопроводам (IV); от котельных предприятий, расположенных вблизи стройплощадки (V); от районных котельных (VI).

Выбор той или иной технологической схемы теплоснабжения определяется технико-экономическим расчетом с учетом местных условий строительства. Опыт показывает, что чаще всего в подготовительный период и в первый основной период для теплоснабжения используется схема III, а в последнее время более широкое применение находит схема II. Схему VI чаще всего применяют в условиях Заполярья (например, при сооружении первой очереди рудника «Октябрьский» Норильского горно-металлургического комбината).

При организации теплоснабжения строительство по любой из предложенных схем необходимо определить мощность тепловых агрегатов (число котлов), обеспечивающих нормальное теплоснабжение.

Число действующих котлов, используемых на данном этапе строительства, определяют исходя из расхода тепла и пара, потребного для обогрева зданий, сооружений и на производственно-бытовые нужды. При этом значительное количество тепла и пара расходуется на обогрев зданий и сооружений и уносится при их вентиляции. Ориентировочный расход тепла на обогрев и вентиляцию зданий (Вт)

$$Q = V_n [\alpha q_0 (t_{вн} - t_{вн}^0) + q_v (t_{вн} - t_{вн}^0)],$$

где V_n — объем здания по наружным размерам, m^3 ; q_0 — удельная тепловая характеристика здания, $Вт/(m^3 \cdot K)$; $t_{вн}$ — средняя внутренняя температура отапливаемого помещения, $^{\circ}C$; $t_{вн}^0$ — расчетная температура наружного воздуха, $^{\circ}C$; α — коэффициент

ент, учитывающий климатические условия; t_n — расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, °С; q_0 — удельная тепловая характеристика для вентиляции зданий, Вт/(м³·К).

Значения удельных тепловых характеристик q_0 принимают соответственно для капитальных общественных и жилых зданий 0,5 и 0,9, для временных общежитий и административных зданий — 0,73 и 1,1, для временных хозяйственных и производственных помещений — 0,93 и 1,2 Вт/(м³·К). Величину α принимают при $t_n = -10^\circ\text{C}$ $\alpha = 1,45$; при $t_n = -20^\circ\text{C}$ $\alpha = 1,17$; при $t_n = -30^\circ\text{C}$ $\alpha = 1$.

Наряду с обогревом зданий часть тепла расходуется для горячего водоснабжения. Это тепло учитывают в основном при расчете банно-прачечных расходов, приходящихся на строительного рабочего и сушку его одежды. Часовой расход тепла (Вт) на нагрев воды в этом случае

$$Q_t = G_t C_w (t_t - t_x) / T_n,$$

где G_t — расход горячей воды; C_w — теплоемкость воды; t_t и t_x — температура соответственно горячей и холодной воды; T_n — продолжительность подогрева воды.

Расход тепла на сушку комплекта спецодежды в течение 10 ч составляет 12 600 кДж.

Значительная часть тепла расходуется на производственные нужды.

Для определения этого расхода тепла пользуются нормативами (табл. 2.1).

После определения суммарного расхода тепла подбирают число котлов соответствующей производительности. Нередко тип и число котлов определяют, исходя из максимального расхода пара на подогрев зданий, сооружений, производственно-бытовые

Таблица 2.1

Вид расхода	Нормы расхода	
	тепла, тыс. кДж	пара, кг
Прогрев заполнителей для 1 м ³ бетона на °С:		
50	126—147	60—70
30	84—126	40—60
10	42—84	20—40
Пропаривание 1 м ³ бетонных и железобетонных конструкций	924	400
Паропрогрев 1 м ³ монолитных бетонных конструкций в опалубочной рубашке	588	260
Обогрев 1 м ³ грунта паровыми иглофильтрами	168—252	70—100
Обогрев в тепляках кирпичной кладки, 1000 кирпичей	735	320

нужды. Для определения потребного количества пара полученный общий расход тепла на промплощадке делят на 2 318 000 кДж, затрачиваемых на получение 1 т пара за 1 ч.

Помещение, в котором устанавливают котлы, не должно иметь чердачного перекрытия. Выход из здания котельной оборудуют тамбуром. Предусматривают монтажный проем для доставки котлов и другого громоздкого оборудования, комнаты истопника и туалет. Бытовые помещения отапливают. Они имеют вытяжную вентиляцию. Конструктивно котельную можно возводить из различных материалов.

По данным Центрального научно-исследовательского института экономики и научно-технической информации Минуглепрома СССР на строительство одной временной котельной на промплощадках центральных стволов расходуют около 28 т металла, 2111 м труб, 631 м электрокабеля; на промплощадках фланговых стволов — 26 т металла, 1350 м труб и 760 м электрокабеля. Чтобы избежать такого перерасхода материалов, целесообразно пользоваться передвижными котельными установками конструкции Донгипрошахтостроя ПКУ-1/9-2 т, состоящими из передвижных проходческих котлоагрегатов (до шести).

Для подвода тепла к временным зданиям и сооружениям на каждой промплощадке сооружают временные внутримплощадочные сети теплоснабжения. Сооружение их должно производиться в полном соответствии со СНиП 3.05.03—85 «Тепловые сети», а также СНиП 3.01.03—84, СНиП III-4—80 и стандартов.

2.6. ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

На строительстве вода расходуется на производственные, санитарно-бытовые и противопожарные цели. Обычно стремятся максимально использовать существующие системы и сети водоснабжения, а при отсутствии их сооружают постоянные или временные водопроводные сети или системы. Чаще всего при строительстве горнодобывающих предприятий применяют смешанную систему водоснабжения, состоящую из постоянных подводящих и временных разводящих сетей.

Перед началом строительства водопровода определяют потребность строительной площадки в воде.

Расход воды на производственные, санитарно-бытовые и противопожарные нужды строительства определяют как сумму расходов по отдельным потребителям.

На производственные нужды расход (л/с) подсчитывают по формуле

$$q_{сп} = \sum \Phi q_k / (3600n),$$

где Φ — суточная производительность механизмов, установок или объем производимых работ данного вида; q — норма расхода

воды, л; k_z — коэффициент неравномерности потребления воды; n' — число часов работы механизмов, установок.

Расчетный расход на санитарно-бытовые нужды (л/с)

$$q_{\text{хоз}} = qNk_z / (3600n),$$

где n — число рабочих, занятых на строительстве.

В зависимости от характера потребления воды коэффициент k_z принимается равным: для строительных работ — 1; для силовых установок — 1,1; для подсобных предприятий — 1,25; для транспортных работ — 2; для санитарно-бытовых нужд — 2—2,7.

Удельный расход воды принимают в соответствии с нормами расхода в литрах, приведенными ниже.

Приготовление 1 м ³	
бетонной смеси	200—350
известкового раствора	180—220
цементного раствора	150—300
Гашение 1 т извести	2800—4000
Промывка 1 м ³ :	
гравия	300—500
песка	750—1250
Приготовление 1 м ³ сборного железобетона	600—700
Поливка и кладка 1000 шт кирпича	200—250
Штукатурные работы (на 1 м ² поверхности)	2—8
Для экскаваторов с двигателями внутреннего сгорания на 1 экскаватор/ч	13—20
Для грузовых автомашин на 1 маш/сут	300—600
Для компрессоров на 1 л.с/ч	30—40
Для тракторов, бульдозеров на 1 маш/сут	200—500
Душ на 1 чел.-смену	25—40
Производственно-бытовые нужды на 1 чел.-смену	10—15

Расчетный секундный противопожарный расход $q_{\text{пож}}$ ориентировочно принимают: для строительных площадок до 30 га — 10 л/с, на каждые дополнительные 5 га — по 5 л/с. Максимальный расход воды на строительстве устанавливают для двух случаев:

если $q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}} < 2q_{\text{пож}}$, то $q_{\text{max}} = q_{\text{пож}} + \frac{1}{2}(q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}})$;

если $q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}} \geq 2q_{\text{пож}}$, то $q_{\text{max}} = q_{\text{пр}} + q_{\text{хоз}}$.

Все строительные и монтажные работы по устройству водопровода, а также опробование и сдачу магистралей и сетей осуществляют в соответствии с нормами СНиП 3.05.04—85.

2.7. ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Современная организация строительства предполагает сведение к минимуму использование временных зданий и сооружений для производственных и жилищно-бытовых нужд. Однако абсолютно исключить применение временных зданий и сооружений на строительстве пока что не представляется возможным. Поэтому на период строительства нередко пользуются временными зданиями и сооружениями.

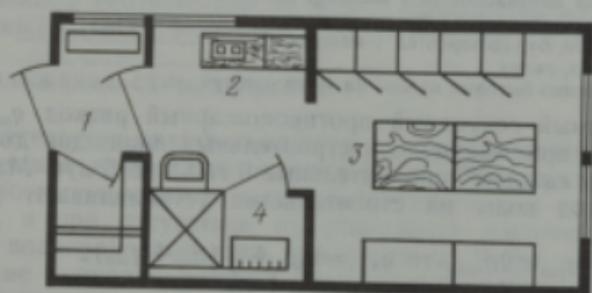
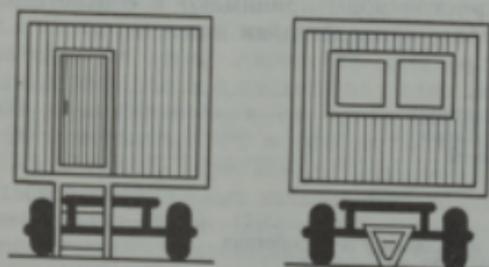
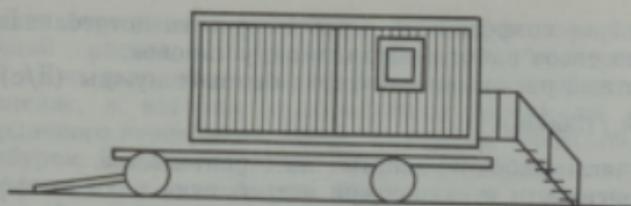


Рис. 2.2. Передвижная гардеробная система «Универсал»

В настоящее время используют передвижные временные здания, отличающиеся максимальной степенью заводской готовности, мобильностью и многократной оборачиваемостью. В условиях строительства шахт и рудников наиболее целесообразным является использование передвижных зданий и сооружений конструкции Донгипрошахтостроя. Примером такого решения является административно-бытовой комбинат (АБК) контейнерного типа КПБ-125.

В строительстве нередко нет необходимости в АБК больших

объемов. Поэтому для хранения уличной и домашней одежды, сушки и хранения рабочей одежды, умывания, приема пищи, обогрева и отдыха разработаны передвижные гардеробные типа вагончиков. На рис. 2.2 показана гардеробная, которую размещают в блок-контейнере системы «Универсал», установленном на шасси марки У-139А. Контейнер оборудован душевой сеткой с поддоном 2, водоподогревателем, насосом, баком для воды, умывальником (в подсобном помещении 4). В салоне 3 размещают стол, шкафы, скамьи. В блок входят через тамбур 1. Блок рассчитан на 5 чел, он имеет общую площадь 15,5 м² при высоте помещения 2,4 м и общих размерах 6×3×2,4 м. При необходимости несколько таких блоков могут составить необходимое (по числу трудящихся) бытовое помещение.

2.8. СТРОЙГЕНПЛАН

В результате проработки вопросов, рассмотренных в подразделах 2.1—2.7, возникает возможность создания общей схемы организации работ подготовительного или любого другого периода. Такая схема носит название стройгенплана.

При составлении стройгенплана необходимо руководствоваться следующими соображениями.

Размещение на стройгенплане объектов различного назначения должно обеспечивать нормальное развитие строительного потока на промплощадке шахты при условии строжайшего соблюдения правил производства строительных работ заданной технологии и соблюдения требования экономичности строительства. В этой связи необходимо:

временные здания и сооружения размещать так, чтобы они не препятствовали строительству постоянных объектов, движению построечного транспорта, работе строительных машин;

расположение временных зданий и транспортных магистралей должно обеспечивать возможность полной механизации строительных процессов с минимально возможными потерями времени и трудовых затрат на перемещение материалов к месту укрупнительной сборки монтажа и укладки;

максимально использовать в процессе строительства постоянные здания и сооружения. При этом имеется в виду, что применение постоянных зданий и сооружений сопряжено с необходимостью выполнения значительных объемов строительно-монтажных работ в подготовительный период. Это требует тщательного технико-экономического обоснования принятых решений;

постоянные коммуникации должны максимально использоваться на строительстве, а использование временных — сведено к минимуму. В подготовительный период целесообразно постоянные коммуникации сооружать частями, используя последние сразу же для нужд строительства.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите последовательно работы подготовительного периода.
2. Что относится к работам нулевого цикла? Их значение для дальнейшего развития строительных работ.
3. Охарактеризуйте виды построчного транспорта и показатели для сравнения вариантов при выборе этого транспорта.
4. Перечислите способы рационального складирования различных видов строительных материалов.
5. Как определяют потребность в материалах, подлежащих хранению на складе, полезную и общую площадь склада и длину разгрузочного фронта?
6. Как определяют мощность временной электростанции, расход тепла на обогрев и вентиляцию здания, расход воды на производственные, санитарно-бытовые и противопожарные нужды?
7. Какие временные здания и сооружения используют на строительстве?
8. Какими принципами руководствуются при составлении стройгенплана?

3. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Земляные работы выполняют при строительстве любого здания или сооружения. Они заключаются в производстве выемок и насыпей различного назначения (котлованов, траншей), планировке площадок, возведении полотна дорог и т. п. На выполнении земляных работ занято около 10% общей численности рабочих-строителей. Стоимость земляных работ составляет 10—15% общей стоимости строительства, трудоемкость — 16—26%. Земляные работы осуществляют в основном механизированным способом.

На стройках угольной промышленности поставлена задача — довести уровень земляных работ, выполняемых комплексно механизированным способом, к 1990 г. до 99,2%. Это тем более важно, что объем земляных работ на стройках угольной и горнорудной промышленности значителен. Так, при строительстве шахты «Ждановская-Капитальная» № 1 мощностью 2,1 млн. т угля в год было перемещено 3,05 млн. м³ грунта, а при строительстве I очереди угольного карьера «Березовский» № 1 Канско-Ачинского территориального экономического комплекса было перемещено 27 млн. м³ пород — в среднем по 7 млн. м³ в год выемки и 6 млн. м³ в год насыпи. Выполнение такого большого объема земляных работ возможно при условии максимального использования высокопроизводительных средств комплексной механизации, применения рациональной технологии и организации процессов.

На выбор средств механизации земляных работ влияет ряд факторов: назначение и размеры сооружения, сроки и условия работ, вид грунта, расстояние транспортировки и др. При всех условиях наиболее существенное влияние оказывают физико-ме-

Таблица 3.1

Грунт	Средняя плотность, t/m^3	Пористость, %	Угол внутреннего трения, градус	Коэффициент разрыхления K_p	
				первоначальный	остаточный
Галька	1,8—2	30—50	30—40	1,26—1,32	1,06—1,09
Глина	1,7—2	30—60	7—20	1,24—1,32	1,04—1,09
Гравий	1,8—2	35—50	25—30	1,14—1,28	1,02—1,05
Песок:					
мелкий	1,6—1,9	30—50	22—35	1,08—1,17	1,01—1,02
средний	1,6—2	35—50	26—35	1,14—1,2	1,01—1,03
крупный	1,6—2	35—50	27—40	1,14—1,28	1,02—1,05
Суглинок	1,5—1,8	30—60	12—25	1,24—1,3	1,04—1,07
Супесь	1,5—1,7	30—60	18—30	1,08—1,17	1,01—1,03
Торф	0,4—0,9	20—90	5—25	1,2—1,3	1,03—1,04

ханические свойства грунта. Свойства и качество грунта также влияют на устойчивость земляных сооружений, трудоемкость разработки и стоимость работ. При выборе наиболее эффективного способа производства работ следует учитывать среднюю плотность, влажность, сцепление, разрыхляемость и угол внутреннего трения грунта. Под средней плотностью понимают массу единицы объема грунта в естественном состоянии. Влажность (%) характеризуется степенью насыщения грунта водой, а сцепление — начальным сопротивлением грунта сдвигу. Объем грунта в рыхлом состоянии всегда больше объема грунта в плотном теле, что характеризуется коэффициентом первоначального и остаточного (после усадки в насыпях) разрыхления. Ряд указанных характеристик грунта приведен в табл. 3.1.

Устойчивость земляного сооружения характеризуется крутизной откоса $h/b = \operatorname{tg} \alpha$, где h — высота откоса; b — заложение откоса; α — угол естественного откоса. Величина α зависит от угла внутреннего трения грунта, сил сцепления и давления вышележащих слоев грунта. При отсутствии сил сцепления предельный угол естественного откоса равен углу внутреннего трения. В грунтах, имеющих сцепление, угол естественного откоса изменяется от максимальной величины в верхней части выемки или насыпи до минимальной в нижней, приближаясь к углу внутреннего трения. Исходя из этого откосы высоких насыпей и глубоких выемок устраивают с переменной крутизной, с более пологим очертанием внизу. Наибольшая допустимая крутизна откоса траншей и котлованов в грунтах естественной влажности приводится в табл. 3.2.

При глубине котлована или траншеи более 5 м, а также в случае большой обводненности грунтов крутизну откосов устанавливают в проекте по расчету.

Без откосов разрешается отрывать временные выемки в грунтах естественной влажности глубиной не более: в насыпных

Таблица 3.2

Грунт	Крутизна откоса h/b при глубине выемки, м, не менее		
	1,5	3	5
Насыпные уплотненные	1/0,67	1/1	1/1,25
Песчаные и гравийные	1/0,5	1/1	1/1
Супеси	1/0,25	1/0,67	1/0,85
Суглинки	1/—	1/0,5	1/0,75
Глины	1/—	1/0,25	1/0,5
Лёсы и лёссовидные	1/—	1/0,25	1/0,5

и крупнообломочных грунтах — 1 м; в супесях — 1,25 м; в суглинках и глинах — 1,5 м. Работы по возведению земляных сооружений следует производить в соответствии с требованиями СНиП III-8—76.

3.2. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Все земляные работы связаны с извлечением и перемещением грунтов. В результате выполнения этих процессов образуются земляные сооружения, которые подразделяют на постоянные и временные. К постоянным относят спланированные площадки, земляное полотно дорог, плотины, дамбы и др. К временным относят сооружения, которые необходимы для последующих строительно-монтажных работ, — траншеи, котлованы, канавы.

В зависимости от грунтов применяют различные способы извлечения грунтов: взрывной (в скальных грунтах), гидромеханический и механический (в прочих грунтах).

Наибольшее распространение имеет механический способ разработки грунтов землеройными и землеройно-транспортными машинами. Этим способом в строительстве выполняют свыше 80% объема земляных работ.

По степени распространения первое место занимают одноковшовые экскаваторы. Одноковшовые экскаваторы в зависимости от рабочего органа подразделяют на следующие виды: экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, обратной лопатой, драглайном, грейфером и телескопическим органом.

Экскаваторы с прямой лопатой предназначены для разработки грунта, расположенного выше уровня стоянки экскаватора, а с обратной лопатой — для разработки грунта, расположенного ниже уровня стоянки. Драглайн также предназначен для разработки грунта ниже уровня стоянки. Он отличается от обратной лопаты устройством рабочего органа, ковш его подвешен на канате. Грейфер от драглайна отличается конструкцией ковша и предназначен в основном для погрузочно-разгрузочных работ сыпучих материалов. Экскаватор с телескопическим оборудованием применяют для планировочных работ.

Экскаваторы для земляных работ выпускают в основном на гусеничном ходу. Различные их модификации характеризуются такими основными параметрами: вместимость ковша 0,4—1,5 м³, глубина черпания и высота разгрузки 3—6 м.

На втором месте по применению находятся землеройно-транспортные машины — бульдозеры и скреперы. Бульдозеры используют для разработки и транспортировки грунта и зачистки котлованов после работы экскаваторов. Мощные бульдозеры, оснащенные навесным рыхлителем, применяют также для рыхления мерзлых и тяжелых грунтов. Скреперы используют для послойного извлечения грунтов, транспортировки их и отсыпки в земляные сооружения.

Скреперы выпускают двух видов — самоходные и прицепные. Вместимость ковша изменяется в широких пределах: от 2,25 до 25 м³.

Для прокладки траншей под фундаменты и инженерные сети как с вертикальными, так и наклонными стенками применяют многоковшовые цепные и роторные экскаваторы, а при сооружении земляных оснований под дорожное полотно — грейдеры и автогрейдеры.

3.3. ПЛАНИРОВКА ПЛОЩАДОК

Земляные работы, связанные с выравниванием (планировкой) территории промышленной площадки, производят со срезкой грунта на возвышенностях, транспортировкой и укладкой его на участки с пониженным рельефом, уплотнением отсыпанного грунта. Способы выполнения перечисленных процессов зависят от объемов земляных работ, механических свойств грунтов, рельефа, климатических условий. В зависимости от конкретных условий планировку выполняют с применением бульдозеров, скреперов и одноковшовых экскаваторов.

Бульдозеры целесообразно применять в тех случаях, когда перемещение грунта ограничивается расстоянием 50—70 м и как исключение 100—120 м; в противном случае при транспортировке теряется значительная часть грунта и применение бульдозера становится малоэффективным.

По трудности разработки грунты можно разделить на четыре категории: 1-я — растительный грунт и суглинки; 2-я — песчаные грунты, тяжелые суглинки и мягкие глины; 3-я — тяжелые глины и сыпучие (дюнные) пески; 4-я — тяжелые, полускальные грунты, требующие предварительного разрыхления.

Рассмотрим типовую схему работы бульдозера (рис. 3.1). При небольшой длине перемещения грунта (до 50 м) бульдозер работает по челночной схеме: после отсыпки грунта в насыпь он задним ходом возвращается к месту выемки и повторяет цикл, при этом имеют место допустимые потери времени на холо-

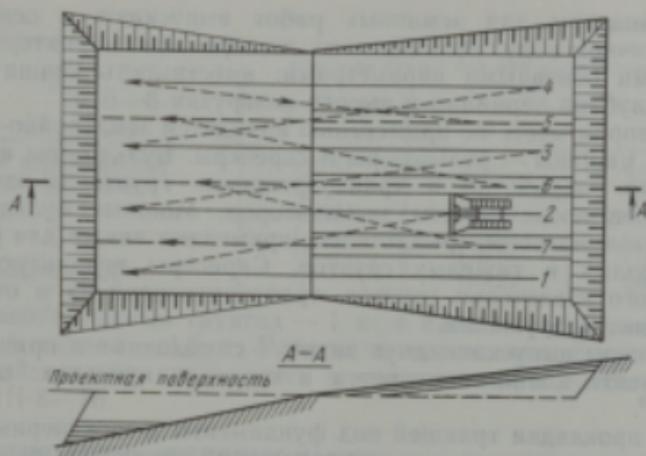


Рис. 3.1. Схема планировки бульдозером:
1—7 — последовательность разработки траншей

стой ход, учитывая отсутствие потерь времени на разворот. При большей длине транспортировки потери времени холостого хода, из-за малой задней скорости, делают эту схему нецелесообразной, поэтому прибегают к другим схемам, например, к схеме с устройством через каждые 20—25 м промежуточных валов. По мере накопления грунта в этих валах его транспортируют в насыпь или в промежуточный вал.

Для уменьшения потерь грунта в процессе его перемещения в насыпь применяют траншейный способ производства земляных работ. Суть его состоит в том, что бульдозер, многократно проходя по одному и тому же следу, делает траншею глубиной до 0,5 м. Образующиеся при этом уступы препятствуют потерям грунта. Следующую полосу грунта бульдозер разрабатывает таким же методом, но с оставлением полоски грунта шириной 0,4—0,6 м нетронутой. В последующем эти полосы снимают бульдозером и доставляют в насыпь. Применяют также спаренную или грунтовую работу бульдозеров, когда два или три бульдозера двигаются вплотную один с другим с одинаковой скоростью и передвигают общий вал грунта. Уложенный в насыпь грунт разравнивают бульдозером и доводят планировку до конца приподнятым отвалом, его тыльной стороной.

Сменная производительность бульдозера ($\text{м}^3/\text{смену}$)

$$P = 3600TVk_k k_a / t_a,$$

где T — продолжительность смены, ч; $V = aH^2 / (2tg\varphi k_p)$ — объем перемещаемого грунта в плотном теле, м^3 ; a — длина вала, м; H — высота вала, м; φ — угол естественного откоса грунта;

k_p — коэффициент разрыхления; $k_c = 1 - 0,005l$ — коэффициент сохранения грунта во время транспортировки на длину l , м; k_u — коэффициент влияния уклона на участке перемещения грунта; k_m — коэффициент использования машины во времени; t_u — продолжительность цикла одной операции, включающей время на резание, транспортировку грунта и на обратный ход.

При необходимости перемещения грунта на большие расстояния целесообразнее использовать скреперы, которые обладают большими производительностью и маневренностью. Выбор типа скрепера и вместимости ковша увязывают с дальностью транспортировки грунта. Прицепные скреперы с ковшом вместимостью 5 м^3 применяют при расстоянии транспортировки до 300 м, с ковшом $6-10 \text{ м}^3$ — до 750 м, с ковшом 15 м^3 — до 1000 м. Полуприцепные и самоходные скреперы на колесном ходу обладают большой скоростью передвижения. Их применяют для транспортировки грунта на расстояниях от 0,5 до 3 км.

Процесс заполнения ковша грунтом аналогичен работе бульдозера, однако для повышения производительности скрепера часто применяют дополнительно трактор-тягач, оборудованный спереди специальным толкающим устройством.

Разработаны различные способы и приемы резания грунта в процессе наполнения ковша. Резание грунта стружкой прямоугольной формы на глубину 10—20 см применяют при разработке растительных и песчаных грунтов. Для повышения производительности резания прибегают к стружке гребенчатого профиля, что достигается чередованием максимального углубления ковша в начальный момент с последующим поднятием его до разгона двигателя, когда снова ковш углубляется до максимальной глубины.

Порядок движения скрепера при исполнении ковша бывает разным: полоса рядом с полосой, через полосу и др. На рис. 3.2 показаны схемы, иллюстрирующие работу самоходных скреперов, которые работают в совокупности с трактором-толкачом.

Разгружают грунт скреперы в насыпь горизонтальными слоями толщиной 100—300 мм. Разравнивание и частичное уплотнение грунта производят теми же машинами, которые транспортируют грунт.

Производительность скрепера может быть определена по формуле, приведенной для бульдозера, с некоторой корректировкой, связанной с отсутствием потерь грунта при транспортировке.

В том случае, когда земляные работы необходимо выполнять при сильно изрезанном рельефе, на косогорах, приходится применять экскаваторы, оборудованные прямой лопатой. Грунты — от растительного слоя до твердых глин — разрабатывают непосредственно экскаваторами, скальные и мерзлые требуют предварительного рыхления.

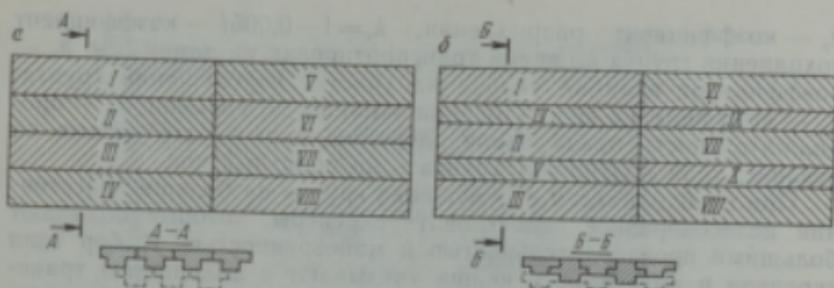


Рис. 3.2. Схема планировки площадки скрепером при резании по схемам рядом с полосой (а) и через полосу (б):
 I, II, ..., X — последовательность разработки грунта

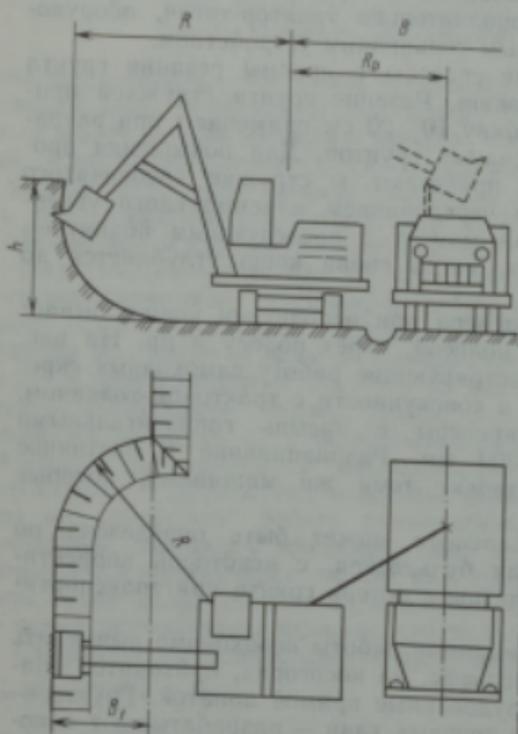


Рис. 3.3. Схема планировки площадки экскаватором:
 R — радиус черпания; R_p — радиус разгрузки; B — расстояние между заходками; B_1 — ширина заходки; h — высота забоя

Экскаваторы применяют с ковшами небольшой вместимости — 0,5—1 м³.

Для разработки мягких грунтов применяют рабочий орган со сплошной режущей кромкой, а плотных и предварительно разрыхленных скальных грунтов — ковш, оснащенный зубьями. Минимальная высота уступа забоя определяется размерами ковша из условия полного его заполнения за одно черпание. Она составляет не менее трехкратной высоты ковша. Максимальная высота определяется предельной высотой для данной модели. Ширина забоя должна быть не более двух радиусов черпания.

В качестве транспортных средств используют самосвалы, вместимость кузова которых не должна быть меньше четырех ковшей экскаватора. Сменная производительность экскаватора (м³/смену)

$$P_s = 60tVk_1k_n / (t_u k_p),$$

где t — продолжительность смены, ч; V — вместимость ковша, м³; k_n — коэффициент использования экскаватора в течение смены; k_1 — коэффициент наполнения ковша; t_u — продолжительность цикла черпания, мин; k_p — коэффициент разрыхления грунта.

Число самосвалов, необходимое для непрерывной работы экскаватора,

$$N = T/t_n,$$

где T — продолжительность рейса автосамосвала, мин; t_n — продолжительность загрузки одного самосвала, мин.

Продолжительность рейса, включая погрузку и разгрузку грунта в насыпь (отвал),

$$T = t_n + 120l/v_{cp} + t_p,$$

где l — расстояние перевозки грунта, км; v_{cp} — средняя скорость движения самосвала, км/ч; t_p — продолжительность разгрузки самосвала, мин.

Схема работы экскаватора, оборудованного прямой лопатой, показана на рис. 3.3.

При планировке площадок, возведении насыпей и других земляных работах, независимо от способа отсыпки, грунт, как правило, подвергается уплотнению до определенной, заданной проектом плотности. Для уплотнения применяют различные машины. Грунт перед уплотнением должен иметь оптимальную влажность, поэтому при необходимости его увлажняют водой с использованием поливочных машин или водопроводных резиновых шлангов.

Грунт уплотняют послойно, толщина слоев зависит от способа уплотнения. Плотные комковатые грунты целесообразно уп-

лотнять кулачковыми катками, толщина слоя зависит от массы катка: при массе 5 т толщина слоя равна 15—20 см при 15—20 проходах катка по одному месту, при массе катка 25—30 т толщина слоя может быть доведена до 60 см при 30—40 проходах.

Песчаные и глинистые грунты можно уплотнять катками на пневмоколесном ходу, при этом взаимосвязь между толщиной слоя и массой катка, а также режим уплотнения примерно такой же, как и при работе кулачковых катков. Катками с гладкими металлическими вальцами уплотняют различные грунты слоями по 10—15 см при сооружении оснований под фундамент или под дорожное полотно.

Применяют также механические трамбовки при уплотнении грунта в пазухах вокруг фундаментов, трамбовочные плиты, подвешенные к кранам-экскаваторам, вибрационные механизмы. В зависимости от наличия трамбовочных машин и сроков строительства возможны комбинированные способы уплотнения грунта.

3.4. СООРУЖЕНИЕ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ

Земляные сооружения в форме выемок временного назначения называют котлованами. Они служат для устройства фундаментов, подвальных помещений и др.

В зависимости от глубины и характеристики грунтов котлованы делают с вертикальными или наклонными бортами. При небольшой глубине (до 2 м) и в плотных грунтах котлованы роют с вертикальными бортами, при большей глубине борта делают наклонными с откосами, обеспечивающими необходимую устойчивость.

Технология земляных работ включает выемку грунта, погрузку его в транспортные средства или на бровку котлована, вывозку, формирование откосов, выравнивание дна котлована, обратную засыпку пазух после возведения фундаментов.

В качестве средств механизации процессов применяют экскаваторы, оборудованные прямой, обратной лопатами, или драглайны и бульдозеры.

Экскаваторы с прямой лопатой применяют в сухих грунтах. При этом предусматривают устройство въездной траншеи в котлован для въезда и выезда самого экскаватора и для автосамосвалов. Схема выемки и погрузки грунта в котловане аналогична схеме, изображенной на рис. 3.3. Схема движения экскаватора в котловане может быть разной и зависит от размеров котлована. Различают разработки грунта лобовой заходкой с односторонней и двусторонней погрузкой, несколькими лобовыми заходками, разработку с зигзагообразным движением экскаватора и др. Ширину заходки определяют радиусами

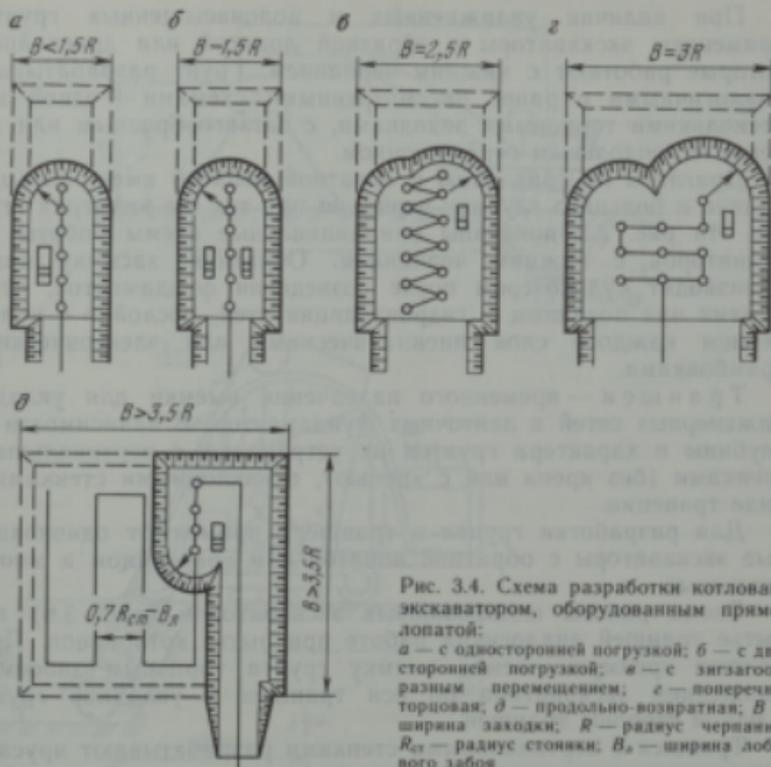


Рис. 3.4. Схема разработки котлована экскаватором, оборудованным прямой лопатой:
a — с односторонней погрузкой; *б* — с двусторонней погрузкой; *в* — с зигзагообразным перемещением; *г* — поперечно-возвратная; *д* — продольно-возвратная; *B* — ширина заходки; *R* — радиус черпания; *R_{сг}* — радиус стоянки; *B_л* — ширина лобового забоя

черпания экскаватора (рис. 3.4). После работы экскаватора выравнивание дна котлована производят бульдозером или специальными экскаваторами-планировщиками.

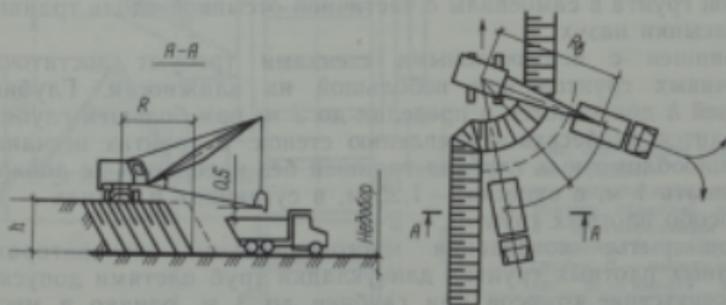


Рис. 3.5. Схема разработки грунта экскаваторами с нижним черпанием драглайном:
R_с — радиус черпания; *R_д* — радиус выгрузки; *h* — высота забоя; *2β* — угол поворота; *α* — угол разгрузки

При наличии увлажненных и водонасыщенных грунтов применяют экскаваторы с обратной лопатой или драглайном, которые работают с нижним черпанием. Грунт разрабатывают аналогичными с ранее рассмотренными схемами — одной или несколькими торцовыми заходками, с зигзагообразным или поперечно-продольным перемещением.

Драглайн по сравнению с обратной лопатой имеет больший радиус и большую глубину черпания при тех же размерах стрелы. На рис. 3.5 показаны принципиальные схемы работы экскаваторов с нижним черпанием. Обратную засыпку пазух производят бульдозером после возведения фундаментов, перекрытия над подвалом и гидроизоляции стен, послойно с уплотнением каждого слоя пневматическими или электрическими трамбовками.

Траншеи — временного назначения выемки для укладки инженерных сетей и ленточных фундаментов. В зависимости от глубины и характера грунтов их устраивают с вертикальными стенками (без крепи или с крепью), с наклонными стенками в виде трапеции.

Для разработки грунта в траншеях применяют одноковшовые экскаваторы с обратной лопатой или драглайном и многоковшовые.

Схема работы одноковшовых экскаваторов (рис. 3.6) при рытье траншей аналогична работе при рытье котлованов. Применяют преимущественно выемку грунта торцовым забоем с движением экскаватора по оси траншеи и укладкой грунта с одной стороны траншеи.

Траншеи с вертикальными стенками разрабатывают ярусами сразу на всю ширину, с наклонными стенками — работы выполняют последовательно — сначала углубляют и формируют откос с одной стороны траншеи, потом с другой.

Траншеи под ленточные фундаменты разрабатывают с погрузкой грунта в самосвалы с частичной отсыпкой вдоль траншеи для засыпки пазух.

Траншеи с вертикальными стенками требуют достаточно устойчивых грунтов при небольшой их влажности. Глубина траншей h допускается в пределах до 2 м; при большей глубине приходится прибегать к креплению стенок. В грунтах песчаных и крупнообломочных глубина траншей без крепления не должна превышать 1 м, в супесях — 1,25 м, в суглинках и глинах — 1,5 м, в особо плотных грунтах — 2 м.

При рытье котлованов многоковшовыми экскаваторами в связных плотных грунтах для укладки труб плетями допускается отсутствие откосов при глубине до 3 м, однако в месте спуска рабочих для стыковки труб необходимо предусматривать крепление траншей или устройство откосов (см. рис. 3.6, б).

В траншеях большей глубины, а также при наличии водо-

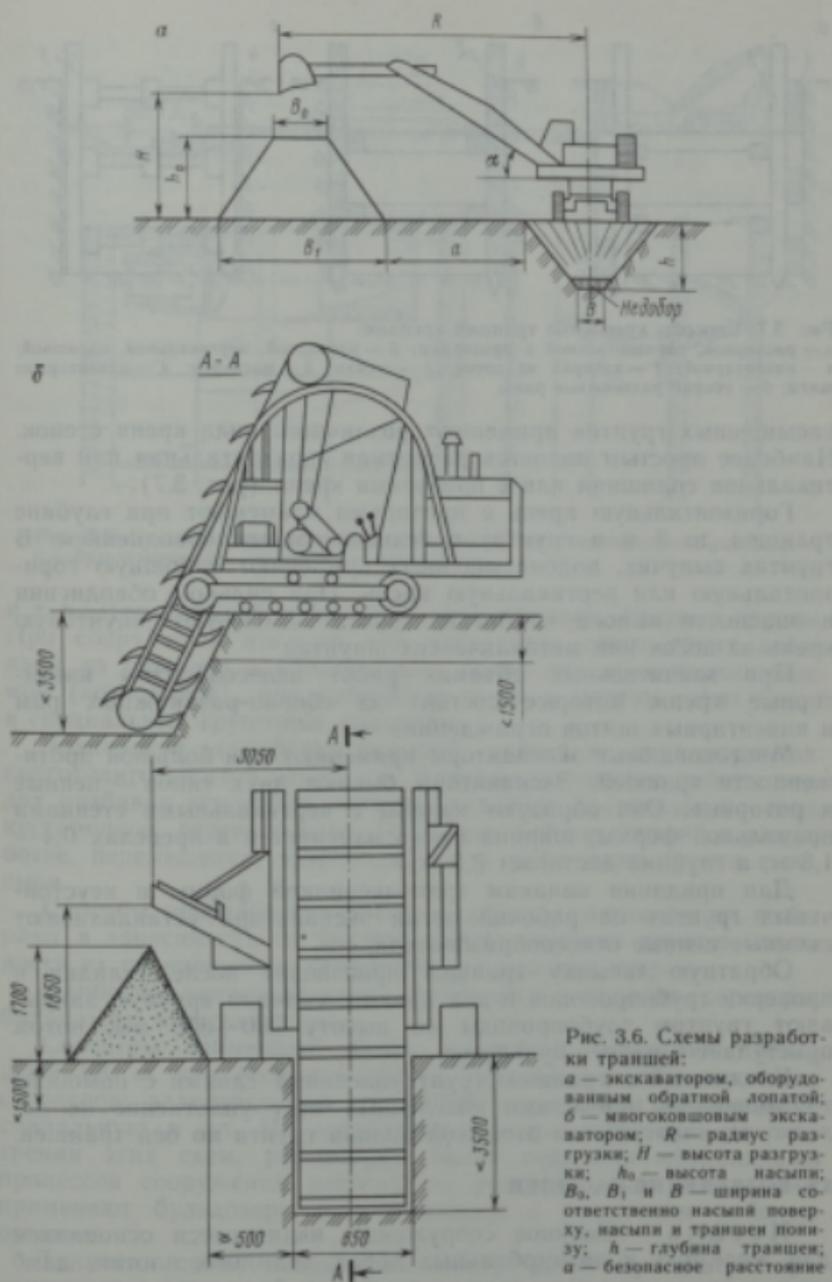


Рис. 3.6. Схемы разработки траншей:
 а — экскаватором, оборудованным обратной лопатой;
 б — многоковшовым экскаватором; R — радиус разгрузки; H — высота разгрузки; h_0 — высота насыпи; B_0 , B_1 и B — ширина соответственно насыпи поверху, насыпи и траншеи понизу; h — глубина траншеи; a — безопасное расстояние

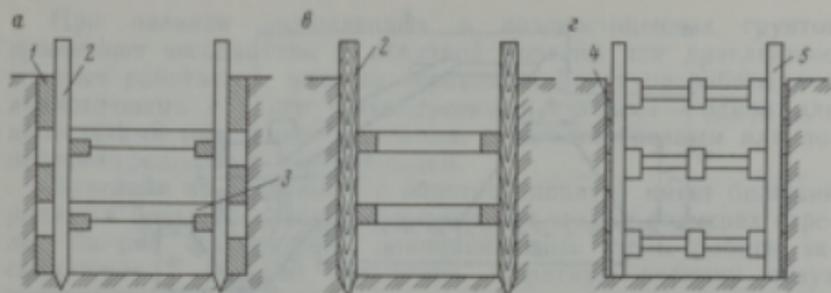


Рис. 3.7. Способы крепления траншей креплениями:
 а — распорной, горизонтальной с прозорами; б — распорной, вертикальной, сплошной;
 в — инвентарной; 1 — забирка из досок; 2 — стойки; 3 — распорки; 4 — инвентарные
 щиты; 5 — сборно-раздвижные рамы

насыщенных грунтов применяют различного вида крепи стенок. Наиболее простым является распорная горизонтальная или вертикальная сплошная или с прозорами крепи (рис. 3.7).

Горизонтальную крепь с прозорами применяют при глубине траншеи до 3 м в грунтах с незначительным обводнением. В грунтах сыпучих, водонасыщенных применяют сплошную горизонтальную или вертикальную крепь. При сильном обводнении и опасности выноса частиц из грунта используют шпунтовую крепь из досок или металлических шпунтин.

При значительных объемах работ целесообразны инвентарные крепи, которые состоят из сборно-раздвижных рам и инвентарных щитов ограждения.

Многоковшовые экскаваторы применяют при большой протяженности траншей. Экскаваторы бывают двух типов — цепные и роторные. Они образуют канавы с вертикальными стенками правильной формы, ширина канав изменяется в пределах 0,4—1,8 м, а глубина достигает 3,5 м.

Для придания канавам трапециевидной формы в неустойчивых грунтах на рабочий орган экскаватора устанавливают съемные цепные откосообразователи.

Обратную засыпку траншей производят после укладки и проверки трубопроводов в два приема: сначала вручную закрывают грунтом трубопроводы на высоту 200—300 мм, потом приступают к работе бульдозер.

Уложенный в траншею грунт уплотняют слоями с помощью трамбовок, за пределами населенных мест уплотнение не делают, ограничиваются отсыпкой валика грунта по оси траншеи.

3.5. ВОЗВЕДЕНИЕ НАСЫПЕЙ

Насыпь — земляное сооружение, являющееся основанием для железных и автомобильных дорог, земляных плотин, дамб

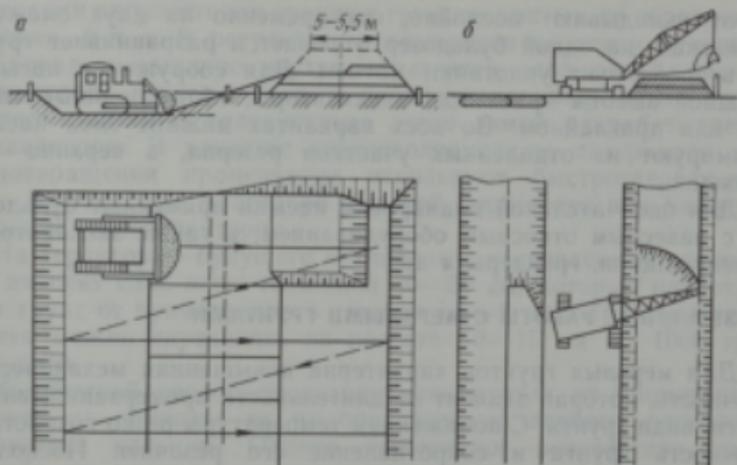


Рис. 3.8. Схемы возведения земляного полотна из одностороннего резерва:
 а — бульдозером; б — экскаватором-драглайном

и т. п. Для насыпей используют, как правило, связные грунты. При сооружении насыпей для устройства дорог грунт добывают из резервов — придорожных полос или из смежных выемок (котлованов), при устройстве дамб и плотин грунт берут в специальных грунтовых карьерах.

Технология устройства насыпей состоит из двух периодов: подготовительного и основного. В подготовительные работы входят разбивка земляного полотна, удаление растительного слоя, кустарников, деревьев и др. Основные работы состоят в разработке, перемещении, разравнивании и уплотнении грунта в насыпи.

Способы производства работ и средства механизации выбирают в зависимости от высоты насыпи, свойств грунтов, дальности их перемещения, климатических условий и др.

Наиболее универсальными машинами являются скреперы, бульдозеры и экскаваторы.

Скреперы применяют, когда расстояние перевозки превышает 100 м, при этом используют различные схемы движения скреперов: эллиптическую, зигзагообразную, типа «восьмерки», спиральную и др. Не останавливаясь на детальном рассмотрении этих схем, рассмотрим более подробно механизацию процессов сооружения насыпей из резервов. Для этих работ применяют бульдозеры и экскаваторы с различным рабочим органом.

Типичная схема последовательности работ бульдозера при сооружении невысокой (до 2 м) насыпи показана на рис. 3.8.

Грунт укладывают послойно, одновременно на двух смежных захватках: на одной бульдозер отсыпает и разравнивает грунт, на второй грунт уплотняют катком. Для сооружения насыпей большой высоты применяют экскаваторы, оборудованные лопатой или драглайном. Во всех вариантах нижние слои насыпи формируют из отдаленных участков резерва, а верхние — из ближних.

Для окончательной планировки насыпи применяют бульдозеры с навесным откосным оборудованием, а также экскаваторы-планировщики, грейдеры и др.

3.6. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ С МЕРЗЛЫМИ ГРУНТАМИ

Для мерзлых грунтов характерна повышенная механическая прочность, которая зависит от длительности промерзания, влажности, вида грунта. С понижением температуры резко возрастают прочность грунта и сопротивление его резанию. Поскольку температура мерзлого грунта в зимнее время изменяется от поверхности вглубь, прочность грунта снижается по мере приближения к границе промерзания. При небольшой глубине промерзания, равной 0,3—0,5 м, земляные работы могут выполняться одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой или обратной лопатой.

Траншейно-роторные и многоковшовые цепные экскаваторы с удельным напряжением резания 1—1,5 МПа могут эффективно работать при глубине промерзания грунтов до 2 м.

Землеройные машины типа скрепера и бульдозера требуют предварительного разрыхления мерзлых грунтов. Поэтому для эффективного выполнения земляных работ в зимнее время необходимо предусматривать следующие мероприятия: предохранение грунтов от промерзания, механическое или взрывное разрушение, оттаивание.

Предохранение грунтов от промерзания выполняют различными способами: вспахиванием в совокупности со снегозадержанием, укрытием теплоизоляционными материалами, покрытием быстротвердеющей пеной, введением в грунт химических реагентов.

Вспахивание грунта с последующим снегозадержанием применяют поздней осенью, перед заморозками, при этом разработка грунта под котлованы и траншеи не должна откладываться позднее первой трети зимы. Глубина промерзания разрыхленного грунта, закрытого снежным покровом, в 2—3 раза меньше глубины промерзания грунта, находящегося в естественном состоянии.

В случае, когда земляные работы планируют на вторую половину зимы, приходится применять рыление на большую глубину. Для этого используют ковшовые экскаваторы, с помощью которых отрывают траншеи на глубину до 1,5 м и боковыми

проходами засыпают эти траншеи грунтом, взятым из образуемой траншеи, и т. д. В результате разрыхления по верху будущего котлована и частично внутри образуется слой разрыхленного смерзшегося грунта, который предохраняет нетронутый грунт от промерзания и сравнительно легко зимой разрабатывается экскаватором. В качестве теплоизоляционных материалов для предотвращения промерзания используют быстротвердеющую пену (пенопласт). Благодаря высокой пористости она является хорошим теплоизолятором.

На территорию будущего котлована с наступлением заморозков наносят слой пены толщиной 30—50 см, который предохраняет грунт от промерзания в течение 1,5—2 мес. Толщину пенопласта можно определять из расчета 10—15 см на 1000 градусо-дней.

Химический способ предохранения грунтов от промерзания основан на пропитке их на определенную глубину раствором хлористого кальция. Однако агрессивное воздействие этого способа на грунты и строительные конструкции ограничивает его применение.

Оттаивание мерзлых грунтов связано с большими затратами тепловой энергии, и поэтому его применяют при возведении небольших котлованов, траншей и других видов земляных сооружений в стесненных условиях или в аварийных ситуациях.

Наиболее простым способом является оттаивание грунта путем сжигания твердого топлива — торфа, угля, дров — под стальным коробом. При таком способе для оттаивания 1 м³ грунта расходуют 120—140 кг торфа, или 30—60 кг угля, или 0,15 м³ дров. Более эффективной является модификация с применением солярового масла, сжигаемого под коробом из форсунки в распыленном виде. Технология оттаивания на примере траншеи состоит в следующем. Участок длиной 8—10 м и шириной 1 м установка нагревает в течение 6—8 ч, в результате чего происходят оттаивание грунта на глубину 20—30 см и аккумуляция тепла. Установку перемещают дальше, а прогретый участок покрывают теплоизоляцией (например, древесными опилками) под защитой которой в течение полусуток происходит оттаивание грунта до глубины 0,7—0,8 м. Расход топлива составляет примерно 4—5 кг на 1 м³ грунта.

Более сложными являются способы оттаивания грунтов паровыми, водяными и электрическими иглами. При этих способах в грунте пробуривают скважины на глубину промерзания по сетке с расстоянием, равным их длине. Скважины армируют отрезками труб, по которым подается теплоноситель — пар или горячая вода от передвижных котлов в течение нескольких часов (от 2 до 6) в зависимости от типа грунта и его температуры. Водяные иглы питаются теплоносителем по циркуляционной системе, т. е. охлажденная вода возвращается в котельную

установку. Для оттаивания грунтов электронагревателями разработаны специальные устройства ТЭНы — трубчатые электронагреватели, представляющие собой стальные трубки диаметром 8—12 мм, снаряженные внутри нихромовой спиралью и изоляцией.

Процесс оттаивания иглами сопровождается обязательным укрытием отогретых грунтов теплоизоляционными материалами.

3.7. ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Наиболее представительным и крупным по объему объектом земляных работ на промплощадке строящейся шахты является котлован под башенный копер. Рассмотрим порядок проектирования и содержания проекта земляных работ на конкретном примере сооружения котлована под копер в условиях реконструкции одной из шахт Донецкого бассейна.

До начала земляных работ необходимо выполнить ряд подготовительных операций:

- расчистить площадки в границах котлована, удалить временные здания и коммуникации;

- на границах соприкосновения котлована с постоянными зданиями соорудить подпорные стенки в виде шпунтовых ограждений;

- доставить на строительную площадку строительные машины и оборудование;

- выполнить геодезические разбивочные работы с составлением соответствующего акта;

- соорудить систему освещения для работы в темное время суток.

Основным механизмом при рытье котлованов является экскаватор. При объемах земляных работ до 20 тыс. м³ применяют экскаваторы с ковшом вместимостью 0,65 м³. Поэтому принимаем экскаватор, оборудованный обратной лопатой ЭО-4321 с вместимостью ковша 0,65 м³.

Техническая характеристика экскаватора ЭО-4321

Вместимость ковша, м ³	0,65
Наибольший радиус копания, м	8,4
Наибольшая глубина копания, м	5,3
Радиус разгрузки, м	6,6
Наибольшая высота разгрузки, м	4,4
Продолжительность цикла черпания, с	17

В качестве транспорта принимаем самосвалы. Тип самосвала зависит в основном от вместимости ковша и дальности перевозки грунта в отвал. При транспортировке в отвал на расстояние до 2 км и вместимости ковша 0,65 м³ целесообразная грузоподъемность находится в пределах 10 т. Принимаем автосамосвал КрАЗ-256Б грузоподъемностью 11 т.

Число самосвалов, необходимое для непрерывной работы экскаватора,

$$N = 1 + \frac{T_{np} + T_{yp} + T_p + T_u}{T_{ав} + T_n},$$

где $T_{np} = \frac{2L}{v} \cdot 60$ — продолжительность (мин) пробега автомобиля в оба конца; $L = 2$ км — расстояние транспортировки; $v = 20$ км/ч — средняя скорость движения; $T_{yp} = \frac{2 \cdot 2}{20} \cdot 60 = 12$ мин; $T_p = 24$ с = 0,4 мин — продолжительность установки самосвала под разгрузку; $T_r = 84$ с = 1,4 мин — продолжительность разгрузки самосвала; $T_u = T_1 + T_2$ — продолжительность технологических перерывов; $T_1 = 18$ с — ожидание у экскаватора; $T_2 = 60$ с — время на маневр; $T_u = 18 + 60 = 78$ с = 1,3 мин; $T_{ав} = 0,5$ мин — время установки машины под погрузку; $T_n = n_x T_y$ — продолжительность загрузки кузова автомобиля; $n_x = 11$ — число ковшей, необходимых для заполнения кузова; $T_y = 17$ с = 28 мин — время цикла черпания;

$$T_n = 11 \cdot 0,28 \approx 3,1 \text{ мин.}$$

Откуда

$$N = 1 + \frac{12 + 0,4 + 1,4 + 1,3}{0,5 + 3,1} \approx 5,2.$$

Принимаем 5 автосамосвалов.

Для формирования отвала, а также засыпки пазух котлована применяют бульдозеры в сочетании с катками.

Применительно к выбранному в проекте экскаватору принимаем бульдозер на базе трактора Т-100М мощностью 82 кВт с отвалом длиной 3,94 м и высотой 0,81 м, каток ДУ-50 массой 6,5 т и ручные трамбовки ТР-6.

Определение объемов земляных работ. Особенностью данного проекта земляных работ является то, что котлован под фундамент башенного копра сооружают на реконструируемой шахте при наличии ствола с калориферным каналом, а также ряда примыкающих строений, не позволяющих выполнить котлован с наклонными откосами по всему периметру. Со стороны примыкающих зданий предусматривают вертикальный откос, укрепленный предварительно шпунтовым ограждением из обсадных труб.

Далее, основание фундаментной плиты располагают на глубине 6 м, а пол калориферного канала ниже — на отметке — 9,85 м. Это обстоятельство привело к некоторому усложнению проекта земляных работ.

На рис. 3.9 для примера показана конечная стадия земляных работ в котловане.

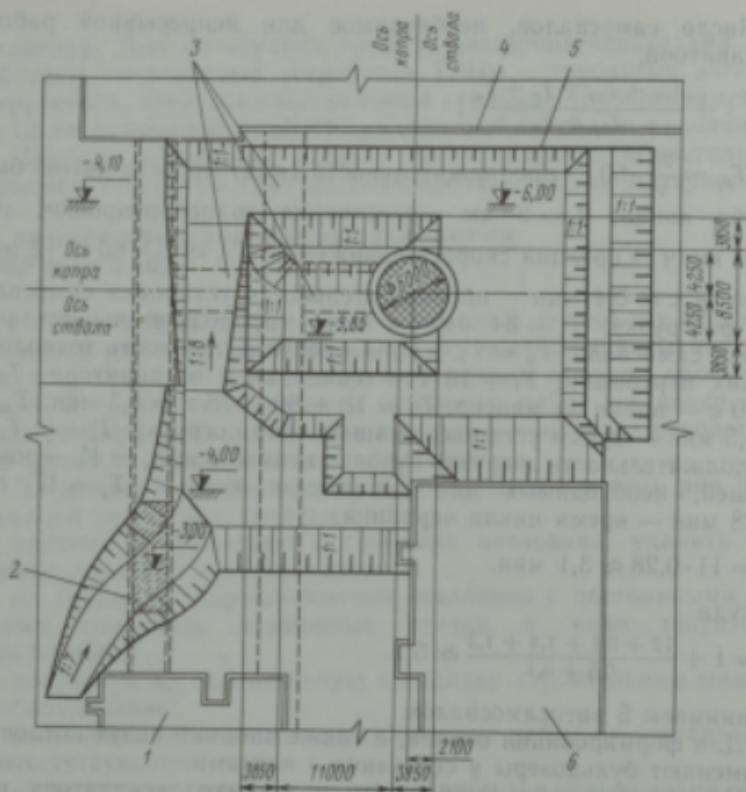


Рис. 3.9. Схема котлована в стадии разработки последнего яруса: 1 — калориферная; 2 — усиливаемый участок калориферного канала; 3 — разбираемый участок калориферного канала; 4 — компенсатор; 5 — подпорная стена из стальных труб; 6 — компрессорная

Для удобства расчетов на рис. 3.10 показаны схемы ярусов с разделением котлована на участки прямоугольной формы (1—4).

Определение объемов выемки грунта. Разработку котлована будем вести поярусно: первые три яруса высотой по 2 м, четвертый, нижний ярус высотой 3,85 м.

Каждый ярус герметически является усеченной пирамидой, объем которой

$$V = \frac{1}{3} h (S_1 + \sqrt{S_1 S_2} + S_2),$$

где h — высота пирамиды; S_1 и S_2 — площади основания пирамиды. Для 1-го яруса

$$S_1 = 27 \cdot 17 + 23 \cdot 16,2 + 17,3 \cdot 31 + 5 \cdot 27 \approx 1503 \text{ м}^2,$$

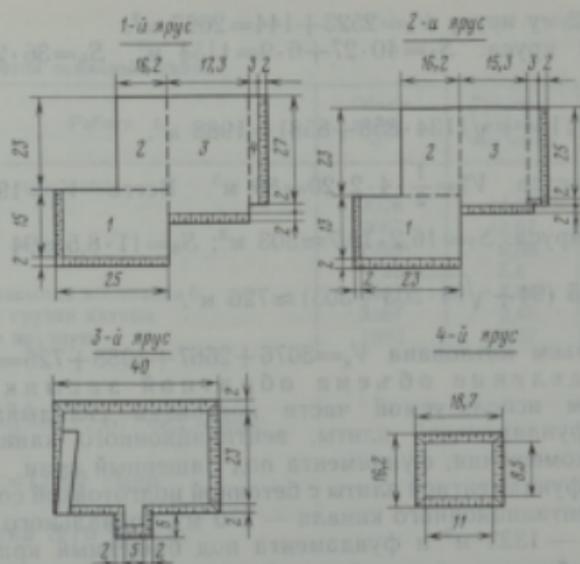


Рис. 3.10. Схема котлована по ярусам для расчета объемов земляных работ (размеры в метрах)

$$S_2 = 25 \cdot 15 + 23 \cdot 16,2 + 17,3 \cdot 29 + 3 \cdot 27 + 2 \cdot 2 \approx 1334 \text{ м}^2.$$

$$\text{Объем грунта } V_1' = \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (1503 + \sqrt{1503 \cdot 1334} + 1334) \approx 2836 \text{ м}^3.$$

Объем съезда в котлован

$$V_1'' = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{8+12}{2} \cdot 24 = 240 \text{ м}^3.$$

Всего по 1-му ярусу

$$V_1 = 2836 + 240 \approx 3076.$$

Для 2-го яруса

$$S_3 = S_2 = 1334 \text{ м}^2,$$

$$S_4 = 13 \cdot 23 + 23 \cdot 16,2 + 15,3 \cdot 29 + 3 \cdot 25 \approx 1190 \text{ м}^2.$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (1253 + \sqrt{1334 \cdot 1190} + 1190) = 2522 \text{ м}^3.$$

Объем съезда в котлован

$$V_2'' = \frac{1}{2} \cdot 24 \cdot \frac{8+4}{2} \cdot 2 = 144 \text{ м}^3.$$

Всего по 2-му ярусу $V_2 = 2523 + 144 = 2667 \text{ м}^3$.

Для 3-го яруса: $S_5 = 40 \cdot 27 + 6 \cdot 9 = 1134 \text{ м}^2$, $S_6 = 36 \cdot 23 + 5 \cdot 6 = 858 \text{ м}^2$.

$$V_3 = \frac{1}{3} \cdot 2 (1134 + \sqrt{1134 \cdot 858} + 858) = 1988 \text{ м}^3.$$

Объем съезда $V_3'' = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 2 \cdot 20 = 80 \text{ м}^3$. Всего $V_3 = 1988 - 80 = 1908 \text{ м}^3$.

Для 4-го яруса: $S_7 = 16,2 \cdot 18,7 \approx 303 \text{ м}^2$; $S_8 = 11 \cdot 8,5 \approx 94 \text{ м}^2$.

$$V_4 = \frac{1}{3} \cdot 3,85 (94 + \sqrt{94 \cdot 303} + 303) \approx 726 \text{ м}^3.$$

Общий объем котлована $V_k = 3076 + 2667 + 1988 + 726 = 8337 \text{ м}^3$.

Определение объема обратной засыпки грунта. Объем используемой части котлована складывается из объемов фундаментной плиты, вентиляционного канала, подвального помещения, фундамента под башенный кран.

Объем фундаментной плиты с бетонной подготовкой составляет 1650 м^3 , вентиляционного канала — 270 м^3 , подвального помещения копра — 1323 м^3 и фундамента под башенный кран 13 м^3 .

Таким образом, объем обратной засыпки составит:

$$V = 8337 - (1650 + 270 + 1323 + 13) = 5081 \text{ м}^3.$$

При засыпке грунт подвергается обязательному уплотнению механическим способом, а где это сделать не удастся, то вручную.

Трудоемкость работ и время на их выполнение. Трудоемкость работ P (чел.-смен) и время на их выполнение t определяем по общеизвестным формулам:

$P = VN_{\text{нр}}/t_{\text{см}}$, где V — объем работ; $N_{\text{нр}}$ — норма времени, ч; $t_{\text{см}}$ — продолжительность смены.

Время на выполнение работ (смен)

$$t = P/(kn),$$

где k — коэффициент перевыполнения нормы; n — количество людей.

Разработка котлована экскаватором. Норма времени на разработку 100 м^3 грунта $N = 3,8$ ч. Экскаватор обслуживает один человек в смену.

Разработка 1-го яруса:

$$P_1 = \frac{3076 \cdot 3,8}{100 \cdot 8} = 14,61 \text{ чел.-смен};$$

$$t_1 = \frac{14,16}{1,1 \cdot 1} = 13,28 \text{ смен}.$$

Разработка 2-го яруса:

Таблица 3.3

Итоги расчетов земляных работ

Работа	Объем работ, м ³	Трудоёмкость, чел.-смен	Продолжительность, смен
Разработка котлована:			
I ярус	3076	14,61	13,3
II ярус	2667	12,67	11,2
III ярус	1908	9,06	8,2
IV ярус	726	3,4	3,0
Обратная засыпка котлована	5081	3,87	3,5
Уплотнение грунта катком	3387	2,45	2,2
Уплотнение вручную	1693	4,87	4,4

$$P_2 = \frac{2667 \cdot 3,8}{100 \cdot 8} \approx 12,67 \text{ чел.-смен};$$

$$t_2 = \frac{12,6}{1,1 \cdot 1} = 11,52 \text{ смен.}$$

Разработка 3-го яруса:

$$P_3 = \frac{1908 \cdot 3,8}{100 \cdot 8} = 9,06 \text{ чел.-смен};$$

$$t_3 = \frac{9,06}{1,1 \cdot 1} \approx 8,24 \text{ смен.}$$

Разработка 4-го яруса:

$$P_4 = \frac{726 \cdot 3,8}{100 \cdot 8} \approx 3,4 \text{ чел.-смен};$$

$$t_4 = \frac{3,4}{1,1 \cdot 1} = 3,1 \text{ смены.}$$

Обратная засыпка котлована. Засыпку котлована грунтом производят бульдозером, на которой занят 1 чел. Норма времени на 100 м³ грунта $N_{\text{пр}} = 0,61$ ч. Трудоёмкость $P = \frac{5081 \cdot 0,61}{100 \cdot 8} \approx 3,87$ чел.-смены.

Продолжительность работ $t = \frac{3,87}{1,1 \cdot 1} \approx 3,5$ смены.

Уплотнение грунта. При обратной засыпке грунт подвергается послойному уплотнению, где возможно — механическим способом — катком, а там, где невозможно, — вручную, механическими трамбовками. Принимаем, что 2/3 объема грунта уплотняется катком, а 1/3 — вручную, что выразится в числах: $V_w = 5081 \cdot 2/3 \approx 3387$ м³; $V_p = 5081 - 3387 = 1693$ м³.

Механическое уплотнение грунта производят катком ДУ-50, который обслуживается одним человеком. Норма времени на уплотнение 100 м³ грунта $N_{\text{пр}} = 0,58$ ч.

Трудоемкость $P = \frac{3387 \cdot 0,58}{100 \cdot 8} = 2,45$ чел.-смен.

Продолжительность работ $t = \frac{2,45}{1,1 \cdot 1} = 2,2$ смены.

Уплотнение грунта вручную производят трамбовками ТР-6, работу выполняют 4 чел. в смену. Норма времени $N_{\text{нр}}$ на 100 м^3 составляет 2,3 ч. Трудоемкость $P = \frac{1693 \cdot 2,3}{100 \cdot 8} = 4,87$ чел.-смен. Про-

должительность работ $t = \frac{4,87}{1,1 \cdot 1} = 4,4$ смены.

3.8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ОХРАНА ТРУДА ПРИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТАХ

Качество земляных работ должно отвечать требованиям СНиП, отраслевых руководящих документов и соответствовать проекту производства работ.

Для обеспечения высокого качества работ необходимо выполнять ежедневный контроль, который входит в служебные функции мастера или сменного инженера.

Для оперативного контроля разрабатывают схему операционного контроля, которая должна содержать эскиз объекта (насыпи, выемки и др.), нормативные допуски отклонений, способ контроля и его периодичность, перечень лиц, привлекаемых к проверке.

При сооружении насыпей контролируют толщину и степень уплотнения слоев, влажность грунта, геометрические размеры.

Для определения физических свойств образцы грунтов систематически направляют в лабораторию.

При контроле качества сооружения траншей и котлованов проверяют правильность разбивки осей, геометрические размеры. На законченные объекты составляют акты, которые в совокупности с исполнительными чертежами, лабораторными данными и другими материалами требуются для приемки готового объекта.

В процессе приемки законченных работ устанавливают соответствие их проекту: положение в пространстве, геодезические отметки, геометрические размеры, степень уплотнения грунтов и др.

Земляные работы должны выполняться только по утвержденному проекту производства работ. Перед производством работ уточняют места расположения подземных сетей и сооружений и получают разрешение на ведение работ от организации, в ведении которой находятся эти объекты. При работах в зоне действующих электрокабелей работы ведут под надзором прораба или мастера и представителя организации, эксплуатирующей эти сети.

Разработку выемок следует производить с откосами, предусмотренными СНиП. Котлованы должны быть огорожены и в

ночное время иметь сигнальное освещение. На отсыпанных насыпях механизмы и машины не должны приближаться к бровке ближе, чем на 0,5 м. Все землеройные машины оборудуют звуковой сигнализацией. При работе в ночное время они должны иметь индивидуальное освещение. При перемещении грунта ленточными конвейерами усматривают телефонную связь и световую сигнализацию.

При разработке грунта экскаваторами рабочим запрещается находиться под ковшом или стрелой, производить какие-либо работы со стороны забоя. Запрещается пребывание посторонних лиц в радиусе действия экскаватора (5 м). Экскаватор можно перемещать только по ровной поверхности, причем стрелу устанавливают по оси пути. Ковш приподнят над землей на 0,5—0,7 м. Ковш не должен быть загружен.

Запрещается перемещение грунта бульдозером на подъеме с уклоном более 10° или спуске с уклоном более 30° . Во избежание опрокидывания или поломки бульдозера не разрешается поворачивать его с загруженным или заглубленным в грунт отвалом. Отвал не должен выдвигаться при сталкивании грунта под откос за бровку последнего.

Предельные уклоны при работе скреперов: продольный — 10° , поперечный — 18° .

При разработке грунта в зимнее время траншеи и котлованы разрешается устраивать с вертикальными стенками на глубину промерзания грунта без крепи, а ниже — только с крепью. К весне или при оттепели обязательно закрепляют и промерзшие части траншей. Если по площади земляного сооружения производят электропрогрев, то вокруг него устраивают ограждение, устанавливают предупредительные сигналы и освещение в ночное время. Работы на этом участке разрешается производить только после отключения тока.

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют строительные характеристики грунтов на устойчивость земляного сооружения?
2. Какие землеройные машины применяют при планировке площадок?
3. Какие землеройные машины применяют при отрывке котлованов и траншей?
4. Изложите основные технологические принципы и приемы возведения насыпей.
5. Какие мероприятия предусматривают для эффективного выполнения земляных работ в мерзлых грунтах?

4. ПРОКЛАДКА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

4.1. СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводы служат для подачи питьевой и технической воды, пара, сжатого воздуха, газа, нефти, канализации сточных вод и др.

В зависимости от давления трубопроводы подразделяют на три категории: высокого давления — более 0,3 МПа, среднего — от 0,3 до 0,005 МПа и низкого — менее 0,005 МПа.

В процессе инженерной подготовки площадки применяют два способа прокладки труб — скрытый и закрытый. Первый способ предполагает возможность доступа к сетям в период эксплуатации после вскрытия траншей и коллекторов (непроходных и полупроходных) или без вскрытия проходных коллекторов. Закрытый способ характеризуется тем, что трубопроводы укладывают в грунт путем прокалывания, продавливания или с применением горизонтального бурения, когда доступ к трубам в период эксплуатации практически невозможен или крайне затруднителен.

Глубина размещения трубопроводов зависит от их назначения, рельефа местности, глубины промерзания грунтов, возможных динамических нагрузок от транспортных средств и колеблется в пределах от 0,6 (газопроводы) до 5 м (канализационные сети).

При траншейном способе трубы укладывают непосредственно на грунт или на искусственное основание. Первый способ применяют в плотных грунтах. Перед укладкой трубопровода на дне траншей формируют полукруглую канавку по размерам трубы так, чтобы площадь опирания трубы на грунт находилась в пределах 90° центрального угла окружности. В обводненных, пористых грунтах при укладке труб пониженной прочности — керамических, асбестоцементных — на дне траншеи предварительно формируют подушку из щебня или песка, иногда с применением бетона.

В зависимости от назначения трубопроводы перед укладкой покрывают изоляционными материалами — антикоррозионными, теплоизоляционными и др. Тип антикоррозионного покрытия выбирают с учетом агрессивных свойств среды, а вид теплоизоляции устанавливают исходя из температуры транспортируемой жидкости или газа и внешней среды.

Для подземных коммуникаций применяют металлические (чугунные и стальные) и неметаллические трубы (асбестоцементные, железобетонные, керамические).

Стальные трубы используют при высоких давлениях и температурах транспортируемого материала, в просадочных и заболоченных грунтах и др.

Более широкое применение имеют чугунные трубы, обладаю-

шие достаточно высокой прочностью и повышенной стойкостью против коррозии.

Неметаллические трубы применяют при небольших рабочих давлениях в благоприятных условиях эксплуатации.

Трубы выпускают длиной от 2 до 18 м. При строительстве трубопроводов требуется выполнение большого объема работ по изготовлению стыков, обеспечивающих надежную герметизацию в системе.

Для повышения темпов и качества работ перед укладкой в траншеи прибегают к укрупнительной сборке элементов из двух-трех и большего числа труб. Укрупнение производят непосредственно у траншей или на специальных монтажных площадках.

Прокладка трубопроводов включает следующую последовательность операций:

- укрупнение труб в звенья;
- заготовку и сборку узлов из фасонных частей;
- испытания заготовок;
- антикоррозийное покрытие заготовок;
- комплектацию и маркировку монтажных элементов;
- доставку и раскладку элементов вдоль траншей;
- укрупнительную сборку труб в плети;
- укладку в траншеи.

4.2. СОЕДИНЕНИЯ ТРУБ И ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ

Соединения труб подразделяют на два вида — разъемные (фланцевые, муфтовые) и неразъемные (сварные, раструбные).

Сварные соединения являются наиболее надежными. Их применяют в стальных трубопроводах. Раструбные соединения используют для чугунных, керамических безнапорных, железобетонных труб.

Соединения труб на муфтах применяют преимущественно в асбестоцементных трубопроводах.

Фланцевые соединения на болтах имеют ограниченное применение.

Раструбные и муфтовые соединения требуют тщательной герметизации стыков, для чего используют цементный раствор, мастичные жгуты из битумных или полимерных материалов. Кроме соединительных элементов при прокладке трубопроводов требуются также фасонные части, компенсаторы и различная арматура (запорная, водоразборная, регулирующая), а также измерительные устройства.

Рациональная организация монтажа трубопроводов обеспечивает, кроме оптимальных экономических показателей, хорошее качество.

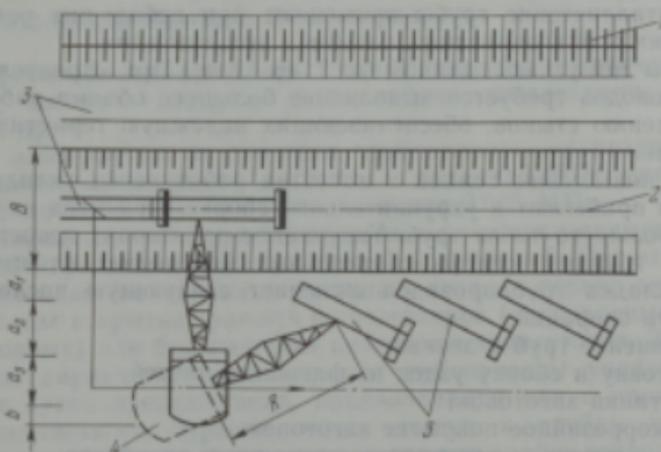


Рис. 4.1. Схема укладки трубопровода из раструбных труб:
1 — отвал; 2 — траншея; 3 — труба; 4 — кран-экскаватор

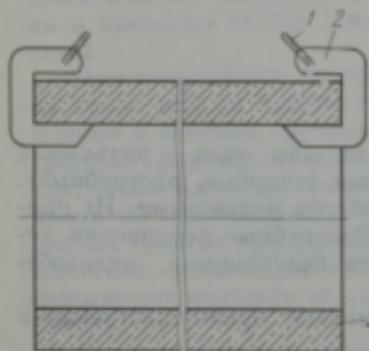


Рис. 4.2. Торцовый захват:
1 — стропы; 2 — захват; 3 — труба

Для укладки труб в траншеи применяют краны и специальные захватные приспособления. Выбор типа крана производят по его грузоподъемности и необходимому вылету стрелы в каждом конкретном случае в зависимости от размеров, массы элементов трубопроводов и принятой схемы монтажа.

При укладке раструбных труб небольшого диаметра — чугунных, железобетонных, керамических — применяют следующую технологическую схему. Трубы предварительно раскладывают вдоль траншеи на расстоянии 1—1,5 м от бровки, кран перемещается также вдоль траншеи с некоторым отступлением от труб и укладывают их в траншею (рис. 4.1).

При такой схеме вылет стрелы монтажного крана R должен иметь величину, определяемую по формуле:

$$R = B/2 + a_1 + a_2 + a_3 + b/2,$$

где B — ширина траншеи поверху; a_1 — расстояние от бровки до трубы; a_2 — ширина полосы, занятая трубами; a_3 — расстояние от трубы до крана; b — ширина крана.

В зависимости от необходимого вылета стрелы устанавливают предельную величину концевой нагрузки. По этим параметрам выбирают кран.

Стальные трубы укладывают в виде предварительно изолированных плетей с помощью двух кранов по аналогичной схеме.

Для подвески труб к крюку монтажного крана существуют различные захватные приспособления: кольцевой универсальный строп, торцовые захваты, различного вида траверсы.

Монтажные приспособления должны отвечать следующим требованиям: достаточной прочности, надежному закреплению труб, исключению повреждения труб в процессе укладки в траншею.

Кольцевые стропы представляют собой кольцо из отрезка стального каната, концы которого сплетены. Строп затягивают на трубе петлей и подвешивают к крюку крана.

Торцовые захваты приспособлены для захвата труб за стенки (рис. 4.2). Конструкции их различны. Для транспортировки асбестоцементных и керамических труб применяют траверсы. Траверса состоит из стальной трубы с фланцами, приваренными по концам, и стропов с крюками. Для подъема трубы стальную траверсу вставляют внутрь трубы и прицепляют к стропам, а последние — к крюку подъемного крана. Имеются и другие конструкции траверс для подъема секций из керамических и асбестоцементных труб.

4.3. ОСОБЕННОСТИ УКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Чугунные трубопроводы могут быть самотечными и напорными. Укладка самотечного трубопровода начинается всегда с нижней отметки траншеи, т. е. снизу вверх, что обусловлено тем, что последующую трубу укладывают путем заводки гладкого конца в раструб уже уложенной трубы.

Монтаж трубопровода включает следующие операции: опускание труб в траншею, центрирование их, закрепление трубы на положенном месте и заделка стыка. Перед опусканием каждая труба должна тщательно проверяться на отсутствие трещин, раковин, дефектов на концах; раструбы и гладкие концы должны очищаться от загрязнений. При установке звена гладкий конец не должен доходить до упорной поверхности в растребе, между ними должен быть зазор в пределах от 3 до 10 мм в зависимости от диаметра трубы и материала, применяемого для заделки

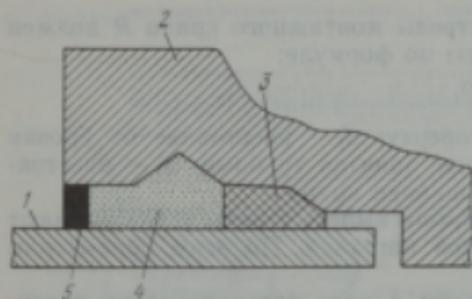


Рис. 4.3. Стык раструбных труб:
1 — труба; 2 — раструб; 3 — пеньковая прядь; 4 — замок из асбестоцементной смеси; 5 — битум

стыка (пеньковая прядь, резиновые кольца). На рис. 4.3 показан стык раструбных труб.

Трубы в траншее центрируют относительно продольной оси с применением клиньев, закладываемых в кольцевой зазор так, чтобы этот зазор был одинаков по всей длине окружности. В горизонтальной плоскости положение трубы контролируют отвесом, подвешиваемым на проволоку, натянутую между обносками по оси трубопровода.

Трубопроводы из асбестоцементных труб широко распространены. Однако доказана их экологическая опасность.

Трубопроводы из асбестоцементных труб используют в качестве безнапорных и напорных. Трубы отличаются хрупкостью и поэтому требуют особой осторожности в части механических воздействий при транспортировке, сборке и укладке.

Технология укладки трубопроводов в траншее аналогична предыдущей, но необходимо учитывать повышенную хрупкость.

Трубы соединяют при помощи асбестоцементных цилиндрических муфт с пеньковым уплотнением, уплотнением из резиновых колец или на фланцевых муфтах.

Уплотнение стыка с применением пеньковых прядей аналогично уплотнению чугунных труб. Более совершенными являются стыки на резиновых уплотнительных кольцах, которые под напором жидкости раздаются в стороны и повышают герметичность.

Конструкция стыка на фланцевых муфтах более сложная, но и более надежная в части герметизации. Она включает следующие элементы: асбестоцементную втулку, два чугунных фланца, два резиновых кольца и комплект болтов. При затяжке болтов резиновые кольца деформируются и заполняют зазоры между фланцами и бортами втулки.

Фасонные части — тройники, крестовины, отводы асбестоцементных трубопроводов — чугунные или стальные.

В настоящее время получают все более широкое распространение пластмассовые трубопроводы, которые обладают высокой прочностью и не подвергаются коррозии.

Трубы из винилпласта можно подвергать тем же процессам

механической обработки, что и металлические (резать, сверлить, нарезать резьбу и т. п.). Это делает их универсальными, т. е. стыки могут быть как неразъемными, так и разъемными. При нагревании трубы размягчаются, что позволяет делать неразъемные стыки путем натягивания нагретого конца одной трубы на холодный конец второй трубы, после предварительной механической обработки этих концов. У холодной трубы снимается наружная стружка, у нагреваемой делается внутренняя фаска.

Раструбные соединения выполняют по аналогии с чугунными трубами. Применяют также муфтовые соединения на клею, соединения путем сварки и др. Трубы в траншею укладывают вручную.

Полиэтиленовые трубы укладывают по аналогии с винилпластовыми, однако здесь чаще применяют сварочные стыки, а плети формируют непосредственно на борту траншеи возможно большей длины. В траншее также возможно осуществить сварку или применить другой вид стыка.

Для целей канализации применяют безнапорные трубопроводы из керамических труб. Трубы укладывают в траншею одиночными элементами или в виде небольших звеньев из двух-трех элементов. Звенья собирают на месте укладки. Стыковку труб удобно делать в вертикальном положении, так как это обеспечивает более высокое качество стыка. Стык уплотняют битуминизированной льняной прядью с последующей закладкой кольцевого зазора цементным раствором.

Для уплотнения стыков применяют также пеньковую прядь в совокупности с асбестоцементным раствором и асфальтовую мастику. Звенья укладывают от нижнего колодца к верхнему, располагая их раструбами вперед. Для укладки применяют средства механизации, аналогичные с укладкой чугунных труб.

Монтаж бетонных, железобетонных трубопроводов несколько отличается от описанных ранее, причем способ монтажа зависит от технологии изготовления труб. Так, в трубах из напряженного железобетона, изготовленных методом центрифугирования, резиновое уплотнительное кольцо должно располагаться на некотором расстоянии от торца втулочной трубы, а у труб, изготовленных методом виброгидропрессования, плотно прилегать к монтажному буртику.

Применяются как муфтовые, так и раструбные конструкции стыков. В обоих случаях в качестве основного уплотнительного элемента применяют резиновые кольца. Железобетонные и бетонные трубы делают, как правило, большого диаметра и звенья поэтому имеют большую массу. Поэтому для осетого перемещения уложенных в траншею труб, при формировании уплотнения на стыке, приходится применять различные натяжные приспособления (винтовые, с применением лебедок и др.).

Стальные трубопроводы подвергаются интенсивной коррозии в отличие от других видов труб, поэтому они имеют ограниченное применение.

До укладки в грунт трубы должны быть покрыты стойким антикоррозийным покрытием. Трубы в секции соединяют сваркой по возможности в длинные плети, которые укладывают в траншею трубокладчиками или несколькими кранами. Стыки звеньев в траншеях тоже стараются делать сварными, за исключением мест установки задвижек, где применяют фланцевые соединения.

4.4. ИСПЫТАНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Напорные трубопроводы перед сдачей в эксплуатацию подвергают испытаниям на прочность и плотность стыков.

Испытания подразделяются на две стадии — предварительные (по мере готовности отдельных участков) и окончательные (после засыпки траншей). Испытания выполняют гидравлическим способом — водой под давлением, превышающим рабочее. Перед испытанием трубопроводы перекрывают заглушками по концам, к ним присоединяют трубы для подачи воды насосом и для установки манометров и воздушных кранов.

При предварительном испытании давление воды в трубопроводе поддерживают на протяжении 10—30 мин постоянным, после чего оно снижается до рабочего. Затем выполняют визуальный осмотр герметичности трубопровода в траншее. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Окончательное испытание сети производят спустя 1—3 сут после засыпки траншей и заполнения трубопровода водой. После этого давление в сети поднимается до испытательного, измеряют утечки воды в трубопроводе. Утечки не должны превышать предельных норм, установленных СНиП.

Применяют также испытание трубопроводов сжатым воздухом.

После испытания трубопроводов на герметичность и устранения дефектов производят промывку и дезинфекцию водопроводных сетей.

Трубопроводы промывают водопроводной водой, текущей по возможности с большой скоростью до тех пор, пока вытекающая вода не станет прозрачной. После этого приступают к дезинфекции с применением хлорной извести или газообразного хлора в концентрации 40 мг хлора на 1 л воды. Продолжительность процесса дезинфекции должна быть не менее 1 сут.

После дезинфекции хлорную воду сливают и окончательно промывают сеть чистой водой.

Безнапорную (канализационную) сеть также проверяют в две стадии: до и после засыпки.

Проверку ведут участками, ограниченными двумя смотровыми колодцами.

При высоком уровне грунтовых вод (выше отметки расположения трубопровода) герметичность системы проверяют на приток, при низком уровне — на утечку. При испытаниях на утечку в нижнем колодце трубу перекрывают пробкой с необходимым распором, а в верхний колодец заливают воду таким образом, чтобы в системе был создан напор, определяемый глубиной колодца (3—4 м водяного столба).

Проверке герметичности трубопровода предшествует заполнение его водой за сутки до начала проверки.

Утечка воды из системы оценивается понижением уровня в колодце. Испытание проводят в течение 30 мин, при этом принятый уровень в колодце поддерживается путем долива в него воды. По расходу воды на утечки оценивают степень герметичности и соответствие ее требованиям СНиПа.

4.5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ

Способ прокладки трубопроводов различного назначения прокалыванием применяют в случаях, когда практически нельзя выполнить на этом участке траншею для укладки трубопровода: при пересечении автомобильных или железных дорог, трамвайных путей, иногда улиц.

Способ применим только для стальных труб диаметром не более 600 мм и длиной до 20 м и, как исключение, до 50 м. Для выполнения работ по обеим сторонам дороги устраивают котлованы глубиной, превышающей отметку положения трубопровода на 0,5 м. Рабочий котлован отрывают длиной от 8 до 13 м, приемный — до 2,5 м (рис. 4.4). В рабочем котловане устраивают упор для восприятия давления от гидравлических домкратов, устанавливают направляющую раму и подготавливают место для сборки, сварки, изоляции монтажного стыка при наращивании трубопровода. Здесь же или на берме устанавливают масляный насос для домкратов. Рабочий конец трубы снабжается конусным наконечником с диаметром основания, превышающим на 50 мм диаметр трубопровода. Рабочий ход домкрата обычно не превышает 1—1,6 м, поэтому по мере прокола используют удлинительные патрубки длиной от 1 до 4 м.

Поскольку смена патрубков — трудоемкий процесс, целесообразно использовать внутренний или наружный шомпол.

Внутренний шомпол — это труба меньшего диаметра, сблочкированная со штоком домкрата, вставленная внутрь прокладываемой трубы. В стенках шомпола просверлены отверстия под штыри, упирающиеся в наголовник прокалываемой трубы.

При продвижении трубы на длину штока домкрата шомпол вместе со штоком возвращается в исходное положение, а для

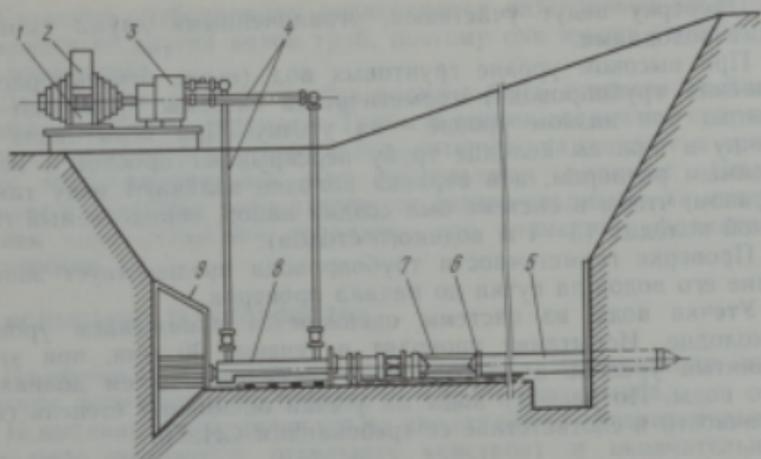


Рис. 4.4. Схема прокладки труб методом прокола:
 1 — электродвигатель; 2 — щиток управления; 3 — насос; 4 — маслопроводы; 5 — прокладываемая труба; 6 — направляющий брус; 7 — патрубок; 8 — домкраты; 9 — упор

следующего цикла продвижения трубы штырь вставляют в новое отверстие.

Для уменьшения сопротивления движению трубы в грунте вместо глухого наконечника применяют наконечники с отверстиями для размыва грунта водой под давлением 0,1—0,2 МПа. Подобная технология прокола существует также с применением тракторов-тягачей вместо домкратов.

Скорость прокола зависит от грунтовых условий и применяемого оборудования и изменяется в пределах 6—10 м/смену.

Для закрытой укладки трубопроводов большого диаметра (600—1400 мм) способ прокола неэффективен, вместо него применяют способ продавливания. Отличие состоит в том, что трубы вдавливаются в грунт с открытым концом, а по мере внедрения грунт удаляют средствами гидромеханизации. Технология вдавливания труб в массив аналогична прокалыванию, отличия сопряжены с большим диаметром труб и сопротивлением их вдавливанию. Требуется более мощная конструкция упора в котловане, число домкратов увеличивается на 4—6 единиц и др.

При прокладке железобетонных труб на конец первого звена надевают стальную насадку в виде трубы длиной до 2 м с заостренной режущей кромкой.

Длина участка прокладки трубопровода из одного рабочего котлована составляет 30—80 м. Если проектная длина трубопровода превышает указанные предельные размеры, то ее разделяют на несколько участков, для которых сооружают индивидуально рабочие и приемные котлованы.

Давление домкратов на трубопровод передается наружными шомполами, которые блокируют с помощью штырей с оголовком трубопровода с одной стороны и с штоками домкратов или нажимной балкой — с другой.

Скорость проходки способом продавливания зависит от диаметра трубы, свойств грунта, длины трубопровода и изменяется в пределах 1,8—4 м/смену.

Прокладка трубопроводов с помощью горизонтального бурения отличается от прокола тем, что грунт не уплотняется, а режется.

Для прокладки трубопроводов диаметром от 100 до 1000 мм существуют различной конструкции машины (агрегаты) горизонтального бурения. С помощью таких агрегатов прокладывают трубопроводы в песчаных грунтах на длину 20—45 м, а в глинистых — до 100 м. Способ состоит в одновременном бурении скважины соответствующего диаметра и прокладке в ней трубы. Бурение осуществляют буровой машиной вращательного действия, у которой буровая коронка насажена на вал шнекового конвейера. Последний размещается в трубопроводе и служит для выдачи грунта в рабочий котлован. Для перемещения трубы по скважине используют лебедки с полиспастом. В качестве привода применяют двигатель внутреннего сгорания.

Весь этот агрегат монтируют в котловане на раме на катушечных опорах. Длина рабочего котлована при такой технологии должна соответствовать общей длине перехода, т. е. конечной длине трубопровода в закрытом грунте.

При секционной укладке трубопроводов, когда бурение скважины чередуется с подвиганием трубопровода на длину секции, длина рабочего котлована не превышает 15 м.

4.6. ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ В ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ, СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ И РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

Особенности прокладки трубопроводов в указанных условиях связаны с возможными значительными деформациями трубопроводов, что приводит нередко к их разрыву.

Для повышения надежности коммуникаций в экстремальных условиях применяют дополнительные меры при их укладке. Так, в просадочных грунтах требуется особо тщательное уплотнение оснований в котлованах, а также хорошо продуманная система защиты от атмосферных вод. При прокладке чугунных, железобетонных и асбестоцементных трубопроводов применяют стыки на резиновых кольцах. Наибольшую гарантию надежности при эксплуатации дает укладка трубопроводов на свайных опорах. При прокладке стальных трубопроводов предусматри-

вают по трассе устройство ниш, в которых размещают различного рода компенсаторы.

В процессе строительства предъявляются повышенные требования к качеству устройства стыков, герметичности системы и испытаниям трубопроводов.

При строительстве трубопроводов на подрабатываемых территориях приходится устраивать большое число ниш для размещения компенсаторов.

В сейсмических районах раструбные и муфтовые соединения делают на резиновых кольцах, а незаполненную часть зазора в напорных трубопроводах заделывают алюминиевой стружкой, в безнапорных — битумной мастикой. Сооружения на сетях (колодцы, канавы и др.) для придания им пластичности возводят на цементном растворе с добавкой глины. Прибегают также к устройству гибких соединений трубопроводов по аналогии с укладкой трубопроводов в просадочных грунтах.

На вечномерзлых грунтах трубопроводы укладывают в полупроходных или проходных каналах. Последние сооружают из сборных железобетонных элементов в траншеях на песчаной подушке толщиной 0,8—1 м. По ней дополнительно укладывают слой глинобетона толщиной 0,2 м, а по нему плиту из бетона марки 50.

В каналах с интервалом 20 м устанавливают вентиляционные трубы, вдоль канала устраивают дренаж из крупнозернистого песка.

4.7 ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОКЛАДКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

При прокладке трубопроводов необходимо строго выполнять правила безопасного ведения земляных, монтажных, электросварочных и изоляционных работ. Необходимо следить за состоянием откосов траншей и их крепи. При производстве изоляционных работ следует пользоваться правилами безопасности на эти работы, особое внимание уделяя защите людей от ожогов, отравлений и загораний легковоспламеняющихся мастик.

В период испытаний трубопроводов гидравлическим способом все, кто проводит испытания, должны находиться на безопасном расстоянии от трубопроводов или последние должны быть ограждены щитами на случай выбивания заглушек, образования в швах свищей и пробивки прокладок. Все опасные места до начала испытаний обозначают предупредительными надписями или специальными знаками. При пневматических испытаниях охраняют зону на расстоянии 7—25 м от трубопровода, исключая попадание туда рабочих, специалистов и посторонних людей. Обнаруженные дефекты исправляют после снятия давления и выравнивания его до атмосферного.

При горизонтальном продавливании труб пребывание в них рабочих разрешается, если диаметр трубы не менее 1200 мм и длина участка не более 40 м. Непрерывное пребывание рабочего в трубе не должно превышать 1 ч, а интервалы между рабочими циклами не менее 0,5 ч. Запрещается разработка грунта за пределами режущего ножа.

Запрещается газовая сварка плетей трубопроводов на дне траншей.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные способы прокладки трубопроводов.
2. В чем состоят особенности укладки трубопроводов из различных материалов?
3. Как и в какой последовательности производят испытания трубопроводов при строительстве?
4. Какие специальные способы прокладки трубопроводов существуют на практике?

5. БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАБОТЫ

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Бетонными работами называется комплекс работ и процессов по возведению строительных конструкций из рационально подобранных бетонных смесей, состоящих из вяжущего вещества, заполнителей, воды, специальных добавок, которые обладают способностью твердеть, превращаясь в монолит (бетон) с заданными физико-механическими свойствами.

Железобетонные работы — это работы по возведению конструкций из бетонных смесей и стальной арматуры, которая обеспечивает благодаря сцеплению с затвердевшим бетоном значительное повышение прочности этих конструкций при работе на изгиб и растяжение.

В зависимости от методов конструирования и способов выполнения конструкции делят на монолитные, которые изготавливают непосредственно на строящемся объекте, и сборные, которые изготавливают предварительно на заводах и далее монтируют на строящемся объекте.

Бетон и железобетон — основные материалы в строительстве. В 1989 г. в СССР произведено более 250 млн. м³ бетона и железобетона, из которых на долю монолитного приходится около 125 млн. м³. Имеется устойчивая тенденция к расширению объемов применения монолитного бетона и железобетона в строительстве. Это связано, в частности, с тем, что наряду с более высокими конструктивными параметрами монолитные сооружения требуют на 5—15% меньше металла и в 3—4 ра-

за — энергии. Кроме того, при монолитном строительстве снижаются транспортные расходы. Обычно сборные железобетонные элементы перевозят на значительные расстояния (в среднем по стране на 400—700 км), тогда как монолитный бетон — на 15—30 км. Это в 2—3 раза снижает стоимость перевозки 1 м³ будущей конструкции.

При применении современной комплексной механизации монолитное строительство дешевле, чем сборное железобетонное. Однако более широкое применение монолитного бетона и железобетона сдерживается высокой трудоемкостью бетонных и железобетонных работ, равной от 3 до 13 чел.-ч/м³. Это объясняется тем, что указанные работы слабо механизированы, доля ручного труда здесь в среднем по СССР достигает 60%. На строительстве шахтной поверхности эта доля оценивается 51—65%. Проведение мероприятий по комплексной механизации бетонных и железобетонных работ позволяет снизить их трудоемкость до 1 чел.-ч/м³ и сделать тем самым монолитное строительство экономически выгодным.

Бетонные и железобетонные работы включают в себя опалубочные (изготовление, установка и разборка опалубки), арматурные (изготовление и установка арматуры) и бетонные (приготовление, подача, укладка и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном в процессе его твердения) работы. Правильная, научно обоснованная организация этих работ и применение новейших достижений призваны обеспечить наиболее высокие показатели производительности труда при одновременном снижении стоимости производства работ.

5.2. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

Опалубка — это временная вспомогательная конструкция, обеспечивающая заданные форму и размеры возводимого элемента конструкции или сооружения, предназначенная для укладки, твердения бетонной смеси и ухода за ней до получения заданных по проекту физико-механических свойств бетона. Работы по изготовлению и установке опалубки называют опалубочными.

Опалубка состоит из обшивки (палубы), которая непосредственно соприкасается с бетоном и определяет форму, размеры и качество поверхности конструкции; каркаса, соединяющего между собой элементы обшивки и придающего ей необходимую жесткость; опорных устройств (лесов), с помощью которых палубу и каркас фиксируют в проектном положении, а также различных скрепляющих устройств (скруток, накладок и др.).

Опалубка и опалубочные работы должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 23478—79 «Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструк-

ций. Классификация и общие технические требования» и СНиП III-15—76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные».

В соответствии с этими требованиями опалубка должна быть прочной, жесткой и устойчивой, не деформироваться под воздействием монтажных, транспортных и технологических (при укладке бетонной смеси) нагрузок. Обшивка опалубки должна быть плотной, исключая просачивание цементного раствора, ее поверхность должна иметь минимальную адгезию к бетону и обеспечивать высокое качество поверхности бетона конструкции. Конструкция опалубки должна быть технологичной, т. е. она должна легко устанавливаться и разбираться, при ремонте позволять легко и удобно заменять элементы, вышедшие из строя, должна быть пригодной для укрупнительной сборки с последующим крупноразмерным монтажом панелями и блоками, обеспечивая при этом необходимую точность размеров монолитных конструкций. Опалубка должна использоваться многократно, т. е. обладать хорошей оборачиваемостью. Материал опалубки должен быть экономичным.

В настоящее время для опалубки широко применяют деревянные материалы, отвечающие требованиям ГОСТ 9463—88, ГОСТ 8486—86. Лесоматериалы должны быть не ниже 2-го сорта, иметь влажность не ниже 22%, если их используют для изготовления поддерживающих элементов, и не ниже 18% — для изготовления палубы. Деревянные материалы легко обрабатываются, имеют небольшую массу, поэтому удобны для изготовления сложных опалубок при выполнении индивидуальных проектов промышленных сооружений поверхности горнодобывающих предприятий. Недостатком опалубки из древесины является ее низкая оборачиваемость, которая не превышает 10 раз.

Для изготовления обшивки используют фанеру различных марок. Если применяют фанеру марки ФСФ и ФК, то для увеличения оборачиваемости ее защищают водостойким покрытием. Целесообразнее использовать ламинированную фанеру (ТУ 13-649—82), которая с обеих сторон покрыта фенолформальдегидными пленками по шлифованной поверхности фанеры. Фанерная обшивка позволяет получить высококачественные лицевые поверхности. Она легче деревянной, обладает большей оборачиваемостью. Недостатками фанеры являются ее дефицитность и высокая стоимость.

Для устройства опалубки применяют также древесностружечные и древесно-волокнистые плиты, обладающие гидрофобностью, водостойкостью или имеющие стойкие покрытия. Однако дефицитность и значительная масса препятствуют широкому внедрению этих материалов для изготовления опалубок.

Для изготовления поддерживающих элементов опалубки и палубы широко применяют металл. Палубу обычно изготов-

ливают из листовой стали толщиной 2—3 мм. Каркасы опалубочных щитов, опорные устройства, крепления изготавливают из профильной стали, а несущие инвентарные леса — из трубчатой стали.

Металлическая опалубка обеспечивает высокое качество поверхности бетона и имеет высокую оборачиваемость (до 100 раз). Поэтому, несмотря на высокую первоначальную стоимость, применять металлическую опалубку выгодно.

Пластмассы, синтетические смолы и композиты обладают прочностью, водостойкостью, коррозионной стойкостью, характерными для таких материалов, как сталь. Они легко обрабатываются, имеют небольшую массу, близкую к массе древесины, не гниют и не ржавеют. Поэтому они перспективны в качестве опалубочных материалов.

В отечественной и зарубежной практике широко применяют стеклопластики на различной полимерной основе и пластики на основе поливинилхлорида. Однако в связи с большой стоимостью и дефицитностью полимерные материалы в большей степени применяют для покрытий обшивки опалубок, что обеспечивает снижение адгезии опалубки к бетону, улучшает вид поверхности бетона конструкций, предохраняет опалубки от действия щелочей, воды и других агрессивных факторов.

Широко применяют в качестве опалубок армоцементные, асбестоцементные, бетонные и железобетонные тонкостенные плиты и трубы, образующие несъемную опалубку, которая после укладки бетонной смеси становится частью бетонируемой поверхности.

При проектировании опалубочные формы и леса рассчитывают на вертикальные и горизонтальные нагрузки в соответствии с приложением I СНиП III-15—76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные».

Вертикальные нагрузки действуют на горизонтальную опалубку днищ балок, перекрытий и т.п. Они складываются из собственного веса опалубочных элементов, их креплений, поддерживающих устройств P_{00} , все параметры которых принимают в соответствии с проектом опалубки, а также веса уложенной бетонной смеси P_0 , веса арматуры P_a , принимаемого по проекту монолитной конструкции, веса транспортных средств и рабочих, находящихся на опалубке при бетонировании, P_r . Учитывают также дополнительное динамическое давление от вибрирования бетонной смеси $P_d = 2000$ Па. Определенные элементы опалубки поверочно рассчитывают на сосредоточенные нагрузки от веса колес двухколесной тележки, равной 2500 Н, и веса рабочего с грузом — 1300 Н.

Расчетная нагрузка на опалубку

$$P_r = P_{00}k_1 + P_0k_2 + P_ak_2 + P_rk_3 + P_dk_4.$$

где k_i — коэффициенты перегрузки, принимаются равными $k_1 = 1,1$ для величин $P_{ос}$, $k_2 = 1,2$ для величин P_6 и $P_{дл}$, $k_3 = 1,3$ для величин P_v и $P_{дл}$.

Вертикальная опалубка стен, колонн, фундаментов и других конструкций подвергается нагрузке от ветра (определяется по СНиП) и нагрузке от бокового давления $P_{6,д}$ укладываемой бетонной смеси, которую рассчитывают в зависимости от высоты свежеуложенного слоя бетонной смеси h (м) и скорости бетонирования v (м/ч).

При уплотнении бетонной смеси глубинными вибраторами

$$P_{6,д} = \gamma h \quad (\text{при } h \leq R \text{ и } v < 0,75 \text{ м/ч}); \quad (5.1)$$

$$P_{6,д, макс} = \gamma(0,27v + 0,78)k_1k_2 \quad (\text{при } h > 1 \text{ и } v \geq 0,5 \text{ м/ч}), \quad (5.2)$$

где γ — плотность бетонной смеси (для тяжелого бетона 2500 кг/м³, керамзитобетона 1600—1800 кг/м³); R — радиус действия вибратора, м; k_1 — коэффициент, учитывающий подвижность бетонной смеси (принимают при осадке конуса 0—2 см — 0,8; 4—6 см — 1; 8—12 см — 1,2); k_2 — коэффициент, зависящий от температуры укладываемой бетонной смеси (принимают равным 1,15 при температуре смеси 5—7° С; 1 — при температуре 12—17° С; 0,85 — при температуре 28—32° С).

Если используют наружный вибратор с радиусом действия R , то нагрузку определяют по формуле 5.1 при $v < 4,5$ м/ч и $h \leq 2R$, и по формуле 5.2 при $v \geq 4,5$ м/ч и $h > 2$ м. Упрощенно давление бетонной смеси на боковую опалубку описывают треугольной эпюрой, при которой результирующая нагрузка будет равна $P_n = \gamma h^2/2$.

Кроме статического бокового давления бетонной смеси на опалубку действует горизонтальная динамическая нагрузка при сбрасывании смеси из средств доставки $P_{дин}$ и ее вибрация $P_{виб}$. Если бетонную смесь подают по лоткам, хоботам или бетонопроводам, то рекомендуется принимать $P_{дин} = 4000$ Па; если подачу осуществляют бадьями вместимостью до 0,8 м³, то $P_{дин} = 4000$ Па, если вместимостью более 0,8 м³, то $P_{дин} = 6000$ Па.

Расчетная горизонтальная нагрузка

$$P'_p = \sum P'_n k_i,$$

где k_i принимают равным для ветровых нагрузок 1,2; от бокового давления бетонной смеси и от сотрясения при выгрузке бетонной смеси — 1,3; P'_n — нормативная нагрузка.

Наиболее невыгодные сочетания нагрузок, действующих на горизонтальные и вертикальные элементы опалубки, определяют согласно СНиП III-15—76 по данным табл. 5.1.

Расчет элементов опалубки производят по известным правилам сопромата, причем прогиб элементов опалубки не должен превышать 1/400 пролета элемента опалубки и только для

Таблица 5.1

Элементы опалубки	Сочетания нагрузок на опалубку при расчете	
	по несущей способности	по деформациям
Опалубка плит, сводов и поддерживающих ее устройств	$P_{от} + P_0 + P_s + P_r$	$P_{от} + P_0$
Боковая опалубка балок, прогонов, арок	$P_{0,2} + P_{от}$	$P_{0,2}$
Днища коробок балок, прогонов и арок	$P_{от} + P_0 + P_s$	$P_{от} + P_0 + P_s$
Опалубка фундаментов и массивов	$P_{0,2} + P_{от}$	$P_{0,2}$
Опалубка колонн со стороной до 300 мм и стен толщиной до 100 мм	$P_{0,2} + P_{от}$	$P_{0,2}$
То же, со стороной более 300 мм и толщиной более 100 мм	$P_{0,2} + P_{от}$	$P_{0,2}$

опалубки скрытых поверхностей бетона эта величина может равняться 1/250 пролета.

Оборачиваемость является одним из важнейших показателей опалубки. Чем выше оборачиваемость, тем ниже ее стоимость. Многократное применение одних и тех же опалубочных форм (n оборотов) снижает стоимость 1 м³ забетонированной конструкции, так как в эту стоимость войдет лишь M/n стоимости опалубки, если принять, что M — ее начальная стоимость на 1 м³ конструкции.

После каждого использования (оборота) опалубка изнашивается и требует затрат материала и труда на приведение ее в пригодное состояние. Отношение дополнительных затрат на ремонт опалубки к первоначальным затратам называют коэффициентом износа α . Затраты на одно восстановление опалубки тогда будут равны αM . При числе оборотов n полные затраты на опалубку

$$M_c = M + (n-1) \alpha M.$$

Затраты на каждый оборот

$$M_1 = \frac{M_c}{n} = M \left(\frac{1-\alpha}{n} + \alpha \right).$$

Если принять, например, $\alpha = 0,2$ и $n = 8$, то получим, что $M_1 = 0,3 M$, т. е. на 1 м³ конструкции, забетонированной с помощью данной опалубки, требуется только около трети первоначальной стоимости опалубки.

Сравнение экономичности опалубок по материалу (при одинаковых конструктивных решениях) можно произвести на основании данных о ее оборачиваемости, используя неравенство

$$n_1/n_2 > M_1/M_2,$$

где n_1 и M_1 — соответственно максимальное число оборотов и стоимость опалубки из принятого к использованию материала; n_2 и M_2 — то же, для материала, принятого за эталон.

По конструктивным признакам опалубки подразделяют на разборно-переставные (мелкощитовые и крупнощитовые), подъемно- и объемно-переставные, блочные, блочно-переставные, скользящие, горизонтально-перемещаемые (катучие, толкальные), пневматические, несъемные и термореактивные.

В СССР в настоящее время около 95% всех видов бетонных и железобетонных конструкций бетонируют с применением разборно-переставных опалубок.

Разборно-переставная мелкощитовая опалубка обладает универсальностью при бетонировании самых различных монолитных конструкций и поэтому нашла наиболее массовое применение во всех видах строительства. Ее собирают из малоразмерных дощатых, стальных или фанерных щитов с обрамлением и ребрами жесткости. Деревянные щиты изготавливают из досок толщиной 25 мм, коробчатые щиты — из шпунтовых досок толщиной 28 мм, длиной и шириной кратно укрупненному модулю 400; 500; 600 мм. На высоте опалубку опирают на леса, состоящие из стоек, расшивин (прогонов) и раскосов.

В настоящее время наиболее перспективной является мелкощитовая опалубка «Монолитстрой», которая положена в основу проводимой унификации и типизации применяемых в стране опалубок этого класса.

Разборно-переставная крупнощитовая опалубка универсальна и мобильна в применении. Она позволяет механизировать опалубочные работы и снижать их трудоемкость, а также достигать хорошего качества поверхности. Среди различных опалубок этого типа получили наибольшее применение унифицированная стальная опалубка конструкции ЦНИИОМТП и крупнощитовая опалубка универсального назначения.

Опалубка ЦНИИОМТП включает щитовую модульную опалубку стен (рис. 5.1) и опалубку перекрытий (рис. 5.2).

Крупнощитовая опалубка универсального назначения состоит из модульных щитов. Унификация размеров щитов позволяет устанавливать их в любых сочетаниях.

Леса, устраиваемые для поддержки разборно-переставных опалубок, состоят из стоек, прогонов (расшивин), раско-

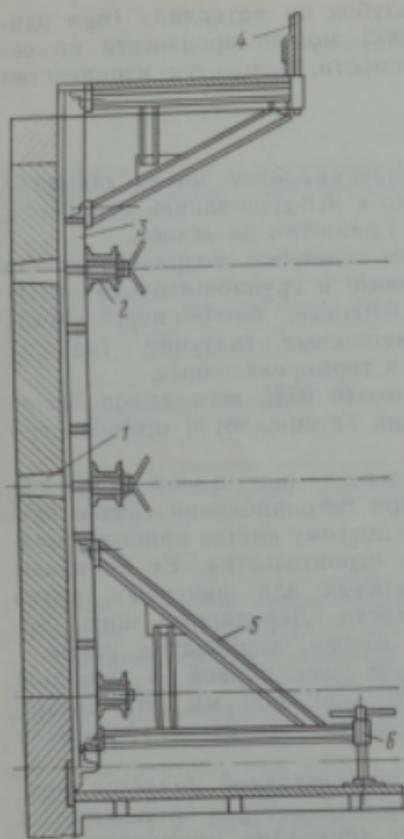


Рис. 5.1. Щитовая модульная опалубка стен ЦНИИОМТП:
 1 — тяж; 2 — схватка; 3 — щит; 4 — ограждение; 5 — подкос; 6 — дократ

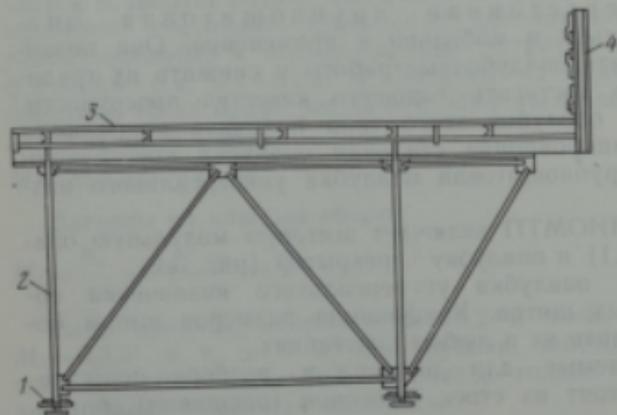


Рис. 5.2. Опалубка перекрытий:
 1 — дократ; 2 — каркас; 3 — палуба; 4 — ограждение

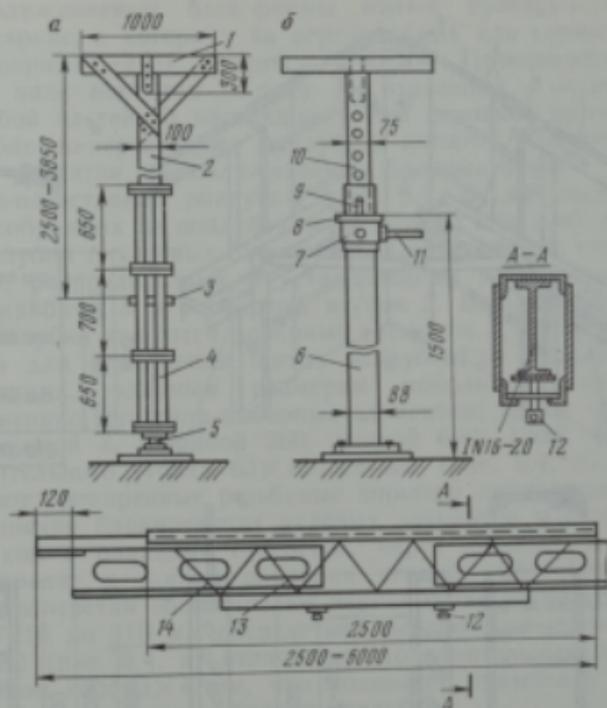


Рис. 5.3. Инвентарные раздвижные леса:
 1 — оголовок-перекладина; 2 — выдвижной деревянный брус; 3 — стальной вкладыш;
 4 — стальной стакан; 5 — винтовой домкрат; 6 — базовая труба; 7 — домкрат; 8 —
 шайба; 9 — чека; 10 — выдвижная штанга; 11 — рукоятка домкрата; 12 — крепежный
 винт; 13 — выдвижная балка; 14 — прутковая ферма

сов и лаг, образующих жесткую пространственную конструкцию, фиксирующую опалубку в проектном положении.

Леса бывают поэтажными и сквозными. Поэтажные леса поддерживают однотипные конструкции на каждом этапе. Чаще всего поэтажные леса применяют при бетонировании плит перекрытий, балок и прогонов на высоте до 6 м.

Для устройства поэтажных лесов целесообразно применять инвентарные раздвижные стойки треста «Строитель» (рис. 5.3, а) или стойки ЦНИИОМТП (рис. 5.3, б).

При устройстве плит перекрытия применяют раздвижные ригели «Монолит», которые позволяют перекрыть пролет от 2500 до 6000 мм с интервалом через 500 мм.

На основе инвентарных щитов, лесов и других элементов решаются конструкции опалубок частей зданий и сооружений.

Блочные опалубки применяют для бетонирования от-

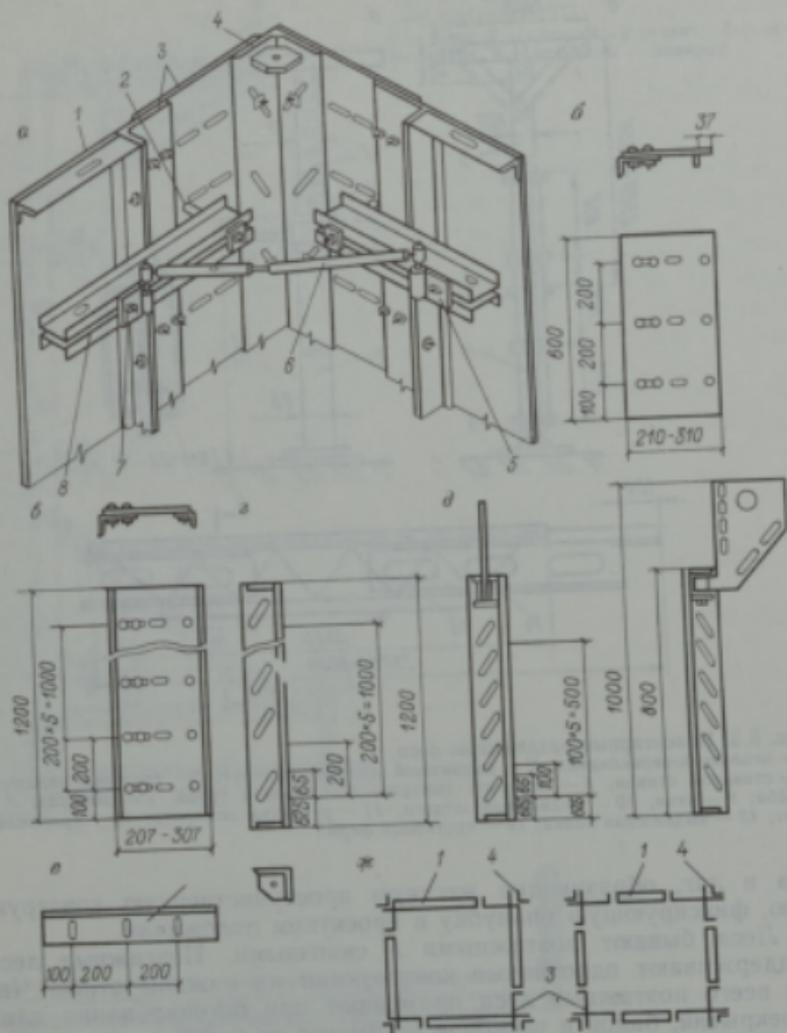


Рис. 5.4. Блочно-переставная опалубка

дельно стоящих фундаментов под элементы каркаса, колонн, ригелей, ростверков и т. д. Блок-формы изготавливают как неразъемными, рассчитанными на раннюю (не позже 24 ч после укладки) распалубку, так и разъемными, которые имеют жесткое или шарнирное соединение элементов. Более прогрессивными являются переналаживаемые блок-формы.

Переналаживаемые блок-формы имеют пространственный жесткий каркас, к которому на вертикальных или горизонтальных шарнирных тягах крепятся створки. Пространственный каркас в виде порталов состоит из отдельных, соединенных между собой частей. В настоящее время основное применение находят блочно-переставные опалубки, которые являются результатом развития переналаживаемых блочных форм.

Блочно-переставная опалубка (рис. 5.4, а, ж) состоит из панелей, собранных из опалубочных щитов со стальной или фанерной палубой 1, угловых блокирующих элементов 4, стяжек 6, схваток 8, распределенных и установленных с помощью болтов 7 с шайбами 5 и распорных втулок 2. Важной составной частью опалубки являются доборные элементы 3, которые предназначены для дополнения щитов опалубки до размеров, соответствующих заданным размерам монолитных конструкций. Применяют два типа доборных элементов: ДЭ1 — из пластины толщиной 8, шириной 260, длиной 600; 1200; 1800 мм и соединительного уголка $63 \times 100 \times 8$ мм (рис. 5.4, б). Пластины имеют приваренные резьбовые шпильки диаметром 16 мм для соединения блокирующих угловых элементов или монтажных уголков и овальные отверстия, через которые доборный элемент крепят к щитам опалубки уголком $63 \times 100 \times 8$ мм. Овальные отверстия обеспечивают перемещение элемента в пределах от 210 до 310 мм посредством передвижки уголка; элементы ДЭ2 (рис. 5.4, в) отличаются дополнительным монтажным уголком $63 \times 63 \times 4$ мм, что позволяет применять их как щит при сборке наружных блоков опалубки.

Угловые блокирующие элементы (рис. 5.4, г) служат для сборки блоков опалубки, а также сдвижки и раздвижки при установке для бетонирования и снятия блока опалубки с забетонированных конструкций без разборки его. Элемент изготавливают из уголка $110 \times 110 \times 8$ мм с просеченными продолговатыми наклонными пазами в елочку с шагом 200 мм, что соответствует размерам резьбовых шпилек в доборных элементах и отверстиям в щитах опалубки. С помощью пазов обеспечивается сдвижка на 38 мм. Для соединения и наращивания угловых элементов по высоте по концам приваривают перпендикулярно к оси уголка пластины толщиной 10 мм с отверстиями диаметром 25 мм под соединительный болт. В комплект опалубки входят элементы: Уг-1 (рис. 5.4, г) длиной 600, 1200, 1800 мм, которые можно использовать для наружного и внутреннего блока опалубки, Уг-2 и Уг-3 (для сборки ступенчатых фундаментов), которые отличаются от элементов Уг-1 шарнирно-прикрепленными перфорированными косынками для соединения диагональных связей из схваток (рис. 5.4, д). Наклонные пазы в элементах Уг-2 и Уг-3 просечены через 100 мм, что обеспечивает присоединение к ним щитов опалубки шириной 300; 400; 500;

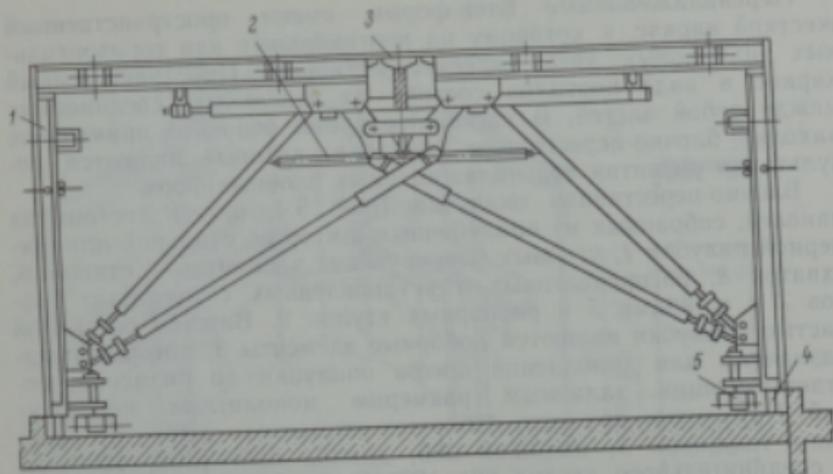


Рис. 5.5. Унифицированная объемно-переставная опалубка из П-образных секций

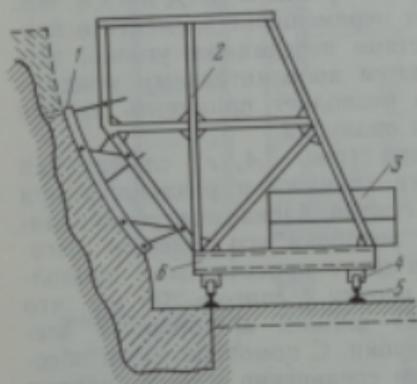


Рис. 5.6. Принципиальная схема катучей опалубки:
1 — щиты опалубки; 2 — каркас; 3 — контргруз; 4 — катки; 5 — рельс; 6 — тележка

600 мм. Элементы Уг-4 и Уг-5 предназначены для сборки отдельного опалубочного щита или панели (рис. 5.4 е).

Благодаря наклонному расположению пазов при подъеме углового блокирующего элемента при снятии опалубки щиты отходят от забетонированной поверхности перпендикулярно к ней и возвращают их в исходное положение при его опускании. Схватки предназначены для придания жесткости панелям и ступеням опалубки в пространстве. Их выполняют из двух швеллеров № 6,5 длиной 1; 1,5; 2; 2,5; 3 и 3,5 м.

Объемно-переставную опалубку применяют для

возведения монолитных зданий регулярной структуры. Опалубка (рис. 5.5) состоит из двух Г-образных щитов 1, объединенных распалубочным механизмом 2, и регулируемых по длине подкосов. Горизонтальная вставка 3 позволяет изменять толщину бетонизируемых стен при использовании однотипных секций путем ее замены. Опалубку перемещают на катках 4, в рабочее положение устанавливают домкратом 5. Секции опалубки имеют ширину 1,2 и 1,5 м и массу от 85 до 100 кг/м². Секции продольной стены имеют дополнительный щит, устанавливаемый с наружной стороны.

Горизонтально-перемещаемая (катучая) опалубка предназначена для бетонирования протяженных конструкций с постоянной конфигурацией (цилиндрических сводов-оболочек, подпорных стенок, путепроводов и т. п.). Принципиальная схема катучей опалубки представлена на рис. 5.6. Катучую опалубку целесообразно применять для протяженных стен площадью не менее 200 м при высоте до 3 м и площадью 180 м² при высоте стен 3—6 м, а также для замкнутых в плане стен (резервуары и т. п.) площадью не менее 450 м² при высоте стен до 3 м и 400 м² — при высоте стен 3—6 м.

Скользкую опалубку применяют при возведении монолитных бетонных башенных копров, складов угля в виде силосов. В промышленном и гражданском строительстве скользкую опалубку используют при возведении элеваторов, градирен, метантенков, труб, ядер жесткости и стен зданий повышенной этажности. В настоящее время к применению рекомендуется скользкая опалубка универсального назначения типов А и Б, которые, в основном, отличаются тем, что для опалубки типа А применяют гидравлическое подъемное оборудование, для опалубки типа Б — электромеханическое. Можно применять и пневматическое подъемное оборудование. Опалубка с гидравлическим устройством представлена на рис. 5.7, а.

Скользкая опалубка состоит из регулятора горизонтальности 1, гидравлического или электромеханического домкрата 2, домкратной рамки 3, рабочего пола 4, щитов 5, домкратной стержня 6, внутренних 7 и наружных 8 подвесных подмостей, козырька 9 и ограждения 10.

Гидравлические домкраты применяют чаще. Одноцилиндровый гидравлический домкрат непрерывного действия имеет нижнюю и верхнюю опоры. Попеременно опираясь на них, он как бы «шагает» по домкратному стержню, поднимая скользкую опалубку за время одного цикла на 25—50 мм.

Домкратные стержни в расчете конструкции на прочность не учитывают. Для свободного извлечения стержня из бетона к домкратной рамке прикрепляют защитную трубку (каналообразователь) диаметром 32 мм и длиной 1450 мм.

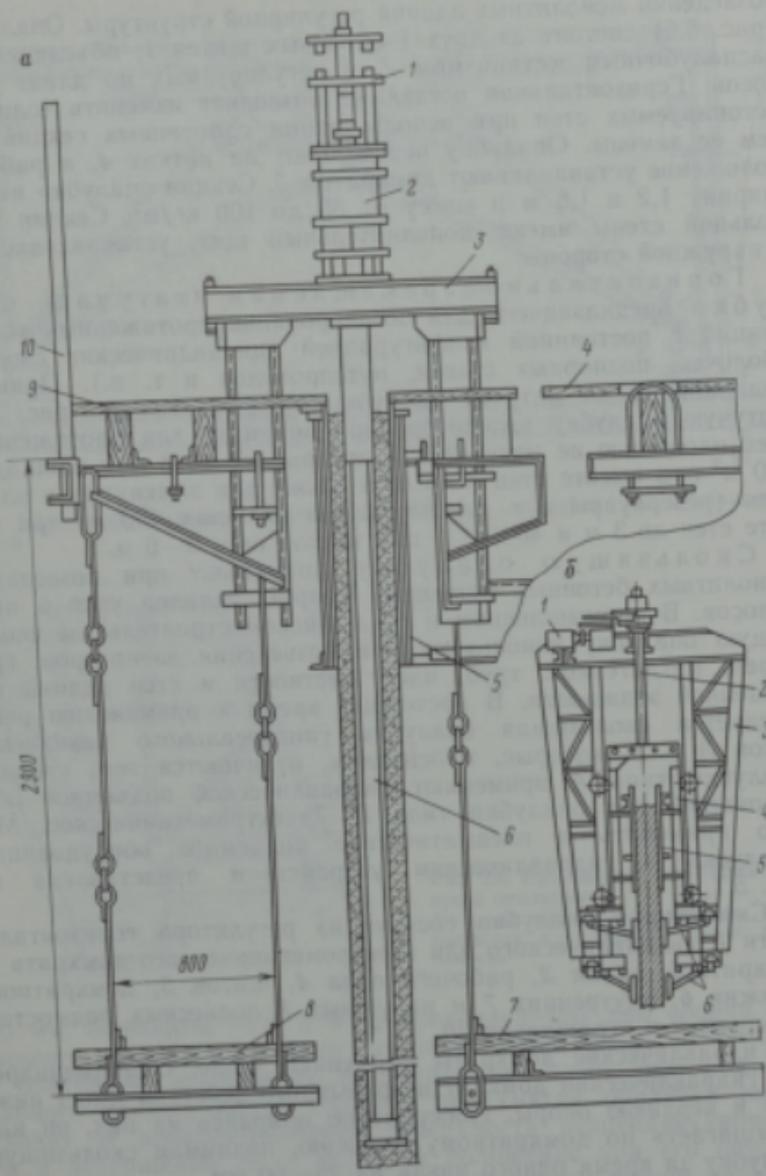


Рис. 5.7. Скользящие опалубки

По окончании бетонирования стержни извлекают специальным приспособлением, экономя 10—20 кг металла на 1 м³ уложенного бетона. В ГДР применяют опалубку, которая опирается на два опорных стержня через два домкрата, которые расположены снаружи с обеих сторон от опалубочных щитов.

Скользкая опалубка с опорно-подъемным устройством конструкции Донецкого Промстройинипроекта представлена на рис. 5.7, б. Эта опалубка исключает применение домкратных стержней. Она состоит из наружной 3 и внутренней 4 рам, электродвигателя подъема опалубки 1, подъемного винта 2, опорных приспособлений заклинивающего типа 6 и щитов 5, прикрепленных к внутренней раме 4. Сюда же прикреплены рабочая площадка и подвесные подмости.

Подъем опалубки производят следующим образом: щиты опирают на стену сооружения с помощью гидравлических устройств. При перестановке щиты отводят от стены и винтом с помощью электродвигателя поднимают на заданный шаг подъема и вновь прижимают к стенам. Попеременной перестановкой опорных приспособлений поднимают наружную раму.

Недостатки опалубки: громоздкость, большая масса подъемных устройств, сложность подъема опалубки, малая грузоподъемность. Подъем производят циклично, т. е. опалубку используют как переставную. Это ведет к появлению технологических швов.

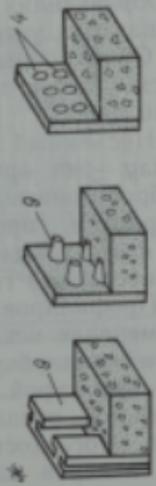
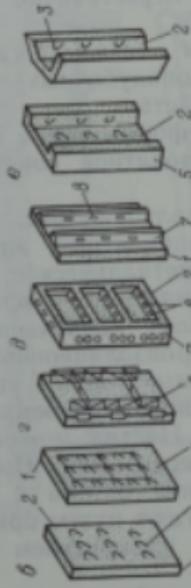
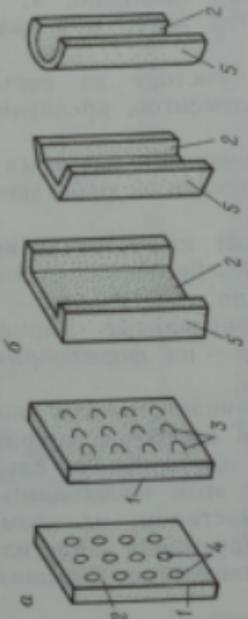
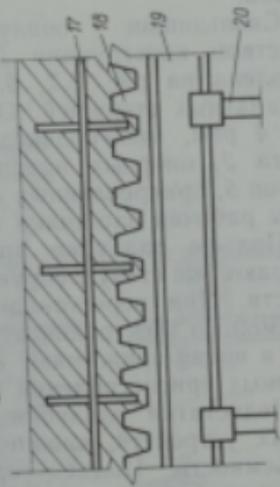
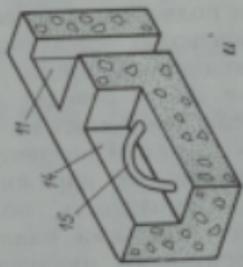
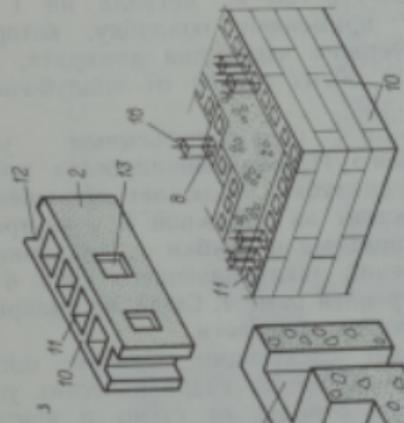
Несъемная опалубка состоит из несъемных формообразующих (опалубочных) элементов, креплений и поддерживающих устройств.

Опалубочные формы после окончания бетонных работ остаются частью монолитной конструкции и работают с ней как одно целое.

Несъемные опалубки (рис. 5.8) классифицируют: по материалу — на армоцементные, железобетонные, стеклоцементные, фибробетонные, металлические; по конструкции — на плоские, ребристые, профильные, унифицированные дырчатые блоки; по функциональному назначению — на формообразующие, облицовочные и гидроизоляционные.

Профилированный настил упрощает монтаж опалубки. Его применение исключает трудоемкий демонтаж, сокращает затраты на опалубку. Настил может одновременно служить внешней арматурой перекрытий. При этом необходимо обеспечить надежное сцепление бетона с настилом, их совместную работу. Этого достигают путем приваривания к настилу специальных анкеров или применением настила со специальным рифлением.

Опалубочные работы осуществляют в соответствии с проектом производства работ (ППР), в который входят маркиро-



вочные чертежи опалубки, спецификация элементов и общий объем комплекта опалубки, технологические карты и схемы организации опалубочных работ. Работы организуют по принципу поточной организации труда. Потребность в стационарной опалубке при этом

$$X = FT_0 / (Nl_{\text{см}}),$$

где F — общая площадь опалубливаемых поверхностей бетонных конструкций, м^2 ; N — общее число равновеликих захваток возводимого сооружения; T_0 — общая продолжительность занятости комплекта опалубок на одной захватке в днях, равная суммарным затратам времени на установку опалубки $l_{\text{см}}$, армирования $l_{\text{арм}}$, бетонирования $l_{\text{бет}}$, выдерживания бетона в опалубке $l_{\text{выж}}$, распалубки $l_{\text{рас}}$ и ремонта опалубки $l_{\text{рем}}$.

$$T_0 = l_{\text{см}} + l_{\text{арм}} + l_{\text{бет}} + l_{\text{выж}} + l_{\text{рас}} + l_{\text{рем}}.$$

Последовательность установки элементов опалубки зависит от конструкции, причем должна быть обеспечена устойчивость отдельных ее элементов в процессе установки.

Индустриализация опалубочных работ в случае, если невозможно применить несъемные опалубки, может быть обеспечена применением блочно-переставных опалубок.

Экономичность монолитного бетона определяется в значительной степени техническим уровнем опалубочных работ: в комплексе бетонных работ их стоимость в зависимости от типа конструкции достигает 15—20%.

Применение вышерассмотренных принципов конструирования и описанных прогрессивных типов опалубки позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели опалубочных работ. В настоящее время трудоемкость опалубочных работ в практике строительства объектов поверхности горных предприятий составляет 1,44—4,65 чел.-ч/ м^2 , а выработка рабочего не превышает 2,6—3,4 тыс. м^2 опалубки в год. Применение инвентарных опалубок «Монолит-72», УКО-67 сокращает трудоемкость работ до уровня 0,08—0,17 чел.-ч/ м^2 , применение блочных индивидуальных неразъемных — 0,15—0,2 чел.-ч/ м^2 , блочных переналаживаемой (переставной) — 0,25—0,45 чел.-ч/ м^2 , объемно-переставной Г-образной — 0,05—0,1

Рис. 5.8. Несъемные опалубки: армоцементная плоская (а) и профилированная (б); железобетонная плоская (в); армоопалубочная (г); ребристая (д); профильная (е); самоанкерующаяся (ж); армоопалубочная (з); ребристая (и); профилированная (к); из стального профиля (л); опалубка из унифицированных дырчатых блоков (м); из стального профиля (н); 1 — плита; 2 — активная поверхность; 3 — анкерные петли; 4 — отверстия; 5 — профильный элемент; 6 — арматурный каркас; 7 — ребро; 8 — анкерное отверстие; 9 — профильный элемент; 10 — унифицированный дырчатый блок; 11 — колодез; самоанкерующиеся элементы; 12 — стык; 13 — окно для образования шпонки; 14 — углубление; 15 — монтажная петля; 16 — арматурный каркас; 17 — арматура; 18 — профильный металлический настил; 19 — поддерживающий прогон; 20 — стойка

чел.-ч/м², несъемных — от 0,007 до 0,213 чел.-ч/м². Оборачиваемость опалубок: инвентарных от 5 до 80 раз, блочных 180—220 раз, объемно-переставных — до 300 раз.

5.3. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ

Комплекс работ по установке системы арматурных стержней и каркасов в опалубочные формы до начала бетонирования железобетонных конструкций называется арматурными работами.

Арматурные работы состоят из заготовки арматурных элементов, транспортировки их на объект и складирования, укрупнительной сборки на приобъектной площадке и подготовки арматуры, монтируемой отдельными стержнями, монтажа арматурных блоков, каркасов, сеток и стержней и их соединения в единую конструкцию в соответствии с проектом.

По трудоемкости арматурные работы составляют 30—35% от общих трудовых затрат, необходимых для изготовления железобетонных конструкций. При строительстве объектов шахтной поверхности доля ручных операций на арматурных работах в настоящее время превышает 60% из-за армирования конструкций отдельными стержнями, применения ручной дуговой электросварки и вязки арматуры проволокой. Доля сеток и каркасов, изготовленных промышленными методами, составляет в этом случае 15% общего объема арматуры. Трудоемкость арматурных работ на строительстве поверхности в зависимости от типа конструкций составляет 4,5—12 чел.-смен/т. Объем отходов стали при ручных работах составляет 6—8%. Общий расход этого материала на изготовление арматуры по СССР около 12 млн. т в год.

Основным направлением совершенствования арматурных работ следует считать их индустриализацию и механизацию путем централизованного массового изготовления арматуры заводской готовности на комплексно-механизованных технологических линиях, применения мобильных, портативных средств механизации работ по резке, гибке и контактной сварке арматуры, укрупнительной сборки на стендах и кондукторах-манипуляторах крупногабаритных блоков, монтажа их с помощью бесстроповых траверс с автоматическими захватами.

В арматурные цехи или мастерские строительных организаций стержневую арматуру поставляют в пакетах, а проволочную арматуру диаметром до 10 мм — в бухтах (мотках). Длина стержневой арматуры 6—12 м, по особым заказам ее изготавливают длиной 18—24 м. Все виды арматуры должны удовлетворять требованиям СНиП 2.03.01—84. «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП III-15—76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные», а также ряду ГОСТов,

где изложены требования к материалам арматуры (ГОСТ 5781—82*, 6727—80), сварным сеткам (ГОСТ 23279—85), сварочным соединениям и т. д.

В зависимости от условий производства работ и вида железобетонной конструкции армирование осуществляют: отдельные стержнями — конструкции небольшого объема или сложные по характеру; сварными плоскими сетками — все виды плит перекрытия, своды-оболочки, покрытия, фундаментные плиты и стены; с помощью рулонных сварных сеток — при устройстве покрытий дорог и т. п.; плоскими сварными каркасами — балки, прогоны, ригели; пространственными сварными каркасами — колонны, балки, ригели, фундаменты. Сетка представляет собой стержни, перекрещивающиеся под углом 90° и соединенные в местах пересечения сваркой. Рулонные сетки изготовляют шириной до 3 м, массой 100—300 кг с расположением рабочих стержней в поперечном или продольном, или в обоих направлениях. Плоские каркасы состоят из двух, четырех и более продольных стержней, соединенных поперечными, наклонными или непрерывными (змейкой) стержнями. Пространственные каркасы составляют из плоских сеток, соединенных монтажными стержнями.

Заготовка арматурных элементов складывается из правки, резки и чистки арматурной стали, гнутья арматурных стержней, сварки стыков и операций по изготовлению из стержней арматурных сеток, плоских и пространственных каркасов.

Правку и резку арматурной стали диаметром до 14 мм, поставляемую в бухтах, производят на правильно-отрезных станках СМЖ-357, или ПСН-14.

Правку и очистку стержней арматуры диаметром от 10 до 40 мм осуществляют или вручную, или с помощью несложных механических приспособлений, а также станков для гнутья арматуры (С-146А и др.). Резку арматуры производят на приводных ножницах с гидравлическим (СМЖ-133А, СМЖ-175А) или электромеханическим (СМЖ-172Б, СМЖ-322А) приводом. Для повышения производительности резки применяют пакетную технологию раскроя, при которой основным агрегатом являются аллигаторные ножницы.

Гибку прутков диаметром от 40 до 80 мм производят на станках СМЖ-179А.

В настоящее время гнутье применяют не только для отдельных стержней, но и для целых арматурных сеток. Это делается при продольном гнутье сеток для формирования пространственных каркасов. Размеры такой сетки по длине должны соответствовать длине каркаса изделия, а по ширине — периметру этого каркаса или быть кратными ему. Формирование пространственных каркасов на основе гнутых элементов по сравнению с собранными из плоских сеток требует меньших затрат труда, метал-

ла и электроэнергии, обеспечивает высокие точность и надежность изготовления изделий.

Отклонения в размерах сеток и каркасов регламентированы СНиП. Согласно им допуск по длине изделия при диаметре стержней до 40 мм не должен превышать ± 10 мм. Ширина изделий при диаметре стержней до 16 мм не должна отклоняться на ± 5 мм, а при диаметре 18—40 мм на ± 10 мм; расстояние между хомутами и размеры ячеек сварных сеток не должны отклоняться более чем на ± 10 мм.

Несмотря на широкое применение арматурных каркасов заводского изготовления, значительную часть по заготовке, чистке, сварке арматуры осуществляют на строительной площадке. С целью индустриализации этих работ созданы передвижные арматурные станции (ПАС), которые оснащены портативным, мобильным оборудованием для правки, резки и гнутья арматуры, использования контактной сварки для получения сеток и др. ПАС размещают в транспортных контейнерах-вагонетках. В рабочем состоянии правильно-отрезной автомат, ножницы, машина контактной сварки широких сеток находятся в вагончиках, а все вспомогательные устройства для гибки, укрупнительной сборки — под навесом. По завершении работы все оборудование, инструмент и технологическую оснастку помещают и крепят в вагончике и в таком виде они следуют на другой объект строительства.

При транспортировке арматуры плоские каркасы и сетки перевозят пакетами. Пространственные каркасы во избежание деформации при перевозке усиливают деревянными скреплениями. Арматурные стержни транспортируют связанными в пачке, закладные детали — в ящиках. При транспортировке арматурные каркасы и сетки крепят к транспортным средствам проволочными скрутками или растяжками.

Во время монтажа арматуры необходимо соблюдать точность ее установки в соответствии с проектом. Особое внимание следует уделить защитному слою бетона.

Для обеспечения толщины защитного слоя между арматурой и опалубкой закладывают цементные или бетонные бруски. Весьма удобны штампованные пластмассовые прокладки различных цветов в зависимости от толщины слоя. Для механизации работ по установке пластмассовых фиксаторов разработан ручной инструмент, которым можно пользоваться в построечных условиях.

Характер конструкции определяет приемы монтажа арматурных каркасов, сеток, стержней.

При монтаже арматуры применяют универсальные и облегченные стропы. Пучки арматурных стержней следует поднимать в горизонтальном положении не менее чем двумя самозатягивающимися петлевыми стропами, плотно облегающими поднима-

Рис. 5.9. Организация армирования основания фундамента

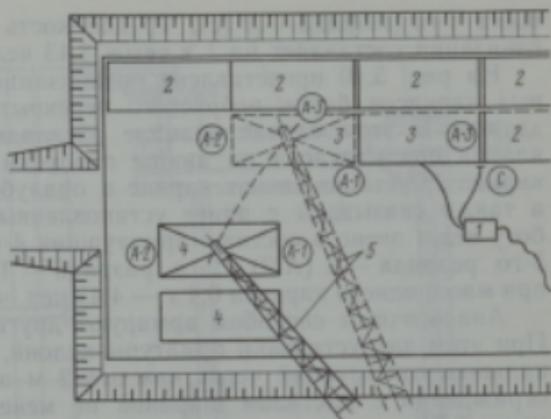
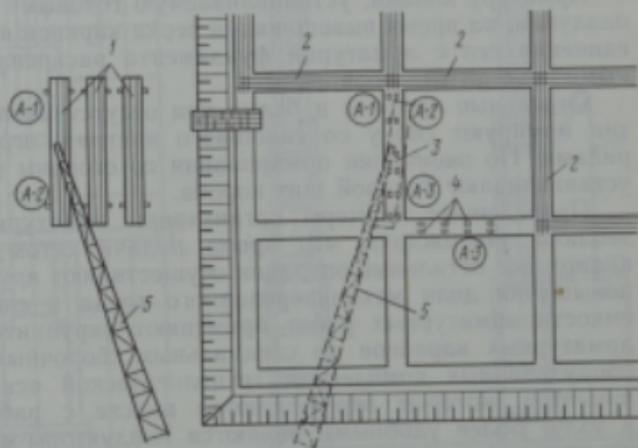


Рис. 5.10. Организация установки арматурных каркасов ребристого перекрытия



емый груз. Пространственные арматурные каркасы, пакеты плоских каркасов и сеток, а также арматурно-опалубочные блоки перед подъемом скрепляют между собой.

Организация армирования основания фундамента представлена на рис. 5.9. Операции армирования осуществляют в следующем порядке: раскладывают бетонные подкладки под арматурную сетку 4, строят, подают к месту установки и устанавливают сетку, выверяют ее проектное положение и сваривают аппаратом 1 стыки с ранее установленными сетками, зачищают места сварки. Монтаж сетки 3 осуществляют с помощью стрелового крана 5, стыкуя ее с ранее установленными сетками 2. Работу ведет звено в составе арматурщиков: 4-го разряда — 1 (А-1); 3-го разряда — 1 (А-2); 2-го разряда — 2 (А-3) и свар-

щика 4-го разряда — 1 (с). Трудоемкость работ при такой организации составляет на 1 т сеток 3,43 чел.-ч.

На рис. 5.10 представлена организация установки арматурных каркасов балок ребристого перекрытия подвальной части здания. В этом случае вначале раскладывают бетонные подкладки под каркас 4 на днище опалубки 3, краном 5 подают каркас 1, устанавливают каркас в опалубку и закрепляют его, а также связывают с ранее установленными каркасами 2. Работу ведет звено в составе: арматурщик 4-го разряда — 1 (А-1), 3-го разряда — 1 (А-2), 2-го разряда — 1 (А-3). Трудоемкость при массе одного каркаса 0,4 т — 4,47 чел.-ч на 1 т армокаркасов.

Аналогичным способом армируют другие виды конструкций. При этом для установки арматуры колонн, стен и других вертикальных конструкций через каждые 2 м по высоте устраивают ограждения с настилом шириной не менее 1 м и высотой не менее 0,8 м.

Арматуру колонн, устанавливаемую готовыми каркасами без опалубки, на время вывешивания верха каркаса и надежного соединения его с арматурой фундамента раскрепляют инвентарными трубчатыми подпорками.

Отдельные прогоны и балки при отсутствии плиты перекрытия армируют сбоку со сплошного настила, огражденного перилами. По окончании армирования со стороны рабочего места устанавливают боковой щит короба.

Приведенные примеры организации арматурных работ позволяют утверждать, что кроме подачи сеток или каркасов краном все остальные операции осуществляют вручную. С целью повышения доли механизированного труда и снижения трудоемкости арматурных работ применяют укрупнительную сборку арматурных каркасов на специальных сборочных кондукторах, оборудованных комплексом технологической оснастки и инструментов, которые перемещаются вместе с рабочим от узла к узлу. Более удобными являются кондукторы-манипуляторы, на которых арматурный каркас перемещается относительно рабочего места. На рис. 5.11 показан кондуктор-манипулятор, разработанный ЦНИИОМТП. Кондуктор-манипулятор имеет вертикальную ось вращения, для чего и смонтирован на поворотной платформе 1. Арматурные сетки 4 закрепляют на автоматические захватные устройства 3 и поднимают на заданную высоту с помощью телескопической мачты 2. Сварку стыков осуществляют машиной 5 с рабочей площадки 6, где расположен шкаф управления 7. Сварочная машина может подниматься на заданную высоту на телескопических стойках 8. Энергия на площадку подается по кабелю 9. Сварочная машина перемещается с помощью механизма передвижения 10.

Применение описанного кондуктора-манипулятора удобно при укрупнительной сборке каркасов из тяжелых унифициро-

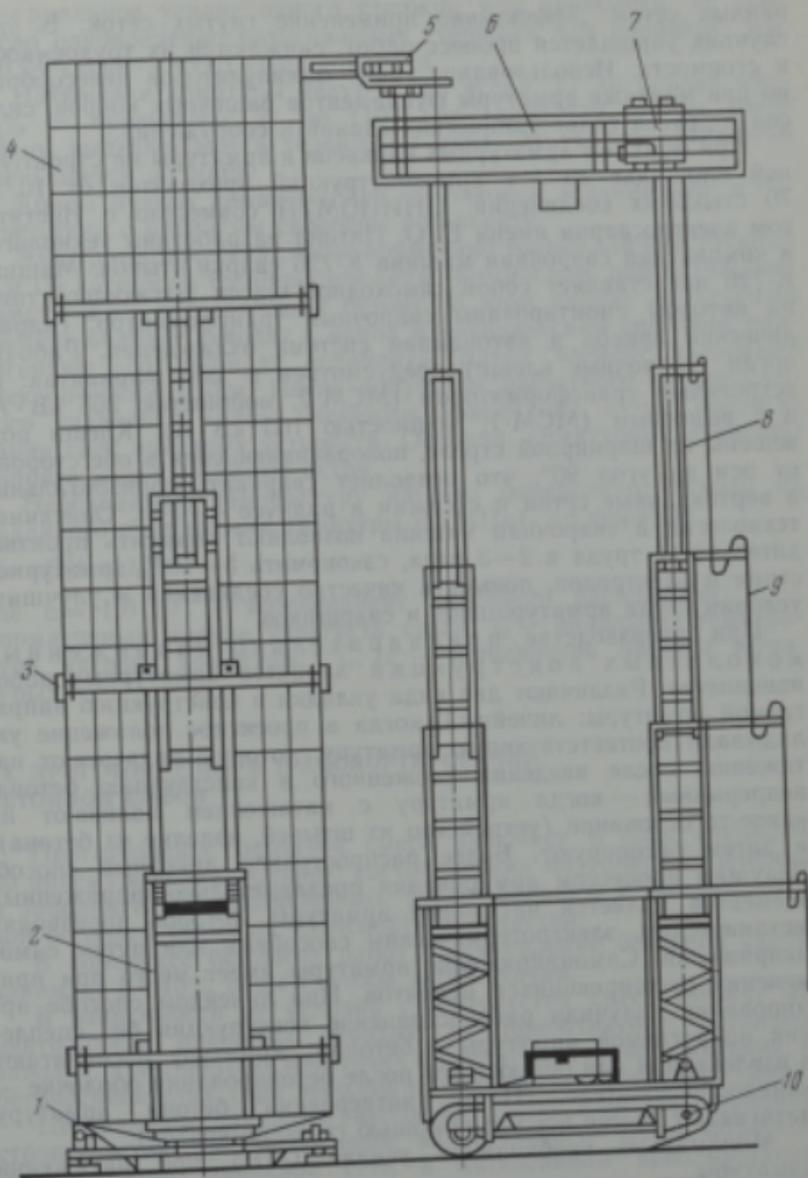


Рис. 5.11. Кондуктор-манипулятор

ванных сеток. Эффективно применение гнутых сеток. В этих случаях упрощается процесс работ, снижаются их трудоемкость и стоимость. Использование таких манипуляторов целесообразно при монтаже арматуры фундаментов башенных копров, силосов и других горнотехнических зданий и сооружений.

При монтаже арматурных каркасов и арматуры на строительной площадке на 1 т армоконструкций приходится от 10 до 70 стыковых соединений. ЦНИИОМТП совместно с Институтом электросварки имени Е. О. Патона разработаны технология и компактная сварочная машина К-726 сварки стыков. Машина К-726 представляет собой самоходное шасси шагающего типа, на котором смонтированы сварочный трансформатор, гидравлический привод и автономная система охлаждения. Рабочий орган (сварочные клещи) предусмотрен в двух вариантах: со встроенным трансформатором (МСМ-2, мощностью 265 кВ·А) и с выносным (МСМ-1, мощностью 165 кВ·А). Клещи подвешены на шарнирной стреле, поворачивающейся в обе стороны от оси на угол 90°, что позволяет сваривать горизонтальные и вертикальные сетки и стержни в радиусе 4—5 м. Описанная технология и сварочная машина позволяют повысить производительность труда в 2—3 раза, сэкономить 5—10% арматурной стали и электродов, повысить качество соединений и улучшить условия труда арматурщиков и сварщиков.

При производстве предварительно-напряженных монолитных конструкций характер арматурных работ изменяется. Различают два вида укладки в конструкцию напрягаемой арматуры: линейный, когда в проектное положение укладывают соответствующую арматуру, которую подвергают натяжению после введения уложенного в конструкцию бетона; непрерывный — когда арматуру с натяжением навивают на какое-то основание (устройство из штырей, изделие из бетона), а затем бетонируют. Более распространен линейный способ. Ведущим процессом армирования предварительно-напряженных элементов является натяжение арматуры, которое производят механическим, электротермическим способами или путем самонапряжения. Самонапряжение арматуры имеет место при применении расширяющихся цементов. При линейном способе армирования получили распространение конструкции без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном. Арматуру располагают в извлекаемой или остающейся после бетонирования оболочке — каналообразователе. После затвердения бетона арматуру натягивают (чаще всего с помощью гидродомкратов).

Минимально необходимое усилие Q (Н) при натяжении арматуры

$$Q = 1,1 P_n / \eta = 1,146 P_n,$$

где 1,1 — коэффициент технологической перетяжки арматуры;

P — заданное усилие одного стержня или проволоки, Н; n — число одновременно натягиваемых стержней или проволок; $\eta = 0,94 \div 0,98$ — КПД гидродомкрата.

Натяжение арматуры ведут в три этапа: 1) до усилия 40—45% от проектного; 2) до 110% от заданного усилия (этот режим выдерживают в течение 10 мин); 3) усилие натяжения уменьшается до 100%.

Концы пучков арматуры или ее стержни заклинивают в соответствии с принятым способом по проекту.

Электротермический способ применяют только для конструкций II и III категорий трещиностойкости (в основном, при натяжении арматуры на затвердевший бетон). В этом случае арматурный элемент вначале заводят в канал и механическим способом подтягивают его, выбирая «слабину». Затем элемент нагревают электрическим током. После получения расчетного температурного удлинения концы элементов закрепляют путем подтягивания гаек анкерных устройств. Остывая, арматурные элементы напрягаются и сжимают бетон.

Необходимую температуру нагрева определяют, исходя из заданного напряжения арматуры σ (МПа), по формуле

$$\sigma = \alpha E (t_1 - t_0),$$

где $\alpha = 11,6 \cdot 10^{-6}$ — коэффициент линейного расширения; E — нормативный модуль упругости стали; t_0 — начальная температура нагрева арматуры, °С; t_1 — температура нагрева арматуры, °С.

5.4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Приготовление бетонной смеси включает в себя операции по приему и складированию составляющих материалов (цемента и заполнителей), дозированию, перемешиванию и выдаче готовой бетонной смеси на транспортные средства.

В комплексе бетонных работ приготовление бетонной смеси занимает 9—10% общей суммы затрат труда.

В зависимости от условий строительства смесь готовят на центральных районных заводах, на приобъектных бетонных заводах, в автобетоносмесителях и смесителях-перегрузателях, в бетоносмесителях (при небольших количествах бетонной смеси).

Центральные районные заводы находятся в крупных районах строительства при возведении значительного числа объектов при развитой дорожной сети и интенсивном использовании бетона. В этом случае предприятия экономически выгодны, так как имеют высокий коэффициент использования оборудования во времени, высокую степень механизации и автоматизации, что

эффективно повышает качество выпускаемой продукции. Такие заводы снабжают бетонной смесью строящиеся объекты, расположенные в пределах радиуса действия завода (км), равного

$$R = \frac{t_1 - (t_2 + t_3 + t_4 + t_5)}{60} v,$$

где t_1 — начало схватывания бетонной смеси, мин; t_2, t_3, t_4, t_5 — продолжительность соответственно загрузки, выгрузки, транспортирования и укладки бетонной смеси, мин; v — скорость передвижения транспортного средства, км/ч.

Приобъектные бетонные заводы целесообразны при ощутимо удаленных от центральных заводов стройках и при невозможности доставки смеси с центральных заводов по дорожным условиям района.

Это условие может быть записано неравенством

$$l_{\text{прив}} \geq R,$$

где $l_{\text{прив}}$ — приведенная дальность транспортирования бетонной смеси, км.

Приведенную дальность транспортирования определяют как сумму произведений расстояния дорог с различным покрытием l_i и коэффициента качества дорожного покрытия k_{xi} , т. е.

$$l_{\text{прив}} = \sum_i l_i k_{xi},$$

где i — число участков с различным типом покрытий.

При жестком покрытии дорог (асфальт, бетон, асфальтобетон) и средней скорости перевозок 30 км/ч для автосамосвалов и автобетоновозов $k_{xi} = 1$.

Для дорог типа проселочных или с улучшенным покрытием средняя скорость перевозок снижается до 15 км/ч и $k_{xi} = 4$ для автосамосвалов и $k_{xi} = 3,7$ — для автобетоновозов.

Если нет возможности выбрать достаточно короткий маршрут, удовлетворяющий вышеприведенному неравенству, а строительство приобъектного завода экономически нецелесообразно, то можно бетонную смесь готовить в автобетоносмесителях или смесителях-перегрузателях.

Основную операцию приготовления бетонной смеси (перемешивание) осуществляют в смесителях принудительного или гравитационного типа. По способу загрузки компонентов смесители делят на установки непрерывного и циклического действия.

В гравитационных бетоносмесителях (марки СБ-134, СБ-109А) вращается барабан с неподвижными, наваренными изнутри по образующей поверхности этого барабана лопастями, которые увлекают загруженные материалы до определенной

высоты. Падая вниз, эти материалы перемешиваются. Гравитационное перемешивание применяют для приготовления пластичных бетонных смесей. В смесителях принудительного перемешивания (СБ-140, СБ-135, СБ-145-11) помещен лопастной вал, при вращении которого масса перемешивается. При этом барабан либо вращается в противоположную сторону (противоточные бетоносмесители), либо остается неподвижным (турбинные бетоносмесители). В ряде конструкций противоточных смесителей вращается чаша. В установках принудительного перемешивания готовят как пластичные с осадкой конуса до 8 см, так и жесткие бетонные смеси.

В бетоносмесители циклического действия перемешиваемый материал загружают порциями, причем новую порцию загружают в смеситель после выгрузки перемешанной предыдущей. В бетоносмесителях непрерывного действия барабан открыт с двух сторон. Через одно отверстие непрерывно подается материал, через другое выходит готовая бетонная смесь.

Производительность бетоносмесителей циклического действия ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P = V n k_{\text{вых}} k_{\text{исп}} / 1000,$$

где V — вместимость смесительного барабана (чаши), л; $n = 3600/t_n$ — число замесов в час; $t_n = t_1 + t_2 + t_3$ — время, затрачиваемое на приготовление одного замеса, с; t_1, t_2, t_3 — соответственно время загрузки, перемешивания компонентов и выгрузки бетонной смеси, с; $k_{\text{вых}} = 0,5 \div 0,67$ — коэффициент выхода бетонной смеси (отношение объема одного замеса к полезному объему барабана); $k_{\text{исп}} = 0,9 \div 0,95$ — коэффициент использования бетоносмесителя во времени.

Часовая производительность бетоносмесителей непрерывного действия с принудительным перемешиванием ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P = 60 F S m k_{\text{вых}},$$

где F — рабочая площадь сечения смесительного барабана, м^2 ; S — шаг лопастей барабана или шнека, м; m — число оборотов лопастного вала или шнека в 1 мин; $k_{\text{вых}}$ — коэффициент выхода бетонной смеси.

Приемку и складирование составляющих материалов производят обычно в секторные или бункерные склады. Бункерные склады заглубляют в траншеи с бетонными стенами или устанавливают рядами (гнездами) на специальных галереях.

Для дозировки составляющих применяют объемные или весовые дозаторы. Объемные дозаторы представлены питателями непрерывного действия, которые оправданы при непрерывно-поточной системе производства бетонных смесей, а также различными мерными емкостями. Эти дозаторы не обеспечивают высокой точности дозирования и ограничено допускаются к применению.

Весовые дозаторы подразделяют на порционные и непрерывного действия с ручным, полуавтоматическим и автоматическим способами управления. Дозаторы имеют один принцип действия и включают в себя весовой бункер с впускным и выпускным устройствами, весовой механизм с циферблатом и систему управления.

В зависимости от компоновки бетоносмесительные установки бывают башенные и партерные. В первых все технологическое оборудование располагают по вертикали с тем, чтобы однократно поднимать исходные материалы бетонной смеси. Вторые отличаются ступенчатой компоновкой технологического оборудования с неоднократным подъемом исходных материалов.

Башенная компоновка более эффективна в экономическом и технологическом отношениях.

При приготовлении бетонных смесей большое значение имеют порядок загрузки материалов в смеситель и продолжительность перемешивания, которые зависят от типа смесителя, вида заполнителей и характеристик бетонной смеси.

При использовании гравитационных смесителей поданные в барабан цемент, песок и крупный заполнитель в сухом виде перемешивают в течение 30—60 с, затем вводят воду затворения и перемешивают.

При использовании бетоносмесителей принудительного типа в смеситель подают все компоненты и перемешивают их с 2/3 воды затворения в течение 90—120 с, затем вводят остальное количество воды затворения и перемешивают в течение 120—180 с.

При использовании автобетоносмесителей в них загружают на централизованном заводе сухую или смоченную смесь. Сухую бетонную смесь затворяют при вращающемся барабане автобетоносмесителя за 20—30 мин до выгрузки готовой смеси. После затворения бетонную смесь перемешивают в течение 15—20 мин при частоте вращения барабана 6—12 мин⁻¹.

В смоченную смесь на заводе вводят 60—75% воды, а оставшееся количество доливают за 10—20 мин до выгрузки автобетоносмесителя. Продолжительность перемешивания смеси при окончательном ее приготовлении 8—10 мин при частоте вращения барабана 10—18 мин⁻¹. Технология приготовления бетонной смеси в смесителях-перегрузателях аналогична приготовлению частично затворенных смесей в автобетоносмесителях.

Транспортирование бетонной смеси, как правило, осуществляют в два этапа: от бетонного завода к строящемуся объекту и от места приемки бетона на стройплощадке непосредственно в бетонируемый конструктив.

Бетонную смесь с бетонного завода на стройплощадки различных объектов доставляют в автосамосвалах, автобетоновозами и автобетоносмесителями.

Таблица 5.2

$P_{об}, см$	Значение η при дальности перевозки, км				
	0—5	5—10	10—20	20—30	30—45
1—3	0,63 0,50	0,6—0,5 0,5—0,3	0,5—0,35 0,3—0,2	0,35—0,27 —	0,27—0,2 —
4—6	0,66 0,52	0,66—0,58 0,52—0,43	0,58—0,46 0,43—0,25	0,46—0,38 —	0,38—0,25 —
7—9	0,68 0,54	0,68—0,65 0,54—0,46	0,65—0,48 0,46—0,37	0,48—0,4 —	0,4—0,28 —
10—14	0,73 0,64	0,73—0,67 0,64—0,51	0,67—0,62 0,51—0,38	0,52—0,45 —	0,45—0,37 —

Примечание. В числителе данные для автобетоновозов, в знаменателе — для автосамосвалов.

Доставка бетонной смеси в самосвалах, автобетоновозах и автобетоносмесителях на строительную площадку должна быть организована так, чтобы на месте укладки она имела заданные подвижность и однородность, а отформованный из нее бетон конструкции — заданные физико-механические свойства. Однако время транспортирования, дорожные и погодные условия оказывают на бетонную смесь свое влияние, в результате чего некоторые параметры бетонной смеси, в частности подвижность, изменяются. Чтобы укладывать в конструкцию бетонную смесь проектной степени подвижности $P_{об}$ (см), при ее изготовлении на заводе рекомендуется подвижность P , (см) назначать с учетом ее изменения при перевозке:

$$P_s = P_{об} / (\eta \mu),$$

где η — коэффициент потери подвижности, зависящий от дальности транспортирования и $P_{об}$ (принимают по данным табл. 5.2); μ — коэффициент потери подвижности, зависящий от температуры окружающей среды.

При температуре окружающей среды от -20 до $-4^\circ C$, от -5 до $5^\circ C$, $6-20^\circ C$ и $21-30^\circ C$ значения μ для автобетоновозов и автосамосвалов равны соответственно 1,1 и 1,25; 1,25 и 1,4; 1,1 и 1,25; 1 и 1.

В общем случае выбор средств и режима транспортирования бетонных смесей в зависимости от требуемой подвижности, допустимой дальности перевозок, состояния дорог можно производить на основании данных, приведенных в табл. 5.3.

Необходимое количество транспортных средств для бесперебойного обеспечения укладки бетонной смеси

$$N_r = P \gamma_0 t_{об} / (Tg\beta),$$

где $P = Q/S$ — интенсивность укладки бетонной смеси, $м^3/смену$; Q — общий объем укладываемой бетонной смеси, $м^3$; S —

Таблица 5.3

П _{об} , см	Дорожное покрытие	Скорость транспортирования бетонной смеси, км/ч	Предельные расстояния транспортирования, км					
			автобетононосителями			автобетоновозами	самосвалами	
			сухой смеси	частично затворенной смеси	готовой (с побуждением) смеси	готовой (без побуждения) смеси		
1—3	Жесткое	30	Не ограничены	<120	<100	<45	30	
4—6	Асфальт, асфальтобетон			100	80	30	20	
7—9				80	60	20	15	
10—14			60	45	15	10		
1—3	Мягкое		15	—	—	—	12	7,5
4—6	Грунтовое			—	—	—	8	5
7—9		—		—	—	5,4	3,7	
10—14	Улучшенное	—		—	—	4	2,5	

число смен по бетонированию; γ_6 — средняя плотность бетонной смеси, т/м^3 ; T — продолжительность смены, ч; g — грузоподъемность транспортного средства, т; β — коэффициент использования грузоподъемности, определяется как отношение грузоподъемности g к массе фактического груза; $t_{об} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$ — время одного оборота транспортного средства; t_1, t_2, t_3, t_4 — соответственно время (ч) загрузки, разгрузки, маневрирования и перемещения смеси (для автобетоносмесителей); t_5 и t_6 — время следования соответственно груженой и порожней машины.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что повышение эффективности транспортирования бетонных смесей к месту производства бетонных работ предостоят обеспечить путем полного перехода к применению автобетоновозов и автобетоносмесителей. По зарубежным данным в США, ФРГ и Японии практически всю бетонную смесь доставляют автобетоносмесителями и автобетоновозами, что повышает производительность труда при транспортировании бетонной смеси по сравнению с автосамосвалами в 3—3,5 раза.

Транспортирование (подача) бетонной смеси на строительной площадке к месту укладки относится к ведущим процессам, определяющим организацию, производительность и трудоемкость бетонных работ. Подачу бетонных смесей производят: в бадах с помощью подъемных кранов; ленточными конвейерами; самоходными ленточными бетоноукладчиками; бетононасосами и пневмобетоноукладчиками; вибротранспортом (вибропитатели, виброжелоба, виброходы).

Основной объем (до 90%) бетонной смеси укладывают в монолитные конструкции строительными кранами с помощью бадей. Это связано с универсальностью способа: бетонную смесь можно доставлять в любую точку строящегося объекта; краны комплексно механизуют все остальные процессы бетонных

работ, что позволяет использовать 78—85% времени работы крана; бетонную смесь можно укладывать в любых объемах и в самых различных объектах строительства.

Для бетонирования колонн, балок, прогонов, тонких стен и других каркасных конструкций следует применять бадьи объемом 0,5 м³. Для подачи бетонной смеси в средние и крупные фундаменты под здания и оборудование, мощные каркасные конструкции, подпорные стены следует использовать бадьи объемом 1 м³ и более.

Бетонную смесь в поворотных бадьях подают следующим образом. На строительной площадке в зоне действия крана укладывают настил из щитов, на котором вплотную одну к другой размещают поворотные бадьи так, чтобы их общая ширина была на 400—500 мм больше ширины кузова автосамосвала. Автомобиль-самосвал доезжает до отбойного бруса и равномерно загружает бадью бетонной смесью. Вместимость кузова автомобиля кратна вместимости бады. Заполненные бадьи по очереди перемещают краном к месту выгрузки бетонной смеси.

Вместимость бадей целесообразно приравнять к объему одного или двух замесов бетоносмесителя. При загрузке поворотную бадью заполняют на 0,65—0,7 геометрического объема, а неповоротную — на 0,8—0,85.

На месте укладки бетонщик регулирует количество выходящей из бады бетонной смеси, открывая в необходимой степени затвор.

Недостатки краново-бадьевой подачи бетонных смесей заключаются в большой стоимости грузоподъемных кранов, которые непосредственно на укладке бетонной смеси работают всего около 20% времени (доля ручного труда в этом случае достигает 10%); значительны потери бетонной смеси при перегрузках из самосвалов в бункере и при ее транспортировании. В этой связи весьма перспективным представляется непрерывное транспортирование бетонной смеси к месту укладки с помощью бетононасосов и пневмобетоноукладчиков.

Бетононасосы целесообразно применять при бетонировании конструкций с интенсивностью не менее 50 м³/смену, а также в стесненных условиях и в местах, не доступных другим средствам механизации.

При выборе бетононасоса с точки зрения технологических требований и требований его эксплуатации следует иметь в виду, что установки с наименьшим числом ходов поршня более надежны. Насосы должны иметь регулируемую подачу, дистанционное управление, возможность реверсирования, свободный доступ к узлам и деталям при их промывке, замене и ремонте, возможность создания высокого давления поршня на бетонную смесь, сравнительно небольшие основные размеры, позволяющие устанавливать их на шасси. Этим требованиям в наибольшей

степени отвечают отечественные гидравлические насосы марок СБ-165, СБ-161, СБ-126А и БН-80-20.

Перемещение бетонной смеси от бетононасоса к месту укладки осуществляют по бетоноводам, устраиваемым из стальных труб внутренним диаметром 80—283 мм, которые собираются из звеньев длиной 3 м и массой 24—250 кг. Диаметр бетоновода должен не менее чем в 3 раза превышать наибольший диаметр зерен крупного заполнителя бетонной смеси. На прямолинейных участках бетоновода с давлением не выше 1,5 МПа могут применяться полиэтиленовые трубы, которые значительно легче стальных. Бетоновод должен содержать минимальное число поворотных участков и иметь допустимую для конкретных условий строительства протяженность. Его горизонтальные участки монтируют с небольшим уклоном в сторону участка, предназначенного для спуска промывочной воды.

В ряде случаев удобно пользоваться *распределительными стрелами и механическими манипуляторами*. Некоторые технические характеристики переставных распределительных стрел и механического манипулятора приведены ниже.

Тип распределительной стрелы	СБ-129	СБ-136	СБ-149	Механический манипулятор
Радиус действия, м	12	18	25	12
Вылет стрелы по вертикали, м	15,5	20	27,5	—
Угол поворота, градус	360	360	360	360
Масса, т	3	3	6,5	—
Основные размеры, мм:				
длина	7200	9100	10 500	6000
ширина	2700	2700	2500	1600
высота	2500	2600	2400	1500

Бетоновод укладывают на прочное основание на деревянных или металлических прокладках, козлах, стойках, подмостях так, чтобы исключить провисание бетонопровода между опорами, обеспечить требуемую герметичность стыков. На поворотах бетонопровод надежно закрепляют от возможного смещения в процессе перекачки бетонной смеси. Вертикальный участок бетонопровода располагают не ближе 7—8 м от бетононасоса.

Выбор необходимого оборудования можно произвести по номограмме, показанной на рис. 5.12. Зная интенсивность подачи смеси, ее подвижность, диаметр бетоновода и приведенную дальность подачи, определяют суммарную величину потерь давления в трубопроводе (давление перекачивания). Меняя параметры оборудования и схемы подачи бетонной смеси, подбирают нужные установки. При этом приведенная дальность подачи l_p бетонной смеси определяется как эквивалентная длина горизонтального трубопровода, создающего сопротивление, равные суммарным потерям напора бетонопровода:

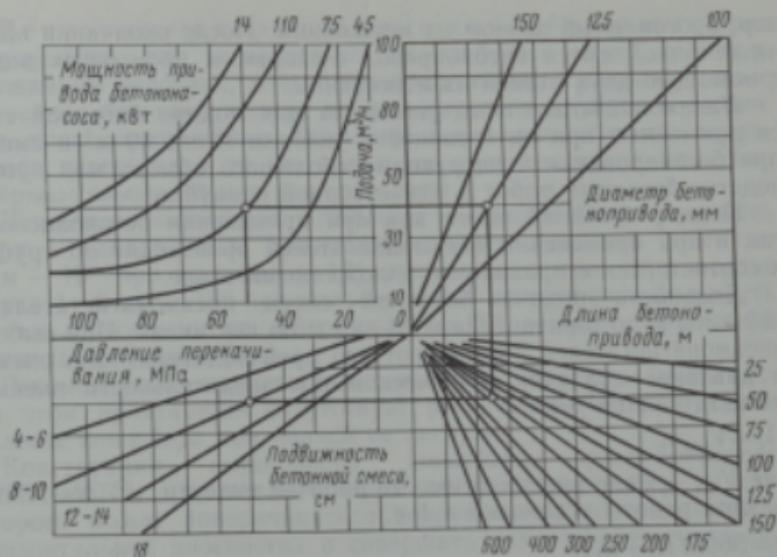


Рис. 5.12. Номограмма для определения параметров оборудования бетононасоса

$$l_s = l_{ap} + 10l_n / \rho_{bc} + \sum l_k k_n + l_{nk} k_n,$$

где l_{ap} — длина прямых горизонтальных и вертикальных участков, м; l_n — протяженность вертикального участка, м; $\sum l_k k_n$ — сумма эквивалентных длин колен, м; l_k — длина колена, м; k_n — коэффициент местного сопротивления; l_{nk} — длина переходного корпуса, м; ρ_{bc} — плотность бетонной смеси, т/м³.

Величина коэффициента k_n приведена в табл. 5.4.

Приведенная длина бетонопровода должна быть меньше или равна дальности подачи по горизонтали, указанной в характеристике бетононасоса. Перед подачей бетонной смеси бетонопровод смачивают, пропуская известковый или цементный раст-

Таблица 5.4

Наименование звена	Радиус закругления, м			Изменение диаметра, мм	
	0,33	0,5	1	со 180 на 125	со 150 на 100
Колено 90°	6	5	4	—	—
Колено 45°	—	3	2	—	—
Переходной конус	—	—	—	5	6
То же, в виде колена 90° с R=0,5 м	—	—	—	8	—

вор, прогоняемый пыжом из мешковины. После окончания подачи бетонной смеси бетонопровод очищают и промывают водой с помощью двух пыжей из мешковины.

Пневмонагнетательные установки для подачи бетонной смеси применяют при интенсивности укладки менее 60 м^3 в смену, при бетонировании конструкции небольшого объема или производстве бетонных работ в односторонней опалубке.

Подачу бетонной смеси как при применении бетононасосов, так и при применении пневмодвигателей производят по трубам в соответствии с правилами, изложенными выше.

Дальность подачи бетонной смеси пневмонагнетателями 150—300 м по горизонтали и 20—40 м по вертикали. При выборе пневмонагнетателей определяют его производительность, расход и давление воздуха. Техническая производительность пневмонагнетателя ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P_{\tau} = V_{\text{пол}} n,$$

где $V_{\text{пол}}$ — полезная вместимость рабочей емкости, м^3 ; n — число циклов работы установки в 1 ч.

$$n = 3600 / (t_s + t_{\text{тр}}),$$

где t_s и $t_{\text{тр}}$ — соответственно время загрузки установки и транспортирования одной порции бетонной смеси по трубопроводу, с.

Расход воздуха (м^3) при транспортировании одной порции смеси

$$Q_{\text{в}} = (V_{\tau} + d^2 l_{\text{тр}} / 4) P_{\text{в}},$$

где V_{τ} — геометрический объем рабочей емкости, м^3 ; d — внутренний диаметр трубопровода, м; $l_{\text{тр}}$ — дальность транспортирования, м; $P_{\text{в}}$ — давление воздуха (МПа), необходимое для транспортирования смеси на заданное расстояние.

$$P_{\text{в}} = \Delta P l_{\text{тр}} + \rho_{\text{б.с.}} h \cdot 10^{-5},$$

где $\Delta P = 0,12 \div 0,18$ МПа — удельное сопротивление движению бетонных смесей по трубам; $\rho_{\text{б.с.}}$ — средняя плотность бетонной смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$; h — высота подачи по вертикали, м.

Бетонные смеси, подаваемые бетононасосами и пневмонагнетателями, должны быть пластичными и подбираться по соответствующей методике.

Применение бетононасосов и пневмобетонукладчиков снижает трудоемкость и увеличивает производительность бетонных работ. Особенно это относится к автобетононасосам, работающим в комплексе с автобетоносмесителями. В настоящее время в СССР испытывают новые модели автобетононасосов БН-20 подачей $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ и др. Это позволяет сделать вывод о предстоящем в ближайшее время резком увеличении доли бетона, укладываемого с помощью этих средств механизации.

Ленточные вибрационные конвейеры имеют ряд преимуществ: для эксплуатации их требуется менее квалифицированный персонал, можно транспортировать малоподвижные и жесткие бетонные смеси, не лимитируется крупность щебня. При транспортировании бетонной смеси конвейерами допускаются перерывы, в то же время как при подаче их насосами перерывы свыше 30 мин нежелательны.

Ленточные конвейеры позволяют подавать бетонную смесь вверх и наклон вниз: при осадке конуса бетонной смеси до 4 см — 18° при подъеме и 12° при спуске смеси; при осадке конуса 4—6 см — 15° при подъеме и 10° при спуске. Дальность подачи ленточными конвейерами — до 200 м (при применении специальных конвейеров).

Рекомендуемая скорость движения ленты конвейера 1—3,5 м/с, при этом практически отсутствует расслоение бетонной смеси на ленте конвейера при полной ее загрузке.

Конструкция секционного конвейера, разработанного ЦНИИОМТП, представляет собой ленточный конвейер, стрела которого может поворачиваться вокруг оси в вертикальной и горизонтальной плоскостях и совершать возвратно-поступательное (челночное) движение, благодаря чему обеспечиваются подача и распределение бетонной смеси в зоне, ограниченной радиусами, равными максимальному и минимальному вылетам стрелы.

Обычно на секционных конвейерах устанавливают ленты шириной 400—500 мм. Производительность таких конвейеров составляет 25—50 м³/ч. Секции конвейеров устанавливают как на аутригерах и опорных рамах, так и на легких рельсовых путях и монорельсах.

5.5. УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Порядок и правила укладки бетонной смеси зависят от вида конструкции, ее размеров, формы и места расположения.

Во всех случаях смесь должна иметь надлежащее сцепление с арматурой и закладными частями и полностью, без пустот и раковин, заполнять объем бетонируемой части сооружения.

Процесс укладки делят на две операции: распределение поданной в конструкцию бетонной смеси и уплотнение ее на месте укладки.

Распределение бетонной смеси в бетонируемой конструкции производят, как правило, горизонтальными слоями одинаковой толщины, укладываемыми в одном направлении. Толщина укладываемого слоя зависит от жесткости (подвижности) бетонной смеси и способа ее уплотнения. Чем больше толщина укладываемого слоя, тем меньше трудоемкость работ по ее распределению, так как нет необходимости перемешать разгруженную

в одной точке бетонную смесь на большое расстояние. В этом случае более выгодно укладывать жесткую бетонную смесь, которая образует конус с крутыми откосами, тогда как подвижная — с пологими — более выгодна в тонких слоях. Основным условием, определяющим толщину слоя, является требование укладки свежей смеси на ранее уложенный и уплотненный слой до начала схватывания в них цемента. Этим предотвращается образование технологических швов, которые имеют сниженные прочность и плотность (водопроницаемость) по сравнению с теми же показателями в уложенном слое. Толщина слоя (м), удовлетворяющая данному условию,

$$h \leq Q t / F, \quad (5.1)$$

где Q — интенсивность подачи бетонной смеси, $\text{м}^3/\text{ч}$; t — максимально допустимый срок для перекрытия слоя ранее уложенного бетона, ч; F — площадь бетонируемой конструкции, м^2 .

$$t = t_{н.сх} - t_{т.у},$$

где $t_{н.сх}$ — время начала схватывания цемента, ч; $t_{т.у}$ — продолжительность транспортирования и укладки бетонной смеси, ч.

Время t зависит от температуры наружного воздуха и свойств применяемого цемента и определяют в строительной лаборатории. Ориентировочно оно равно 2 ч.

Кроме сроков схватывания на толщину уложенного слоя влияет радиус действия вибратора, которым уплотняют бетонную смесь. Обычно толщина слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора при применении внутренних вибраторов и при поверхностном вибрировании — на 250 мм (неармированные и армированные одиночной арматурой конструкции) и на 120 мм (конструкции с двойной арматурой). Каждый уложенный слой тщательно уплотняют до начала укладки следующего.

Распределение бетонной смеси по рабочей поверхности нередко ведут вручную с помощью лопаты, однако перекладывать бетонную смесь во избежание ее расслоения можно лишь в исключительных случаях. Двойная перекладка по той же причине недопустима. Запрещается перегонять бетонную смесь вибратором, так как это неизбежно ведет к ее расслоению и образованию раковин.

При подаче бетонной смеси по бетоноводам значительное снижение затрат ручного труда на распределение бетонной смеси обеспечивает установка на конце бетоновода распределительных стрел (манипуляторов). Так, распределительная стрела СБ-129 имеет вылет 12 м, автономный гидропривод, бетоновод диаметром 100—125 мм. Она предназначена для распределения бетонных смесей. Бетоновод стрелы смонтирован из отдельных труб, соединенных быстроразъемными муфтами с резиновыми манжетами для герметизации полости бетоновода. Концевой бетоновод

стрелы снабжен гибким резиновым рукавом, что увеличивает площадь, обслуживаемую стрелой.

Если во время укладки слоя превышен срок для перекрытия нижележащего слоя, то при виброуплотнении последующего слоя нарушится не набравшая достаточной прочности монолитность предыдущего слоя. Бетонирование следует прекратить. Возобновлять бетонирование можно при условии, что прочность ранее уложенного бетона составляет не менее 1,5 МПа. Срок достижения указанной прочности бетона определяют в строительной лаборатории.

Непосредственно перед бетонированием следующего слоя после перерыва поверхность затвердевшего бетона покрывают цементным раствором толщиной 2—5 см или слоем пластичной бетонной смеси, а в особо ответственных случаях — коллоидным цементным клеем с водоцементным отношением 0,35, слоем толщиной не более 5 см. При сравнительно небольших размерах слой укладывают по всей бетонируемой площади. Если размеры конструкции не позволяют осуществить это условие, то применяют ступенчатый способ укладки бетонной смеси, при котором значительно сокращается одновременно бетонируемая площадь. В этом случае длина «ступени» должна быть не менее 3 м (из удобства ведения работ). Ступенчатая укладка исключает твердение нижнего слоя до момента укладки верхнего слоя.

При значительных размерах массивной конструкции практикуют разделение ее на участки, называемые блоками. Блоки фактически разделяются технологическими швами. Размер блока можно определить из зависимости (5.1). При поточной организации бетонирования сооружение разбивают на захватки. Число захваток должно быть не меньше 4, его определяют по формуле

$$N = n + Z/T_p,$$

где n — число последовательно выполняемых процессов; Z — продолжительность выдерживания бетона в опалубке, сут; T_p — шаг потока, сут.

При укладке бетонной смеси в колонны, стены и другие вертикальные конструкции их разбивают по высоте на участки, не превышающие 5000 мм для колонн сечением более 400×400 мм; 3000 мм — для стен толщиной более 150 мм; 200 мм — для колонн сечением менее 400×400 мм и стен толщиной менее 150 мм. При непрерывном бетонировании колонн, стен и перегородок необходимо устраивать краткие перерывы для осадки бетонной смеси. По времени эти перерывы должны быть около 40 мин, но не превышать максимально допустимого срока для перекрытия слоя ранее уложенного бетона последующим слоем (ориентировочно 2 ч).

При необходимости перерывов в укладке бетонной смеси прибегают к устройству технологических (рабочих) швов.

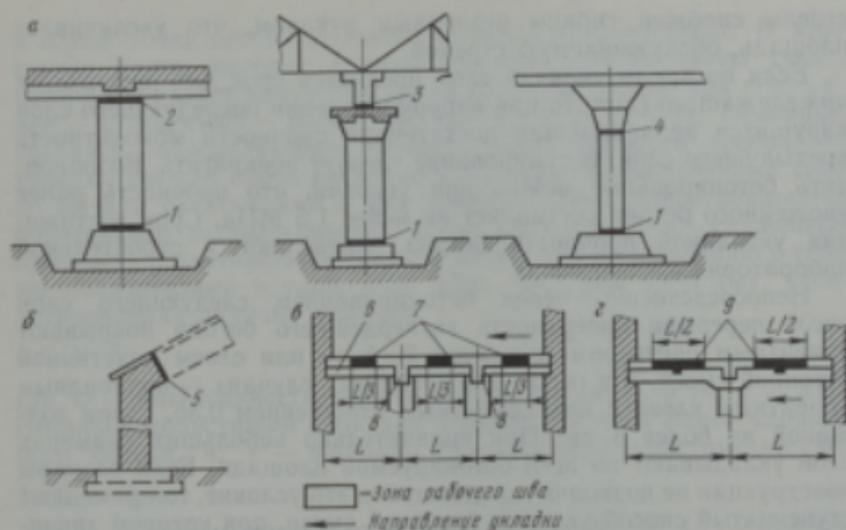


Рис. 5.13. Расположение рабочих швов

Рабочие швы — это место соприкосновения ранее уложенного, затвердевшего бетона с вновь уложенным после перерыва бетоном. Они ослабляют конструкцию, поэтому их необходимо устраивать в местах менее нагруженных изгибающими и поперечными силами. В колоннах рабочие швы располагают (рис. 5.13, а): на уровне верха фундамента 1, у низа прогонов 2, балок или подкрановых консолей 3, у низа капителей колонн безбалочных перекрытий 4; в рамных конструкциях (рис. 5.13, б) — у верха вута между стойками и ригелями рам 5. В балках рабочие швы допускаются в пределах средней части пролета. При бетонировании ребристых перекрытий руководствуются следующим: если бетонирование идет (рис. 5.13, в) по направлению второстепенных балок 6, то рабочий шов должен располагаться в пределах средней трети пролета балок 7, если бетонирование идет (рис. 5.13, г) по направлению прогонов 8, — то в пределах двух средних четвертей пролета балок и плит 9. В безбалочных перекрытиях рабочие швы делают в середине пролета плиты. Во всех случаях плоскость рабочих швов должна быть перпендикулярна к действующим нормальным силам, что обеспечивает работу стыка на сжатие без скола. При укладке нового бетона поверхность стыка очищают от мусора, цементной пленки, промывают струей воды, протирая проволочными щетками, и покрывают цементным раствором или коллоидным клеем. В бункерах, арках, сводах, резервуарах место стыков указывают

в проектах. В это место обязательно закладывают короткие стержни арматуры, входящие в старый и новый бетон. Стыки могут иметь фигурное очертание (выступ — паз и т. п.).

Уплотнение — основная операция технологического процесса бетонирования, от качества ее выполнения во многом зависят качество бетона в конструкции, его прочность и долговечность, морозостойкость, водонепроницаемость и другие физико-механические характеристики.

Неуплотненная, рыхлая бетонная смесь содержит большое количество воздуха. Объем воздуха в неуплотненных бетонных смесях в зависимости от консистенции (пластичности, жесткости) колеблется от 10 до 40%. Уплотнение, в основном, производят с помощью вибраторов.

Метод виброуплотнения заключается в передаче бетонной смеси механических колебаний от источника этих колебаний вибратора. Под действием вибратора происходит тиксотропное разжижение бетонной смеси, уменьшение ее внутреннего вязкого сопротивления, плотная укладка составляющих бетонной смеси под действием гравитационной силы и вытеснение (удаление) содержащегося в смеси воздуха.

Уплотнение бетонной смеси в зависимости от характера конструкции (массивная, горизонтальная или вертикальная тонкостенная и т. п.), степени ее армирования, условий укладки и консистенции выполняют глубинными, поверхностными или навешиваемыми на опалубку наружными вибраторами.

Глубинные вибраторы выпускают с встроенным электродвигателем, с гибким валом и пневматические. Наиболее широко их применяют при бетонировании монолитных конструкций. Вибратор выбирают по диаметру наконечника в зависимости от густоты армирования и размеров конструкции по открытой поверхности. При выборе вибратора для бетонирования армированных конструкций следует учитывать расстояние между стержнями арматуры «в свету», которое должно быть не менее 1,5 диаметра вибронаконечника.

При вибрировании вибратор погружают в слой бетона вертикально или под углом не более 35° к вертикали, причем вибронаконечник примерно на 5 см углубляют в ранее уложенный слой. Шаг перестановки ручного глубинного вибратора не должен превышать полуторного радиуса его действия.

При уплотнении больших массивов, например, плиты фундамента башенного копра для обеспечения равномерного уплотнения бетонной смеси необходимо соблюдать определенную расстановку бетонщиков. Перемещение их в процессе виброуплотнения бетонной смеси должно происходить упорядоченно, на определенном расстоянии друг от друга.

Работающий вибратор не должен касаться стержней арматуры, так как вибрация может нарушить сцепление арматуры с

бетоном. Вибратор устанавливают на расстоянии 5—10 см от щитов опалубки.

Не следует прекращать вибрирование сразу по окончании оседания бетонной смеси под действием вибрации — этого еще недостаточно. Уплотнение бетонной смеси можно прекращать, когда на ее поверхности и в местах примыкания к опалубке появилось цементное молоко и прекратилось выделение больших пузырьков с поверхности. Продолжительность вибрирования зависит от толщины вибрируемого слоя, так как требуется время для выделения пузырьков воздуха из глубины уплотняемого слоя. В среднем оно составляет 20—40 с плюс время, в течение которого вибратор медленно вытаскивают, обеспечивая заполнение освобожденного им пространства.

Производительность глубинных вибраторов ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P_{г.в.} = 2k_s R_s^2 h_s \frac{3600}{t_s + t_{пер.с.}}$$

где $k_s = 0,85$ — коэффициент использования вибратора; R_s — радиус действия вибратора, м; h_s — толщина прорабатываемого слоя бетонной смеси, м;

$$h_s = L_s - (0,05 \div 0,15),$$

где L_s — длина рабочей части вибратора, м; $0,05 \div 0,15$ — глубина проникновения наконечника вибратора в ранее уложенный слой, м; $t_s = 20 \div 40$ с — оптимальное время вибрирования бетонной смеси в одной точке; $t_{пер.с.} = 5 \div 15$ с — время на перемещение вибратора с одной позиции на другую.

Электрические ручные глубинные вибраторы с гибким валом предназначены для уплотнения бетонных смесей с осадкой конуса 2—8 см при бетонировании армированных монолитных и сборных конструкций.

Кроме этих вибраторов в строительстве все более широкое применение находят пневматические вибраторы, которыми уплотняют бетонную смесь с осадкой конуса 0—8 см.

Поверхностное вибрирование применяют при уплотнении бетонной смеси, укладываемой в плоские или лоткового очертания горизонтальные или наклонные тонкостенные неармированные или малоармированные конструкции (подготовки под полы, плиты перекрытий, дорожные покрытия, лотки и т. п.), высота которых не превышает в неармированных конструкциях и конструкциях с одиночной арматурой 250 мм, а в конструкциях с двойной арматурой — 120 мм.

При высоте плоских конструкций более указанной бетонную смесь уплотняют глубинными вибраторами с последующей обработкой поверхностными вибраторами для уплотнения и выравнивания верхнего слоя и заглаживания поверхности отформированной конструкции.

Поверхностное вибрирование осуществляют поверхностными площадочными вибраторами и виброрейками. Укладываемые бетонные смеси при этом имеют осадку конуса (подвижность), равную 0—8 см, что связано с характером конструкции.

В зависимости от подвижности бетонной смеси скорость перемещения поверхностного вибратора при уплотнении равна 0,5—1,5 м/мин, при этом чем менее подвижна бетонная смесь, тем меньше скорость перемещения поверхностного вибратора. При ручном перемещении площадочные вибраторы и виброрейки должны оказывать на бетонную смесь давление 0,001—0,002 МПа, при механизированном (самоходные порталы) — 0,006—0,008 МПа. При толщине бетонируемой полосы более 5 см виброуплотнение производят в 2—3 прохода.

Наружную вибрацию применяют при бетонировании тонкостенных монолитных конструкций — балок, ригелей, стенок резервуаров, колонн, стоек, а также как дополнение к внутреннему, если конструкция чрезмерно насыщена арматурой или имеет сложную форму. Толщина прорабатываемого слоя зависит от жесткости смеси, частоты и амплитуды вибратора и опалубки.

При подвижности бетонной смеси 2—4 и 4—8 см, частоте колебаний вибратора 300 и 600 с, амплитуде колебаний опалубки 0,25 и 0,15—0,25 мм толщина прорабатываемого слоя соответственно составляет 20 и 10 см.

При использовании наружной вибрации опалубка должна удовлетворять следующим дополнительным требованиям:

элементы опалубок должны равномерно передавать колебания по всей площади ее прилегания к уплотняемому бетону;

допустимые отклонения от технологически необходимой амплитуды не должны превышать $\pm 20\%$;

кронштейны крепления вибраторов должны быть жестко связаны с каркасом опалубки (ни в коем случае не с палубой), а вибраторы должны быть жестко и надежно закреплены в кронштейнах (наиболее простое и надежное крепление вибратора к кронштейну — болтовое соединение с гайкой, контргайкой и отгибаемой шайбой);

опалубка должна быть достаточно жесткой, выдерживать динамические нагрузки от изгибных колебаний, создаваемых наружными вибраторами;

шаг расстановки вибраторов для гарантирования от образования нулевых зон (с амплитудой меньше технологически необходимой) должен быть меньше длины стоячей полуволны при колебаниях упругой балки, определяемой из выражения

$$A_{\max} = \sqrt{EI/\rho\omega^2}$$

где E — модуль упругости материала опалубки; I — осевой момент инерции; ρ — масса 1 м борта опалубки; ω — частота колебаний.

5.6. УХОД ЗА БЕТОНОМ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Для нормального твердения бетона необходимы положительная температура $20 \pm 2^\circ \text{C}$ и относительная влажность среды не менее 90%. При недостаточной влажности происходит быстрое испарение воды затворения, что ведет к неполной гидратации цемента, нарушению структурообразования в цементном камне и в конечном итоге приводит к недопустимым усадкам бетона. Усадка в поверхностных слоях конструкции происходит быстрее, чем во внутренних, поэтому при недостаточной влажности бетона в период твердения на его поверхности появляются мелкие усадочные трещины. Этот процесс усиливается в массивных конструкциях из-за экзотермии цемента. Трещины снижают прочность, водонепроницаемость, стойкость и долговечность бетона. При твердении бетона в воде его качество выше, чем при твердении на воздухе.

Твердение бетона при температуре ниже нормальной замедляется и примерно при 0°C практически прекращается. Замерзание свежесушеного бетона приводит к потере после оттаивания около 50% требуемой прочности. При этом чем в более раннем возрасте замерз бетон, тем меньше его конечная прочность. Повышение температуры по сравнению с нормальной при достаточной влажности положительно сказывается на твердении, а при низкой влажности — приводит к растрескиванию и потере прочности.

Таким образом для твердения бетона без значительных температурно-влажностных деформаций должен быть создан соответствующий температурно-влажностный режим. Этого достигают в летнее время, покрывая бетон влагоемкими пористыми материалами типа мешковины, опилок, песка и периодической их поливкой. Открытые поверхности должны все время находиться во влажном состоянии до достижения распалубочной прочности, оговоренной в проекте производства работ (ППР). Поливку производят не позднее чем через 10—12 ч, а в жаркую и ветренную погоду — через 6—8 ч после укладки бетонной смеси. Поливают также и деревянную опалубку, а при снятии ее до срока — поливают распалубные вертикальные поверхности бетонных конструкций. При сооружении силосов, башенных копров, метантенков обнажающиеся из-под скользящей опалубки поверхности поливают непрерывно через систему трубок с мелкими отверстиями, расположенными по периметру внешней поверхности сооружения.

Бетон на обычных портландцементных поливают в течение 7 сут, на глиноземистых — 3 сут, на шлакопортландцементных и других малоактивных вяжущих — не менее 14 сут. При температуре воздуха выше 15°C поливку производят каждые 3 ч и 1 раз ночью в течение 3 сут, а в последующие дни не реже 3 раз в

сутки. При укрытии поверхности бетона влагоемкими материалами промежутки между поливками могут быть увеличены в 1,5 раза.

Так как укрытие и поливка бетона трудоемки и удорожают работы, поверхности конструкций, на которые в последующем не будет укладываться бетон или раствор, покрывают защитными пленками или специальными пленкообразующими составами (битумной или дегтевой эмульсией, синтетическим латексом и лаком «этиноль»).

Для уменьшения нагрева поверхности конструкций в районах с жарким и сухим климатом необходимо применять пленки и пленкообразующие составы светлых тонов (помароль ПМ-86).

Режим твердения бетона определяет сроки распалубки конструкций. Несущая опалубка снимается: у конструкций, которые воспринимают более 70% нормативной нагрузки, — по достижении бетоном 100% проектной прочности; у конструкций, воспринимающих менее 70% нормативной нагрузки, — при 80% проектной прочности; если пролет не превышает 6 м, а для плит — 3 м, то распалубку можно производить по достижении бетоном 70% проектной прочности; если конструкция армирована несущими сварными каркасами — распалубочная прочность равна 25% проектной. Полная нагрузка на конструкцию дается только после достижения бетоном проектной прочности.

Движение людей по забетонированным конструкциям, установка на них лесов и опалубки допускаются только тогда, когда бетон достигнет прочности не менее 1,5 МПа, движение механизмов и машин — по достижении прочности, предусмотренной ППР.

Контроль качества бетона на предмет соответствия его показателей требованиям проекта производит строительная лаборатория. У места укладки бетонной смеси не реже двух раз в смену проверяют ее подвижность. Кроме этого в зависимости от вида и объема конструкции от каждой партии бетона объемом 20—100 м³ отбирают не менее двух проб в виде контрольных образцов стандартных размеров. Объем пробы принимают таким, чтобы обеспечить изготовление одной серии образцов (из трех контрольных образцов), предназначенной для контроля прочности в возрасте, соответствующей достижению контрольной марки и дополнительных серий для промежуточного нестатического контроля в соответствии с требованиями проектов и нормативных документов.

Контрольные образцы изготавливают и испытывают в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78.

В настоящее время широкое распространение получает неразрушающий контроль качества бетона в конструкциях акустическими, ударными, радиометрическими методами.

Ударные испытания производят с помощью молотка Фидзеля

или Кашкарова (ГОСТ 22690.2—77). Наиболее отработанными и точными являются акустические методы. Точность методов, однако, недостаточна.

5.7. ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Потери прочности свежесушеного бетона при замерзании практически не имеют места, если к моменту замерзания бетон достиг прочности, не менее указанной ниже.

Класс прочности бетона на сжатие	В 12,5	В 15	В 22,5	В 30	В 35
Прочность бетона на сжатие после 28 сут (R_{28}), МПа	9,5	11	16	22	>26
Прочность бетона на сжатие к моменту замерзания, % от R_{28} (критическая прочность)	50	$\frac{40^*}{30}$	$\frac{30^*}{25}$	$\frac{30^*}{20}$	30

* В числителе — данные для бетона без противоморозных добавок, под чертой — с противоморозными добавками.

Для получения в условиях отрицательных температур к моменту замерзания прочности бетона конструкций не менее критической применяют специальные способы бетонирования.

Способ термоса. Период положительной температуры t (ч), необходимой для достижения бетоном требуемой прочности, обеспечивается количеством тепла, полученным бетонной смесью путем подогрева составляющих при ее приготовлении и благодаря теплоте, выделяемой цементом при гидратации (экзотермия). Это условие описывается уравнением теплового баланса, предложенным проф. Б. Г. Скрамтаевым,

$$t = \frac{qCt_{n,6} + \Pi \Xi}{M_n k \alpha (t_{cr,6} - t_{n,6})},$$

где q — средняя плотность бетона, кг/м³; C — удельная теплоемкость бетона, Дж/(кг·°C); $t_{n,6}$ — начальная температура бетона конструкции, °C; Π — расход цемента на 1 м³ бетона, кг; Ξ — экзотермия 1 кг цемента в течение времени остывания бетона до 0° C, Дж/(кг·°C); $M_n = F/V$ — модуль поверхности конструкций; F — площадь по контакту опалубки и бетона, м²; V — объем бетона, м³; k — коэффициент теплопередачи опалубки и теплоизоляции, Вт/(м²·°C); α — коэффициент, зависящий от силы ветра и качества устройства теплоизоляции; $t_{n,6}$ — средняя температура наружного воздуха за период остывания бетона до 0° C; $t_{cr,6}$ — то же, для бетона.

$$t_{cr,6} = t_{n,6} / (1,03 + 0,181 M_n - 0,006 t_{n,6}).$$

Коэффициент теплоотдачи

$$k = \frac{\beta}{0,05 + \sum_{i=1}^n h_i / \lambda_i}$$

где β — безразмерный коэффициент, принимаемый в зависимости от условий остывания от 1,3 до 2,6; h_i — толщина отдельных слоев утеплителя, м; λ_i — коэффициент теплопроводности каждого слоя утеплителя, Вт/(м²·°С).

Определив время набора бетоном необходимой прочности по графикам его твердения при $t_{cr.с}$, можно рассчитать величину k и подобрать необходимое многослойное утепление. Формулы позволяют также для данного типа утепления определить $t_{н.с}$ и т. д.

Конструктивно метод термоса обеспечивают путем утепления опалубки материалами-утеплителями, плохо проводящими тепло, или, если позволяют условия, засыпки конструкции сухими опилками, торфом, соломой и т. п.

Метод термоса применим при температуре наружного воздуха до -20°C при $M_n < 2$ и до -10°C при $M_n < 6$.

Предварительный кратковременный электропрогрев бетонной смеси до температуры $t_{н.с} = 80 \div 90^{\circ}\text{C}$ расширяет границы применения метода термоса. Бетонную смесь разогревают электрическим током промышленной частоты сетевого напряжения 220 или 380 В в бункерах, бадах, кузовах автосамосвалов, пропуская его через установленные в них пластинчатые электроды, изолированные от корпусов емкостей. Расстояние между пластинчатыми электродами (м)

$$b = 31,6 \cdot 10^{-3} U \sqrt{1/(\rho P)},$$

где U — напряжение на электродах, В; ρ — среднее за время разогрева удельное электрическое сопротивление бетонной смеси, определяемое с помощью электровибровискозиметра, Ом·м; P — требуемая удельная мощность для разогрева бетонной смеси, кВт/м³.

Продолжительность разогрева бетонной смеси не должна быть более 15 и менее 5 мин, так как в первом случае она может чрезмерно загустеть, а во втором — не прогреться до заданной температуры. Сроки разогрева корректируют методом проб.

Электропрогрев бетона и железобетона в конструкциях применяют, когда способ термоса непригоден. В основе метода лежит преобразование электроэнергии в тепловую благодаря омическому сопротивлению бетона.

Электрический ток к конструкции подводят с помощью стальных электродов, которые классифицируют по расположению: внутренние (стержневые и струнные) и поверхностные (пластинчатые, полосовые, нашивные, плавающие и располагающиеся на

нагревательных панелях). Последние более выгодны, так как позволяют многократно использовать их.

Стержневые электроды готовят из арматурной стали диаметром 6—10 мм и устанавливают до и после укладки бетона в конструкцию через отверстия в опалубке. Их применяют для электропрогрева бетона балок, колонн, массивных плит, фундаментных башмаков небольшого объема, стыков сборных железобетонных конструкций.

Струнные электроды из арматурной стали диаметром 6—10 мм устанавливают в конструкцию параллельно ее оси отдельными звеньями длиной 2,5—3 м с выпуском концов из опалубки для подключения к сети.

Полосовые и пластинчатые электроды из кровельной или полосовой стали применяют при электропрогреве слабоармированных конструкций — стенок, плит, полов, арматура которых имеет защитный слой не более 5 см.

При электропрогреве скорость подъема температуры не должна превышать 5° С/ч для конструкций с $M_n=4$; 8° С/ч — $M_n=4\div 6$, 10° С/ч — с $M_n=6\div 10$; 15° С/ч — с $M_n=6$; 15° С/ч — для каркасных и тонкостенных конструкций протяженностью не более 6 м, 20° С/ч — для стыков.

Температура прогрева бетона не должна превышать 80° С для бетонов на порландцементе и до 90° С — на шлакопортландцементе. При периферийном электропрогреве температура бетона не должна превышать 60, 50 и 40° С при толщине конструкций соответственно 0,6 м и более, 0,4—0,6 и 0,3—0,4 м.

Требуемую мощность трансформатора при подъеме температуры бетона определяют технологическим расчетом. Сила тока при электропрогреве

$$I = 1000 P_n k / U,$$

где I — сила тока в расчете на 1 м³ бетона или на 1 м² при периферийном прогреве, А/м³ или А/м²; P_n — требуемая мощность трансформатора в период подъема температуры, кВт/м³ или кВт/м²; k — коэффициент, учитывающий снижение удельного электрического сопротивления от его расчетной до минимальной величины; U — напряжение на электродах, В.

Терморезистивные опалубки состоят из щитов с металлической палубой, с внутренней поверхности которой крепят электрический нагреватель из нагревательного кабеля марки КНМС, трубчатого нагревателя (ТЭН), сетчатого нагревателя НИИЖБ или тканевого ленточного углеродного нагревателя, а также отражатель и теплоизоляционный слой. Используют ток 2—3 А, на поверхности бетона обеспечивается температура около 90° С.

Наряду с этим для обогрева бетона используют инфракрасное излучение с длиной волны 0,76—500 мкм. Попа-

дая на поверхность твердого тела, лучи поглощаются и преобразуются в тепловую энергию.

Аналогично вихревые токи электромагнитной индукции могут использоваться для обогрева конструкций.

Паропрогрев применяют там, где нельзя использовать другие способы. Для этого вокруг бетонируемой конструкции устраивают паровую рубашку. Обычно эту рубашку делят на отсеки (у колонн и стен по 3 м по высоте, у прогонов, балок и ригелей — через 2—3 м по длине). Рубашки устраивают в виде двойной опалубки с каналами для пропуска пара в виде капилляров (треугольные каналы, проструганные в доске) или пространства между палубой и наружной обшивкой. Скорость повышения температуры не должна превышать 5°C/ч при $M_n < 6$ и 8°C/ч при $M_n > 6$. При этом температура бетона не должна превышать 70°C , если используют быстротвердеющий цемент, 80°C — портландцемент и 95°C — пуццолановый портландцемент. Продолжительность нагрева назначают в соответствии с результатами теплотехнического расчета.

5.8. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ РАБОТ

Производство опалубочных, арматурных работ и работ по укладке бетона необходимо выполнять в соответствии с требованиями СНиП III-4—80 «Техника безопасности в строительстве».

К работе по каждому из перечисленных видов работ должны допускаться лица, ознакомленные с ППР и имеющие соответствующую квалификацию.

При установке крупноразмерных панелей, опалубочных блоков кранами следует: надежно скреплять устанавливаемые элементы; освобождать установленный элемент от крюка подъемного механизма только после закрепления элемента постоянными или временными связями согласно проекту и проверки надежности закрепления; переносить панели и блоки к месту установки с помощью монтажного механизма, когда на них нет рабочих; следить за тем, чтобы под монтажными элементами не было людей.

Установка опалубки с передвижных лестниц-стремянки или с рабочих площадок допускается только при высоте над уровнем земли или расположенного ниже перекрытия не более 5,5 м. Если работы ведут на высоте до 8 м, то допускается применять передвижные подмости, имеющие наверху площадку с ограждением.

Опалубку на высоте более 8 м от уровня земли или перекрытия следует устанавливать с рабочих настилов, уложенных на поддерживающих лесах, снабженных ограждениями. Ширина настилов должна быть не менее 70 см. Готовая опалубка должна быть ограждена по всему периметру.

Запрещается принимать бетонную смесь на рабочие площадки.

Перед демонтажом опалубки перекрытия необходимо застропить панель за монтажные петли к крану, после чего убрать подпирющие стойки.

Резку арматурных стержней на станках с механическим приводом производят плоскими ножами, один из которых приводится в движение с помощью кулисного механизма, а второй является неподвижным. Запрещается начинать резку стержней в период разгона маховика. Не допускается резать стержни, которые не соответствуют техническим показателям данного станка.

Запрещается работать на станке при снятых ограждающих кожухах, резать арматурные стержни тупыми или с выкрошенными кромками ножами.

Арматуры при изготовлении железобетонных конструкций высотой более 3 м устанавливают с применением лесов и подмостей. Установку производят с помощью стреловых или башенных кранов, соблюдая при этом заданные в ППР расстояния рабочих и систему сигнализации.

Находиться на арматурно-опалубочных блоках до полной их установки и закрепления запрещается. Ходить по армированному перекрытию разрешается только по ходам шириной 0,3—0,4 м, установленным на козелках.

При установке арматуры вблизи электрических проводов, находящихся под напряжением, следует принимать меры, исключая прикосновение арматуры к проводам.

Установленную арматуру следует обязательно закреплять.

Выполнение арматурных работ в зимнее время года требует дополнительных мер по предотвращению возможных несчастных случаев из-за значительного охлаждения арматурной стали и образования наледи.

Наледь с арматурных сеток и каркасов необходимо удалять нагретым воздухом с помощью компрессора и подогревательного устройства (калорифера).

При подаче бетонной смеси бадьями их до начала работ испытывают в соответствии с Правилами Госпроматомнадзора СССР.

Подачу бадьи к месту укладки бетонной смеси осуществляют таким образом, чтобы расстояние между ней и выступающими частями конструкций и оборудования было по горизонтали не менее 1 м и по вертикали — 0,5 м. В момент опускания бадьи в опалубку рабочие должны отойти в сторону; открывать затвор можно лишь после того, как бадья займет наиболее низкое для данных условий выгрузки положение.

При монтаже и перестановке хоботов и виброхоботов участок работ должен быть огражден. Перед монтажом следует убедить-

ся в прочности и исправности звеньев и их креплений.

При укладке бетононасосами последний должен быть заземлен. Нельзя находиться вблизи выходного отверстия бетоновода и отклонять его рабочий и гибкий шланги более чем на 1,5 м. Нельзя проталкивать бетонную смесь через решетку приемного бункера бетононасоса.

При использовании автобетононасосов перед началом эксплуатации и через каждые 12 мес производят их техническое освидетельствование с целью обеспечения безопасной работы. При этом должны быть осмотрены и проверены его агрегаты, механизмы, гидро- и пневмосистемы, бетонопроводы, металлоконструкции несущей рамы и стрелового оборудования, электрооборудование, контрольно-измерительные приборы, предохранительные устройства и аппараты управления.

Рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, проинструктированы и обязаны пользоваться защитными приспособлениями и предохранительными поясами.

Вопросы для самопроверки

1. На какие нагрузки рассчитывают опалубку?
2. Перечислите классы и опишите конструктивные особенности опалубок каждого класса.
3. В чем преимущества арматурных каркасов перед штучной арматурой?
4. Где и как осуществляют приготовление бетонных смесей в зависимости от условий строительства? Охарактеризуйте каждый из способов приготовления бетонной смеси.
5. Влияет ли способ подачи бетонной смеси на ее свойства? Если влияет, то как?
6. Изложите основные правила укладки бетонной смеси в опалубку.
7. Охарактеризуйте методы производства бетонных работ в зимних условиях.
8. Какие методы контроля качества бетонных работ применяют в строительстве?
9. Как влияет замерзание свежеложенной бетонной смеси на прочность конструкции (после оттаивания)?

6. КАМЕННЫЕ РАБОТЫ

6.1. ВИДЫ КАМЕННЫХ КЛАДОК И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Каменная кладка — это конструкция из искусственных или природных камней, скрепленных строительным раствором и уложенных по определенной системе. Процессы по возведению таких конструкций называют каменными работами. Основные материалы каменной кладки — керамический кирпич сплошной или пустотелый, керамические пустотелые блоки, бетонные камни, силикатный кирпич, природные камни неправильной формы (бут)

и правильной формы (тесаный камень) из гранита, песчаника, плотного известняка, ракушечника и др.

Эти материалы обладают рядом ценных свойств: долговечностью, прочностью, негорюдостью, нередко малой теплопроводностью и дешевизной. Широкое распространение в природе сырья для их производства обусловило повсеместное применение их в строительстве с глубокой древности до наших дней. Доля каменного строительства в СССР достаточно высока, что связано с тем, что ежегодно в стране производят около 70 млрд. шт условного кирпича. Около 50% всех строящихся в нашей стране зданий возводят со стенами из каменной кладки.

В зависимости от вида применяемых материалов различают следующие виды каменной кладки.

Кладку из искусственных камней выполняют из сплошного или пустотелого кирпича и из сплошных или пустотелых прямоугольных камней и блоков. При этом на несущие наружные и внутренние стены здания, подпорные стенки, дымовые трубы, конструкции подземных сооружений используют сплошной прямоугольный кирпич. Наружные и внутренние стены зданий выкладывают из пустотелых кирпича, керамических блоков, пустотелых и легкобетонных камней, силикатного, шлакового и зольного кирпичей. Стены подвалов, фундаменты, подземные конструкции различного назначения, особенно там, где требуется повышенная прочность и морозостойкость, возводят из бетонных камней.

Кладку из естественных камней неправильной формы (бутовая кладка) и правильной формы (тесовая кладка) используют при возведении фундаментов и каменных стен подвалов, а также наружных и внутренних стен. В последнем случае преимущество находит тесаный камень грубой, полустойкой и чистой обработки, который также широко применяют для кладки опор мостов, набережных, порталов тоннелей, пролетных строений арочных мостов. Пиленые камни применяют при облицовке стен зданий различного назначения.

Комбинированная кладка предполагает совместное использование естественных и искусственных камней. Например, бутовую кладку стен подвалов иногда выполняют с облицовкой их с внутренней стороны кирпичом.

Каменные работы из мелкоштучных материалов характеризуются большими затратами ручного труда. Так, удельные трудовые затраты на производство 1 м³ кирпичных стен, по данным ЦНИИПромзданий Госстроя СССР, равны 3 чел.-сменам, тогда как аналогичные стены панельные из легких и ячеистых бетонов требуют на 1 м³ лишь 1,25 чел.-смены, стен из крупных блоков и легких и ячеистых бетонов — 1,6 из стальных профилированных листов типа «сэндвич» — 1,1 чел.-смены. Несколько улучшить показатели каменной кладки позволяют применение поточно-расчле-

ненного способа и возведение зданий из кирпичных блоков, изготавливаемых предварительно на стенде. Процесс собственно укладки кирпичей и камней в конструкцию механизации не поддается. Поэтому дальнейшее совершенствование комплекса работ по каменной кладке идет по пути механизации изготовительных, транспортных и вспомогательных процессов, создания новых инструментов и приемов кладки, более четкой организации труда и рабочего места.

6.2. ПРАВИЛА РАЗРЕЗКИ И ПЕРЕВЯЗКИ ШВОВ

В конструкции камни и раствор должны работать как монолитный массив, способный сопротивляться действующим на него усилиям. Камень хорошо сопротивляется сжатию, тогда как изгиб и скалывание в каменной кладке нежелательны, а растяжение недопустимо. Устойчивость и прочность каменного сооружения, таким образом, в значительной степени зависят от расположения камней. Последнее подчиняется определенному правилу. Существует три основных правила разрезки.

1. Кладка должна производиться рядами, ограниченными соприкасающимися плоскостями, перпендикулярными к направлению действующего усилия. Допускается отклонение направления силы P (рис. 6.1) от нормали к плоскости, из-за чего возникает горизонтальная составляющая $P_2 = P \sin \alpha$, сдвигающая камень. Сдвигу противостоит сила трения между камнями $P_1 f$, где f — коэффициент трения камня по камню. Исходя из предположения устойчивости камня и полагая $P_1 f = P \sin \alpha$, получим $P \sin \alpha = f P \cos \alpha$. Разделив обе части уравнения на $P \cos \alpha$, найдем, что

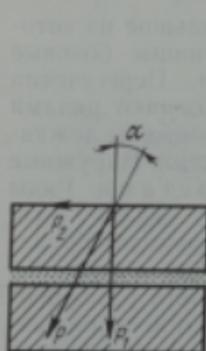


Рис. 6.1. Нормальность при укладке каменных материалов

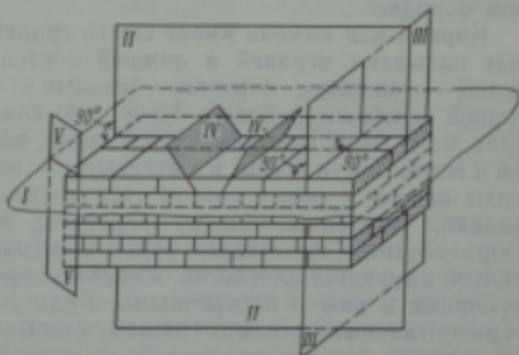


Рис. 6.2. Положение швов кладки

$\text{tg } \alpha \leq f$. В свою очередь $f = \text{tg } \varphi$, где φ — угол трения камня по камню, равный 30—35°. Тогда $\alpha \leq \varphi$ или $\alpha \leq 30^\circ$. Принимая запас прочности равным двум, найдем, что угол отклонения действующей силы α от вертикали не должен превышать 15—17°. Если учесть, что на кладку в основном действует направленный вертикально вес вышележащих конструкций, то можно заключить, что плоскости слоев кладки должны быть горизонтальными.

2. При производстве каменной кладки необходимо, чтобы вертикальные швы (рис. 6.2) между смежными камнями были перпендикулярны к горизонтальной плоскости I и наружной (лицевой) поверхности кладки с образованием вертикальных продольных швов плоскостью II и поперечных швов — плоскостью III. Все три плоскости должны быть взаимно перпендикулярны. Отдельные камни не должны иметь острых углов (рис. 6.2, плоскость V) или трапециевидной формы (рис. 6.2, плоскость IV), так как под нагрузкой первые легко ломаются, а вторые действуют как клин и вызывают растрескивание каменной конструкции.

3. Продольные и поперечные вертикальные швы каждого ряда должны быть сдвинуты относительно аналогичных швов смежного ряда в соответствии с выбранной системой перевязки.

Исключаются сквозные поперечные и продольные швы по высоте кладки, так как в этом случае образуются столбики камней, ничем не связанных между собой. Некоторые системы кладки в декоративных целях имеют совпадения вертикальных швов, однако это совпадение не должно превышать шести рядов, в пределах которых кладка сохраняет прочность, равную прочности данной кладки.

На основе правил разрезки разработан ряд систем перевязки, под которыми подразумевают укладку камней в строго определенном порядке.

Кирпич или камень имеет шесть граней, наибольшие из которых называют верхней и нижней постелями, длинные боковые грани — ложками, короткие боковые — тычками. Пересечения граней называют ребрами. Каменную кладку выполняют рядами (рис. 6.3). Ряды называют ложковыми, если они уложены ложками к поверхности стены, и тычковыми, — если тычками. Наружные ряды кладки с обеих сторон стен называют верстами. Ряды кладки, уложенные между верстами, называют забуткой. Образующиеся при кладке рядов швы, которые проходят параллельно наружной плоскости, называют продольными, а перпендикулярные к ним — поперечными. Ряды по вертикали разделяют горизонтальными швами. Толщину стены принимают кратной длине кирпича или его половине и выполняют в 1/2; 1; 1 1/2; 2; 2 1/2 и 3 кирпича. Среднюю толщину горизонтальных швов принимают равной 12 мм, а вертикальных — 10 мм.

В практике строительства горнотехнических зданий и сооружений наибольшее распространение получили однорядная (цеп-

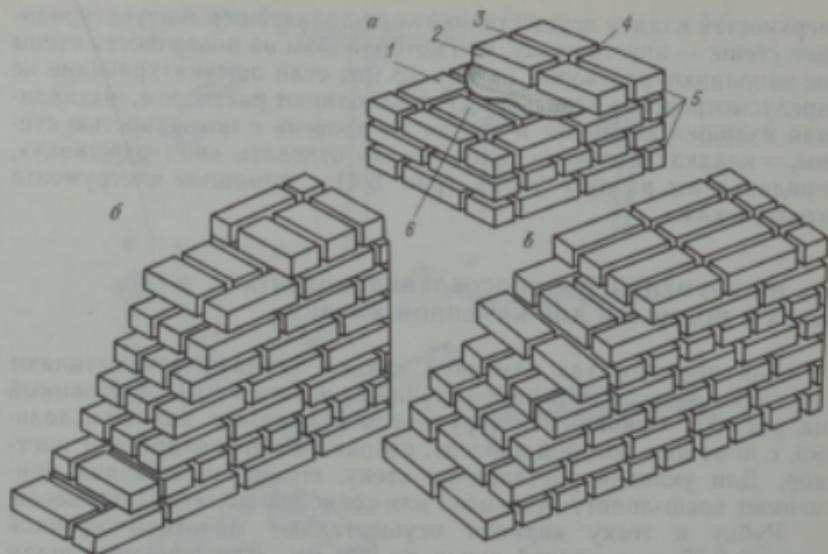


Рис. 6.3. Элементы кладки и система перевязки:
a — однородная (цепная); *б* — многорядная; *в* — трехрядная; 1 — наружная верста, выложенная ложками; 2 — наружная верста, выложенная тычками; 3 — вертикальный поперечный шов; 4 — вертикальный продольный шов; 5 — горизонтальный шов; 6 — забутка

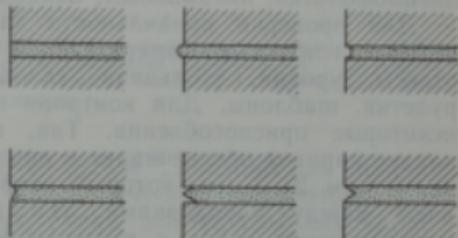


Рис. 6.4. Формы швов при кладке под расшивку

ная), многорядная и трехрядная системы перевязки швов, порядок укладки камней при которых показан на рис. 6.3.

Независимо от принятой системы перевязки кладку всегда начинают с тычкового ряда и заканчивают сверху тоже тычковым рядом. Тычковые ряды укладывают в выступающих рядах кладки на уровне обрезов стен и столбов под опорными частями балок, плит перекрытий и балконов, мауэрлатами.

Горизонтальные и вертикальные перекрытые швы кладки стен и других конструкций должны быть полностью заполнены раствором. В зависимости от принятого в проекте способа отделки по-

верхностей кладку осуществляют: при дальнейшем оштукатуривании стены — вустошовку, при которой швы на поверхности стены не заполняют раствором на 10—15 мм; если оштукатуривание не предусмотрено, то швы полностью заполняют раствором, выдавливая излишки кирпичом и срезая их вровень с поверхностью стены,— кладка вподрезку; швы можно отделать «под расшивку», придавая им разную форму (рис. 6.4) с помощью инструмента «расшивка».

6.3. ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНВЕНТАРЬ, ЛЕСА И ПОДМОСТИ ДЛЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Для производства каменной кладки, которую осуществляют вручную, используют набор ручного инструмента, показанный на рис. 6.5. Основным инструментом каменщика является кельма, с помощью которой наносят, разравнивают и подрезают раствор. Для укладки раствора на стену, его перемешивания применяют ковш-лопату Мальцева или совковую лопату Патрикеева.

Рубку и теску кирпича осуществляют молотком-кирочкой массой 0,55 кг с длиной ручки до 300 мм. Для придания швам заданной формы служат расшивки. При ведении кладки из бутового камня используют прямоугольную или остроугольную кувалду, а для уплотнения этой кладки — трамбовки. Для пробивки борозд, гнезд, отверстий, разборки кладки применяют электрифицированный и пневматический инструмент: электро- и пневмомолотки, пневмомолы, механические трамбовки.

Для проверки правильности кладки применяют малогабаритные контрольно-измерительные инструменты (рис. 6.6): отвесы, уровни, угольники, складные металлические метры, рулетки, шаблоны. Для контроля качества кладки используют некоторые приспособления. Так, горизонтальность ряда при кладке кирпича обеспечивается применением причального шнура диаметром 2—3 мм, который закрепляют скобой или натягивают между порядовками. Порядовка — деревянная или металлическая рейка с размеченными на ней рядами кладки (77 мм при укладке рядового кирпича и 150 мм — керамических камней), отметками низа и верха приемов, укладки перемычек, плит перекрытий и т. п. Порядовки бывают угловыми и примыкания стен и не реже 12 м одна от другой на прямых участках. При кладке наружной версты причалку натягивают для каждого ряда кирпичей, а при кладке внутренней версты — через 3—4 ряда.

При производстве каменной кладки используют следующий инвентарь: бункера с двухчлустным затвором объемом 0,75—1,2 м³ для подачи кладочного раствора; металлические раст-

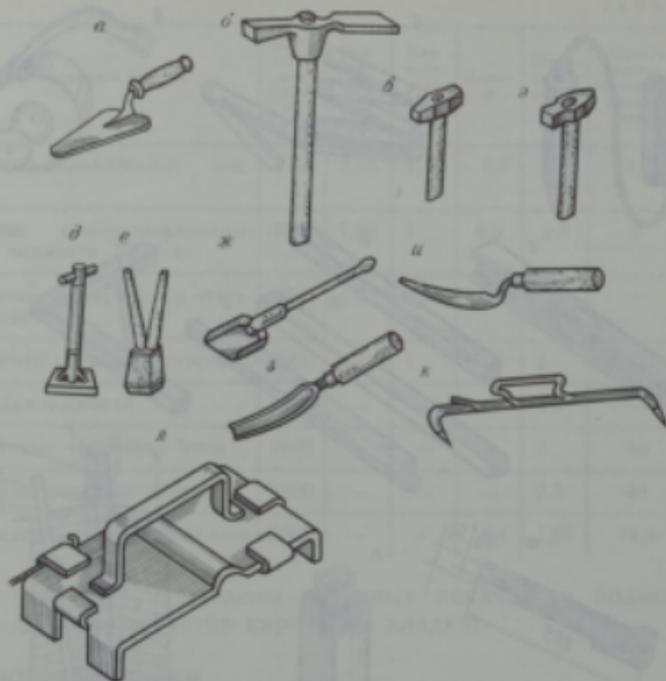


Рис. 6.5. Ручные инструменты:

а — комбинированная кельма; *б* — молоток-кирочка; *в—г* — прямоугольная и остроугольная кувалды; *д, е* — металлическая и деревянная трамбовки; *ж* — растворная лопата; *з, и* — расшивка для выпуклых и вогнутых швов; *к, л* — причальные скобы с защелкой и из оцинкованного листа со шнуром

ворные ящики вместимостью 0,12—0,24 м³; поддоны для укладки на них кирпича и камней; телескопические светильники для освещения площадки в ночную смену; контейнеры для хранения личного и общебригадного инструмента.

Производительность труда каменщика зависит и от высоты кладки: наибольшая достигается на уровне 0,6 м, на уровне 0,2 м она равна 70%, а при высоте 1,4 м — 20%. Кроме того, при высоте яруса кладки более 1,3 м резко увеличиваются вероятность падения отдельных камней и потери устойчивости каменщика. Во избежание этого кладку ведут с подмостей или лесов. Подмости — это временные устройства, устанавливаемые на перекрытии и позволяющие выполнять кладку в пределах высоты этажа. Леса — временные устройства, устанавливаемые на предварительно спланированную поверхность грунта, предназначенные для возведения кладки на всю высоту здания

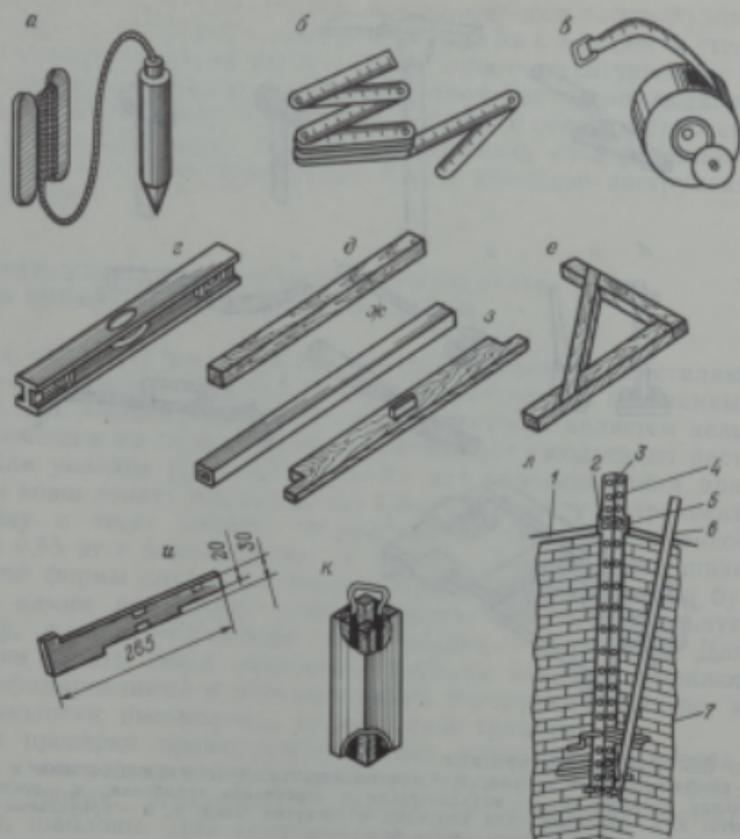


Рис. 6.6. Контрольно-измерительные инструменты:
 а — отвес; б — складной метр; в — рулетка; г — уровень; д — деревянное правило;
 е — угольник; ж — правило из алюминиевого листа; з, и, к — шаблоны для разметки
 проемов, сортировки кирпича и для каналов; л — угловая порядовка; 1 — шнур; 2 —
 передвижной хомут; 3 — дюралюминиевая порядовка; 4 — отверстие для крепления
 хомутка; 5 — прижимной болтик; 6 — правило для снятия порядовки; 7 — скобы с руч-
 кой прижимного болтика

(например, стен одноэтажных промышленных зданий), если последние имеют высоту более 9 м.

Настилы подмостей и лесов выполняют из дощатых инвентарных щитов, длина которых должна быть по условию размещения материалов, каменщиков и необходимых зазоров (не менее 2 м). Толщину досок настила подбирают с расчетом на сосредоточенную нагрузку от массы рабочего с инструментом, равную 1300 Н, и равномерно распределенную нагрузку от кладочных материалов, равную 2500 Н/м². Зазоры между досками настила или щитами не должны превышать 5 мм.

Таблица 6.1

Тип подмостей и лесов	Допускаемое усилие на 1 м ² , Н	Наибольшая высота, м	Наименьшая высота, м	Длина, м	Ширина кастеля, м	Высота стеной, возводимой с подмостей, м	Масса блока, кг
Шарнирно-параллельные подмости	4000	2,05	1,15	5,5	2,5	3,3	75
Пакетные самоустанавливающиеся подмости ППУ-4	4000	1,95	1	6,5	2,5	5	120
Рычажные непрерывного подъема подмости	4000	4,5	0,66	—	2,6	—	—
Переносные тумбы-подмости	3000	—	1	—	2	—	—
Площадки-подмости	3000	—	—	—	1,5	—	—
Безболтовые трубчатые леса	2000	—	—	—	2	40	—
Трубчатые леса на хомутах	2000	—	—	—	2,5	40	—
Универсальные самоходные леса	2000	—	—	12,4	1,65	14,3	128

В табл. 6.1 приведены основные показатели подмостей и лесов для производства кирпичной кладки.

6.4. СПОСОБЫ КЛАДКИ

Перед укладкой кирпича в конструкцию его раскладывают столбиками по два кирпича на расстоянии в 1 или 1/2 кирпича друг от друга на противоположной выкладываемой версте — параллельно оси стены, если ее толщина менее двух кирпичей, а если толщина равна двум и более кирпичам, — то попеременно ложком и тычком вдоль той же оси. Раствор подают и расстилают лопатой. Кирпич на раствор укладывают различными приемами: вприсык, вприсык с подрезкой раствора, вприжим и вполуприсык в зависимости от характера отделки стены в дальнейшем.

При кладке стены впустошевку применяют прием вприсык (рис. 6.7, а). Каменщик предварительно расстилет пластичный раствор на толщину 20—30 мм и затем, держа кирпич наклонно на расстоянии 5—7 см от ранее уложенного кирпича 1, подгребают его ребром часть раствора с постели для заполнения вертикального шва 2, а затем нажимом ладони осаживает кирпич 3. При кладке стены впродезку применяют прием вприсык с подрезкой раствора (рис. 6.7, б). Кирпич укладывают аналогично укладке вприсык, но избыток раствора, выжатый из шва, подрезают кельмой. Прием вприжим (рис. 6.7, в) также применяют

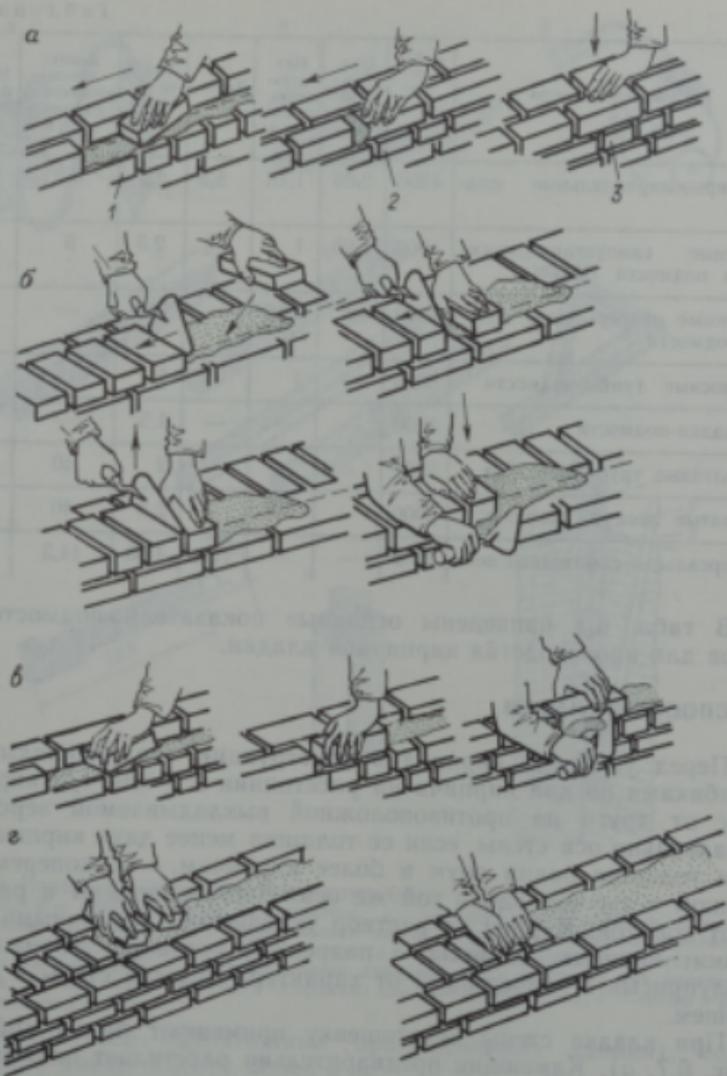


Рис. 6.7. Приемы укладки кирпича

при кладке вподрезку. Кладку выполняют с загребанием части жесткого раствора кельмой, прижимая его раствор к ранее уложенному кирпичу. Убирая кельму, прижимают кирпич, осаживают его легким постукиванием рукояткой кельмы и подрезают излишек раствора.

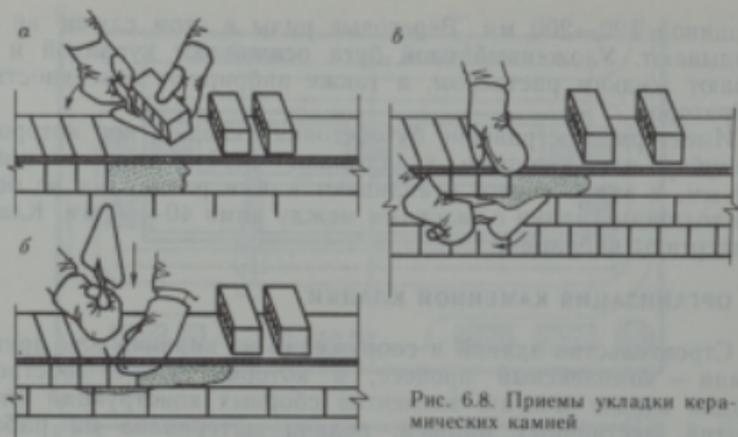


Рис. 6.8. Приемы укладки керамических камней

Кладку вполуприсык применяют при укладке забутки (рис. 6.7, з). На уложенный и выровненный лопатой раствор каменщик обеими руками укладывает по два кирпича, плотно прижимая их заподлицо с плоскостью кладки. Вертикальные швы заполняют при раскладке раствора следующего ряда.

При кладке стен из керамических камней вышеизложенные приемы не позволяют хорошо заполнить вертикальные поперечные швы. В этом случае камни предварительно раскладывают с противоположной стороны стены по 10—12 шт вплотную друг к другу в удалении от уложенных на раствор камней на 300—400 мм и одинаковыми гранями вверх. Затем лопатой расстилают раствор и раскладывают его на разложенные камни. Каменщик берет каждый камень (рис. 6.8, а) и, плавно поворачивая его, прижимает к ранее уложенному камню так, чтобы покрытая раствором грань была вертикальна (рис. 6.8, б). Выжатый раствор срезают кельмой (рис. 6.8, в) и сбрасывают на растворную постель.

Бутовая кладка очень трудоемка. Ее применяют редко, в основном, при кладке фундаментов. Бутовые фундаменты выкладывают или «под лопату», или «под залив».

Кладку «под лопату» выполняют рядами толщиной около 300 мм (как и из камней правильной формы) с соблюдением перевязки швов. Первый слой укладывают насухо из крупных постелистых камней с тщательной расщебенкой пустот мелким камнем и заливкой жидким раствором. Следующие ряды укладывают на пластичном растворе с выкладкой верст, чередованием тычков и ложков и забуткой с трамбованием. Вертикальные швы заполняют обязательно раствором. Кладку «под залив» выполняют в опалубке или враспор со стенами траншей слоями

толщиной 120—200 мм. Верстовые ряды в этом случае не выкладывают. Уложенный слой бута осаживают кувалдой и заливают жидким раствором, а также вибрируют поверхностным вибратором.

Имеет распространение бутобетонная кладка, при которой в опалубку или траншею укладывают слой бетона толщиной 250 мм, а затем в него втапливают камни размерами не более 1/3 толщины кладки с зазорами между ними 40—50 мм. Кладку подвергают вибрации.

6.5. ОРГАНИЗАЦИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Строительство зданий и сооружений из кирпича или другого камня — комплексный процесс, в который кроме собственно кладки входят монтаж элементов сборных конструкций (перекрытий, лестничных маршей, подача материалов на рабочее место, установка подмостей и лесов). Для того чтобы строительство велось успешно, при производстве каменных работ применяют поточную организацию труда. При этом ведущими строительными процессами являются кладка стен и монтаж сборных железобетонных перекрытий, перемычек, лестничных маршей, площадок и т. д.

Поточность строительства зданий и сооружений организационного обеспечивается делением их на захватки, которые должны быть одинаковыми по трудоемкости выполнения работ. Число захваток должно быть кратным числу ведущих процессов. Поэтому в практике нашла широкое распространение двухзахватная организация работ, хотя при значительных основных размерах здания и его сложной конфигурации можно применять и многозахватную организацию. Кладку ведут по ярусам. На этаж их приходится 2—3. Работы производят звенья каменщиков, число которых должно обеспечивать возведение одного яруса на захватке в течение смены. Это обеспечивается, если

$$N = Q / (qk_1),$$

где N — число звеньев каменщиков для возведения яруса в смену на захватке; Q — объем кладки яруса на захватке, m^3 ; q — норма выработки звена каменщиков в смену, m^3 ; k_1 — коэффициент перевыполнения норм выработки.

Каждому звену каменщиков отводится делянка, длина которой

$$l = qk_1 / (hb),$$

где h — высота яруса, м; b — толщина стены, м.

При двухзахватной организации работ (рис. 6.9, а) каменщики по окончании кладки первого яруса (первой захватки) переходят на вторую захватку, а вспомогательные рабочие

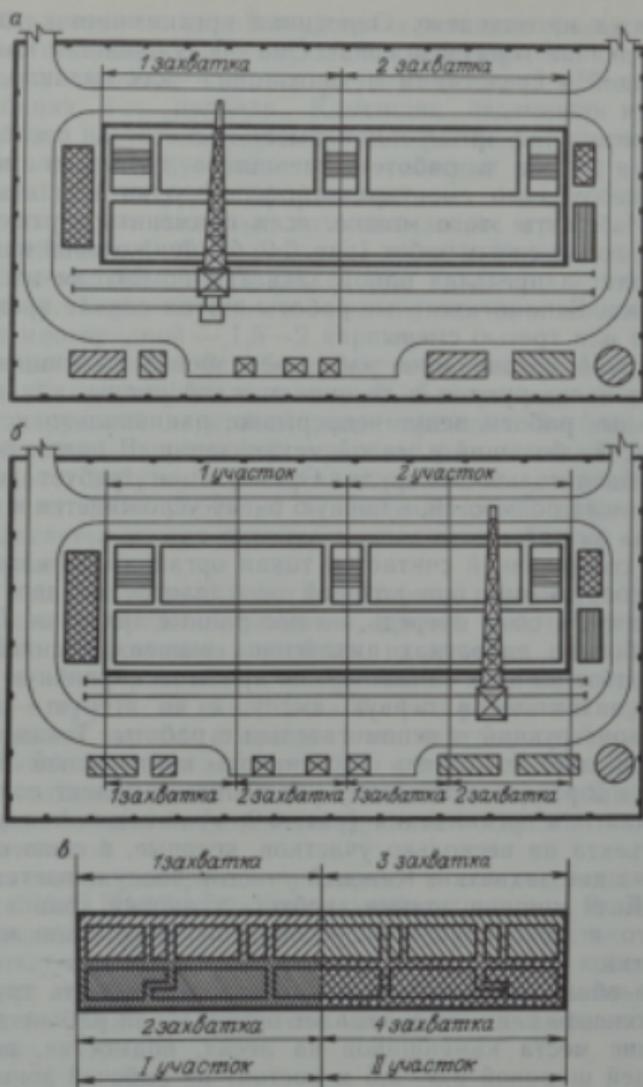


Рис. 6.9. Схема строительства каменного здания

(монтажники, плотники и т. д.) — на первую. По окончании работ первого яруса на второй захватке звенья каменщиков снова переходят на первую захватку, но уже на второй ярус, а вспомогательные звенья — на вторую — для перестановки подмостей, заготовки материала, монтажа лестничных площадок и маршей, других сборных элементов. Такую замену звеньев ведут до окон-

чания этажа на захватке. Описанная организация кладки получила название горизонтальной. Она обслуживается комплексной бригадой и средствами механизации — как правило, одним подъемным краном.

Горизонтальная организация имеет недостаток: после возведения стен этажа в работе каменщиков возникает перерыв, так как необходимо смонтировать перегородки и плиты перекрытия. Избежать этого можно, если применить вертикальную организацию каменных работ (рис. 6.9, б), при которой каменную кладку ведут в пределах одной захватки по ярусам на высоту всего этажа. Вспомогательные работы в этом случае производят во вторую или третью смены.

При такой организации работ все звенья каменщиков рационально используются в течение каждой смены, кладку стен и монтажные работы ведут непрерывно, рационально используются средства большой и малой механизации. В целом повышается производительность труда. Организация требует дополнительного числа подмостей, в ночную смену усложняется и работа, и контроль за ней.

Более совершенной считается такая организация кладки каменного сооружения, при которой оно делится на два равных участка, а те, в свою очередь, на две равные захватки. Организация работ на захватках аналогична вышеизложенной организации работ на двух захватках, но при этом кирпичную кладку ведут по захваткам в первую смену, а во вторую — монтаж сборных конструкций и вспомогательные работы. Такая организация позволяет сократить численность комплексной бригады примерно в 2 раза и наполовину уменьшить комплект подмостей. Многозахватная организация (рис. 6.9, в) заключается в разделении объекта на несколько участков, которые, в свою очередь, делятся на две захватки. Каждый участок обслуживается своим краном. Если ширина здания требует установки кранов с двух сторон, то в этом случае целесообразно продольное членение на захватки.

Кроме общей организации на производительность труда при кладке большое влияние оказывает организация рабочего места.

Рабочие места каменщиков на лесах, подмостях, перекрытиях общей шириной 2,5—2,6 м состоят из рабочей зоны шириной 0,6—0,7 м и зоны расположения материалов, где располагают попарно поддоны с кирпичом на расстоянии 40 см друг от друга, а между ними устанавливают на расстоянии 2,2 или 3,2 м друг от друга ящики с раствором. Остальную часть подмостей шириной 1,25 м используют как транспортную и пешеходную зоны.

В зависимости от толщины стены, числа оконных и дверных проемов, сложности элементов архитектурного оформления работы в бригаде организуют по поточно-расчлененному

способу звеньями: «двойка», «тройка» и «пятерка», а также по поточно-кольцевому способу звеном «шестерка».

Звено «двойка» состоит из каменщика 4—5-го разряда и подсобника 3-го разряда. Каменщик ведет все процессы, а подсобник подает и раскладывает раствор, кирпич, помогает укладывать забутку. Звено ведет сложные работы — простенки, сложное архитектурное оформление.

Стены менее сложные возводит звено «тройка», состоящее из каменщика 4—5-го разряда, укладывающего с подручным верстовые столбы, тогда как второй каменщик ведет забутку и расшивку. Толщина стен в этом случае: при ценной кладке — 2, при многорядной — 1,5—2 кирпича.

Стены толщиной 2 и более кирпича выкладывает звено «пятерка». В этом случае каменщик 4—5-го разряда с подсобником ведет наружный верстовой ряд, каменщик 3—4-го разряда с подсобником — внутренний верстовой ряд, а пятый (подсобник) укладывает забутку и расшивает швы. Звенья «двойка», «тройка» и «пятерка» работают в пределах своей делянки, которая располагается между определенными осями здания («поосевая» специализация).

В отличие от них звено «шестерка» перемещается по периметру стен в пределах хватки, причем работа звена сводится к работе трех звеньев «двойка», из которых одно — из каменщика 4—5-го разряда и подручного — укладывает наружную версту, второе — из каменщика 3—4-го разряда и подручного — внутреннюю версту, а третье — из каменщика 3-го разряда с подручным — ведет забутку. Это звено обычно выкладывает стены толщиной более двух кирпичей без проемов на больших участках. Кладка звеном «шестерка» относится к наиболее производительной.

Каменные конструкции возводят в соответствии с требованиями СНиП III-17—78 «Каменные конструкции». Во время кладки каменщик постоянно следит за ее правильностью. Допускаемые отклонения (мм) от проектного положения конструкций из кирпича, керамических и природных камней правильной формы приведены ниже в числителе для стен, в знаменателе — для столбов.

По толщине конструкции в плане	15/10
По отметкам опорных поверхностей	-10/-10
По ширине:	
простенков	-15/-
проемов	15/-
По смещению:	
вертикальных осей оконных проемов	20/-
осей конструкций	10/10
Поверхностей и углов кладки от вертикали:	
на один этаж	10/10
на все здания высотой более двух этажей	30/30

Рядов кладки от горизонтали на 10 м	
длина стены	15/—
Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при наложении рейки длиной 2 м	10/5
Отметок верхних поверхностей панелей в стенах и перегородках	±10/—

6.6. ПРОИЗВОДСТВО КАМЕННЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Для возведения каменных конструкций в зимних условиях применяют способ замораживания, кладку на растворах с противоморозными добавлениями, электрообогрев и кладку в тепляках.

Кладку способом замораживания выполняют теми же технологическими приемами и инструментами, используя общепринятые системы перевязки, что и в летних условиях.

Перед кладкой кирпичи, камни и блоки очищают от снега и наледи. Кладочный раствор готовят из подогретых материалов: воды температурой до 80° С, песка — до 60° С. Работу ведут на пластичных растворах подвижностью 9—13 см полнотелого кирпича и 7—8 см — для пустотелого кирпича и природных камней. Температура раствора на месте кладки в зависимости от температуры воздуха (°С) приведена ниже.

Воздух	—10	От —11 до —20	Менее —20
Раствор	5	10	15

Стены выкладывают порядно, завершая кладку по всей ширине одновременно. При перерывах в работе вертикальные швы полностью заполняют раствором и кладку укрывают толем.

В пределах захватки кладку выполняют без разрывов на всю высоту яруса. Перепады между участками кладки на границах делянок допускаются не более 1 м, на границах захваток — не более высоты этажа.

В местах разрывов кладку заканчивают наклонной штрабой с укладкой арматуры в горизонтальных швах. На каждые полкирпича (по ширине стены) укладывают один стержень (диаметром 4—6 мм). Концы стержней (длиной не менее 1 м) заделывают в кладку. По высоте штрабу армируют через 6 рядов.

Проточность и устойчивость кладки резко снижается при оттаивании. Во избежание аварий рекомендуется предусматривать: армирование углов, мест примыкания и пересечения стен; зазоры 5 мм для осадки кладки над оконными и дверными проемами; укладку перекрытий после завершения кладки и анкеровки уложенных конструкций с кладкой; усиление столбов и простенков металлическими сетками.

Кладку способом замораживания ведут с особой тщательностью, так как быстрое замерзание раствора затрудняет исправление брака.

Кладку на растворах с противоморозными добавками (поташ, нитрит натрия и др.) выполняют обычными технологическими приемами. Количество добавок определяет лаборатория, оно зависит от вида конструкции и температуры воздуха. Марку раствора, в которой вводят противоморозные добавки, указывают в проекте. Она должна быть не менее 50.

Растворы с противоморозными добавками приготавливают на цементах не ниже 300. В качестве заполнителя используют обычный песок. Растворы готовят так же, как и обычные, но затворяют не водой, а водными растворами химических добавок в соответствии с «Инструкцией по приготовлению и применению строительных растворов» СН 290—74.

При морозах до -15°C растворы содержат добавки нитрита натрия. Удобоукладываемость растворов сохраняется в течение 1,5—3 ч. При морозах до -30°C растворы содержат добавки поташа с различными замедлителями схватывания.

При неблагоприятных температурных условиях растворы с противоморозными добавками не набирают проектной прочности, поэтому нагруженные столбы и простенки усиливают металлическими сетками.

Кладка на растворах с химическими добавками отличается простотой и экономичностью, не вызывает коррозии арматуры, поэтому она получила распространение в современном строительстве.

Широкое применение при кладке зимой получил электропрогрев. При электропрогреве электроды закладывают в горизонтальные швы по ходу кладки через каждые два ряда. Расстояние между электродами — не менее 25 см при напряжении в сети 220 В и 40 см — при напряжении 380 В. Электроды нагревают растворные швы до температуры $30-35^{\circ}\text{C}$, поэтому необходимо следить, чтобы вертикальные швы в кладке были заполнены раствором. Электропрогрев ведут до приобретения раствором прочности не менее 20% от проектной. Электропрогрев замерзшей кладки при температуре ниже -5°C ведут после предварительного отогрева ее поверхностными нагревателями. Для уменьшения теплопотерь прогреваемые конструкции защищают теплоизоляционными щитами или укрывают теплоизоляционными материалами.

Кладка в тепляках — наиболее эффективна в районах с суровыми климатическими условиями. Для устройства тепляков используют прозрачные синтетические ткани или воздухоподувные оболочки. Размеры тепляков зависят от вида используемых механизмов и основных размеров строящегося здания. Обогревают тепляк с помощью калориферов.

Кирпич и другие кладочные материалы перед укладкой в конструкцию выдерживают в тепляках не менее суток. Технологи-

гические приемы кладки обычные. Выложенные конструкции до приобретения раствором необходимой прочности выдерживают в тепляках до 3 сут.

Кладку в тепляках применяют при температурах до -50°C при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Во всех случаях до начала теплого времени принимают меры по временному усилению наиболее нагруженных и наименее устойчивых элементов зданий, для чего составляют специальный проект.

6.7. ОХРАНА ТРУДА ПРИ КАМЕННЫХ РАБОТАХ

При каменных работах организация рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда на всех этапах работ. Рабочие места оборудуют ограждениями и предохранительными устройствами. Отверстия в перекрытиях, к которым возможен доступ людей, должны быть закрыты или иметь ограждения по всему периметру высотой не менее 1,1 м. Открытые проемы стен в уровне перекрытий ограждают. Не допускается, как правило, одновременное выполнение работ по одной вертикали без устройства специальных защитных приспособлений.

В случае, когда конструкция возводимого здания не позволяет применять средства коллективной защиты (ограждающие или улавливающие устройства), необходимо пользоваться предохранительными поясами. Каменщик, пользуясь предохранительным поясом, закрепляется на рабочем месте к элементам конструкций и выполняет работу без перемещения с места на место. Данная ситуация может возникнуть при необходимости выполнения ограниченного объема работ (заделка отдельных отверстий в стенах, кладка простенков и т. д.). В случае необходимости передвижения каменщика вдоль фронта работ пояс применяют в комплекте со страховочным устройством, представляющим собой канат, закрепленный вдоль фронта работ, к которому крепят фал предохранительного пояса.

Все указанные средства защиты должны применяться при кладке стен на высоту до 70 см, и если рабочее место поднимается по мере роста кладки таким образом, что высота кладки постоянно оставалась на уровне 70 см от рабочего настила, то каменщик может работать в безопасных условиях без применения средств защиты.

При кладке стен высотой более 7 м по периметру здания устанавливают защитные козырьки.

Запрещается выполнять кладку, стоя на стене. Это вызвано тем, что свежеложенная кладка может потерять устойчивость и это приведет к падению человека. Поэтому при кладке карнизов, выступающих из плоскости стены более, чем на 30 см, необходимо работать с выпускных подмостей, ширина настила

которых на 60 см больше ширины карниза. При этом материалы располагают на внутренних лесах, а каменщик работает, находясь на выпускных лесах.

При ведении работ в зимних условиях методом замораживания разрешается возводить конструкции высотой не более 15 м.

При выполнении каменных работ с электроподогревом кладки запрещается вести кладку на тех участках, где выполняется электропрогрев. Прогреваемые участки должны находиться под круглосуточным наблюдением электромонтеров. В сырую погоду и оттепель электропрогрев не разрешается. При электропрогреве конструкций места прогрева должны быть ограждены. Монтаж и подсоединение электропрогрева производят только электромонтеры.

Вопросы для самопроверки

1. Изложите правила разрезки и перевязки швов каменной кладки.
2. Перечислите инструменты, приспособления и инвентарь, используемые для производства и контроля каменной кладки.
3. Какие процессы являются ведущими при поточной организации каменной кладки?
4. Какие методы и приемы применяют при ведении каменной кладки в зимних условиях?

7. МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7.1. ЗНАЧЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Основным направлением в решении задач повышения эффективности строительного производства является превращение его в высокомеханизированный поточный процесс монтажа зданий и сооружений на строительной площадке из элементов заводского изготовления.

Монтаж — это установка в проектное положение элементов, укрупненных элементов и блоков конструкций зданий и сооружений, соединение их в единое целое.

Индустриализация строительства заключается, в значительной мере, в превращении строительной площадки в монтажную, на которой осуществляют механизированную сборку зданий и сооружений из элементов, изготавливаемых на специализированных заводах.

Доля монтажных работ в строительстве с каждым годом увеличивается.

Характерной тенденцией монтажных работ является расширение применения укрупненных монтажных элементов, блоков, резко повышающих эффективность строительно-монтажных работ.

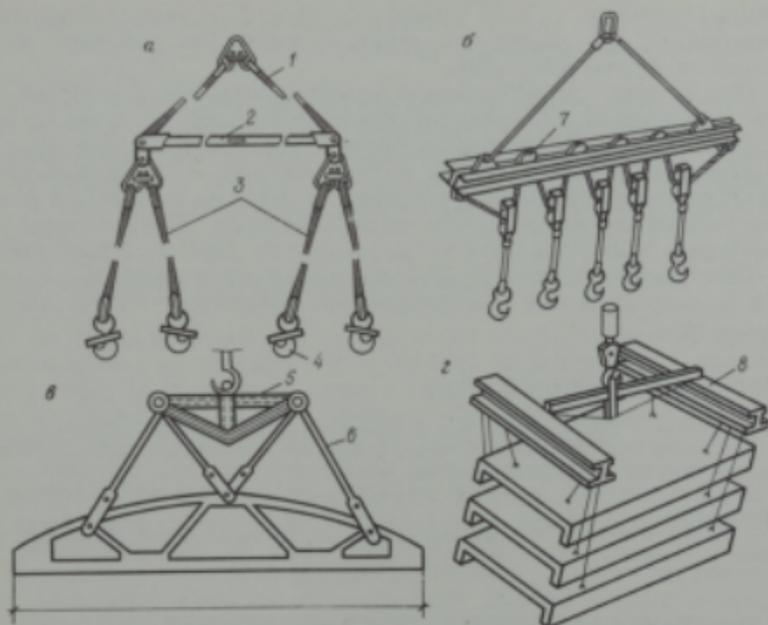


Рис. 7.1. Траверы:

a — балочная со стропами из двух ветвей; *б* — с блоками; *а* — решетчатые для монтажа ферм; *г* — с коромыслами для подъема плит;
1 — съемные подвески; *2* — балка; *3* — канатный стrop; *4* — крюк; *5* — треугольная ферма; *6* — жесткие стропы; *7* — неподвижный блок; *8* — коромысло

и в составе грузоподъемных машин. Число роликов в них от 1 до 7, грузоподъемность полиспаста до 75 т.

Домкраты — переносные грузоподъемные механизмы, предназначенные для подъема конструкций и оборудования на высоту 200—500 мм, перемещения грузов и оборудования по горизонтали и выверки конструкций при их установке.

Лебедки — тяговые механизмы для подъема и перемещения конструкций с помощью каната, навиваемого на барабан. Привод лебедок бывает ручной и электрический. Лебедки с ручным приводом применяют в случаях, когда не требуется большой скорости подъема. Тяговое усилие таких лебедок 5, 10, 20, 30, 50 кН. Лебедки с электрическим приводом имеют тяговое усилие до 400 кН.

На рис. 7.3 показаны типовые схемы установки лебедок в монтажных условиях. Сдвигающее усилие воспринимается свайными якорями, а опрокидывающий момент — балластом, уложенным на раму лебедки. Устойчивость лебедки определяется

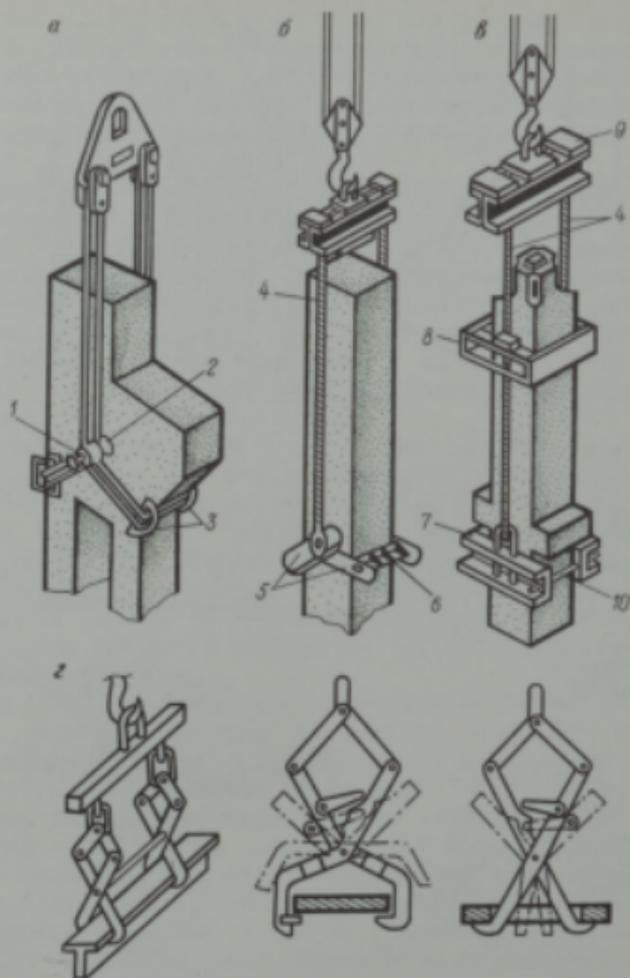


Рис. 7.2. Захваты:

a — штырьные; *б* — фрикционные; *а* — рамочные; *z* — клешневые; 1 — штырь; 2 — ступка; 3 — предохранительные уголки; 4 — стропы; 5 — фрикционный захват; 6 — усиления; 7 — рамочный захват; 8 — рамка; 9 — траверса; 10 — стяжка

уравнением моментов относительно точки *A* (рис. 7.3, *a*), а нагрузку от противовеса (*kH*) определяют так

$$Q = (kSa - Gc) / b,$$

где $k = 1,5 \div 2$ — коэффициент устойчивости; *S* — усилие в тяговом тросе, кН; *G* — усилие от лебедки, кН.

Если усилие на лебедку передается под некоторым углом α , то необходимо загрузить переднюю часть рамы лебедки. Вели-

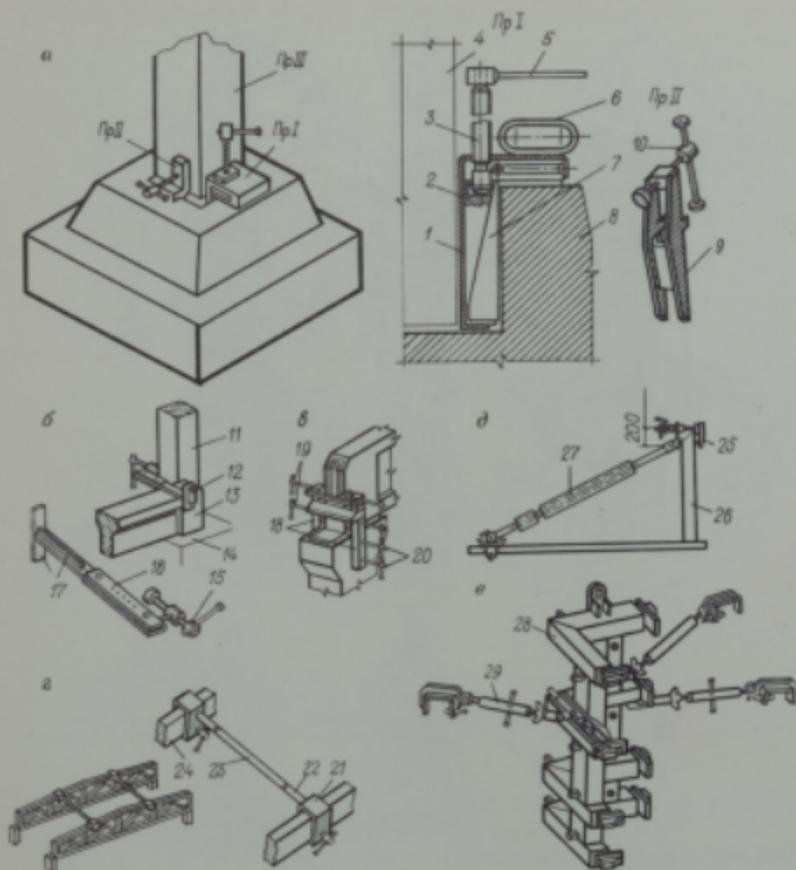


Рис. 7.5. Монтажная оснастка

где h — высота пучка бревен (щита), м; l — длина пучка бревен (щита), м; σ — допустимая нагрузка на грунт, кПа.

Монтажная оснастка — приспособления и устройства для временного закрепления и выверки сборных конструкций, а также создания безопасных условий при выполнении монтажных работ.

Наиболее трудоемкими и сложными процессами при монтаже сборных конструкций являются точная установка элементов и их закрепление. Наиболее ответственный элемент каркаса здания (колонну) в фундаментах стаканного типа закрепляют клиньями

из железобетона, дерева, металла. Это приводит к перерасходу металла (на одну колонну приходится 4—12 клиньев) и большой трудоемкости процесса. С целью повышения производительности труда монтажников рекомендуется применять инвентарный клиновой вкладыш (рис. 7.5, а, Пр. I) или винтовой клин (рис. 7.5, а, Пр. II).

Корпус I клинового вкладыша вместе с шарнирно подвешенным клином 7 вставляют в пространство между плоскостями стакана 8 и колонны 4. При вращении винта 3 ключом 5 бобышка 2 перемещается вниз по наклонной плоскости клина 7 и плотно заклинивает устройство между плоскостями. С помощью этого приспособления стык замоноличивают бетонной смесью на всю глубину стакана фундамента за один прием (простых клиньев — в два приема). Приспособление легко устанавливают и переносят с помощью ручки 6.

Винтовой клин прост и достаточно надежен. Он состоит из клина с упорами 9 и винтовой стяжки 10, вращением которой обеспечивают необходимое перемещение колонны в стакане.

Для временного укрепления фундаментных балок 13 (рис. 7.5, б) удобно применять универсальную струбцину 12, которая опирается на колонну 11, установленную на фундаменте 14. Выдвижной захват 17 двигается и закрепляется в обойме 16. С помощью винтового устройства 15 струбцину затягивают до необходимого усилия.

Для установки и временного крепления балок и ферм на оголовках колонн применяют кондукторы (рис. 7.5, в), которые состоят из скобы 18, регулирующих 19 и зажимных 20 винтов.

Распорки — жесткие связи (рис. 7.5, г). Их применяют в основном для раскрепления плоских вертикально стоящих конструкций (ферм, балок, перегородок). Вид распорок, их количество, способы установки и закрепления указывают в проекте производства работ. Наиболее распространены винтовые стяжки — распорки длиной 6—12 м. Распорку одним концом прикрепляют к верхнему поясу фермы 24 до ее подъема, а к другому концу распорки привязывают веревку. После установки фермы второй конец распорки поднимают и крепят к ранее смонтированной конструкции. Крепление производят с помощью скоб с винтовой стяжкой 21, присоединяемых муфтой 22, расположенной на стержне 23.

Подкосы (рис. 7.5, д) относят к жестким связям. Их применяют для закрепления невысоких длинномерных и плоских конструкций (колонн, стеновых панелей). Наиболее часто используют укороченные подкосы и подкос с захватом. Панель 26 удерживается подкосом 27 с помощью струбцины 25. Выпускаются подкосы бесструбцинного типа. Для монтажа панелей наружных стен, опирающихся на плиты перекрытия, удобно применять м а н и п у л я т о р (рис. 7.5, е), который представляет

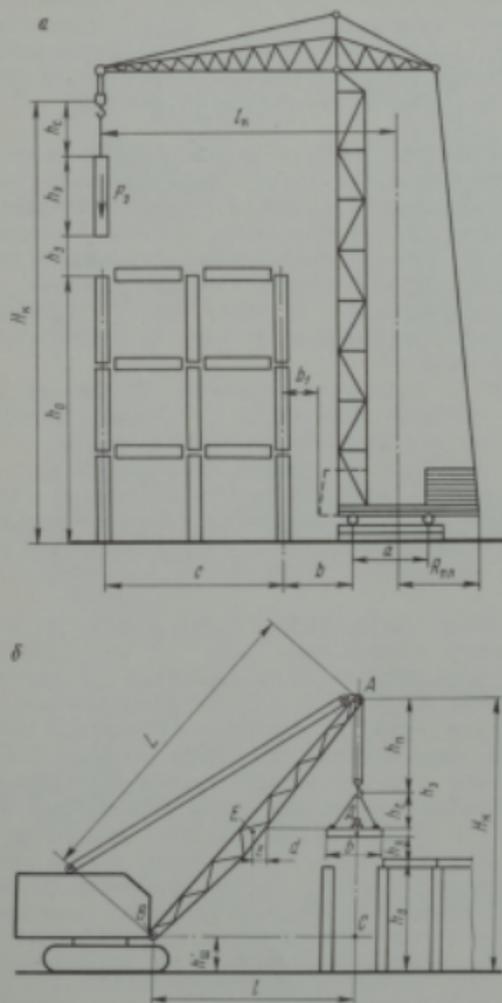


Рис. 7.6. Схема расчета параметров монтажных кранов: а — башенных кранов; б — стреловых кранов

После определения числа кранов принимают их тип (башенный, стреловой и т. п.) в зависимости от характера возводимого объекта: его высоты и размеров в плане, методов монтажа и организации строительства, технико-экономических показателей применения. После этого рассчитывают необходимые рабочие параметры крана: грузоподъемность, высоту подъема крюка, вылет крюка и грузовой момент.

Грузоподъемность крана принимают исходя из наибольшей массы элемента или пакета элементов:

$$Q_k = Q_0 + q_{тн} + q_k + q_n, \quad (7.2)$$

где Q_0 — наибольшая масса поднимаемого элемента или пакета элементов, т; $q_{тн}$ — масса такелажного приспособления, т; q_k — масса конструкций усиления, т; q_n — масса навесных монтажных приспособлений, т.

Высота подъема крюка (м) в зависимости от типа крана:
а) для башенных кранов (рис. 7.6, а)

$$H_{кр} = h_0 + h_1 + h_2 + h_3, \quad (7.3)$$

где h_0 — превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки монтажного крана; h_1 — высота (толщина) монтируемого элемента; h_2 — запас по высоте, необходимый для заводки элемента над местом установки или переноса через ранее установленные элементы; h_3 — высота строповки.

Вылет стрелы (м) в зависимости от конструкции башенного крана:

$$l_k = a/2 + b + c, \quad (7.4)$$

если не учитывается радиус габарита поворотной платформы $R_{кр}$. Здесь a — ширина подкранового пути; b — расстояние от подкранового пути до грани здания; c — расстояние от грани здания до центра тяжести элемента, наиболее удаленного от крана. Если $R_{кр}$ учитывается, то $l_k = c + b_1 + R_{кр}$. В ряде случаев ширина здания m оказывается гораздо больше, чем возможные пределы вылета крюка l_k существующих кранов. В этом случае определяется зона действия крана (м)

$$r = m + b_1 + R_{кр}. \quad (7.5)$$

Если $l_k \geq r$ при требуемой грузоподъемности крана, то монтаж элементов следует вести при помощи крана, установленного с одной стороны здания. Если же $l_k \leq r$, то необходимо использовать для монтажа два крана, устанавливаемых с противоположных сторон здания.

Для стреловых кранов (рис. 7.6, б) минимальная необходимая высота подъема крюка (м)

$$H_k = h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + h_n, \quad (7.6)$$

где h_0 — высота полиспада в стянутом состоянии, м.

Минимальный вылет стрелы (м) находят из подобия треугольников ABC и AED (рис. 7.6, б):

$$\begin{aligned} l / (d + e + b/2) &= (H_k - h_n) / (h_c + h_n); \\ l &= (d + e + b/2) (H_k - h_n) / (h_c + h_n), \end{aligned} \quad (7.7)$$

где $d = 0,5$ м — минимальный зазор между стрелой и монтируе-

Z_n — заработная плата рабочих, не учтенная в себестоимости машино-смен.

Предпочтение отдают кранам, обеспечивающим минимум затрат трудоемкости на монтаже объектов в наиболее короткие сроки.

7.4. МОНТАЖНЫЕ МАЧТЫ, ШЕВРЫ, ПОРТАЛЫ

Наряду с кранами при монтаже ряда конструкций применяют монтажные мачты, шевры, порталы и другие приспособления.

Монтажная мачта — простейшее монтажное устройство, оснащенное грузовым полиспастом и лебедкой грузоподъемностью до 50 т и высотой подъема до 45 м. Мачтами поднимают грузы, когда грузоподъемность крана недостаточна или перегонка крана на объект нерациональна.

Мачта (рис. 7.7, а) представляет собой трубчатую или решетчатую стойку, установленную вертикально с наклоном 10—12°. В устойчивом положении мачта удерживается 3—4 расчалками (вантами).

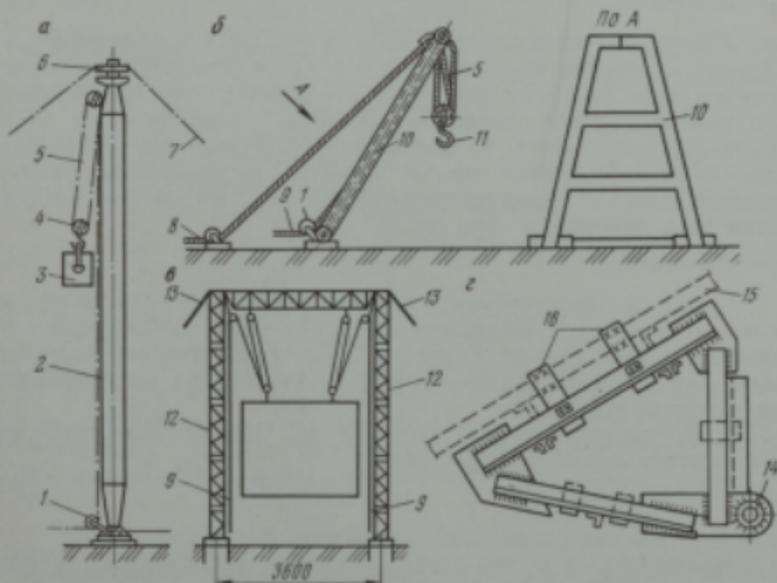


Рис. 7.7. Схемы установки монтажной мачты (а), шевры (б), портала (в), монтажной консоли (z):

1 — отводной блок; 2 — ствол; 3 — груз; 4 — оттяжка для груза; 5 — полиспаст; 6 — оголовок; 7 — расчалка; 8 — канат; 9 — сбегающая нить; 10 — шевр; 11 — крюк; 12 — стойки; 13 — вьнты; 14 — проушина; 15 — монтируемый элемент; 16 — монтажные болты

Шевры (рис. 7.7, б) — это А-образные рамы с грузовым полиспастом и лебедкой.

Рама шевра — трубчатая или решетчатая из профильного проката. Основание устанавливают на салазки, что облегчает передвижение. Преимущество шевров (по сравнению с мачтами) в том, что они не имеют вант. Шевры бывают передвижные и стационарные. С помощью шевров можно поднимать грузы массой до 250 т на высоту до 35 м. Шевры применяют в тех местах, где невозможно использовать мачты, требующие значительно большего места для закрепления боковых вант.

Портал (рис. 7.7, в) выполняют в виде П-образной рамы. Основные элементы портала — две стойки, связанные между собой. Портал удерживается с помощью вант, натягиваемых полиспастами. С помощью порталных подъемников можно поднимать грузы массой до 1000 т. В требуемом положении портал удерживается с помощью вант.

При монтаже ряда сооружений применяют монтажную консоль. Монтажная консоль представляет собой сваренную из уголкового профиля треугольную призму, которую монтажными болтами крепят к поднимаемому элементу (например, пролету галереи). За нижнюю часть консоли через специальную проушину крепят блок полиспаста, второй полиспаст крепят на уровне монтажа элемента. Консоль позволяет обеспечить переподъем основания монтируемого элемента над опорой на 50 — 500 мм.

7.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МОНТАЖА

Технологические процессы монтажа — совокупность операций и технических приемов, в результате которых получают здание или сооружение.

В составе процессов монтажа различают три основных процесса: транспортный, подготовительный и собственно монтаж.

Транспортные процессы состоят из операций доставки, приемки, разгрузки, раскладки конструкций, их элементов, деталей, вспомогательных материалов и креплений. Доставка на строительный элемент сборных конструкций, принципы их складирования и хранения описаны в разделе 2.

Подготовительные процессы состоят из ряда операций и работ, которые трудно производить в процессе монтажа, дешевле и более качественно можно сделать до подъема и установки конструкций. Сюда относят укрупнительную сборку крупных конструкций из отдельных частей; проверку геометрических размеров и качества конструкций, устранение замеченных дефектов; временное усиление конструкций на период подъема и установки; подготовку конструкций к подъему, навеску и крепление подмостей, лестниц, ограждений, кондукторов, приспособлений для выверки и временного закрепления конструкций; установку рас-

только после набора бетоном в стыках соединений требуемой прочности. По этому методу монтируют одноэтажные промышленные здания большой протяженности, такие, например, как наземные гаражи поездов метрополитена. При раздельном методе наиболее эффективно используются монтажные краны и значительно упрощается выверка конструкций.

При комплексном методе за один проход крана в пределах одной или нескольких смежных ячеек монтируют все разнотипные конструктивные элементы одноэтажных зданий. Этот метод можно также применять при монтаже ячеек многоэтажных зданий и сооружений, образующих жесткую устойчивую систему, при условии, что элементы последующих этажей можно устанавливать без замоноличивания стыков конструкций нижележащих этажей. В большинстве случаев при комплексном методе усложняется организация работ, снижается производительность труда монтажников, не обеспечивается полное использование монтажных кранов по грузоподъемности. Вместе с тем применение этого метода позволяет быстрее предоставить фронт для других строительных работ и монтажа технологического оборудования.

Комбинированный метод представляет собой сочетание двух предыдущих. При этом колонны и подкрановые балки монтируют раздельным методом, а конструкции шатра покрытия — комплексным.

В зависимости от организации подачи элементов под монтаж различают метод монтажа с предварительной раскладкой элементов в зоне действия монтажного крана и монтаж непосредственно с транспортных средств. Монтаж с транспортных средств — более эффективен. В этом случае конструкции к месту монтажа доставляют строго в соответствии с монтажно-транспортным графиком, разработанным с применением ЭВМ. Конструкции целесообразно доставлять в зону монтажа автотягачами с сцепными полуприцепами (челночный способ). При этом один тягач работает не менее чем с тремя специализированными полуприцепами: один находится под погрузкой, второй — на строительном объекте, третий — буксируется тягачом. Метод выгоден при монтаже однотипных объектов большого количества однотипных конструкций.

В зависимости от направления монтажного потока различают продольный и поперечный методы. В первом случае монтажный кран передвигается вдоль здания или пролета, во втором — последовательно по поперечным осям здания. Решение о выборе того или иного метода зависит от направления технологического процесса в здании, связанного и с соображениями о монтаже технологического оборудования строящегося предприятия.

В зависимости от применяемой монтажной оснастки и требуемой точности монтажа различают: свободный монтаж, когда сборные элементы, будучи свободно подвешенными к крюку кра-

на, устанавливают в проектное положение без специальных приспособлений; ограниченно-свободный монтаж, когда работы ведут с применением различных фиксаторов, облегчающих установку конструкции; принудительный монтаж, когда все процессы передвижения и установки элементов производят с применением кондукторов и манипуляторов, ограничивающих свободу движения конструкции, причем может иметь место дистанционное управление процессом.

В зависимости от характера сооружения и подъемной техники применяют методы монтажа: наращиванием, подращиванием, способами подъема со сложным перемещением в пространстве, поворота со скольжением, надвигки, вертикального подъема.

При монтаже наращиванием вышележащие элементы конструкций последовательно устанавливают на ранее смонтированные.

При способе подращивания вначале на земле у места монтажа собирают верхнюю часть сооружения, которую затем поднимают на высоту, несколько превышающую высоту следующего элемента. После этого на освобожденное место подводят следующую от верха часть сооружения и соединяют с ранее поднятой. Монтаж ведут чаще всего с помощью кранов, мачт или шевров. Способ применяют при монтаже башен, высоких резервуаров.

При монтаже способом поворота конструкция в процессе ее подъема опирается на заранее подготовленное основание, с которым соединена шарнирно. Грузоподъемность монтажных механизмов при этом может быть меньше массы монтируемой конструкции, так как на крюк крана передается только часть ее веса, а другая в процессе всего подъема воспринимается основанием. Способ применяют при монтаже невысоких укосных копров, опор эстакад и др.

При монтаже поворотом со скольжением нижний конец конструкции перемещается в сторону подготовленного основания с помощью опорной тележки. В процессе перевода конструкции из горизонтального положения в вертикальное нижний конец конструкции вместе с тележкой перемещается к месту ее установки.

При монтаже способом подъема со сложным перемещением в пространстве монтируемую конструкцию или ее часть поднимают, перемещают и опускают на проектную отметку. Высота подъема крюка крана при монтаже этим способом должна быть больше высоты здания.

При монтаже способом надвигки горизонтальное перемещение конструкции осуществляют по специально устроенному пути, а иногда — по поверхности нижележащих конструкций на уровне проектной установки конструкций с помощью горизонтально работающих домкратов, тяговых полиспастов или мостовых кранов.

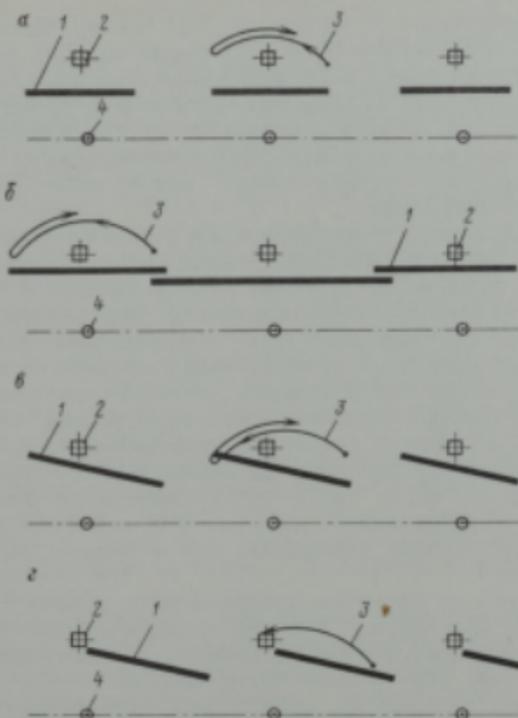


Рис. 7.8. Схема раскладки колонн:

1 — колонна; 2 — фундамент; 3 — траектория движения крана; 4 — стойки монтажного крана

временно расчаливают за соседние фундаменты или специальные якоря.

Если монтаж колонн ведут не с транспортных средств, то их предварительно раскладывают. Применяют следующие схемы раскладки колонн у мест их монтажа: линейную, уступами, наклонную и централизованную. При линейной раскладке (рис. 7.8, а) колонны располагают в одну линию параллельно оси движения крана. Схему применяют, когда высота колонны меньше расстояния между осями фундаментов.

Укладку уступами (рис. 7.8, б) применяют в том случае, когда длина колонн больше шага колонн.

При наклонной схеме (рис. 7.8, в) колонны раскладывают под углом к оси монтируемого ряда конструкций и оси движения крана. Такую схему целесообразно применять при ограниченных размерах зоны раскладки.

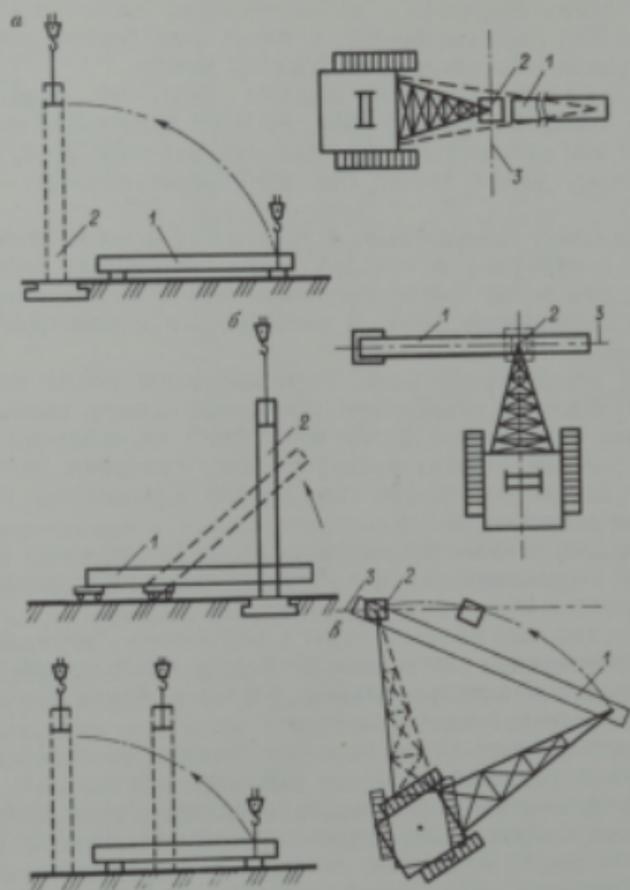


Рис. 7.9. Способы подъема колонн:
 1 — колонна; 2 — место установки; 3 — разбивочная ось

При централизованной схеме раскладки (рис. 7.8, *з*) низ колонны располагают в одном створе с фундаментом, в котором она должна быть установлена.

Перед подъемом колонны на дно стакана фундамента укладывают выравнивающий слой из жесткого бетона, раствора или армобетонной подкладки. Толщину подкладок определяют по исполнительной схеме монтажа фундамента.

Подъем колонны начинают с перевода ее из горизонтального в вертикальное положение. При этом колонну поднимают в плоскости ее наибольшей жесткости, поэтому, если она перед подъемом находилась в положении «плашмя», то ее перекапывают с помощью П-образного кантователя в положение «на

при бесфонарном покрытии — от одного края покрытия к другому; в пролетах, примыкающих к ранее смонтированным, — от смонтированного покрытия к свободному концу.

Величина опирания плит должна быть не менее: при укладке на железобетонные фермы для плит длиной 6 м — 80 мм, 12 м — 100 мм; при укладке на стальные фермы — 70 и 100 мм соответственно длине плиты; на кирпичную кладку — 120 и 150 мм.

Каждую плиту приваривают в трех углах к закладным деталям ферм, а первую — в четырех углах. Временная прихватка плит не разрешается. Число расчетных швов, их расположение и размеры определяют ППР в соответствии с конструктивной схемой здания.

Монтаж панелей наружных стен начинают после монтажа каркаса. Вначале устанавливают цокольные панели, выверяемые по теодолиту и нивелиру. Затем на захвате (в пределах шага) монтируют панели на всю высоту здания, выверяют отвесом и уровнем по наружным граням стен здания. Применение клиньев при этом не допускается.

Расстроповку выполняют после выверки постоянного крепления панелей к колоннам каркаса. Вертикальные швы заделывают по ходу монтажа.

Монтаж стеновых панелей ведут с подъемных люлек, подмостей или с монтажных площадок на башне самоходного крана.

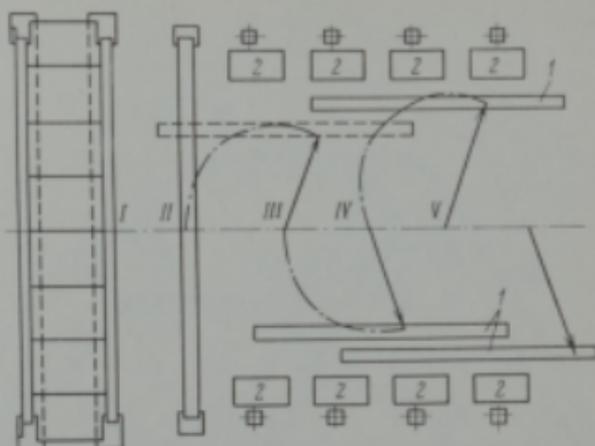
Стропильные и подстропильные фермы и балки монтируют способом «на весу» с помощью кранов.

Фермы монтируют с транспортных средств, но перед монтажом их раскладывают в зоне действия монтажного крана (рис. 7.11). При подготовке к монтажу фермы и подстропильные балки очищают, выправляют закладные детали, наносят осевые риски, обстраивают люльками, лестницами, закрепляют распорками для временного крепления, а также закрепляют страховочный канат, расчалки и оттяжки. Пеньковые канаты и оттяжки привязывают около торцов фермы. Распорки закрепляют винтовыми зажимами в коньковом узле фермы. Ко второму концу распорки привязывают канат-оттяжку для подъема распорки.

На фермы пролетом 18 м устанавливают по одной распорке, а при больших пролетах — по две.

Фермы (подстропильные балки) в проектное положение устанавливают в такой последовательности, которая обеспечивает устойчивость и геометрическую неизменность смонтированной части здания. Монтаж обычно ведут «на кран», который последовательно отступает со стоянки на стоянку. Для строповки ферм применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропят ферму за верхний пояс, в узлах, где сходятся стойки и раскосы (за две или четыре точки).

Рис. 7.11. Схема монтажа стропильных и подстропильных ферм:
 I—V — стойки кра-
 на; I — разложенные
 фермы; 2 — штабеля
 с плитами покрытия



Стропильные и подстропильные балки и фермы устанавливают на оголовки колонн. Для выверки и регулирования их положения на опоре применяют кондукторы (см. рис. 7.5, в). Следующие фермы к предыдущей крепят трубчатыми распорками (см. рис. 7.5, г).

Правильность положения фермы или подстропильной балки фиксируют с помощью геодезического инструмента.

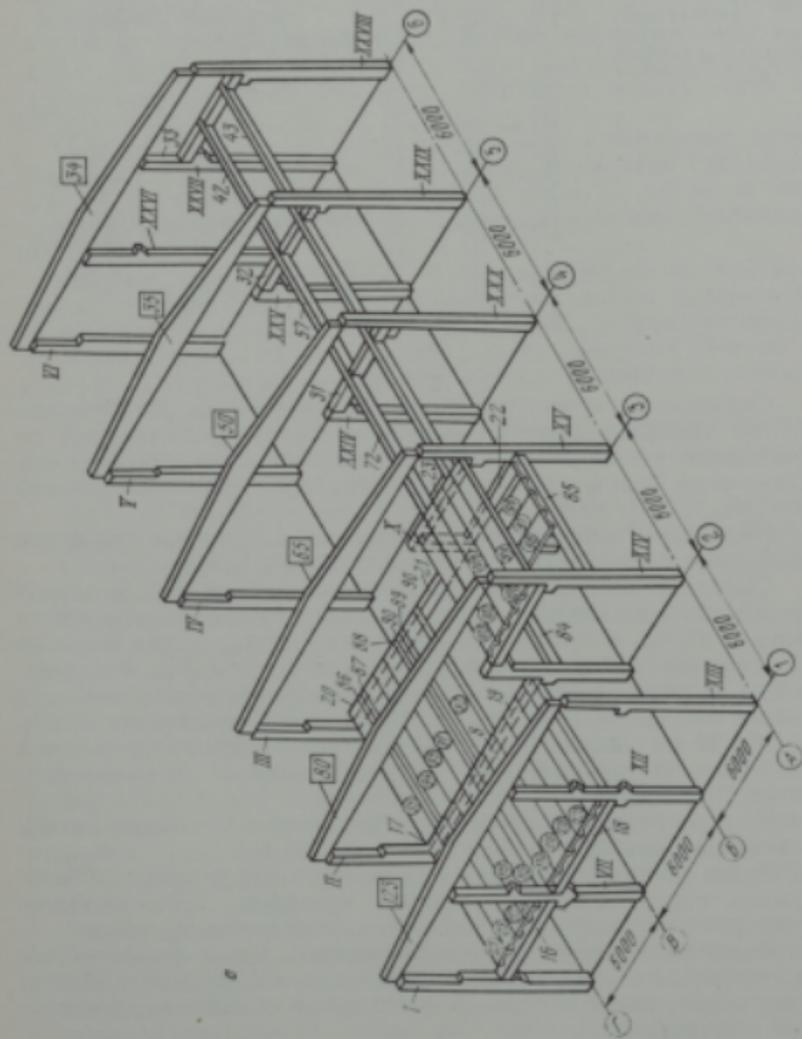
Смещение осей ферм относительно разбивочных осей колонн не должно превышать 5 мм, отклонение отметок опорных узлов ферм — 20 мм и отклонение расстояния между осями ферм по верхнему поясу — 25 мм, отклонение осей колонн зданий и сооружений в верхнем сечении относительно разбивочных осей при высоте колонны до 8 м — 20 мм, 8—16 м — 25 мм, свыше 16 м — до 25—32 мм, свыше 25 м — 40 мм; верха колонн или опорных площадок (консоль) одноэтажных зданий и сооружений — 10 мм.

Монтаж подкрановых балок начинают после выверки колонн и замоноличивания стыков.

Балки длиной 6 м стропят двухветвеным стропом за монтажные петли, а пролетом 12 м — траверсой с двухветвеным стропом — «удавкой», имеющим полуавтоматические замки.

Балки поднимают в два приема: сначала на высоту 0,2—0,3 м для проверки надежности строповки, затем на проектную высоту. Двое монтажников оттяжками регулируют положение поднимаемой конструкции.

Подкрановую балку, поднятую над консолями колонн, принимают монтажники, стоящие на монтажных лестницах, и устанавливают ее по осевым рискам. Временное крепление осуществляют, навинчивая гайки на анкеры. После выверки осуществляют



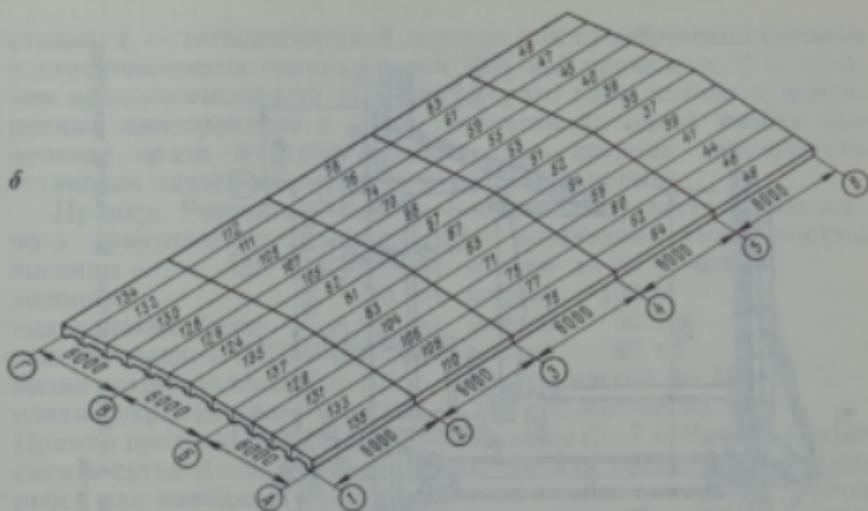


Рис. 7.12. Монтажная схема шахтной котельной на три котла:
а — каркас; б — покрытие

При монтаже зданий больших размеров его целесообразно разделить на монтажные участки.

Разбивка здания на монтажные участки зависит от типа здания и метода его возведения.

В качестве монтажного участка принимают такую наименьшую часть одноэтажного здания в плане, которая обеспечивает минимальные организационные перерывы при совмещении монтажа с последующими процессами общестроительных работ и способствует скорейшему вводу в действие площадей цеха отдельными участками, пролетами или пусковыми очередями.

Расчет величины монтажного участка производят по формуле

$$P_{\min} = CA\varphi(t_v + t_r)/(S_v t'_k),$$

где P_{\min} — минимальное число сборных элементов (колонн и других элементов, устанавливаемых с ними одновременно), которое может быть на монтажном участке при условии обеспечения непрерывности работы крана; C — число часов в рабочей смене; A — число рабочих смен в сутки; $\varphi = t_k/t_n$ (здесь t_k — средняя продолжительность монтажа двух рядов колонн и монтируемых одновременно с ними элементов на одной ячейке при проходе крана на середине пролета; t_n — средняя продолжительность установки элементов покрытия и других элементов, монтируемых с ними одним потоком в ячейке); t_v — время, необходимое для создания фронта работ по выверке колонн и замоноличиванию

стыков; t_1 — технологический перерыв для приобретения бетоном в замоноличенных стыках колонн 70%-ной прочности; t'_2 — средняя продолжительность монтажа второго ряда колонн и монтируемых одновременно с ними элементов на одной ячейке при проходе крана по краю пролета; S_0 — средняя длительность установки одного монтажного элемента по нормам.

Пример. Рассчитать размер монтажного участка одноэтажного промышленного здания, если необходимо смонтировать:

колонны —	28 шт. массой до 60 т;
колонны —	13 шт. массой 100 т;
подкрановые балки —	22 шт. массой 50 т;
подстропильные фермы —	22 шт. массой 80 т;
балки покрытия пролетом 18 м —	35 шт. массой по 75 т;
плиты покрытия пролетом 18 м —	264 шт. массой по 14,5 т.

Примем продолжительность рабочей смены $C=7$ ч. Число рабочих смен в сутки $A=2$. Время, необходимое для обеспечения фронта работ для выводки и замоноличивания колонн $t_c=0,5$ сут. Время выдерживания бетона в стыках до получения им 70%-ной проектной прочности $t_t=1$ сут.

С помощью ЕНиР определим время установки колонн ($N=28$ и 13) в одной ячейке t (состав звена $n=5$ чел., число ячеек $z=22$, норма времени $H_{sp}=8,2$ и 11, коэффициент перевыполнения норм $k=1,25$). Тогда

$$t_k = \frac{(28 \cdot 8,2 + 13 \cdot 11) \cdot 1,25}{5 \cdot 22} = 4,23 \text{ ч.}$$

Средняя продолжительность установки колонн с одной стороны ячейки при движении крана по краям пролета $t'_2 = (13 \times 11 \cdot 1,25) / (5 \cdot 22) = 1,62$ ч. Средняя продолжительность установки элементов покрытия и других, монтируемых с ними одним потоком в ячейке, составляет $t_n = [0,5(N_0 H_{sp} + N_1 H_{sp}) + N_2 H_{sp} + N_4 H_{sp}] / (nz) = [0,5(22 \cdot 8,4 + 22 \cdot 10,5) + 35 \cdot 10,5 + 264 \cdot 1,43] / (5 \times 22) = 8,74$ ч. Здесь для подкрановых балок принято 50% нормы времени на их установку и 50% — для выверки. При $\varphi = t'_2 / t_n = 1,62 / 8,74 < 1$ принимаем $\varphi = 1$. Средняя длительность установки одной колонны $S_0 = (N_1 H_{sp} + N_2 H'_{sp}) K / (N_1 + N_2) = (28 \cdot 8,2 + 13 \times 11) \cdot 1,25 / (28 + 13) = 2,33$ ч. Тогда $P_{min} = 7 \cdot 2 \cdot 1 (0,5 + 1) 4,23 / (2,33 \cdot 1,62) \approx 24$ колонны.

Если в секции пролета до температурного шва расположено меньше 24 колонн и нельзя получить прочность бетона в стыках при сроке выдерживания меньше принятого $t_t=1$ сут, то в качестве участка принимается весь пролет, состоящий из двух секций вместо одной с соответствующим удлинением времени выдерживания бетона.

Расчеты и решения, принятые на основании вышеизложенных методик, позволяют составить инженерно обоснованную схему производства работ по монтажу сборных железобетонных

конструкций. Технологическая схема производства монтажных работ представляет собой план сооружения или типового участка с разбивкой последнего на захватки, на которых показывают размещение машин и деталей, направление перемещения машин и последовательность монтажа конструкций. Так как при этом возможны варианты организации работ, за окончательный принимают решение, имеющее лучшие технико-экономические показатели, выявленные в процессе сравнения вариантов.

В основу организации работ по монтажу сборных железобетонных конструкций необходимо закладывать поточный метод. Для этого здания разбивают на монтажные участки, обеспечивая при этом одинаковые объемы работ и трудоемкость. При монтаже раздельным способом целесообразны следующие частные потоки: по установке фундаментов, колонн, подкрановых балок, ферм и плит, стеновых панелей. На каждый из потоков следует разрабатывать технологическую схему монтажа.

7.9. МОНТАЖ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

В зимних условиях сборные конструкции устанавливают теми же методами, применяя ту же оснастку и механизмы, что и в летних условиях. Отрицательные температуры отражаются в основном на работах по заделке стыков.

В зимнее время необходимо обеспечивать правильное складирование и хранение сборных элементов на приобъектном складе, оберегая их от образования наледей. Верх панелей на складе и при монтаже прикрывают полотнощами рулонного материала или деревянными щитами.

Перед монтажом производят очистку стыков и конструкций от снега и наледей, особенно тщательно в местах стыков. Очистку ведут струей теплого воздуха, электронагревателями, проволочными щетками и др.

До подъема конструкции проверяют, не примерзла ли она к грунту или к соседним изделиям.

Сборку многэтажных железобетонных каркасов из-за замедленного твердения замоноличенных стыков ведут с применением временных связей, которые имеют хомуты и связывают колонны каркаса между собой.

После приобретения бетоном достаточной прочности связи демонтируют. Для того чтобы обеспечить твердение замоноличенных стыков с нормальными конечными показателями, применяют быстротвердеющие цементы марки не ниже 400 с низким водоцементным отношением (0,35—0,5) применяемых растворов и бетонов. Если этого недостаточно, то следует применять растворы и бетоны с противоморозными добавками, позволяющими

уложенной смеси набирать прочность при отрицательных температурах. Нормального твердения добиваются, прогревая уложенную смесь в полости стыков также стержневыми электродами, подключенными к электрической сети или, обогревая снаружи уложенную смесь трубчатыми нагревателями, греющей опалубкой, индукционными устройствами. При применении для герметизации стыков полимерных материалов и композиций учитывают их способность твердения при отрицательных температурах и принимают меры, указанные в инструкциях, по обеспечению нормальных условий твердения.

При производстве сварочных работ правку металла выполняют после предварительного подогрева газовыми горелками или паяльными лампами. Запрещено выправлять металлические детали кувалдой при морозах ниже -25°C . При морозах до -30°C соединения из малоуглеродистых сталей сваривают без предварительного подогрева, рабочее место сварщика однако ограждают от снега и ветра. При более низких температурах от быстрого охлаждения швы защищают щитами, листами фанеры и другими ограждениями, удерживающими тепло.

7.10. ОХРАНА ТРУДА ПРИ МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

К выполнению монтажных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение и сдавшие экзамены. При работе на высоте монтажники должны иметь предохранительные пояса и каски.

Одним из необходимых условий безопасности монтажа конструкций промышленных зданий является установка их в последовательности, определенной проектом производства работ.

Перед подъемом конструкции и элементы очищают от наледи, ржавчины и грязи. Конструкции поднимают плавно, без рывков и раскачивания, применяя оттяжки (при установке длинномерных или громоздких элементов). При перемещении сборных конструкций монтажники находятся вне контура устанавливаемых элементов или с противоположной стороны подачи конструкций краном. При подъеме конструкций все сигналы машинисту крана и рабочим, удерживающим груз за оттяжки, подает один человек — бригадир или такелажник. При этом применяют систему сигнализации, которую должны знать все участники монтажного процесса. Сигнал «Стоп» подается любым работником, заметившим опасность. На строительных работах применяют системы сигналов: флажком и рукой, знаковую — рукой. Устанавливаемые конструкции останавливают в 30 см от опоры и затем плавно опускают. Раствор под устанавливаемый элемент расстилают до подачи конструкции к месту установки.

Расстроповку установленных элементов выполняют только после прочного и надежного их закрепления. Уложенную конструкцию после снятия креплений перемещать запрещено.

На всех стадиях монтажа предусматривают меры по обеспечению устойчивости, неизменяемости и прочности как отдельных смонтированных элементов, так и всего здания.

Конструкции в местах опирания подкрановых балок, подстропильных и стропильных ферм заранее обстраивают лестницами, люльками.

Железобетонные колонны высотой более 12 м, установленные в фундаментах стаканного типа, закрепляют расчалками. Подкрановые балки, балки покрытия, стропильные фермы устанавливают с монтажных подмостей или монтажных площадок на передвижных вышках.

Находясь на высоте, монтажники страхуются предохранительными поясами, которые крепят к установленным конструкциям. От одной конструкции к другой монтажники переходят по мостикам, трапам и лестницам. Если необходимо пройти по линейным элементам (балке, ригелю, ферме), то монтажник надевает карабин предохранительного пояса на канат, натянутый вдоль этих элементов. Переход монтажников по установленным конструкциям, не имеющим ограждения или стального страховочного каната, не допускается.

Временные связи, расчалки снимают после закрепления конструкций постоянными связями и достижения бетоном в замоноличенных стыках 70%-ной проектной прочности.

В темное время суток строительная площадка и рабочие места должны быть освещены.

Не допускается работа монтажников на высоте и в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, а также при гололеде, грозе или тумане. Монтаж конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте основные виды такелажного оборудования и монтажной оснастки.
2. Изложите методику выбора монтажных кранов.
3. Перечислите технологические процессы монтажа зданий и сооружений.
4. Чем различается поэлементный блочный монтаж и монтаж целыми сооружениями?
5. Дайте классификацию методов монтажа строительных конструкций.
6. Как осуществляется монтаж основных элементов сборных железобетонных зданий и сооружений?
7. Какие особенности монтажных работ при производстве их в зимних условиях?

8. МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ УКОСНЫХ КОПРОВ

8.1. МЕТОДЫ МОНТАЖА КОПРОВ

Метод монтажа копра зависит от его системы, конструктивных особенностей, высоты и массы, а также от заданного срока монтажа, характера монтажной площадки и имеющихся монтажных средств.

В практике строительства шахт и рудников нашли применение четырехстоечные, четырехстоечные с двумя укосинами, А-образные и шатровые копры. Каждая из этих систем имеет свои особенности, предопределяющие его расчленение на крупные монтажные узлы и конструкции и последовательность их сборки и установки.

Высота стальных копров с направляющими шкивами достигает 50—70 м, масса 300—400 т. В плане размеры станков копров также значительно колеблются и достигают наибольших значений 6500×6000 мм. В соответствии с габаритами и весом копра сроки его монтажа могут быть различными, но не более 5—7 мес.

Застроенность строительной площадки вокруг ствола вспомогательными и постоянными зданиями и сооружениями, разворот строительных работ по блокам стволов ограничивают возможность применения тех или иных методов монтажа. Этому способствует и характер имеющихся в распоряжении монтажных подразделений технических средств для подъема большегрузных элементов.

Определяющей стороной методов монтажа копров является также принцип совмещения работ по строительству копра и эксплуатации ствола. Если сборку и монтаж копра ведут непосредственно над стволом, то сроки строительства увеличиваются. Поэтому чаще всего предпочитают сборку копра производить в стороне от ствола. Такое разделение работ обеспечивает кратковременную остановку ствола шахты только на момент надвиги копра. Например, при монтаже копра на шахте «Минусинская» ПО «Донбассантрацит» двухукосный копер массой 400 т, высотой 59 м и размерами станка в плане 6,5×5,2 м был надвинут на ствол за 4,5 ч.

При монтаже копров основная сложность заключается в установке станка — наиболее громоздкой и тяжеловесной части сооружения. Поэтому методы монтажа копров в основном классифицируют в зависимости от метода монтажа станка копра.

Различают четыре основных метода монтажа копров с направляющими шкивами.

1. Укрупнительную сборку станка производят над неработающим стволом, после чего станок устанавливают методом поворота или скольжения в вертикальное положение.

Этот метод связан с длительной остановкой ствола и применением лишь тогда, когда такая остановка не влияет на скорость и развитие горнопроходческих работ. Достоинством метода является использование минимальной площадки для монтажа.

2. Укрупнительную сборку копра производят в стороне от действующего ствола в горизонтальном положении на специальном монтажном стенде, затем также как при первом методе копер устанавливают в вертикальное положение и затем надвигают в проектное положение.

Метод исключает длительную остановку ствола, но требует дополнительной монтажной площадки. Обычно этот метод применяют для копров массой 150—200 т и высотой до 35 м.

3. Укрупнительную сборку копра производят в стороне от действующего ствола в вертикальном положении на специальном стенде, затем копер надвигают на ствол. Этим методом монтируют тяжелые и высокие укосные копры.

4. Монтаж копра производят в вертикальном положении над стволом методом наращивания с помощью кранов, в том числе самоподъемных. Метод требует минимальных монтажных площадей и позволяет монтировать тяжелые и высокие укосные копры.

8.2. УКРУПНИТЕЛЬНАЯ СБОРКА КОПРОВ

Сборку копров в горизонтальном положении производят на стеллажах из шпал или брусьев. Под шпалы и брусья укладывают основание из щебня, песка или шлака. Применяют также стеллажи в виде помостов на стойках (рис. 8.1).

Сборку производят с помощью стреловых кранов на гусеничном, пневмокошном или автомобильном ходу. Краны выбирают по требуемой грузоподъемности, вылету стрелы и производительности.

При укрупнительной сборке первоначально в крупные блоки собирают отдельные элементы заводского изготовления. Прежде всего на стеллажах поочередно собирают две боковые панели. Затем эти панели устанавливают краном и лебедками в вертикальное положение и соединяют между собой связями и балками в объемные блоки. Отдельные объемные блоки соединяют между собой в станок копра.

При вертикальной сборке копра используют башенные краны КБ-160.2, КБ-250, КБ-300, БК-406, МСК 8/20, а также самоходные краны на гусеничном ходу СКГ 30/7,5, СКГ-50, СКГ-100, РДК-25 и переставные трубчатые мачты, укрепленные на смонтированных металлоконструкциях станка.

Для вертикальной сборки копра в стороне от ствола устраивают монтажный стенд (рис. 8.2) из двух рядов шпал или брусьев 2, пересекающихся под прямым углом. Шпалы и брусья укладывают на основание из песка, щебня или шлака 3. Поверх шпал

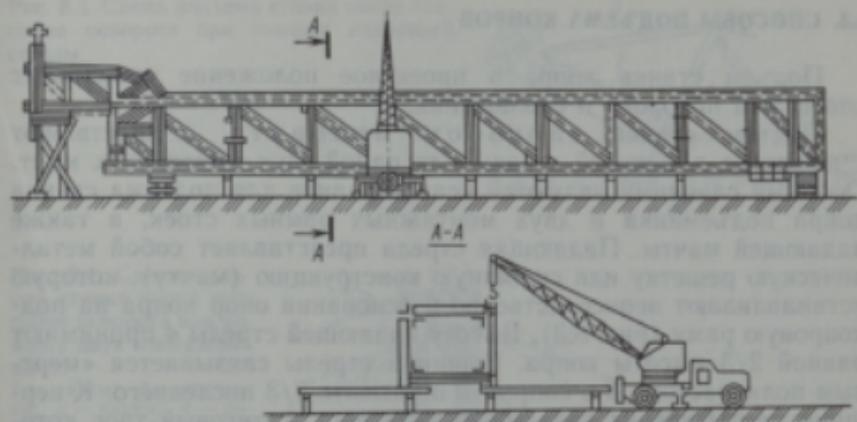


Рис. 8.1. Сборка станка копра в горизонтальном положении на стеллаже в виде помоста на стойках

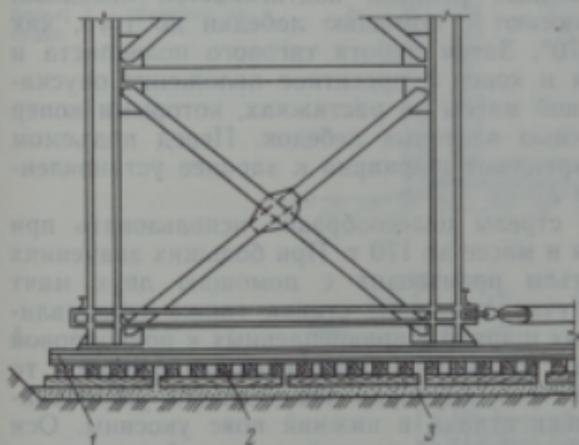


Рис. 8.2. Монтажный стенд для сборки копра в вертикальном положении

укладывают накаточные пути их рельсов 1 или профильных балок, которые перед передвижкой копра смазывают солидолом.

Метод укрупнительной сборки копров в вертикальном положении по стоимости, трудоемкости и срокам значительно уступает методу укрупнительной сборки в горизонтальном положении, требует использования дополнительных подъемных лебедок, расчалок, якорей, большого расхода материалов для устройства подмостей.

Укосину копра собирают в горизонтальном положении на отдельной площадке, расположенной у ствола.

При сборке станков и укосин копров для фиксации деталей используют струбины, крепежные болты и пробки. После этого размеры конструкций подлежат тщательной выверке и только тогда конструкции и детали соединяют постоянными заклепками или сваркой.

8.3. СПОСОБЫ ПОДЪЕМА КОПРОВ

Подъем станка копра в проектное положение производят способами поворота и скольжения.

Подъем станка способом поворота осуществляют с помощью падающей стрелы или одной-двух монтажных мачт. Особыми случаями являются использование для подъема станка копра подъемника и двух монтажных рамных стоек, а также падающей мачты. Падающая стрела представляет собой металлическую решетку или сплошную конструкцию (мачту), которую устанавливают непосредственно у основания опор копра на подкопровую раму (рис. 8.3). Высоту падающей стрелы 4 принимают равной $2/3$ высоты копра. Вершина стрелы связывается «мертвым полиспастом» 3 с копром 2 на высоте $2/3$ последнего. К вершине мачты крепят подъемный полиспаст 5, тяговой трос которого с помощью отводных роликов подтягивается лебедкой. В начале копер поднимают с помощью лебедки до того, как он опишет дугу $65-70^\circ$. Затем работа тягового полиспаста и лебедки прекращается и копер в проектное положение опускается за счет собственной массы на растяжках, которыми копер удерживается с помощью вантовых лебедок. Перед подъемом две опоры копра прикрепляют шарнирно к заранее установленной подкопровой раме 1.

Способ падающей стрелы целесообразно использовать при высоте копра 30—35 м и массе до 170 т. При больших значениях этих параметров подъем производят с помощью двух мачт (рис. 8.4). В этом случае основание станка также устанавливают на два монтажных шарнира, прикрепленных к подкопровой раме. Если копер имеет укосину с параллельными поясами, то поворот производят на трех шарнирах. На шарниры устанавливают две нижние стойки станка и нижний пояс укосины. Оси шарниров должны быть на одной прямой, лежащей в горизонтальной плоскости.

Применение для подъема станка подъемника и двух монтажных рамных стоек имело место при реконструкции шахты «Южная» ПО «Ростовуголь», где методом поворота монтировали копер высотой 48 м и массой 150 т. Подъемник представляет собой конструкцию, состоящую из двух А-образных стоек, смонтированных из швеллеров, которые соединены перекладиной. На перекладине закреплены два 50-тонных вертикальных полиспаста. Их канаты через отводные блоки крепят к низу подъемника и отводят на тяговые лебедки.

Монтажная стойка представляет собой раму из проката, в нижней части которой установлена лыжа, к которой крепят подвижные блоки двух 50-тонных полиспастов. Неподвижные блоки крепят к двум якорям.

Подъем станка копра производят в три приема. Вначале с по-

Рис. 8.3. Схема подъема станка копра способом поворота при помощи падающей стрелы

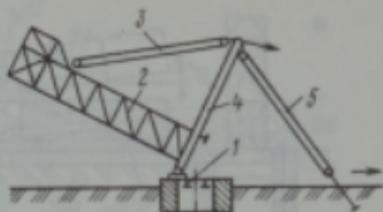
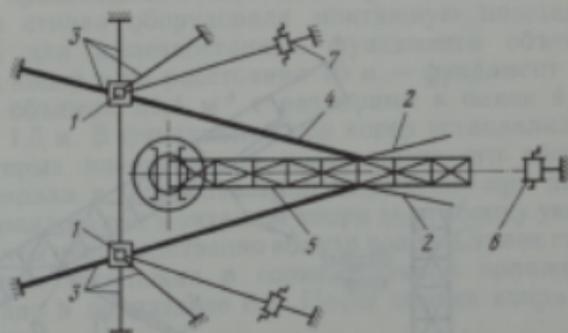
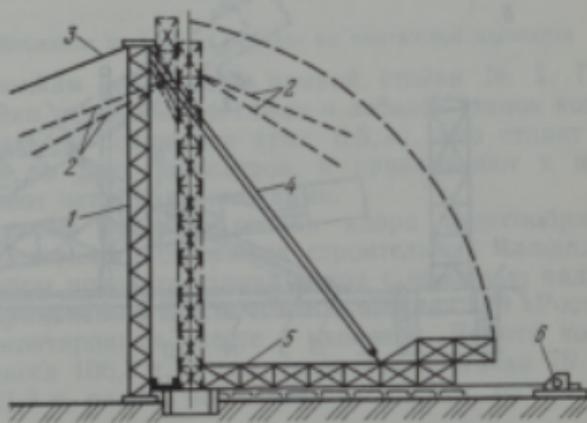
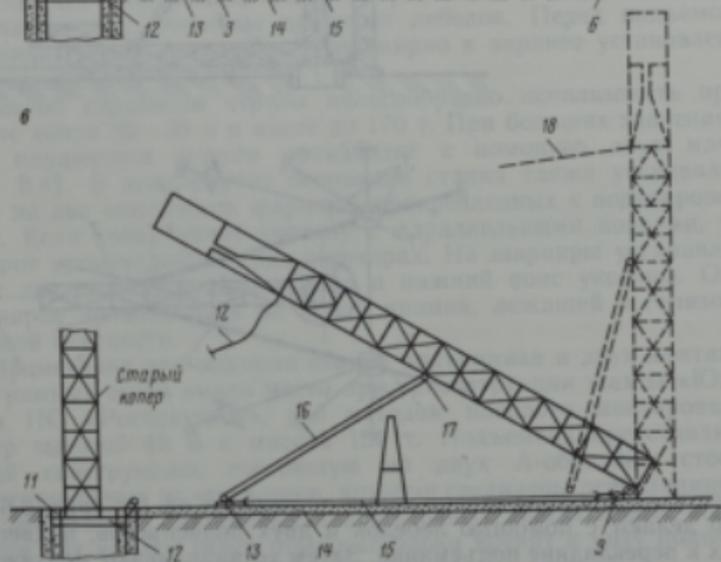
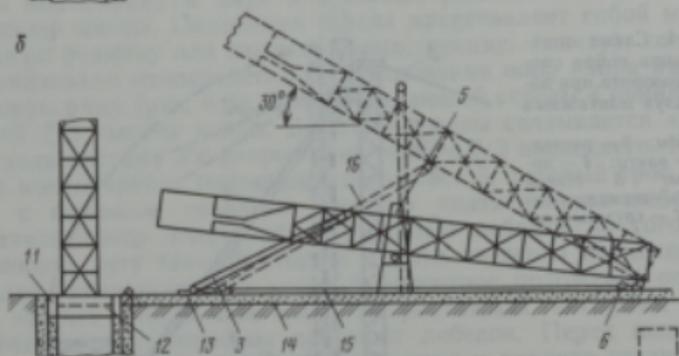
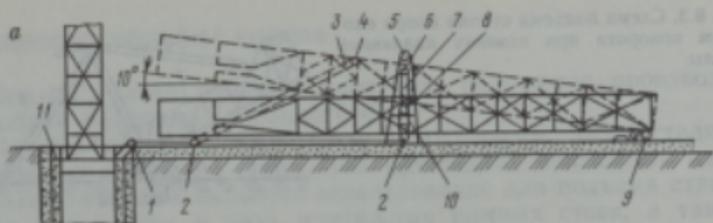


Рис. 8.4. Схема подъема станка копра способом поворота при помощи двух монтажных мачт:

1 — мачты; 2 — расчалки; 3 — ванта; 4 — полиспасты; 5 — станок копра; 6 — тормозная лебедка; 7 — грузовые лебедки



мощью подъемника станок копра поднимают на 10° (рис. 8.5, а). Это делают с помощью лебедок и двух полиспастов, подвешенных к перекладине подъемника. Затем устанавливают монтажную стойку № 1, к лыже которой крепят подвижные блоки 50-тонных полиспастов. С помощью этих полиспастов и лебедок монтажную стойку № 1 устанавливают в вертикальное положение, при этом копер поднимают до угла 30° (рис. 8.5, б). После этого лыжи стойки крепят к рельсовым путям, а подвижные блоки полиспастов



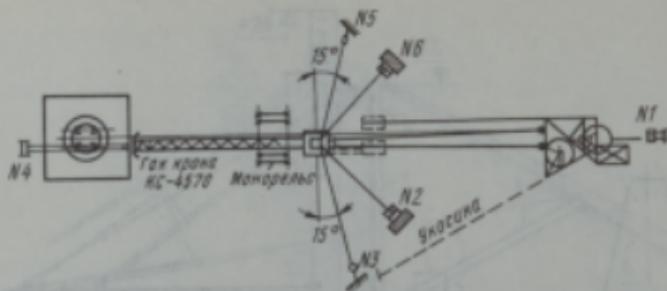


Рис. 8.6. Расположение подъемных лебедок на монтажной площадке

переплечают к лыжам монтажной рамной стойки № 2. При помощи этой стойки, тормозных оттяжек и лебедок станок копра занимает вертикальное положение (рис. 8.5, в). Его ставят на лыжи, состоящие из двух швеллеров, и приваривают к ним. Станок раскрепляют четырьмя оттяжками.

Описанный способ подъема станка копра целесообразно использовать в условиях застроенных строительных площадок.

Подъем способом поворота станка копра с помощью падающей мачты был применен на шахте «Самбековская» ПО «Ростов-уголь». Станок монтировали вместе с укосиной. Высота копра 46,4 м, общая масса 106,3 т, в том числе масса станка 79 т и масса укосины 27,3 т, разнос ног станка $4,2 \times 4,4$ м, разнос ног укосины 13 м.

Монтаж копра производили следующим образом. На расстоянии 50 м от оси ствола оборудовали монтажную площадку. Затем сооружали два железобетонных фундамента объемом 20 м^3 каждый под копер и на расстоянии 10 м — фундамент под падающую мачту объемом $21,4 \text{ м}^3$ с размерами в плане $4,5 \times 4,5$ м и высотой 1,5 м. В фундаментах под копер устанавливали шарниры, на которых поворачивали копер после его сборки. Станок копра собирали в горизонтальном положении при помощи автокрана. Параллельно с монтажом копра вели сборку укосины и падающей мачты непосредственно вблизи копра. Станок собирали на деревянных стеллажах в горизонтальном положении так, как это описано в подразделе 8.2. После сборки копра его обшили и окрасили.

Подъем металлического копра осуществили при помощи падающей мачты высотой 33 м. Сборку мачты производили на

Рис. 8.5. Схема подъема станка копра в вертикальном положении с помощью подъемника и монтажных рамных стоек:

1 — якорь; 2 — отводной блок; 3 — монтажная стойка; 4 — шарнир станка и монтажной стойки; 5 — подъемник; 6 — неподвижный блок; 7 — ниточный полиспаст; 8 — подвижной блок; 9 — шарнир станка копра; 10 — опорная балка подъемника; 11, 12 — новая и старая подкопровые рамы; 13 — лыжи монтажной стойки; 14 — балластный слой; 15 — рельсовый путь для надвигки копра; 16 — монтажная стойка; 17 — шарнир станка копра и монтажной стойки № 2; 18 — тормозной канат

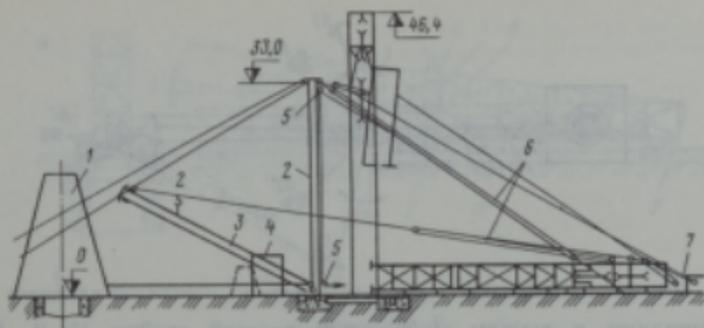


Рис. 8.7. Схема монтажа копра:

1 — шатровый копер; 2 — гак стрелового крана; 3 — мачта; 4 — тельфер; 5 — блоки лебедок; 6 — полиспаст; 7 — подъемная лебедка

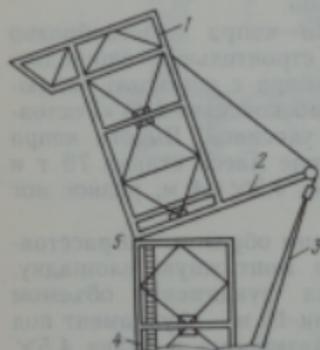


Рис. 8.8. Монтаж верхнего блока копра с помощью падающей стрелы:

1 — верхний блок; 2 — падающая стрела; 3 — полиспаст; 4 — нижний блок; 5 — шарнир

тех же стеллажах, что и станок копра. Масса мачты 15,3 т. После сборки двумя автокранами ее передвинули в горизонтальном положении к месту установки. Башмак стрелы установили на фундамент и закрепили анкерными болтами. На вершине мачты установили коромысло грузоподъемностью 50 т и два полиспаста такой же грузоподъемности. Под подшипниковой площадкой лежащего копра на стороне, обращенной к мачте, закрепили два блока грузоподъемностью 50 т каждый. Подъем мачты и затем копра производили шестью лебедками (рис. 8.6). Лебедки № 2 и № 6 типа ЛП-10/800 предназначены для подъема мачты и копра; лебедки № 1 типа ПЛП 5/500 и № 4 типа ЛП 10/800 — для растяжки копра и мачты; лебедки № 3 и № 5 ручные — для растяжки мачты. Ось мачты проходит через центр тяжести копра, что предотвращает перекосы копра при его подъеме. Подъем мачты вначале производили с помощью автокрана, который поднимал вершину до угла наклона 26° . Лебед-

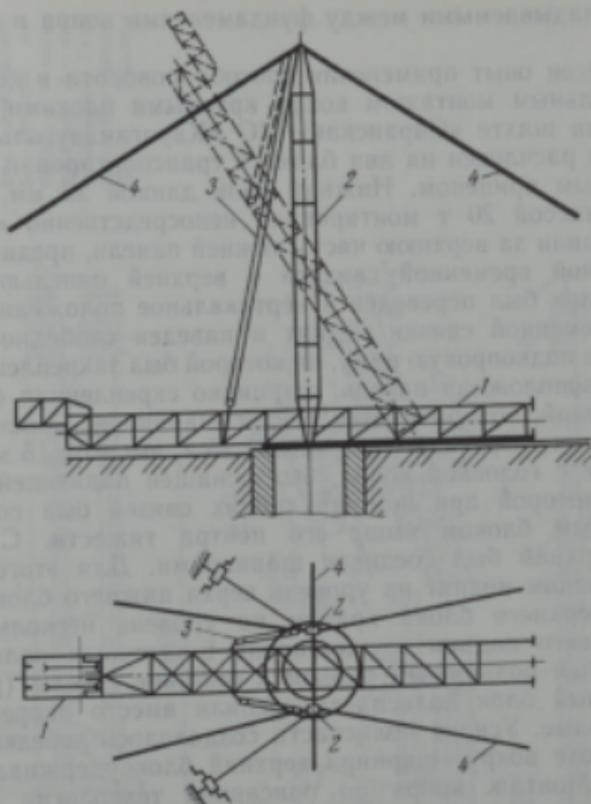


Рис. 8.9. Подъем станка копра способом скольжения:
 1 — станок копра; 2 — монтажная мачта; 3 — подъемный полиспаст; 4 — расчалки

ками № 3 и № 5 мачту растягивали, предохраняя от перемещения в горизонтальной плоскости. В вертикальное положение мачту устанавливали лебедками № 2 и № 6 методом поворота (на шарнире). При подъеме мачты канат с лебедки № 4, пропущенный через 50-тонный канат с лебедок сматывали и закрепляли жимками.

Подъем копра производили по схеме, показанной на рис. 8.7. Лебедка № 1 (см. рис. 8.6) являлась удерживающей и предохраняла станок копра от падения на мачту. По мере опускания мачты копер поднимался. После установки станка копра в вертикальном положении его закрепляли растяжками при помощи лебедок № 1—4 (см. рис. 8.6). Затем мачту опускали и демонтировали вместе с фундаментом. Характерно, что для того, чтобы исключить смещение фундамента мачты при подъеме станка копра, его расклинили стальными трубами диаметром

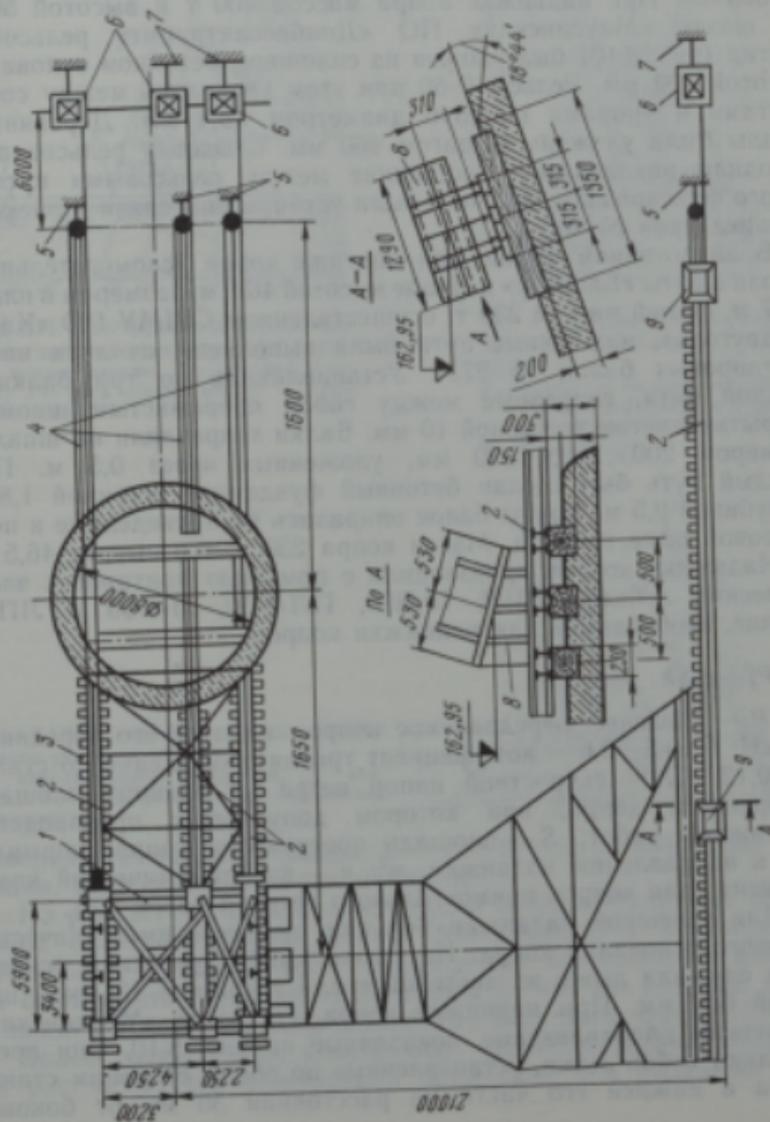
350 м, укладываемыми между фундаментами копра и падающей мачты.

Интересен опыт применения способа поворота в комбинации с вертикальным монтажом копра крупными блоками, осуществленный на шахте «Саранская» ПО «Карагандауголь». Станок копра был расчленен на два блока и транспортирован на шахту специальным прицепом. Нижний блок длиной 22 м, шириной 4,5 м и массой 20 т монтировали непосредственно «с колес». Блок стропили за верхнюю часть нижней панели, предварительно закрепленной временной связкой с верхней панелью. Краном МГК-25 блок был переведен в вертикальное положение и после снятия временной связки поднят и наведен свободно висящей панелью на подкопровую раму, на которой был закреплен постоянно. Противоположная панель, шарнирно скрепленная связями с установленной, поворачиваясь вокруг шарниров, заняла проектное положение. Верхний блок массой 25 т, высотой 15 м, собранный вместе с головкой копра, был оснащен падающей стрелой, оголовок которой при помощи гибких связей был соединен с поднимаемым блоком выше его центра тяжести. С нижним блоком верхний был соединен шарнирами. Для этого он был нижним концом поднят на уровень верха нижнего блока. После подъема верхнего блока краном на уровень несколько выше верха нижнего подъем осуществляли 6-ниточным полиспастом, закрепленным подвижным блоком к вершине стрелы (рис. 8.8). Неподвижный блок полиспаста крепили вместо якорей к подкопровой раме. Усилие полиспаста создавалось лебедкой ЛП-5. При повороте вокруг шарнира верхний блок удерживался растяжками. Монтаж копра по описанной технологии позволил в стесненных условиях надшахтной площадки сократить общие трудовые затраты монтажа в 2,7 раза и достичь значительной экономии.

При подъеме станка способом скольжения конструкцию располагают над стволом так, чтобы центр тяжести станка проходил над осью ствола. Подъем станка осуществляют с помощью двух монтажных мачт, которые устанавливают с двух сторон от ствола по его оси (рис. 8.9). Высоту мачт принимают равной не менее 0,8—1 высоты копра. Мачты поднимают с помощью падающей стрелы и раскрепляют расчалками. Кроме мачт используют два спаренных полиспаста, зачаленных за оголовники мачт с одной стороны и за копер — с другой. Место строповки подъемных полиспастов к станку примерно 3/5 от основания копра или на 3—4 м выше центра тяжести. Стрповку производят тремя универсальными стропами на каждый полиспаст. Усилия при подъеме развиваются монтажными лебедками. Ноги копра при этом скользят на салазках, выполняемых из четырех отрезков трубы диаметром 245—273 мм и длиной 2—3 м, которые приваривают к нижнему поясу стоек станка.

Рис. 8.10. Над-
вижка — станка
копра вместе с
укосиной:

- 1 — стенок копра;
- 2 — рельсы; 3 — пол-
шпалы; 4 — попер-
екы; 5 — якор-
и подслэстов;
- 6 — тягловые ле-
бедки; 7 — якоря
лебедок; 8 — ме-
таллические баш-
маки; 9 — фунда-
менты укосины



8.4. УСТАНОВКА КОПРА НАДВИЖКОЙ

При скоростном строительстве применяют метод надвигки копра, предварительно смонтированного в стороне на специальном монтажном стенде в вертикальном положении, на ствол.

Надвигку копра производят по специально устраиваемым из прокатных профилей путям, которые укладывают на шпальное основание. При надвигке копра массой 400 т и высотой 59 м на шахте «Миусинская» ПО «Донбассантрацит» рельсовый настил (рис. 8.10) был уложен на сплошном бетонном основании высотой 300 мм. Рельсы Р-50 при этом крепились между собой болтами и упорами из труб диаметром 25,4 мм. Деревянные шпалы были уложены с шагом 460 мм. Стыковку рельсов производили накладками. Расстояние между рельсовыми путями строго фиксировали, для чего были установлены связи и раскосы из швеллеров № 20.

В аналогичном случае при монтаже копра вспомогательного ствола шахты «Бабнису» в Иране высотой 46,5 м, размером в плане 6×7 м, общей массой 230 т, осуществленном СШМУ ПО «Карагандауголь», надвигные пути были выполнены из двух нитей двутавровых балок № 27М. Устанавливали по три балки в каждой нити, сваренные между собой прерывистым швом и покрытые листом толщиной 10 мм. Балки закрепляли на шпалах размером 200×250×1500 мм, уложенных через 0,5 м. Под каждый путь был сделан бетонный фундамент шириной 1,8 м и глубиной 0,5 м. Концы балок опирались на приведенные к подкопровой раме консоли. Масса копра 230 т, его высота 46,5 м.

Надвигку копров производили с помощью монтажных электрических лебедок ЛПМ 10/800, ПЛ-5-50, Л-3-50 и ЛП-5. Усилие, необходимое для надвигки копров,

$$F = Pf + q_v Sk,$$

где P — давление, передаваемое копром на пути его передвижки, кН; $f = 0,5 \div 0,6$ — коэффициент трения скольжения по стали; $q_v = 0,12$ кПа — скоростной напор ветра на единицу площади поверхности копра, при котором допускается производство монтажных работ; S — площадь поверхности копра, нормальная к направлению надвигки, м²; k — аэродинамический коэффициент (для копров прямоугольного сечения равен 1,4).

Для успешной надвигки большое значение имеет качество ходового основания копра. На шахте «Бабнису» таким основанием служили лыжи из листовой стали толщиной 12 мм и шириной 600 мм. При надвигке копра на шахте «Миусинская» применены направляющие, показанные на рис. 8.10. Они представляют собой лыжи, установленные по обеим сторонам станка копра в нижней его части на расстоянии 30 мм от боковой

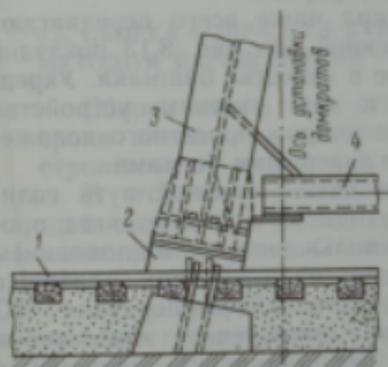


Рис. 8.11. Конструкция опорного башмака, закрепленного на ноге копра: 1 — направляющие; 2 — опорный башмак; 3 — нога станка копра; 4 — усиление копра

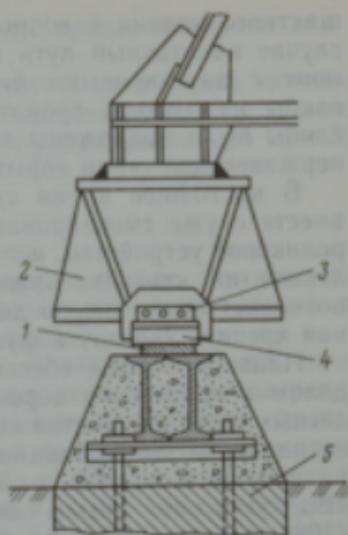
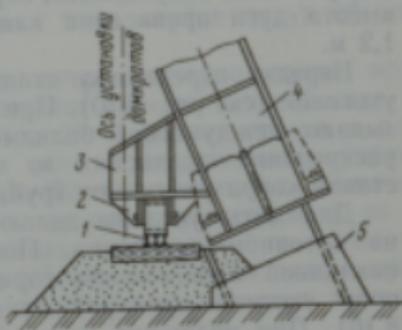


Рис. 8.12. Конструкция опорного башмака со слябой и нафтленом:

1 — сляб; 2 — башмак скольжения; 3 — лыжа с нафтленом; 4 — дорожка скольжения; 5 — фундамент накаточного пути

Рис. 8.13. Крепление опорного ролика к ноге укосины: 1 — направляющие; 2 — ролик; 3 — консоль; 4 — нога укосины; 5 — временный фундамент



поверхности головок рельсов. Это обеспечило плавное, без вибрации, движение копра при надвиге.

На рис. 8.11 показана конструкция опорного башмака станка копра скипового ствола шахты «Комсомолец» в Кузбассе высотой 55 м и массой 180 т. Скользящей поверхностью башмака была плита размером 1020×900×20 мм. На опорной плите с нижней кромки по ходу движения была снята фаска 10×45°.

Более совершенная конструкция такого башмака показана на рис. 8.12. Эта конструкция применена при надвиге над-

шахтного здания с копром на шахте «Воргашорская». В этом случае накаточный путь представляет собой ленточный фундамент с двутавровыми балками, на которых были приварены слябы из листового проката. В местах опирания башмаков на слябы были подложены дорожки скольжения в виде листов из нержавеющей стали корытообразной формы.

В настоящее время станок копра чаще всего передвигают вместе с уже смонтированной укосиной. На рис. 8.13 показано роликовое устройство, используемое в качестве башмака. Укрепленное на консоли, приваренной к ноге укосины, устройство позволяет сразу же по достижении копром проектного положения крепить укосину к фундаменту анкерными болтами.

Плавность хода обеспечивается также смазкой пути солидолом и графитным порошком. Исходя из опыта надвига пролетных строений мостов способом скольжения с использованием специальной антифрикционной ткани нафтлен, при надвиге надшахтного здания с копром шахты «Воргашорская» ПО «Воркутауголь» было опробовано применение этой ткани (1984 г.). Опробование показало перспективность применения при надвиге сооружений большой массы способом скольжения этой ткани, которая обеспечивает коэффициент трения 0,05—0,07 против 0,5—0,6 при скольжении «сталь по стали». Вертикальное положение копра во время надвиги фиксируют растяжками. Обычно устанавливают четыре растяжки, запасованные на ручные лебедки Т-69, Т-102. По мере надвиги хвостовые расчалки отпускаются, передние — подтягиваются. При этом высота дуги провисания каната не должна превышать 0,7—1,2 м.

Нередко передвигку станка копра осуществляют вместе с укосиной (см. рис. 8.10). При этом укосина и станок копра связывают между собой балками из двутавров, узлы соединения раскрепляют подкосами из труб или проката, нижний ярус станка копра усиливают трубами и швеллерами.

Для пяти укосины делают специальный рельсовый настил на бетонном основании. Поверхность этого настила делают наклонной относительно горизонтальной плоскости. К листам опор укосины приваривают специальные башмаки (см. рис. 8.10). При надвиге копра вместе с укосиной устанавливают минимум две лебедки с одинаковыми техническими характеристиками. В процессе надвиги копра и укосины тяговые лебедки должны работать синхронно во избежание повреждения конструкций копра. Равномерности хода способствует также то, что число рабочих ниток в полиспаде укосины должно быть равным числу рабочих ниток полиспада станка.

Средняя скорость копра при надвиге обычно находится в пределах 7—10 мм/с. В фундаментах укосин должны предусматриваться окна для заводки анкерных болтов, которыми крепят

укосину. Окна для прохода ног копра предусматривают и в воротнике устья ствола.

После надвигки копра в проектное положение возникает необходимость в рихтовке его. Это делают обычно с помощью реечных или винтовых домкратов грузоподъемностью 25—30 т.

8.5. СБОРКА КОПРА НАД СТВОЛОМ МЕТОДОМ НАРАЩИВАНИЯ

Сборка копра над стволом разрешается в случаях, когда сроки монтажа копра не оказывают влияние на общий срок строительства или реконструкции шахты.

В этом случае используют метод наращивания по следующей схеме. Вначале в устье ствола собирают и закрепляют подкопровую раму. С помощью кранов собирают из отдельных элементов заводского изготовления блоки металлоконструкций станка копра. Масса блоков 10—25 т. Их устанавливают стреловыми гусеничными или башенными кранами. Из стреловых применяют краны Э-2508, СКГ-30/7,5. Из башенных рекомендуются краны КБ-160, КБ-250, БК-300. Кроме того, используют переставные трубчатые мачты, которые поднимаются с помощью лебедок (ЛБ-5, например), опираясь на уже смонтированные металлоконструкции.

Монтаж кранами осуществляют до высоты 30—35 м, после чего монтаж ведут с помощью переставных мачт или самоподъемных кранов.

Сборку и монтаж укосины в этом случае ведут обычным путем.

Примером монтажа копра методом наращивания может служить двухукосный копер шахты «Молодогвардейская» ПО «Краснодонуголь». Высота копра 58 м, размер станка в плане 6×6 м, масса 298 т. Монтаж вели с максимальным укрупнением конструкций в блоки (до 22 т) с помощью башенного крана БК-300, установленного на расстоянии 14,6 м от оси ствола (рис. 8.14). Сборку металлоконструкций в блоки осуществляли стреловым краном. Перед монтажом копра производили его контрольную сборку. После расчленения копра на блоки последние маркировали.

Вначале монтировали блоки М-1, М-2, М-3, М-4, М-5 и после монтажа блока М-6 монтировали расстрелы, проводники, обшивку. Далее устанавливали блоки М-7, М-8, П-1, П-2, П-3, копровые шкивы, блоки П-4, П-5, шкивы второго ряда, фонарь М-9, а затем — блоки укосины М-14, М-15, М-12, М-13.

После монтажа копра до отметки 15,5 м металлоконструкции копра увязывали с надшахтным зданием. Параллельно вели монтаж оборудования и технологических металлоконструкций.

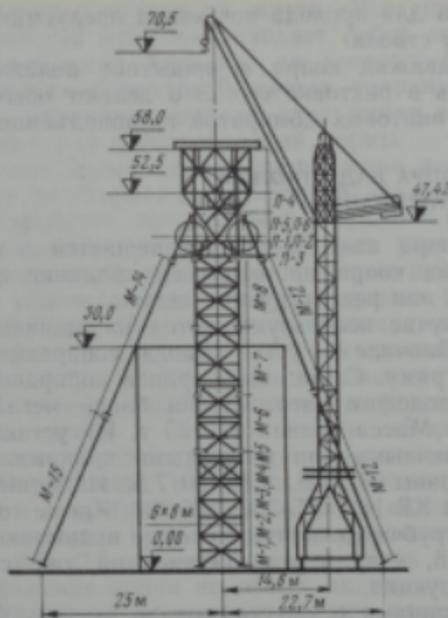


Рис. 8.14. Схема монтажа копра способом наращивания

Благодаря крупноблочному монтажу металлоконструкций краном большой грузоподъемности резко (на 690 чел.-смен) сократилась трудоемкость работ и получен значительный экономический эффект.

8.6. МОНТАЖ УКОСИНЫ

Укосину собирают в горизонтальном положении на отдельной площадке неподалеку от ствола. Для сборки используют стреловые гусеничные и пневмоколесные краны.

Укосины в проектное положение поднимают методом скольжения. Для этого опоры укосины усиливают прокатными профилями и оборудуют специальными башмаками, устраивают рельсовый настил на шпалах, расположенных через 0,4—0,5 м, на щебеночно-балластном или бетонном основании. Подъемные полиспасты закрепляют за подшипниковые фермы станка или за монтажные мачты. При установке полиспастов на станке копра последний раскрепляют расчалками. Подъем укосины производят лебедками ЛПМ-10, число которых обычно две.

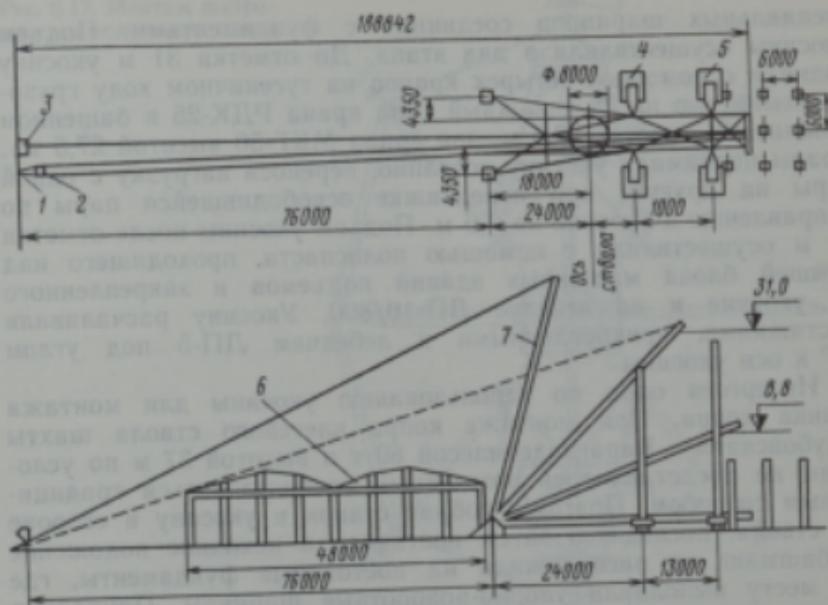


Рис. 8.15. Монтаж укосины в условиях плотной застройки:
 1 — якорь; 2 — блок; 3 — лебедка ЛП-10/800; 4 — край РДК-50; 5 — край МКГ-25; 6 — здание подъемных машин; 7 — проектное положение укосины

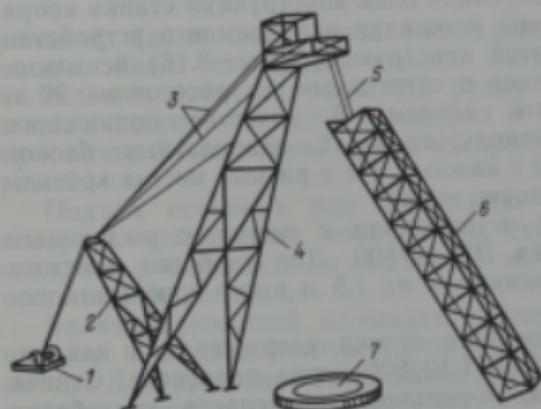


Рис. 8.16. Использование укосины для монтажа станка копра:
 1 — лебедка; 2 — шевр; 3 — канаты; 4 — укосина; 5 — полиспаст; 6 — станок копра; 7 — устье ствола

Наряду с традиционными методами подъема укосины имеют место и другие. Применение их связано со стесненностью площадки монтажа и отсутствием свободного доступа к стволу.

Так при монтаже укосины массой 44,3 т и длиной 42 м главного ствола шахты № 25—26 «Западно-Донбасская» использована схема, показанная на рис. 8.15.

Укосину в данном случае собрали поверх металлоконструкции надшахтного здания, состоящей из трех колонн высотой 28,7 м и соединяющих их ригелей. Ноги укосины с помощью

специальных шарниров соединили с фундаментами. Подъем укосины осуществляли в два этапа. До отметки 31 м укосину поднимали с помощью четырех кранов на гусеничном ходу грузоподъемностью по 25 т каждый (два крана РДК-25 в башенном исполнении высотой 22,5 м, два крана МКГ-50 высотой 27,5 м). Краны поднимали укосину поэтапно, перенося нагрузку с одной пары на другую, при передвижке освободившейся пары по направлению к укосине на 2,6 м. Подъем укосины после отметки 31 м осуществляли с помощью полиспаста, проходящего над крышей блока машинных зданий подъемов и закрепленного на укосине и на лебедке ЛП-10/800. Укосину расчаливали растяжками, прикрепленными к лебедкам ЛП-5 под углом 45° к оси укосины.

Интересен опыт по использованию укосины для монтажа станка копра. При монтаже копра клетового ствола шахты «Дубовская» в Караганде массой 80 т и высотой 37 м по условиям не представлялось возможным воспользоваться традиционным способом. Поэтому, собрав станок и укосину в стороне от ствола, последнюю затем поставили в исходное положение и башмаки ее расположили на постоянные фундаменты, где по месту выполнили упорно-поворотные шарниры. Приподняв укосину, к ее вершине закрепили блок конструкции станка копра из 6 ферм, подшипниковой площадки и подъемного устройства шкивов. При подъеме этой конструкции (рис. 8.16) использовали 12-рольный полиспаст с отнесенным на расстояние 90 м от ствола заглубленным якорем. В качестве подвижного полиспастного блока использовали 12 однорольных блоков грузоподъемностью по 10 т каждый. Их в разных местах крепили к вершине укосины и головке копра.

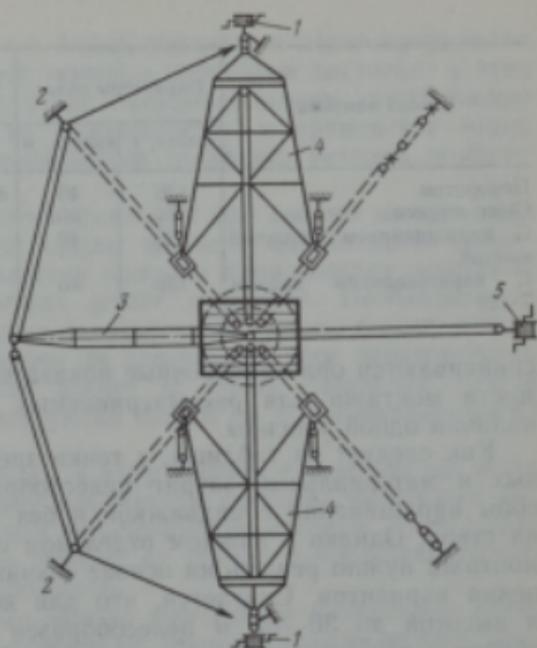
Подъем конструкции осуществили с помощью падающего шевра и тяговой лебедки ЛП-10/800. Для удобства монтажа станка копра укосину поднимали на 1,5 м выше проектного положения.

Укосину во время монтажа станка удерживали в наклонном положении лебедкой ЛП-10/800 через полиспаст. Станок подтягивали с помощью 6-рольного полиспаста и лебедки ЛП-5-500. Полиспаст был предварительно укреплен к подшивным фермам. Основание станка при подъеме поддерживали оттянутой лебедкой. После установки, выверки и закрепления станка опустили укосную конструкцию и состыковали сваркой ее со станком.

8.7. МОНТАЖ ШАТРОВЫХ КОПРОВ

Шатровые, в том числе проходческие копры, монтируют методом поворота при помощи монтажной мачты (рис. 8.17). Конструкции предварительно укрупняют в блоки: две основные

Рис. 8.17. Монтаж шатрового проходческого копра



рамы 4, балки подшивной площадки, элементы надстройки, шкивы, блоки ствольного станка. Устье ствола перекрывают настилом по нулевой раме. На балку в центре ствола с помощью падающей стрелы и лебедки 5 устанавливают монтажную мачту 3. Оголовник мачты раскрепляют расчалками к якорям 2.

Подъем основных рам производят одновременно методом поворота при помощи лебедок 1 и двух полиспастов. По достижении рам проектного положения их скрепляют между собой постоянными связями.

Балки подшивной площадки и элементы надстройки поднимают с помощью полиспаста, укрепленного к оголовнику мачты. Для крепления полиспаста при подъеме шкивов используют конструкции надстройки.

Станок копра, собранный в стороне, с помощью лебедки или трактора, подтягивают под проходческий копер. Установку его осуществляют с помощью каната подъемной лебедки, перекинутого через проходческий шкив.

8.8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОНТАЖА УКОСНЫХ КОПРОВ

Трудоемкость монтажа копров с направляющими шкивами зависит от условий монтажа и принятого метода. В табл. 8.1

Таблица 8.1

Способ монтажа	Параметры копра		Трудоёмкость монтажа, чел.смен		Стоимость монтажа 1 т металлоконструкций (руб.·коп)
	масса, т	высота, м	на 1 т	общая	
Поворотом	136	40	6,5—6,7	885—910	53—80
Скольжением	136	40	6,3	860	51—80
С наращиванием ползучей мачтой	136	40	7,55	1025	44—40
С наращиванием краном Т-226	136	40	6,32	861	45—90

сравниваются ориентировочные показатели трудоёмкости и стоимости монтажа для рассматриваемых способов монтажа при наличии одной укосины.

Как следует из таблицы, с точки зрения наименьших трудовых и материальных затрат целесообразно использовать способы наращивания с надвижкой и без последующей надвижки на ствол. Однако в каждом отдельном случае вопрос о способе монтажа нужно решать на основе технико-экономического сравнения вариантов. Считается, что для копров массой до 100 т и высотой до 30—35 м целесообразен способ горизонтальной сборки с последующим подъемом способом скольжения или поворота, а для копров высотой более 40 м — способ вертикального монтажа с применением ползучих кранов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие методы монтажа укосных копров применяют на практике?
2. Какие существуют способы подъема станков копров?
3. Как подсчитывают усилие, необходимое при надвижке копра на устье ствола?
4. Каковы особенности сборки копра над стволом методом наращивания?
5. Как осуществляют монтаж шатровых и проходческих копров?

9. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА БАШЕННЫХ КОПРОВ

9.1. МЕТОДЫ МОНТАЖА И СХЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТАЛЛОКАРКАСНЫХ БАШЕННЫХ КОПРОВ

Башенные копры со стальными каркасами получили распространение в связи с ростом глубины разработок полезных ископаемых, а также сложностью горно-геологических и технологических условий строительства. Высота башенных копров колеблется в пределах от 40 до 110 м, масса металлического

каркаса от 400 до 2000 т и более, размеры в плане превышают 21×29 м. Масса наиболее тяжелых элементов достигает у этих копров 30 т. Возведение таких башенных копров предполагает большую трудоемкость их строительства и применение иных, чем для копров с направляющими шкивами, методов возведения.

Основным определяющим фактором при выборе метода монтажа стальных башенных копров является возможность совмещения работ по строительству копра и производству проходческих или эксплуатационных работ в стволе. Необходимость такого совмещения вызвана значительным сроком строительства башенного копра. Остановка на длительный срок действующего или сооружаемого ствола влечет за собой удлинение сроков строительства или реконструкции шахты со всеми вытекающими из этого последствиями.

Практика отечественного и зарубежного строительства шахт и рудников устанавливает три метода монтажа башенных металлических копров: 1) над неработающим стволом, 2) над действующим стволом, 3) в стороне от ствола с последующей надвижкой в проектное положение.

Выбор того или иного метода монтажа в конкретных условиях осуществляют на основании технико-экономического анализа.

Целесообразность строительства башенного копра над действующим стволом по сравнению с методом возведения копра над неработающим стволом определяют из условия, что дополнительные затраты на осуществление метода не должны превышать экономии, получаемой от сокращения сроков строительства и реконструкции шахты, т. е.

$$C + Y_x + Y_{ст} < Q_1 + Q_2,$$

где C — затраты на дополнительный расход металлоконструкций копра и защитные мероприятия; Y_x — удорожание строительства копра (условно-постоянных накладных расходов), вызванное удлинением сроков монтажа копра; $Y_{ст}$ — удорожание строительства ствола (условно-постоянных накладных и общешахтных расходов) при строительстве ствола; Q_1 — экономия от дополнительного выпуска продукции за время, на которое сокращается срок строительства шахты в результате применения данного метода; Q_2 — экономия от сокращения объема капиталовложений в незавершенное строительство.

При применении третьего метода необходимо, чтобы экономия от сокращения простоя ствола превышала дополнительные расходы на устройство монтажного стенда и работы по надвижке, т. е.

$$C < Q_1 + Q_2 + H,$$

где C — дополнительные затраты, связанные с осуществлением метода монтажа копра надвижкой; Q_1 и Q_2 — то же, что и в случае строительства копра над действующим стволом; H — экономия средств по накладным расходам.

Дополнительные затраты при данном методе находятся в пределах от 13 до 18%, причем чем тяжелее копер, тем ниже дополнительные затраты.

На технико-экономические показатели монтажа металлических башенных копров большое влияние оказывают схемы механизации монтажных работ. Монтаж конструкций производят различными кранами: башенными, самоподъемными, стреловыми, на гусеничном и пневмоколесном ходу, а также монтажными мачтами.

Анализ показывает, что наиболее существенное влияние на выбор схемы монтажа и монтажного крана оказывает высота копра, тогда как размеры копров в плане влияют на это незначительно по той причине, что применяемые для монтажа башенные и самоподъемные краны имеют гораздо больший вылет стрелы, чем ширина копров.

Можно выделить следующие основные схемы механизации монтажа стальных башенных копров: с помощью башенного крана, с применением приставного башенного крана, с помощью самоподъемного крана, с применением последовательно башенного и самоподъемного крана.

При высоте башенного копра до 80 м применяют первую схему — монтаж башенным краном. Обычно используют башенные краны БК-300 и БК-406А. Если технические параметры данных кранов не обеспечивают необходимой высоты подъема, то кран снабжают специальным гуськом.

Если технические возможности башенных кранов не позволяют смонтировать копер ввиду недостаточной высоты подъема, то можно использовать приставной кран. Обычно для этого реконструируют башенный кран. Например, при монтаже надшахтных зданий и башенных копров управление «Шахтмонтаж» ПО «Печоршахтострой» применяет кран БК-300П, который создан на базе башенного крана БК-300.

При реконструкции крана повышена грузоподъемность подъемных полиспастов для выдвижения башни крана путем увеличения их кратности с 16 до 32 рабочих ниток, усилены элементы портала крана для восприятия повышенных нагрузок от подъемных полиспастов, добавлены дополнительно семь средних секций башни крана, изготовлены две специальные диафрагмы для крепления башни крана и смонтированной части каркаса здания. Схема с приставным краном находит широкое применение на стройках шахт и рудников. При недостаточной высоте подъема башенных и приставных кранов применяют самоподъемные краны.

9.2. МЕТОД МОНТАЖА КОПРА НАД НЕРАБОТАЮЩИМ СТВОЛОМ

Сущность метода монтажа башенного металлического копра над неработающим стволом заключается в том, что ствол в течение всего периода возведения копра простаивает, монтаж копра ведут непосредственно над ним. Ствол на весь период монтажа копра перекрывают защитным полком.

Монтаж металлоконструкций копров производят по ярусам. Ярусы назначают таким образом, чтобы обеспечить наиболее удобное разделение конструкций. Для монтажа используют комплексы машин, в частности, стреловые, башенные и самоподъемные краны.

На рис. 9.1 показана одна из возможных схем монтажа копра над неработающим стволом. В этом случае монтаж двух нижних ярусов копра производят с помощью башенного крана БК-300. Затем с помощью этого же крана монтируют самоподъемный кран БКП-300. Последний устанавливают в цент-

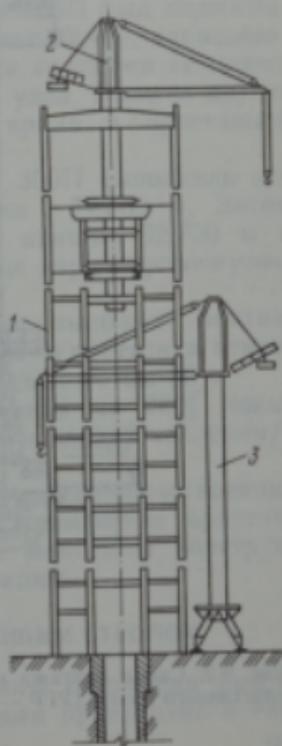


Рис. 9.1. Монтаж башенного копра над неработающим стволом:
1 — ковер; 2 — самоподъемный кран; 3 — башенный кран

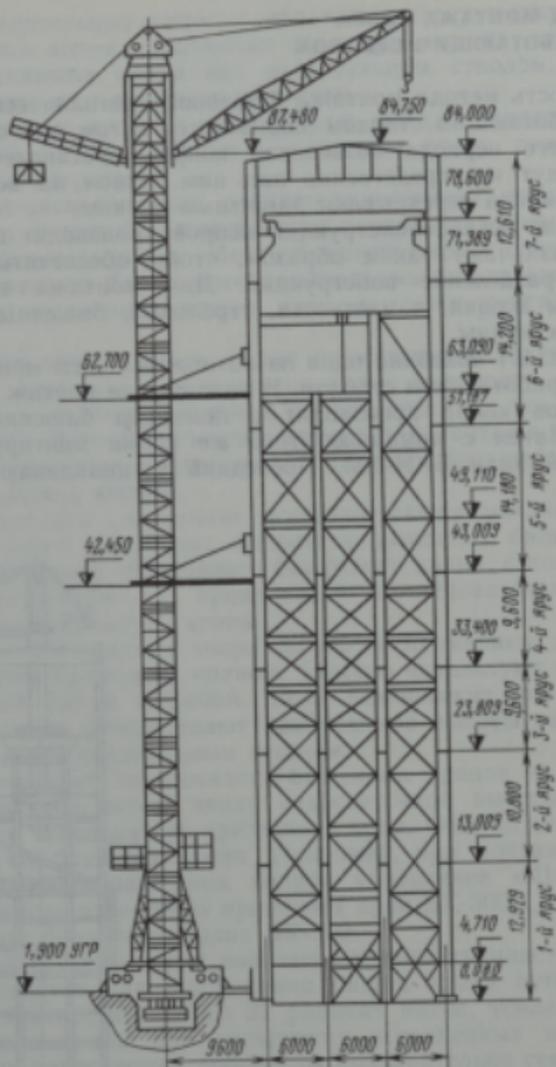


Рис. 9.2. Схема монтажа конструкций башенного копра по ярусам с помощью приставного крана (УГР — уровень головки рельсов)

ральном пролете копра, предназначенном для движения шахтных подъемных сосудов. Дальнейший монтаж копра осуществляют самоподъемным краном. Монтаж самоподъемным краном целесообразнее вести укрупненными блоками. Анализ трудоемкости показывает, что монтаж с незначительной укрупнительной сборкой в этом случае имеет на 10% выше трудоемкость, чем при монтаже из объемных укрупненных блоков.

Более совершенной является схема с применением приставного крана (рис. 9.2). При этом для обеспечения жесткости и геометрической неизменяемости смонтированных элементов каркаса работы по устройству железобетонных перекрытий выполняют сразу же после установки каждого яруса стальных конструкций, монтаж элементов каркаса не должен опережать производства общестроительных работ более, чем на два этажа.

В конкретном случае (надшахтное здание скипового ствола шахты «Комсомольская» ПО «Воркутауголь») процесс монтажа каркаса здания с применением башенного приставного крана БК-300П был расчленен на три стадии.

На первой стадии краном БК-300П были выполнены строительно-монтажные работы до отметки 57,198 м, а также подняты на перекрытие с отметкой 56,400 все узлы и детали подъемной машины МК 2,25×4. После этого кран БК-300П был переоснащен с установкой диафрагмы № 1 на отметке 42,450, наращиванием башни крана пятью дополнительными средними секциями с опиранием их на конструкцию опорного узла. Были и другие мероприятия, связанные с оснащением крана в приставной вариант.

На второй стадии монтажа краном БК-300П выполняли все строительно-монтажные работы от отметки 71,389 м. Затем была установлена вторая диафрагма на отметке 62,700 м и произведено наращивание башни крана еще двумя промежуточными секциями.

На третьей, завершающей стадии был выполнен монтаж конструкций 7-го яруса, а также установлены на проектную отметку 78,600 м узлы мостового крана грузоподъемностью 50 т.

Применение приставного крана в среднем на 26% повысило производительность труда на монтаже и на 0,42 чел.-смен/т снизило трудоемкость работ.

Необходимо отметить, что дальнейшее совершенствование метода может быть осуществлено путем применения приставных кранов большой грузоподъемности с монтажом конструкций копров объемными укрупненными блоками.

9.3. МЕТОД МОНТАЖА КОПРА НАД ДЕЙСТВУЮЩИМ СТОЛОМ

Строительство башенного металлического копра над действующим копром с направляющими шкивами производят в том

случае, когда строительство копра с последующей надвижкой или остановка ствола на весь период строительства по тем или иным причинам невозможна. Такими причинами могут быть отсутствие свободной площадки для монтажа ствела или невозможность совместить конструкции башенного копра с конструкциями действующего копра (с направляющими шкивами).

Особенностью рассматриваемого метода монтажа является совмещение эксплуатации ствола и работ по сооружению копра.

Совмещению подлежат только процессы выверки и закрепления конструкций, а также строительные работы.

Установка конструкций в проектное положение и временное их закрепление не совмещают с работой ствола. Их производят в течение одной смены при неработающем ствеле шахты. Это приводит к удлинению сроков строительства шахты в 1,3—1,5 раз, но сокращает этот срок по сравнению с монтажом копра над неработающим стволом в 1,2—1,6 раза.

Монтаж копра над действующим стволом начинают с установки наклонных опорных стоек копра (как правило, над действующими стволами устанавливают трех- или четырехстоечные башенные копры, наиболее удовлетворяющие указанным условиям монтажа).

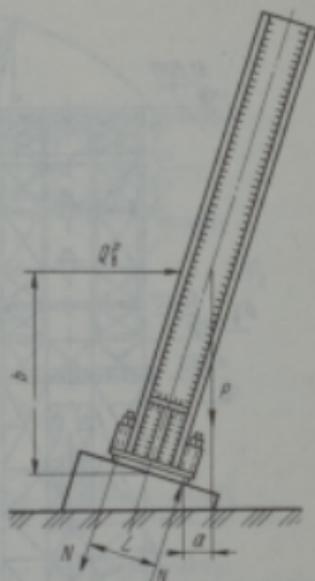
Наклонные опорные стойки монтируют первоначально на четыре металлические подкладки, располагаемые по углам башмака стойки. Их прикрепляют к фундаментам анкерными болтами (рис. 9.3). Устойчивость установленной наклонной стойки проверяется решением следующего неравенства, учитывающего несущую способность анкерных болтов и нагрузки, действующие на стойки:

$$Nl/nk \geq Pa + Q_0^* b,$$

где N — несущая способность анкерного болта; l — расстояние от оси ряда удерживающих анкерных болтов до оси опорных подкладок; n — число анкерных болтов, расположенных по одну сторону от оси колонны; $k=2 \div 3$ — коэффициент устойчивости; P — вес колонны; a — расстояние от направления силы тяжести стойки P до ближайшей оси опорных подкладок; Q_0^* — равнодействующая расчетного ветрового напора на стойку; b — расстояние от равнодействующей расчетного ветрового напора до дальней оси опорных подкладок.

Если окажется, что несущая способность анкерных болтов недостаточна, то стойки в наклонном положении дополнительно закрепляют расчалками в количестве не менее 3 шт. на каждую стойку. После установки первой пары стоек их связывают между собой балками и связями. Последовательно устанавливают третью и четвертую стойки, которые также связывают между собой и к ранее установленным стойкам. При установке балок и связей монтируемую конструкцию опускают краном

Рис. 9.3. Расчетная схема при установке наклонной стойки



ниже проектного положения, затем заводят в монтажные узлы подъемом снизу и с помощью монтажных лебедок доводят до заданного положения.

Полученный таким образом устойчивый объемный блок, состоящий из четырех колонн, соединенных между собой балками и связями, затем тщательно выверяют с помощью геодезического инструмента и крепят постоянно. При креплении необходимо подлить бетоном башмаки опорных стоек, имея в виду, что фундаменты копра перед их монтажом бетонировались ниже проектной отметки на 50—100 мм.

После установки первого объемного блока приступают к монтажу металлоконструкции второго и последующих ярусов. При монтаже второго яруса устраивают защитное перекрытие для предохранения действующего ствола от падения различных предметов: ручного инструмента, болтов, заклепок, искр от сварочных работ, капель расплавленного металла. Покрытие собирают из бревен в виде настила, уложенного на металлические конструкции опорной части копра. Сверху настил покрывают листовой сталью. На период возведения защитного перекрытия рекомендуется работы в стволе приостановить, а возведение перекрытия производить в минимальные сроки.

Башенную часть копра монтируют из плоских форм с помощью основного монтажного крана способом вертикального наращивания. Для этого применяют монтажные башенные краны БК-300, БК-406А, БК-405, а также приставные краны.

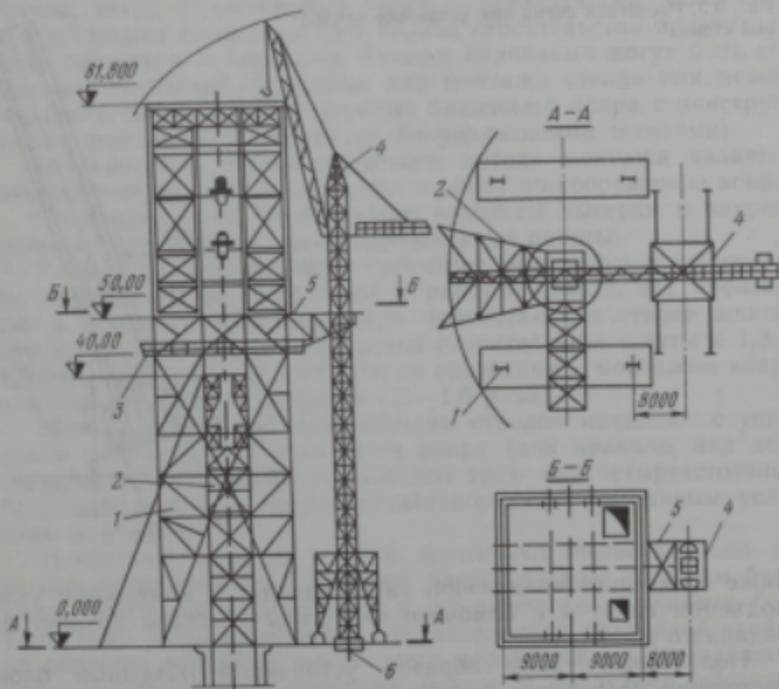


Рис. 9.4. Схема монтажа копра над действующим копром:
 1 — башенный копер; 2 — укосный копер; 3 — защитное покрытие; 4 — приставной копер; 5 — монтажная консоль для крепления копра; 6 — фундамент под копер

Схема производства работ по рассматриваемому методу представлена на рис. 9.4.

После завершения монтажа копра устанавливают его станок. Станок из двух объемных блоков собирают рядом с копром. При этом сами объемные блоки станка из металлоконструкций заводского изготовления собирают в период монтажа опорной части. Монтаж станка производят методом скольжения, укрепив полиспасты на башенном копре, или методом надвиги также, как и для копров с направляющими шкивами.

Рассмотренные приемы монтажа при данном методе не являются единственно возможными. Если вокруг ствола имеется площадка достаточных размеров, то целесообразно сборку опорной части производить в горизонтальном положении по обе стороны от станка копра. Для сборки опорных частей устраивают стеллажи из шпал на щебеночном или бетонном основании. Сборку опор из деталей заводского изготовления ведут в направлении

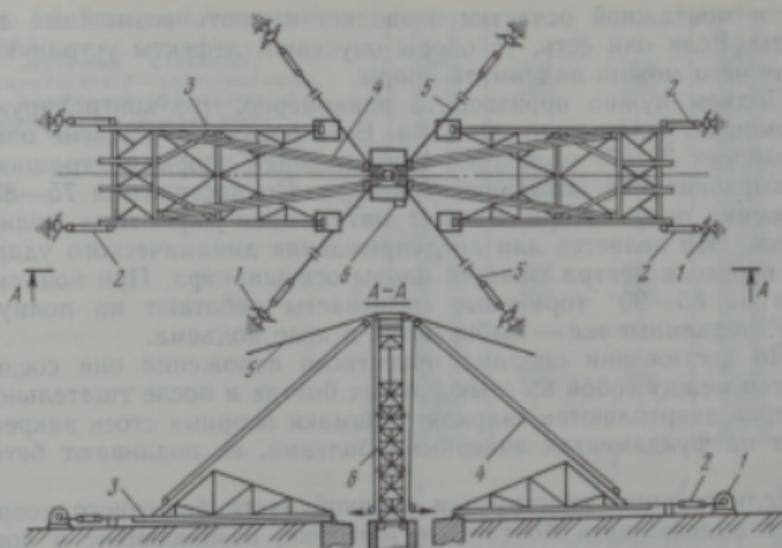


Рис. 9.5. Подъем опор копра в проектное положение методом поворота:
 1 — лебедка; 2 — удерживающие полиспасты; 3 — опоры; 4 — подъемные полиспасты;
 5 — расчалка станка; 6 — станок

от основания к вершине поярусно. Для монтажа используют стреловые краны на гусеничном или пневмоколесном ходу. Башмаки нижних стоек при монтаже сразу же устанавливают на монтажные шарниры, которые анкерными болтами прикрепляют к фундаментам копра. При сборке металлические детали и конструкции фиксируют в заданном положении с помощью сборочных болтов и пробок. При этом необходимо, чтобы не менее 40—60% имеющихся в узлах отверстий ими было заполнено. После полной сборки блоков опор их выверяют, устраняют выявленные дефекты и сваривают или склепывают, убирая при этом крепежные болты и пробки. Блоки опор поднимают методом поворота вокруг монтажных шарниров (рис. 9.5). Перед этим усиливают, если это необходимо, элементы опор, навешивают и закрепляют монтажную оснастку, а также подмости на узлы стыковки опор между собой. Подъем производят при помощи монтажных полиспастов, которые закрепляют за существующий копер с направляющими шкивами. Если этот копер не в состоянии выдержать монтажных усилий, то для подъема опор применяют монтажные мачты.

Подъем опор — весьма ответственная операция. Для того чтобы избежать передачи горизонтальных нагрузок на действующий копер, вначале выравнивают натяжение полиспастов, а затем приподнимают опоры на 100—150 мм и выдерживают их в таком положении 30—40 мин. Тщательный осмотр конструк-

ций и монтажной оснастки позволяет выявить возможные дефекты. Если они есть, то опоры опускают, дефекты устраняют, после чего можно поднимать опоры.

Подъем нужно производить равномерно, что контролируют с помощью угломерного прибора. Если разница в подъеме опор превышает $3-6^\circ$, то подъем опережающей опоры прекращают до выравнивания показаний угломера. По достижении $75-80^\circ$ движение опор затормаживают натяжением тормозных полиспастов. Это делается для предупреждения динамического удара при переходе центра тяжести опоры оси шарнира. При подъеме опор на $85-90^\circ$ тормозные полиспасты работают на полную силу, подъемные же — выбираются в ходе подъема.

По достижении опорами проектного положения они соединяются между собой на стыковочных болтах и после тщательной выверки закрепляются сваркой. Башмаки опорных стоек закрепляют на фундаментах анкерными болтами, их подливают бетоном.

Если несущие конструкции опорной части башенного копра могут выдерживать монтажные нагрузки, возникающие в процессе подъема, то можно применять монтаж копра методом самоподъема. В этом случае вершины шпренгельных ферм опор копра соединяют между собой подъемными полиспастами и поворотом вокруг монтажных шарниров поднимают в вертикальное положение. Дальнейшее наращивание конструкций копра ведут по ранее описанной схеме.

9.4. МЕТОД МОНТАЖА В СТОРОНЕ ОТ СТВОЛА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ НАДВИЖКОЙ

Монтаж копра в стороне от ствола с последующей надвигкой целесообразен в том случае, когда имеется свободная площадка вблизи ствола, пригодная для устройства монтажного стенда, складирования элементов и материалов, размещения монтажной техники и приспособлений.

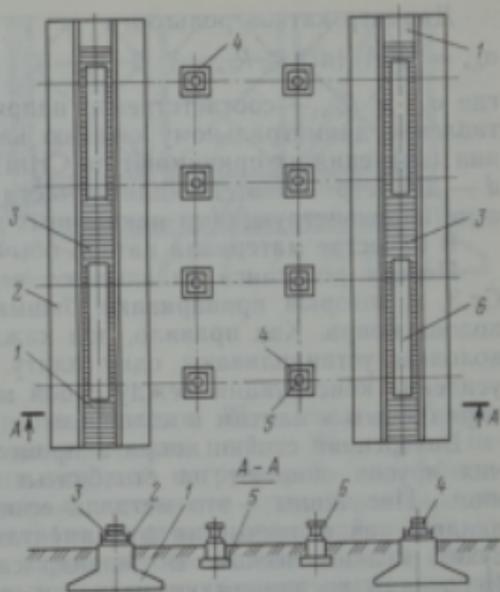
Применение метода значительно сокращает простои ствола, что благоприятно сказывается на развитии горных работ и обеспечивает известный экономический эффект.

Монтаж копров в стороне от ствола с последующей надвигкой осуществляют двумя способами: с помощью катков-рольгангов и способом скольжения. Первый способ хорошо отработан и нашел широкое применение. Второй способ начинает получать распространение в связи с появлением антифрикционных тканей типа «Даклен», «Атаален», о которых будет сказано ниже.

Монтаж копра начинают с устройства монтажного стенда (рис. 9.6). Его выполняют в монолитном железобетоне в виде двух железобетонных фундаментных лент под наружные стойки

Рис. 9.6. Временный монтажный стелд:

1 — ленточный фундамент; 2 — нижняя плита; 3 — роликовые катки; 4 — столбчатый фундамент; 5 — песчаница; 6 — верхняя плита



и столбчатых фундаментах под внутренние стойки копра. На фундаментные ленты по верхней грани укладывают стальные плиты из Ст.3 в строго горизонтальном положении и на одном уровне, которые крепят в фундаментах с помощью закладных деталей. Эти плиты образуют накаточные пути, которые должны по уровню своих отметок строго соответствовать уровню отметок фундамента, на который устанавливают копер. Толщину и ширину плиты определяют расчетом. Плиту принимают за бесконечно длинную балку на упругом основании. На эту балку нагрузку передают стальные катки, которые укладывают на плиту и соединяют между собой в одну цепь (рольганг) торцовыми планками.

Изгибающий момент в плите

$$M = \sum P \eta_x / (4\beta),$$

где P — давление, передаваемое отдельными роликами на плиту; $\beta = \sqrt[4]{K/EI}$ — коэффициент жесткости основания рольганга; $K = K_1 B$ — коэффициент постели; K_1 — коэффициент податливости основания, равный силе, которую необходимо приложить к единице площади основания, чтобы дать ему осадку, равную единице длины; B — ширина плиты; EI — жесткость плиты; $\eta_x = e^{\beta x} (\cos \beta_x - \sin \beta_x)$ — коэффициент, определяемый в зависимости от величины β_x , где x — расстояние от точек приложения опорных реакций катков до расчетного сечения; e — основание натурального логарифма.

Диаметр катков рольганга

$$\sigma_{с.к} = 1,5A/(dl) \leq R_{с.к},$$

где $\sigma_{с.к}$ и $R_{с.к}$ — соответственно напряжение и расчетное сопротивление диаметральному сжатию катков при свободном касании (значения их принимают по СНиП); A — давление на каток; d — диаметр катка; l — длина части катка, соприкасающегося с металлоконструкциями накаточных путей.

В качестве материала катков обычно используют Ст.5.

Поверх рольганга укладывают верхние стальные плиты из Ст.3, к которым приваривают башмаки двух наружных рядов колонн копра. Как правило, под каждую или под две смежные колонны устанавливают одну плиту. Колонны соединяют для усиления конструкции между собой монтажными балками, привариваемым к плитам и колоннам.

Внутренние стойки копра в процессе сборки двух-трех нижних ярусов опирают на столбчатые фундаменты через песочницы. Песочницы — это металлические сварные чашки или цилиндры, закрепленные на фундаментах анкерами и наполненные сухим мелким песком. В цилиндр сверху вставляют поршень. Песочницы воспринимают нагрузки от колонн до того момента, когда будут смонтированы, выверены и сварены все элементы копра на два-три яруса и поставлены элементы усиления, передающие в дальнейшем нагрузки с внутренних стоек на наружные. После окончания такого монтажа песок из песочниц высыпают и их демонтируют.

Одновременно с монтажом каркаса копра выполняют работы по навеске стеновых панелей, устройству железобетонных перекрытий копра, укладке плит покрытия и монтажу технологического оборудования. Это увеличивает массу, надвигаемую на ствол. Масса копра может превышать 4000 т и может увеличиться благодаря подвешенному к металлоконструкциям башни копра станка. Это делается в том случае, когда невозможно использование в дальнейшем станка действующего копра с направляющими шкивами.

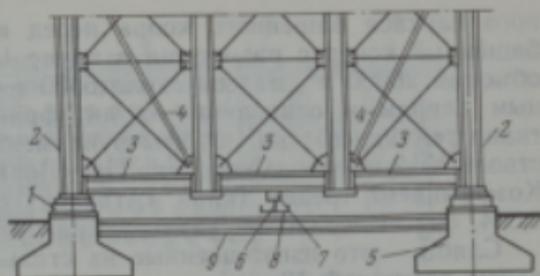
Для надвигки копра применяют электрические монтажные лебедки ПЛ-5-50, ЛПМ-10/800, ЛП-5. Тяговые усилия лебедок на копер передаются с помощью двух полиспастов общей грузоподъемностью более 150 т. Полиспасты крепят за башмаки наружных стоек копра, с одной стороны, и за бетонные фундаменты якорей — с другой.

Момент начального сдвига копра должен проходить плавно. Для обеспечения этого на монтажном стенде устанавливают два гидравлических домкрата грузоподъемностью более 200 т, которые синхронно действуют от одного гидронасоса и «подталкивают» копер в начальный момент движения.

Усилие, необходимое для надвигки копра,

Рис. 9.7. Устройство для предотвращения горизонтальных отклонений копра в процессе надвигки:

1 — роульганг; 2 — стойки копра; 3 — монтажные балки; 4 — подвески; 5 — фундаментные плиты; 6 — направляющий ролик; 7 — консоль; 8 — направляющий желоб; 9 — фиксирующие балки



$$T = kW_1 + W_2 + W_3,$$

где W_1 — сопротивление трению качения; W_2 — сила, необходимая для выведения копра из состояния покоя; W_3 — сила, необходимая для преодоления ветровой нагрузки; k — коэффициент, учитывающий неровности и неточности пути, перекосы катков и другие сопротивления (по опытным данным $k = 2,5 \div 3$).

В ходе надвигки очень важно, чтобы не имело место отклонения копра в горизонтальном и вертикальном направлениях. Для предотвращения горизонтальных отклонений к копру за монтажные балки крепят специальные консоли (не менее двух), которые имеют ролик, катящийся по направляющему желобу (рис. 9.7). Консоли устанавливаются по оси надвигки в наружных плоскостях копра.

Контроль отклонений в горизонтальном направлении производят с помощью теодолита или электросигнализации. В последнем случае вдоль пути надвигки натягивают трос. На передней и задней рамах копра устанавливают контакты электрического сигнализатора на расстоянии 10—30 мм, которые и указывают на отклонение.

Вертикальность копра контролируют теодолитом или отвесом. Не допускается при надвигке отклонение копра от вертикали на величину более $1/100$ его высоты. Если все-таки отклонения в горизонтальной плоскости произошли, то их выправляют, остановив надвигку с помощью гидравлических домкратов. При вертикальных отклонениях, превышающих нормативные, остановленный копер раскрепляют четырьмя расчалками, закрепленными за бетонные якоря и конструкции копра через систему механизмов «ручная лебедка — полиспаст». Крен копра выправляют с помощью гидравлических домкратов и лебедок.

Применяемые при надвигке копров роульганг и другие устройства сложны, отличаются высокими металлоемкостью и стоимостью. Этим недостатком лишен метод скольжения, основанный на применении антифрикционной синтетической ткани, наклеенной на поверхность стальных слябов или башмаки колонн стальной

ного каркаса башенного копра перед их надвижкой. Впервые башенный копер с размерами в плане 18×21 м, высотой 67 м, объемом 26000 м^3 , массой около 5500 т был надвинут по стальным слямбам и основанию из антифрикционной синтетической ткани «Атаален» на шурфы-фундаменты на вентиляционном стволе № 2 шахты «Северная» ПО «Воркутауголь» в мае 1986 г. Коэффициент трения ткани «Атаален» по стали не превышает 0,024, она выдерживает удельную нагрузку до 150 МПа.

Слябы — это изготовленные из стального листового проката плиты толщиной 40 мм, шириной 370 мм (верхние) и 230 мм (нижние). Поверхность верхних слябов (дорожка скольжения) очищают от ржавчины и окалины с помощью наждачных кругов, при этом сварные швы и заплавленные раковины зачищают заподлицо с основным металлом. Слябы приваривают к опорным конструкциям регулировочными болтами, позволяющими выставлять слябы по уровню. Опорные конструкции устанавливают предварительно на поверхность фундаментных балок.

Копер обычно монтируют на временных основаниях и фундаментах.

При строительстве шахты «Северная» масса копра перед надвижкой составила 5000 т. Полностью были смонтированы металлоконструкции и стеновые панели, забетонировано около 880 м^3 монолитных перекрытий, выполнено более 770 м^3 кирпичной кладки перегородок внутри копра, установлены лестничные марши, смонтированы мостовой 50-тонный кран и отклоняющие шкивы многоканатных подъемов.

К основаниям башмаков колонн приварили специальные лыжи из стальных пластин (слябов) с наклеенными на них листами ткани «Атаален». Башмаки установили под каждую колонну на дорожку скольжения и закрепили с колоннами сваркой. Перед надвижкой башмаки временными металлоконструкциями усиления связали между собой и основными конструкциями копра. После этого поочередно вырезали стойки временных опор, передав всю нагрузку от массы копра на накаточные пути.

На рис. 9.8 показана схема надвижки копра способом скольжения. Надвижку вели по четырем слямбам. Перемещение осуществляли с помощью двух спаренных полиспастов, запрессованных «бесконечным» канатом и двумя проходческими лебедками. Неподвижные блоки полиспастов закрепили четырьмя якорными устройствами. Усилия в сбегающих нитях полиспастов контролировали ограничителями натяжения канатов.

На случай разворотов копра позади каждой из четырех крайних колонн установили четыре гидродомкрата грузоподъемностью 160 т каждый. Маслостанции этих домкратов находились внутри копра.

Копер сдвинули с помощью полиспастов и лебедок, которые после этого работали непрерывно до окончания надвижки. Время

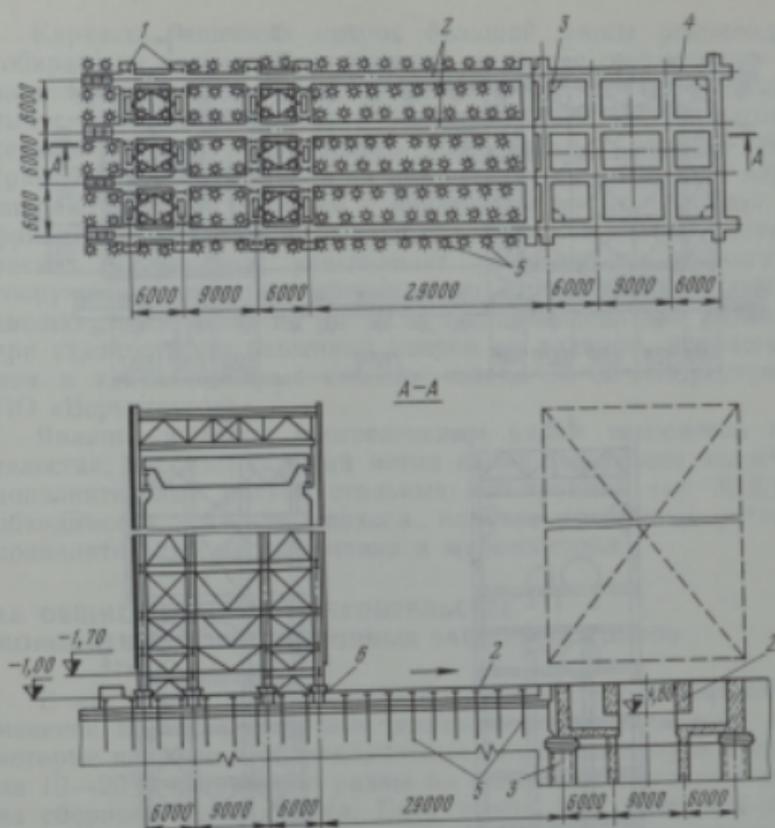


Рис. 9.8. Надвигка башенного копра способом скольжения по четырем слямям: 1 — дополнительные стальные опоры для вывешивания каркаса копра; 2 — арматурные ленточные фундаменты со стальными слямями; 3 — шурфы-фундаменты; 4 — балочная клетка, опертая на шурфы-фундаменты; 5 — термосваи; 6 — опорные башмаки колонн с наклеенной на их подошвы антифрикционной тканью

надвигки на пути длиной 50 м — 3 ч 5 мин, т. е. скорость движения в среднем составляла 16,21 м/ч. Усилия в сбегающих нитях полиспастов не превышали 30 кН, копер скользил плавно, без рывков.

В процессе надвигки тщательно контролировали вертикальность копра, правильность его горизонтального положения, состояние фундаментов и накаточных путей. Отклонения оси копра от вертикали не превышали 40 мм, а прогиб железобетонных фундаментных балок — 10 мм.

Успешное применение способа скольжения с применением антифрикционных тканей позволило специалистам управления «Шахтмонтаж» комбината «Печоршахтострой» и Гипрошахта сформулировать пути дальнейшего совершенствования метода

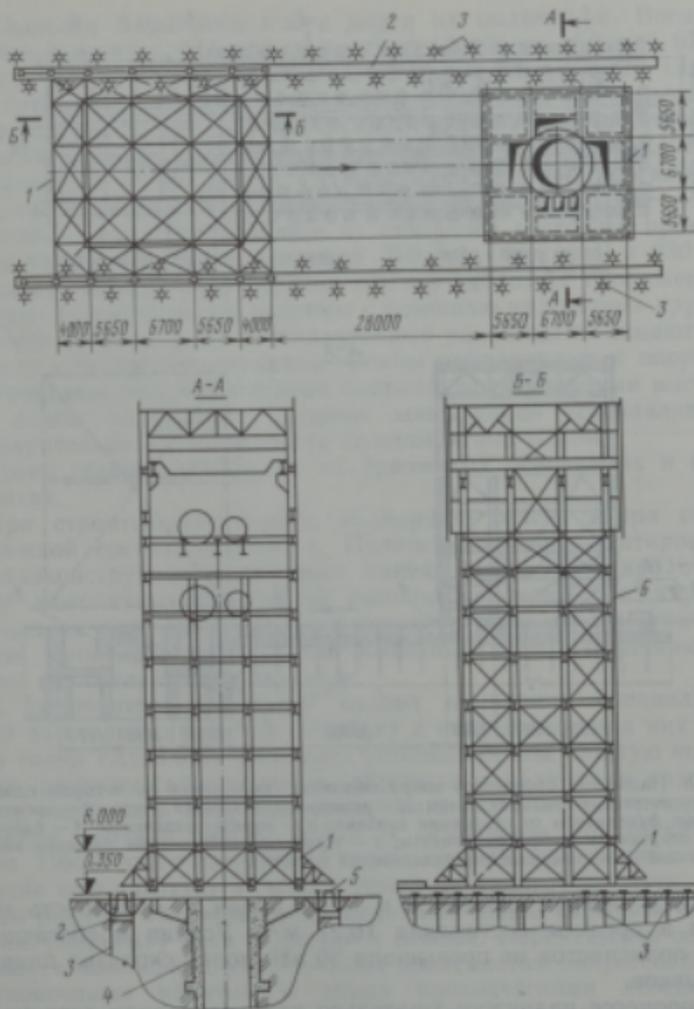


Рис. 9.9. Надвигка башенного копра по двум слямбам:

1 — опорная ферма; 2 — ленточные фундаменты со слямбами; 3 — термосваи; 4 — устье ствола; 5 — опорные башмаки с тканью «Атаалек»; 6 — башенный копер

надвигки башенных копров: целесообразно надвигать надшахтные сооружения и башенные копры по двум слямбам, уложенным на временные ленточные фундаменты, которые вынесены за наружные контуры надшахтного сооружения или башенного копра не менее, чем на 3 м.

Каркасы башенных копров большой массы рекомендуется собирать на временной монтажной площадке с временным основанием из трапецевидных стальных ферм и связей, совмещенных с колоннами каркаса и балочной клеткой перекрытия над первым ярусом надвигаемого сооружения. Стальные фермы (рис. 9.9) с вывешенными на них стальными колоннами каркаса опираются через башмаки с наклеенной на их подошвы антифрикционной тканью на стальные слябы, что сильно уменьшает расход материалов, увеличивает устойчивость надвигаемого сооружения, упрощает организацию строительства. Схема надвигки, показанная на рис. 9.9, предназначена для реализации при строительстве башенных копров на главном, вспомогательном и вентиляционных стволах шахты № 33 «Воркутинская» ПО «Воркутауголь».

Являясь в целом прогрессивным видом технологии строительства, рассматриваемый метод имеет следующие недостатки: дополнительный расход стальных конструкций (до 30%), необходимость усиления каркаса, наличие временных устройств, дополнительный расход бетона и железобетона.

9.5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАШЕННЫХ КОПРОВ

В настоящее время в ряде бассейнов страны широкое применение нашли монолитные железобетонные башенные копры, которые дешевле металлокаркасных башенных копров в среднем на 10—20% и примерно равны по стоимости башенным копрам из сборного железобетона. Если учесть, что стоимость одного башенного копра составляет 8—10% стоимости поверхности шахты, то можно ожидать ощутимого экономического эффекта от применения бетонных монолитных башенных копров по сравнению с широко распространенными металлокаркасными.

Сравнивая средние технико-экономические показатели возведения бетонных башенных копров с аналогичными показателями металлокаркасных башенных копров и копров со сборным железобетонным каркасом, можно констатировать, что за исключением стоимости возведения остальные показатели бетонных копров хуже или на уровне металлокаркасных. Это видно из средних сравнительных данных, приведенных ниже.

Тип башенного копра	Со стальным каркасом	Со сборным железобетонным каркасом ***	Монолитный бетонный
Трудоёмкость возведения, чел.-смен/м ³	0,61—0,81*	—	0,31—0,84**
	0,13—0,18		0,29—0,24
Производительность труда, м ³ /чел.-смен	8—8,5	—	5—5,5

Стоимость возведения копра, %	100	78	80
Расход материала на 1000 м ² сооружения:			
прокат, т	24—42	8,1	2,2—7
арматура, т	2,7—16	4,8—5,3	20—23
сборный железобетон, м ³	19—64	100	34
монолитный железобетон, м ³	19—122	34	93—298

* — в числителе — общий, в знаменателе — монтажа металлоконструкций.
 ** — в числителе — общий, в знаменателе — висячих стен.
 *** — проектные данные.

Улучшение технико-экономических показателей строительства бетонных башенных копров возможно в частности благодаря применению новых типов скользящих опалубок, позволяющих вести их монтаж и демонтаж укрупненными блоками и обеспечивающих увеличенное расстояние между домкратными рамками. Это позволило бы механизировать арматурные работы и благодаря этому снизить трудоемкость работ и повысить производительность труда. Необходимо совершенствовать проектные решения опалубок, которые приводили бы к более равномерному распределению нагрузки на домкратные рамки и подъемное оборудование. Совершенствование составов бетонных смесей с целью ускорения их схватывания и твердения после укладки обеспечивает увеличение скорости бетонирования, улучшает основные показатели строительства. Значительный резерв имеется в решении проблем механизированного, одновременного с возведением стен, производства перекрытий, проемов и других конструкций башенного копра. И, наконец, применение новых, прогрессивных схем организации строительства бетонных башенных копров на базе современной механизации строительных процессов призвано также ощутимо повысить все технико-экономические показатели строительства монолитных башенных копров.

Возведение бетонных башенных копров проходит четыре технологические стадии: 1) устройство оснований и фундаментов (подземной части); 2) сооружение башни; 3) устройство крыши и отделочные работы; 4) монтаж технологического оборудования. Ниже излагаются технологические особенности основных стадий строительства копра.

9.6. УСТРОЙСТВО ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Котлованы под фундаменты башенных копров характеризуются значительным объемом, поэтому земляные работы ведут в летнее время. Если к этому времени устье ствола пройдено и закреплено, то вокруг него в защитных целях оставляют часть грунта толщиной около 1 м, которую при зачистке котлована извлекают вручную.

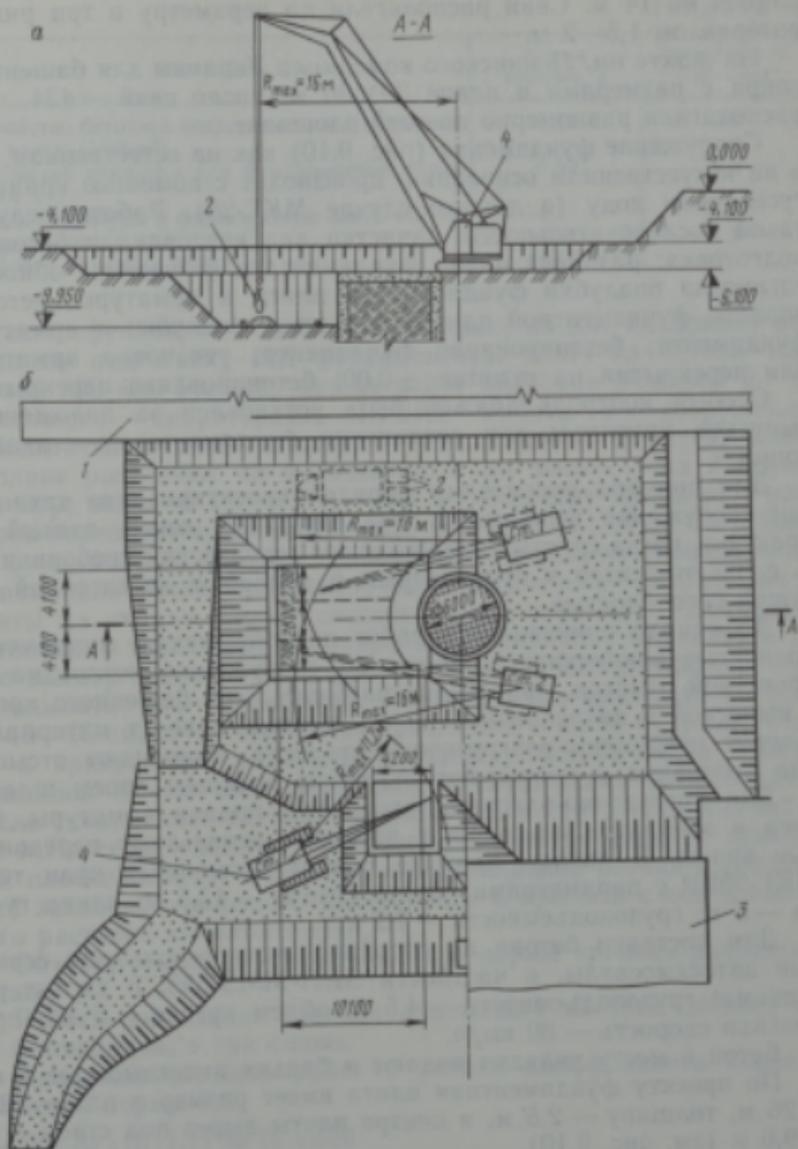


Рис. 9.10. Схема сооружения фундаментной плиты под башенный копер:
 1 — надшахтное здание; 2 — бады; 3 — турбокомпрессорная; 4 — край

В ряде случаев приходится прибегать к искусственным основаниям, которые чаще делают из железобетонных свай. Так, при сооружении на шахте им. Скочинского клетового копра с размерами в плане 18×18 м было забито под фундамент 144 свай

длиной по 14 м. Сваи располагали по периметру в три ряда с интервалом 1,5—2 м.

На шахте им. Ленинского комсомола Украины для башенного копра с размерами в плане 30×30 м, число свай — 434, сваи располагали равномерно по всей площадке.

Сооружение фундамента (рис. 9.10) как на естественном, так и на искусственном основании, производят с помощью крана на гусеничном ходу (в данном случае МКГ-25). Работы ведут в такой последовательности: зачистка дна котлована и бетонная подготовка; разбивка плана фундамента и возведение обноски; установка опалубки фундаментной плиты и арматуры; бетонирование фундаментной плиты; установка опалубки и арматуры фундамента; бетонирование фундамента; установка арматуры для перекрытия на отметке $\pm 0,00$; бетонирование перекрытия.

Особый контроль должен быть установлен за положением выпусков арматуры для соединения фундамента со стаканом копра.

Для примера рассмотрим порядок проектирования технологии сооружения фундамента под башенный копер, взятый из практики, когда грунты удовлетворяют техническим требованиям, т. е. не относятся к просадочным и обладают достаточной несущей способностью.

До начала производства работ по сооружению фундамента полностью заканчивают работы по сооружению котлована по проектной отметки, производят разбивку осей башенного копра с выносной и закреплением их на обноске, завозят материалы, готовят погрузочно-разгрузочные средства, выполняют отсыпку дна котлована и покрывают въездную траншею слоем шлака.

Для погрузочно-разгрузочных работ, подачи арматуры, бетона и элементов опалубки в котлован используют передвижные краны. В данном примере принят гусеничный кран типа МКГ-25БР с параметрами: длина стрелы — 17,5 м; длина гуська — 5 м; грузоподъемность — 7,2 т.

Для доставки бетона на стройплощадку используют серийные автосамосвалы, в частности ЗИЛ-ММЗ-555, с характеристиками: грузоподъемность — 4,5 т; объем кузова — 3 м³; предельная скорость — 80 км/ч.

Бетон к месту укладки подают в бадьях вместимостью 1 м³.

По проекту фундаментная плита имеет размер в плане 22××26 м, толщину — 2,5 м, в центре плиты вырез под ствол $D = 9,6$ м (см. рис. 9.10).

Для башенного приставного крана КБ-573 предусматривается индивидуальный фундамент. Строительные работы по этим объектам входят в объем работ по сооружению фундаментной плиты. Был принят следующий порядок выполнения работ: в пределах фундаментной плиты выполняют работы по устройству вентиляционного канала до отметки верхней плоскости фундамента,

Таблица 9.1

Вид работы	Норма времени, ч	Трудоемкость, чел.-смен
Устройство бетонной подготовки под фундаментную плиту (58,2 м ²)	0,44	3,2
Устройство опалубки для фундаментной плиты (560,4 м ²)	0,52	36,4
Укладка арматуры в фундаментную плиту (119 т)	4,1	61,0
Укладка бетона (1666 м ³)	0,44	91,6
Разборка опалубки (560,4 м ²)	0,13	9,1

а также фундамент под башенный кран; на дне котлована выполняют подготовку под фундаментную плиту из бетона толщиной 100 мм. Укладку бетона ведут полосами шириной 2,7 м, уплотнение — вибраторами ИВ-21А. Работы по сооружению фундаментной плиты выполняют захватками в 2 яруса: плиту в плане разделяют на 4 захватки, а по высоте — на 2 яруса: 1-й ярус высотой 1,2 м, 2-й — 1,3 м. Опалубку применяют разборно-переставную, из деревянных щитов Щ-1 (3,0×8,6 м). Блоки фундаментной плиты бетонируют с устройством рабочих швов с помощью сетки «рабитца». Для обеспечения монолитности плиты на стыках блоков следует строго соблюдать следующие требования технологии бетонирования: опалубку выставлять на всю высоту захватки; нижнюю арматуру в месте рабочего шва укладывать так, чтобы сетка нижнего ряда выходила за шов на 10—15 см; сетку «рабитца» натягивать в месте будущего стыка и прикреплять к опалубке; укладку бетона вести слоями толщиной 60—65 см с уплотнением глубинными вибраторами; после схватывания бетона и набора прочности в пределах 0,2—0,3 МПа сетку удалять и производить очистку швов от цементной пленки сжатым воздухом; перед укладкой бетона в следующей захватке очищенную поверхность покрывать слоем цементного раствора высокой марки.

Объемы работ, их трудоемкость и нормы времени приведены в табл. 9.1.

Работы выполняет бригада, состоящая из трех звеньев по 10 бетонщиков, в три смены.

Продолжительность работ с учетом коэффициента перевыполнения нормы 1,1

$$t = 201,3 / (10 \cdot 1,1) \approx 18 \text{ смен.}$$

9.7. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ВОЗВЕДЕНИЯ

Анализ практики возведения башен монолитных башенных копров показывает, что основными факторами, определяющими успех эффективного возведения копра, являются организация

транспортирования материалов к месту укладки и выбор способов механизации движения скользящей опалубки. Если учесть, что механизация движения скользящей опалубки, равно как и остальные работы цикла (монтаж арматуры, укладка, уплотнение бетона) выполняют установившимися обычными способами, то становится ясным, что главным организационным фактором остается транспортирование материалов.

Сложность организации транспортирования материалов связано с особенностями объемно-планировочных решений башенных копров, значительной высотой, превышающей 100 м, большими размерами копра в плане, достигающими 18×24 м и более, с насыщенностью копра междуэтажными перекрытиями и диафрагмами жесткости, необходимостью устройств специального фундамента под многоканатные подъемные машины на значительной высоте.

Перечисленные особенности башенных копров затрудняют организацию работ и подачу материалов в условиях, когда требуется, чтобы различные конструкции копра возводили одновременно (принцип совмещения) при высоких темпах работ и минимальных трудовых затратах.

Методы возведения монолитных башенных копров могут быть сведены к следующим основным схемам:

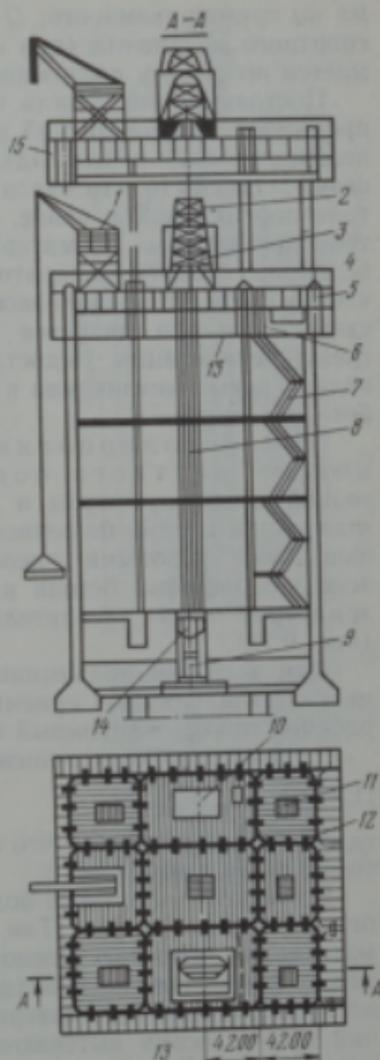
- 1) транспортирование материалов осуществляют комплектом машин, состоящим из струнного подъемника и крышевого крана;
- 2) транспортируют материалы шахтным подъемником;
- 3) транспортируют материалы самоподъемным башенным краном;
- 4) перемещение материалов производят с помощью приставного башенного крана;
- 5) подъем бетонной смеси осуществляют бетононасосами.

Рассмотрим каждую из схем возведения башен бетонных копров.

При бетонировании башенного копра с помощью струнного подъемника и крышевого крана для вертикального транспортирования бетонной смеси используют струноподъемник (рис. 9.11).

Струноподъемники имеют канатные направляющие (струны), которые навиты на его барабан. По мере подъема стен сооружения направляющие канаты наращивают свивкой с барабана, что исключает какую-либо остановку на переналадку подъемного механизма. На направляющих движется скип, который загружает бетонной смесью из загрузочного бункера, а затем выгружают в приемный бункер. Далее бетонная смесь с помощью дополнительных механизмов (пневмобетоноукладчиков, виброжелобов, бетононасосов) поступает к месту укладки. Арматуру и другие материалы доставляют на рабочий полук с помощью крышевого крана.

Рис. 9.11. Бетонирование стен башенного копра с применением струноподъемника: 1 — крышевой кран; 2 — струноподъемник; 3 — приемный бункер; 4 — рабочий пол подвижной опалубки; 5 — штыи подвижной опалубки; 6 — лестница-временяка; 7 — востоянная лестница; 8 — направляющий канат струноподъемника; 9 — скип; 10 — насосная станция и бытовка; 11 — рабочие люки; 12 — домкратные рамы; 13 — зона монтажного проема; 14 — загрузочный бункер; 15 — подвальные леса



Эксплуатационная производительность струноподъемника и крышевого крана

$$P_n = Qn k_n k_c / t_c,$$

где $n = 3600 t_c / t_n$ — число циклов подъема в смену; t_c — продолжительность смены, ч; t_n — продолжительность цикла подъема, с; $k_n = 0,7$ — коэффициент использования подъемного механизма во времени; k_c — коэффициент использования подъемного механизма

ма по грузоподъемности; Q — грузоподъемность подъемно-транспортного механизма (при подъеме бетона или раствора принимается по объему подъемного сосуда).

Постоянная готовность комплекта машин к работе при непрерывной или цикличной работе башенных копров, отсутствие необходимости переналадки струноподъемника — достоинства схемы. Однако то, что масса струноподъемника и бетонной смеси, транспортируемой в скипе, а также масса крышевого крана и транспортируемых им материалов передаются на рабочий пол, осложняет работу домкратов, заставляет увеличивать их количество, снижает технико-экономические показатели и надежность схемы. Все это является существенным недостатком данной схемы механизации. Недостатком является и необходимость дополнительных механизмов и рабочих для горизонтальной подачи бетонной смеси.

При бетонировании башенного копра с помощью шахтного подъемника транспортирование бетонной смеси, арматуры и других материалов осуществляют в монтажном проеме башенного копра. Шахтный подъемник оснащен двумя грузовыми отделениями, из которых одно предназначено для подъема бетона и раствора, а другое — для подъема арматуры, плит утеплителя и других штучных материалов (рис. 9.12).

Для загрузки подъемника бетонной смесью на нулевой отметке устанавливают приемный бункер 13, а для разгрузки на рабочем полке — приемный бункер 4.

Эксплуатационная производительность шахтного подъемника $P_s = Qnk_s k_r$,

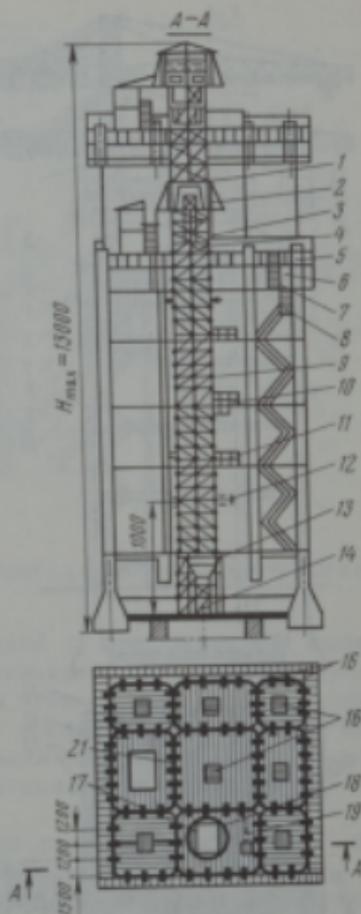
где Q , k_s , n , k_r — то же, что и в формуле, приведенной для схемы со струноподъемником.

Применение шахтного подъемника дает ряд преимуществ при бетонировании копров. Так, он позволяет производить подачу материалов непосредственно на перекрытия или на другие промежуточные отметки. Шахтный подъемник не передает на грузок от транспортируемых материалов и собственного веса на рабочий пол со всеми вытекающими из этого положительными последствиями. Он не требует для установки особого проема. Его устанавливают в монтажном проеме, что также улучшает условия эксплуатации комплекса оборудования по бетонированию копра. К сожалению, применение шахтного подъемника требует периодических остановок для наращивания, что снижает его производительность. Вторым недостатком является необходимость, как и в случае со струноподъемником, в дополнительных механизмах и машинах для горизонтальной транспортировки бетонных смесей к месту укладки.

При бетонировании башенного копра с по-

Рис. 9.12. Бетонирование стен башенного копра с применением шахтного подъемника:

1 — подъемная головка шахтоподъемника; 2 — механизм подъема головки и пассажирского лифта; 3 — каркас подъемной головки; 4 — приемный бункер; 5 — рабочий пол; 6 — щиты опалубки; 7 — подвесные леса; 8 — лестница-временянка; 9 — шахты подъемников; 10 — ограждающее перекрытие; 11 — гибкие связи; 12 — загрузочный бункер; 13 — временное ограждающее перекрытие; 14 — грузовая клетка для подачи бетона; 15, 21 — домкратные рамы; 16 — рабочие люки; 17 — шахта пассажирского лифта; 18 — шахта противовеса лифта; 19 — зона монтажного проема; 20 — шахта транспортирования бетона



мощью самоподъемного крана (рис. 9.13) вертикальное транспортирование всех видов материалов осуществляют самоподъемным башенным краном, принцип действия которого описан в подразделе 9.1.

Достоинством башенного крана в данном случае является возможность подачи материала в любую точку застройки копра. Это достигается путем движения грузовой тележки стрелы крана по монорельсу. Самоподъемный кран располагают в лестничном или монтажном проеме копра.

Кроме подачи бетона кран может подавать готовые сварные каркасы стен и перекрытий, технологическое оборудование копра в любую точку его поперечного сечения.

Недостатками применения самоподъемного башенного крана являются некоторые трудности, возникающие при бетонирова-

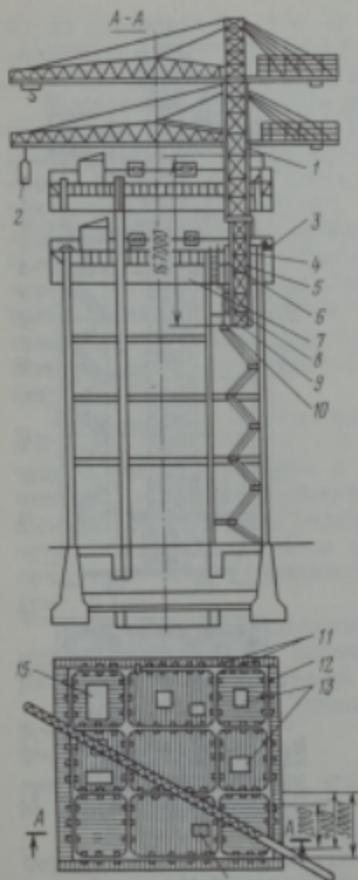


Рис. 9.13. Бетонирование стен башенного копра с применением самоподъемного крана:

1 — самоподъемный башенный кран УБК-3-49; 2 — бадья «Туфелька» для подачи бетона; 3 — обойма для подачи крана; 4 — опорные балки обоймы; 5 — рабочий пол подвижной опалубки; 6 — щиты подвижной опалубки; 7 — подвесные леса; 8 — предохранительный щит; 9 — опорные балки крана; 10 — опорная часть башенного крана; 11 — временное перекрытие проема; 12 — домкратные рамы; 13 — рабочие люки; 14 — приемный бункер бетона; 15 — помещение для рабочих и технического персонала

нии в зимнее время при наличии тепляка, а также размещение его в одном из проемов перекрытий копра.

Бетонирование башенного копра с помощью приставного крана. В этом случае для подачи бетонной смеси и материалов используют башенный кран, который устанавливают в котловане башенного копра на уровне отметки верха фундаментной плиты (рис. 9.14). Это позволяет использовать кран для выполнения всех работ по строительству башенного копра, начиная с устройства фундаментной плиты. Для опирания башенного крана рядом с фундаментной плитой возводят специальное основание, размер которого соответствует размерам опорной части крана. Обычно применяют кран КБ-573. Башня этого крана высотой 150 м состоит из 27 промежуточных сек-

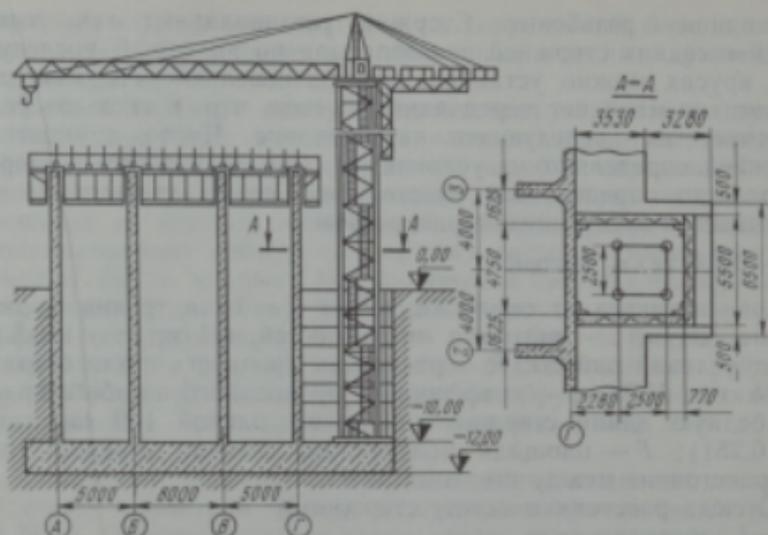


Рис. 9.14. Бетонирование стен башенного копра с применением приставного крана

ций, а стрела — из четырех секций с максимальным вылетом крюка до 40 м, который можно уменьшить до 30 м путем изъятия средней секции длиной 10 м. При этом грузоподъемность увеличивается до 6 т. Башню крана соединяют со стенами копра стальными связями, расположенными во временных проемах размером $0,5 \times 0,3$ м, в которых устанавливают закладные части для крепления связей.

Схема обладает достоинствами предыдущей схемы и кроме того кран не занимает место в сечении копра. Недостаток, связанный с неудобством подачи бетонной смеси через тепляк в зимнее время, сохраняется.

Бетонирование башенного копра с помощью бетононасосов применяют, в основном, в зарубежной практике. Эта схема обладает тем достоинством, что позволяет непрерывно и равномерно подавать бетонную смесь к месту укладки, исключая ее промежуточные перегрузки. Недостаток схемы — необходимость иметь второй подъемный механизм для подачи других материалов и деталей.

Как уже указывалось, нагрузки и усилия при движении опалубки, а также массу машин, механизмов рабочего полка и людей воспринимают стержни через домкраты и домкратные рамы.

Домкратные стержни применяют из стали Ст.5 или Ст.45 диаметром 25 мм с пределом текучести 500 МПа. Стержни первого яруса делают разных размеров, кратных стандартной длине стали: 1; $2/3$ и $1/3$ этой длины. Соединения стержней при на-

ращивании — резьбовые. Стержни устанавливают так, чтобы стыки соседних стержней не совпадали по высоте. В последующих ярусах можно устанавливать равновеликие стержни, так как это не изменяет чередование стыков, что, в свою очередь, облегчает их последующее наращивание. Число дократных стержней определяют из условия, что усилие в опорном стержне должно определяться расстоянием между стержнями, что описывается следующим неравенством:

$$l(q + 2j + 2z) \leq 10mqRF,$$

где q — нагрузка от опалубки, кН/м; j — сила трения форм и бетона, кН/м; z — нагрузка от подмостей, кН/м; m — коэффициент условий работы; R — расчетная прочность стали стержня на сжатие, МПа; φ — коэффициент продольного изгиба стержня (свободную длину стержня принимают равной 120 см, тогда $\varphi = 0,251$); F — площадь поперечного сечения стержня, см²; l — расстояние между стержнями, м.

Отсюда расстояние между стержнями

$$l = 10mqRF / (q + 2j + 2z).$$

На практике при диаметре опорных стержней 25 мм расстояние $l = 1,2 \div 1,4$ м.

9.8. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПЕРЕД БЕТОНИРОВАНИЕМ СТЕН

К подготовительным работам приступают после того, как будет полностью завершено сооружение фундаментной плиты. Они включают четыре составные части: укрупнительную сборку и проверку скользящей опалубки на поверхности, установку приставного башенного крана, монтаж опалубки на фундаментной плите, комплектацию материалов и запасных частей к опалубке.

Укрупнительную сборку кружал производят на деревянном бойке.

Боек по размерам в плане должен превышать на 0,8—1 м размеры опалубки. Собирается боек из досок толщиной 50 мм с проструганной лицевой стороной. На бойке расчерчивают контуры наружных и внутренних кружал, после чего выполняют раскладку элементов кружал опалубки и скрепляют их стыковыми накладками. Сборку производят с помощью автомобильного крана. До начала монтажа опалубки на фундаментной плите необходимо: выполнить геодезическую съемку поверхности фундаментной плиты; приварить к выступам арматуры фундаментной плиты опорные стержни гидродомкратов по периметру стен башенного копра; нанести краской на опорных стержнях контуры стен; установить вертикальную и горизонтальную арматуру стен на высоту 1,5 м. По окончании этих работ приступают

к монтажу скользящей опалубки из укрупненных блоков с помощью приставного башенного крана под строгим маркшейдерским контролем.

Монтаж элементов опалубки производят на болтовых соединениях. Домкратные рамы устанавливают строго вертикально с временного настила, уложенного по коробам скользящей опалубки. Домкраты после тщательной проверки их исправности укрепляют на верхних поперечинах домкратных рам. Одновременно выполняют работы по монтажу системы гидравлической разводки. После монтажа гидравлическая система подвергается испытанию под давлением 19 МПа и окраске масляной краской.

Для геометрического контроля опалубки и будущих стен устанавливаются отвесы, кронштейны с контрольными рейками и др. Рабочий пол делают из деревянных брусков и досок. Монтаж подвесных лесов производят после возведения стен до отметки $+6,00$ м.

Домкраты монтируют на стержнях, которые делают из круглой стали диаметром 25 мм с пределом прочности не ниже 500 МПа. Стержни первого яруса ставят трех размеров: 1, 2/3 и 1/3 рабочей длины.

До начала бетонирования должны быть выполнены еще такие работы: подобран состав бетонной смеси с водоцементным отношением не более 0,55 и осадкой конуса 7—8 см; проведены лабораторные испытания; заготовлено не менее 50% арматуры и домкратных стержней от общей потребности, закладные детали на весь объем работ, оконные и дверные блоки и другие конструкции, необходимые в процессе сооружения стен копра; создан запас домкратов и запасных частей к ним не менее 10% от общего количества; приведены в рабочее состояние и испытаны все механизированные устройства и установки, инвентарь, измерительные устройства, необходимые в процессе возведения стен; укомплектована комплексная бригада, все ее члены обучены производству работ с использованием скользящей опалубки и правилам безопасности; выполнена и запротokolирована проверка готовности технологии в установленном порядке.

Подбору бетонной смеси должно быть уделено особое внимание. Это объясняется тем, что правильно подобранная бетонная смесь обеспечивает высокие скорости бетонирования и хорошую герметичность башенного копра. Высокие скорости бетонирования также обеспечиваются сокращенными сроками схватывания бетонных смесей, которые характеризуются началом схватывания не ранее 3 ч и концом схватывания — не позднее 6 ч.

Для изготовления бетона применяют портландцемент марки не ниже 400 или быстротвердеющий портландцемент БТЦ. Цементы других марок не применяют.

Для повышения плотности в состав бетонной смеси вводят

следующие добавки (в процентах от массы цемента): винилацетат — 0,2—0,3%, хлорное железо — 1—1,5%; доменная печь — 5%; зола ТЭЦ с винилацетатом $15 \pm 0,25\%$. В состав бетонов вводят также отсев тормозитовой крошки и молотый гранулированный шлак.

Расход материалов на 1 м^3 бетона (в числителе — для портландцемента марки М400, в знаменателе — для марки М500), кг

Цемент	299/298
Песок	776/476
Гранитный щебень	—/1330
Отсев тормозитовой крошки	720/—
Тонкомолотый гранулированный шлак	—/152
Вода	238/198,3

Применяемая для бетонирования копров пластичная бетонная смесь должна иметь осадку конуса 6—8 см, так как более жесткие смеси приводят к образованию раковин, а смеси с осадкой конуса более 10 см — к излишней воздухопроницаемости стен копров. Бетонные смеси готовят на заводах или бетоно-смесительных установках вблизи копра, куда с бетонного завода завозят сухую бетонную смесь. Целесообразно также использовать автобетоносмесители.

9.9. ВОЗВЕДЕНИЕ СТЕН БАШЕННОГО КОПРА

Возведение стен башенного копра в скользящей опалубке требует высокого уровня организации работ и тщательности при выполнении всех операций и процессов. Работы ведут круглосуточно в три смены. Для лучшей организации работ здание в плане разбивают на захватки. В каждой захватке работы выполняют в такой последовательности: устанавливают арматуру, закладные детали, теплоизоляционные щиты; укладывают и уплотняют бетонную смесь и перемещают опалубку; устраняют дефекты на стенах по мере движения опалубки вверх.

Перед началом работ на рабочем поле размещают необходимые материалы, инструменты, приспособления. Домкратные стержни и арматуру складывают на козырьках и подмостях рабочего пола. Арматуру на рабочее место подают в виде пучков массой 1 т.

Арматурные работы. Стены башенного копра армируют вертикальными каркасами (лесенками) и двойной горизонтальной арматурой из отдельных стержней. Вертикальные элементы устанавливают с подмостей, расположенных выше рабочего пола опалубки, а горизонтальные — непосредственно с пола.

Армирование ригелей производят несущими сварными карка-

сами, которые до установки оснащают опалубкой и подмостями. Рекомендуется хомуты балок и колонн изготавливать без плюсовых допусков и устанавливать точно по проекту.

Арматурные работы выполняют в том же направлении, что и укладку бетона с опережением бетонирования на одну захватку.

Монтаж арматуры производят в таком порядке: вертикальные каркасы ставят один от другого на расстоянии, равном шагу горизонтальной арматуры; стержни горизонтальной арматуры укладывают на поперечины «лесенок», концы их загибают; верхний ряд горизонтальной арматуры должен всегда находиться выше уложенного бетона.

Установку арматуры должен контролировать технический персонал.

Бетонирование стен — сложный и ответственный процесс. Он должен вестись непрерывно, так как это обеспечивает монолитность конструкции, которая необходима как основное мероприятие, направленное на борьбу с утечками воздуха. Исследования ПромстройНИИпроекта на шахтах «Горловская — Глубокая», «Ново-Центральная», им. Румянцева, «Мушкетовская-Заперевальная» № 2 и других показали, что внешняя утечка воздуха через горизонтальные волосные трещины, образующиеся на стыках слоев бетона (через каждые 25—30 см по высоте), составляет 10—30%.

С другой стороны, особенностью возведения сооружений типа монолитных башенных копров является несоответствие скорости бетонирования стен со скоростью движения скользящей опалубки. Последняя превышает скорость бетонирования, в связи с чем дократы работают с перерывами, продолжительность которых ограничивается временем твердения бетона.

Уравновешивание скорости подъема опалубки и скорости укладки бетона и арматуры в стены достигается при соблюдении равенства:

$$K_0 m = Q / N,$$

где K_0 — продолжительность цикла подъема опалубки, модуль цикличности, в течение которого укладывают арматуру, бетон и выполняют заготовительно-подготовительные работы в объеме, соответствующем шагу подъема дократа. Величина K_0 связана со скоростью подъема (см/ч) опалубки зависимостью

$$v_{\text{оп}} = 60h / K_0,$$

где h — шаг подъема дократа (для гидродократов типа ОГД $h=2,5$ см, для гидродократов типа ПШ-2 — 2 см, для ручных дократов с 1/2 оборота — 0,625 см); Q — трудоемкость работ, выполняемых в течение цикла подъема опалубки, чел.-смен; N — численность рабочих в бригаде; m — число захваток.

В начале бетонирования бетонную смесь укладывают двумя слоями толщиной 300—350 мм, а в дальнейшем — равномерными слоями толщиной не более 250 мм. Укладку последующего слоя бетона начинают только после окончания бетонирования по всему контуру опалубки предыдущего слоя, но не позднее чем через 2—3 ч после начала последнего. Укладку ведут с уплотнением слоев глубинными вибраторами с гибким шлангом с величиной вибростержня около 50 см.

В процессе уплотнения бетонной смеси запрещается прикасаться вибратором к стержням арматуры, а продолжительность вибрирования не должна вызывать расслоения бетонной смеси. Если осадка конуса бетонной смеси превышает 8 см, то его уплотняют штыкованием, так как применение в этом случае вибратора ведет к расслоению бетонной смеси.

В процессе бетонирования верхний уровень укладываемой смеси не должен быть ниже рабочего пола более, чем на 100 мм.

При вынужденном перерыве в бетонировании необходимо закончить укладку слоя, причем опалубка должна быть заполнена доверху. Во время перерыва опалубку медленно поднимают, но так, чтобы исключить ее сцепление с бетоном. Опалубку поднимают до момента, когда расстояние между рабочим полом и горизонтом уложенного бетона будет около 500 мм. Возобновление бетонирования разрешается после очистки опалубки от приставшего раствора, а поверхности бетона — от мусора и промывки ее водой. Первый слой бетона, укладываемого после перерыва, должен иметь уменьшенное количество щебня.

Во всех случаях прочность освободившегося от опалубки бетона должна равняться более 0,4 МПа. Внешним признаком такого состояния бетона является то, что бетон, взятый с поверхности стен, может быть размят руками, а следы от стыков щитов опалубки легко заглаживаются теркой. Скорость движения опалубки в этом случае имеет определяющее значение для успеха работ по бетонированию, так как быстрый ее подъем может привести к обвалу уложенного бетона, медленный — к прилипанию бетонной смеси к опалубке и возможному в этом случае разрыву бетона. Разрыв бетона происходит в том случае, когда силы трения опалубки о бетон превышают силы от массы уложенного бетона, что выражается следующим неравенством:

$$\delta\gamma/2 > f,$$

где δ — толщина бетонируемой стенки, м; γ — средняя плотность бетона, кг/м³; f — сила трения формы о бетон.

Из неравенства можно определить толщину бетонируемой стенки.

На практике при известных бетонных смесях вопрос о допустимой скорости движения опалубки решается пробным ее

подъемом. Если при этом бетон под опалубкой не оплывает и не срывается, то считают найденную скорость удовлетворительной. Испытание производят при постоянном заполнении опалубки бетонной смесью на всю высоту поднимаемой одновременно опалубки.

Нормальной скоростью движения опалубки считается такая, при которой бетон, выходящий из опалубки, приобретает прочность, достаточную для сохранения своей формы. Эта скорость по опытным данным составляет 0,15—0,2 м/ч при температуре наружного воздуха 15—25° С с применением портландцемента марки 400.

Во время бетонирования стен башенных копров устанавливают оконные и дверные блоки.

При установке оконных и дверных блоков необходимо до подхода рабочего пола к нижнему основанию блока нанести отметки положения блока на смежные домкратные стержни; приварить к стержням с внутренней стороны предусмотренную проектом горизонтальную арматуру на 20 мм ниже отметок; установить вертикальные окаймляющие стержни арматуры; на уложенный под проемом бетон установить первый ряд стеклоблоков по уровню; последующие ряды стеклоблоков смонтировать по мере подъема скользящей опалубки; по окончании укладки блоков на всю высоту установить стержни верхней горизонтальной окаймляющей арматуры.

Для получения гнезд под балки перекрытия и сквозных проемов размером не более 1×1 м в опалубку устанавливают деревянные короба. Если проем пересекает домкратные стержни, то верхнюю и нижнюю обвязки короба делают из двух половинок.

Для образования в стенках копра проемов больших размеров применяют более сложную технологию. Основание проема формируют без опалубки. Домкратные стержни, попадающие в проем, укрепляют с помощью деревянных стоек из брусьев, а последние раскрепляют распорками с шагом не более 2 м и расшивают распорками из досок.

По мере возведения стен башенного копра производят устранение дефектов и затирку стен с подвесных лесов скользящей опалубки.

Дефекты бетона, замеченные после отхода опалубки, затирают с подвесных подмостей цементно-песчаным раствором состава 1:2, приготовленным на том же песке и цементе, которые используют для приготовления бетона. Крупные трещины и раковины тщательно расчищают, промывают водой и заделывают на всю глубину бетоном того же состава. Для этого используют опалубку, закрепляемую за арматуру скрутками из проволоки.

Раствор к месту работ подают растворонасосом и штукатурной станцией ША-1, установленной на подвесных лесах в центральной ячейке башенного копра. От штукатурной станции раст-

вор подают гибким шлангом.

Выход рабочих на скользящую опалубку осуществляется по лестнице, монтируемой в одном из отсеков копра по мере перемещения опалубки. Лестницу укрепляют на анкерах, привариваемых к выпускам арматуры.

Технология сооружения башенного копра должна обеспечивать повышенные требования в части прочности и плотности бетона.

В процессе бетонирования необходимо систематически выверять дозировку компонентов бетонной смеси, не реже двух раз в смену проверять осадку конуса, которая должна быть равна 7—8 см.

9.10. УСТРОЙСТВО МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ КОПРА

Устройство междуэтажных перекрытий копра может осуществляться по двум схемам: параллельно с возведением стен и последовательно после окончания бетонирования стен. Вопрос о применении каждой из схем решается в каждом конкретном случае в зависимости от конструкции перекрытия и местных условий.

Параллельное возведение стен более выгодно с точки зрения готовности копра, уровня и удобства механизации работ, их трудоемкости. Однако в целом ряде случаев это не удается сделать из-за сложности конфигурации конструкций, уровня их армирования и др.

В этом случае междуэтажные перекрытия бетонуют в стационарной опалубке по последовательной схеме. Для опирания ригелей, плит и других элементов перекрытия по всему периметру стен устраивают штрабу. Высота штрабы должна быть равна толщине конструкции (ригеля, плиты и т. д.) плюс 10 мм.

Опалубку под конструкции междуэтажного перекрытия устраивают из сборно-разборных щитов, которые устанавливают на инвентарных стойках или подвешивают на металлических крючках (подвесная опалубка).

Возведение междуэтажных перекрытий, как и остальных конструкций — постоянных лестниц, перекрытий площадок, бункеров — должно максимально совмещаться с возведением стен в скользящей опалубке. Уровень совмещения определяют с помощью коэффициента совмещения, рассчитанного по формуле,

$$k_c = \frac{T_n}{T_n + \sum T_n - \sum T_n},$$

где T_n — продолжительность строительства при последовательном производстве работ, сут.; $\sum T_n$ — суммарная продолжительность несовмещаемых процессов с ведущим процессом, сут.;

$\sum T_r$ — суммарная продолжительность технологических перерывов, сут.; T_n — нормативная продолжительность ведущего процесса возведения элементов в скользящей опалубке, сут.

Установлено, что оптимальный коэффициент совмещения при возведении наземной части копра равен 1,85.

9.11. ТРУДОЕМКОСТЬ РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ КОПРА

Трудоёмкость работ и организация труда при возведении монолитного башенного копра можно рассмотреть на реальном примере строительства железобетонного копра прямоугольной формы высотой 58,5 м, строительным объёмом 22 089 м³. Расход бетона на 1 м³ наземной части здания — 0,1254 м³, металла — 24,3 кг. Толщина стен — 40 см. Общий объём работ состоит из укладки бетона — 2770 м³, арматурной стали — 536 т, плит утеплителя 4460 м², установки коробов в проемах суммарным периметром 476 м.

При монтаже и демонтаже масса металлоконструкций скользящей опалубки составляет 53 т. Число гидродомкратов ОГД-64У — 112 шт. Автоматическая насосно-распределительная станция АНС-125Б.

Ниже приведены расчеты трудоёмкости монтажа опалубки, ее демонтажа и бетонных работ на основании ЕНиР.

Работа организована в четыре смены.

Монтаж опалубки. Норма времени на 1 т металлоконструкций $N_{sp} = 15,2$ ч. Трудоёмкость работ по монтажу $T_p = \frac{53 \cdot 15,2}{6} \approx 134,3$ чел.-смены. Норма времени на установку одной домкратной рамы $N_{sp} = 1,75$ ч. Трудоёмкость работ $T_p = \frac{112 \cdot 1,75}{6} \approx 32,7$ чел.-смены. Норма времени на установку гидродомкрата $N_{sp} = 0,47$ ч. Трудоёмкость работ $T_p = \frac{112 \cdot 0,47}{6} \approx 8,8$ чел.-смены. Норма времени на присоединение гидродомкрата $T_{sp} = 0,6$ ч. Трудоёмкость работ $T_p = \frac{112 \cdot 0,6}{6} = 11,2$ чел.-смены. Норма времени на устройство 1 м² пола $N_{sp} = 1,1$ ч. Трудоёмкость работ $T_p = \frac{970 \cdot 1,1}{6} \approx 177,8$ чел.-смены. Трудоёмкость работ на установку насосно-распределительной станции $T_p = 0,34$ чел.-смены. Суммарная трудоёмкость по монтажу скользящей опалубки $T_p = 134,3 + 32 + 8,8 + 11,2 + 177,8 + 0,34 = 365,4$ чел.-смен.

Возведение монолитных железобетонных стен. Норма времени на укладку 1 м³ бетона с уплотнением ви-

братором и учетом высоты работ $N_{\text{вр}} = 2,5 \cdot 1,125 \approx 2,81$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{2270 \cdot 2,81}{6} = 1063,1$ чел.-смены. Норма времени на укладку 1 т арматурной стали $N_{\text{вр}} = 30 \cdot 1,125 = 33,75$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{536 \cdot 33,75}{6} = 3015$ чел.-смены.

Норма времени на подъем скользящей опалубки на 1 м $N_{\text{вр}} = 36,8 \cdot 1,125 = 41,4$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{(58,5 + 3,5) 41,4}{6} = 427,8$ чел.-смены (здесь 58,5 м — высота копра).

Норма времени на укладку 1 м² плит утеплителя $N_{\text{вр}} = 1,03 \times 1,125 \approx 1,16$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{4460 \cdot 1,16}{6} \approx 862,3$ чел.-смены.

Норма времени на установку и крепление коробов в проемах на 1 м периметра $N_{\text{вр}} = 0,28 \cdot 1,125 = 0,32$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{476 \cdot 0,32}{8} = 25,4$ чел.-смены. Норма времени на затирку 1 м² поверхности стены $N_{\text{вр}} = 0,18 \cdot 1,125 = 0,2$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{9117 \cdot 0,2}{5} = 303,9$ чел.-смены. Суммарная трудоемкость по возведению стен копра составит: $\sum T = 1063,1 + 3015 + 427,8 + 862,3 + 25,4 + 303,9 = 5697,5$ чел.-смены.

Демонтаж скользящей опалубки (в сборе 70 т). Норма времени на 1 т металлоконструкций $N_{\text{вр}} = 20 \cdot 1,125 = 22,5$ ч. Трудоемкость работ $T_p = \frac{70 \cdot 22,5}{6} = 262,5$ чел.-смены.

Работы по бетонированию стен копра выполняла бригада из 32 бетонщиков, 8 плотников, 8 слесарей и 4 штукатуров. Работа была организована в четыре смены. Смены разбивались на четыре звена по два человека в каждом. За каждым звеном закрепляли определенный участок работы (заходку) на весь период бетонирования.

Бетонную смесь, поданную самоподъемным краном БКС-3, выгружают на рабочий пол и укладывают в опалубку. Бетонную смесь уплотняли вибраторами. За сутки укладывали 40—50 м³ бетона при скорости подъема опалубки 1,2 м/сут.

Арматурные работы выполняли 12 чел. (по 3 чел. в смену), перекрытия бетонировали одновременно со стенами. Этим занималась бригада из 10 чел., работавшая в одну смену.

Полученные данные о трудоемкости основных процессов сооружения копра позволяют определить продолжительность работ по возведению стен.

Монтажные работы выполняли в две смены звенья монтажников по 10 чел.

Продолжительность монтажа $T_m = \frac{365,14}{1,05 \cdot 10} \approx 35$ смен. Продолжительность демонтажа $T_{дм} = \frac{268,3}{1,1 \cdot 10} \approx 24$ смены.

Работы по сооружению стен копра ведут в четыре смены бригадами из 56 чел. (32 бетонщика, 8 плотников, 4 штукатура, 12 арматурщиков). Продолжительность работ $T_6 = \frac{5697,5}{1,1 \cdot 56} \approx 93$ смены.

Расчетная продолжительность сооружения стен башенного копра:

$$T_0 = \frac{33}{2} + \frac{93}{4} + \frac{24}{2} = 16,5 + 23,25 + 12 \approx 52 \text{ сут.}$$

Аналогичным образом определяют затраты труда и продолжительность выполнения работ по устройству перекрытий, монтажу технологического оборудования, отделочных работ. По полученным данным составляют график производства работ.

При устройстве перекрытий из монолитного железобетона устраивают два технологических перерыва для набора прочности бетона. Первый перерыв необходим для достижения бетоном прочности 1,2 МПа, достаточной для опирания на него лесов и опалубки вышележащего перекрытия, а второй — для достижения бетоном проектной прочности, при которой можно приступить к разборке лесов и опалубки. Устройство каждого последующего перекрытия может быть начато после окончания технологического перерыва.

В рассматриваемом примере, взятом из практики, принято, что для обеспечения монолитности технологических швов в перекрытиях площадь последних разбивали на 8 захваток, которые бетонировали последовательно. К моменту окончания бетонирования перекрытия на 8-й захватке, на 1-й бетон набирал прочность 1,2 МПа, что позволяло устанавливать леса под вышележащее перекрытие.

К моменту окончания заделки концов балок этого перекрытия прочность бетонов нижележащего перекрытия достигала 70% проектной. Это позволило демонтировать металлические плиты опалубки и устанавливать их на следующем перекрытии. Бетон при этом подавали самоподъемным краном.

9.12. ВОЗВЕДЕНИЕ БЕТОННЫХ БАШЕННЫХ КОПРОВ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Основной задачей при бетонировании башенных копров в зимних условиях является сохранение нормальной температуры твердения бетона. Это достигается устройством вокруг бетонимых конструкций тепляка с калориферным отоплением.

Иногда для этой цели целесообразно использовать индукционный прогрев или обогрев бетона инфракрасными лучами.

Тепляки устраивают над рабочим полом скользящей опалубки и на наружных подмостях. Тепляк представляет собой ограждение из слоя толя, двух слоев фанеры. Более распространен тепляк из двух слоев брезента по обрешетке из досок толщиной 19—25 мм. Ограждение на наружных лесах делают с большим термическим сопротивлением путем прокладки между слоями фанеры или брезента теплоизоляционной прослойки из шлаковаты или другого утеплителя. Термическое сопротивление ограждения тепляка на наружных подмостях должно быть не менее $0,45 \text{ м}^{-2} \cdot \text{°K/Вт}$, а над рабочим полом — не менее $0,30 \text{ м}^{-2} \cdot \text{°K/Вт}$.

К наружным подвесным лесам по периметру копра подвешивают брезентовый фартук, опускающийся на 1,5 м ниже настила. Фартук предохраняет твердеющий бетон от быстрого охлаждения.

Если к моменту наступления холодов работы по бетонированию копра заканчиваются, а ожидаемая температура воздуха в этот период не будет ниже -2°C , то разрешается ограничиться устройством тепляка только на наружных подвесных лесах.

Тепляк должен обеспечить сохранение тепла над уложенным бетоном не ниже 10°C . Температуру воздуха в тепляке, внутри сооружения над рабочим полом и снаружи измеряют 4 раза в сутки и записывают в журнал работ.

При соблюдении всех этих мероприятий бетон вызревает нормально.

9.13. УХОД ЗА УЛОЖЕННЫМ БЕТОНОМ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

Уход за уложенным бетоном заключается в периодическом орошении поверхности твердеющего бетона башенного копра в течение 7 сут после укладки бетонных смесей. Орошение осуществляют через перфорированные трубы, опоясывающие стены по периметру. При сильной жаре (выше 30°C) или сильных сухих ветрах орошения недостаточно. Для сохранения влаги в уложенном бетоне снаружи подвесных подмостей (от козырька опалубки до настила подмостей) делают защитные фартуки из брезента или мешковины.

Для контроля качества укладываемого бетона в смену отбирают девять образцов — близнецов размером $20 \times 20 \times 20$ см, которые испытывают через один, три и двадцать восемь суток.

Наряду с контролем качества бетонных работ маркшейдерская служба осуществляет тщательный и постоянный контроль вертикальности стен башенного копра. По существующим нор-

мам допускается отклонение от вертикали в пределах 1/500 высоты башни, но не более 100 мм на всю высоту копра.

К моменту выхода из тепляка его прочность должна достигнуть не менее, чем 40% от проектной. Проектом производства работ могут быть предусмотрены и более высокие требования к прочности бетона в момент его выхода из-под тепляка.

Так как процесс твердения бетона после выхода из-под тепляка не закончился, то из-за замерзания несвязанной воды в порах может произойти некоторый сброс прочности. С целью компенсации этого явления рекомендуется состав бетона проектировать с прочностью, которая выше проектной на одну ступень (по ГОСТ), во всяком случае не менее 3 МПа.

Соблюдение изложенных мероприятий позволяет обеспечить высокое качество бетонных работ при сооружении башенных копров в зимних условиях.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите методы монтажа и схемы механизации при строительстве металлокаркасных башенных копров.

2. Каковы особенности монтажа башенного копра над неработающим стволом?

3. Как осуществляют совмещение эксплуатации ствола и работ по сооружению копра при методе монтажа над действующим стволом?

4. Охарактеризуйте основные элементы технологии монтажа в стороне от ствола с последующей надвижкой?

5. Перечислите схемы возведения бетонных башенных копров.

6. Из каких составных частей состоят подготовительные работы перед бетонированием стен копра?

7. Для чего опорные стержни первого яруса делают разных размеров, кратных стандартной длине стали?

8. Какова допустимая скорость движения скользящей опалубки при бетонировании стен копра?

9. Каковы особенности возведения бетонных башенных копров в зимних условиях?

10. МОНТАЖ, ВОЗВЕДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ

10.1. МОНТАЖ ЭСТАКАД

Эстакады — продолговато вытянутые сооружения типа наклонных и горизонтальных мостов, служащие для размещения транспортного оборудования, перемещения людей и производственных грузов, а также для прокладки трубопроводов и кабелей.

В конструктивном отношении эстакады — это две вертикальные фермы с параллельными поясами, связанные между собой поверху и понизу и опирающиеся на вертикальные опоры или

консоли зданий. В закрытых эстакадах (галереях) решетчатую конструкцию заполняют стеновыми ограждениями из облегченных материалов, элементами покрытий и настила.

В зависимости от назначения эстакады имеют, кроме значительной длины пролетов, которые для типовых транспортных галерей колеблются от 18 до 30 м, еще и большую массу — от 9 до 34 т. Ширину эстакад принимают равной от 3 до 6 м в зависимости от характера технологического оборудования на них установленного. Высота опор эстакад достигает 25—30 м и более.

Стеновое заполнение, настил и кровля галерей значительно увеличивают массу пролета — в среднем в 3—3,5 раза.

Строительство рудников и шахт-гигантов производительностью в несколько миллионов тонн полезного ископаемого в год потребовало сооружения уникальных эстакад пролетом до 40 м, массой до 100 т и высотой опор свыше 30 м.

Широкий диапазон весовых характеристик и габаритов эстакад требует различных методов монтажа.

Анализ практики монтажа показывает, что наиболее трудоемки и дорогостоящи подъем и установка пролетных строений эстакад на опоры. В зависимости от способов подъема пролетных строений можно выделить следующие методы монтажа эстакад; монтаж пролетных строений осуществляют стреловыми кранами; пролетные строения монтируют с помощью мачт (шевров); монтаж пролетных строений осуществляют с помощью монтажных порталов; монтаж пролетных строений производят безмачтовым способом с помощью специальных монтажных консолей.

Выбор одного из указанных методов в конкретных условиях монтажа производят на основании технико-экономического расчета и сравнения вариантов.

Укрупнительная сборка пролетов и опор. Металлоконструкции пролетных строений прибывают с завода-изготовителя в виде отдельных плоских ферм, связей и некоторых элементов. Опоры, имеющие ширину 3 м, прибывают на площадку полностью собранными или в виде 2—3 плоских блоков, если опоры достаточно высокие. При ширине опор 6 м они прибывают на монтажную площадку отдельными элементами и требуют укрупнительной сборки на месте.

Необходимо заметить, что на практике еще имеет место монтаж эстакад отдельными элементами, однако этот метод не является индустриальным и не всегда обеспечивает должное качество сборки, поэтому применять его можно только после тщательного технико-экономического обоснования.

Укрупнительную сборку пролетных строений и опор эстакад осуществляют на специальных монтажных стендах, изготавливаемых из деревянных брусьев и шпал на щебеночном осно-

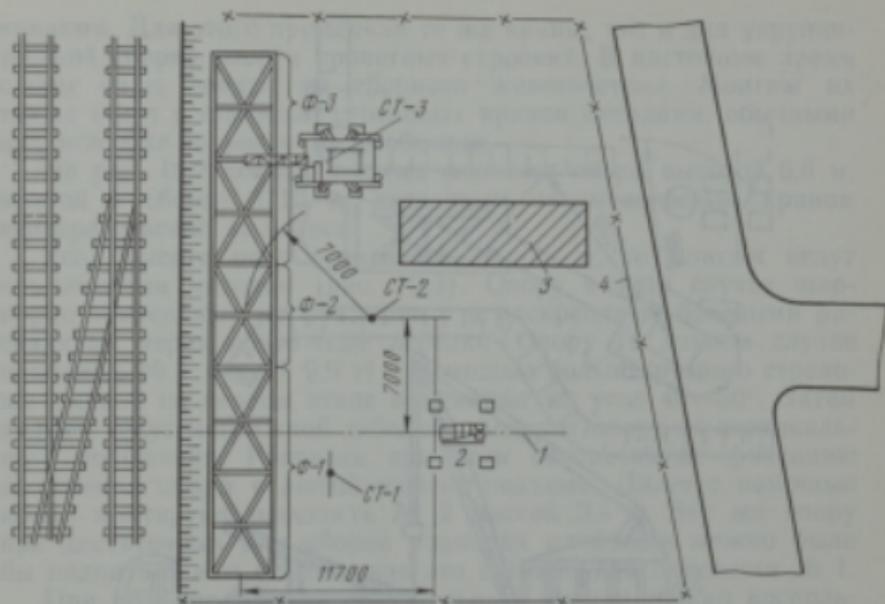


Рис. 10.1. Схема организации укрупнительной сборки пролетного строения: 1 — осевая линия эстакады; 2 — опора СО-18; 3 — площадка для складирования элементов пролетного строения; 4 — ограждение монтажной зоны

вании. Подъем конструктивных элементов при монтаже производят стреловыми кранами на гусеничном и пневмоколесном ходу. При выборе крана по ранее изложенной методике надо иметь в виду, что масса наиболее тяжелой плоской формы эстакады достигает 5—6 т, а в отдельных случаях 12—15 т.

При укрупнительной сборке начальную фиксацию конструктивных элементов производят с помощью крепежных болтов, пробок, струбцин. После тщательной выверки взаимоположения элементов их окончательно закрепляют сваркой.

На рис. 10.1 показана схема организации укрупнительной сборки пролетного строения мостового перехода над железнодорожными путями, осуществленная на строительстве шахты «Северная» ПО «Воркутауголь». Пролетное строение длиной 32 м опиралось на две опоры. Перед укрупнительной сборкой возле опоры СО-18 засыпали и подготовили площадку. С помощью трейлера на строительную площадку завезли металлоконструкции пролетного строения общей массой 19 000 кг и складировали их в отведенном месте в штабели, отмечая каждую соответствующей маркой. Укрупнительную сборку производили при помощи пневмоколесного крана К-161. На схеме показаны стоянки крана (СТ-1, СТ-2, СТ-3) при монтаже.

Подъем опор высотой до 20 м производили стреловыми

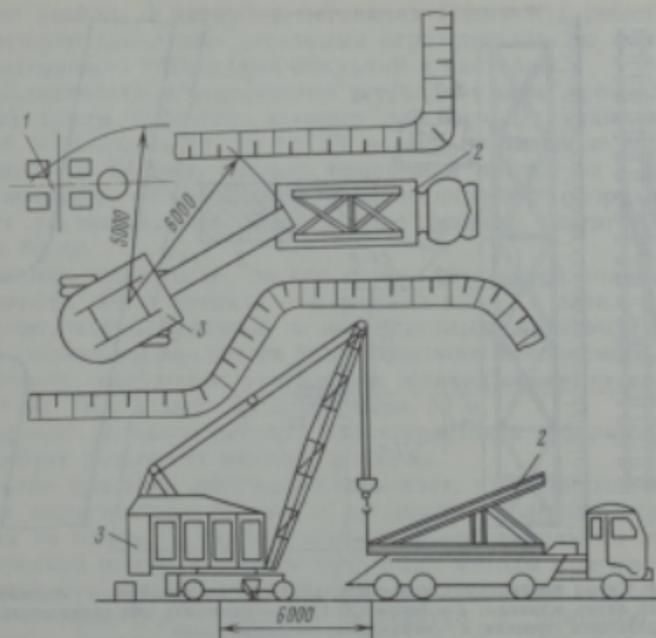


Рис. 10.2. Монтаж металлической опоры эстакады стреловым краном «с колес»: 1 — место установки опоры СО-18; 2 — элемент опоры; 3 — пневмоколёсный кран

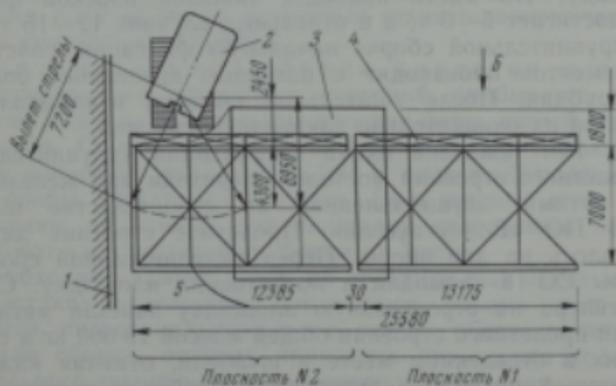


Рис. 10.3. Монтаж гибкой опоры комплексным методом 1 — стена обогатительной фабрики; 2 — кран РДК-25; 3 — фундаменты; 4 — место укрупнительной сборки; 5 — расчалки

кранами. Для этого применяли те же краны, что и для укрупнительной сборки опор и пролетных строений. В настоящее время опоры чаще делают из сборного железобетона. Монтаж их также ведут с помощью стреловых кранов методами, обычными при монтаже сборного железобетона.

На рис. 10.2 показана схема монтажа опоры высотой 6,8 м, массой в сборке 3710 кг стреловым пневмоколесным краном непосредственно «с колес».

Если высота опор превышает 20—25 м, то монтаж ведут комплексным методом (рис. 10.3). Опору в этом случае шарнирно закрепляют на фундаменте и раскрепляют боковыми расчалками через монтажные лебедки. Опору (в данном случае плоскость № 1 массой 9,9 т) с помощью большегрузного стрелового крана на первом этапе поднимают на угол 40—50°. Затем подъем ведут монтажной лебедкой, доводят опору до вертикального положения. Расчалки при этом обеспечивают фиксацию положения опоры в любой момент подъема. Далее с помощью крана монтируют плоскость № 2 массой 9,4 т. Эту же опору при достаточных для сборки размерах площадки можно было бы поднять одним блоком, как это сделано для плоскости № 1.

При подъеме опор весьма большой высоты можно воспользоваться монтажными мачтами или шевром.

Монтаж пролетов стреловыми кранами. Стреловыми кранами монтируют пролеты эстакад массой до 15—20 т на высоту до 20 м.

Для подъема пролетных строений используют один или два стреловых крана в зависимости от массы и основных размеров пролетного строения. Использование большего числа кранов экономически нецелесообразно и допустимо только при большом объеме работ. Для подъема используют мощные стреловые краны на пневмоколесном или гусеничном ходу.

Использование башенных кранов для монтажа эстакад экономически оправдано только в том случае, если на строительной площадке уже работает кран необходимой грузоподъемности и он может быть без особых затрат переведен к месту монтажа.

На рис. 10.4 показана схема организации монтажа пролетного строения эстакады массой 19 т с помощью одного железнодорожного крана ДЖ-45. В данном случае использовано то обстоятельство, что эстакада располагается над железнодорожными путями.

На рис. 10.5 показана схема монтажа пролетного строения двумя кранами. Монтируют пролеты массой 15 199 и 21 473 кг. Наклонное положение пролета обеспечивается применением стропов с разной длиной ветвей. Установка пролета на опоры обеспечивается поворотом стрелы. После установки всех пролетов эстакады монтируют настил, стеновое заполнение и кровлю с помощью тех же кранов.

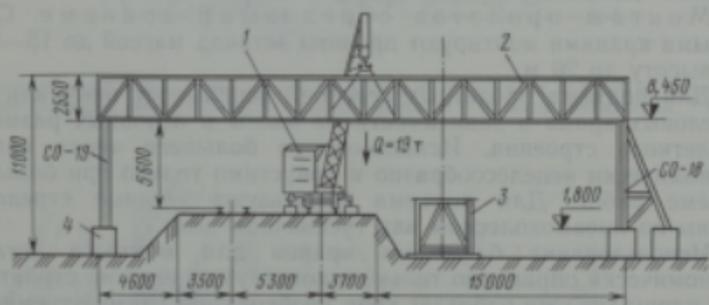
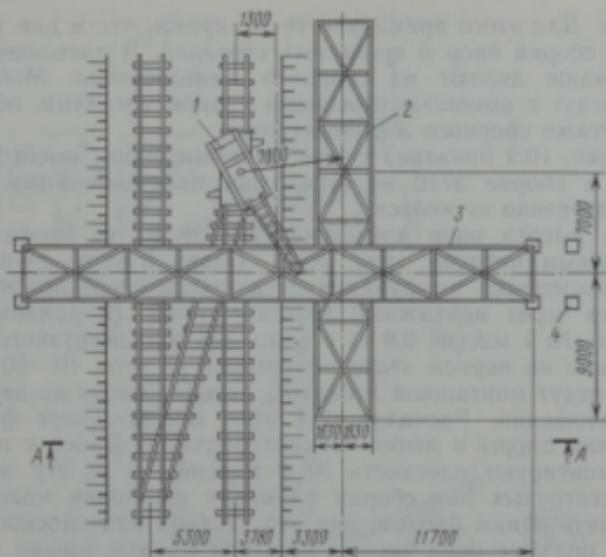


Рис. 10.4. Монтаж пролетного строения одним краном
 1 — железнодорожный кран ДЖ-1; 2 — положение пролета перед подъемом; 3 — монтаж проема; 4 — опоры

При данном методе монтажа не экономично монтировать пролеты, которые имеют уже готовое стеновое заполнение, кровлю, настил и т. д. Как уже указывалось, масса эстакады в этом случае возрастает в 3,5—4 раза, что влечет за собой использование более мощных кранов, дорогих в эксплуатации. С другой стороны, монтаж легковесного стенового заполнения теми же монтажными кранами также нецелесообразен из-за неудовлетворительного показателя монтажного веса конструкций. Мощность крана используется незначительно.

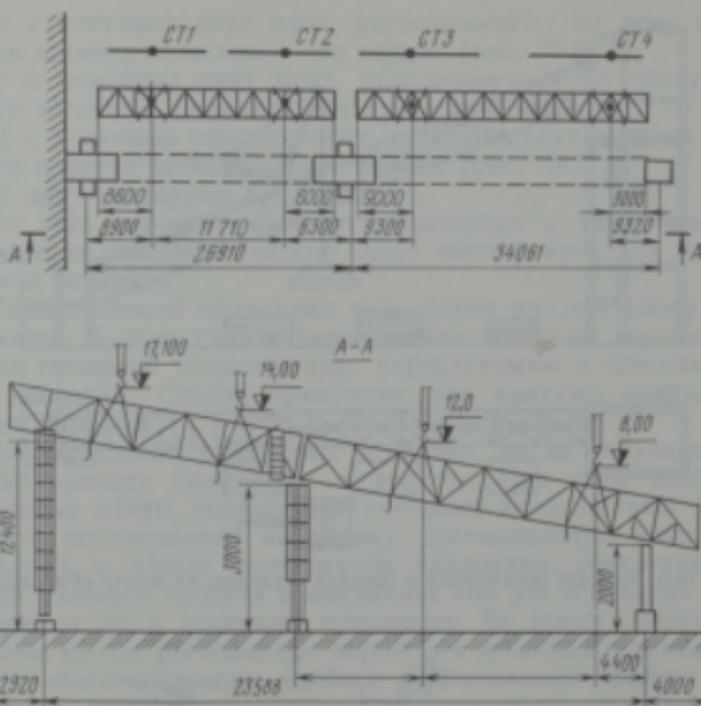


Рис. 10.5. Монтаж пролетного строения двумя кранами (СТ1—4 — стойки кранов)

С целью улучшения экономических показателей строительства галерей целесообразно для монтажа элементов стенового заполнения и конструкций настила и кровли использовать средства малой механизации, как, например, в случае, представленном на рис. 10.6. Монтаж ограждений, железобетонных плит пола и покрытия ведут в этом случае краном грузоподъемностью 0,5 т (2), установленным на плитах покрытия. По мере монтажа ограждения и других элементов кран передвигается вверх при помощи ручной 1 лебедки с тяговым усилием 5—10 кН. Для разгрузки элементов ограждения с автомашин использован автомобильный кран 3. Такая механизация при монтаже конструкций заполнения была применена при устройстве галерей на шахте «Распадская I».

Монтаж пролетов с помощью монтажных мачт. Мачты и шевры используют при монтаже тяжелых пролетов эстакад массой более 20 т на высоту более 20 м.

Подъем пролетов в зависимости от их массы и основных размеров осуществляют одним из следующих способов:

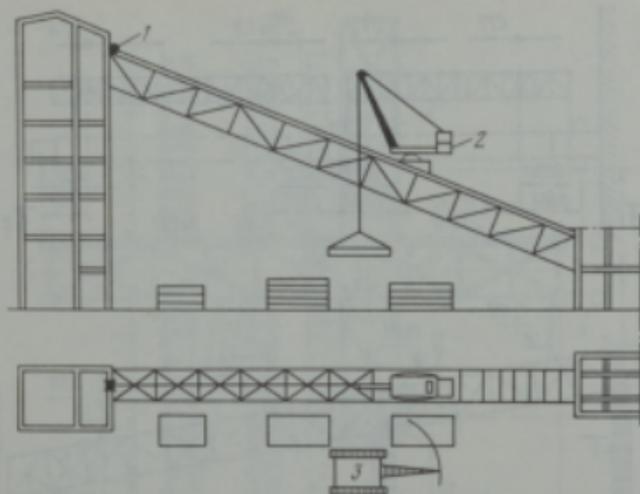


Рис. 10.6. Монтаж ограждений и настила эстакады на шахте «Распадская»

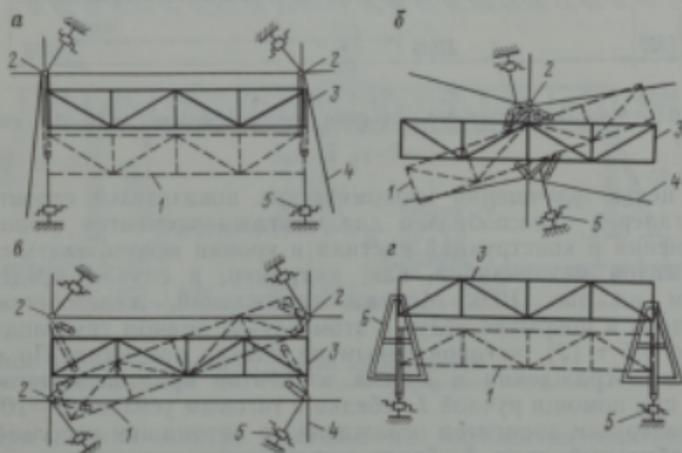


Рис. 10.7. Монтаж пролета с помощью мачт:
 1 — положение пролета при сборке; 2 — мачты; 3 — пролет в проектном положении;
 4 — расчалка; 5 — подъемные лебедки; 6 — шевр

1) с помощью двух мачт, расположенных по одну сторону от оси пролета эстакады в его торцах (рис. 10.7, а);

2) с помощью двух мачт, расположенных по обе стороны от оси эстакады напротив друг друга (рис. 10.7, б);

3) с помощью четырех мачт, установленных с обеих сторон от оси пролета эстакады в его торцах (рис. 10.7, в);

4) двумя шеврами (рис. 10.7, г).

Во всех случаях мачты устанавливаются с таким расчетом, чтобы с ее помощью можно было монтировать два смежных пролета эстакады.

Первый способ применяют при сборке пролета сбоку от оси эстакады. В этом случае перемещение эстакады осуществляют двумя тяговыми полиспастами, укрепленными к оголовку мачт и к лебедкам. Способ применяют для монтажа сравнительно легких пролетов.

Второй способ применяют в случае, когда укрупнительную сборку пролета производят в пролете. При этом используют наклонные мачты, оснащенные четырьмя полиспастами. Подъем пролета осуществляют на высоту, превышающую высоту опор на 0,5—1 м. После этого мачты наклоняют, обеспечивая тем самым разворот пролета в положение «по оси эстакады» и устанавливают его в проектное положение. Во время сборки и при подъеме пролет располагают вкрест оси эстакады под некоторым углом, обеспечивающим удобное расположение пролета между опорами.

Третий способ применяют, если монтируют тяжелые пролеты эстакады массой 100 т и более или при ширине эстакад 6 м и более. В этом случае мачты устанавливают с помощью гусеничного или пневмокошечного крана на шпальное основание. Каждую мачту крепят тремя расчалками, из них две — к якорям, заглубленным в землю (третья натянута между мачтами). На мачтах крепят полиспасты, свободные тросы которых закреплены на подъемных лебедках типа ЛП-5.

Четвертый способ имеет то преимущество, что применение шевров исключает использование боковых расчалок. Шеврами монтируют пролеты средней и легкой массы на высоту до 25 м. Пролеты собирают сбоку от оси эстакады.

Шевры, доставленные на монтажную площадку в разобранном виде, собирают, оснащают и опробуют. Шевры устанавливают наклонно на монтажные шарниры и крепят дополнительными полиспастами для изменения наклона мачт.

Чаще всего для монтажа пролетов используют два шевра, хотя допускается применение и одного. В последнем случае пролет поднимают двумя полиспастами, запасованными на шевре. Это обеспечивает устойчивость положения пролета во время подъема.

Шевры позволяют передвигать пролет с одной позиции на

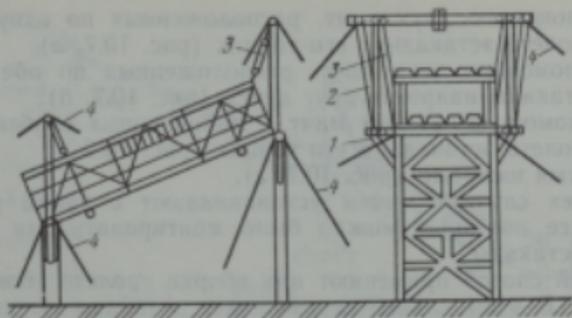


Рис. 10.8. Монтаж галерей с помощью портала:
1 — консоль; 2 — портал; 3 — подъемный полнспаст; 4 — расчалки опор и порталов

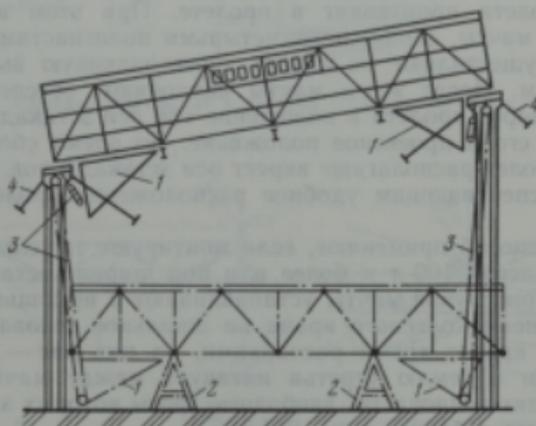


Рис. 10.9. Безмачтовый подъем пролетов галерей:
1 — монтажная консоль; 2 — козлы; 3 — подъемный полнспаст; 4 — расчалка опор

другую. Для этого шевр монтируют на рельс, уложенный на шпальное основание. Во время передвиги вершину шевра раскрепляют тремя и более расчалками.

При подъеме любым из четырех способов пролет вначале приподнимают на 10—15 см и в таком положении выдерживают некоторое время. Это необходимо для проверки оснастки. Замеченные неполадки устраняют и после этого производят подъем пролета. Для обеспечения наклонного положения пролета используют разноветвенные стропы, а также определенную последовательность подъема концов пролета. При данном способе

монтажа пролеты монтируют в состоянии полной строительной готовности.

Монтаж пролетов с помощью порталов. Монтажные порталы применяют для монтажа пролетов, небольшой и средней массы на высоту, превышающую 25 м. Они представляют собой П-образные рамы, составленные из двух Г-образных частей, сваренных из труб или профилей проката. Портал устанавливают на опору эстакады (рис. 10.8), крепят монтажными болтами и, кроме того, монтажными шарнирами. Если ширина верхнего пояса опоры недостаточна для размещения эстакады и портала, то последний устанавливают на специальные консоли, привариваемые к опоре.

Портал чаще всего крепят к опоре до ее монтажа, а затем конструкцию поднимают стреловыми кранами на $35\text{--}40^\circ$ и доводят до вертикального положения с помощью подъемного полиспаста и лебедок. Опора при этом установлена на шарнирах. Опору и портал перед подъемом пролета раскрепляют расчалками, закрепленными за якоря с грузонесущей способностью 2—3 т. Подъем пролета в наклонном положении производят четырьмя полиспастами. На опору пролет затягивают двумя оттяжными лебедками. Установленные в проектное положение пролеты крепят, а портал демонтируют. Для этого стойки портала снимают с монтажных болтов, портал наклоняют на шарнирах на установленный пролет, производят растыковку портала на две Г-образные части, которые монтажной лебедкой опускают на нулевую отметку.

При данном методе монтажа целесообразно пролеты монтировать в состоянии полной строительной готовности.

Монтаж пролетов безмачтовым способом. Метод безмачтового подъема применяют при монтаже пролетов эстакад на большую высоту (рис. 10.9). В этом случае монтажные мачты заменяют промежуточными опорами эстакады. Так как основная задача при монтаже пролетов состоит в том, чтобы поднять нижний пояс пролета выше верхней отметки опоры, используют приспособление — монтажную консоль. Монтажная консоль представляет сваренную из уголкового профиля треугольную призму, которую монтажными болтами крепят к нижнему поясу пролета. Масса одной консоли — 700—1000 кг. За нижнюю часть ее через специальную проушину крепят блок полиспаста. Второй блок устанавливают на вершине опоры. Всего используют четыре полиспаста. Таким образом, при подъеме добиваются превышения отметки нижнего пояса пролета над верхней отметкой опоры. Консоли устанавливают в начале монтажа, когда пролет приподнимают на 2—2,5 м. На период установки консоли пролет укладывают на металлические козлы.

Пролет эстакады поднимают в наклонном положении, внимательно следя при этом за тем, чтобы концы пролета не задевали

элементов опор. Конец пролета приподнимают выше проектной отметки на 50—100 мм. Затем опоры наклоняют до совмещения отверстий для болтов, которыми пролет крепят к опоре. Подъем осуществляют электрическими лебедками.

После установки пролета консоли демонтируют и опускают лебедками на землю для использования при монтаже следующего пролета.

При данном методе монтажа целесообразно монтировать пролеты в состоянии полной строительной готовности, т. е. с полным заполнением стен, настила и кровли.

При монтаже эстакад следует строго соблюдать правила безопасного ведения работ. Рекомендуется в пролетных строениях (галереях) настлать временные деревянные трапы шириной 800 мм с двусторонним ограждением. Вход в галерею со стороны примыкающих зданий и сооружений должен быть свободен. На уровне 1 м от нижнего пояса ограждающих ферм пролетов рекомендуется натянуть страховочный канат диаметром 15 мм, к которому цепляют страховочные пояса монтажников. Опоры эстакад обстраивают монтажными лестницами. Перед подъемом элементов галерей и эстакад монтажников расставляют по рабочим местам и тщательно инструктируют по порядку проведения работ и правилам безопасности. Нахождение в зоне монтажа посторонних категорически запрещается. Зона монтажа должна ограждена, необходимо на ограждении вывесить предупреждающие плакаты.

Подъем конструкций должен производиться плавно, без рывков. Вначале конструкцию поднимают на 15—20 см, далее подъем останавливают, отмечают и устраняют недостатки и после этого приступают к основному подъему. Перед подъемом тяжелых конструкций (пролетного строения и т. п.) должен быть установлен порядок обмена сигналами между руководителем подъема, крановщиком и монтажником-стропальщиком. Стropовку пролетных строений следует производить за нижние пояса ферм в четырех точках. Под острые кромки уголков и косынок подкладывают деревянные прокладки или отрезки труб. Расстроповку конструкций производят после надежного закрепления конструкций.

Технико-экономическое сравнение методов монтажа эстакад показывает, что наиболее экономичен монтаж эстакад на высоту до 20 м стреловыми кранами. Однако необходимо иметь в виду, что с ростом длины пролета эта экономичность быстро падает: растут трудоемкость и стоимость монтажа стреловыми самоходными кранами, тогда как другие методы монтажа четко проявляют тенденцию к снижению этих показателей. Характерно, что наиболее трудоемким и дорогим является монтаж с помощью мачт. С ростом высоты подъема целесообразность применения монтажных мачт возрастает.

Как следует из изложенного выше, применение шевром значительно снижает трудоемкость монтажа и в меньшей степени стоимость. Во всех случаях целесообразность применения того или иного метода монтажа эстакад определяют сравнением технико-экономических показателей.

10.2. МОНТАЖ И ВОЗВЕДЕНИЕ БУНКЕРОВ И СИЛОСОВ

Устойчивая работа шахт, рудников и других горнодобывающих предприятий связана с возможностью аккумуляции полезного ископаемого в высокомеханизированных погрузочно-разгрузочных сооружениях вместимостью, равной 2,5-суточной производительности шахты при 5-суточной рабочей неделе, 1,5-суточной — при 6-дневной рабочей неделе и суточной — при непрерывной рабочей неделе.

Экономически выгодно строить погрузочно-складские емкости в виде силосов — цилиндрических емкостей, выполняемых из монолитного или сборного железобетона, установленного на колонны подсилосного этажа, которые, в свою очередь, покоятся на фундаментных плитах. Перекрытие силосов делают из сборных железобетонных плит по стальным или железобетонным балкам.

Бункера в горной промышленности подразделяют на породные и угольные (рудные). Породные бункера имеют, как правило, небольшую вместимость.

Строительство бункеров всех типов ведут в полном соответствии с требованиями СНиП на бетонные, железобетонные и монтажные работы.

В качестве примера на рис. 10.10 показана схема организации монтажа породного бункера (бункерного склада) ствола шахты «Воргашорская» ПО «Воркутауголь». Бункерный склад представляет собой в плане прямоугольное здание размерами в осях 6000×10750 , высотой 18000 мм. Каркас здания состоит из сварных металлоконструкций. Общая масса металлоконструкций бункерного склада — 28,91 т.

Монтаж породного бункера-склада осуществляли плоскостями укрупненных металлоконструкций, последовательно устанавливаемых по осям 1—4. Металлоконструкции доставляли на стройплощадку и складировали на площадке 1. Укрупнительную сборку производили на площадке 2. Обе площадки расположены со стороны оси Б бункерного склада, отсыпаны горелыми породами, тщательно спланированы и утрамбованы. Монтаж вели с помощью стрелового крана РДК-25 на гусеничном ходу, оборудованного стрелой длиной 22,5 м с гуськом длиной 5 м. Монтаж бункерного склада осуществляли последовательно укрупненными плоскостями по осям 1—4.

Собранные на площадке плоскости поднимали краном и

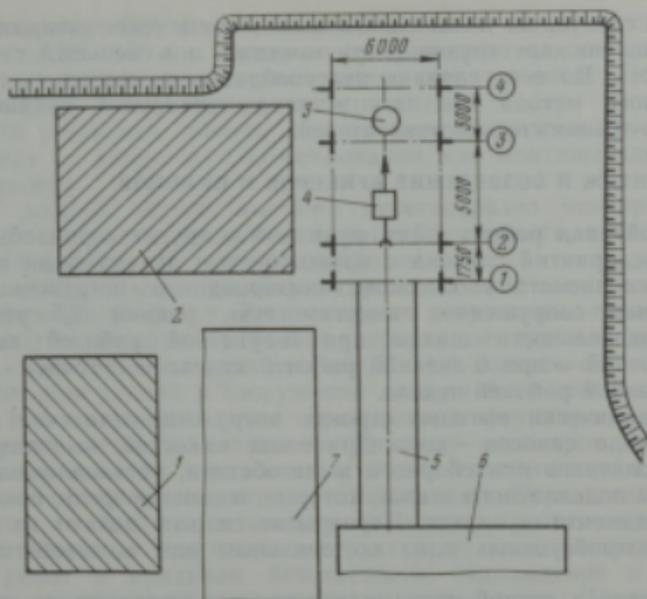


Рис. 10.10. Схема организации монтажа породного бункера:
 1 — место складирования элементов бункера; 2 — площадка укрупнительной сборки монтируемых плоскостей; 3 — бункерный склад; 4 — кран; 5 — галерея; 6 — надшахтное здание; 7 — административно-бытовой комбинат

устанавливали на заранее подготовленные бетонные фундаменты с заранее установленными на них анкерными болтами. Укрупненные блоки (плоскости) в проектное положение разворачивали и удерживали от раскачивания расчалками из стального каната диаметром 20 мм. Далее эти расчалки удерживали монтируемые плоскости до их полного надежного закрепления на фундаментах и между собой. Одновременно с укрупнительной сборкой на плоскости монтировали лестницы и люльки, с которых производили сварочные работы.

Ответственной операцией является подъем укрупненных блоков в вертикальное положение. При этом важно, чтобы положение центра тяжести соответствовало уравновешенному положению плоскости. Положение центра тяжести проверяют пробным подъемом конструкции. Работы по установке укрупненных тяжелых блоков (1-й блок — 462 кг, 2-й блок — 6026 кг, 3-й блок — 6268 кг и 4-й блок — 5825 кг) и оборудование до закрепления их в проектное положение ведут без перерыва под надзором производителя работ.

Силосы возводят с помощью скользящих опалубок по тех-

нологии подобной технологии возведения монолитных башенных копров. Скользящая опалубка для возведения силосов принципиально мала, чем отличается от опалубки для возведения бетонных башенных копров. Она также состоит из деревометаллических крупноблочных щитов, домкратных рам, подвесных подмостей и рабочего пола. Отличием от опалубки копров является система радиальных тяг, которые обеспечивают жесткость опалубки в горизонтальной плоскости. Их располагают в двух ярусах по 45 шт. в каждом. Одним концом их крепят к кружалам опалубки, другим — к центральным металлическим дискам. Тяги изготавливают из круглой стали диаметром 12 мм и имеют винтовые муфты для их натяжения.

Домкратные стержни, на которые опираются гидравлические домкраты, изготавливают из горячекатаной стали Ст.5 диаметром 25 мм. Стержни делают вначале трех типоразмеров. Этот прием обеспечивает одновременность их наращивания. Домкратные стержни должны быть очищены от окалины и грязи, отрихтованы, иметь обработанные торцы. Притом обращается особое внимание на соосность резьбовой части стыка по отношению к оси стержня. Работы по первоначальной зарядке и последующему наращиванию домкратных стержней производит бригада слесарей, которая эксплуатирует оборудование.

Организация работ по бетонированию силоса дается на примере строительства одиночного силоса диаметром 28 м.

Укладке бетона в конструкции силоса предшествует установка арматуры. Наиболее рациональной при этом является следующая организация работ. Силос в плане разбивают на четыре захватки с равными объемами работ. На каждой захватке работают звено арматурщиков и звено бетонщиков. Арматурщики устанавливают арматуру и закладные части, бетонщики ведут укладку и уплотнение бетонной смеси.

Численность бригады по бетонированию стен силосов значительна. Так при бетонировании стен силосов шахты «Распадская I» численность бригады по возведению стен равнялась 90 чел.

Вертикальную арматуру, изготовленную в виде прямых каркасов длиной 3 м, и наружную горизонтальную из гнутых стержней диаметром 30 мм, устанавливают с наружного рабочего пола. Внутренний ряд горизонтальной арматуры устанавливают с внутреннего рабочего пола. Горизонтальную арматуру соединяют внахлестку с помощью вязальной проволоки, которая крепит стык в трех местах: по концам и в середине нахлестки. Верхний ряд уложенной горизонтальной арматуры всегда должен находиться выше уровня уложенного бетона. Не допускается смещение горизонтальной арматуры, так как это может привести к заклиниванию опалубки.

В опалубку укладывают пластичную бетонную смесь с по-

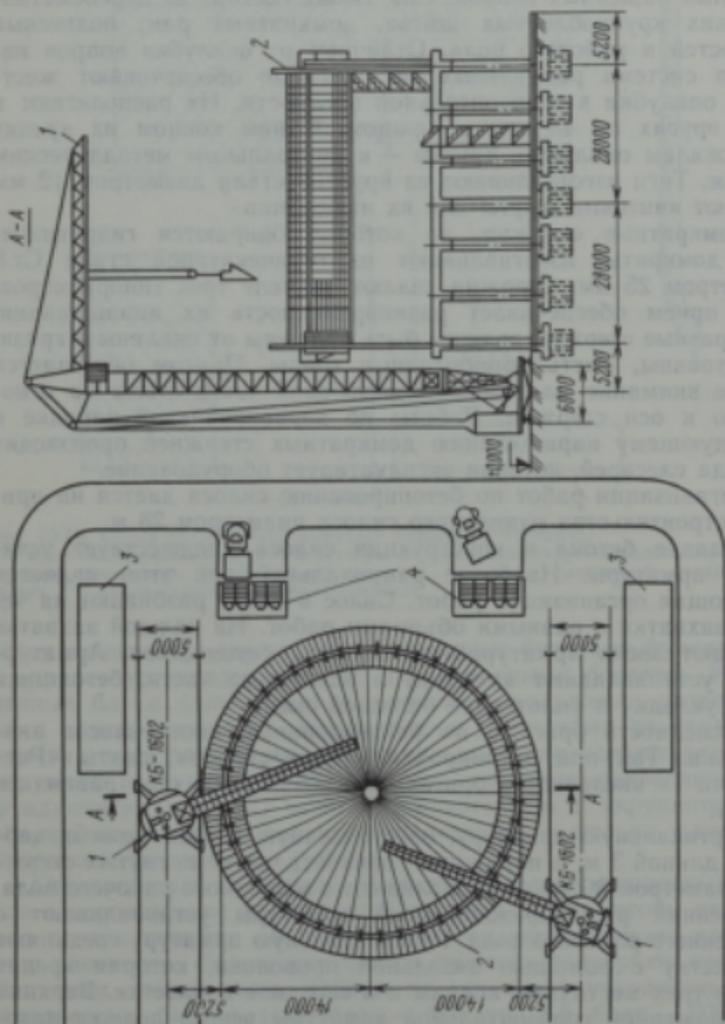


Рис. 10.11. Стройгенплан при строительстве силоса диаметром 28 м:
 1 — кран КБ-1602; 2 — скользящая ослубка; 3 — площадка складирования стержней и домкратов; 4 — место приема бетона

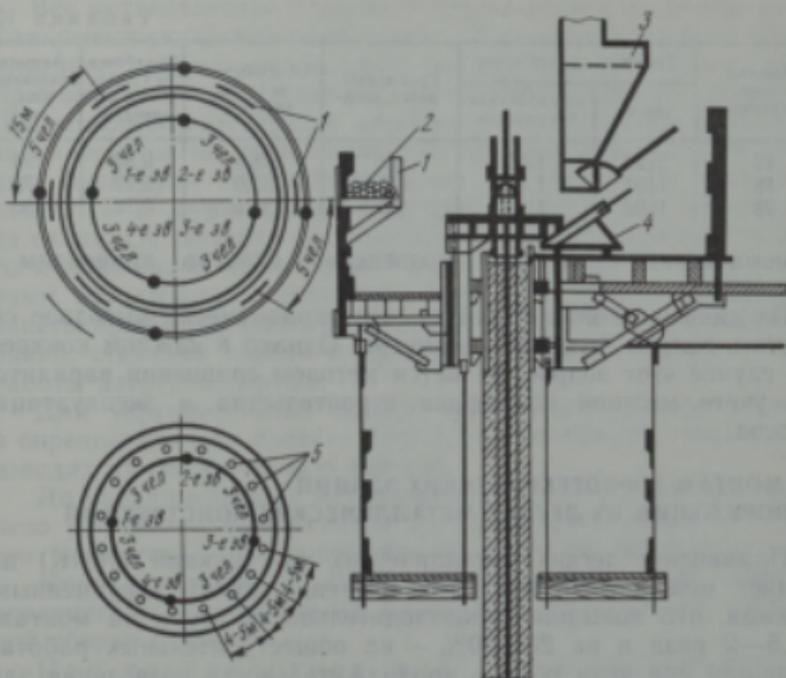


Рис. 10.12. Организация бетонных и арматурных работ на полке:
 1 — арматура; 2 — козырек; 3 — бадья; 4 — тележка; 5 — место выгрузки бетона

казателем подвижности 7—8 см, если укладку ведут с уплотнением вибраторами, и с подвижностью 10—12 см при ручном уплотнении бетонной смеси. Бетонная смесь должна изготавливаться на портландцементе с началом схватывания не ранее 3 ч и концом схватывания 6 ч.

Бетонную смесь к месту укладки подают башенными кранами КБ-160/2 в бункерах вместимостью 0,75 м³, разгружают на рабочий пол. Причем бункер должен быть в отношении не далее 50 см от рабочего пола. Организация работ отражена на строительном плане, показанном на рис. 10.11.

Правила и приемы укладки бетонной смеси в опалубку силосов такие же, как и при бетонировании бетонных башенных копров.

При бетонировании силосов скорость передвижения опалубки в среднем достигает 1,0—2,5 м. Схема захваток и расстановка звеньев арматурщиков (32 чел.) и бетонщиков (12 чел.) показана на рис. 10.12. Фронт работ одного звена на захвате: бетонщиков — 7,3 м, арматурщиков — 2,7 м и периметра стены. В стену укладывают 24,3 м³ бетонной смеси. Общие технико-

Таблица 10.1

Силосный корпус диаметром, м	Трудоемкость, чел.-смен		Срок возведе- ния, дней	Объем бетона на 1 м по высоте, м ³	Выработка на 1 рабо- чего в смену, м ³	Затраты мехдиэмов, маш- смен
	общая	на 1 м ³ бетона конструкции				
12	2224	1,35	40	38,8	0,83	194
18	1701	1,47	30	35,0	0,77	72
28	1692	1,46	33	30,5	0,76	136

экономические показатели возведения силосов приведены в табл. 10.1.

Из данных таблицы следует, что экономически выгоднее сооружать силосы большого диаметра. Однако в каждом конкретном случае этот вопрос решается методом сравнения вариантов при учете местной специфики строительства и эксплуатации силосов.

10.3 МОНТАЖ ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЯ ИЗ ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Применение легких металлических конструкций (ЛМК) позволяет монтировать покрытия и стены зданий укрупненными блоками, что повышает производительность труда на монтаже в 1,5—2 раза и на 20—30% — на общестроительных работах, сокращая при этом общую продолжительность возведения здания на 15—20%.

В настоящее время для строительства предприятий горнодобывающей промышленности наибольшее применение находят легкие металлические конструкции комплектной поставки следующих типов: конструкции покрытий зданий пролетом 18 и 24 м из прокатных профилей ЦНИИСК, рамные конструкции каркасов типа «ПЛАУЭН» или «КАНСК», конструкции покрытий зданий с применением гнuto-сварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно» и др.

В повышении технико-экономических показателей строительства из ЛМК особое место отводится индустриализации возведения покрытий, которые занимают в одноэтажных промышленных зданиях рассматриваемого типа более 50% массы каркаса, а трудоемкость их монтажа составляет 65—70% общей трудоемкости монтажа здания.

Монтаж зданий из ЛМК начинается с тщательной подготовки строительной площадки: ее планируют, насыпной грунт уплотняют, выполняют дренажные работы, при необходимости подсыпают небольшой слой песка. К площадке подводят автомобильные дороги, электросети и осветительные линии. Организуют склад для хранения конструкций объемом не менее, чем на месяц бесперебойной работы монтажников, а при конвейерной сборке и крупноблочном монтаже — на 2,5—3 мес.

Все металлические изделия и другие мелкие элементы хранят в закрытых складских помещениях по партиям и маркам. Особое внимание уделяют правильной организации работы на складе. Принимают и раскладывают конструкции строго по маркам. Поступающие конструкции подлежат строгому учету, отправляют их на монтаж по технологическим требованиям. Все эти операции фиксируют соответствующими отметками на монтажных схемах и в журналах регистрации поступающих конструкций на склад. От четкости работы склада зависит ритмичность работы монтажников. Складируют конструкции в соответствии с планами организации монтажных площадок. Элементы структур, пакеты профилированного настила, колонны, связи, подкрановые балки, стеновые панели и другие конструкции подают к месту работы автотранспортом.

Для укрупнительной сборки конструкций блоков покрытий в определенных по проекту местах устанавливают стенды и производят их геодезическую выверку.

До начала монтажа металлоконструкций должно быть закончено устройство фундаментов для всего сооружения или части его (захватки) — в зависимости от принятой технологии работ.

Монтаж зданий из ЛМК ведут одним из трех способов: поэлементно, укрупненными блоками, с применением конвейерной сборки покрытий.

При поэлементном монтаже последовательно устанавливают колонны, подкрановые балки, подстропильные и стропильные фермы, прогоны, вертикальные и горизонтальные связи, фонари, профилированный настил, стеновое ограждение. Каждый пролет монтируют по мере отступления крана, подачу конструкций при этом производят навстречу монтажу. Метод трудоемок и применим только при монтаже небольших единичных зданий.

На основании опыта строительства многих сооружений со структурными конструкциями покрытий установлено, что поэлементно выгодно монтировать здания площадью до 3 тыс. м².

При монтаже укрупненными блоками выполняют максимально возможное укрупнение конструктивных элементов каркаса здания в монтажные блоки с целью сокращения объема верхозазных работ, повышения производительности труда, сокращения числа подъемов элементов и более рационального использования монтажных механизмов. Укрупненными блоками можно монтировать и колонны. Монтажный блок колонны состоит из двух колонн с установленными между ними распорками, связями, переходными мостиками, ригелями фахверка и пр. Поднимают такие блоки специальными траверсами. Метод находит широкое применение при монтаже различных зданий и сооружений площадью от 3 до 10 тыс. м² («Молодечно») или 15 тыс. м² («ЦНИИСК»).

При монтаже с применением конвейерной

сборки покрытий монтаж колонн, подкрановых балок, связей, распорок выполняют обычным поэлементным или блочным способом.

Сущность конвейерной сборки и крупноблочного монтажа покрытий состоит в том, что вблизи строящегося здания устраивают площадку, которую оборудуют конвейерной линией для укрупнительной сборки блоков покрытия.

Конвейерная линия имеет несколько стоянок и на каждой стоянке производят строго определенные виды работ по укрупнению блоков. От стоянки к стоянке блоки передвигают на связанных между собой тележках по специальным железнодорожным путям. Метод применяют при монтаже крупных или ряда зданий из ЛМК площадью свыше 10 тыс. м². Монтаж начинают с установки колонн.

Легкие колонны, как правило, монтируют целиком, а тяжелые — из нескольких элементов. На фундаменты колонны опирают одним из следующих способов:

на заранее установленные, выверенные и подлитые цементным раствором стальные опорные плиты с верхней строганой поверхностью. В этом случае монтаж называется безвыверочным. Основой его является высокая точность изготовления стальных конструкций на заводе и установки их в построчных условиях. При этом способе монолитный фундамент устраивают на 50—100 мм ниже отметки подошвы опорной плиты башмака. Отклонение верха плиты от проектного не должно превышать $\pm 1,5$ мм, уклон — 1/1500;

непосредственно на поверхность фундаментов, возведенных до проектной отметки подошвы колонн. Опорные плоскости башмаков в этом случае, как и в первом, фрезеруют на заводе. В процессе бетонирования поверхность фундамента выверяют с помощью нивелира. Отклонение забетонированной поверхности фундамента не должно превышать по высоте — ± 5 мм, а по уклону — 1/1000;

на заранее установленные и выверенные опорные детали, заделанные в фундаменты с последующей подливкой колонн цементным раствором.

В качестве опорных деталей, заделываемых в фундамент, применяют балки, рельсы или уголки. Колонны выверяют только по вертикали. Для этого с одной стороны гайки ослабляют, а с противоположной завинчивают. После выверки колонну закрепляют, затягивают гайки, а зазор между подошвой колонны и поверхностью фундамента заливают цементным раствором или бетоном на щебне мелкой фракции.

Поднимают и устанавливают колонны краном способами, показанными на рис. 7.9, а и 7.9, в.

Подкрановые балки в зависимости от их массы и грузоподъемности кранов на опоры устанавливают в целом виде в каждом

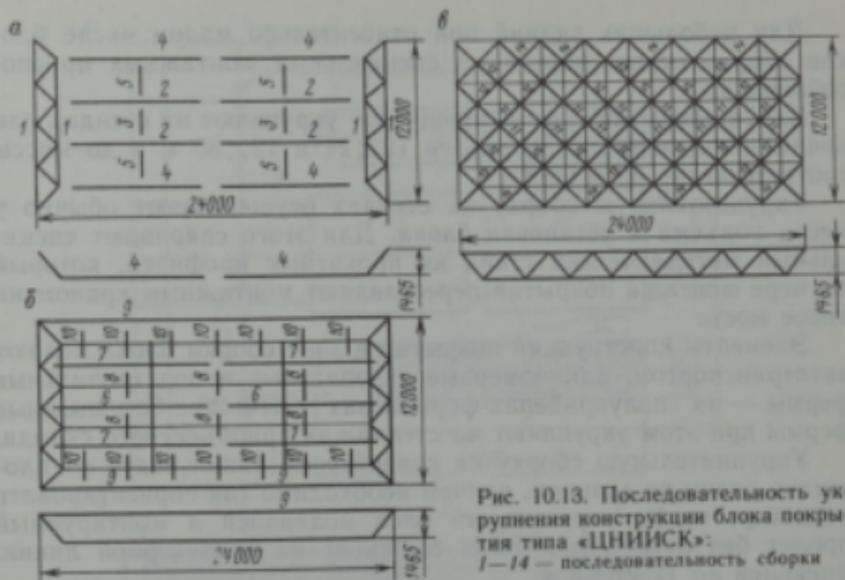


Рис. 10.13. Последовательность укрупнения конструкции блока покрытия типа «ЦНИИСК»: 1—14 — последовательность сборки

шаге колонн на постоянные опоры или отдельными элементами на временные опоры.

Укрупнительная сборка. Методы укрупнительной сборки и монтаж пространственных конструкций зависят от их конструктивных особенностей и объемно-планировочных решений возводимых зданий.

Блоки покрытия типа «ЦНИИСК» собирают на стендах у места подъема или в стороне от места монтажа, в остальных случаях — на конвейерной линии с последующей доставкой блока в зону монтажа.

На стенде у места подъема работы (рис. 10.13, а) ведут в такой последовательности. Устанавливают торцовые фермы и элементы нижнего пояса (рис. 10.13, б). Собирают элементы верхнего пояса и последними — наклонные элементы, примыкающие к верхним поясам (рис. 10.13, в). Каждый блок укрупняют от середины к краям. Гайки болтовых соединений закручивают гайковертами с крутящим моментом 20 Н·м. Точность сборки регламентируется следующими отклонениями от проектных размеров (мм): по ширине блока — 3; по длине блока для сторон длиной 18 м — 6, 24 м — 7; для диагоналей при длине сторон 18 м — 9, 24 м — 10; разность отметок опорных узлов — 10.

На стенде в стороне от места монтажа работы ведут в той же последовательности, а затем укрупненный блок перемещают на стендовых тележках в зону монтажа, на освободившемся месте начинают укрупнительную сборку следующего блока.

Для небольших зданий при относительно малом числе блоков сборку осуществляют на специальных монтажных приспособлениях.

Блоки покрытия типа «Молодечно» укрупняют на стендах или конвейерной линии до размеров 12×24 и 12×30 м и до массы соответственно 35 и 50 т.

Укрупнительную сборку на стендах осуществляют обычно у места подъема и установки блока. Для этого сваривают специальный металлический стенд из прокатных профилей, который по мере монтажа покрытия переставляют монтажным краном на новое место.

Элементы конструкций покрытия в зону сборки блока подают автотранспортом, длинномерные стропильные и подстропильные фермы — на полуприцепах-фермовозах СПФ-20. Стропильные фермы при этом укрупняют на стеллажах приобъектного склада.

Укрупнительную сборку на конвейерной линии ведут на площадке рядом со зданием, причем необходимо так сориентировать конвейер, чтобы укрупненный блок подавался в монтируемый пролет без разворотов. Блок собирают на конвейерной линии, имеющей до 12 стоянок.

Все работы по укрупнительной сборке металлоконструкций блока выполняют на трех основных стоянках и одной промежуточной, которую используют для контроля геометрических размеров и качества собранного блока, устранения выявленных дефектов сборки и окраски мест, закрываемых профилированным настилом на последующих стоянках, до полной окраски блока.

Объем работ на отдельных стоянках конвейера, а также численный состав звеньев рабочих определяют исходя из ритма конвейера и одинаковой продолжительности работ на каждой стоянке, что исключает потери рабочего времени. Операции по установке и креплению элементов конструкций на стоянках выполняют со стационарных площадок и подмостей. Элементы конструкций подают погрузчиком КП-300, блоки перемещают одновременно на всех стоянках с помощью двух электролебедок и полиспастов. Блоки монтируют на специальных конвейерных тележках, которые после освобождения от груза возвращаются на первую стоянку трубоукладчиком или автомобилем с прицепом. На рис. 10.14, а показан стройгенплан площадки для укрупнительной сборки блоков покрытия типа «ЦНИИСК» на стенде, а на рис. 10.14, б — стройгенплан организации конвейерной линии для сборки укрупненных блоков покрытий из гнuto-сварных профилей типа «Молодечно».

Монтаж. Блоки покрытий типа «ЦНИИСК» могут монтироваться, в зависимости от метода сборки, по двум схемам:

1. Структуры блоков, собранные на стенде с одной из торцовых сторон здания на специальных путях, на специальных тележках подают к месту монтажа.

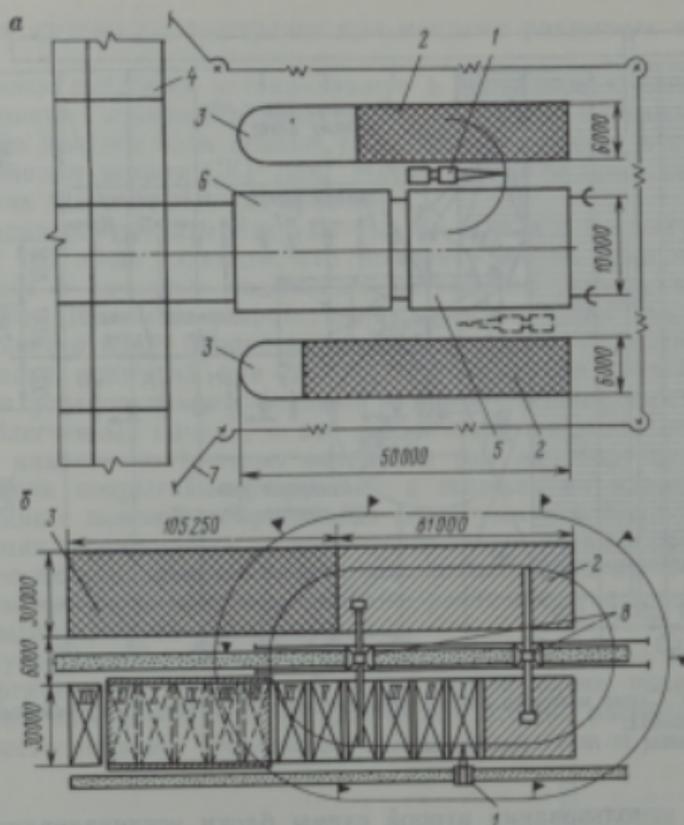


Рис. 10.14. Стройгенплан площадок укрупненной сборки металлоконструкций: 1 — автокран; 2 — склад металлоконструкций; 3 — склад стройматериалов; 4 — объект монтажа; 5 — стенд для укрупнительной сборки блоков; 6 — площадка для установки профилированного настила; 7 — ограждения; 8 — кран-подъемник КП-300, I—XII — стойки конвейера

2. Блоки покрытий укрупняют у места их монтажа на приспособлениях и затем монтируют.

Монтируют блоки самоходными кранами СКГ-63/100, СКГ-63БС и др. Схема движения крана может быть различной.

Первую схему используют при значительной площади покрытия. В этом случае (рис. 10.15) гусеничный кран, передвигаясь поперек здания, поочередно монтирует блоки в трех пролетах. Каждый блок монтируют со строго определенной стойки, которая удовлетворяет заданным вылетам стрелы крана.

По окончании монтажа трех блоков покрытия в одних осях кран поступает на следующую стойку, расположенную параллельно предыдущим, и в обратном направлении монтирует три блока покрытия в следующих осях здания и т. д.

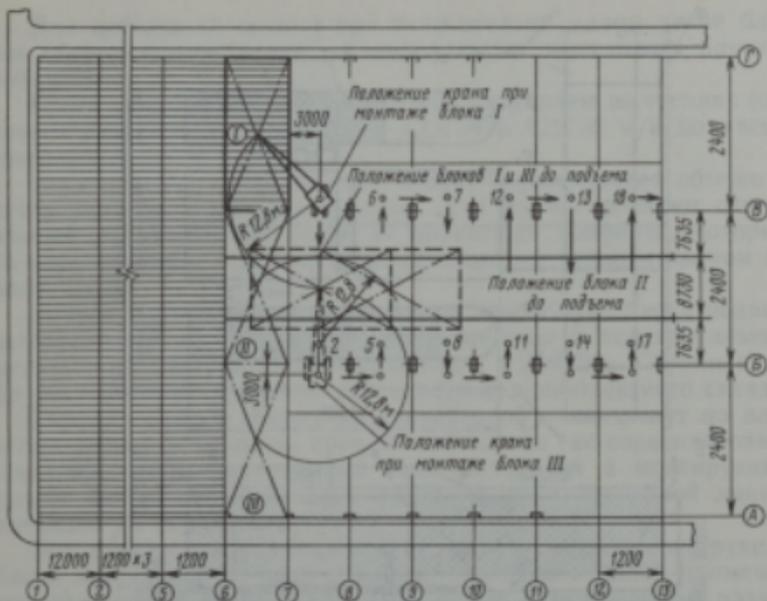


Рис. 10.15. Схема монтажа блоков покрытия типа «ЦНИИСК» гусеничным краном СКГ-63БЦ:
 I—III — блоки; 1—18 — стойки крана

При использовании второй схемы блоки устанавливают по-пролетно. Кран последовательно движется вдоль оси пролета, устанавливая собранные у места монтажа укрупненные блоки. Последние строят в четырех угловых точках — в узлах опирания. Для закрепления захватных устройств в опорных узлах предусмотрены специальные фасонки с отверстиями, к которым закрепляют концы стропов через специальные такелажные скобы.

Блоки покрытия типа «Молодечно» монтируют различными методами, которые отличаются применяемым оборудованием. При укрупнении блоков на конвейерных линиях применяют следующие методы монтажа:

1. Блоки покрытия устанавливают мощным краном (например, СКР-1500) одновременно в двух или трех пролетах здания. В зону работы крана блоки подают электролебедками по железнодорожным путям на монтажных тележках. Монтируемый блок должен подаваться в монтируемый пролет без разворота, что определяет расположение конвейерной линии сборки вдоль поперечных осей пролетов. Блок имеет полную строительную готовность.

Метод широко распространен при монтаже различных типов зданий.

2. Блоки покрытий устанавливают в проектное положение установщиком, который перемещается по путям подкрановых балок. До пролета блок подают по железнодорожным путям и устанавливают краном СКР-1000. Метод применим при наличии в пролетах здания мостовых кранов.

3. Блоки покрытий монтируют так же, как и в предыдущем случае с той лишь разницей, что установку его на установщик производят с помощью подъемного устройства (вместо крана СКР-1000). Подъемное устройство представляет собой две ферменные конструкции, оборудованные подъемными механизмами.

4. Блоки покрытий при сборке укрупняют без устройства кровли и установки коммуникаций в межферменном пространстве (облегченные блоки), а все дальнейшие операции осуществляют аналогично третьему методу на том же оборудовании.

5. Блоки покрытий перегружают с тележек на напольный установщик с помощью порталного перегружателя. Напольный установщик перемещается по железнодорожным путям в пролете здания и последовательно монтирует блоки покрытия. Метод применим при крупноблочном монтаже различных типов зданий с мостовыми кранами или бескрановых.

При укрупнительной сборке на стендах применяют несколько иную организацию монтажа. В этом случае блоки покрытия укрупняют на специальном металлическом стенде, расположенном у места подъема. Укрупненный блок поднимают и установ-

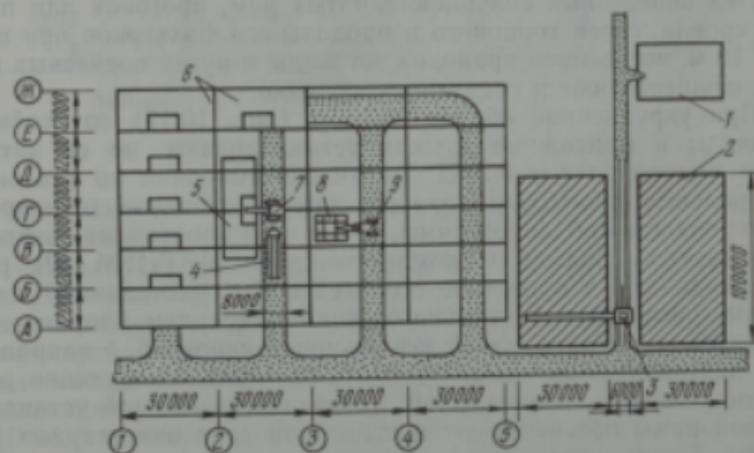


Рис. 10.16. Стройгенплан при монтаже блоков покрытий, собранных на стенде: 1 — стройгородок; 2 — склад стальных конструкций; 3 — кран КП-300; 4 — КрАЗ с полуприцепом для перевозки ферм; 5 — блок покрытия на стенде; 6 — смонтированные блоки; 7 — кран СКГ-63/100; 8 — стенд для сборки карт профилированного настила; 9 — кран МКГ-16М

ливают в проектное положение краном СКГ-63/100. По мере монтажа стэнд переставляют этим же краном и далее операции повторяются.

На рис. 10.16 показан стройгенплан организации монтажной площадки при монтаже бескранового здания размером 144×120 м с четырьмя пролетами по 30 м.

Элементы конструкций покрытия в зону сборки блока 12×30 м подают автотранспортом, длинномерные стропильные и подстропильные фермы — на полуприцепах-фермовозах СПФ-20. Укрупняют стропильные фермы на стеллажах приобъектного склада.

Сдачу конструкций под последующие работы производят попролетно. Здания с пролетами по 24 м монтируют блоками 12×24 м по аналогичной схеме.

Анализ показывает, что из общего времени смены на установку блока покрытия затрачивают 1,5—2 ч работы монтажного крана. Максимально в смену устанавливают 2 блока, следовательно, в смену кран занят всего лишь 3—4 ч. Перебазирование, монтаж и демонтаж кранов, устройство подкрановых путей — трудоемкие и дорогостоящие операции. Поэтому краны можно использовать только при больших объемах работ.

Предпочтение следует отдавать бескрановым методам монтажа, технико-экономическая эффективность которых подтверждается рядом практически выполненных работ на монтаже многих объектов.

Монтаж рамных конструкций каркасов типа «Канск», состоящих из поперечных сплошностенчатых рам, прогонов или панелей кровли, стоек торцового и продольного фахверков при шаге рам 12 м, встроенной крановой эстакады и путей подвесных кранов, осуществляют в следующем порядке.

При укрупненной сборке рамы 1 (рис. 10.17) со стойками эстакады в монтажных стыках устанавливают, но не затягивают высокопрочные болты. Тщательно выверяют по диагонали контрольные проектные размеры, обеспечивающие геометрическую точность собранной рамы, после чего производят контрольную затяжку болтов. С помощью крана МКГ-16М (2) раму устанавливают в проектное положение 3 и расчаливают двумя парами расчалок 4 из стального каната. Расчалки, направленные наружу здания, закрепляют к наклонным якорям 5, а направленные внутрь здания — к фундаментам колонн. Следующие рамы монтируют аналогично первой. Устойчивость каждой устанавливаемой рамы обеспечивают постановкой трех инвентарных распорок. После установки и закрепления вертикальных связей между стойками рам расчалки снимают. Конструкции фахверка монтируют сразу же после установки первой рамы. Краном МКП-16 устанавливают укрупненный блок (две стойки фахверка с ригелями ограждения и верхняя балка покрытия) и закрепляют

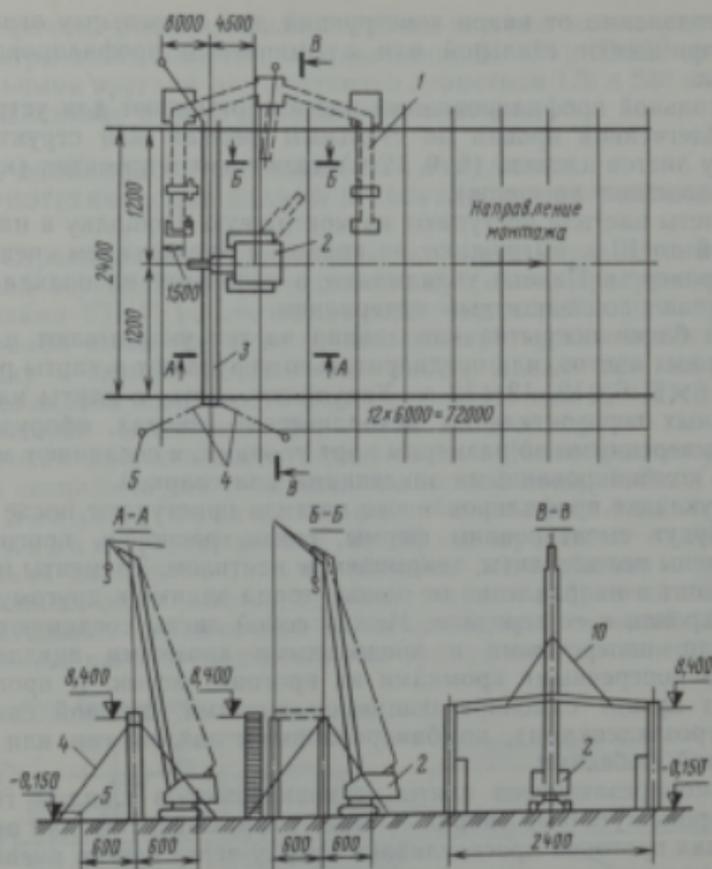


Рис. 10.17. Схема монтажа каркаса здания «Канск»

его к установленной в проектное положение раме с помощью инвентарной распорки.

Профилированный настил устанавливают вместе с установкой рам. Для этого в рабочей зоне крана на специальном стенде собирают карту профилированного настила размером 6×12 м. Профилированный настил карт покрытия можно укрупнять на стенде вместе с прогонами. Закрепляют настил к прогонам самонарезающими винтами или другими способами. Краном МКГ-16М по мере его отступления последовательно монтируют рамы, подкрановые балки, прогоны и укрупненные карты профилированного настила. Оформление монтажных узлов выполняют со специальной передвижной вышки с площадкой. Все строповочные приспособления принимают по специально разработанным альбомам типовых приспособлений.

Независимо от видов конструкций для кровельных ограждений применяют стальной или алюминиевый профилированный настил.

Стальной профилированный настил применяют для устройства облегченной кровли по стальным фермам или структурам. Длину листов настила (6, 9, 12 м) назначают в проектах (кратно расположению прогонов).

Листы настила поступают на монтажную площадку в пакетах массой до 10 т, выгружают их краном с применением специальной траверсы. Пакеты укладывают в один ярус на подкладки и покрывают водозащитным материалом.

На блоки покрытия или здания настил укладывают или из отдельных листов, или предварительно укрупняют в карты размерами 6×6 , 6×12 , 12×12 м. Укрупняют листы в карты на специальных горизонтальных металлических стендах, оборудованных выверенными по размерам карт упорами, и соединяют между собой комбинированными заклепками или сваркой.

К укладке профилированного настила приступают после того, как будут смонтированы фермы, связи, распорки, прогоны и окрашены все элементы, закрываемые настилом. Элементы настила крепят в направлении от одного торца здания к другому и от края кровли к ее середине. Между собой листы соединяют, как правило, поперечными и продольными кромками внахлестку, иногда поперечными кромками на прогонах встык. К прогонам настил крепят самонарезающимися винтами, дуговой сваркой (электрозаклепками), комбинированными заклепками или пристрелкой дюбелями.

Самонарезающиеся винты устанавливают в каждом гофре, а на промежуточных опорах — через гофр. Отверстия для винтов в полках прогонов просверливают сверху через настил пневматическими или электрическими сверлильными машинами. Диаметр отверстия — 5,4 мм. Самонарезающийся болт в это отверстие ввинчивают гайковертом, крутящий момент которого не превышает 10 Н·м. Способ дорогой и в настоящее время заменяется более прогрессивными — сваркой или с помощью дюбелей.

При креплении листов настила к прогонам сваркой производительность труда по сравнению с креплением на самонарезающихся винтах повышается. Для крепления этим способом используют специализированную машину, смонтированную на одноосной ручной тележке со сварочным оборудованием и двумя опорными стойками, которыми лист прижимается в заданных точках.

При установке профилированного настила допускаются следующие отклонения от проекта (мм, не более): по длине опирания настила на прогоны или верхние пояса блока в местах поперечных стыков настила — 0; —5; в положении центров отверстий — для самонарезающих винтов ± 5 ; для комбинированных заклепок вдоль настила — ± 20 , поперек настила — ± 5 . Для продольной и

поперечной резки профилированного настила используют ручные электрические шлифовальные машинки Ш-178 и Ш-230 со шлифовальными кругами соответственно диаметром 178 и 230 мм, а также дисковые пилы и специальные ножницы.

10.4. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОТДЕЛЬНЫХ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ

Строительство горнотехнических зданий различного назначения осуществляют методами и приемами, предусмотренными главами СНиП на соответствующие виды работ, и в организационном плане чаще всего соответствует установившемуся порядку и схемам ведения этих работ. Однако при сооружении ряда зданий поверхности шахт (рудников) или их частей имеется некоторая специфика, без учета которой трудно достижима высокая эффективность строительства. Ниже рассматривается эта специфика для ряда зданий шахтной поверхности.

Здания вентиляторов с вентиляционными каналами представляют собой однопролетные одноэтажные здания каркасного типа из сборного железобетона с унифицированной сеткой колонн, крупнопанельным ребристым покрытием и стеновым ограждением из легкобетонных панелей. Вентиляционные каналы сводчатого или прямоугольного поперечного се-

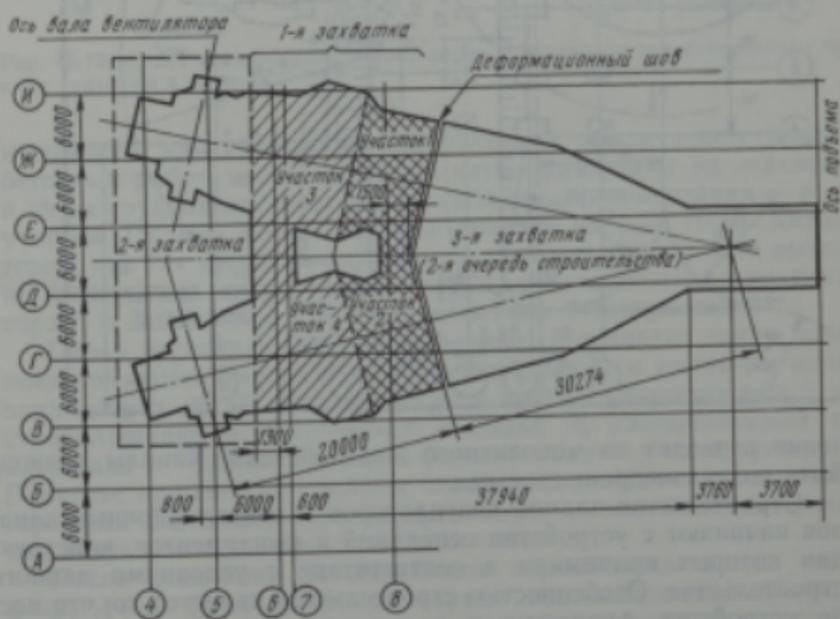
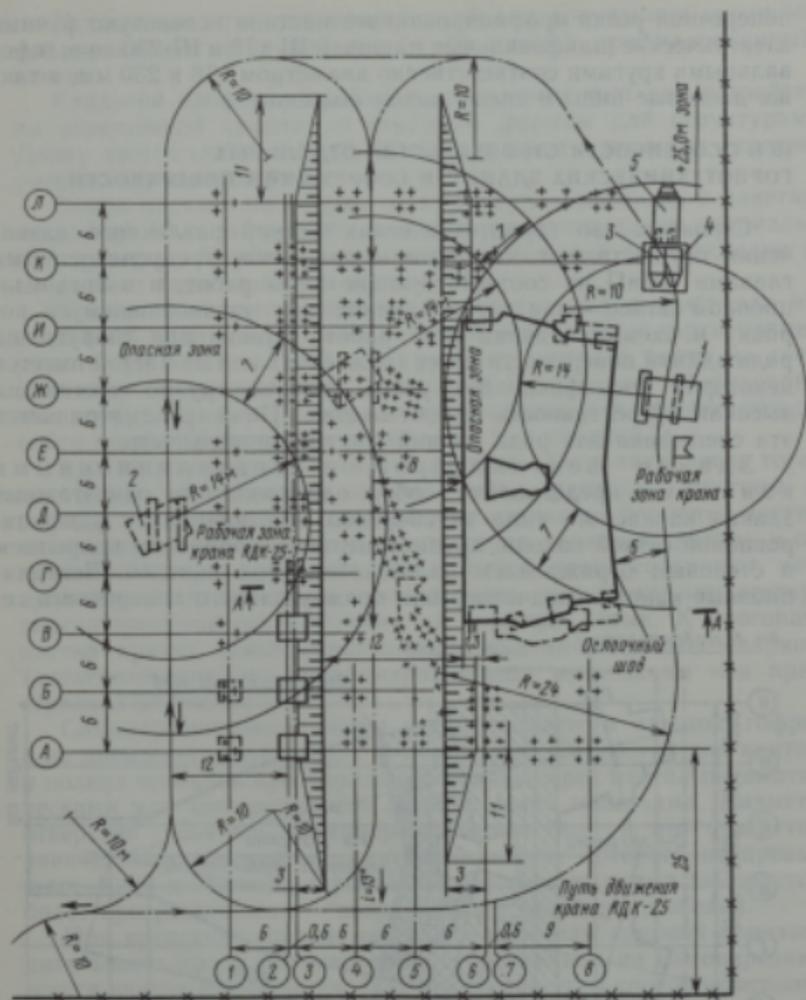


Рис. 10.18. Разбивка вентиляционного канала на захватки и участки



чения возводят из монолитного железобетона. Каналы должны быть воздухонепроницаемыми.

Строительство здания вентиляторов и вентиляционных каналов начинают с устройства оснований и фундаментов, конструкции которых принимают в соответствии с условиями данного строительства. Особенностью строительства является то, что после устройства фундаментов в первую очередь приступают к возведению вентиляционных каналов в пределах здания и в при-

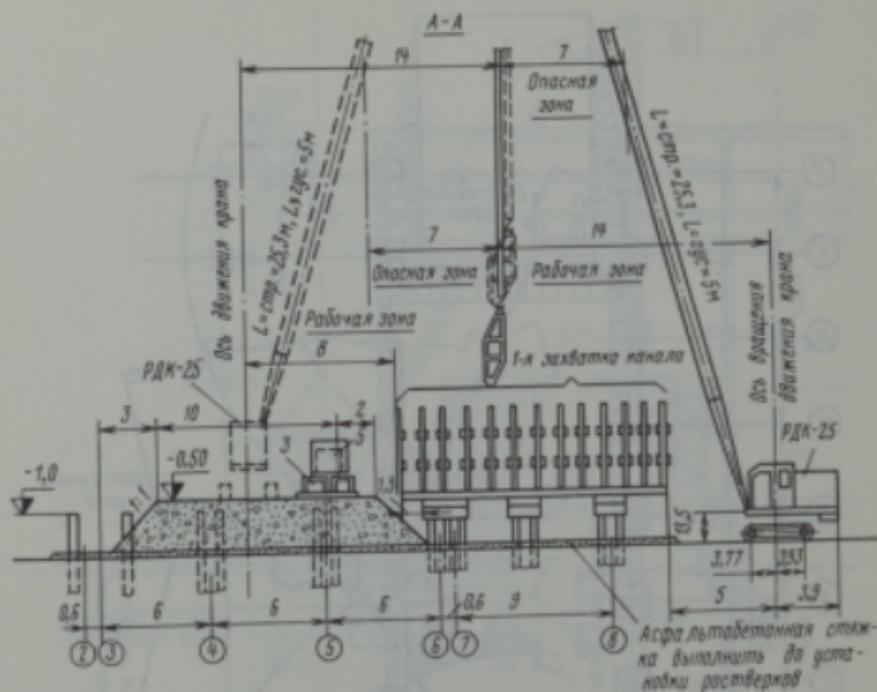
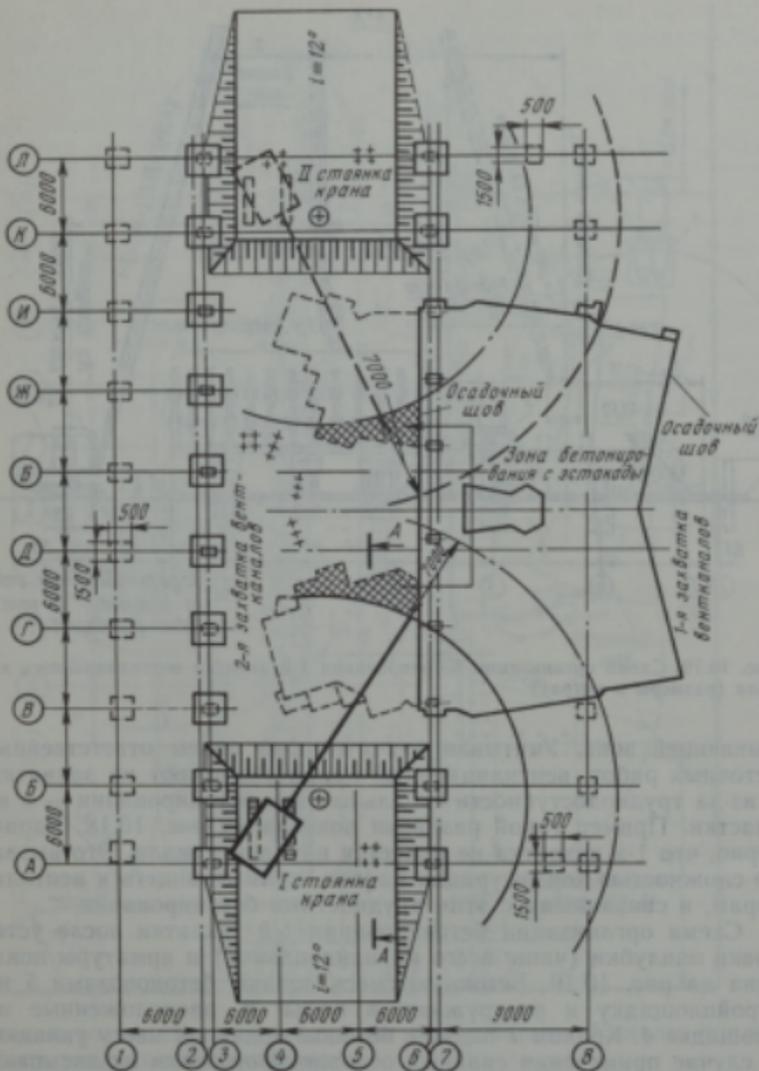


Рис. 10.19. Схема организации бетонирования 1-й заходки вентиляционного канала (размеры в метрах)

мыкающей зоне. Учитывая значительный объем ответственных бетонных работ, вентиляционный канал разбивают на захватки, а из-за труднодоступности отдельных зон бетонирования — и на участки. Пример такой разбивки показан на рис. 10.18. Характерно, что 1-я захватка не является началом канала. Это вызвано сложностью конфигурации канала, примыкающего к вентиляторам, и связанными с этим трудностями бетонирования.

Схема организации бетонирования 1-й захватки после установки опалубки (чаще всего индивидуальной) и арматуры показана на рис. 10.19. Бетонную смесь подают бетоновозами 5 на строительную площадку и разгружают в бадьи 3, расположенные на площадке 4. Краном 1 бадьи с бетоном подают к месту укладки. В случае применения свайных оснований оголовки их засыпают горелыми породами, образуя временную насыпь 2. Бетонирование ведут последовательно по участкам.

После окончания бетонирования первой захватки по осям 3—6, А—Л (рис. 10.20) монтируют железобетонные колонны и подкрановые балки. Далее после установки опалубки и арматуры приступают к бетонированию участков в осях В—Г, Ж—



И, 3—6. Бетонную смесь подают стреловым краном в бадьях. В случае, если в основании канала запроектированы свайные ростворки, то до начала работ на вентиляционном канале бетонируют их.

Участки 2-й захватки в осях Д—Г, Е—Ж, 3—6 бетонируют

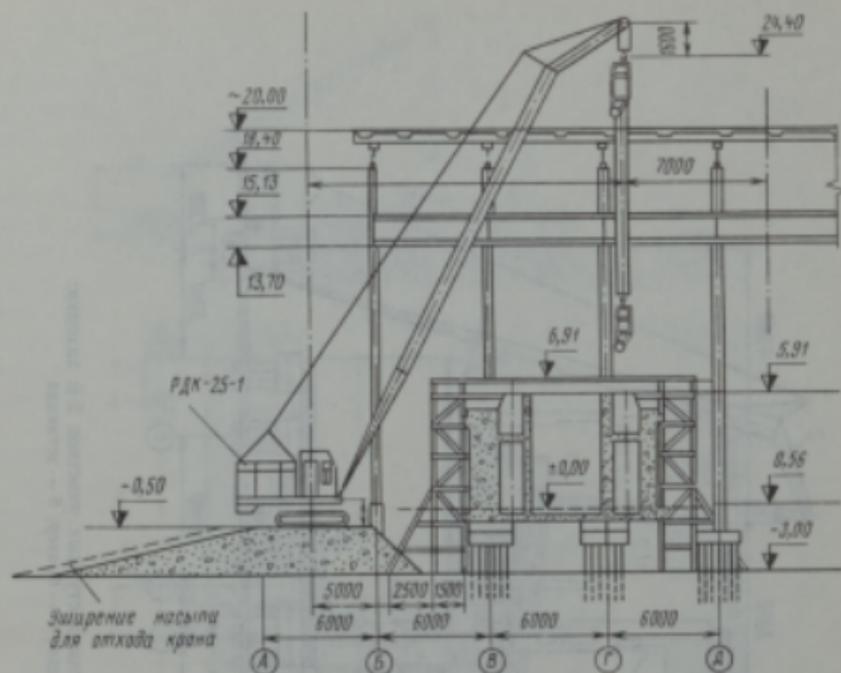


Рис. 10.20. Схема организации бетонирования 2-й заходки вентиляционного канала

с помощью металлической эстакады с приемным бункером, установленной на перекрытии 1-й захватки вентиляционного канала (рис. 10.21). Бетонную смесь из бункера к месту укладки по виброжелобам, установленным с уклоном 10—12°, сечением 450×200 мм. Организация бетонирования 2-й захватки упрощается, если в пролете 3—6 после установки каркаса здания смонтирован мостовой кран. В этом случае бетонную смесь к месту укладки подают бадьями, транспортируемыми мостовым краном.

Организация бетонирования 3-й и последующих заходок не представляет сложности. Его ведут по схеме, аналогичной организации бетонирования на 1-й заходке.

После окончания бетонирования 2-й захватки вентиляционного канала устанавливают остальную часть каркаса здания, навешивают стеновые панели, завершают кровельные, отделочные и другие работы.

Здания подъемных машин в настоящее время проектируют в основном из сборного железобетона. Фундамент под подъемную машину возводят из монолитного бетона. Таким

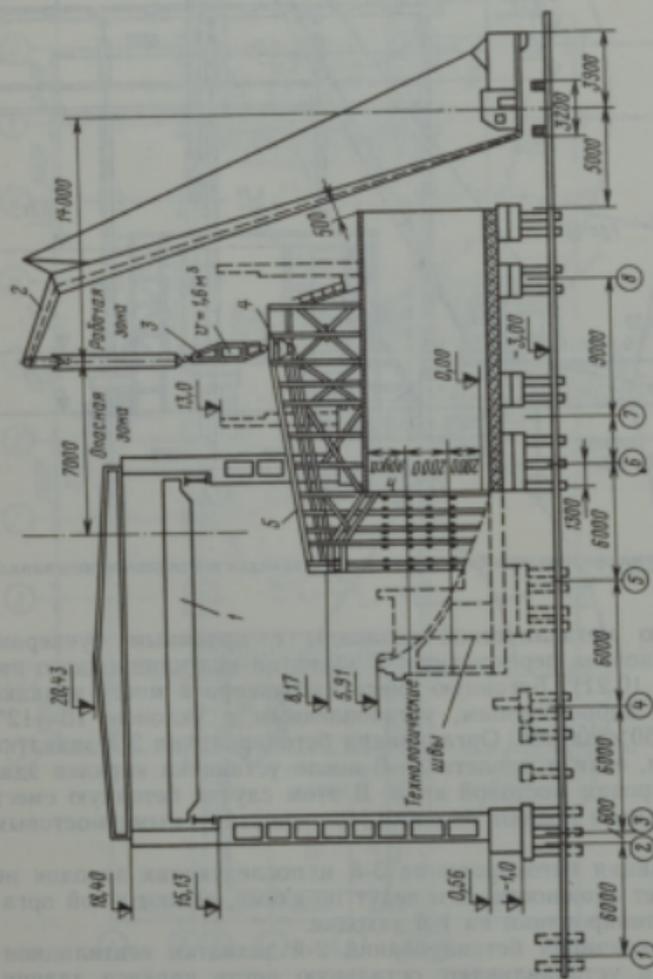


Рис. 10.21. Организация бетонирования труднодоступных участков 2-й заходки:
 1 — мостовой кран; 2 — стреловой кран; 3 — баля; 4 — бункер; 5 — эстакада

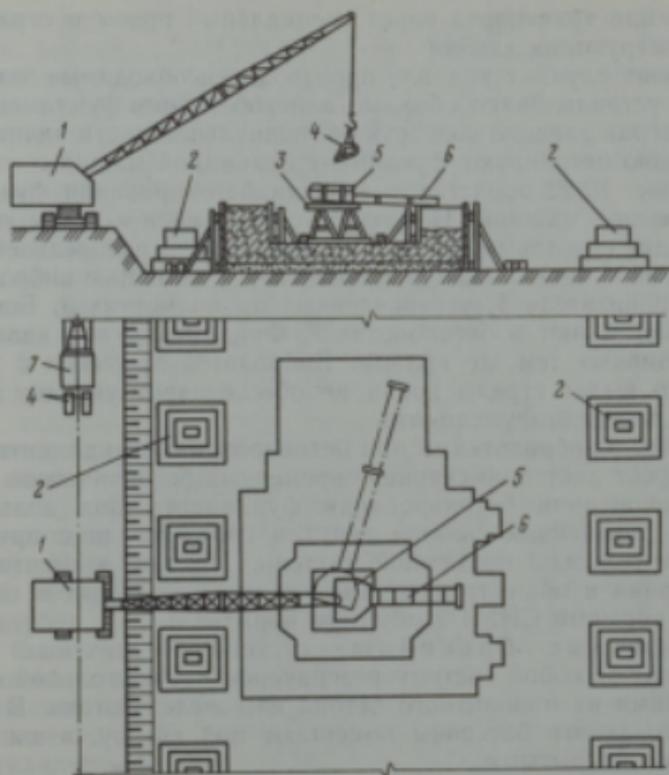


Рис. 10.22. Бетонирование фундамента подъемной машины

образом, при строительстве зданий подъемных машин основными являются два строительных процесса: бетонные работы и монтаж сборных железобетонных конструкций.

Порядок возведения конструкций при строительстве зданий подъемных машин или соответствующих секций главного и вспомогательного стволов зависит от принятого способа монтажа подъемной машины.

Различают два вида монтажа подъемных машин: 1) до возведения ограждающих конструкций здания и 2) монтаж в готовом здании с помощью мостового крана.

При первом способе установку узлов машины на готовый фундамент ведут с помощью стреловых гусеничных или пневмоколесных кранов. После установки подъемную машину обшивают досками и только после этого строители возводят ограждающие конструкции здания.

При втором способе укрупненные узлы машины внутрь здания затаскивают волоком по временной эстакаде с помощью

лебедки или транспорта через специальный проем в ограждающих конструкциях здания.

В обоих случаях вначале производят необходимые земляные работы, устанавливают сборные железобетонные фундаменты колонн и ограждающие конструкции подвальной части здания. Одновременно бетонируют фундамент подъемной машины.

На рис. 10.22 представлена схема бетонирования фундамента подъемной машины. Подачу бетонной смеси к месту укладки производят стреловым краном 1 в бадах 4, а распределение бетонной смеси по площади фундамента — с помощью вибрототков 6 и вибропитателя 5, установленных на подмостях 3. Бетонную смесь доставляют в бетоновозах 7. Фундаменты под колонны 2 устанавливают тем же краном. Вибрототок применен с учетом того, что вылет стрелы крана не обеспечивает укладку бетона по всей площади фундамента.

Наряду с вибрототками при бетонировании фундамента хороший эффект дает применение современных бетононасосов.

По окончании бетонирования фундамента под подъемную машину дальнейшие работы ведут в соответствии с принятым способом монтажа подъемной машины. Монтаж элементов каркаса здания и общестроительные работы производят в соответствии с нормами СНиП в обычном порядке.

Шламовые бассейны — отстойники шахтных вод — представляют собой систему резервуаров прямоугольной формы со стенками из монолитного бетона или железобетона. В северных районах эти бассейны помещают под крышу, в южных — оставляют открытыми.

Возведение шламового бассейна, после окончания земляных работ, начинают с устройства бетонной подготовки. Бетонируют днище и устанавливают арматуру стен. При установке арматуры временное закрепление арматурного каркаса стен производят раздвижными инвентарными стойками, устанавливаемыми на расстоянии 2—3 м друг от друга с обеих сторон бетонируемой конструкции.

Опалубочные работы являются определяющими и для скорости сооружения объекта, и для качества возводимых ограждений. Применение сборно-щитовой опалубки, более распространенной на практике, сильно замедляет скорость бетонирования стен. С другой стороны это ведет к получению несравненно более проницаемых технологических швов на стыках заходок. Применение горизонтально-скользящих (катучих) опалубок позволяет сильно увеличить скорость бетонирования стен, снизить трудоемкость и стоимость возведения опалубки (при щитовых опалубках эти показатели равны 50—60 и 25—30% соответственно). Незначительные перерывы в бетонировании смежных заходок при использовании катучих опалубок резко улучшают их непроницаемость и долговечность. С этой точки зрения заслуживает

внимания применение самоходной горизонтально-скользящей опалубки, разработанной ДонПромстройНИИпроектом. Эта опалубка предназначена для непрерывного поярусного бетонирования гладких бетонных и железобетонных стен как постоянного, так и переменного сечения толщиной более 12 см и высотой до 6 м. Опалубку целесообразно применять для стен протяженностью не менее 12 м. Горизонтальное перемещение опалубки вдоль сооружения производят по рельсовому пути четырьмя ходовыми колесами. Горизонтально-скользящую опалубку впервые применили при возведении железобетонных шламовых отстойников на шахте «Горловская-Глубокая» в Донбассе в 70-х годах. Опыт применения показал, что трудовые затраты на укладку 1 м³ бетона уменьшились на 35—40%, а себестоимость 1 м³ бетона снизилась на 20—25%.

При использовании для возведения шламового бассейна сборно-щитовой опалубки щиты с одной стороны стены устанавливают на полную высоту конструкции, а с другой — наращивают ее по мере бетонирования на 1—1,5 м.

Горизонтально-скользящую опалубку монтируют на рельсовом ходу. Передвигается она с помощью электропривода или 5-тонной лебедки реверсивного действия. Скорость передвижения опалубки 2—3 м/ч, максимально достигнутая — 3—4 м/ч.

При бетонировании конструкций шламового бассейна бетонную смесь подают: бадьями — гусеничным краном, который перемещается по бровке котлована; бадьями — автокраном, который перемещается внутри котлована; бетононасосами или пневмоукладчиками, которые располагаются на бровке котлована. В последнем случае экономически выгодно и технически целесообразно пользоваться оборудованием в виде манипулятора-бетоновода типа «Элефант».

Механизацию работ и выбор комплектов машин и механизмов при строительстве шламовых бассейнов необходимо осуществлять, принимая во внимание конкретные условия сооружаемого объекта, на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Вопросы для самопроверки

1. Какие методы монтажа эстакад применяют в зависимости от способов подъема пролетных строений?
2. Какие методы монтажа опор эстакад существуют в настоящее время?
3. Изложите основные элементы технологии безмачтового подъема пролетов эстакад.
4. В чем особенности возведения монолитных железобетонных бункеров-силосов?
5. Охарактеризуйте способы монтажа зданий из ЛМК.
6. Каким образом опирают колонны на фундаменты при монтаже зданий из ЛМК?
7. Изложите основные элементы технологии монтажа блоков покрытий типа «ЦНИИСК», «Молодечно» и др.
8. В чем особенности строительства зданий вентилятора?
9. Какие виды монтажа подъемных машин применяют в настоящее время и как они влияют на организацию строительства зданий подъемных машин?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амурский Б. С.* Повышение производительности труда в шахтном строительстве. М., Недра, 1986.
2. *Бетонные и железобетонные работы*/К. И. Башлай, В. Я. Гендин, Н. И. Евдокимов и др. Под ред. В. Д. Топчия. М., Стройиздат, 1987.
3. *Бабаев Ш. Т., Комар А. А.* Энергосберегающая технология железобетонных конструкций из высокопрочного бетона с химическими добавками. М., Стройиздат, 1987.
4. *Пособие по электрообогреву бетона монолитных конструкций.* М., Стройиздат, 1985.
5. *Каграманов Р. А., Мачабели Ш. Л.* Монтаж конструкций сборных многэтажных гражданских и промышленных зданий. М., Стройиздат, 1987.
6. *Кривонос А. А.* Анализ производительности труда и методов бетонных работ на объектах шахтной поверхности.— Шахтное строительство, 1987, № 7, с. 13—15.
7. *Технология строительного производства.* Под ред. проф. Литвинова О. О. и Белякова Ю. И. Киев, Высшая школа, 1985.
8. *Шальнов А. П., Яковлев Г. И.* Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений. М., Стройиздат, 1981.
9. *Шмит И. И.* Опалубка для монолитного бетона. Под ред. Н. И. Евдокимова. М., Стройиздат, 1987.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Организация строительства зданий и сооружений горных предприятий	4
1.1. Организация строительных процессов	4
1.2. Поточная организация строительства поверхности горных предприятий	7
1.3. Техничко-экономические показатели строительно-монтажных работ	10
2. Работы подготовительного периода	12
2.1. Состав и очередность работ подготовительного периода	12
2.2. Построечный транспорт	15
2.3. Погрузочно-разгрузочные работы и складское хозяйство	17
2.4. Электроснабжение строительной площадки	20
2.5. Теплоснабжение строительства	22
2.6. Водоснабжение строительства	24
2.7. Временные здания и сооружения	25
2.8. Стройгенплан	27
3. Земляные работы	28
3.1. Общие сведения	28
3.2. Производство земляных работ	30
3.3. Планировка площадок	31
3.4. Сооружение котлованов и траншей	36
3.5. Возведение насыпей	40
3.6. Земляные работы с мерзлыми грунтами	42
3.7. Пример проектирования технологии земляных работ	44
3.8. Контроль качества и охрана труда при земляных работах	50
4. Прокладка инженерных сетей	52
4.1. Способы прокладки трубопроводов	52
4.2. Соединения труб и технология монтажа трубопроводов	53
4.3. Особенности укладки трубопроводов	55
4.4. Испытания трубопроводов	58
4.5. Специальные способы прокладки трубопроводов	59
4.6. Особенности прокладки трубопроводов в просадочных грунтах, сейсмических районах и районах вечной мерзлоты	61
4.7. Охрана труда при прокладке инженерных коммуникаций	62
5. Бетонные и железобетонные работы	63
5.1. Общие сведения	63
5.2. Опалубочные работы	64
5.3. Арматурные работы	80
5.4. Приготовление и транспортирование бетонной смеси	87
5.5. Укладка бетонной смеси	97
5.6. Уход за бетоном и контроль качества	104
5.7. Производство бетонных работ в зимних условиях	106
5.8. Охрана труда при производстве бетонных работ	109
6. Каменные работы	111
6.1. Виды каменных кладок и область их применения	111
6.2. Правила разрезки и перевязки швов	113
6.3. Инструменты, приспособления, инвентарь, леса и подмости для каменной кладки	116

6.4. Способы кладки	119
6.5. Организация каменной кладки	122
6.6. Производство каменных работ в зимних условиях	126
6.7. Охрана труда при каменных работах	128
7. Монтаж строительных конструкций	129
7.1. Значение и развитие монтажных работ	129
7.2. Такелажное оборудование и монтажная оснастка	130
7.3. Монтажные краны	139
7.4. Монтажные мачты, шевры, порталы	144
7.5. Технологические процессы монтажа	145
7.6. Методы монтажа	147
7.7. Монтаж железобетонных конструкций	150
7.8. Организация монтажа сборных железобетонных горнотехнических зданий	158
7.9. Монтаж сборного железобетона в зимних условиях	164
7.10. Охрана труда при монтажных работах	165
8. Монтаж стальных укосных копров	167
8.1. Методы монтажа копров	167
8.2. Укрупнительная сборка копров	168
8.3. Способы подъема копров	170
8.4. Установка копра надвигкой	178
8.5. Сборка копра над столом методом наращивания	181
8.6. Монтаж укосины	182
8.7. Монтаж шатровых копров	184
8.8. Техничко-экономические показатели монтажа укосных копров	185
9. Технология строительства башенных копров	186
9.1. Методы монтажа и схемы механизации при строительстве металлокаркасных башенных копров	186
9.2. Метод монтажа копра над неработающим стволом	189
9.3. Метод монтажа копра над действующим стволом	191
9.4. Метод монтажа в стороне от ствола с последующей надвигкой	196
9.5. Общие сведения о строительстве монолитных железобетонных башенных копров	203
9.6. Устройство оснований и фундаментов	204
9.7. Основные схемы возведения	207
9.8. Подготовительные работы перед бетонированием стен	214
9.9. Возведение стен башенного копра	216
9.10. Устройство междуэтажных перекрытий копра	220
9.11. Трудоемкость работ и организация труда при бетонировании копра	221
9.12. Возведение бетонных башенных копров в зимних условиях	223
9.13. Уход за уложенным бетоном и контроль качества работ	224
10. Монтаж, возведение инженерных сооружений и технологических зданий на поверхности	225
10.1. Монтаж эстакад	225
10.2. Монтаж и возведение бункеров и силосов	237
10.3. Монтаж горнотехнических зданий и сооружений из легких металлических конструкций	242
10.4. Особенности строительства отдельных горнотехнических зданий и сооружений поверхности	253
Список литературы	262