

# ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## по дисциплине «Технология строительного производства»

### 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

#### 1.1. Общие сведения о технологии строительного производства

1.1.1. Цель и задачи технологии строительного производства.

Основные виды работ в строительстве, их характеристика

1.1.2. Строительные процессы и работы

#### 1.1.1. Цель и задачи технологии строительного производства. Основные виды работ в строительстве, их характеристика

*Технология* (от греч. *techne* — мастерство, умение и *logos* — наука, учение) — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы, сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции.

Технология строительного производства является прикладной научной дисциплиной, содержащей совокупность знаний в области техники, организации и экономики производственных процессов, осуществляемых на строительных площадках.

Технология строительного производства — это наука о методах и последовательности выполнения работ, результатом которых является продукция строительного производства в виде промышленных, жилых и общественных зданий, дорог, мостов, трубопроводов различного назначения и т.д.

Основные материалы с которыми приходится работать: грунт, бетон, железобетон, дерево и т.д.

*Целью* дисциплины является:

- обобщение существующих и разработка новых прогрессивных технологий производства работ и технологии строительства основных зданий и сооружений;
- сокращение сроков строительства;
- повышение производительности труда;
- снижение себестоимости выполненных работ;
- повышение качества строительства.

Возведение зданий и сооружений требует выполнения строительных работ, которые разделяются на несколько основных видов.

Основными признаками, определяющими вид работ в строительстве, являются вид применяемых строительных материалов и принятая технология строительных работ. Основные материалы, с которыми приходится работать, – грунт, бетон, железобетон, дерево и другие, в связи с этим основными видами работ в строительстве являются земляные, бетонные, монтажные, гидроизоляционные, теплоизоляционные, каменные, кровельные, отделочные и т. д.

Приведем характеристику основных видов работ, указанных выше.

*Земляные работы* – работы по разработке грунта в выемках, его транспортированию (перемещению) и укладке в насыпи.

*Бетонные работы* – работы при возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений из цементного бетона.

*Монтажные работы* – работы, связанные со сборкой зданий и сооружений из укрупненных конструкций, деталей и узлов заводского изготовления.

*Гидроизоляционные работы* – работы, обеспечивающие защиту конструкций от воздействия воды и агрессивных растворов.

*Теплоизоляционные работы* – работы, обеспечивающие защиту конструкций от потерь тепла и холода в окружающую среду.

*Каменные работы* – работы, связанные с поштучной укладкой камня на растворе.

*Кровельные работы* – работы, обеспечивающие предохранение отдельных конструкций, зданий и сооружений в целом от атмосферных осадков, проникновения воды.

*Отделочные работы* – работы, связанные с приданием зданию или сооружению законченного вида. К отделочным работам относят штукатурные, облицовочные, малярные, обойные, стекольные работы, а также устройство полов.

Для выполнения каждого вида работ необходимо наличие следующих ресурсов: *рабочей силы; строительных машин и оборудования; строительных материалов, изделий; денежных средств и т. д.*

### **1.1.2. Строительные процессы и работы**

Основу строительной технологии составляет строительный процесс, представляющий собой совокупность работ, выполняемых в пределах одной строительной площадки.

Каждый вид строительных работ складывается из комплекса взаимосвязанных строительных процессов.

Элементы строительного процесса приведены ниже.

1. *Рабочее движение* – целенаправленное действие рабочего исполнителя в процессе работы.

2. *Рабочий прием* – совокупность рабочих движений, представляющих законченное действие рабочего при выполнении части операции (разжать пальцы, протянуть руку и взять инструмент и др.).

3. *Рабочая операция* – совокупность нескольких рабочих приемов, обеспечивающих выполнение первичной продукции. Она характеризуется неизменностью состава рабочих, рабочего места, инструмента или машины, постоянством использования материала и местом исполнения.

4. *Рабочий процесс* – совокупность организационно объединенных в определенной технологической последовательности рабочих операций.

Характеризуется постоянным составом входящих в него рабочих операций (строительство дороги, плотины и т. п.).

*Строительный процесс* характеризуется также порядком и характером операций; временем, необходимым для их выполнения; пространством, в котором обращаются все средства производства (рабочие, машины и т. д.); продукцией, получаемой в результате этого процесса.

По сложности выполнения строительные процессы бывают простые и комплексные.

**Простые** – совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, выполняемых одним и тем же рабочим или звеном рабочих, согласованно работающих (например, при кладке кирпичной стены, монтаже колонны и т. п.).

**Комплексные** – совокупность одновременно осуществляемых простых процессов, находящихся в непосредственной организационной зависимости и связанных единством конечной продукции (например, монтаж колонн, балок и ферм каркаса здания).

Строительные процессы по степени механизации бывают ручные, полумеханизированные, механизированные и автоматические.

К ручным процессам относятся процессы, в которых все рабочие операции выполняются вручную или при помощи простых орудий труда (лопаты, молотка и т. п.). Производительность труда рабочих при ручных процессах зависит от уровня их квалификации, применения рациональных приемов и методов труда, эффективности использования рабочего времени, а также от конструктивных особенностей и исправности используемых приспособлений и инструментов.

*Полумеханизированные процессы* – процессы, выполняемые с помощью электрических ручных машин.

*Механизированные процессы* – процессы, выполняемые с помощью машин и механизмов. Примером такого процесса может служить монтаж железобетонных конструкций.

*Автоматические процессы* – процессы, при которых ручной труд человека по управлению машинами (операцией) заменен специальными устройствами, обеспечивающими заданную производительность и качество продукции без участия человека.

В зависимости от категории выполненных работ строительные процессы бывают: *основные* – процессы, в результате которых создаются элементы сооружений (например, кладка стен); *вспомогательные*, необходимые для ведения основных процессов (например, устройство подмостей для кладки стен); *транспортные* – процессы по перемещению материалов на склады строительной площадки, затем к строящемуся зданию и к рабочим местам.

По специфическим особенностям операций производственные процессы делят на цикличные рабочие процессы и нецикличные.

Циклическим рабочим процессом называется производственный процесс, характеризующийся повторяемостью в определенной последовательности комплекса рабочих операций, выполняемых в одинаковых условиях.

В результате каждого повторения всего комплекса операций (цикла) получается одинаковое количество продукции. В состав циклического процесса могут входить и отдельные нециклические рабочие операции.

Примером циклического процесса является работа крана на погрузочно-разгрузочных и монтажных работах, разработка грунта одноковшовым экскаватором.

*Нециклический рабочий процесс* – это производственный процесс, в котором трудно выделить количество продукции в результате выполнения комплекса операций. Последовательность выполнения операций может меняться. *Например, планировка грунта бульдозерами.*

Состав строительного процесса может изменяться в зависимости от наличия машин и оборудования, геологических и климатических условий года и т. д. Все это необходимо учитывать при выборе состава строительного процесса.

При возведении зданий и сооружений выполняются комплексы работ, которые можно объединить в три группы.

*Общестроительные работы* подразделяются на земляные, свайные, каменные, монтажные, кровельные и др.

*Специальные работы* включают монтаж систем водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, электромонтаж, монтаж технологического оборудования, возведение резервуаров и др. Эти работы специфичны, в том числе для каждого строительного объекта – своя номенклатура подобных работ, поэтому преимущественно специальные работы выполняют специализированные организации, которые будут являться субподрядчиками к основному исполнителю строительства.

*Вспомогательные работы* предназначены для обеспечения строительства материалами, полуфабрикатами, деталями.

В строительном производстве участвуют строительные рабочие.

В зависимости от вида выполняемых работ рабочих делят на ряд профессий: механики, монтажники, каменщики и др.

Рабочие разных профессий выполняют работы различной сложности, точности и физической трудности.

Организация труда рабочих в строительстве включает соответствующую расстановку людей в процессе производства, разделение труда, методы нормирования и стимулирования труда, организацию рабочих мест, их обслуживание и необходимые условия труда.

Способы организации труда в сельском строительстве различаются в зависимости от применяемых конструкций, методов работ, машин, установок и других средств производства.

Для выполнения различных операций в строительном процессе рабочих группируют в звенья и бригады.

*Состав звена* – основная производственная единица, выполняющая отдельные рабочие операции или простые строительные процессы.

*Звенья* (чаще всего) состоят из двух-трех рабочих одной профессии, но разной квалификации.

*Бригады* – это несколько звеньев, объединенных вместе, выполняющих один и тот же строительный процесс.

**Они бывают:**

*специализированные* – в состав их входят рабочие одной специальности, численностью до 25 человек (бригада плотников, бетонщиков и т. д.);

*комплексные* – объединяют рабочих разной профессии для выполнения определенного комплекса работ, части или целого сооружения, численностью примерно 50 человек.

Строительные процессы на объекте строительства (части объекта) выполняют в определенном порядке, с обеспечением ритмичности производства и наиболее рационального использования труда и технических средств. В связи с этим здания и сооружения при необходимости разделяют на отдельные участки (этаж, часть этажа, температурные блоки), захватки (комната, пролет и т. д.), деланки, примерно одинаковые по объему. На них в необходимой технологической последовательности выполняются все операции.

*Участок* – часть здания или сооружения, в пределах которой существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы работ, т. е. использовать одни и те же процессы.

Участки могут быть разбиты на захватки, т. е. участки, на которых имеется достаточный объем работ для выполнения строительного процесса бригадой в течение определенного времени (как правило, не менее одной смены). Число захваток должно быть достаточным, чтобы бригады разных профессий могли выполнять строительные процессы одновременно, перемещаясь после окончания работы с одной захватки на другую.

Для некоторых процессов захватка делится условно по высоте на ярусы. Необходимость такого расчленения возникает, когда по конструктивным особенностям объекта фронт работ открывается в процессе их выполнения.

Например, при бетонировании колонн путем спуска бетонной смеси сверху; при этом высота яруса не должна превышать 5 м во избежание расслоения бетонной смеси во время ее падения; при выполнении каменной кладки стен, которую невозможно сразу выполнить на высоту этажа и которая требует устройства подмостей.

*Деланка* – часть захватки, выделенная для работы одному звену рабочих.

Пространство, в котором находятся рабочие, участвующие в производстве, а также расположены и перемещаются машины, материалы и детали, необходимые для осуществления строительного процесса, называют рабочим местом. Техническое оснащение рабочего места, порядок расположения на нем материалов, деталей, инструментов, приспособлений, механизмов и порядок его обслуживания характеризуют организацию рабочего места.

Участок, отводимый для работы бригады или звена на определенный срок, называют фронтом работ. Фронт работ измеряется в единицах длины,

площади или объема. От его величины зависит численный состав бригады, занятой на выполнении строительного процесса.

## **1.2. Основы технического и тарифного нормирования**

1.2.1. Цели и задачи технического нормирования

1.2.2. Методы технического нормирования

1.2.3. Виды технических норм и их характеристика

### **1.2.1. Цели и задачи технического нормирования**

*Техническое нормирование* – система исследования и установления норм технически обоснованного расхода различных производственных ресурсов (рабочего времени, материалов, энергоносителей и т. д.).

На основании технических норм решаются вопросы производства, организации и планирования строительства, обеспечения требуемыми трудовыми, материальными ресурсами и денежными средствами. Технические нормы служат также основой для организации, учета и оплаты труда рабочих на строительстве.

Появление новой техники, возрастающая механизация, новые формы организации труда приводят к тому, что технические нормы устаревают и утрачивают прогрессивный характер, поэтому нормы периодически пересматривают.

*Цели технического нормирования:* обеспечение роста производительности труда на основе принятых методов труда; улучшение использования рабочего времени, рабочих и машин.

*Задачами технического нормирования являются:*

- установление необходимого количества рабочих и необходимой продолжительности их работы;
- установление и разработка обоснованных норм затрат труда на выполнение каких-либо процессов;
- изучение величины потерь рабочего времени и причин их возникновения;
- изучение полезных затрат на выполнение единицы объема работ либо единицы продукции;
- проектирование оптимальных режимов работы машин и правильной организации рабочего места исполнителя;
- анализ и проектирование производственных мощностей строительных подразделений.

### **1.2.2. Методы технического нормирования**

*Нормативные наблюдения* – это методы технического нормирования труда, применяемые для исследования строительного-монтажных процессов.

*Проведение технического нормирования состоит из:*

- изучения строительного-монтажного процесса;
- выбора его норм и объекта наблюдения;
- проведения хронометражных наблюдений;
- проектирования технически обоснованных норм;
- проверки запроектированных норм и нормативов в производственных условиях.

Изучение строительного-монтажного процесса осуществляется с помощью специальных организационных и нормативных наблюдений.

Организационные наблюдения проводятся для выявления передовых методов труда и изучения затрат и потерь рабочего времени.

Нормативные наблюдения проводятся с целью установления фактического расхода строительных материалов, необходимых на единицу объема работ или продукции. Основными методами наблюдения в строительстве являются: технический учет, фотоучет, хронометраж, фотография рабочего времени.

Технический учет проводится с целью определения уровня выполнения действующих технических норм.

При техническом учете затраты рабочего времени наблюдаемых рабочих подразделяют на: нормируемые, к которым относят время на выполнение оперативной и подготовительно-заключительной работы по заданию, время регламентированных перерывов и прочие. Точность учета времени при этом принимается равной 10 мин.

Фотоучет проводится для учета всех видов затрат рабочего времени: ручных, механизированных, циклических и непрерывных строительных процессов в течение определенного отрезка времени. Это основной метод нормативных наблюдений, осуществляемый при помощи обычных часов. Фотоучет подразделяется на индивидуальный и групповой, а по способу записи затрат рабочего времени – на цифровой, графический и смешанный.

*Индивидуальный фотоучет* применяют в тех случаях, когда в результате работы одного рабочего получается продукция (работа), поддающаяся индивидуальному учету. В тех случаях, когда продукция изучаемого процесса может быть получена лишь в результате согласованной или параллельной работы нескольких рабочих, применяют *групповой фотоучет*.

В качестве инструмента для замеров времени используют однострелочный секундомер или часы-секундомер (хронометр).

*Цифровой способ записи* рекомендуется в тех случаях, когда при исследовании требуется высокая точность замеров времени (5, 10 или 15 с), а также когда наблюдения проводятся за работой не более двух рабочих. Для записи времени применяют специальный бланк (форма Ц).

*Графический способ записи* времени применяют при одновременном наблюдении за одним-двумя рабочими с отдельным учетом времени и выполненной работы по каждому рабочему. Этот способ обеспечивает точность замеров времени в пределах 0,5–1,0 мин.

*Смешанный способ записи* включает элементы графического и цифрового способов. Применяется при групповом фотоучете, когда

наблюдение ведется за тремя и более рабочими. Точность записи времени – 0,5–1,0 мин.

Хронометраж проводится для определения продолжительности периодически повторяющихся элементов строительных процессов (отдельных циклов или элементов циклов); выявления и изучения передовых методов и приемов труда, причин невыполнения норм отдельными работниками; проверки установления норм выработки.

При хронометраже продолжительность элементов измеряют при помощи секундомера с точностью до 0,2 с.

Хронометраж бывает: *сплошной (непрерывный)* и *выборочный*.

Наблюдение способом *непрерывного хронометража* – выборочное исследование затрат времени. При этом виде хронометража в процессе наблюдения фиксируются все следующие друг за другом элементы исследуемого производственного процесса, однако наблюдение охватывает не всю смену, а некоторую ее часть (являющуюся ее выборкой). Непрерывный хронометраж отличается от наблюдения способом цифрового фотоучета только точностью записи времени. Наблюдения записывают на бланках формы Ц. Техника ведения записи наблюдения на этих бланках полностью совпадает с применяемой при цифровом фотоучете.

Применение непрерывного хронометража обеспечивает большую точность замеров времени, чем при выборочном хронометраже. Запись замеров времени производится непрерывно в технологической последовательности элементов наблюдения при помощи двухстрелочного секундомера. В наблюдательном листе (бланке) наблюдатель фиксирует время окончания каждого элемента по текущему времени. Текущее время на бланке записывают в минутах и секундах нарастающим итогом по счетчику секундомера. Обработка результатов наблюдений производится по той же схеме, что и при выборочном хронометраже.

*Выборочный хронометраж* – наиболее распространенный способ, применяемый для нормирования циклических работ с часто повторяющимися элементами. При данном способе время замеров записывается в технологической последовательности элементов наблюдения с пропуском одного-двух элементов (обычно хронометражист не успевает произвести замер последующего элемента, поэтому вносит его время при наблюдении очередного цикла).

*Фотография рабочего дня* – способ изучения всех элементов затрат рабочего времени непрерывным наблюдением.

При проведении фотографии рабочего дня продолжительность наблюдения обязательно должна быть не менее целой рабочей смены. Несоблюдение этого условия искажает результаты проведенного наблюдения.

Проведение наблюдений способом фотографии рабочего дня применяется для определения фактического режима рабочего дня рабочих и машин, уровня выполнения действующих производственных норм и причин их невыполнения, структуры затрат рабочего времени, необходимого

количества рабочих, которые должны быть заняты в нормируемом процессе; установления размера и причин потерь рабочего времени, величины нециклических нормативных добавок и изучения передового опыта организации труда на производстве.

Основные разновидности фотографии рабочего дня: индивидуальная, проводимая за работой одного рабочего (машины), и звеньевая (бригадная), проводимая за несколькими рабочими, связанными единым производственным процессом и выпуском конечной продукции.

Наблюдения способом фотографии рабочего дня производят в разрезе схем классификации затрат рабочего времени рабочего или машины. Для замеров времени применяют обыкновенные часы. Запись времени производится с точностью до 1 мин. Для анализа использования сменного фонда рабочего времени, а также для определения уровня выполнения норм применяют также метод моментных наблюдений.

Проведение наблюдений заключается в том, что наблюдатель путем обхода по заранее намеченному маршруту определяет, чем в данный момент занят каждый рабочий или как используется машина и записывает результат в наблюдательный лист условными обозначениями (при необходимости с краткими пометками в примечании).

Регистрация элементов затрат времени на каждом рабочем месте должна быть в памяти наблюдателя настолько краткой, чтобы охватить лишь один элемент затрат времени. Поэтому, окинув взглядом рабочее место, наблюдатель должен отойти в сторону и делать записи в наблюдательном листе, не обращая внимания на то, чем заняты рабочие или как используется машина во время записи. В противном случае элемент затрат времени может измениться, что исказит результаты наблюдения.

Метод моментных наблюдений не заменяет других способов проведения фотографий рабочего дня, однако при решении отдельных задач – при одновременном изучении использования рабочего времени у большой группы рабочих – он является наиболее эффективным. Особенно эффективно его применение при изучении состояния организации труда с целью разработки мероприятий по ее совершенствованию на научной основе.

Широкое применение метода моментных наблюдений на строящихся объектах позволяет организовать систематический контроль за использованием рабочего времени рабочих и времени использования машин, своевременно принимать меры по ликвидации потерь и повышению уровня организации труда.

### **1.2.2. Виды технических норм и их характеристика**

Для характеристики требуемых затрат труда на выполнение рабочих операций применяют приведенные ниже виды производственных технических норм.

*Норма времени ( $H_{сп}$ )* – нормативное количество времени, необходимое машине, звену из несколько совместно работающих человек или отдельному

исполнителю на выполнение единицы продукции соответствующего качества при принятой передовой организации труда. Норма времени выражается в часах на единицу измерения продукции (объема работ) – ч/ед. объема.

Норма численности ( $N_{ч}$ ) – количество работников определенного профиля и квалификации, необходимое для выполнения конкретных работ за определенный период в нормальных условиях. Норма затрат труда ( $N_{з.т}$ ) – количество труда, которое необходимо затратить на выполнение единицы объема (выполнение работы за 1 ч 1 рабочим).

$$N_{з.т} = N_{ч} \cdot N_{вр}, \text{ чел.-ч/ед. об.} \quad (1.1)$$

Норма выработки ( $N_{выр}$ ) – количество доброкачественной продукции, которую должен выпустить за единицу времени (час, смену и т. д.) при данных средствах труда рабочий (звено) в условиях правильной организации производства и труда.

Между нормой выработки и нормой затрат труда существует следующая зависимость:

$$N_{выр} = \frac{W_{ед}}{N_{з.т}}, \frac{\text{ед. об.}}{\text{чел. - ч}}, \quad (1.2)$$

где  $W_{ед}$  – единица объема, на которую приводится норма времени (100 м<sup>3</sup>, 1000 м<sup>2</sup>, 1 га и т. д.).

Норма производительности – объем работы (количество продукции), который должен быть выполнен с помощью машины или механизма в единицу времени (час, смену, месяц):

$$N_{пр} = \frac{W_{ед}}{N_{вр}}, \frac{\text{ед. об.}}{\text{ч}}. \quad (1.3)$$

Необходимое количество материально-технических ресурсов производится с помощью: норм расхода строительных материалов, норм технологических отходов и потерь и др.

Норма расхода строительных материалов показывает, какое количество того или иного материала должно быть затрачено в процессе выполнения рабочих операций в нормальных условиях.

Норма технологических отходов и потерь показывает, какое количество материала безвозмездно теряется по тем или иным причинам.

Норма обслуживания – количество объектов (машин, оборудования, рабочих мест и т. д.), которые работник (группа работников) определенной квалификации должен обслужить в течение единицы рабочего времени.

Норма времени обслуживания – это время, необходимое на обслуживание одного объекта. Между нормой обслуживания и нормой времени обслуживания также существует обратно пропорциональная зависимость.

Норма управляемости – величина, которая показывает численность работников определенного профессионально квалификационного состава, которой должен управлять один руководитель.

### **1.3. Технологическое проектирование**

1.3.1. Понятие о технологическом проектировании

1.3.2. Проектирование производства строительно-монтажных работ

1.3.3. Методы организации строительных процессов

#### **1.3.1. Понятие о технологическом проектировании**

Технологическое проектирование является частью проектной документации, разрабатываемой при строительстве объекта.

*Цель технологического проектирования* – разработка оптимальных технологических решений и организационных условий, обеспечивающих выпуск строительной продукции в намеченные сроки при минимальном расходе всех видов ресурсов.

Возведение любого здания или сооружения осуществляется по проектам организации строительства (ПОС) и проекту производства работ (ППР).

ПОС определяет основные способы возведения проектируемого комплекса и условия, при которых затраты различных видов ресурсов будут минимальными. ПОС является основной составной частью проекта или технорабочего проекта сооружения и определяет продолжительность строительства объекта, его стоимость, потребность в материалах и необходимом оборудовании. ПОС разрабатывается проектной организацией на весь период строительства.

ПОС должен включать весь комплекс сооружений на объекте. Если крупный объект предусмотрено возводить по частям или очередям, то наряду с разработкой ПОС на весь объект могут быть предусмотрены самостоятельные, более детально проработанные проекты организации строительства на отдельные очереди возведения комплекса.

Выполнение технологического проектирования процессов должно быть предусмотрено на всех стадиях создания проекта: технико-экономического обоснования (стадия проект); рабочей документации; производства работ.

Технологическое проектирование строительства включает в себя: проект производства работ (ППР); технологические карты на сложные строительные процессы; технологические схемы выполнения операций; карты трудовых процессов.

#### **1.3.2. Проектирование производства строительно-монтажных работ**

Проект производства работ (ППР) разрабатывают для здания в целом, отдельных циклов возведения здания, сложных строительных работ. Он определяет технологию выполнения различных видов работ и возведения

объекта в целом. Его разрабатывает подрядчик по рабочим чертежам, на этапе непосредственно предшествующем производству работ.

*Цель ППР* – выбор наиболее эффективных и безопасных способов выполнения отдельных видов работ с наименьшими затратами труда и энергоресурсов и наилучшим использованием машин.

*В состав ППР входят:*

- календарный план производства работ с увязкой работ отдельных исполнителей по срокам;
- строительный генеральный план – план, на который нанесены строящийся объект, бытовые помещения, склады, механизмы, дороги, временные и постоянные, сети водопровода, канализации и т. п.;
- графики ежедневной потребности в рабочих кадрах, механизмах, строительных материалах и конструкциях;
- технологические карты.

Технологические карты разрабатываются на отдельные и комплексные процессы. В них предусматривают применение технологических процессов, обеспечивающих требуемый уровень качества работ, совмещение строительных операций во времени и пространстве, соблюдение правил техники безопасности. В карте указывают принятые способы производства работ, разбивку на захватки, размещение механизмов и пути движения транспорта, последовательность и продолжительность процессов, трудовые и материальные ресурсы на процессы, включенные в карту.

Существуют следующие виды технологических карт: типовые, не привязанные к строящемуся объекту и местным условиям строительства; типовые, привязанные к возводимому зданию или сооружению, но не привязанные к местным условиям; рабочие, привязанные к местным условиям и строящемуся объекту.

*В состав технологической карты входят следующие разделы:*

- область применения – содержит наименование технологического процесса, конструктивного элемента или части здания (сооружения); условия и особенности производства работ (в том числе климатические), состав работ, режим труда, рекомендации по применению технологической карты;
- характеристики применяемых материалов и изделий – наименование и характеристики применяемых материалов, изделий, наименование и обозначение НТД, по которым они производятся, требования к транспортированию, складированию и хранению;
- организация и технология производства работ – требования к организации и технологии производства работ в последовательности их выполнения при подготовительных, основных, вспомогательных, заключительных работах;
- потребность в материально-технических ресурсах – данные о потребности в ресурсах, необходимых для выполнения технологического процесса (материалах, полуфабрикатах, конструкциях на предусмотренный объем работ, инструменте, инвентаре и приспособлениях);

- контроль качества и приемка работ – описание последовательности, методов и средств контроля при производстве и приемке СМР: перечень операций или процессов, подлежащих контролю; виды и способы контроля; используемые приборы и оборудование; указания по осуществлению контроля и оценке качества выполненных процессов. Раздел должен включать входной контроль поступающей продукции, операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций и приемочный контроль выполненных работ;
- техника безопасности (ТБ), охрана труда и окружающей среды – мероприятия и правила безопасного выполнения процессов, решения по охране труда и ТБ; экологические требования к производству работ (условия сохранения окружающей среды, ограничение уровня шума, вредных выбросов и др.);
- калькуляция и нормирование затрат труда – перечень рабочих процессов в технологической последовательности их выполнения (в том числе рабочие процессы, выполняемые при подготовительных, вспомогательных и заключительных работах), которые нормируются в соответствии с действующими нормами. При нормировании затрат труда должен быть указан примененный в технологической карте метод нормирования, приведены расчетные формулы;
- технико-экономические показатели – затраты труда рабочих; затраты времени работы машин; выработка на одного рабочего в смену в натуральных измерителях; затраты на механизацию и др.

Для несложных процессов вместо технологических карт можно применять технологические схемы с описанием последовательности и методов выполнения процесса. Их проектируют для рабочих в целях разъяснения оптимального выполнения отдельных операций.

### **1.3.3. Методы производства строительного-монтажных работ**

Строительство объектов во времени может осуществляться следующими методами: последовательным, параллельным и поточным.

*Последовательный метод* предусматривает возведение каждого следующего здания после окончания предыдущего. Общая продолжительность строительства равна времени строительства одного дома, умноженному на количество домов, для производства работ требуется относительно малое количество рабочих.

*Параллельный метод* предполагает одновременную постройку всех зданий. Общая продолжительность строительства всех зданий равна продолжительности возведения одного здания, но при этом в  $m$  раз ( $m$  – количество строящихся зданий) возрастает потребность в рабочих для одновременной работы.

*Поточный метод* сочетает достоинства параллельного и последовательного методов и исключает недостатки. При данном методе продолжительность строительства будет меньше, чем при последовательном,

но и интенсивность потребления ресурсов окажется меньше, чем при параллельном методе. Возведение здания разбивается на несколько циклов, имеющих одинаковую продолжительность работ, которые могут выполняться в разное время на каждом здании, что позволит последовательно осуществлять однородные процессы и параллельно разнородные.

## **2. ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ**

- 2.1. Инженерная подготовка строительной площадки к строительству, разбивка зданий и сооружений на местности
- 2.2. Отвод поверхностных и грунтовых вод
- 2.3. Организация водоотлива и искусственного понижения уровня грунтовых вод
- 2.4. Искусственное закрепление грунтов
- 2.5. Временное крепление откосов выемок

### **2.1. Инженерная подготовка строительной площадки к строительству, разбивка зданий и сооружений на местности**

Подготовительный период является одним из важных этапов строительства зданий и сооружений, в течение которого осуществляется подготовка строительного производства. Содержание подготовительного периода определяется проектом организации строительства и проектом производства работ.

Подготовка строительного производства должна обеспечивать планомерное развертывание строительно-монтажных работ и взаимоувязанную деятельность всех участников строительства объекта.

Подготовка к строительству каждого объекта должна предусматривать изучение инженерно-техническим персоналом проектной документации, детальное ознакомление с условиями строительства, разработку проектов производства работ, возведение зданий, сооружений и их частей, а также выполнение работ подготовительного периода с учетом природоохранных требований и требований по технике безопасности труда.

Состав подготовительных работ зависит от природно-климатических условий, особенностей строительной площадки, специфики возводимых зданий и сооружений, особенностей объекта (новое строительство, капитальный ремонт, расширение, реконструкция).

Работы по подготовке объекта к строительству бывают внеплощадочными и внутриплощадочными.

*Внеплощадочные подготовительные работы* включают: прокладку подъездных путей к объекту строительства, линий электропередач, телефонизации, сетей водоснабжения и т. п.

*Внутриплощадочные подготовительные работы* включают: изучение инженерно-геологических свойств грунтов на площадке, создание геодезической разбивочной основы, расчистку и планировку территории;

отвод поверхностных и грунтовых вод; при необходимости понижение уровня грунтовых вод; устройство въездов, линий связи, водопроводов и т. п.

*Инженерная подготовка территории.* Задачей инженерной подготовки территории является приведение ее в состояние, обеспечивающее производство строительных работ в наиболее благоприятных условиях. Состав процесса инженерной подготовки различен в зависимости от конкретных природных условий каждой территории.

В общем виде инженерная подготовка включает: расчистку территории, вертикальную планировку, отвод поверхностных вод, понижение уровня грунтовых вод, противооползневые мероприятия, защиту береговых линий от разрушения, создание сети геодезической разбивочной основы.

Ценные деревья и кустарники выкапывают и пересаживают на новое место или в охранную зону на территорию строительной площадки. Зеленые насаждения, не подлежащие вырубке или пересадке, обносят оградой, а стволы отдельно стоящих деревьев предохраняют от повреждений (защищают дощатыми деревянными коробами). Деревья диаметром до 25 см сносят тракторами или бульдозерами, а большего диаметра – сначала спиливают на высоте 0,2–0,3 м, а затем при помощи тракторов с навесным оборудованием выкорчевывают пни. Кустарник срезают с корнями бульдозерами или кусторезами. Крупные камни перемещают после предварительного дробления взрывом.

Устройство временных внеплощадочных и внутриплощадочных дорог допускается только при невозможности использования для нужд строительства постоянных существующих и запроектированных дорог. Обеспечение строительства водой, теплом, сжатым воздухом и электроэнергией, как правило, должно осуществляться от действующих систем, сетей и установок с использованием для строительства запроектированных постоянных инженерных сетей и сооружений.

Расчистка территории и подготовка их к застройке должна начинаться с предварительной разметки мест сбора и обвалования растительного грунта и его снятия, с защиты от повреждений или пересадки используемых в дальнейшем растений, а также с устройства временного отвода воды с поверхности строительной площадки.

Работы по расчистке и планировке территории также включают: расчистку площадки от ненужных деревьев, кустарника, корчевку пней; снос или разборку и перемещение имеющихся зданий и сооружений; отсоединение или перенос с площадки существующих инженерных сетей.

Здания, мешающие производству работ, разбирают или перемещают на заранее подготовленные фундаменты. Снос ненужных зданий, сооружений и их фундаментов или разборку выполняют путем их членения на части или обрушением.

Деревянные, неразборные каменные и бетонные строения сносят посредством разламывания и обрушения, разборные деревянные здания разбирают, отбирая здоровые и целые элементы для дальнейшего их использования.

Монолитные железобетонные строения разбирают по схеме сноса, обеспечивая устойчивость строения в целом.

Сборные железобетонные строения разбирают по схеме сноса, обратной схеме монтажа.

Снос каменных зданий и сооружений осуществляют обрушением гидравлическими молотами, отбойными молотками, экскаваторами с различным навесным оборудованием (шар- или клин-молотами). Обломки зданий сдвигают в сторону бульдозерами или загружают в транспортные средства. Вертикальные части строений для предотвращения разброса обломков по площади следует обрушивать внутрь разбираемого строения. В отдельных случаях разрушение строений осуществляют взрывным способом.

Подземные коммуникации, линии электропередач и связи из зоны строительства перемещают под наблюдением специалистов соответствующих организаций.

После расчистки территории осуществляют создание геодезической разбивочной основы. Она обеспечивает горизонтальный и вертикальный перенос проекта сооружений на местность. Геодезическая основа состоит из строительной сетки, главных продольных и поперечных осей зданий и сооружений и красных линий, определяющих размещение на местности главных зданий.

*Геодезическая разбивка включает в себя:*

- создание опорной геодезической сети, разбивку площадки на квадраты с закреплением вершин реперами, поверочное нивелирование территории;
- разбивку зданий и сооружений на местности, привязку зданий к опорной геодезической сети или к существующим соседним зданиям;
- устройство обноски вокруг здания, закрепление осей.

Опорная геодезическая основа предназначена для привязки продольных и поперечных осей здания на местности.

Исходными материалами для разбивки служат строительный генеральный план, рабочие чертежи сооружения и разбивочные чертежи.

Строительную сетку наносят на генеральный план сооружения и привязывают к государственной геодезической сети с закреплением горизонтального и вертикального положения ее углов постоянными знаками.

*Разбивку зданий и сооружений на местности* осуществляют с помощью геодезических инструментов и различных измерительных приспособлений.

До начала земляных работ определяют положение их на местности, составляют план строительной площадки в единичной системе координат в горизонтальном и высотном отношении.

Для переноса в натуру элементов земляных сооружений территорию строительной площадки разбивают на квадраты. Длину сторон квадратов в зависимости от размеров строительной площадки принимают: для основных осей сетки – 100, 200, 400 м; для дополнительных – 20, 30, 40 м. Верхний квадрат замеряют и производят нивелировку поверхности.

Разбивку котлованов или траншей под фундаменты зданий производят по рабочим разбивочным чертежам, где за оси координат принято

пересечение взаимно перпендикулярных осей зданий. На чертеже записывают координаты стен, колонн, а также наносят отметки дна траншей, котлованов. Чтобы избежать ошибок, расстояния на местности откладывают от точки, принятой за начало координат.

Все данные разбивочных чертежей переносят на обноску. Обноску устанавливают на таком расстоянии, чтобы ее нельзя было нарушить при разработке котлована. Верхнюю кромку досок обноски нивелируют в одной горизонтальной плоскости («условном нулевом горизонте»).

Для прохода и проезда в обноске делают разрыв шириной 3–4 м. На обноску переносят основные разбивочные оси и, начиная от них, размечают все основные оси здания. Все оси закрепляют на обноске гвоздями или пропилами и нумеруют. На металлической обноске разметку осей осуществляют краской. Размеры котлована по верху, а после его отрывки и по низу, а также другие характерные точки отмечают хорошо видимыми колышками или вехами. После возведения подземной части здания основные разбивочные оси переносят на его цоколь.

Для линейно протяженных сооружений (траншей) устраивают только поперечные обноски, располагаемые на прямых участках трассы через 50 м, на закругленных – через 20 м. Обноску также устраивают на всех пикетах и точках перелома профиля трассы.

*Разбивка трасс подземных коммуникаций* состоит в установлении временных реперов, связанных с постоянными реперами, и в обозначении на местности оси трассы вешками, устанавливаемыми через каждые 10 м на прямых участках, через 5 м – на кривых участках и в характерных точках. Точки закрепляют, забивая колышки на некотором расстоянии от оси трассы по одной из ее сторон. На эти колышки наносят порядковые номера расстояний до оси трассы, номера колодца, величину угла поворота, начало и конец кривой. На застроенной территории характерные точки закрепляют, нанося условные обозначения на стенах зданий, заборах, деревьях и других неподвижных предметах, центры углов, колодцев находят пересечением засечек постоянных предметов до этих центров, причем длину засечек вычисляют по плану и определяют на местности.

*Разбивка выемок и насыпей* состоит в обозначении на местности вехами и кольями оси сооружений, ширины выемки по верху и насыпи по низу, высоты насыпи, глубины выемки и откосов.

Растительный грунт срезают и перемещают бульдозерами или автогрейдерами в кавальеры для последующего его использования при благоустройстве территории. При работе с плодородным слоем следует предохранять его от смешивания с нижележащим слоем, от загрязнения, размыва и выветривания.

В подготовительный период также должны быть возведены постоянные здания и сооружения, используемые для нужд строительства, или приспособлены для этих целей существующие.

Площадку строительства оборудуют раздевалками-бытовками, помещениями производителей работ и другого технического персонала,

душевыми, санузлами, складами для хранения строительных материалов, инструмента, временными мастерскими, навесами и т. д.

## **2.2. Отвод поверхностных и грунтовых вод**

Отвод поверхностных и понижение уровня грунтовых вод выполняют для защиты строительных площадок и котлованов будущих сооружений от затопления их ливневыми и талыми водами.

Работы по отводу поверхностных и грунтовых вод включают: устройство нагорных и водоотводных канав, обвалование; устройство дренажа; планировку поверхности складских и монтажных площадок.

Канавы или лотки устраивают вдоль границ строительной площадки с нагорной стороны с продольным уклоном не менее 0,002, а их размеры и виды креплений принимают в зависимости от расхода ливневых или талых вод и предельных значений неразмывающих скоростей их течения.

Канаву устраивают на расстоянии не менее 5 м от постоянной выемки и 3 м – от временной. Стенки и дно канавы защищают дерном, камнями, фашинами. Воду из всех водоотводящих устройств, резервов и кавальеров отводят в пониженные места, удаленные от возводимых и существующих сооружений.

При сильном обводнении площадки грунтовыми водами с высоким уровнем горизонта используют дренажные системы открытого и закрытого типов.

*Открытый дренаж* применяют в грунтах с малым коэффициентом фильтрации при необходимости понижения уровня грунтовых вод (УГВ) на глубину 0,3–0,4 м. Дренаж устраивают в виде канав глубиной 0,5–0,7 м, на дно которых укладывают слой крупнозернистого песка, гравия или щебня толщиной 10–15 см.

*Закрытый дренаж* – это обычно траншеи глубокого заложения с устройством колодцев для ревизии системы и с уклоном в сторону сброса воды, заполняемые дренируемым материалом. Иногда на дно такой траншеи укладывают перфорированные в боковых поверхностях трубы. Поверх дренажную канаву закрывают местным грунтом.

Устройство дренажа необходимо выполнять до начала возведения зданий и сооружений.

## **2.3. Организация водоотлива и искусственного понижения уровня грунтовых вод**

Выемки (котлованы и траншеи) при небольшом притоке грунтовых вод разрабатывают с применением открытого водоотлива.

При значительном притоке грунтовых вод и большой толщине водонасыщенного слоя до начала производства работ УГВ искусственно понижают.

Работы по водопонижению зависят от принятого метода механизированной разработки котлованов и траншей. Соответственно устанавливают очередность работ как по монтажу водоотливных и водопонижительных установок, их эксплуатации, так и по разработке котлованов и траншей. При размещении котлована на берегу в пределах поймы реки разработку его начинают после монтажа водопонижительного оборудования, чтобы понижение УГВ опережало заглубление котлована на 1–1,5 м. Если котлован расположен непосредственно в русле реки, то до работ по водопонижению его ограждают со стороны воды специальными дамбами (перемычками). Работы по осушению при этом складываются из удаления воды из отгороженного котлована и последующей откачки воды, фильтрующей в котлован.

В процессе осушения котлована важно правильно выбрать скорость откачки воды, так как очень быстрое осушение может вызывать повреждение перемычек, откосов и дна котлована. В первые дни откачки интенсивность понижения уровня воды в котлованах из крупнозернистых и скальных грунтов не должна превышать 0,5–0,7 м/сут, из среднезернистых – 0,3–0,4 м/сут и в котлованах из мелкозернистых грунтов 0,15–0,2 м/сут. В дальнейшем откачку воды можно увеличить до 1–1,5 м/сут, но на последних 1,2–2 м глубины откачку воды следует замедлить.

В *открытом водоотливе* предусмотрена откачка притекающей воды непосредственно из котлована или траншей насосами. Он применим в устойчивых против фильтрационных деформаций грунтах (скальных, гравийных и т. п.). При открытом водоотливе грунтовая вода, просачиваясь через откосы и дно котлована, поступает в водосборные канавы и по ним в приемки (зумпфы), откуда ее откачивают насосами. Размеры приемков в плане принимают 1×1 или 1,5×1,5 м, а глубину – от 2 до 5 м в зависимости от требуемой глубины погружения водоприемного рукава насоса. Минимальные размеры приемка назначают из условия обеспечения непрерывной работы насоса в течение 10 мин. Приемки в устойчивых грунтах крепят деревянным срубом из бревен (без дна), а в оплывающих – шпунтовой стенкой и на дне его устраивают обратный фильтр. Примерно так же крепят траншеи в неустойчивых грунтах. Число приемков зависит от расчетного притока воды к котловану и производительности насосного оборудования.

Приток воды к котловану (или дебит) рассчитывают по формулам установившегося движения грунтовых вод. По полученным данным уточняют тип и марку насосов, их количество.

*Открытый водоотлив* – эффективный и простой способ осушения. Однако возможно разрыхление или разжижение грунтов в основании и унос части грунта фильтрующейся водой.

*Искусственное понижение УГВ* предполагает устройство системы дренажей, трубчатых колодцев, скважин, использование иглофильтров, расположенных в непосредственной близости от будущего котлована или

траншеи. При этом УГВ резко понижается, ранее насыщенный водой грунт и теперь обезвоженный разрабатывается как грунт естественной влажности.

Существуют следующие способы искусственного водопонижения: иглофильтровый, вакуумный и электроосмотический.

Способы искусственного водопонижения исключают просачивание воды через откосы и дно котлована, поэтому откосы выемок сохраняются в целостности, отсутствует вынос частиц грунта из-под фундаментов ближайших зданий.

Выбор способа водопонижения и типа применяемого оборудования зависит от глубины разработки котлована (траншеи), инженерногеологических и гидрогеологических условий площадки, сроков строительства, конструкции сооружения и ТЭП.

Искусственное водопонижение осуществляют, когда осушаемые породы имеют достаточную водопроницаемость, характеризующуюся коэффициентами фильтрации более 1–2 м/сут, применять его в грунтах с меньшим коэффициентом фильтрации нельзя из-за малых скоростей движения грунтовых вод. В этих случаях используют вакуумирование или способ электроосушения (электроосмос).

*Иглофильтровый способ* предусматривает использование для откачки воды из грунта часто расположенных скважин с трубчатыми водоприемниками малого диаметра – *иглофильтров*, соединенных общим всасывающим коллектором с общей (для группы иглофильтров) насосной станцией. Для искусственного понижения УГВ на глубину 4–5 м в песчаных грунтах применяют *легкие иглофильтровые установки (ЛИУ)*. Для осушения траншей шириной до 4,5 м используют однорядные иглофильтровые установки (рис. 2.1, а), при более широких траншеях – двухрядные (рис. 2.1, б).

Для осушения котлованов применяют замкнутые по контуру установки. При понижении УВ на глубину более 5 м применяют двух- и трехъярусные иглофильтровые установки (рис. 2.2).

В случае применения двухъярусных иглофильтровых установок вначале вводят в действие первый (верхний) ярус иглофильтров и под его защитой отрывают верхний уступ котлована, после монтируют второй (нижний) ярус иглофильтров и отрывают второй уступ котлована и т. д. После ввода в действие каждого последующего яруса иглофильтров предыдущие можно отключить и демонтировать.

Применение иглофильтров эффективно и для водопонижения в слабопроницаемых грунтах, при залегании под ними более водопроницаемого слоя. При этом иглофильтры заглубляют в нижний слой с обязательной их обсыпкой.

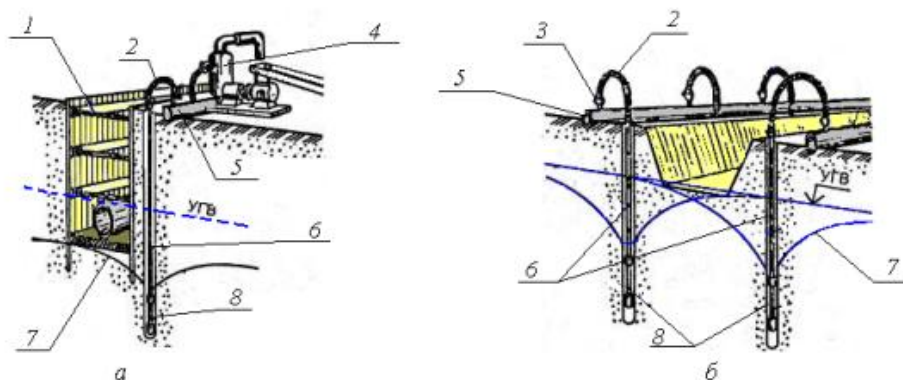


Рис. 2.1. Водопонижение легкими иглофильтровыми установками: а – однорядные иглофильтровые установки; б – двухрядные иглофильтровые установки;  
 1 – траншея с креплением; 2 – шланг; 3 – вентиль; 4 – насосный агрегат;  
 5 – всасывающий коллектор; 6 – иглофильтры; 7 – пониженный УГВ;  
 8 – водопрямное фильтровое звено иглофильтра

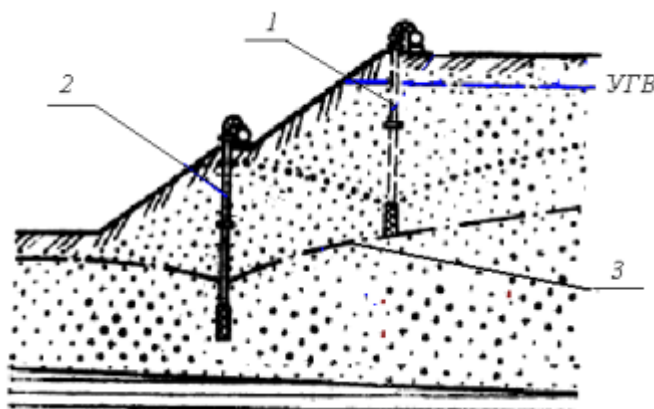


Рис. 2.2. Схема ярусного водопонижения иглофильтрами:  
 1, 2 – соответственно иглофильтры верхнего и нижнего яруса;  
 3 – конечное понижение депрессионной поверхности грунтовых вод

ЛИУ помимо иглофильтров включают также водосборный коллектор, объединяющий иглофильтры в одну водопонижительную систему, центробежные насосные агрегаты и отводящий трубопровод.

Для опускания иглофильтра в рабочее положение при сложных грунтах применяют пробуривание скважин, в которые опускают иглофильтры (при глубинах до 6–9 м).

В песках и супесчаных грунтах иглофильтры погружают гидравлическим способом, путем подмыва грунта под фрезерным наконечником водой с напором до 0,3 МПа. После погружения иглофильтра на рабочую глубину полое пространство вокруг трубы частично заполняется

просевшим грунтом, частично засыпается крупнозернистым песком или гравием.

Расстояния между иглофильтрами принимают в зависимости от схемы их расположения, глубины водопонижения, типа насосного агрегата и гидрогеологических условий, но обычно эти расстояния равны 0,75; 1,5, а иногда и 3 м.

*Вакуумный способ* водопонижения основан на использовании эжекторных водопонижительных установок (ЭИУ), которые откачивают воду из скважин с помощью водоструйных насосов-эжекторов. Эти установки используют для понижения УГВ в мелкозернистых грунтах с коэффициентом фильтрации 0,02–1 м/сут. Глубина понижения УГВ одним ярусом составляет от 8 до 20 м.

ЭИУ состоят из иглофильтров с эжекторными водоподъемниками, распределительного трубопровода (коллектора) и центробежных насосов. Эжекторные водоприемники, помещенные внутри иглофильтров, приводятся в действие струей рабочей воды, нагнетаемой в них насосом под давлением 0,6–1,0 МПа через коллектор.

Погружают эжекторные иглофильтры гидравлическим способом. Расстояние между иглофильтрами определяется расчетом, но в среднем оно равно 5–15 м. Выбор оборудования иглофильтровых установок, а также типа и числа насосных агрегатов производят в зависимости от величины ожидаемого притока грунтовых вод и требований ограничения длины коллектора, обслуживаемого одним насосом.

*Электроосмотическое водопонижение, или электроосушение*, основано на явлении электроосмоса. Его используют в слабопроницаемых грунтах, имеющих коэффициент фильтрации  $K_f$  менее 0,05 м/сут.

Вначале по периметру котлована (рис. 2.3) на расстоянии 1,5 м от его бровки и с шагом 0,75–1,5 м погружают иглофильтры-катоды, с внутренней стороны контура этих иглофильтров на расстоянии 0,8 м от них с таким же шагом, но в шахматном порядке, погружают стальные трубы (стержни-аноды), соединенные с положительным полюсом, иглофильтры и трубы погружают на 3 м ниже необходимого уровня водопонижения. При пропускании постоянного тока вода, заключенная в порах грунта, передвигается от анода к катоду, при этом коэффициент фильтрации грунта возрастает в 5–25 раз. Котлованы начинают разрабатывать обычно через трое суток после включения системы электроосушения, а в дальнейшем работы в котловане можно вести при включенной системе.

*Открытые (соединяющиеся с атмосферой) водопонижительные скважины* применяют при большой глубине понижения УГВ, а также 32 когда использование иглофильтров затруднительно из-за больших притоков, необходимости осушения больших площадей и стесненности территории. Для откачки воды из скважин применяют артезианские турбинные насосы типа АТН, а также глубинные насосы погружного типа.

Применение методов понижения УГВ зависит от мощности водоносного слоя, коэффициента фильтрации грунта, параметров земляного сооружения и строительной площадки, способа производства работ.

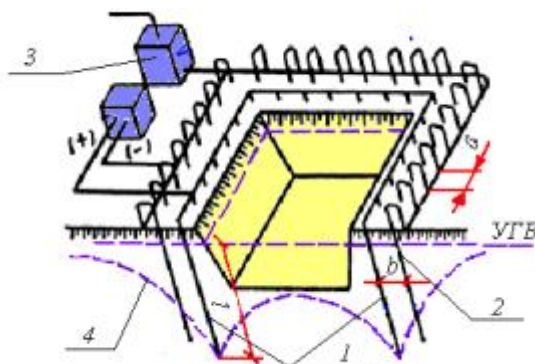


Рис. 2.3. Схема электроосушения грунтов:  
1 – трубы-аноды; 2 – иглофильтры-катоды;  
3 – насосный агрегат; 4 – пониженный УГВ

#### 2.4. Искусственное закрепление грунтов

Применяют в сложных геологических и гидрогеологических условиях, с целью создания вокруг разрабатываемых выемок постоянных водонепроницаемых завес или в случае повышения несущей способности грунтовых оснований.

Способы искусственного закрепления грунтов: цементация и битумизация, химический способ, термический, электрический, электрохимический, механический и др.

Цементация (битумизация) заключается в инъектировании цементного раствора (разогретых битумов). Применяют для пористых грунтов трещиноватых скальных пород с высоким коэффициентом фильтрации.

Химическим способом (силикатизацией) закрепляют песчаные и лессовидные грунты, нагнетая в них химические растворы.

Силикатизация может быть двух- и однорастворной. Двухрастворная заключается в последовательном нагнетании в грунт сначала водного раствора силиката натрия (жидкого стекла), а затем хлористого кальция. Применяется в хорошо дренирующих грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 м/сут. Прочность грунта после закрепления достигает 1,5–3 МПа.

Способ однорастворной силикатизации применяется для слабо дренирующих грунтов с Кф менее 0,3 м/сут. Прочность грунта получается 0,3–0,6 МПа.

Раствор нагнетают специальными трубами-инъекторами, погружаемыми отдельно или пакетами по 5 шт. Расстояние между инъекторами

принимается в зависимости от свойств раствора и типа грунта, уточняется экспериментально.

Термическое закрепление применяется для глинистых грунтов с достаточной воздухопроницаемостью. Заключается в обжиге лессовидных грунтов раскаленными газами, нагнетаемыми через скважины в их поры. Газы подаются в толщу грунта вместе с воздухом через жаропрочные трубы в пробуренных скважинах. Данный способ очень дорогой и имеет ограниченную область применения.

Электрическим способом закрепляют влажные глинистые грунты. Способ заключается в использовании эффекта электроосмоса, для чего через грунт пропускают постоянный электрический ток с напряженностью поля 0,5–1 В/см и плотностью 1–5 А/м<sup>2</sup>. При этом глина осушается, уплотняется и теряет способность к пучению.

*Механический способ укрепления грунтов имеет следующие разновидности:*

– устройство грунтовых подушек и грунтовых свай. Заключается в замене слабого грунта другим, более прочным, для чего слабый грунт удаляют, отсыпают прочный грунт с послойным трамбованием. При устройстве грунтовых свай в слабый грунт забивают сваю-лидер, после извлечения лидера в полученную скважину засыпают грунт с послойным уплотнением;

– вытрамбовывание котлованов и др. Осуществляют с помощью тяжелых трамбовок, подвешенных на стреле крана. Этот способ менее сложен, чем способ грунтовых подушек, поскольку не требует замены грунта основания.

Уплотнение котлованов значительных размеров может осуществляться гладкими или кулачковыми катками, трамбуемыми машинами, виброкатками и виброплитами.

Замораживание грунтов применяется при возведении фундаментов и других объектов. Для замораживания грунта в пробуренные через 1–3 м скважины диаметром 150–200 мм опускаются замораживающие колонки, по которым циркулирует охлаждающая жидкость (рассол) с температурой – 20...– 25 °С, подаваемая от холодильной установки.

Недостатки замораживания: временное сохранение эффекта замораживания лишь на период действия замораживающей установки, длительный процесс оттаивания, повышение влажности грунта за счет миграции воды из теплых слоев грунта к охлажденным, необходимость разрабатывать весьма прочный мерзлый грунт.

## **2.5. Временное крепление откосов выемок**

При возведении подземной части зданий и сооружений особые требования предъявляются к откосам и стенкам выемок. Необходимость их крепления, конструкции крепления зависят от гидрогеологических условий и конструкции подземной части возводимого сооружения.

Вертикальные стенки в грунтах естественной влажности при отсутствии грунтовых вод допускаются без крепления: при глубине выемок в песчаных и

крупнообломочных грунтах не более 1 м, в супесях – 1,25 м, в суглинках и глинах – 1,5 м, в особо плотных грунтах – 2 м.

При больших глубинах для предотвращения обвалов и оползней стенок выемок устраивают откосы, параметры которых определяются и регламентируются техническими нормативно-правовыми актами (ТНПА). Необходимость устройства откосов ведет к значительному увеличению габаритов земляного сооружения и соответственно объемов разработки грунта, повышению материальных и трудовых затрат.

Для уменьшения объемов земляных работ, а также в случаях, когда разработка выемок с откосами невозможна (особенно в городских условиях) из-за стесненности площадки или наличия грунтовых вод, устраивают выемки с вертикальными стенками.

Тип временного крепления и способ его устройства выбираются в зависимости от размеров выемки, свойств грунта, величины притока грунтовых вод и конкретных условий производства работ.

Конструкция любого крепления включает забирку, изготовленную из досок, брусьев или щитов, воспринимающих непосредственно давление грунта. Для удержания забирки в вертикальном положении служат прогоны, распорки и другие элементы. Различают крепление горизонтальное, когда доски или брусья забирки заводят горизонтально за стойки, и вертикальное, когда доски забирки устанавливают вертикально и крепят горизонтальными прогонами с распорками.

Временное крепление выполняется в виде деревянного или металлического шпунта, деревянных щитов с опорными стойками при подкосном креплении стенок.

*Шпунтовое* ограждение является наиболее надежным, но и самым дорогостоящим способом, применяемым при разработке выемок в водонасыщенных грунтах вблизи существующих зданий и сооружений. Шпунт забивают в грунт на глубину, превышающую глубину будущего котлована на 2–3 м, чем обеспечивают устойчивое и естественное состояние грунта за ее пределами.

*Распорное (рамное) крепление* – наиболее простое в исполнении – применяется при устройстве узких траншей глубиной 2–4 м в сухих или маловлажных грунтах (рис. 2.4, а). Оно состоит из вертикальных стоек, горизонтальных досок (щитов) и распорок, прижимающих доски (щиты) к стенкам траншеи. Последовательность установки распорного крепления: отрывают участок траншеи; опускают в нее две рамы и устанавливают их на дно через 2 м друг от друга; затем сверху в зазор между стойками рам заводят горизонтальные доски или щиты одновременно по обеим стенам, после чего раздвигают до упора распорные рамы.

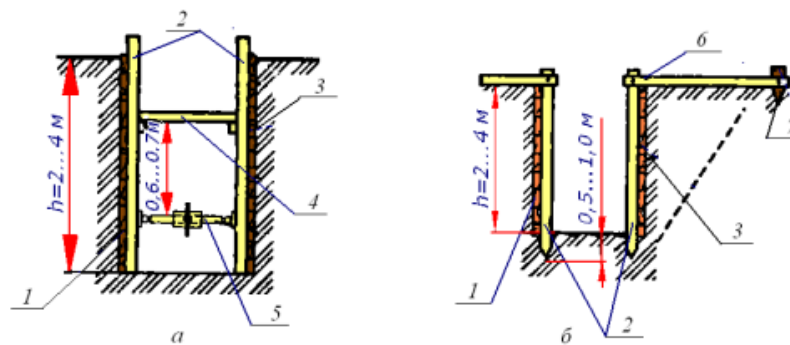


Рис. 2.4. Способы крепления стенок выемок: а – распорное с горизонтальными щитами и прозорами; б – анкерное; 1, 3 – соответственно щит забирки сплошной и с прозорами; 2 – стойка деревянная; 4 – распорка; 5 – трубчатая распорная рама; 6 – анкерная тяга; 7 – клин-анкер

Наиболее эффективны инвентарные трубчатые распорные рамы благодаря их малой массе, легкости монтажа и демонтажа.

Распорное крепление трудоемко и затрудняет производство работ в траншее, особенно при прокладке коммуникаций. Если позволяют условия, то применяют другие виды креплений.

*Анкерное крепление* (рис. 2.4, б) применяют для восприятия опрокидывающих моментов, возникающих от действия грунта на шпунтовые, свайные и другие ограждения выемок. Анкеры устраивают в одном или нескольких уровнях по высоте откоса под углом к горизонту до  $25^\circ$ .

Способ устройства: на уровне дна котлована или траншеи вдоль стенок забивают с шагом 1,5–2,0 м стойки на глубину 0,5–1,0 м ниже уровня дна котлована, которые на уровне верха котлована оттягивают анкерными тягами на расстояние, превышающее угол естественного откоса и прикрепляют тяги к наклонно забитому анкеру. За установленными стойками укладывают щиты или дощатую забирку. Анкерные тяги несколько заглубляют в грунт, чтобы они не мешали передвижению людей по бровке котлована.

*Подкосное крепление* (рис. 2.5) состоит из щитов или досок, прижатых к грунту стойками, раскрепленными подкосами с защемлением с помощью упоров. Вертикальные стойки приобретают устойчивость за счет наклонных подкосов и горизонтальных распорок, при этом получившийся треугольник устойчив от скольжения благодаря забиваемым наклонным анкерам в угле соединения распорок и подкоса. Дощатые щиты устанавливают между стенками котлована и стойками, свободное расстояние между ними засыпают землей.

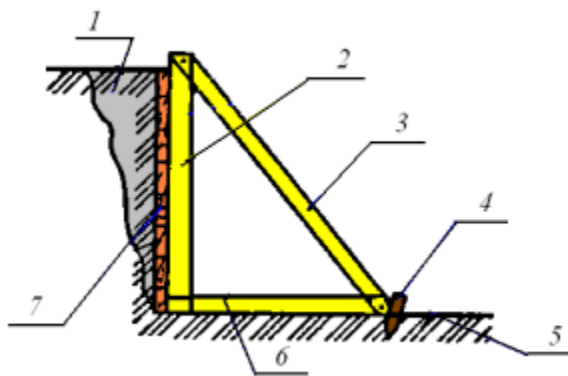


Рис. 2.5. Подкосное крепление стенок выемок: 1 – полость, засыпаемая землей; 2 – стойка; 3 – подкос; 4 – клин-анкер; 5 – дно котлована; 6 – распорка; 7 – щит забирки

Подкосное крепление применяют при отрывке широких котлованов с расположением внутри котлована, однако такое крепление используется ограниченно, так как подкосы и упоры, расположенные в котловане, усложняют производство основных работ. По мере выполнения или окончания работ временное крепление котлованов и траншей разбирают снизу вверх.

### 3. ТРАНСПОРТНЫЕ РАБОТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

#### 3.1. Классификация строительных грузов и видов транспорта.

Транспортирование строительных грузов

#### 3.2. Специальные виды транспорта

#### 3.1. Классификация строительных грузов и видов транспорта.

#### Транспортирование строительных грузов

При возведении любого здания или сооружения выполняют определенные транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, связанные с доставкой от мест изготовления на строительную площадку различных материалов, полуфабрикатов и изделий. Доставляемые для возведения сооружения элементы именуют строительными грузами.

В зависимости от физических и геометрических характеристик строительные грузы делят на 9 видов:

- сыпучие (песок, щебень, гравий, грунты);
- порошкообразные (цемент, известь, гипс, мел);
- тестообразные (бетонная смесь, раствор, известковое тесто);
- мелкоштучные (кирпич, блоки и т. п.);
- штучные (оконные и дверные блоки, плиты перекрытий и покрытий);
- длиномерные (фермы, лесоматериалы, колонны); жидкие (бензин, смазочные материалы);
- крупнообъемные (санитарнотехнические кабины, блок-комнаты и т. п.);
- тяжеловесные (железобетонные элементы значительной массы, строительные машины и т. п.).

Исходя из разнообразия строительных грузов, в строительстве нашли применение самые разнообразные средства их транспортирования, разработаны соответствующие средства их погрузки и разгрузки.

Транспортировку строительных грузов осуществляют вертикальным и горизонтальным транспортом.

*Вертикальный транспорт* предназначен для выполнения погрузочных работ на заводах-поставщиках строительных конструкций, разгрузочных работ при приемке поступающих на строительную площадку материалов и изделий, при транспортировании грузов по вертикали с земли к месту производства работ.

*Горизонтальным транспортом* перевозят строительные грузы от места их получения до объектов строительства и непосредственно на самих объектах, если возводят не отдельные здания, а целый строительный комплекс.

Горизонтальный транспорт по отношению к строительной площадке подразделяют на внешний и объектный. Внешним транспортом строительные материалы, конструкции поступают на строительную площадку с заводов-поставщиков, карьеров, складов к строящимся объектам. Объектным транспортом перемещают строительные грузы в пределах строительной площадки.

В строительстве перевозку грузов осуществляют всеми видами современного транспорта. Выбор транспортных средств зависит от вида перевозимого груза; размеров и массы конструкций и деталей; способа транспортирования; габаритов пространственных элементов; дальности транспортирования; допустимой скорости транспортирования груза; способа разгрузки груза; вида дороги, уклонов, температуры наружного воздуха и перевозимого груза; условий транспортирования.

Транспортные средства бывают:

- циклического действия: а) рельсовый – железные дороги нормальной (широкой) или узкой колеи; б) безрельсовый – автомобильный и тракторный;
- непрерывного действия – гидравлический; конвейерный (с помощью транспортера) и подвесной.

Транспортные средства подбирают на основе их технико-эксплуатационных показателей (грузоподъемность, возможная скорость передвижения, производительность, требования к дорогам, покрытие, стоимость эксплуатации транспортных средств и дорог, простота и надежность в эксплуатации и возможность применения для перемещения других грузов); условий, в которых они будут применяться (рельеф стройплощадки, размеры сооружения в плане и взаимное высотное положение выемок и насыпей, объем земляных работ, сроки выполнения, рабочие параметры, наличие и состояние дорог и т. п.).

*Автомобильный транспорт* широко применяют для доставки строительных грузов на строительную площадку. В строительстве наиболее распространены автомобили грузоподъемностью до 12 т и прицепы к гусеничным тракторам вместимостью 9–12 м<sup>3</sup>. Это объясняется

возможностью широкого применения их для транспортировки различных материалов, большим диапазоном грузоподъемности, сравнительно простой конструкцией дорог.

*Тракторный транспорт* применяют для доставки грузов на незначительные расстояния и в случае бездорожья. Достоинства: высокая производительность, возможность применения на объектах с разными объемами работ, меньшая требовательность к дорогам и зависимость от погодных условий в сравнении с автомобильным транспортом, возможность применения на крутых подъемах (до 0,15).

Недостатки тракторного транспорта: небольшие скорости передвижения, ограниченное применение при большой дальности возки. Экономичная дальность возки, когда гусеничный тракторный транспорт может конкурировать с автомобильным, не превышает 600–800 м.

*Железнодорожный транспорт* является в основном внешним транспортом для перевозки на большие расстояния.

Железные дороги строительной площадки устраивают широкой колеи шириной 1520 мм, если железнодорожный транспорт предусмотрен в проекте строящегося предприятия; а также при большом объеме доставляемых им грузов на строительную площадку (более 1 млн. т в год). Узкоколейные дороги шириной 750 мм используют при перевозках грузов из карьеров на строительную площадку, если по каким-то причинам нельзя задействовать более эффективные виды транспорта – автомобили, троллейбусы, транспортеры большой протяженности.

Применение железнодорожного транспорта ограничено высокой стоимостью устройства железнодорожного полотна, а также условиями пути: максимальные уклоны – 0,03–0,05; радиусы закруглений для широкой колеи – 200–300 м, для узкой – 60–100 м.

### **3.2. Специальные виды транспорта**

Специализированные транспортные средства предназначены для перевозки определенных категорий грузов: бетонной смеси, раствора, порошкообразных строительных материалов, крупногабаритных железобетонных конструкций и др.

При бестарной перевозке порошкообразных материалов (цемента, извести, гипса и др.) применяют автоцементовозы, оборудованные устройствами для саморазгрузки.

Крупногабаритные железобетонные конструкции перевозят преимущественно автопоездами, состоящими из автомобильного тягача и специализированных прицепов и полуприцепов.

В зависимости от вида перевозимого строительного груза применяют полуприцепы: плитовозы, балковозы, панелевозы, фермовозы, сантехкабиновозы, блоковозы.

К специальным видам транспорта можно отнести транспортные средства технологического назначения, в которых совмещены процессы

транспортирования с технологической переработкой этого строительного груза:

– автобетоносмесители – в них одновременно выполняются процессы приготовления и транспортирования на строительную площадку бетонной смеси;

– автобетононасосы – совмещают транспортировку смеси на значительные расстояния и ее укладку;

– автобетоновозы – совмещают транспортировку смеси и ее перемешивание.

Из специальных видов (внутрипостроечного) транспорта применяют ленточные конвейеры, канатные дороги и трубопроводы.

Ленточные конвейеры наиболее широко применяют на заводах железобетонных изделий (ЖБИ) для транспортировки заполнителей, бетонной смеси, мелкоштучных материалов (кирпича и т. п.).

Подвесной канатный транспорт применяют для доставки строительных грузов в условиях сильно пересеченной местности и водных преград.

Трубопроводный транспорт используют для доставки некоторых строительных материалов: по трубам перемещают размытый водой грунт, бетонную смесь, раствор для штукатурных работ, цемент и т. п.

## **4. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА**

### **4.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

4.1.1. Виды земляных сооружений. Состав технологического процесса разработки грунта

4.1.2. Способы производства земляных работ и условия их применения

#### **4.1.1. Виды земляных сооружений.**

##### **Состав технологического процесса разработки грунта**

Земляные сооружения представляют собой результат разработки грунта механизированным или ручным способом.

Классификация земляных сооружений по отношению к поверхности грунта: выемки, насыпи, обратные засыпки, подземные выработки.

Земляные сооружения по своему назначению делятся на постоянные, которые предназначены для эксплуатации в течение длительного времени (спланированные площадки, земляное полотно дорог, плотины, дамбы и т. п.), и временные, устраиваемые для выполнения последующих строительномонтажных работ (траншеи, котлованы и т. п.).

Производство земляных работ на объекте связано с переработкой грунта, который разрабатывается, перемещается, укладывается, планируется, уплотняется, подвергается другим воздействиям (размыву водой, бурению и т. п.).

Процессы, осуществляемые в ходе переработки грунта, могут быть разделены на *три группы*:

- основные, в результате которых создаются земляные сооружения заданных размеров;
- подготовительные, осуществляемые до начала разработки грунта;
- вспомогательные, осуществляемые до или в процессе возведения земляных сооружений.

*К основным процессам относятся:*

- разработка и укладка грунта в выемках;
- погрузка и его перемещение в пределах и за пределы строительной площадки; – послойное разравнивание и уплотнение грунта;
- рыхление мерзлых и трудно разрабатываемых грунтов;
- обратная засыпка пазух земляного сооружения.

Подготовительные и вспомогательные процессы: понижение УГВ; укрепление грунтов; разбивка земляных сооружений на местности; временное крепление стенок котлованов и траншей; срезка недоборов грунта; прокладка и содержание подъездных дорог; контроль качества работ и др.

#### **4.1.2. Способы производства земляных работ и условия их применения**

Земляные работы в зависимости от строительных свойств грунта осуществляют гидромеханическим, взрывным, комбинированным, механическим, ручным или другими специальными способами.

*Гидромеханический способ* состоит в разработке грунта напорной водяной струей гидромониторных установок или всасывании грунта со дна водоемов плавучими землесосными снарядами. Грунт разрабатывается, транспортируется и укладывается с помощью воды, которая на месте разработки превращается в гидросмесь, движущуюся по законам гидравлики, на месте укладки создаются условия для выпадения частиц грунта в осадок и сброса осветленной воды.

Используется гидромониторный способ при больших объемах работ, необходимости устройства насыпей с минимальной осадкой и при наличии достаточного количества воды и электроэнергии.

Технологический процесс состоит из разработки грунта в забое; перемешивания его с водой (переходит в полужидкую массу – пульпу); транспортирования этой пульпы; укладки (намывом) в сооружение или отвал.

Способы гидромеханической разработки грунта:

- гидромониторный – размыв сухого забоя мощной струей воды на мелкие составляющие с последующим транспортированием пульпы;
- землесосный – разработка, всасывание и транспортировка по трубам разжиженного грунта из-под воды (устройство каналов, намывка дамб, плотин и т. п.).

*Взрывной способ* основан на использовании силы взрывной волны различных взрывчатых веществ, заложенных в специально устроенные

шпуры, скважины или шурфы, и является одним из эффективных средств механизации трудоемких и тяжелых работ. Энергия взрыва используется для разработки грунта в выемках и отбрасывания его за пределы выемки.

*Механический способ* заключается в разработке грунта землеройными и землеройно-транспортными машинами. Он является основным, так как им в строительстве выполняется 80–85 % земляных работ.

Применение землеройных и землеройно-транспортных машин для разработки грунтов определяется видом грунтов, их состоянием и размерами земляных сооружений.

*Комбинированный способ* представляет сочетание указанных выше способов (чаще всего механического способа с гидромеханическим или взрывным) и зависит от условий разработки.

Наличие различного вида строительных машин, механизмов и специального оборудования еще не обеспечивает полной ликвидации ручного труда, особенно при выполнении малых объемов земляных работ (зачистка и планировка траншей, приямков, отделка откосов, подготовка песчаных подушек под фундаменты, засыпка, разравнивание и уплотнение грунтов в стесненных условиях и т. п.).

## **4.2. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И УКЛАДКИ ГРУНТА МЕХАНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ**

4.2.1. Технология разработки грунтов экскаваторами с рабочим оборудованием «драглайн»

4.2.2. Технология разработки грунтов экскаваторами с рабочим оборудованием «обратная лопата»

4.2.3. Область и условия применения землеройно-транспортных машин в строительстве

4.2.4. Технология разработки грунтов бульдозерами. Способы разработки, схемы рабочих перемещений и их характеристика

4.2.5. Технология разработки грунтов скреперами. Способы разработки, схемы рабочих перемещений и их характеристика

4.2.6. Транспортировка грунта. Условия применения основных видов транспорта грунта

### **4.2.1. Технология разработки грунтов экскаваторами с рабочим оборудованием «драглайн»**

Драглайны используют для разработки грунтов, расположенных ниже уровня стояния экскаватора (рис. 4.1) для отрывки глубоких котлованов, широких траншей, возведения насыпей, разработки грунта из-под воды без предварительного их осушения, так как уровень грунтовых вод не оказывает влияния на работу экскаватора.

Драглайны предназначены в основном для разработки грунта с отсыпкой его непосредственно в отвал (этому способствует значительная длина стрелы). Использовать их для разработки грунта с погрузкой в транспортные средства нежелательно, так как гибкая подвеска ковша к стреле

усложняет точную установку ковша над кузовом, требует высокой квалификации машиниста и повышенной осторожности его, все это влияет на производительность драглайна.

Достоинства экскаваторов драглайн: радиус действия – до 10 м и глубина копания – до 12 м. Глубина копания у экскаватора практически неограниченна, конструкция машины позволяет располагать транспортные средства на дне котлована, т. е. УГВ не оказывает влияния на работу экскаватора. По сравнению с прямой и обратной лопатами драглайн имеет большие радиус действия и глубину копания, что позволяет разрабатывать большие по поперечному сечению выемки.

Характерные для драглайнов рабочие параметры (глубина резания  $H_{max}$ ; наибольший и наименьший радиусы резания на уровне стоянки экскаватора  $R_{max}$  и  $R_p$ ; радиус выгрузки  $R_e$ ; высота выгрузки  $H_e$  и радиус резания) показаны на рис. 4.1.

Радиус резания драглайнов зависит от длины и угла наклона стрелы. Радиус резания можно несколько увеличить за счет заброса ковша путем подтягивания и отпуска тягового каната.

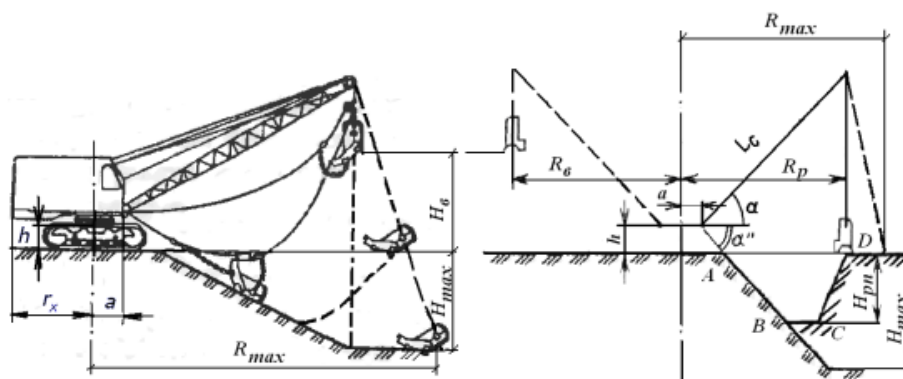


Рис. 4.1. Рабочее оборудование для земляных работ и рабочие параметры драглайнов: глубина резания  $H_{max}$ ; наибольший и наименьший радиусы резания на уровне стоянки экскаватора  $R_{max}$  и  $R_p$ ; радиус выгрузки  $R_e$ ; высота выгрузки  $H_e$

Глубина резания грунта драглайном зависит от длины стрелы, угла ее наклона, от положения экскаватора по отношению к выемке и вида разрабатываемого грунта.

При выемке грунта сбоку по ходу экскаватора наибольшая глубина резания  $H_{max}$  зависит от крутизны внутреннего и внешнего откосов забоя.

При передвижении экскаватора по оси выемки наибольшая глубина резания зависит от крутизны внутреннего откоса забоя.

Наибольшая высота выгрузки грунта  $H_e$  определяется расстоянием от уровня стояния экскаватора до самой нижней точки, предельно поднятого вверх свободно висящего ковша.

Способы разработки грунта драглайнами изложены ниже.

1. Продольную (торцевую) разработку (рис. 4.2, а) применяют для нешироких выемок, когда радиусом выгрузки экскаватора может быть перекрыто расстояние от оси выемки до внешней дальней бровки кавальера грунта.

При данном способе экскаватор размещают на оси выемки и по мере разработки грунта перемещают вперед по ходу на следующую стоянку. После окончания разработки грунта с первой стоянки  $O_1$  экскаватор передвигают в новое положение  $O_2$ , из которого должен быть захвачен весь оставшийся неразработанный грунт со стороны внутреннего откоса забоя. Наибольший возможный шаг экскаватора можно найти по формуле

$$\text{Ш} = R_p - a - (h + H) \cdot \text{ctg}\alpha^1, \quad (4.1)$$

где  $a$  и  $h$  – координаты пяты стрелы;  
 $H$  – глубина выемки, м;  
 $\alpha^1$  – угол внутреннего откоса забоя.

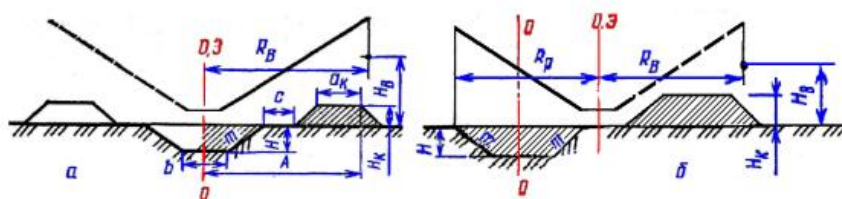


Рис. 4.2. Способы разработки грунта:  $a$  – продольный;  $b$  – поперечный

При продольной разработке шаг практически не может превышать половину длины стрелы экскаватора. Из условия наиболее быстрого и полного заполнения ковша грунтом рекомендуется шаг экскаватора принимать не более  $1/5$  длины стрелы.

Для ведения продольной разработки параметры экскаватора должны удовлетворять приведенным ниже условиям.

А. Радиус выгрузки драглайна  $R_g$  должен быть равен расстоянию от оси выемки до дальней бровки отвала или несколько больше него:

$$R_g \geq A, \quad (4.2)$$

$$A = b/2 + m \cdot H + c + m_k \cdot H_k + a_k, \text{ м}, \quad (4.3)$$

где  $b$  – ширина выемки, м;  
 $m$  – коэффициент заложения откоса выемки;  
 $H$  – глубина выемки, м;  
 $c$  – ширина бермы, м;  
 $m_k$  – коэффициент заложения откоса отвала;  
 $H_k$  – высота отвала, м;  
 $a_k$  – ширина отвала по верху, м.

Б. Глубина резания экскаватора  $H_p$  должна быть не меньше глубины выемки. Для разработки глубоких выемок глубина резания должна быть не меньше высоты одного яруса выемки:

$$H_p \geq H. \quad (4.4)$$

В. Высота выгрузки драглайна  $H_v$  должна быть равна высоте отвала или больше нее:

$$H_v \geq H_k. \quad (4.5)$$

При работе с погрузкой в транспортные средства высота выгрузки должна быть с запасом не менее 0,5 м над погрузочной высотой транспортных средств (над бортами кузова).

Г. Необходимо, чтобы ширина ковша  $b_k$  экскаватора была не больше ширины выемки по низу; желательно, чтобы соблюдалось условие

$$b \geq 1,5 b_k. \quad (4.6)$$

2. Поперечную (боковую) разработку применяют при условии, что вся ширина полосы выемки и кавальера грунта может быть перекрыта радиусом резания в сумме с радиусом выгрузки (рис. 4.2, б). Драглайн размещают обычно на берме между выемкой и отвалом. Ось экскаватора может проходить как в полосе выемки, так и в полосе отвала.

Размер полосы, в которой может быть размещен экскаватор, определяется его радиусом резания и радиусом выгрузки. Экскаватор необходимо так размещать в этой полосе, чтобы по откосу получилось как можно меньше недоборов и угол поворота был бы наименьшим.

Следующую стоянку экскаватора выбирают так, чтобы с нее был разработан весь грунт, оставшийся недобренным на предыдущей стоянке. Шаг экскаватора при поперечной разработке принимают не более 1/3 длины стрелы драглайна, иначе появляются значительные недоборы вдоль откоса выемки.

Среднее значение угла поворота экскаватора определяют между направлением на центр тяжести выемки и направлением на центр тяжести отсыпки грунта с одной стороны (угол  $\beta$ ).

Наиболее экономичной будет разработка грунта без дополнительных перекидок и передвижек, это достигается выбором такого экскаватора, рабочие параметры которого были бы увязаны с размерами сечения выемки.

Для ведения поперечной разработки параметры экскаватора должны удовлетворять следующим условиям:

$$H_p \geq H, \quad (4.7)$$

$$\underline{H_v} \geq \underline{H_k}. \quad (4.8)$$

Радиус резания  $R_p$  в сумме с радиусом выгрузки  $R_v$  должен быть равен расстоянию от оси выемки до дальней бровки кавальера в сумме с

произведением глубины выемки  $H$  на заложение внешнего откоса забоя  $m_0$  или больше него:

$$R_p + R_v \geq A_1, \quad (4.9)$$

$$A_1 = b/2 + m \cdot H + c + m_k \cdot H_k + a_k + m_0 \cdot H. \quad (4.10)$$

В величину  $A_1$  включено расстояние  $m_0H$  для того, чтобы по оси выемки не оставались недоборы.

При строительстве неглубоких каналов поперечной разработкой необходимо, чтобы длина ковша  $l_k$  была не больше ширины канала по дну:

$$b \geq 1,5 l_k. \quad (4.11)$$

При этом сечение канала разрабатывают за один проход с одной стороны. Иногда применяют уширенную продольную и уширенную поперечную разработки грунта со смещением экскаватора вправо, влево и одновременно вперед (по зигзагу).

При большой ширине выемок целесообразна поперечная разработка грунта на две стороны. Предельно большую ширину выемки можно получить при условии, что радиусом резания в сумме с радиусом выгрузки будет перекрыто расстояние от оси выемки до внешней бровки кавальера в сумме с горизонтальной проекцией внешнего откоса забоя.

3. Комбинированные способы разработки применяют при больших размерах выемок. Выполняют за несколько проходов экскаватора.

С погрузкой в транспортные средства грунт можно разрабатывать в выемках любой ширины. При малой ширине выемок и мокрых грунтах в забое транспортные средства размещают на одном уровне с экскаватором. В крупных выемках с сухими грунтами транспортные средства выгоднее размещать на дне забоя. При этом уменьшается высота подъема ковша с грунтом  $h$ , дальность перемещения грунта по горизонтали  $l$  и увеличивается производительность экскаваторов. Наибольшая ширина выемки драглайном может быть получена при разгрузке в транспортные средства.

#### **4.2.2. Технология разработки грунтов экскаваторами с рабочим оборудованием «обратная лопата»**

Экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата применяют главным образом для разработки грунта в нешироких каналах, в небольших котлованах, траншеях с крутыми откосами. Обратные лопаты черпают грунт ниже уровня своего стояния, что позволяет использовать их для разработки грунтов, залегающих ниже уровня грунтовых вод. Это свойство обратных лопат дает возможность применять их при устройстве и очистке осушительных каналов. Разрабатываемый обратной лопатой грунт отсыпают чаще всего в отвал. При необходимости грунт может быть погружен в

транспортные средства. Основные рабочие параметры экскаваторов обратная лопата показаны на рис. 4.3.

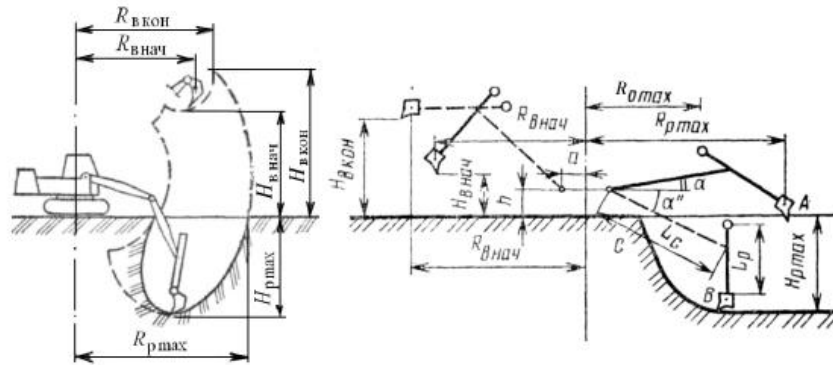


Рис. 4.3. Схема забоя и основные рабочие параметры обратных лопат: радиус резания  $R_p$ ; радиус резания  $R_{рmax}$  при наибольшей глубине резания; наибольшая глубина резания  $H_{рmax}$  от поверхности земли до дна забоя

Выгрузка грунта из ковша обратной лопаты с канатной подвеской происходит при поднятии вверх стрелы и одновременном повороте рукояти вперед. Так как крутизна наклона днища ковша увеличивается постепенно, то выгрузка грунта происходит не в одной точке, а на некотором отрезке прямой, лежащей в плоскости подъема рабочего органа.

В связи с этим в характеристиках обратных лопат даются два радиуса выгрузки: начальный и конечный. Так как одновременно происходит изменение и высоты подъема ковша, то высота выгрузки характеризуется также двумя значениями: начальным и конечным.

Существуют два способа разработки грунта: продольный и поперечный. При продольной разработке экскаватор перемещается по оси выемки и отсыпает грунт на две или одну сторону. Такой способ применяют для разработки траншей нешироких каналов и котлованов.

При разработке связных грунтов откосы временных траншей могут быть получены вплоть до вертикальных. Наименьшая возможная ширина выемки равна ширине ковша обратной лопаты. При продольной разработке сечений в связных грунтах откосы выемок приобретают ступенчатую форму. Наибольшая возможная ширина выемки при продольной разработке зависит от размещения отвалов грунта.

Для получения более ровной поверхности откосов и для устройства траншей с малой шириной по дну применяют специальные профильные ковши.

Поперечным способом разрабатываются выемки большой ширины, при котором обратная лопата размещается и передвигается сбоку от выемки, отсыпая грунт в односторонний отвал или в транспортные средства.

Грунт в котлованах большой ширины разрабатывают только с погрузкой в транспортные средства за несколько проходов.

### 4.2.3. Область и условия применения землеройно-транспортных машин в строительстве

В переводе с английского *bulldozer* – выравнивать грунт, *screper* – скрепсти. Бульдозеры и скреперы – землеройно-транспортные машины циклического действия.

Бульдозеры применяют для обратной засыпки, сооружения насыпей из грунтов боковых резервов, грубого планирования земляных поверхностей и подготовительных работ, зачистки дна котлованов после их разработки другими механизмами, рытья небольших и неглубоких котлованов и других работ. На их долю в строительстве приходится весьма значительные объемы работ. Это объясняется простотой их устройства, надежностью в работе, низкой стоимостью эксплуатации, возможностью применять в различных грунтовых условиях, хорошей маневренностью и проходимостью при гусеничном ходовом оборудовании базовых тягачей, высокой производительностью.

Бульдозеры используют для перемещения грунта из выемок в насыпь на расстояние до 100 м, при благоприятных условиях (попутных уклонах путей перемещения, легких грунтах) – до 200–300 м. Для уменьшения потерь отвалы могут оборудоваться открылками и козырьками.

Основные технические параметры – мощность базовой машины и масса. Технологические параметры – длина отвала бульдозера.

По трудности разработки грунтов для бульдозера их подразделяют на три группы. Грунты третьей группы предварительно рыхлятся рыхлителями.

Скреперы используют для перемещения грунта на расстояние от 100 до 5000 м, для разработки и укладки грунта в земляные сооружения различных типов; снятия и перемещения растительного слоя; послойного разравнивания грунта; для вскрышных работ и работ, связанных с подготовкой оснований сооружений; для планировочных работ на строительных площадках. Их применяют для разработки талых грунтов I и II групп, грунтов с каменистыми включениями.

Наиболее часто используют скреперы с вместимостью ковша 3–15 м<sup>3</sup>. В мировой практике производства земляных работ используют скреперы вместимостью ковша до 60 м<sup>3</sup>. В мелиоративном строительстве наибольшее применение скреперы находят на строительстве широких каналов при глубине выемки до 4–5 м, а также на строительстве земляных плотин и других сооружений из насыпного грунта (участки каналов в насыпи, защитные дамбы и т. д.).

Грунты при разработке их скреперами разбиты на IV группы. Грунты IV группы предварительно необходимо рыхлить, также следует рыхлить высохшие и отвердевшие суглинистые грунты, глины.

При разработке супесей и суглинков ковши скреперов загружаются с «шапкой» и разгружаются полностью. Легкие песчаные грунты без валунов в скреперный ковш загружаются не полностью, а лишь на 60–70 %.

На липких и переувлажненных грунтах работа скреперов малопродуктивна вследствие прилипания грунта к днищу и стенкам ковшей. Не разрабатывают скреперами грунт ниже уровня грунтовых вод, влажные, связные грунты, грунты с содержанием крупных каменных включений, при наличии пней, крупных камней.

Скреперы подразделяются на прицепные (с объемом ковша 3 – 10 м<sup>3</sup>), полуприцепные (4,5 – 5 м<sup>3</sup>) и самоходные (8 – 25 м<sup>3</sup>). Прицепные и полуприцепные скреперы наиболее эффективны при транспортировке грунта на расстояние до 1000 м, а самоходные – на расстояние до 5000 м.

Рабочий орган скрепера – ковш с ножевым устройством, который осуществляет послойное резание грунта с одновременным набором его в ковш. Главным параметром скрепера является вместимость ковша, а основными технологическими параметрами – грузоподъемность, ширина и глубина резания, толщина отсыпаемого слоя.

#### **4.2.4. Технология разработки грунтов бульдозерами.**

##### **Способы разработки, схемы рабочих перемещений и их характеристика**

Цикл работы бульдозера состоит из следующих операций: резания и набора грунта; его перемещения; разгрузки одновременно с возвратом бульдозера к месту набора грунта (обычно задним ходом).

Резание грунта следует осуществлять на горизонтальных участках или спусках, так как при движении на подъем, значительная часть силы тяги тратится на передвижение самого бульдозера.

Разработку грунта бульдозерами можно производить продольным, поперечным и продольно-поперечным способами.

Продольный – такой способ, при котором все элементы цикла выполняются в направлении, параллельном оси возводимого сооружения.

Поперечный – такой способ, при котором все элементы цикла выполняются в направлении, перпендикулярном оси возводимого сооружения.

Продольно-поперечный – это способ, при котором резание грунта и набор его перед отвалом выполняются в направлении, параллельном оси сооружения, а транспортируется в направлении, перпендикулярном оси сооружения. Применяется для разравнивания отвалов грунта; засыпки траншей; разработке грунта в выемках с перемещением его в отвалы.

Выбор способа разработки зависит от параметров разрабатываемой полосы грунта, направления выполнения отдельных элементов.

Планировка площадок бульдозерами выполняется преимущественно траншейным и послойным способами (рис. 4.4). При *траншейном* способе выемку разбивают на ярусы глубиной 0,4– 0,5 м. Разработку каждого яруса ведут траншеями на ширину отвала бульдозера, разрабатывая за 2–3 проходки бульдозера по нему, оставляя между ними полосы нетронутого грунта шириной до 0,6 м, которые срезают в последнюю очередь. При

разработке выемок данным способом потери грунта при транспортировании минимальны.

При *последовательном способе* выемку разрабатывают слоями на толщину снимаемой стружки за один проход бульдозера последовательно по всей ширине выемки или отдельными его частями. Способ применим при небольших глубинах срезки и сложном очертании площадки работ, он прост и используется чаще, чем траншейный.

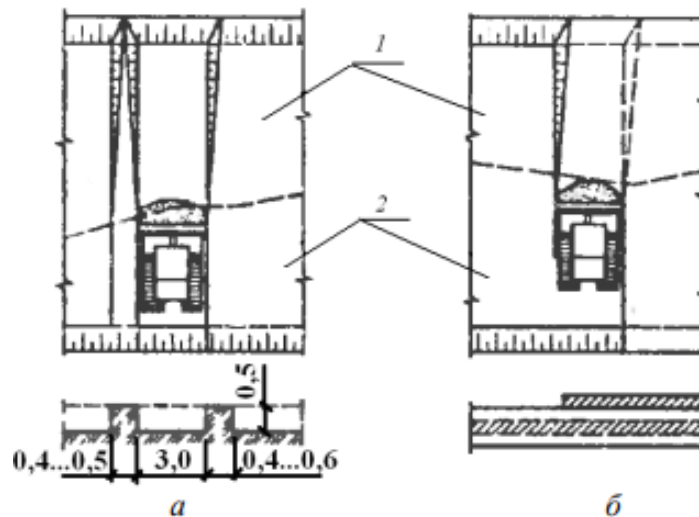


Рис. 4.4. Схемы резания и перемещения грунта бульдозером:  
а – траншейный; б – последовательный; 1 – насыпь; 2 – выемка

При перемещениях грунта на расстояние свыше 40 м применяют способ разработки с промежуточным валом, а также спаренную работу двух бульдозеров. Отсыпку грунта ведут последовательно, начиная с более удаленной точки от места забора. При дальности перемещения до 70 м бульдозер возвращается в забой для повторения цикла задним ходом без разворота машины.

Объем грунта ( $m^3$ ), который может быть набран перед отвалом бульдозера, определяется по формуле

$$q = f \cdot b_o \cdot \kappa_n = \frac{H_o^2 \cdot b_o \cdot \sin \beta}{2 \operatorname{tg} \varphi} \cdot \kappa_n, \quad (4.12)$$

$$f = 0,5 \cdot H_o \cdot \frac{H_o}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (4.13)$$

где  $f$  – площадь поперечного сечения грунта перед отвалом,  $m^2$ ;  
 $b_o$  – ширина отвала, м;  
 $\kappa_n$  – коэффициент заполнения емкости перед отвалом бульдозера в долях единицы от наибольшего возможного заполнения (примерно 0,6–0,8);  
 $H_o$  – высота отвала, м;

$\beta$  – угол захвата, град;

$\varphi$  – угол естественного откоса грунта (30–40°).

Длина пути набора грунта перед отвалом бульдозера (рис. 4.5) определяется по формуле

$$l_{\text{н}} = \frac{q \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_{\text{п}}}{\kappa_{\text{н}} \cdot h \cdot b_o \cdot \sin \beta}, \quad (4.14)$$

где  $q$  – объем грунта, перемещаемого отвалом бульдозера, м<sup>3</sup>;

$\kappa'_p$  – коэффициент приведения грунта к первоначальной плотности;

$\kappa_{\text{п}}$  – коэффициент потерь грунта в боковых валиках при резании (примерно 1,2);

$\kappa_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности толщины стружки,  $\kappa_{\text{н}} = 0,7$ ;

$b_o$  – ширина отвала бульдозера, м;

$h$  – глубина резания, м.

В благоприятных условиях длина пути набора грунта в среднем равна 6–10 м.

Резание грунта следует осуществлять на горизонтальных участках или спусках, так как при движении на подъем значительная часть силы тяги тратится на передвижение самого бульдозера.

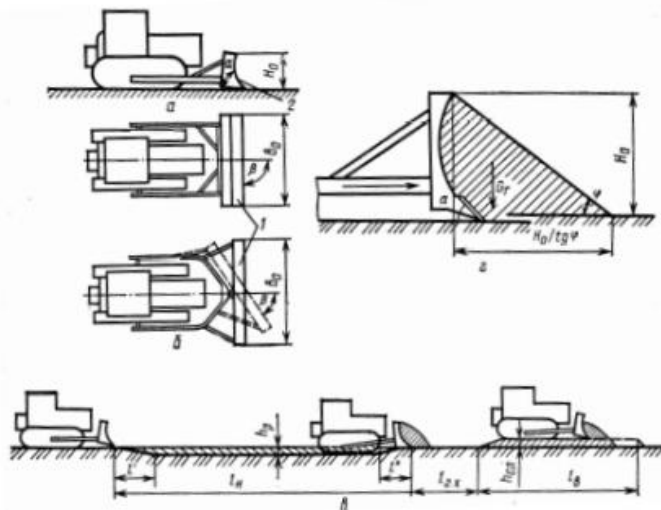


Рис. 4.5. Схемы работы бульдозеров: а – с неповоротным отвалом; б – с поворотным отвалом; в – схема набора, перемещения и отсыпки грунта; г – схема к определению объема грунта перед отвалом бульдозера

При резании грунта применяют прямоугольную, гребенчатую и клиновую схемы (рис. 4.6). Прямоугольная (рис. 4.6, а) применяется для срезки растительного грунта с трассы и разработки грунтов на подъемах. Гребенчатая (рис. 4.6, б) – для разработки грунтов I группы на спусках. Клиновая (рис. 4.6, с) – на горизонтальных участках и спусках, для разработки грунтов I и II групп.

На месте укладки грунт можно отсыпать бульдозером либо в виде отдельных валов – призм, либо послойно при укладке грунта в качественные насыпи.

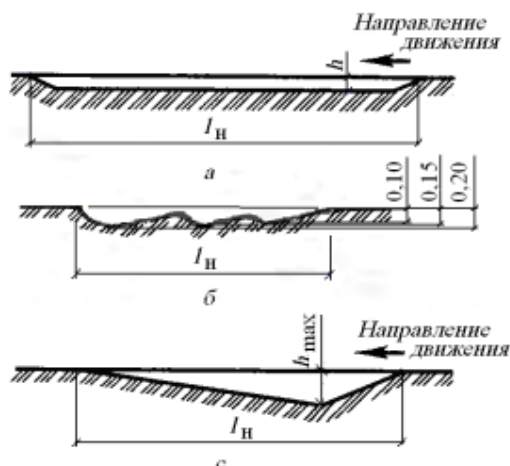


Рис. 4.6. Схемы резания грунта бульдозером:  
а – прямоугольная; б – гребенчатая; с – клиновья

В процессе производства работ бульдозерами часто необходимо перемещать грунт из выемки или по откосу насыпи вверх или выполнять планировку откосов. При этом требуется установить либо крутизну предельного откоса, либо объем грунта, который сможет перемещать бульдозер при заданной крутизне откоса. Обе задачи решают приравниванием действующих тяговых сопротивлений силе тяги трактора-тягача на крюке:

$$W_1 + W_3 \pm W_5 = F_{кр}, \quad (4.15)$$

где  $W_1$  – дополнительное тяговое сопротивление передвижению от веса рабочего оборудования бульдозера;

$W_3$  – сопротивление от перемещения призмы грунта перед отвалом;

$W_5$  – дополнительное сопротивление от составляющей силы тяжести трактора, оборудования бульдозера, грунта при работе бульдозера на негоризонтальных участках.

Предельная крутизна преодолеваемого бульдозером уклона пути.

$$i_{\max} = \frac{F_{кр} - W_1 - W_3}{G_T + G_6 + G_T} = \frac{F_{кр} - G_6 \cdot f_T - G_T \cdot (\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha)}{G_T + G_6 + G_T}. \quad (4.16)$$

Предельный объем грунта, который может быть перемещен бульдозером на подъеме при условии, что грунт на подъеме не режется, определяется по формуле

$$V_T = \frac{G_T}{\gamma_p} = \frac{1}{\gamma_p} \cdot \frac{F_{кр} - W_1 \pm W_5}{\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha \pm i} = \frac{1}{\gamma_p} \cdot \frac{F_{кр} - G_6 \cdot f_T \pm (G_T + G_6) \cdot i}{\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha \pm i}, \quad (4.17)$$

где  $F_{кр}$  – сила тяги на крюке при первой передаче трактора;  
 $G_b, G_m, G_z$  – вес соответственно бульдозера, трактора и перемещаемого грунта;  
 $f_r$  – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора;  
 $\mu, \mu_1$  – коэффициенты трения грунта по грунту (0,7–1,2) и грунта по металлу (0,4–0,6);  
 $i$  – преодолеваемый уклон пути;  
 $\alpha$  – угол наклона рабочей поверхности отвала к горизонту, примерно равный углу резания грунта;  
 $\gamma_p$  – плотность грунта в рыхлом состоянии перед отвалом.  
 Предельная крутизна откосов для работы бульдозеров ( $m$ ) обычно составляет не более чем 2,5.

#### 4.2.5. Технология разработки грунтов скреперами.

##### Способы разработки, схемы рабочих перемещений и их характеристика

Рабочий цикл скрепера состоит из порожнего хода, загрузки ковша, груженого хода и разгрузки.

При выборе скреперов необходимо учитывать: грунтовые условия; влажность грунтов (при наличии грунтовых вод (ГВ) скреперы применять нельзя); дальность перемещения грунта; уклоны пути по местности и выездов из выемки и на насыпь; размеры выемки и насыпи – скрепер должен иметь ширину режущей кромки не более ширины разрабатываемой выемки по дну и свободно перемещаться по ширине насыпи (с запасом не менее 0,5 м с каждой стороны); достаточность места для маневрирования скрепера в пределах выемки и на насыпи с учетом практического значения радиуса поворота; общий объем работ и объем работ, приходящийся на один скрепер.

Для небольших объемов земляных работ и для работ в стесненных условиях выгоднее применять скреперы с малой вместимостью ковша, для больших сосредоточенных объемов работ на одном объекте – скреперы с большой вместимостью ковша, при больших дальностях возки – самоходные скреперы.

Эффективность перемещения грунта скреперами в большой степени зависит от состояния путей и дорог. С ухудшением дорожных условий снижается эффективность использования самоходных скреперов, поэтому выгоднее применять менее требовательные к дорогам – прицепные к гусеничным тягачам.

Разработка грунта в выемке возможна продольным и поперечным способами.

При продольном способе грунт разрабатывают в направлении, параллельном оси сооружения, ширина сооружения меньше либо равна минимально возможному расстоянию, необходимому для выполнения первого элемента цикла:

$$B \leq L_{min}. \quad (4.18)$$

Минимальная длина прямолинейного участка пути для набора грунта должна быть не менее

$$L_{min} = L_n + L_{скр} + L_{тяг}, \quad (4.19)$$

где  $L_n$  – длина набора грунта в ковш скрепера;

$L_{скр}, L_{тяг}$  – длина соответственно скрепера и тягача.

Длина (м) пути набора грунта.

$$l_n = \frac{q \cdot k_n \cdot k_{п}}{k_n \cdot h \cdot b_n \cdot k_p}, \quad (4.20)$$

длина (м) пути выгрузки грунта

$$l_s = \frac{q \cdot k_n}{h_{сл} \cdot b_n}, \quad (4.21)$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$b_n$  – ширина полосы захвата грунта ножами скрепера, м;

$h$  – средняя толщина стружки грунта за время набора, м;

$h_{сл}$  – средняя толщина слоя отсыпки грунта в насыпь, м;

$k_n$  – коэффициент наполнения ковша грунтом;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта;

$k_{п}$  – коэффициент потерь грунта при наборе,  $k_{п} = 1, 2$ ;

$k_n$  – коэффициент неравномерности толщины стружки,  $k_n = 0, 7$ .

Поперечный способ применяют при ширине выемки, достаточной для набора грунта. Скрепер снимает ковшом стружку грунта толщиной 0,12–0,35 (0,40) м. Набор грунта производят при прямолинейном движении скрепера или движении под уклон. При разработке плотных грунтов для увеличения толщины стружки, полного и быстрого набора грунта применяют тракторы-толкачи, число их зависит от типа скрепера, вместимости ковша и дальности транспортировки (1 толкач на 2– 6 скреперов).

Способы набора грунта скреперами (в зависимости от его вида):

а) *тонкой прямой* стружкой постоянной толщины, применяют на связных грунтах при работе под уклон;

б) *клиновой* стружкой переменной толщины – при разработке связных грунтов на горизонтальных участках;

в) *гребенчатой* стружкой с переменным заглублением и выглублением ковша – при разработке сухих суглинистых и глинистых грунтов на горизонтальных участках;

г) *клевковой* стружкой (разновидность гребенчатого способа) – при разработке сухих песчаных и супесчаных грунтов.

Схемы движения скреперов могут быть различными. В зависимости от взаимного расположения мест разработки и укладки грунта и от условий производства работ используют несколько рабочих схем: эллиптическую,

спиральную, восьмеркой, зигзагообразную, челночнопоперечную и челночно-продольную.

Эллиптическая схема (рис. 4.7, а) эффективна при разработке выемок глубиной 4–6 м и возведении насыпей высотой 4–6 м на линейнопротяженных участках длиной 50–100 м, когда не требуются съезды и выезды на площадку планировки. В общем случае схема используется при планировочных работах, при разработке неглубоких выемок и укладке грунта в резервы. За каждый цикл производится один набор грунта и одна разгрузка.

Восьмерка (рис. 4.7, б) – разновидность эллиптической схемы. Применяется при большом объеме работ, возведении насыпей высотой 4–6 м из боковых резервов, разработке протяженных выемок глубиной 4–6 м и планировке площадок. Схема эффективна на площадках со сложным рельефом, при наличии нескольких зон выемки грунта или насыпи и длине участков работ до 200 м. За каждый цикл машина дважды набирает и разгружает грунт, поэтому имеется возможность чередовать повороты при движении, за счет чего сокращается время цикла работы.

Спиральная (кольцевая) (рис. 4.7, в) – разновидность эллиптической схемы. Используется для возведения широких насыпей высотой 2–2,5 м из двухсторонних резервов, при разработке широких выемок глубиной до 2,5 м. Схему можно применять при устройстве насыпей шириной не менее длины пути разгрузки ковша. При этом основное движение скреперов производится перпендикулярно оси возводимого сооружения, что уменьшает дальность транспортировки грунта.

Зигзагообразная схема (рис. 4.7, г) используется для возведения протяженных насыпей (дорог, плотин) высотой 2,5–6 м из грунтов односторонних и двухсторонних резервов и разработки выемок глубиной 2,5–6 м. При этом длина участка работ может быть не менее 200 м. При такой схеме уменьшается число поворотов, сокращается продолжительность цикла.

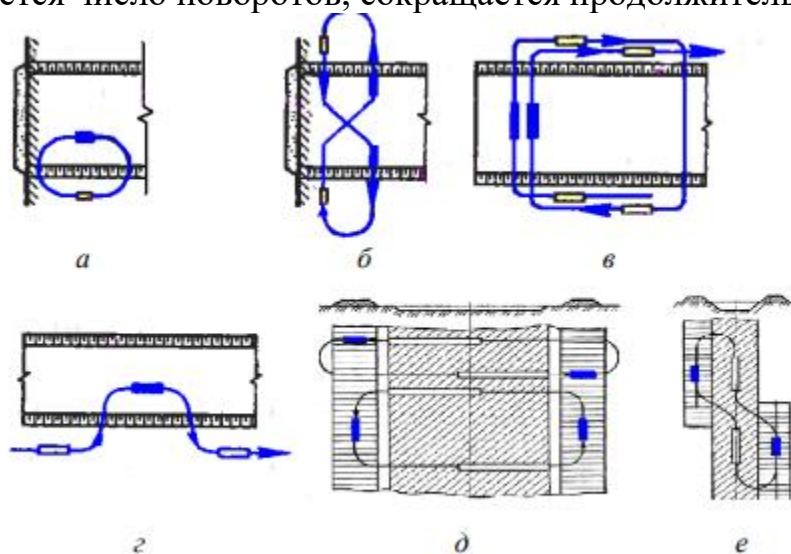


Рис. 4.7. Схемы движения скрепера: а – по эллипсу; б – по восьмерке; в – спиральная; г – зигзагообразная; д – челночно-поперечная; е – челночно-продольная

Челночно-поперечная схема (рис. 4.7, д) применяется при возведении насыпей из двухсторонних выемок, а также при разработке выемок на глубину до 1,5 м с перемещением грунта в двухсторонние отвалы. Набор грунта осуществляется перпендикулярно оси выемки при движении скрепера как в одну, так и в другую сторону. Схема сокращает число поворотов скрепера, длину пути груженого и порожнего хода.

Челночно-продольная схема движения скреперов (рис. 4.7, е) используется при возведении высоких насыпей (4–6 м) с откосами не более 45° с транспортировкой грунта из двухсторонних резервов или русла будущего канала. Схема позволяет сократить до минимума длину порожнего хода, произвести за один цикл две отсыпки и сократить число поворотов.

Набор грунта скреперами можно вести только на прямолинейных участках длиной, достаточной для размещения длины пути, набора и скреперного агрегата.

При разработке скреперами котлованов или карьеров грунта для насыпных плотин пути перемещения прокладывают из условия наименьшей дальности возки и с наиболее благоприятными уклонами.

Если полная высота подъема из выемки или на насыпь невелика, то скреперные агрегаты могут свободно преодолевать эти подъемы без специальных въездов.

Предельное значение высоты подъема для прицепных скреперов составляет 0,5–1,0 м. Следует избегать движения скреперных агрегатов по неуплотненным откосам свежесыпанных насыпей, на которых происходит зарывание в грунт гусениц и колес тягача и скрепера. Предельные уклоны участков путей для движения скреперов: подъемы – 0,12–0,15; спуски – 0,25–0,3; поперечные уклоны путей – 0,08–0,12.

С откосами выемки или насыпи выезды могут сопрягаться под прямым углом к бровкам или располагаться вдоль откоса.

Число выездов и частота их размещения влияют на объем дополнительных работ.

При строительстве протяжных объектов (каналов, дамб, дорог) въезды и съезды размещают на расстояниях, кратных длине набора.

#### **4.2.6. Транспортировка грунта.**

##### **Условия применения основных видов транспорта грунта**

Транспортные средства на строительстве применяют для всех видов работ.

Особенности выполнения работ в строительстве: большие массы грунта перемещаются на относительно небольшие расстояния, при этом работа транспортных средств тесно связана с конструкцией земляного сооружения, рельефом стройплощадки, рабочими параметрами землеройных машин.

Все землеройные машины и механизмы (кроме рыхлителей) в какой-то мере являются одновременно и транспортными, так как с их помощью можно переместить грунт на следующие расстояния:

- экскаваторами драглайн (общестроительными) до 20–25 м,
- бульдозерами до 25–100 м, – прицепными скреперами до 250–800 м,
- самоходными скреперами до 5000 м.

Когда необходимая дальность перемещения грунта превышает возможную для данной землеройной машины или использование ее для транспортировки грунта становится невыгодным, прибегают к специальным транспортным средствам.

Необходимость перемещения грунта транспортными средствами возникает при разработке выемок крупных котлованов и участков магистральных каналов в глубоких выемках; при доставке грунта в профильные насыпи и обратные засыпки.

Для перевозки грунта применяют автомобили-самосвалы с саморазгружающимися назад или в стороны кузовами.

Для улучшения использования экскаваторов во времени и уменьшения износа автомобилей от сбрасывания в кузов грунта рациональное соотношение между вместимостью ковша экскаватора и вместимостью кузова автосамосвала (по грузоподъемности) должно быть в пределах 1:6–1:8, при соотношении 1:3 производительность экскаватора уменьшается почти на 40 % из-за простоев при смене транспортных средств.

При дальностях перемещения грунта более 2–3 км выгоднее применять крупные автосамосвалы даже в сочетании с маломощными экскаваторами.

В качестве тракторных прицепов для перемещения грунта можно использовать скреперы, если разработка грунта на объекте непосредственно скреперами невозможна, а они имеются в распоряжении строительной организации. Для средних и мелких объектов мелиоративного строительства при перемещении грунта на расстояние до 500–600 м тракторный транспорт оправдал себя на практике.

Для транспортирования грунта применяют также транспорт непрерывного действия. В качестве транспорта непрерывного действия используют транспорт с плоской или лотковой лентой шириной от 300 до 2000 мм. Наиболее целесообразно использовать лотковую ленту, так как потери грунта меньше, чем при использовании транспорта с плоской лентой. Угол наклона ленты транспортера во избежание обратного ссыпания грунта не должен превышать 22–26°. Наибольший размер транспортируемых частиц не должен превышать 1/3 ширины ленты. Скорость движения ленты при транспортировке грунта может достигать 2–4 м/с.

Переносные и передвижные ленточные транспортеры используют при необходимости ручной погрузки грунта на транспортные средства или для подъема грунта на поверхность со дна небольших котлованов при ручных зачистках.

Эксплуатационная производительность ленточных транспортеров определяется по формуле

$$P = A \cdot B^2 \cdot v \cdot \kappa_n \cdot \kappa_{кр} \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_v, \quad (4.22)$$

где  $A$  – коэффициент, учитывающий форму поперечного сечения материала на ленте и зависящий от формы ленты транспортера: для плоских лент  $A = 150$ ; для лотковых  $A = 250$ ;  
 $B$  – ширина ленты транспортера, м;  
 $v$  – скорость движения ленты, м/с;  
 $\kappa_n$  – коэффициент наполнения ленты (0,5–1,0);  
 $\kappa_{кр}$  – коэффициент, учитывающий крупность частиц транспортируемого материала (0,75–1,0);  
 $\kappa'_p$  – коэффициент приведения грунта к первоначальной природной плотности;  
 $\kappa_v$  – коэффициент использования рабочего времени.

### **4.3. ТЕХНОЛОГИЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ НАСЫПНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

4.3.1. Факторы, влияющие на интенсивность уплотнения грунтов и их характеристика

4.3.2. Способы уплотнения грунта, их характеристика и условия применения

#### **4.3.1. Факторы, влияющие на интенсивность уплотнения грунтов и их характеристика**

Для создания устойчивых, надежных и прочных земляных сооружений укладываемый грунт необходимо уплотнять.

Укладку и уплотнение грунтов выполняют при планировочных работах, возведении различных насыпей, обратных засыпках траншей и пазух котлованов. Уплотняют грунт обычно послойно, по мере его поступления. С увеличением плотности грунта обычно возрастают его прочность, водонепроницаемость, сопротивляемость размыву, повышается статическая устойчивость земляного сооружения.

Степень уплотнения грунта оценивают по его плотности. На уплотняемость грунта влияют многие факторы: механический состав и связность, начальная плотность, влажность грунта, толщина укладываемого и уплотняемого слоев, способы уплотнения и параметры грунтоуплотняющих машин, количество работы, затраченной на уплотнения (т. е. число проходок уплотняющим механизмом по одному месту). Как правило, более интенсивно и легко уплотняются несвязные грунты (пески, супеси), между частицами которых нет цементационных связей, а более равномерное уплотнение можно получить при укладке грунта тонкими слоями.

Процесс уплотнения в значительной степени зависит от влажности грунта. Действие воды, обволакивающей поверхность частиц грунта, можно уподобить смазке, снижающей трение частиц грунта между собой при более плотной укладке их в результате приложения нагрузки. Однако по мере увеличения влажности плотность грунта будет возрастать (при одной и той же затраченной работе) до определенного предела, выше которого с

увеличением влажности плотность грунта уменьшается. Это объясняется несжимаемостью воды при заполнении ею всех свободных пор в рыхлом грунте.

Уплотнение грунта с наименьшими затратами энергии может быть достигнуто только при оптимальной влажности. Ее точное значение устанавливают по данным пробного уплотнения. Для эффективного использования уплотняющих машин сухие грунты доувлажняют по возможности в карьерах (за 2–3 месяца до начала разработки) или добавляют воду на месте укладки, переувлажненные – подсушивают при послойной укладке.

Необходимую плотность грунта обычно нельзя получить однократным приложением уплотняющей нагрузки. Как правило, при первых проходах катков или ударах трамбовок происходит интенсивное нарастание плотности, после 3–4 проходов интенсивность уплотнения резко падает, а после 10–12 практически прекращается. Нужное число повторных приложений нагрузок (проходов) можно установить только по пробному уплотнению грунта. Оптимальное число проходов грунтоуплотняющей машины определяется при прочих неизменных факторах (механический состав и связность, начальная плотность, влажность и т. д.) и составляет обычно 6–8.

#### **4.3.2. Способы уплотнения грунта, их характеристика и условия применения**

Процесс укладки грунта в профильные насыпи требует выполнения ряда строительных операций: подготовка основания под насыпь и под каждый укладываемый слой; насыпка-навал грунта; послойное разравнивание насыпанного грунта; доувлажнение и выдерживание грунта до равномерного распределения влаги; собственно уплотнение; срезка неуплотненных слоев грунта с откосов и перемещение его в тело основной насыпи (срезка бахромы).

Существуют следующие способы уплотнения грунтов: укатывание, трамбование и вибрация.

Способ укатки применяется для уплотнения связных и малосвязных грунтов (суглинков, супесей).

Трамбованием и вибрацией рекомендуется уплотнять несвязные грунты (песчаные, гравелистые, галечные). Уплотнение грунта трамбованием эффективно на любых грунтах, но оптимальных результатов достигает на грунтах с пониженной влажностью.

Для уплотнения грунтов используют различные машины: катки статического действия с гладкими, кулачковыми и вибровальцами, с пневматическими шинами; трамбуемые машины с вальцами, с падающим грузом, с трамбуемыми плитами, с виброплитами.

На выбор уплотняющих механизмов оказывают влияние степень требуемого уплотнения, свойства грунта, объемы выполняемых работ, сроки и темпы производства работ, погодные условия.

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, катками на пневмошинах, решетчатыми катками. Это обусловлено простотой и надежностью оборудования, высокой производительностью и сравнительно низкой

стоимостью. В построчных условиях используют также и машины динамического действия – катки с вибрационными механизмами.

Катки не могут быть использованы в стесненных условиях, труднодоступных местах, при большой крутизне уплотняемой поверхности (круче 1:5) и при необходимости уплотнять грунт на глубину более 0,4–0,5 м.

Основные показатели, характеризующие работу уплотняющих машин, следующие: толщина уплотняемого слоя; равномерность уплотнения по глубине слоя; необходимое число проходов по одному месту.

При выборе типа катка необходимо учитывать характер взаимодействия его рабочего органа с грунтом (рис. 4.8).

Катки с гладкими вальцами на пневматическом ходу применяют для уплотнения несвязных грунтов, толщина слоя уплотнения  $H_0 = 0,15$  м, число проходов катка по одному месту  $n = 4–10$ . Катки с гладкими вальцами неравномерно передают нагрузку на грунт и неравномерно уплотняют его в пределах толщи уплотняемого слоя  $H_0$ . Максимальные напряжения в грунте под гладким вальцом после каждого прохода увеличиваются в связи с уменьшением площади контакта вальца с грунтом.

Максимальное давление на грунт приближенно можно определить по следующей формуле:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{q_{\text{л}} \cdot (E_0/R)}, \quad (4.23)$$

где  $q_{\text{л}}$  – линейное давление (отнесенное к ширине катка), кН/см;

$R$  – радиус катка, см (рис. 4.8, а);

$E_0$  – модуль деформации грунта, МПа.

Кулачковые катки используют для уплотнения связных грунтов,  $H_0 = 0,25–0,4$  м,  $n = 4–14$ .

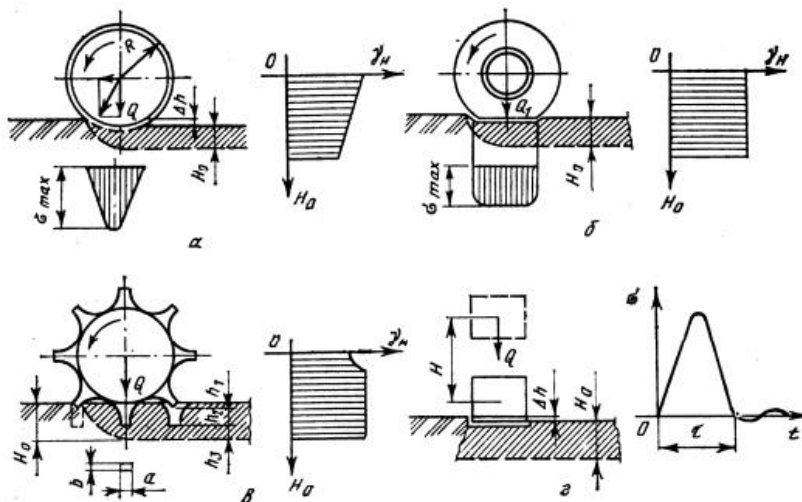


Рис. 4.8. Схемы взаимодействия органов грунтоуплотняющих машин с грунтом:

а – валец гладкого катка; б – пневмошинный каток;

в – кулачковый каток; г – трамбовка

В процессе уплотнения грунта кулачковым катком в слое уплотненного грунта можно выделить три зоны (рис. 4.8, в):

1)  $h_3$  – ниже опорной поверхности кулачка, в которой грунт подвергается интенсивному уплотнению вертикальной нагрузкой;

2)  $h_2$ , зона в которой грунт уплотняется за счет сдвига его в боковом направлении в результате внедрения в него кулачка;

3)  $h_1$ , в которой грунт разрыхляется при выглублении кулачка, и последующее уплотнение его может быть осуществлено только при уплотнении вышележащего слоя.

Применение кулачковых катков на несвязных грунтах неэффективно из-за плохой уплотняемости и податливости разрушению при вдавливании кулачка.

Наибольшее давление, передаваемое кулачковым катком на грунт,

$$\sigma_{\max} = \frac{Q}{0,5 \cdot m \cdot f}, \quad (4.24)$$

где  $Q$  – сила тяжести катка, кН;

$m$  – число рядов кулачков по ширине катка;

$f$  – опорная поверхность торца одного кулачка, см<sup>2</sup>.

Нагрузка на один кулачок должна быть разрушающей для данного грунта, но не такой, чтобы кулачок вдавливался в грунт на всю высоту; по мере увеличения числа проходов и уплотнения грунта погружение кулачка должно уменьшаться.

Пневмошинные катки уплотняют любые грунты,  $H_0 = 0,15–0,5$  м,  $n = 4–8$  для несвязных грунтов;  $n = 6–12$  для связных грунтов. При взаимодействии с грунтом пневмошинных катков деформируется не только грунт, но и сама шина, что приводит к относительно равномерному распределению напряжений в грунте.

В. П. Ковальчук предложил для определения давления на грунт пользоваться формулой

$$\sigma_{\max} = \frac{p}{1-\xi}, \quad (4.25)$$

где  $p$  – давление в шине, МПа;

$\xi$  – статический коэффициент жесткости покрышки.

Оптимальная толщина слоя уплотняемого грунта может быть вычислена по следующим формулам:

для гладких катков

$$H_0 = A \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{q_{\text{л}} \cdot R}; \quad (4.26)$$

для пневмошинных катков

$$H_0 = A \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{\frac{Q_1 \cdot p}{1-\xi}}; \quad (4.27)$$

для кулачковых катков

$$H_0 = 0,65 \cdot (L + 0,25 \cdot b - h_1), \quad (4.28)$$

где  $A$  – коэффициент, определенный экспериментальным путем и принимаемый для гладких катков на сыпучих грунтах равным 0,4, на связных грунтах – 0,3; для пневмошинных катков на любых грунтах – 0,2;

$\omega$  – влажность уплотняемого грунта, %;

$\omega_0$  – оптимальная влажность грунта, %;

$Q_1$  – сила тяжести, приходящаяся на одно колесо пневмошинного катка, кН;  $L$  – длина кулачка, см;

$b$  – толщина кулачка, см;

$h_1$  – толщина верхнего разрыхленного слоя после прохода кулачкового катка, см.

Оптимальная толщина слоя уплотняемого грунта зависит от вида катков, их параметров и влажности грунта.

Решетчатые катки используют для уплотнения связных комковатых грунтов, со смерзшимися комьями и гравелистых грунтов.

Схемы движения катков должны быть увязаны с размерами поперечного сечения возводимых насыпей. При небольшой ширине насыпей разворот катков на них невозможен и осуществляется за пределами насыпей. От края насыпи катки проходят не ближе 0,5 м, что приводит к образованию неуплотненной зоны по откосу («бахромь»). Неуплотненный грунт с откосов обычно срезают, направляя его в насыпи.

## **4.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ**

4.4.1. Особенности разработки грунтов в зимних условиях

4.4.2. Способы разработки грунтов в зимнее время, их характеристика и условия применения

### **4.4.1. Особенности разработки грунтов в зимних условиях**

Особенность разработки грунта в мерзлом состоянии заключается в следующем: при замерзании грунта механическая прочность его возрастает, а разработка затрудняется; увеличивается трудоемкость и стоимость разработки грунта; ограничивается применение некоторых механизмов – экскаваторов, бульдозеров, скреперов, грейдеров, в то же время выемки зимой можно выполнять без откосов. Иногда отпадает необходимость в шпунтовых ограждениях, практически всегда в водоотливе.

В зависимости от конкретных местных условий используют следующие методы разработки грунта в зимних условиях:

- предохранение грунта от промерзания с последующей разработкой обычными методами;
- оттаивание грунта с разработкой его в талом состоянии;
- разработка грунта в мерзлом состоянии с предварительным рыхлением;
- непосредственная разработка мерзлого грунта.

В зимнее время без предварительной подготовки может разрабатываться грунт, промерзший на глубину до: 0,1 м – скреперами и бульдозерами; 0,15 м – экскаваторами-драглайнами; 0,25 м – экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, с ковшами вместимостью 0,5– 0,65 м<sup>3</sup>; 0,4 м – то же, но более мощными экскаваторами. В остальных случаях грунт до разработки должен быть предварительно подготовлен.

*Предохранение от промерзания* заключается в предварительной обработке или утеплении грунта до замерзания теплоизоляционными материалами: листвой, торфом, опилками, шлаком и специальной пеной. Для этого грунт после отвода поверхностных вод можно разрыхлять или вспахивать с боронованием на глубину до 0,35 м, закрывать теплоизоляционными материалами, устраивать снегозадержание.

*Оттаивание грунта* может осуществляться сверху вниз, снизу вверх и по горизонтальному направлению – радиально от нагревателя (способ дорогой и трудоемкий).

Наиболее простой (но дорогостоящий) способ оттаивания грунта – огневой, при котором грунт оттаивает сверху вниз благодаря сжиганию на поверхности замерзшего грунта под колпаком твердого или жидкого топлива.

Также по направлению сверху вниз грунт можно отогреть горизонтальными электродами. Для создания токопроводящих условий поверхность грунта покрывают опилками, смоченными в солевом растворе. Затем отогретый грунт становится проводником тока, а опилки способствуют сохранению тепла.

Прогревание мерзлого грунта электротоком снизу вверх можно осуществить, если имеется возможность погрузить вертикальные электроды ниже уровня промерзания грунта.

Пример отогревания грунта в радиальном направлении: оттаивание паровыми иглами или электронагревателями. В первом случае пар, проходя между двумя трубами, отдает тепло грунту через наружную трубу; во втором – внутри трубы располагают нагревательный элемент, который нагревает поверхность трубы.

Рыхление грунта может осуществляться взрывным или механическим способом. Взрывной способ наиболее эффективен при глубине промерзания свыше 0,8 м. Для этого в грунте пробуривают отверстия – шпуры или нарезают щели, в которые закладываются заряды взрывчатого вещества. Рыхление обычно ведется с использованием шпуровых и щелевых зарядов и реже – скважинных (при  $h_{пр} > 2$  м), котловых и мелкокамерных зарядов. Разрабатываемую выемку делят на захватки: на первой разрыхленный грунт разрабатывают экскаватором; на второй, где грунт также разрыхлен, работы

согласно условиям безопасности не производят; на третьей ведут буровые и взрывные работы.

#### **4.4.2. Способы разработки грунтов в зимнее время, их характеристика и условия применения**

Разработка грунтов в зимнее время (без предварительного рыхления) может осуществляться блочным и механическим способами.

*Блочный способ* применяется для больших площадей и основан на нарушении монолитности мерзлого грунта за счет разрезки его баровой машиной при взаимно перпендикулярных проходках на блоки шириной 0,6–1,0 м (при глубине промерзания до 0,6 м достаточно сделать только продольные разрезы).

Баровые машины позволяют прорезать в мерзлом грунте щели глубиной 1,2–2,5 м. Расстояние между барами принимается в зависимости от грунта через 60–100 см. Разработку производят экскаваторами обратная лопата или глыбы грунта волоком перемещают с разрабатываемой площадки в отвал бульдозерами или тракторами.

При устройстве небольших котлованов и траншей, при работе в стесненных условиях с погрузкой грунта в автотранспорт или укладкой в отвал используют *мелкоблочный* метод разработки мерзлых грунтов. Для погрузки мерзлых блоков и разработки талого грунта применяют экскаваторы, оборудованные прямой лопатой с ковшем вместимостью 0,65 м<sup>3</sup> и более.

При глубине промерзания до 1,3 м траншеи и котлованы можно разрабатывать обратными лопатами с ковшем вместимостью 0,65 м<sup>3</sup> и выше при условии нарезания полос через 0,4–0,5 м баровой машиной. При ширине траншеи до 2 м достаточно сделать только продольные прорезы вдоль траншеи; при большей ширине выполняют и поперечные прорезы под углом 30°, нарезая при этом блоки в виде ромбов. При рытье котлованов полная площадь разрабатывается несколькими торцовыми проходками.

Для разработки небольших котлованов в мерзлых грунтах, а также вблизи зданий рекомендуется применять *крупноблочный* метод, при котором блоки массой 4–10 т отрываются и сдвигаются от талого основания бульдозерами, затем погружаются кранами в самосвалы. Подъем блоков можно производить через несколько смен после нарезания щелей, поскольку разрыв между блоками не смерзается.

Выемку разбивают на две хватки: на первой нарезают щели однобаровой машиной, на второй убирают краном блоки и подчищают бульдозером основание.

*Механический способ* основан на силовом (чаще в сочетании с ударным или вибрационным) воздействии на массив мерзлого грунта.

Для разработки грунта используются обычные землеройные и землеройно-транспортные машины и машины со специально разработанными для зимних условий рабочими органами.

*Разработка мерзлых грунтов машинами ударного действия.* При разработке котлована комплект машин может состоять из *рыхлителя* МНС-2 (машины непрерывного скола) и *гидравлического экскаватора*, оборудованного обратной лопатой с ковшом вместимостью 0,5 м<sup>3</sup>. Рабочие органы рыхлителя в виде двух клиньев при ударах по ним падающих грузов,двигающихся по направляющим, заглубляются в мерзлый грунт на глубину до 1,1 м, скалывая его. Ширина разрабатываемой полосы – от 1,5 до 3 м.

Имея задел разрыхленного грунта не менее чем на половину смены, включается в работу экскаватор, двигаясь вслед за машиной МНС-2 с постоянным интервалом, что исключает смерзание разрыхленного грунта.

Грунт можно рыхлить дизель-молотом с клином, закрепленным на экскаваторе, с последующей разработкой грунта экскаватором, оборудованным прямой или обратной лопатой.

При сравнительно небольших по объему котлованах и траншеях грунт рыхлят с помощью навесного оборудования одноковшовым экскаватором в виде молотов свободного падения (шар-молот, клинмолот). Производительность экскаватора, работающего с клин- или шар-молотом, не превышает 60 м<sup>3</sup> мерзлого грунта за смену. Недостатком рыхления грунтов этим способом является чрезмерный расход стальных канатов и повышенные нежелательные динамические нагрузки на узлы экскаватора.

Грунт также рыхлят гидромолотами, навешиваемыми в качестве сменного рабочего оборудования на гидравлические экскаваторы. Ими можно рыхлить не только мерзлые, но и скальные грунты, асфальтобетонные покрытия и т. п. Мерзлый грунт разрабатывается слоями толщиной 40–60 см при производительности от 5–6 до 20–25 м<sup>3</sup>/ч.

*Разработка мерзлых грунтов статическими рыхлителями.* Применяют сменное навесное оборудование ЭРМГ-1 и ЭРМГ-2 (экскаваторные рыхлители мерзлого грунта одностороннего и двухстороннего действия). Это *гидравлические механизмы захватно-клещевого типа* статического действия, которые позволяют совместить операции по рыхлению мерзлого грунта с обычной экскавацией.

Отсутствие ударно-динамических воздействий на грунт позволяет использовать гидравлические экскаваторы с навесным оборудованием в самых разнообразных условиях, практически охватывая всю номенклатуру земляных работ, специфичных для строительства в стесненных условиях, вблизи действующих подземных коммуникаций, наземных строений и предметов (деревья, столбы и т. п.).

Достоинством их являются высокая эффективность при разработке мерзлых грунтов, на выполнении специальных работ: разрушении монолитных бетонных сооружений и асфальтобетонных дорожных покрытий, снятии и укладке дорожных плит, разборке конструкций старых зданий при сносе, выполнении погрузочно-разгрузочных работ с длинномерными и другими грузами (бревна, трубы и т. д.) без применения дополнительных грузоподъемных средств.

*При обратной засыпке котлованов и траншей в зимнее время пазухи между стенками котлована и возведенными в нем фундаментами следует засыпать грунтом, содержащим мерзлых комьев не более 15 % 95 общего объема засыпки; засыпать пазухи внутри зданий мерзлым грунтом запрещается.*

При прокладке трубопроводов траншею на 0,5 м выше трубы засыпают талым грунтом. Верхнюю часть траншеи можно засыпать мерзлым грунтом, не содержащим комьев размерами более 5–10 см. Для засыпки траншей в пределах проездов с твердым покрытием применять мерзлый грунт нельзя.

## **5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ, ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ, СВАЙНЫХ, МОНТАЖНЫХ И КАМЕННЫХ РАБОТ**

### **5.1. ОПАЛУБЛИВАНИЕ И АРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ**

5.1.1. Назначение и устройство опалубки. Типы опалубки и условия применения

5.1.2. Армирование конструкций

#### **5.1.1. Назначение и устройство опалубки. Типы опалубки и условия применения**

*Опалубка* – временная вспомогательная конструкция, образующая форму изделия, служащая для придания требуемых формы, геометрических размеров и положения в пространстве возводимой конструкции путем укладки бетонной смеси в ограниченный опалубкой объемный элемент.

Опалубка состоит из:

- опалубочных щитов (форм), обеспечивающих форму, размеры и качество поверхности конструкции;
- крепежных устройств, необходимых для фиксации проектного и неизменяемого положения опалубочных щитов друг относительно друга в процессе производства работ;
- лесов (опорных и поддерживающих устройств), обеспечивающих проектное положение опалубочных щитов в пространстве.

Конструкции опалубки, поддерживающих ее лесов или стоек, крепежных и других устройств должны быть жесткими, прочными и устойчивыми, обеспечивать легкость установки и разборки, а также соответствовать классу точности и принятым для возведения данного сооружения способам армирования, укладки и уплотнения бетонной смеси.

Существующие типы опалубки перечислены ниже.

*Разборно-переставная опалубка* применяется при возведении массивов фундаментов, колонн, балок, прогонов, рам, плит, стен и т. д.

*Передвижная катучая опалубка* представляет собой опалубочную форму с механическим устройством для распалубки и складывания в транспортное положение. Опалубку устанавливают на щитах или тележках и

передвигают по рельсовому пути. Катучую опалубку применяют в основном для бетонирования линейных сооружений с относительно большой протяженностью и постоянным сечением.

*Объемно-переставная опалубка* представляет собой П-образный опалубочный блок, включающий опалубку стен и перекрытий. Ее применяют только при строительстве зданий с поперечными стенами и открытыми фасадами, необходимыми для извлечения опалубки.

*Скользкая опалубка* применяется для бетонирования высоких сооружений с компактным периметром и неизменяемой по высоте формой плана (трубы, ядра жесткости жилых зданий, силосные банки элеваторов и др.).

*Опалубка-облицовка* представляет собой тонкостенную форму, которая служит опалубкой при бетонировании конструкции, а затем ее облицовкой. В зависимости от назначения опалубку изготавливают из теплоизоляционных железобетонных и арматурных плит, асбестоцементных пластиковых листов и т. д. Так, например, пенополистирольные блоки или панели используют в качестве цементной опалубки при возведении ограждений жилых зданий.

Выбор типа опалубки и технологии опалубочных работ должны производиться в соответствии со следующими параметрами:

- типом бетонируемых конструкций (стена, колонна, перекрытие и т. п.);
- качеством (классу) поверхности бетона;
- темпами и сроками строительства.

При установке опалубки соблюдают следующие правила:

- место установки опалубочных форм и лесов должно быть очищено от мусора, снега и наледи;
- поверхность земли должна быть спланирована срезкой верхнего слоя грунта. Подсыпать для этого грунт не разрешается;
- при установке опалубки следует обращать особое внимание на вертикальность и горизонтальность элементов.

Отклонение смещения осей опалубки от проектного положения допускается: фундаментов – 15 мм; стен колонн – 8 мм; балок, прогонов, арок – 10 мм.

### **5.1.2. Армирование конструкций**

*Арматура* – стальные стержни, прокатные профили и проволока, расположенные в бетоне для совместной с ним работы.

Классификация арматуры:

- а) по материалу – стальная и неметаллическая (рубленое стекло, асбестовое волокно, стеклопластиковая);
- б) по способу изготовления – стержневая, канатная, проволочная;
- в) по профилю – круглая гладкая, периодического профиля;
- г) по принципу работы – ненапрягаемая, напрягаемая;
- д) по назначению – рабочая, распределительная, монтажная;

е) по способу установки – сварная, вязаная в виде отдельных стержней, сеток, каркасов.

Напряжение арматуры производится механическим или электротермическим способом обычно на заводах на упоры, на площадке на бетон. При монолитном бетонировании напрягаемая арматура применяется редко в виду сложности процесса напряжения арматуры.

Сборно-монолитные и монолитные ненапрягаемые конструкции армируют укрупненными монтажными элементами в виде сварных сеток, плоских и пространственных каркасов, которые изготавливают вне возводимого сооружения и затем устанавливают монтажными кранами. Иногда сложные конструкции армируют непосредственно в проектном положении из отдельных стержней с соединением их в законченный арматурный каркас сваркой или вязкой.

Арматурные работы включают в себя:

- централизованную заготовку арматурных элементов;
- транспортирование их на строительную площадку, сортировку и складирование;
- укрупнительную сборку арматурных элементов, изготовление арматурных изделий;
- установку в опалубку стержней, сеток, очищенных от ржавчины и загрязнений;
- соединение отдельных монтажных единиц в единую армоконструкцию;
- раскрепление армоконструкций, гарантирующее обеспечение надлежащего защитного слоя при бетонировании.

Для обеспечения проектной толщины защитного слоя бетона необходимо применять пластмассовые фиксаторы. Не допускается применение в качестве фиксаторов деревянных брусков, кусков бетона.

Отклонение расстояний между отдельно установленными рабочими стержнями допускается для:

- колонн и балок –  $\pm 10$  мм;
- плит и стен фундаментов –  $\pm 20$  мм;
- массивных конструкций –  $\pm 30$  мм.

## **5.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАБОТ**

5.2.1. Технология укладки бетонной смеси в блоки бетонирования

5.2.2. Технология специальных способов бетонирования, их характеристика и условия применения

5.2.3. Дефекты бетонной кладки, их причины и способы устранения

### **5.2.1. Технология укладки бетонной смеси в блоки бетонирования**

Укладка бетонной смеси включает процессы приемки, подачи смеси к месту укладки и распределения ее в бетонируемой конструкции.

Перед началом бетонирования определяют:

- способы подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси;
- состав бетонной смеси и показатели ее подвижности;
- толщину и направление укладываемых слоев;
- допустимую продолжительность перекрытия слоев;
- необходимую интенсивность подачи бетонной смеси с проверкой обеспеченности ее поставки бетонными заводами и транспортными средствами;
- потребность в механизмах и рабочих для подачи, распределения и уплотнения бетонной смеси, а также для производства необходимых подсобных работ в процессе бетонирования. Перед укладкой бетонной смеси следует проверить и принять:
  - все конструктивные элементы и работы, которые закрываются в процессе укладки бетонной смеси (подготовка оснований гидроизоляции, армирование, закладные детали и т. п.);
  - правильность установки и надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих ее конструкций;
  - готовность к работе всех средств механизации для укладки бетонной смеси.

Непосредственно перед укладкой бетонной смеси опалубку очищают от грязи и мусора, арматуру очищают от отслаивающейся ржавчины и налипших кусков раствора пескоструйным аппаратом и проволочными щетками.

Поверхность обрачиваемой деревянной, фанерной и металлической опалубки покрывают смазкой, которая не должна ухудшать прочностные качества железобетонных конструкций и оставлять следы на их поверхности, ухудшающие внешний вид. Поверхность бетонной, железобетонной и армоцементной опалубки облицовки смачивают во избежание потерь влаги в укладываемой бетонной смеси и ухудшения условий твердения и набора прочности в слоях, прилегающих к облицовке.

При подготовке бетонных оснований и рабочих швов горизонтальные и наклонные поверхности очищают от цементной пленки (примерно 3–4 мм). Удаляют цементную пленку в зависимости от прочности, которую приобрел бетон нижнего слоя. Наиболее целесообразно удалять цементную пленку сразу после окончания схватывания цемента (в жаркую погоду через 6–8 ч после окончания укладки, в прохладную – через 12–24 ч). Очистка бетонных поверхностей от цементной пленки должна производиться без их повреждения. Прочность бетона должна быть в пределах: при обработке водяной или водовоздушной струей – 0,3 МПа, механической металлической щеткой – 1,5 МПа, с помощью гидropескоструйной или механической фрезой – 5 МПа. Использование механизмов ударного действия и очистка поверхности водой не допускаются.

Перед укладкой бетонной смеси на естественное основание с него необходимо удалить растительные, торфяные и прочие слои органического происхождения, а сухой несвязный грунт увлажнить. Переборы (перекопы) грунта заполнить песком и уплотнить. При наличии ГВ отвести их за пределы основания и тампонировать участки бетонной пригрузкой.

Готовность основания под укладку бетоном оформляют актом.

При укладке бетонной смеси непрерывно наблюдают за состоянием опалубки, лесов, магистральных бетонопроводов и другой оснастки. При появлении деформаций или смещения отдельных элементов опалубки, лесов

и креплений следует немедленно их устанить и в случае необходимости прекратить работы на этом участке. Во время дождя бетонируемый участок защищают от попадания воды в бетонную смесь. Размытый бетон удаляют.

Метод подачи бетонной смеси в конструкцию для конкретных условий определяется проектом производства работ. Выбор варианта определяют по следующим показателям: количеству бетона, укладываемого в смену или сутки, затратам труда и стоимости укладки смеси.

Для укладки бетонных смесей в опалубку применяют бадьи (бункера), ленточные конвейеры, бетононасосы, пневмонагнетатели и другие механизмы.

В фундаменты и массивы бетонную смесь укладывают горизонтальными рядами слоем 30–50 см. Крупные бетонные массивы при укладке смеси разбивают вертикальными швами на более мелкие блоки, называемые конструктивными (строительными) блоками.

Деление сооружений выполняется на этапе проектирования. Строительные блоки соединяются между собой строительными швами, которые обеспечивают монолитность всего сооружения. Отличительная особенность строительных блоков: они бетонируются без перерыва, опалубливаются по всему периметру и на всю высоту. Деление конструктивного блока на строительные блоки осуществляется: по объему; по высоте; по площади в плане.

*По объему.* Если режим работы централизованного бетонного завода (ЦБЗ) непрерывный, то объем строительного блока может быть любым. Если же режим работы с перерывом (1–2 смены), то будет перерыв. В этом случае наибольший объем блока зависит от того, сколько выдаст ЦБЗ для данного строительного блока за день работы, т. е. максимальный объем строительного блока составит

$$V_{\text{стр}}^{\text{max}} = \Pi_{\text{цбз}} \cdot t_{\text{непр}}, \text{ м}^3, \quad (5.1)$$

где  $\Pi_{\text{цбз}}$  – производительность централизованного бетонного завода,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $t_{\text{непр}}$  – продолжительность работы ЦБЗ, ч.

Количество строительных блоков по объему

$$n_v = \frac{V_k}{V_{\text{стр}}^{\text{max}}}, \quad (5.2)$$

где  $V_k$  – объем конструктивного блока,  $\text{м}^3$ ;  
 $V_{\text{стр}}^{\text{max}}$  – максимальный объем строительного блока,  $\text{м}^3$ .

*По высоте.* Максимальная высота (из условия удобства работы с опалубкой и ненагружения нижних неокрепших слоев бетона) составляет 5–6 м. При высоте, превышающей 5–6 м, конструкция делится на ярусы. Количество ярусов определяется по формуле

$$n_n = \frac{H_k}{H_{\text{стр}}^{\text{max}}}, \quad (5.3)$$

где  $H_k$  – высота конструктивного блока, м;

$H_{стр}^{max}$  – максимальная высота строительного блока, м.

*По площади блока в плане.* Площадь строительного блока ограничивается условиями укладки каждого последующего слоя до начала схватывания смеси в ранее уложенном нижележащем слое. Этим достигается надежное омоноличивание между слоями.

Максимальную площадь ( $m^2$ ) строительного блока можно определить по формул

$$F_{max} = \frac{П_ч \cdot (t_{cx} - t_{тр} - t_{ук})}{h_{сл}} \cdot k_з, \quad (5.4)$$

где  $П_ч$  – часовая интенсивность укладки бетонной смеси,  $m^3 / ч$ ;

$t_{cx}$  – время от момента подачи воды при приготовлении бетонной смеси до начала ее схватывания;

$t_{тр}$  – время, затрачиваемое на доставку бетонной смеси от завода до места укладки, ч;

$t_{ук}$  – время, затрачиваемое на укладку бетона, ч;

$k_з$  – коэффициент запаса на случайные задержки в пути транспортных средств и при укладке бетона, 0,8;

$h_{сл}$  – толщина укладываемого слоя.

Если строительный блок имеет большую площадь, то блок укладывают в два приема.

Бетонную смесь укладывают тремя методами: с уплотнением, литьем и напорной укладкой. При каждом методе укладки должно быть соблюдено основное правило – новая порция бетонной смеси должна быть уложена до начала схватывания цемента в ранее уложенном слое. Этим исключается необходимость устройства рабочих швов бетонирования по высоте конструкции.

Как правило, укладку в небольшие в плане конструкции (балки, колонны, перегородки и др.) ведут сразу на всю высоту без перерыва для исключения устройства рабочих швов. В большие в плане конструкции бетонную смесь укладывают горизонтальными слоями, как правило, сразу по всей площади.

При наличии в форме арматурных стержней бетонная смесь должна обволакивать всю арматуру и равномерно без зазоров заполнять все свободное пространство между стенками формы и арматурой, не образуя каверн или раковин.

Все слои укладывают в одном направлении одинаковой толщины, а бетонирование ведут непрерывно. Продолжительность укладки слоя ограничивается временем начала схватывания цемента. Укладку последующего слоя производят только после соответствующего уплотнения предыдущего.

В вертикальные конструкции укладку бетонной смеси производят с соблюдением следующих требований: высокие колонны бетонируют участками высотой не более 5 м, а стены и перегородки – не более 3 м; колонны со сторонами сечения менее 0,4 м и стены или перегородки толщиной менее 0,15 м, а также колонны любого сечения с перекрещивающимися хомутами арматуры бетонируют без перерыва сбоку участками высотой не более 2 м с уплотнением бетонной смеси внутренними или наружными вибраторами.

Колонны высотой до 5 м и сечением не менее 40×40 см при отсутствии перекрещивающихся хомутов бетонируют сверху. При высоте более 5 м бетонирование начинают слоями от низа колонны (с открытой стороны короба опалубки) до тех пор, пока останется 5-метровая высота колонны. По мере укладки слоев бетонной смеси опалубку открытой боковой стороны короба постепенно наращивают; когда до верха колонны останется 5 м, устанавливают целиком на всю оставшуюся высоту короб колонны и продолжают бетонирование сверху. При этом до начала спуска бетонной смеси поверхность стыков уложенного бетона очищают и через установленный короб покрывают цементным раствором слоем 20 см, имеющим такую же прочность, как и укладываемый бетон.

Балки бетонируют послойно по всей длине. Бетон в балках уплотняют глубинными вибраторами. В балках высотой более 50 см бетон укладывают обычно в два слоя и вибрируют его в два приема. Балки бетонируют вместе с плитой. Для соблюдения запроектированной толщины плиты применяют маячные рейки, верхняя плоскость которых совпадает с отметкой верха плиты. Бетонную смесь, укладываемую в плиты перекрытия, уплотняют поверхностными вибраторами.

*Уплотнение бетонной смеси.* Бетонную смесь, укладываемую в монолитные конструкции, уплотняют с целью обеспечения хорошего заполнения бетонной смесью опалубочной формы и наилучшей укладки входящих в нее частиц. Хорошо уплотненный бетон имеет более высокую плотность (плотность повышается с 2,2 до 2,4–2,5 т/м<sup>3</sup>), прочность, морозостойкость, водонепроницаемость. Уплотнение бетонной смеси производят штыкованием, трамбованием, вибрированием и вакуумированием.

Основным способом уплотнения бетонных смесей является вибрирование, или виброуплотнение. Способ применяют для уплотнения смесей с осадкой конуса от 0 до 10 см. Суть данного способа уплотнения бетонной смеси заключается в воздействии на смесь вибрации.

В зависимости от вида конструкции применяют различные типы вибраторов. Для уплотнения горизонтальных конструкций (плиты перекрытия, полы, дороги) используют площадочные вибраторы (виброрейки), которые осуществляют уплотнение бетонной смеси с поверхности. Также вибратор может погружаться в бетонную смесь рабочим органом (корпусом). Такой процесс уплотнения называют внутренним вибрированием. Этот способ дает высокое качество уплотнения бетона и имеет широкое распространение. При невозможности применения данных вибраторов используют способ наружного вибрирования конструкции, т. е. вибратор прикрепляют к элементам опалубки и сотрясение ее передается в виде колебаний бетонной смеси.

При уплотнении бетонной смеси внутренними вибраторами (рис. 5.1) толщину укладываемых слоев принимают не более 1,25 от их рабочей части. При погружении вибратора в бетонную смесь (для лучшего сцепления между отдельными слоями) должно обеспечиваться углубление его в ранее уложенный слой на 5–10 см.

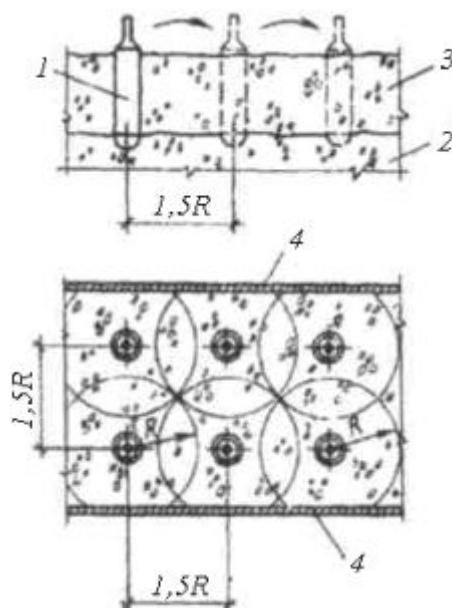


Рис. 5.1. Виброуплотнение бетонной смеси: 1 – рабочий орган вибратора; 2 – ранее уложенный слой бетона; 3 – укладываемый слой; 4 – опалубка

*Продолжительность вибрирования* в одной точке зависит от типа вибратора и технологических характеристик бетонной смеси, в частности, ее подвижности. Чем меньше подвижность уплотняемой смеси, тем больше длительность ее виброуплотнения.

Следует помнить, что при недостаточной продолжительности вибрирования смесь окажется недоуплотненной, а бетон – пористым и некачественным. Чрезмерно длительное вибрирование приводит к расслоению смеси и ухудшению качества бетона. В каждом случае опытным путем определяют оптимальное время вибрирования. Ориентировочно для внутренних вибраторов оно равно 20–50 с.

Степень виброуплотнения определяют визуально. Основными признаками достаточного виброуплотнения служат: прекращение оседания бетонной смеси, появление на ее поверхности цементного молока и прекращение выделения пузырьков воздуха.

По окончании виброуплотнения смеси на одной позиции во избежание появления пустот вибратор медленно вытаскивают, не выключая его, и переставляют на новую позицию. Расстояние между позициями не должно превышать полутора радиусов действия вибратора, причем зоны вибрирования должны перекрывать друг друга. Радиус действия зависит от подвижности бетонной смеси и типа вибраторов. Для вибратора с гибким валом И-116А он колеблется от 25 до 50 см, вибробулавы И-50А – от 45 до 50 см.

Для получения качественного бетона особенно тщательно необходимо вести виброуплотнение смеси в углах опалубки и возле их стенок, в местах с густорасположенной арматурой, на перегибах конструкции. Чтобы не нарушить сцепления бетона с арматурой или закладными деталями, не допускается при уплотнении бетонной смеси опирать вибраторы на арматуру и закладные изделия, тяжи и другие элементы крепления опалубки.

Поверхностными вибраторами бетонную смесь уплотняют отдельными полосами с перекрытием провибрированной полосы не менее чем на 100 мм.

Толщина слоев, прорабатываемых поверхностными вибраторами, составляет 25–30 см; продолжительность работы на одной позиции – от 20 до 60 с. Окончание вибрирования определяют по внешним признакам, которые перечислены выше.

### **5.2.2. Технология специальных способов бетонирования, их характеристика и условия применения**

Специальные методы бетонирования применяют в тех случаях, когда обычные методы мало пригодны или неэкономичны. К специальным методам бетонирования относятся: торкретирование и набрызгбетон, подводное бетонирование, раздельное бетонирование, инъецирование, метод литья и др.

*Торкретирование* заключается в нанесении на вертикальные, наклонные и горизонтальные поверхности одного или нескольких защитных слоев цементно-песчаного раствора (торкрета) при помощи цемент-пушки или бетонной смеси, нагнетаемой бетон-шприцмашиной.

Торкретирование ведут следующим образом: сухую цементно-песчаную или бетонную смесь из резервуара под давлением воздуха подают по шлангу к наконечнику, где, смешивая ее с водой, наносят на поверхность бетона или арматурную сетку.

Этот способ применяют для укрепления поверхностей тонкостенных конструкций в односторонней опалубке (куполов, сводовоболочек, резервуаров), для нанесения плотного и водонепроницаемого защитного слоя подземных сооружений, а также для замоноличивания швов, исправления дефектов в бетоне, при ремонтно-восстановительных работах и для усиления железобетонных конструкций. Работы по торкретированию должны производиться при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С.

*Метод набрызг-бетона* применяют для возведения тонкостенных конструкций, отделки туннелей, омоноличивания швов, а также для исправления дефектов бетона и ремонтных работ. В отличие от торкрет-бетона смесь, наносимая набрызгом, содержит помимо цемента и песка также щебень или гравий крупностью до 25 мм.

Бетон способом набрызга наносят на вертикальные, наклонные и горизонтальные поверхности. Перед началом работ устанавливают одностороннюю опалубку и арматуру, очищают и промывают поверхности.

*Подводным бетонированием* называют укладку бетонной смеси под водой без водоотлива. Этот способ применяют при возведении подводных частей туннелей, опор мостов, днищ опускных колодцев и ремонте гидросооружений. Укладывать бетон под водой можно одним из способов: с помощью вертикально перемещающихся труб; методом восходящего раствора; втрамбовыванием порций бетонной смеси в ранее уложенную и укладкой бетонной смеси в мешках.

*Метод раздельного бетонирования* заключается в раздельной укладке в опалубку сначала крупного щебня, а затем в пустоты между его зернами нагнетания цементно-песчаного раствора.

Способ раздельного бетонирования применяют для возведения массивных и тонкостенных, неармированных и густоармированных конструкций (при возведении железобетонных резервуаров, бетонировании в условиях интенсивного притока грунтовых вод).

Раздельное бетонирование бывает *гравитационным* и *инъекционным*. При гравитационном способе раствор проникает в крупный заполнитель под действием сил тяжести, а при инъекционном – под давлением, создаваемым нагнетателем. Метод нагнетания раствора более эффективен и может быть применен для бетонирования тонкостенных конструкций.

Гравитационное раздельное бетонирование с заливкой раствора сверху применяют при бетонировании конструкций высотой до 1,2 м, а при большей высоте их – инъекционное, с нагнетанием раствора через трубы-инъекторы. При толщине конструкции более 1 м раствор нагнетают через стальные трубы, устанавливаемые в опалубку, а при толщине менее 1 м – через боковые инъекционные отверстия. Для нагнетания раствора применяют растворонасосы. Время бетонирования яруса не должно превышать продолжительности схватывания цемента в растворе. Нагнетают раствор непрерывно снизу вверх под давлением 0,15–0,2 МПа и по мере нагнетания трубы поднимают. Перерывы в производстве работ более 20 мин не допускаются, так как может произойти закупорка инъекционных труб.

К преимуществам раздельного бетонирования относятся: меньший объем работ по перемешиванию материалов, упрощенная технологическая схема работ вследствие раздельной доставки на объект раствора и щебня; исключение рабочих швов, возникающих при послойной укладке, позволяющее увеличить монолитность конструкций. К недостаткам этого метода относятся трудность контроля за качеством нагнетания раствора и более высокие требования к опалубке: она должна быть растворонепроницаемой и обладать повышенной жесткостью.

*Инъецирование каналов* и заполнение пазов предварительно напряженных конструкций цементным раствором применяют для защиты натянутой арматуры от коррозии и ее сцепления с бетоном конструкций. К инъецированию каналов приступают сразу после натяжения арматуры. Для инъецирования готовят раствор на цементе, который подают в канал растворонасосом. Инъецирование ведут непрерывно под давлением 0,6–0,8 МПа до тех пор, пока раствор не начнет выходить с другой стороны канала. Пазы после навивки кольцевой напряженной арматуры на стены цилиндрических емкостных сооружений заполняют торкретным покрытием, наносимым на поверхность стен цемент-пушкой методом «снизу вверх» после гидравлического испытания емкости.

Укладка смеси литьем возможна при применении бетонов повышенной подвижности, в частности с добавлением суперпластификаторов. При этом смесь полностью заполняет всю опалубку под действием гравитационных сил. Метод позволяет сократить расход цемента и повысить качество бетонизируемых конструкций.

### **5.2.3. Дефекты бетонной кладки, их причины и способы устранения**

Сразу после распалубливания конструкции необходимо проверить ее на наличие повреждений и возможных видимых дефектов. Обычно это делается путем простукивания поверхности обычным молотком, если определенный участок кажется подозрительным, его проверяют с помощью ультразвука, а обнаруженные дефекты устраняют.

Причинами появления дефектов бетонных конструкций являются: несоответствие бетонной смеси требованиям стандартов (использования материалов плохого качества) или условиям укладки бетона (размеры, армированность); нарушение технологии укладки бетона.

Дефекты бетонных конструкций условно можно разделить на две группы: «несущественные дефекты» и «существенные».

Первая группа дефектов включает в себя небольшие неровности, наплывы, неглубокие впадины, гравелистость поверхности в отдельных местах. Такие дефекты не влияют на прочностные характеристики конструкций и не оказывают влияния на их несущие способности, а также и не требуют разработки специальных мероприятий, устраняются довольно просто без особых затрат труда и материальных средств.

Ко второй группе дефектов можно отнести глубокие и сквозные раковины, большие трещины и пустоты, несоответствие конструкции проектным размерам и т. п. Такие недостатки возможно исправить только после проведения тщательного осмотра бетонной конструкции.

Наиболее распространенными являются следующие *дефекты бетонных конструкций*: неровности на поверхности бетона или «гравелистая поверхность», наплывы бетона, раковины, расслоение бетона, ноздреватость поверхности, волосные трещины.

*Гравелистая поверхность* появляется из-за некачественной опалубки, когда осуществляется производство бетонных работ, выхода наружу граней щебня. Дефект устраняется металлической щеткой, промывается струей воды и оштукатуривается с использованием цементно-песчаного раствора. Этот раствор готовится объемом 1:2, после чего поверхность затирается деревянными терками. Небольшие впадинки расчищают зубилом и металлической щеткой от неплотного бетона, промывают водой и заштукатуривают раствором, затем производят торкетирование и зачеканивание жестким раствором.

*Наплывы бетона* устраняют с помощью кельм, зубил и отбойных молотков сразу после снятия опалубки, когда бетон еще не приобрел прочности.

*Раковины* – пустоты в блоке, не заполненные бетоном или заполненные отощенным бетоном (гравий без цементного раствора). Данный вид дефекта встречается довольно часто. Причины появления раковин – поступление на место укладки бетона, содержащего гравий недопустимой крупности по размерам блока и по густоте его армирования; вытекание цементного раствора через щели в опалубке и на стыках опалубки; нарушение технологии укладки (сбрасывание бетонной смеси с большой высоты) и уплотнения бетонной смеси. Чаще всего они появляются в трудно прорабатываемых частях блоков.

Раковины бывают наружные, обнаруживаемые при распалубке, и внутренние. Неглубокие наружные раковины расчищают от неплотного бетона до здорового бетона зубилом и металлической щеткой, промывают

водой и заделывают обычным цементным раствором, «вбивают», как бы трамбуют уплотняя или зачеканивают жестким раствором.

Глубокие раковины расчищают, промывают и бетонируют ранее подготовленные полосы из бетона, марка которого немного выше марки бетона конструкции, в которой устраняется дефект.

Если обнаружены сквозные раковины, то необходимо устроить железобетонные обоймы с последующим нагнетанием в пустоты конструкции через трубки, установленные ранее цементного раствора с помощью растворонасоса.

Причины *расслоения бетона* – излишне продолжительное вибрирование при уплотнении, сбрасывание его в блок с большой высоты. Дефект расслоения неустраним. Уложенный бетон с таким дефектом должен быть удален и заменен.

*Наплывы цементного молока и ноздреватая поверхность* бетона появляются на стыке между поверхностью бетона и опалубкой в результате подтекания цементного молока при уплотнении вышележащих слоев бетона и зацементирования пузырьков воздуха. Их устраняют при подготовке поверхности строительного блока к бетонированию смежного блока.

*Волосные трещины* в бетоне появляются в результате усадки его и свидетельствуют о нерациональном составе бетонной смеси (в частности, избыток цемента), о завышенных размерах строительных блоков и больших температурных напряжениях или плохом уходе (быстрое иссушение). Дефект этот неустраним.

Ликвидация устранимых дефектов заключается в вырубке некачественного бетона, очистке вырубленного места от грязи, пыли до здорового бетона и подготовке поверхности так же, как в строительном шве. За вновь уложенным в дефектном месте бетоном должен быть обеспечен уход до набора им нужной прочности.

### **5.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАЙНЫХ РАБОТ**

#### **5.3.1. Технология погружения свай**

##### **5.3.1. Технология погружения свай**

Существуют следующие методы устройства свай: ударный; вибрационный; вдавливанием; завинчиванием; с использованием подмыва и электроосмоса; различная комбинация данных методов.

Выбор метода погружения свай и сваепогружающего оборудования зависит от физико-механических свойств грунта, объема свайных работ, вида свай, глубины их погружения, производительности применяемых сваебойных установок и свайных погружателей, сроков производства работ.

Ударный метод основан на использовании энергии удара, под действием которой свая внедряется в грунт. Зона уплотнения грунта вокруг сваи

составляет 2–3 ее диаметра. Ударную нагрузку на оголовок сваи создают паровоздушные молоты, дизель-молоты, вибропогружатели, вибромолоты.

Рабочий цикл молотов всех типов состоит из холостого хода (подъем ударной части) и рабочего хода (движение молота вниз).

Для подъема и установки сваи в заданное положение и для забивки сваи применяют специальные устройства – копры. Основная рабочая часть копра – его стрела, вдоль которой устанавливают перед погружением молот, опускают и поднимают его по мере забивки сваи. Наклонные сваи погружают в грунт копрами с наклонной стрелой. Копры бывают на рельсовом ходу и самоходные – на базе кранов, тракторов, экскаваторов и автомашин со стрелой длиной 9–18 м.

Универсальные копры применяют для забивки свай длиной более 12 м и при большом объеме свайных работ на объекте.

Сваи длиной 6–10 м забивают с помощью самоходных сваебойных установок. Они маневренны, имеют механические устройства для подтаскивания и подъема на необходимую высоту сваи, закрепления головы сваи в наголовнике, в вертикальном выравнивании стрелы со сваем перед забивкой.

Забивка сваи состоит из передвижки и установки копра на место забивки сваи; подтаскивания сваи к копру; подъема и установки сваи в позицию забивки; забивки сваи; перехода копра или перемещению оборудования на очередное место погружения сваи.

Центр тяжести свайного молота должен совпадать с направлением забивки сваи. Свайный молот поднимают на высоту, достаточную для установки сваи, с некоторым запасом на ход молота. И в таком положении сваю закрепляют. При забивке стальных и железобетонных свай молотами одиночного действия обязательно применение наголовников для смягчения удара и предохранения головы сваи от разрушения.

В процесс забивки свай входят установка сваи в проектное положение, надевание наголовника, опускание молота и первые удары по свае с высоты 0,2–0,4 м. После погружения сваи на глубину 1 м переходят к режиму нормальной забивки. От каждого удара свая погружается на определенную глубину, называемую отказом, которая уменьшается по мере заглубления сваи. В дальнейшем наступает момент, когда глубина забивки сваи практически незаметна.

Отказ – глубина погружения сваи за определенное количество ударов молота одиночного действия или за единицу времени для молотов двойного действия. Величина отказа – среднее от 10 или серии ударов в единицу времени. Для замера средней величины отказа выполняют серию ударов, называемых залогом. Для паровоздушных молотов в залоге 20–30 ударов; для дизель-молотов одиночного действия в залоге 10 ударов; для дизель-молотов двойного действия отказ определяется за 1 мин забивки. Замеры проводят с точностью до 1 мм, забивку прекращают при получении заданного по проекту отказа.

*Погружение свай вибрированием* осуществляют с использованием вибрационных механизмов – вибропогружателей, которые оказывают на сваю динамические воздействия.

Скорость погружения и амплитуда колебаний зависят от массы вибрирующих частей сваи и вибратора, его эксцентриситета, плотности грунта, частоты колебаний вибропогружателя. Благодаря вибрации для погружения свай в грунт требуется усилие, иногда в десятки раз меньшее, чем при забивке. При этом происходит частичное виброуплотнение грунта. Зона уплотнения для разных грунтов составляет 1,5–3 диаметра сваи.

Способ наиболее приемлем и эффективен в песчаных грунтах, водонасыщенных мелких и пылеватых грунтах. Этим методом погружают сплошные и полые железобетонные сваи, сваи-оболочки, металлический шпунт. Погружение свай в маловлажные плотные грунты возможно только после устройства лидирующих скважин (т. е. при предварительном пробуривании скважин). При глинистых и тяжелых суглинистых грунтах под острием сваи может возникнуть глинистая подушка, которая снижает несущую способность сваи на 40 %. Поэтому на заключительной стадии погружения, на последние 15–30 см, свая погружается в грунт ударным способом.

*Виброударный способ.* Этот способ более универсальный. Погружают сваи с помощью вибромолотов. Наиболее распространены пружинные вибромолоты. При работе вибромолота наряду с вибрационным воздействием на сваю периодически опускается ударник, оказывая и динамическое воздействие на голову сваи. Виброударный способ применим в связных плотных грунтах, он позволяет в 3–8 раз быстрее при одинаковой мощности с вибрационным способом осуществлять погружение свай в грунт за счет одновременной вибрации и забивки. При этом должно быть обеспечено жесткое соединение вибропогружателя со свайей.

*Метод вибровдавливания* основан на комбинации вибрационного или виброударного воздействия на сваю и статического пригруза.

Вибропогружатель поднимает сваю и устанавливает ее вместе с закрепленным наголовником на место ее забивки. При включении вибропогружателя и лебедки свая погружается за счет собственной массы, массы вибропогружателя и части массы трактора, передаваемой вдавливающим канатом через вибропогружатель на сваю. Одновременно на сваю действует вибрация, создаваемая низкочастотным погружателем с подрессоренной плитой. Достоинства: метод не требует устройства путей для передвижки рабочего агрегата, исключает повреждение и разрушение свай, эффективен при погружении свай длиной до 6 м.

Погружение свай вдавливанием применяют для коротких свай сплошного и трубчатого сечения (3–5 м). Процесс вдавливания: установка сваи в вертикальное положение в направляющей стреле агрегата; опускание и закрепление оголовка, передающего давление от базовой машины на сваю, которая погружается в грунт. После достижения сваей необходимой отметки

погружение прекращают, снимают наголовник, агрегат переезжает на новую позицию.

Погружение свай *завинчиванием* основано на завинчивании стальных и железобетонных свай со стальным наконечником с помощью мобильных установок, смонтированных на базе автомобилей или других самоходных средств. Метод применим чаще всего при устройстве фундаментов под мачты линий электропередач, радиосвязи и других сооружений.

Рабочие операции при погружении сваи методом завинчивания аналогичны операциям, выполняемым при погружении сваи методами забивки или вибропогружения. Только вместо установки и снятия наголовника одевают и снимают металлическую оболочку. После завинчивания сваи ее внутренняя полость заполняется бетоном. Скорость погружения свай (0,2–0,6 м/мин) зависит от диаметра лопасти и характеристик грунтов.

Достоинства винтовых свай: высокая несущая способность, возможность плавного погружения в грунт, восприятие отрицательных усилий.

Погружение свай *подмывом грунта* применяют в несвязных и малосвязных грунтах – песчаных и супесчаных, не применяется при наличии угрозы просадки близлежащих сооружений и на просадочных грунтах. Целесообразно использовать метод для свай большого поперечного сечения и большой длины. Не применяют для висячих свай. Способ заключается в следующем: под действием воды, вытекающей под напором у острия сваи, грунт разрыхляется и частично вымывается. В результате свая погружается в грунт под действием собственной массы и массы установленного на ней молота.

Расположение трубок для подмыва грунта диаметром 38–62 мм может быть боковым, когда трубки с наконечниками находятся по бокам сваи, и центральным, когда наконечник размещен в центре пустотелой забиваемой сваи. При боковом подмыве по сравнению с центральным подмывом создаются более благоприятные условия для уменьшения сил трения по боковой поверхности свай.

Для подмыва грунта воду в трубки подают под давлением не менее 0,5 МПа. При подмыве нарушается сцепление между частицами грунта под подошвой и частично по боковой поверхности свай, что может в последующем привести к снижению несущей способности сваи, поэтому погружение с подмывом осуществляют только до заданного уровня, а затем с помощью сваебойной установки ее забивают до проектной глубины (на 0,5–2,0 м).

Достоинства: производительность выше на 30–40 % по сравнению с чистой забивкой, экономия горючего. После прекращения подачи воды и стабилизации УГВ грунт уплотняется и плотно обжимает сваю.

*Погружение свай с использованием электроосмоса* применяют в водонасыщенных плотных глинистых грунтах, в моренных суглинках и глинах. Для практической реализации метода уже погруженную в грунт сваю

присоединяют к положительному полюсу (аноду), электрической сети постоянного тока, а соседнюю с ней, подготовленную для погружения в грунт, – к отрицательному полюсу (катоде). При включении тока вокруг сваи с положительным полюсом резко снижается влажность грунта, а у соседней сваи с отрицательным полюсом она, наоборот, резко увеличивается. В более влажной среде свая быстрее погружается в грунт, что позволяет применять сваебойное оборудование меньшей мощности.

После окончания забивки и отсоединения свай от источника тока в грунте быстро восстанавливается былая стабилизация грунта и его влажностное состояние. Благодаря этому, только за счет уменьшения влажности вокруг забитой сваи ее несущая способность значительно возрастает.

Если железобетонные сваи при методе осмоса дополнительно оснастить металлическими полосами, которые будут занимать 20–25 % боковой поверхности свай, и также, уже забитую сваю подсоединить к аноду, а погружаемую с металлическими полосами к катоду, то это позволит на 20–30 % сократить трудозатраты и продолжительность погружения по сравнению с чистым методом электроосмоса. По сравнению с забивкой свай использование дополнительно особенностей электроосмоса позволяет на 25–40 % ускорить процесс погружения свай в грунт.

*Последовательность погружения свай* зависит от расположения свай в свайном поле и параметров сваепогружающего оборудования. Она определяется технологической картой или ППР, зависит от размеров свайного поля и свойств грунтов.

Применимы три схемы – *рядовая*, когда последовательно забиваются все сваи в одном ряду; *спиральная*, при забивке свай от центра к сваям внешних рядов и *секционная*, когда все поле делят на отдельные секции по ширине здания, в которых забивка осуществляется по рядовой схеме.

Спиральная схема предусматривает погружение свай концентрическими кругами от центра к краям свайного поля, что позволяет получить минимальную протяженность пути сваепогружающей установки, при этом грунт вокруг нее дополнительно уплотняется.

При больших расстояниях между отдельными сваями последовательность погружения может определяться технологическими соображениями и используемым оборудованием. Некоторыми копрами можно забить сразу сваи двух рядов с одной стоянки, что значительно снижает трассу движения копра и время на его передвижки. При сооружении подземной части жилых зданий применяют краны, оснащенные навесным копровым оборудованием, перемещающимся по рельсовому пути вдоль бровки котлована здания.

При устройстве свайных фундаментов зданий большой протяженности рационально применять мостовую сваебойную установку. Ее достоинства: возможность точной установки свай в месте забивки, высокая производительность и качество работ. Сваи длиной 8–12 м забивают дизель-молотом.

Объемы работ по устройству свай измеряют числом свай, которые необходимо забить, или суммарной длиной погружаемой в грунт части свай.

## **5.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

5.4.1. Основные технологические схемы монтажа железобетонных конструкций

5.4.2. Состав работ по монтажу сборных конструкций на строительной площадке

### **5.4.1. Основные технологические схемы монтажа железобетонных конструкций**

*Монтаж строительных конструкций* – это комплексно-механизированный процесс сборки зданий (сооружений) или их частей из заранее заготовленных элементов. Он является ведущим технологическим процессом в строительстве.

Монтаж строительных процессов состоит из транспортных процессов – погрузка, разгрузка и складирование строительных конструкций или подача их на крюк крана с транспортного средства; подготовительного процесса – укрупнение, усиление и предварительная оснастка конструкций такелажными приспособлениями, подмостями и т. д.; собственно монтажного процесса – захват конструкции, подъем или перемещение, наводка и установка их на опоры или заводка встык, выверка, временное и постоянное закрепление.

Параллельно с монтажом конструкций могут выполняться другие процессы и операции, обеспечивающие подготовку фронта работ, бетонирование стыков, сварку, постановку болтов, антикоррозионную защиту и т. п.

Организационно монтаж может быть осуществлен по двум схемам: *монтаж со склада* и *монтаж с транспортных средств*.

При осуществлении монтажа «со склада» все сборные элементы разгружаются на приобъектный склад, откуда берутся монтажным краном и устанавливаются на месте.

Монтаж «с колес» предполагает выполнение на строительной площадке в основном только собственно монтажных процессов. Полностью изготовленные и подготовленные к монтажу конструкции поставляют на строительную площадку с заводов-изготовителей в точно назначенное время, и эти конструкции непосредственно с транспортных средств подают к месту их установки в проектное положение. Это позволяет ускорить выполнение монтажных работ, сократить затраты труда монтажников, эффективнее использовать краны, сократить территорию монтажной площадки и т. д. Однако не всегда выгодно использовать основной монтажный кран и задерживать на площадке транспортные средства. Для решения

рациональности монтажа с транспортных средств определяют стоимость этого варианта и сравнивают со стоимостью монтажа со склада.

*Схемы подачи конструкций с транспортных средств:*

- маятниковая, без отцепки тягачей (при дальности возки более 10 км);
- челночная, производство отцепки-сцепки тягачей с прицепами на заводе или складе конструкций и в зоне монтажа (при дальности возки до 10 км). Например, один из сменных прицепов, обслуживаемых одним тягачом, может находиться под погрузкой на заводе, другой – в пути вместе с тягачом, а третий – на строительной площадке под монтажом;
- получелночная (отцепку-сцепку тягачей с прицепами производят только в зоне монтажа);
- комбинированная (сочетание перечисленных выше схем).

Степень использования транспортных средств может быть охарактеризована коэффициентом

$$k_{\text{тр.сп}} = \frac{N \cdot t_m}{T_{\text{тр.сп}}}, \quad (5.5)$$

где  $N$  – количество монтажных элементов (конструкций), монтируемых с транспортных средств за учитываемый период;

$t_m$  – средняя продолжительность монтажного цикла при установке одного элемента, ч;

$T_{\text{тр.сп}}$  – продолжительность периода монтажа конструкций с транспортных средств, ч.

В практике строительства  $k_{\text{тр.сп}}$  всегда меньше 1.

Приобъектные склады располагают в зоне действия монтажных кранов. Их площадь устанавливают из условия создания необходимого запаса конструкций для производства работ. При складировании тяжелые элементы необходимо располагать ближе к монтажному крану, а легкие дальше.

#### **5.4.2. Состав работ по монтажу сборных конструкций на строительной площадке**

В состав работ по монтажу входят: подготовка мест установки сборных конструкций; строповка и подъем с необходимым перемещением в пространстве, ориентировании и установке с временным закреплением; расстроповка; окончательная выверка и закрепление; снятие временных креплений; заделка стыков и швов.

Приведенная структура процессов монтажа строительных конструкций является обобщающей и в каждом конкретном случае может быть уточнена.

Перед выполнением работ по монтажу производят подготовку элементов конструкций к монтажу: укрупнительную сборку в плоские или пространственные блоки, временное усиление элементов для обеспечения их устойчивости и неизменности при подъеме, обустройство подмостями, лестницами, ограждениями и другими временными приспособлениями.

*Укрупнительная сборка конструкций на строительной площадке.* Железобетонные конструкции с местных заводов-изготовителей обычно привозят полностью собранными. Негабаритные и нетранспортабельные конструкции доставляют в виде отдельных элементов.

Металлические конструкции, как правило, перевозят в виде составных элементов (отправочных марок). В зависимости от масштабов строительства, вида доставляемых конструкций и принятой организации монтажных работ укрупнительную сборку производят на стационарных (на период строительства) площадках и стендах, расположенных на строительной площадке вдоль внешних подъездных путей и в зоне действия монтажного крана.

На стационарных площадках обычно собирают из отправочных марок стальные конструкции. Железобетонные конструкции укрупняют на стационарных площадках лишь при значительном объеме однотипных конструкций и возможности их внутривозвратного транспортирования.

Непосредственно у места монтажа, в зоне действия монтажного крана, укрупняют большепролетные железобетонные и тяжелые металлические конструкции.

Укрупнительную сборку в зоне монтажа ведут на нулевых отметках с использованием переставных стендов, а также на проектных отметках с применением временных опор и кондукторов. Металлические конструкции, размеры которых не превышают транспортных габаритов, собирают на металлических стеллажах высотой до 80 см. Все остальные конструкции собирают у мест монтажа на шпальных клетках высотой 0,3–0,8 м. Металлические фермы обычно собирают в горизонтальном положении, при этом допускаются отклонения по длине ферм  $\pm 7-10$  мм. В технологическом отношении предпочтительнее минусовые допуски, которые могут быть устранены за счет прокладок.

Листовые конструкции сооружений круглого очертания укрупняют в отдельные пояса или в блоки по 2–3 пояса в каждом. При негабаритности таких конструкций их укрупняют в зоне действия монтажного крана.

Укрупнительную сборку железобетонных ферм осуществляют в горизонтальном положении на стеллажах с использованием кондукторов, фиксирующих положение собираемых элементов, или в проектном положении – на специальных универсальных стендах.

*Строповка (расстроповка)* – это прикрепление (освобождение) конструкции к крюку (от крюка) крана. Строповка может осуществляться с одним элементом или несколькими, количество точек строповки обычно не превышает четырех.

При подъеме элементов в стропах возникает усилие ( $S$ ), зависящее от угла наклона стропа к вертикали ( $\alpha$ ):

$$S = \frac{P}{0,75n \cdot \cos\alpha}, \quad (5.6)$$

где  $P$  – масса поднимаемого элемента;

$n$  – число ветвей стропа;

0,75 – коэффициент, учитывающий неравномерность натяжения стропов.

При подборе диаметра стропа учитывают коэффициент запаса, величина которого находится в пределах 6–8.

Захватные приспособления подбирают так, чтобы одним приспособлением можно было поднимать различные виды сборных элементов, поскольку частая смена приспособлений снижает производительность труда, приводит к простоею крана и монтажников.

Балки, фермы, плиты, колонны, стеновые блоки и панели поднимают в проектном положении, лестничные марши – в приподнятом. Большинство элементов приходится поворачивать при подъеме. Подъем выполняется в несколько этапов: подъем с остановкой на высоте 0,2–0,5 м от земли, чтобы убедиться в надежности строповки; собственно подъем. На высоте 0,5–1,0 м над местом установки подъем прекращается, элемент разворачивают и медленно осаживают на место.

*Временная выверка и закрепление конструкций.* Из условий безопасности запрещено производить расстроповку элемента до его надежного закрепления; закрепить элемент можно только после его выверки. Поэтому продолжительность всего монтажного цикла значительно зависит от того, насколько быстро и качественно выполняются эти операции.

Постоянная выверка производится с применением геодезических инструментов. Желательно было бы сразу выполнять постоянную выверку, но в производственных условиях это возможно не всегда. Временное закрепление элементов должно обеспечивать их устойчивость в проектном положении до постоянной выверки и закрепления.

*Окончательная выверка и закрепление.* В зависимости от вида монтируемых конструкций, их оснастки, стыков и условий обеспечения устойчивости выверку производят визуально или инструментально в процессе установки, когда конструкция удерживается монтажными механизмами или после установки при ее закреплении. В отдельных случаях выверку не производят или выполняют с помощью автоматизированных устройств.

Визуальную выверку выполняют при достаточной точности опорных поверхностей или торцевых оснований и стыков конструкции. При этом могут использоваться отвесы, стальные рулетки, линейки, шаблоны и т. п.

Инструментальную выверку выполняют при установке специальных монтажных приспособлений (кондукторов и т. п.). Эта выверка наиболее распространенный вид проверки положения смонтированных конструкций в плане, высотном и вертикальном положениях. Применяют теодолиты, нивелиры, лазерные приборы и устройства.

При монтаже металлических конструкций (в отдельных случаях железобетонных) распространена безвыверочная установка. Основным ее условием является применение конструкций с повышенным классом

точности размеров в монтажных стыках. Это позволяет установить, например, стальные колонны, опоры и другие элементы каркаса с фрезерованными опорами торцами в проектное положение, исключая выверку по высоте и вертикали.

Автоматизированная выверка предусматривает установку конструкций с параллельной выверкой при использовании автоматических устройств.

После инструментальной проверки правильности установки конструкция должна быть надежно закреплена электросваркой закладных частей и арматуры, постановкой болтов или заклепок. Общая толщина склеиваемых деталей не должна превышать  $4d$  ( $d$  – диаметр заклепки).

*Заделка стыков* включает в себя защиту закладных деталей от коррозии, герметизацию (для наружных стеновых панелей), замоноличивание растворной и бетонной смесью. Наиболее трудоемким процессом является замоноличивание. Бетонную или растворную смесь укладывают в стык под давлением с помощью специального оборудования (растворо- и бетононасосы, пневмонагнетатели и др.) или свободно. В последнем случае смесь уплотняют вибраторами или штыкованием.

Стык колонны с фундаментом при временном креплении колонн кондукторами и растяжками замоноличивается за один прием, а при временном креплении клиньями или клиновыми вкладышами – за два приема; до нижнего уровня клиньев, а после достижения бетоном 25 % прочности клинья извлекают и стык домоноличивают.

Стыки плит покрытий и стеновых панелей заполняются раствором. В соответствии с требованиями проекта в шве плит покрытия можно устанавливать арматурный каркас, а для предотвращения вытекания раствора – подвесную опалубку.

## **6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ, ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ, СВАЙНЫХ, МОНТАЖНЫХ И КАМЕННЫХ РАБОТ**

### **6.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

6.1.1. Монтаж сборных конструкций зданий (крупноблочных, крупнопанельных, из объемно-пространственных элементов)

6.1.2. Особенности монтажа зданий и сооружений в зимних условиях

#### **6.1.1. Монтаж сборных конструкций зданий (крупноблочных, крупнопанельных, из объемно-пространственных элементов)**

*Монтаж крупноблочных зданий.* При монтаже таких зданий применяют поэлементный метод монтажа со склада. Монтаж «с колес» почти не применяется, поскольку детали для зданий такого типа изготавливают на нескольких заводах.

Наружные стены имеют двухрядную, а внутренние – однорядную разрезку. Основные типы блоков наружных стен – простеночные, перемычечные, подоконные. При монтаже таких блоков используют, как правило, башенные краны грузоподъемностью 3–5 т (так как масса одного блока обычно не превышает 3 т). Если применяются плиты перекрытия размером «на комнату», то для монтажа используют кран грузоподъемностью 5–8 т.

Монтаж конструкций крупноблочного здания осуществляют посекционно:

- проверяют монтажный горизонт, за который принимают наименьший отсчет по геодезической рейке (наивысшая точка) с прибавлением 10 мм на растворный шов;
- начиная с удаленной от крана наружной стены, устанавливают угловые и через 10–15 м маячные блоки, по внутренним граням которых на высоте 70–100 см натягивают причальный шнур;
- монтируют простеночные блоки и блоки торцевых стен, выверяя их по причалке и рейке-отвесу и делая «подштопку» раствором;
- по истечении времени, необходимого для затвердевания раствора, между простеночными устанавливают подоконные блоки, контролируя правильность их установки по простеночным блокам;
- устанавливают блоки-перемычки;
- монтируют блоки внутренних стен, перегородки, сантехнические кабины, лестничные площадки, марши и другие элементы;
- начиная от лестничной клетки, укладывают плиты перекрытия.

Перед установкой блока укладывают две подобранные по толщине деревянные плашки, расстилают раствор, с внутренней стороны размещают два деревянных клина, чтобы установленный затем блок был наклонен наружу. Блоки выверяют по рейке-отвесу, осаживая клиньями и перемещая монтажной лапой. После установки блоков и сварки закладных частей заделывают раствором или теплым бетоном все стыки. С фасада стыки наружных стен расширяются как с навесных люлек, так и с площадок.

*Монтаж крупнопанельных зданий.* Конструктивная схема таких зданий чаще всего состоит из несущих наружных и внутренних стеновых панелей и плит перекрытий, обеспечивающих горизонтальную жесткость сооружения; при поперечных несущих стенах ограждение здания может выполняться из самонесущих или навесных стеновых панелей.

До начала монтажа выполняют необходимые геодезические работы: на перекрытие переносят теодолитом основные и вспомогательные оси здания, фиксируют их рисками, размечают места установки маячных или базовых панелей, на этаже закрепляют монтажный горизонт и наносят риски, определяющие положение вертикальных швов и плоскостей панелей.

К монтажу конструкций очередного этажа приступают только после полной установки, выверки и окончательного закрепления – сварки и замоноличивания стыков, всех элементов нижележащего этажа.

Работы на новом этаже начинают с подготовки рабочей зоны, которые включают установку ограждения зоны монтажа, подачу в зону работ монтажной оснастки, инструмента и изделий, используемых в процессе установки конструкций.

Крупнопанельные жилые дома возводят поточным методом, закрепляя за монтажной бригадой монтажный кран, на основе комплексной механизации транспортных, погрузочно-разгрузочных и монтажных работ при эффективном использовании комплектов специального монтажного оборудования, приспособлений и инструментов.

Различают крупнопанельные здания с поперечными или продольными несущими стенами, а также с поперечными и продольными, с опиранием перекрытий по контуру. Наружные стеновые панели соединяются друг с другом и с внутренними панелями сваркой. Для уменьшения теплопроводности, повышения воздухо- и водонепроницаемости стыки имеют водозащитные гребни. Панели наружных стен обычно устанавливают свободным методом с выверкой по рейкеотвесу и временным закреплением подкосами. При установке панелей внутренних стен предпочтителен ограниченно-свободный монтаж от базовой панели с установкой фиксаторов в нижней части и штангшаблонов в средней или верхней части панели.

Для монтажа зданий массовой застройки высотой до 16 этажей обычно применяют башенные передвижные быстро монтирующиеся краны грузоподъемностью 3–8 т, устанавливаемые с одной стороны здания. При возведении ширококорпусных зданий возможна установка кранов с двух сторон. Для монтажа зданий повышенной этажности (до 24 этажей) обычно применяют башенные передвижные краны с кареткой и верхним противовесом, высотных – приставные передвижные или стационарные краны.

Монтаж фундаментов ведут свободным методом с бровки котлована стреловыми кранами или кранами-нулевыми. При монтаже панелей цокольного или технического этажа кроме свободного может быть применен ограниченно-свободный метод, который предусматривает последовательное создание жестких ячеек с использованием подкосов и штанг.

При монтаже учитывают следующие требования: элементы должны устанавливаться по принципу «на кран»; очередность установки не должна вызывать частой смены стропов и захватных приспособлений; особая точность установки элементов должна быть обеспечена по углам здания и лестничным клеткам.

Для поточного выполнения монтажных, общестроительных и специализированных работ этажи крупнопанельного зданий делят на монтажные участки (захватки) размером 1–2 секции.

Монтаж ведут, как правило, непосредственно с транспортных средств, без дополнительной перегрузки сборных изделий. При этом увязка сроков комплектации сборных деталей на заводе, транспортирования их к месту строительства и монтажа отражается в комплектовочных ведомостях,

почасовых транспортных и монтажных графиках, поэтажных монтажных планах.

В состав ППР по монтажу зданий с транспортных средств должны входить следующие документы: часовой график монтажа типового этажа, поэтажные монтажные планы с нумерацией сборных элементов и указанием очередности их установки; сменные почасовые графики транспортных операций по доставке сборных деталей; ведомости поставки заводами строительных деталей; комплектующие карты на поставку сборных элементов.

При разработке часовых графиков и поэтажных монтажных планов монтаж элементов рекомендуется осуществлять в две смены.

В часовом графике завоза и монтажа устанавливаются последовательность и время монтажа сборных элементов по этажам, захваткам, часам; необходимое количество транспортных средств, время нахождения их под погрузкой, в пути и на объекте.

Монтаж элементов крупнопанельных зданий с продольными несущими стенами обычно ведут свободным методом с использованием подкосов в следующем порядке:

- установка маячных панелей, образующих угол секции, и панелей торцевой стены;
- монтаж с применением подкосов панелей удаленной от крана наружной и торцевой стены;
- монтаж с помощью угловых связей, подкосов и торцевых опор, примыкающих к ним внутренних стен и других элементов;
- монтаж ближней к крану наружной стены и примыкающих к ней элементов;
- укладка от лестничной клетки плит перекрытия и др.

Здания с поперечными несущими стенами и здания смешанной бескаркасной схемы также можно монтировать свободным методом, однако предпочтительным является ограниченно-свободный монтаж с использованием горизонтальных связей или штанг-шаблонов в комплекте с подкосами или шарнирно-связевыми кондукторами-установщиками.

В качестве базовых элементов также можно использовать стены лестничной клетки или поперечные несущие стены, тщательно выверенные и жестко закрепленные. По перекрытию раскатывают стальные ленты с отверстиями, в которых закрепляют упоры, фиксирующие положение низа поперечных стеновых панелей. Верх панелей фиксируют от базового элемента горизонтальными связями, обеспечивающими принудительное приведение элементов в проектное положение без выверки по вертикали.

*Монтаж зданий из объемных элементов.* Объемный элемент – это готовый строительный блок с выполненной отделкой или полностью подготовленный под отделку с установленным в нем инженерным оборудованием.

Последовательность монтажа зданий из объемных элементов определяется конструкцией блоков, способами их стыкования, применяемыми монтажными механизмами.

*Общие правила организации монтажа:*

- здание разбивают на захватки только при очень большой его длине – 10–12 секций;
- точность установки блоков на первом этаже осуществляется с помощью теодолита, а на последующих этажах их устанавливают на нижележащие с выверкой только по вертикали;
- первыми монтируют блоки, наиболее удаленные от машиниста;
- если в конструктивном решении этажа имеются плоские доборные элементы, сначала монтируют только все объемные;
- заделка стыков не должна мешать осуществлению монтажа.

Монтаж очередного этажа начинают после сварки и заделки всех узлов нижележащего этажа. Стыки между блоками заделывают изоляционными материалами, а швы по фасаду – специальными герметиками и мастиками.

Высокая степень заводской готовности (80–85 %) блоков, резко сокращающая продолжительность послемонтажных работ и всего строительства, а также большие размеры монтажных блоков определяют необходимость монтажа этих зданий непосредственно с транспортных средств.

Здания высотой до пяти этажей, прямоугольные в плане, удобнее монтировать козловыми кранами. Здания большей высоты и непрямоугольные в плане – башенными или самоходными кранами со стреловым или башенно-стреловым оснащением. Применение стреловых кранов наиболее целесообразно в зданиях без подвалов.

### **6.1.2. Особенности монтажа зданий и сооружений в зимних условиях**

Отрицательная температура и метеорологические особенности зимнего периода оказывают влияние на монтажный процесс и приводят к увеличению трудоемкости и удлинению сроков работ в меньшей степени, чем других работ, выполняемых на открытом воздухе. Зимние условия повышают опасность производства монтажных работ, изменяют некоторые физико-механические свойства материалов и интенсивность протекания химических и физических процессов, поэтому принимаются меры по ликвидации или уменьшению влияния отрицательных воздействий.

Раскладывать конструкции, устанавливать штабеля и кондукторы временных опор следует на плотном грунте, предварительно очистив поверхность основания от снега и льда и установив опорные подкладки. Необходимо тщательно очищать подмости, лестницы и рабочее место монтажников от снега и льда и периодически посыпать песком.

Нельзя поднимать элементы конструкций, пока поверхности опор, на которые их устанавливают, не будут очищены от снега и наледей, а стропальщик не убедится в том, что элементы не смерзлись между собой и не

примерзли к основанию. Отрывать примерзшие конструкции краном запрещается.

Наиболее ответственной работой монтажного процесса зимой является заделка стыков.

В зимнее время применяются различные способы заделки стыков.

*Безобогревный способ* основан на применении бетонов с противоморозными добавками. Недостатки способа: значительная продолжительность нарастания прочности, недопустимость его применения (кроме бетонов с добавкой поташа) в стыках, имеющих открытые металлические детали, в условиях повышенной влажности и в агрессивных средах, в зонах блуждающих токов и переменных магнитных полей. Кроме того, нельзя допускать замораживания бетона до приобретения им 50 % проектной прочности.

*Заделка стыков с тепловой обработкой.* Тепловая обработка бетона выполняется электрообогревом, пропариванием, электропрогревом и индукционным прогревом. До бетонирования стыки должны быть прогреты до положительной температуры. Для обогрева бетона в стыках применяют трубчатые электронагреватели, нагреватели инфракрасного излучения и греющие опалубки. При применении трубчатых нагревателей имеется возможность регулирования температуры на поверхности. При индукционном электропрогреве используют коаксиальный кабель, укладываемый витками на опалубку стыка. При этом расходуется 110–120 кВт·ч электроэнергии на 1 м<sup>3</sup> прогреваемого бетона при потребной мощности 12 кВт.

При применении этого способа необходимо точно рассчитывать число витков и места их расположения. В процессе обогрева необходим тщательный контроль за температурой бетона. Перегрев бетона выше установленных проектом температур недопустим.

Расчетные стыки необходимо прогревать до приобретения материалом стыка 70 % прочности, если нет иных указаний в проекте. Теплозащиту и опалубку в обогреваемых стыках можно удалять только после остывания бетона в наружном слое до  $\pm 5$  °С.

*Комбинированный способ* основан на применении прогрева бетонов с добавкой, содержащей нитрит натрия. Этот способ позволяет отказаться от обогрева стыкуемых элементов перед бетонированием.

При заделке стыков в зимних условиях следует применять бетоны и растворы с наименьшими, допустимыми по условиям удобоукладываемости водоцементными отношениями. При прогреве бетонов нельзя допускать перегрева и обезвоживания бетона и раствора в стыках и нарушать режим подъема и снижения температуры.

Монтажников необходимо обеспечить утепленной спецодеждой, а на строительной площадке должны быть помещения, оборудованные для обогрева.

## **6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННЫХ РАБОТ**

6.2.1. Инвентарь, инструменты и приспособления для каменной кладки

6.2.2. Технология производства каменной кладки

### **6.2.1. Инвентарь, инструменты и приспособления для каменной кладки**

*Леса и подмости.* Кладка стен, выполняемая одновременно с устройством междуэтажных перекрытий и облицовкой фасадов, в процессе кладки ведется с подмостей, устраиваемых на перекрытиях, устройство лесов в данном случае не предусматривается. Подмости устанавливаются при кладке стен высотой менее 5 м, а леса – более 5 м. Применяемые леса и подмости должны быть легкими, прочными, устойчивыми, легко собираться, разбираться и транспортироваться.

При наличии кранов применяют блочные подмости, переставляемые с помощью крана, а при отсутствии применяют стоячные подмости.

Существуют следующие конструкции инвентарных лесов и подмостей: безболтовые трубчатые леса; леса с клиновыми соединениями.

*Инструменты и приспособления.* При выполнении работ по кладке стен применяют следующие инструменты:

1) контрольно-измерительные – стальная рулетка, правило, уровень, отвес, угольник, шнур-причалка;

2) производственные – кельма, молоток «Кирочка» для тески кирпича, расшивки для швов.

Приспособления для кладки: скоба П-образная, скоба из листовой стали, промежуточный маяк, предназначенные для закрепления причального шнура.

При бутовой кладке для обработки камня применяют прямоугольные и остроугольные кувалды, металлические и прямоугольные трамбовки.

Для выдерживания точного направления кладки, одинаковой толщины рядов и правильности кладки устанавливают порядовки, где размечены ряды кладки, место окон и дверных проемов, места укладки карнизов.

Порядовки бывают угловые и промежуточные. Их устанавливают в углах или на прямых участках через 12 м. При кладке с перекрытий порядовку устанавливают, чтобы сторона ее с разметкой рядов была обращена к стене. При кладке с наружных лесов ряды размещают с двух сторон порядовки, что более удобно для каменщика. Между порядовками натягивают шнур-причалку, определяющую верхнюю поверхность каждого ряда кирпичей.

### **6.2.2. Технология производства каменной кладки**

При кладке стен вес используемых материалов достигает до 40 % используемых зданий. При погрузке и разгрузке кирпича вручную получается много боя, поэтому кирпич перевозят в поддонах, уменьшая трудоемкость. Поддон для перевозки кирпича представляет собой щит из

досок. При пакетной перевозке исключается ручной труд от печи обжига до рабочего места каменщика.

Автомобили с кирпичом разгружают кранами в «елочку». При данном способе перевозки на 20 % сокращается трудоемкость.

При транспортировании кирпича на объект также применяют контейнерный способ перевозки по 92–108 или 138–180 кирпичей. Однако он имеет следующие недостатки: большие затраты на изготовление самого контейнера; малую оборачиваемость; расходы на ремонт и возвращение назад.

Раствор на объект можно транспортировать: с помощью автомобилей-самосвалов, в бункерах-раздатчиках. Из бункера-раздатчика раствор выгружают в металлические тачки или ящики-контейнеры, раствороукладчики.

При производстве каменных работ в здании используют краны различных конструкций. На строительстве малоэтажных зданий высотой до 10 м применяют стреловые краны на гусеничном и пневмоколесном ходу, на многоэтажных – башенные краны грузоподъемностью 3 т.

Каменная кладка выполняется тремя группами рабочих: каменщики, подсобники, транспортники путем применения метода захвата. Возводимый объект разделяют на 2–3 участка-захватки примерно одинаковых по трудоемкости, на каждой захватке в течение дня работает одна из указанных групп рабочих. Большие здания делят на несколько участков и каждый из них на захватки. На каждом участке работает комплексная бригада.

Кладка в пределах этажа высотой 3,3–3,5 м делится на 3 яруса, высотой 2,5–2,7 м – на 2 яруса, так как каменщик наиболее продуктивно может вести кладку от уровня, на котором он стоит, на высоту 1–1,2 м.

Рабочим местом каменщика называется площадка у возводимой стены шириной не менее 2,5 м, на которой работают каменщик и подсобник, располагаются материалы, инструменты и приспособления. Рабочее место каменщика должно располагаться в зоне обслуживания краном. При подаче материала подъемными механизмами на рабочие места ширина транспортной зоны может быть уменьшена до 0,65–0,75 м.

Протяженность рабочей зоны (фронт работ) для каменщика и подсобника можно определить исходя из средней выработки в смену  $2 \text{ м}^3$  кладки на человека.

При ширине стены в 2 кирпича (51 см) и высоте яруса 1,2 м сечение стены составляет  $0,51 \cdot 1,2 = 0,612 \text{ м}^2$ . При объеме кладки  $2 \cdot 2 = 4 \text{ м}^3$  протяженность рабочего места  $4 / 0,612 = 6,54 \text{ м}$ . С учетом перевыполнения норм на одного рабочего должно приходиться 3,5–4,0 м.

В зоне материалов устанавливаются поддоны с кирпичом и ящики с раствором так, чтобы исключить непроизводительные движения рабочих. Для этого кирпич должен быть установлен перед глухим участком стены или простенком, а раствор – перед проемом. Количество материалов должно удовлетворять требованиям непрерывной работы в течение смены. Так, на каменщика и подсобника на рабочем месте должно приходиться  $4 \text{ м} \cdot 3$

кирпича (при обычном кирпиче это примерно 1,6 тыс. шт.) и 1 м<sup>3</sup> раствора. При этом раствор должен подаваться частями, во избежание застывания.

Процесс кладочных работ включает в себя следующие технологические операции:

- возведение углов; выполняет каменщик высокой квалификации, поскольку эта операция является наиболее ответственной и требует тщательного выполнения;
- установка порядовки или причальной скобы и шнура-причалки;
- раскладка кирпича; осуществляется на возводимой стене, возможно ближе к месту укладки: для тычковых рядов – перпендикулярно оси стены, для ложковых – параллельно; – подача и расстиление раствора на 5–10 кирпичей. При большей площади расстилания раствора имеет место обезвоживание и некачественное обжатие шва;
- укладка кирпича; – проверка правильности кладки;
- подвеска и подшивка швов.

Существуют три основных способа укладки кирпича.

1. Кладка *вприсык*. Этот способ используют при кладке забутки и верстовой части стен «впустошовку».

На стене каменщик раскладывает раствор:

а) в подложковый ряд шириной 7–8 см и толщиной 2–3 см, не доходит до края стены на 2–2,5 см;

б) подтычковый ряд кирпича укладывает грядкой шириной 20–21 см, затем гранью наклонно расположенного кирпича загребают часть раствора для образования вертикального шва. При этом каменщик постоянно выпрямляет кирпич, прижимает его к постели и прикладывает к кирпичам.

2. Кладка кирпича *вприсык с подрезкой*. Она отличается от предыдущей тем, что излишки выдавленного раствора срезаются кельмой.

3. Кладка *вприжим*. Применяется при возведении конструкций, воспринимающих значительные нагрузки, а также при кладке стен облегченной конструкции. Выполняется загребание части раствора кельмой и укладывается в вертикальный шов.

Подручник каменщика выполняет подачу и раскладку материала, перелопачивание раствора, подачу раствора, расстилку и разравнивание раствора, рубку и теску кирпича.

Если работы выполняют бригады или звено, то оно может состоять из 1–3 каменщиков 4–6-го разрядов, 1–3 каменщиков – подручников 3-го разряда (в звене могут быть несколько подсобных рабочих 2–1-го разряда), в соответствии с этим составом звенья называют «двойка», «тройка», «пятерка». При организации поточно-конвейерного метода назначается звено «шестерка», состоящее из трех «двоек»,двигающихся одно за другим через 2–3 м.

## **7. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

### **7.1. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ, ПАРОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

7.1.1. Назначение и виды гидроизоляционных работ

7.1.2. Технология производства гидроизоляционных работ

7.1.3. Особенности производства гидроизоляционных работ в зимних условиях

#### **7.1.1. Назначение и виды гидроизоляционных работ**

Ограждающие конструкции имеют способность поглощать воду, удерживать в порах, пропускать воду. Насыщенные влагой материалы теряют прочность, тепло, звуко- и электроизоляционные свойства.

Для предохранения конструкций от проникновения в них влаги выполняют гидроизоляционные работы. Слой водоустойчивых материалов на ограждаемой поверхности называется гидроизоляцией.

По месту расположения в пространстве гидроизоляция может быть подземной, подводной и наземной, относительно изолируемого здания – наружной или внутренней. По назначению гидроизоляция подразделяется на герметизирующую, теплогидроизоляционную, антикоррозионную и антифильтрационную.

В жилых зданиях (гражданских) гидроизолируют фундаменты, стены, полы и стены подвалов, полы первых этажей бесподвальных зданий, полы и стены санитарных узлов и ванных комнат.

Вид изоляции назначается в зависимости от степени влажности помещения (сухие, влажные, мокрые); величины гидростатического напора; трещиностойкости конструкции.

Виды применяемых изоляций: штукатурная; литая; окрасочная; обмазочная; клеичная; листовые изоляционные покрытия. На объектах гидротехнического строительства используются гидроизоляции: пропиточные; инъекционные; засыпные.

По конструктивному решению гидроизоляция может быть одно- и многослойной, армированной и неармированной, с защитным слоем и без него, вентилируемой, когда подкровное пространство сообщается с наружным воздухом.

Вид принимаемой гидроизоляции зависит от требуемого качества, прочности, существующего подпора грунтовых вод. При выборе гидроизоляции учитывают требуемую в помещении сухость, трещиностойкость конструкций, величину гидростатического давления, температурные и механические воздействия, агрессивность внешних вод, имеющийся выбор гидроизоляционных материалов.

### 7.1.2. Технология производства гидроизоляционных работ

Перед нанесением гидроизоляции выполняют подготовительные процессы. Первоначально на строительной площадке, где будут производиться гидроизоляционные работы, осуществляют понижение УГВ до отметки, не менее чем на 50 см находящейся ниже нижней отметки гидроизоляции. Далее осуществляют подготовку поверхностей для нанесения гидроизоляционного покрытия.

Подготовка изолированных поверхностей включает: очистку; выравнивание; сушку и оштукатурку под окрасочную и обмазочную изоляцию.

*Очистка и выравнивание:* удаляют грязь, пыль, жирные пятна, наплывы бетона, разрушают цементную пленку пескоструйным аппаратом или металлическими щетками. Срезают выступы арматуры, заделывают трещины, углубления и раковины. При подготовке кирпичных и бетонных поверхностей под штукатурную гидроизоляцию для лучшего сцепления изоляции с основанием производят их насечку ручным или механизированным инструментом.

При низком качестве поверхностей кирпичной кладки их оштукатуривают цементно-песчаным раствором.

*Просушивание поверхностей* осуществляют для обеспечения большей долговечности и гарантии лучшего качества гидроизоляции для всех видов покрытия (кроме штукатурной изоляции на цементно-песчаном растворе), которые следует наносить только на сухие поверхности. Просушивание осуществляют электровоздуховками, калориферами, лампами и установками инфракрасного излучения.

*Грунтовка* является обязательным элементом подготовки поверхностей для нанесения битумных и окрасочных составов. Для качественной грунтовки поверхность нагревают или наносят грунт в 2 слоя. Процесс грунтовки состоит из нанесения слоя из холодного битума и растворителя (одна часть битума и три части растворителя). Потом высушивают поверхности. В процессе изолирования обрабатывают все места сопряжений, по окончании подготовительных работ составляют акт на скрытые работы. Грунтовку наносят на изолируемую поверхность пистолетом-распылителем, краскопультом или кистью.

При напоре воды более 1 м вод. ст. гидроизоляцию устраивают на наружной поверхности (со стороны напора воды), при меньшем напоре – можно с той или другой стороны.

*Окрасочная (обмазочная) гидроизоляция* используется при незначительном (до 0,2 МПа) давлении грунтовых вод. Для ее устройства применяют: битумные, дегтевые и битумно-полимерные составы; полимерные окрасочные составы; масляные и маслосодержащие лаки и краски; окрасочные составы на минеральной основе.

Гидроизоляцию наносят в 2–3 слоя. Выполняется тонкими слоями по 0,2–0,8 мм, а обмазочная – более толстыми слоями по 2–4 мм. Обмазывают кистями, окрашивают краскопультами или пистолетом-распылителем.

Возможен ручной способ окраски (труднодоступные места). Не допускается использовать кисти при быстросохнущих материалах. Используют пневматический способ нанесения гидроизоляции. Распылитель располагают перпендикулярно к поверхности. Окрасочную гидроизоляцию наносят полосами с нахлесткой полос.

Окрасочную гидроизоляцию защищают от нагрева солнцем во избежание стекания раствора. Места перехода с горизонтальной поверхности на вертикальную, а также места между швами предварительно оклеивают полоской рулонных материалов шириной 20 см, а затем покрывают окрасочным слоем.

Поверх гидроизоляции наносят защитное покрытие: на горизонтальные поверхности – в виде цементной или асфальтовой стяжки толщиной 3–5 см; на вертикальные поверхности – в виде цементной штукатурки по металлической сетке.

*Оклеичная гидроизоляция* применяется при гидростатическом давлении 0,2–0,4 МПа. Выполняется из гнилостойких материалов: рубероид, толь, синтетические полимерные пленки и т. п.

Данный вид гидроизоляции послойно наклеивают на поверхность посредством битумных мастик или синтетических составов. Наносят гидроизоляцию со стороны гидростатического напора.

На горизонтальных поверхностях наклеивку ведут полосами с нахлесткой на 100 мм. Стыки полос по высоте должны быть смещены не менее чем на 300 мм.

Процесс устройства оклеичной гидроизоляции: на основание наносят слой мастики, укладывают рулонный материал. При использовании изола, фольгоизола и стеклорубероида мастику наносят также на рулонный материал. Наклеивают и разглаживают полотна гидроизоляции вначале вдоль полотна, затем под углом и в конце вдоль кромок. При этом могут использовать машины и катки, применяемые для кровельных работ.

На вертикальные поверхности гидроизоляцию наносят вручную, отдельными ограниченными по длине участками (захватками). По высоте поверхность разбивают на ярусы. При высоте менее 3 м рулонный материал наклеивают по всей высоте снизу вверх, а при высоте более 3 м работу ведут ярусами в 1,5–2 м снизу вверх, с нахлесткой полотнищ по длине и ширине. При работе на высоте используют леса и подмости.

*Листовая гидроизоляция* выполняется из металлических листов (сталь, свинец, алюминий, нержавеющие сплавы), синтетические материалы (винипласт). Этот вид изоляции наиболее трудоемкий, листы устанавливают внутри помещения.

*Штукатурно-цементная изоляция.* Область применения: горизонтальные и вертикальные поверхности.

Технология выполнения: с использованием растворонасоса или вручную смесь наносят слоем толщиной 6–10 мм до проектной толщины 20–30 мм, последующие слои наносят не позднее 1 суток при использовании

портландцемента и через 30 мин для растворов на безупречном и расширяющемся цементе.

Необходимо обеспечить обдувание поверхности сжатым воздухом и смачиванием водой, а после перерыва в работе очистку пескоструйными аппаратами или металлическими щетками.

Уход за покрытиями включает увлажнение в течение 2–3 недель по 2–3 раза в сутки не ранее 12 ч, после укладки портландцемента. После укладки портландцемента уход осуществляется в течение суток, через каждые 3 часа (начиная через 1 час после нанесения раствора).

*Штукатурная асфальтовая гидроизоляция* из горячих или холодных (эмульсионных) асфальтовых мастик и растворов выполняется послойным их нанесением на изолируемую поверхность. Мастики и растворы наносят механизированным способом с помощью асфальтометов, растворометов или растворонасосов.

*Литую асфальтовую гидроизоляцию* выполняют из горячих асфальтовых мастик, растворов и асфальтополимерных смесей, разливая и разравнивая по горизонтальной поверхности или заливая их зазор между опалубкой (защитной стенкой) и вертикальной поверхностью.

Мастики заливают сверху вниз слоями высотой 30–50 см и снизу вверх нагнетанием по трубам.

При возникновении перерыва в работе края покрытия подлежат разогреву.

### **7.1.3. Особенности производства гидроизоляционных работ в зимних условиях**

Гидроизоляционные работы при температуре наружного воздуха ниже 5°C производят с проведением дополнительных мероприятий для обеспечения требуемого качества или в тепляках, позволяющих поддерживать в них температуру 10–15 °С.

Во время снегопада, гололедицы, тумана и дождя наружные гидроизоляционные работы прекращают.

При устройстве окрасочной, оклеечной и асфальтовой изоляции с применением горячих мастик и растворов изолируемые поверхности необходимо высушить и прогреть до температуры 10–15 °С. Поверхности изолируемых конструкций перед нанесением окрасочной гидроизоляции прогревают горячим воздухом от электровоздуходувок или других нагревательных приборов.

Мастики и растворы должны иметь рабочую температуру в пределах 160–180 °С. Рулонные материалы перед употреблением выдерживают в тепле не менее 20 ч до приобретения ими температуры 15–20 °С, медленно обрабатывают летучим растворителем и подают к месту работ в утепленной таре, а горячие мастики – в термосах. Засыпка стенок, покрытых гидроизоляцией, производят талым грунтом тщательно с послойным уплотнением.

Гидроизоляцию из эмульсионных мастик и цементных растворов выполняют только в тепляках. Металлическую гидроизоляцию можно устраивать при температуре наружного воздуха не ниже – 20 °С.

Устройство в зимних условиях изоляции из полимерных материалов производится в соответствии со специальными инструкциями.

Защитные стяжки и кладку защитных стенок можно выполнять на растворах с противоморозными химическими добавками.

Выполнение гидроизоляционных работ в тепляках не меняет технологию нанесения гидроизоляционных покрытий.

## **7.2 ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА КРОВЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ**

7.2.1. Технология устройства кровель из рулонных и мастичных материалов

7.2.2. Технология устройства кровель из штучных материалов

### **7.2.1. Технология устройства кровель из рулонных и мастичных материалов**

*Устройство рулонных кровель.* Для устройства рулонных кровель применяют материалы с посыпкой – кровельные (рубероид, стеклорубероид, толь кровельный, дегтебитумные и гудрокамовые материалы) и без посыпки – бескровельные (толь-кожа, пергамин, гидроизол, полиэтиленовая пленка).

Устройство кровель из рулонных материалов состоит из подготовительного и основного процесса.

*Подготовительные процессы:* перематывание рулонных материалов для распрямления и очистки от посыпки (выполняют для улучшения склеиваемости); приготовление мастик и грунтовок.

Различают горячие или холодные мастики. Горячие состоят из вяжущего в виде обезвоженного битума или пека и наполнителя из асбеста 6-го или 7-го сорта, извести-пушонки и т. п., холодные получают введением в обезвоженный битум смеси растворителя в виде солярового масла с наполнителями из асбеста и извести.

Мастики доставляют на объект в автогудронаторах или специальной таре. На крышу подают по трубопроводам насосами или подъемниками и легкими кранами в таре вместимостью до 80 кг. На основание наносят из бачков, разравнивая щетками и гребенками, а также напыляют форсунками-распылителями с помощью насосов или специальных установок.

*Основные процессы:* подготовка основания под пароизоляцию и ее устройство; укладка утеплителя; выравнивание основания под ковер устройством стяжки; огрунтовка основания; устройство ковра и его защитного слоя.

Устройство кровли из рулонных материалов начинают с подготовки основания под пароизоляцию, включая устройство опор под воронки внутреннего водостока. Окрасочную пароизоляцию из горячих или холодных

битумных мастик наносят в один слой толщиной 2 мм. Оклеечную устраивают наклеиванием полотнищ пергамина на горячей битумной мастике толщиной 2 мм.

На отвердевшую мастику пароизоляции укладывают слой теплоизоляции полосами (через одну) шириной 4–6 м по маячным рейкам.

Полосы разделяют поперек через 6–12 м рейками толщиной 10 мм. После укладки теплоизоляции заполняют пропущенные полосы и компенсационные швы.

Поверх теплоизоляции делают выравнивающую стяжку из цементно-песчаного раствора, литого песчаного асфальтобетона или сборных плоских железобетонных плит.

Чтобы предохранить водоизоляционный ковер от температурноусадочных деформаций основания, в стяжке над стыками плит покрытия, устраивают швы шириной 10 мм, которые заливают кровельной мастикой и перекрывают полосками рулонного материала шириной 100 мм. Их приклеивают только вдоль одной кромки.

Толщина стяжки при укладке по монолитным утеплителям не должна превышать 10, по плитным утеплителям – 20 и по сыпучим – 30 мм.

В местах примыкания стяжки к вертикальным поверхностям устраивают переходные наклонные бортики шириной 100–150 мм под углом 45°. Места соединения бортика с вертикальной и горизонтальной поверхностями закругляют для лучшей приклейки рулонного ковра.

Огрунтовку производят битумом, растворенным в двух частях разбавителя, в первые часы после укладки цементно-песчаного раствора.

Процесс наклеивания ковра состоит из нанесения на основание слоя мастики, раскатывания полотнищ, приклеивания его и прикатывания катком.

Ковер начинают наклеивать с пониженных мест (воронок внутреннего водостока, ендов, карнизов) послойно: сначала первый слой по всей длине захватки, после его проверки и приемки – второй слой и т. д.

Наклейку материала на основание и склеивание слоев между собой производят кровельными мастиками. Рулонные битумные материалы (рубероид и др.) наклеивают на битумных мастиках, дегтевые (толь и др.) – на дегтевых (пековых). Покровные материалы наклеивают на горячих и холодных мастиках, беспокровные – только на горячих. Перед наклейкой горячей мастикой все рулонные материалы следует освободить от насыпанного слоя. Беспокровные материалы необходимо перемотать на обратную сторону.

В западноевропейских фирмах распространена поставка рулонного материала, намотанного на полые пластмассовые цилиндрические стержни, возвращаемые обратно на завод, изготавливающий рулонные изделия. В этом случае исключается деформация и склеивание рулонного материала, отпадает необходимость в перемотке.

Мастикой наносят механизированным способом или вручную слоем толщиной не более 2 мм. Холодные мастики должны иметь температуру не более 70 °С, а горячие – в пределах 160–180 °С. Для обеспечения заданной

нахлестки при наклеивании полотнища ориентируют по меловым линиям, которые наносят на основание.

Слои рулонного ковра наклеивают ступенчатым (одновременным) или послойным способом. На крышах с уклоном более 15 %, а также при небольших площадях крыш рулонный ковер можно наклеивать вручную.

При этом мастику наносят на основание щеткой участками в 50–60 см по длине раскатываемого рулона. Раскатывая рулон, полотнище тщательно притирают от середины к краям (для удаления воздуха) и сразу же прикатывают ручным катком массой 84 кг.

По мере наклеивания полотнища швы прошпаклевывают мастикой, выступившей по его краям во время притирки и прикатывания. При значительных объемах кровельных работ на крышах с уклонами до 15 % рулонные материалы наклеивают с помощью специальных наклеочных машин. Они наносят мастику на основание, разматывают, укладывают и прикатывают рулонный материал, приклеивают кромки.

Рулонные материалы наклеивают на скаты покрытий, уклон которых не превышает 25 %. При большем уклоне полотнища крепят гвоздями с шайбами из рулонного материала к деревянным антисептированным рейкам.

Количество слоев кровли, а также дополнительных слоев в местах примыкания указывают в проекте. На кровлях с уклоном до 15 % рулонные материалы наклеивают перпендикулярно к направлению стока воды, при больших уклонах – параллельно. В первом случае полотнища наклеивают с переводом на противоположный скат на 100–150 мм, а во втором – на 200–250 мм.

Полотнища наклеивают с нахлесткой: в кровлях с уклоном 2,5 % и более – по ширине полотнищ в нижних слоях 70 мм, а в верхних – 100 мм; по длине полотнищ во всех слоях – не менее 100 мм; в кровлях с уклоном менее 2,5 % – не менее 100 мм по длине и ширине полотнищ во всех направлениях и слоях кровли. Расстояние между стыками по длине полотнищ в смежных слоях должно быть не менее 300 мм.

Сверху конек накрывают дополнительным полотнищем шириной не менее 500 мм с каждого ската кровли.

При применении холодных мастик рулонные материалы наклеивают только послойно.

После наклеивания всех слоев рулонного ковра на плоские и малоуклонные кровли наносят защитный слой из гравия.

*Мастичные кровли.* Представляют собой литой гидроизоляционный ковер. Для устройства мастичных кровель применяют битумные, битумно-резиновые, битумно-латексные мастики и эмульсии. Распыленные тонким слоем по поверхности мастики и эмульсии, высыхая, образуют прочную водонепроницаемую пленку.

Устройство кровель начинают с подготовки поверхности: проверяют нивелиром уклоны поверхности покрытия, наклеивают над стыками панелей покрытия защитные армирующие прокладки из тканей стеклоткани,

втапливая их в битумно-эмульсионную мастику, а также укладывают гибкие компенсаторы из полиэтиленовой пленки по слою мастики.

Пароизоляционные слои устраивают из битумной мастики сплошными без разрывов. Число слоев мастики зависит от режима эксплуатации ограждаемого помещения. Толщина каждого слоя в высохшем состоянии должна находиться в пределах 2 мм.

У мест примыканий к выступающим над крышей или проходящим через нее конструкциям пароизоляционный слой поднимается на высоту теплоизоляции, но не менее чем на 100 мм.

Теплоизоляционный слой и стяжки устраивают так же, как и в рулонных кровлях, однако при этом с помощью деревянных реекшаблонов разделяют деформационными швами шириной 20 мм монолитный утеплитель и стяжки на карты размером 3×3 м.

Усиление ковра выполняют в ендовах, на коньках, карнизах и в местах примыканий. При этом вначале укладывают в поперечные швы компенсирующие жгуты, промазывая полости деформационных швов битумно-полимерной мастикой, затем укладывают гибкие компенсаторы с обязательным прогибом в полости шва (по продольным швам) и выгиба над швом (по поперечным швам). Над компенсаторами наклеивают на битумной эмульсионной мастике локальные армирующие прокладки.

Грунтовку наносят механизированным способом слоем толщиной 1 мм по всей поверхности покрытий. Основные слои мастичной кровли следует наносить сразу после высыхания грунтовки. Толщина основных и дополнительных слоев зависит от вида мастики: 3–4 мм для битумных эмульсионных мастик, 2–3 мм в стабилизированном (высохшем) состоянии для битумно-полимерных мастик.

Мастику наносят также механизированным способом сплошным равномерным слоем, начиная с участков, наиболее удаленных от места подъема материалов на покрытие, и от пониженных точек к повышенным. При наличии фонарей устройство мастичной кровли следует начинать с них.

Основной гидроизоляционный ковер выполняют из 3–4 слоев толщиной по 0,7–1 мм. Каждый следующий слой наносят после высыхания предыдущего.

Защитный слой мастичных кровель устраивают после высыхания последнего рабочего слоя из гравия, втопленного в мастику, или алюминиевой краски АЛ-177.

### **7.2.2. Технология устройства кровель из штучных материалов**

Для устройства кровель из штучных материалов применяют волнистые асбестоцементные листы или плитки, керамо- и металлочерепицу, кровельную сталь, плоские и волнистые листы из стеклопластика, деревянные материалы – тес и мелкие дощечки (щепа, гонт, чешуя).

Выбор вида кровли определяется конструкцией крыши и эффективностью применяемых кровельных материалов.

Асбестоцементные кровли устраивают из волнистых листов обыкновенного профиля (ВО), средневолнистых (СВ), усиленного профиля (ВУ) и унифицированного (УВ), а также из плоских плиток.

Перед укладкой листов или плиток разжелобки и карнизы, выполненные в виде сплошного деревянного настила, покрывают листовой оцинкованной сталью.

Волнистые асбестоцементные листы обыкновенного профиля и средневолнистые размером 678×1200 мм укладывают на деревянной обрешетке из брусков сечением 60×60 мм. Каждый лист должен опираться на три бруска. Для плотного прилегания листов к обрешетке и друг к другу карнизный брусок поднимают с помощью прокладок на 6 мм, а последующие четные бруски – на 3 мм.

Листы или плитки укладывают по подготовленному основанию рядами в направлении снизу вверх – от карниза к коньку. В рядах каждый лист должен перекрывать смежный на одну волну. Смежные ряды укладывают с нахлесткой на 120 мм при уклоне крыши более 50 % и на 140 мм – при уклоне 33–50 %.

Плотное прилегание листов в рядах вдоль и поперек ската обеспечивают уменьшением количества слоев в нахлестке. Для этого при укладке обрезают углы двух листов или смещают перекрывающиеся кромки на одну волну.

При уклоне крыши более 50 % листы укладывают насухо, а зазоры в местах нахлестки заделывают со стороны чердака цементно-песчаным раствором с волокнистым наполнителем. При меньшем уклоне в местах нахлестки листы укладывают на слой битумно-эмульсионной мастики. 189

Листы крепят к обрешетке шиферными гвоздями, болтами или шурупами с мягкими шайбами. Каждый лист карнизного ряда крепят тремя гвоздями: двумя – вторую волну от края со стороны нахлестки и одним – четвертую волну к карнизному брусу. Крайние листы последующих рядов крепят двумя гвоздями, а рядовые – одним гвоздем во вторую волну.

На коньковом брусе через 2 м закрепляют крючья для навешивания ходовых мостиков. Ребра и конек крыши покрывают коньковыми деталями. Примыкание к вертикальным поверхностям закрывают асбестоцементными уголками или металлическими фартуками.

*Листы усиленного и унифицированного профилей* используют для покрытия промышленных зданий с уклоном крыши более 25 %. Их укладывают по доскам обрешетки, закрепляемой на железобетонных плитах покрытия или по деревянным плитам покрытия. Листы длиной 1750 мм опирают на две доски, а длиной более 2000 мм – на три. В каждом ряду листы укладывают так, чтобы они перекрывали соседние на одну волну, а смежные ряды – с нахлесткой 200 мм.

Оформление свесов, примыканий, ребер, коньков, а так же заделку зазоров производят так же, как и в кровлях из листов обыкновенного профиля.

*Плоские асбестоцементные плитки* укладывают рядами снизу вверх на основание – настил из досок, уложенных с зазором 10 мм и покрытых

пергамином. До укладки плиток рекомендуется нанести мелом сетку с шагом 225 мм по уклону крыши и 235 мм – в поперечном направлении.

Вдоль карниза и фронтона укладывают половинки плиток. Конек и ребра покрывают коньковыми деталями. Каждую плитку крепят к опалубке двумя гвоздями и противовеетровой кнопкой.

*Кровли из черепицы.* В основном для устройства кровель применяют натуральную керамическую и штампованную цементно-песчаную черепицу, мягкую черепицу и металлочерепицу, деревянную (дрань и чешуя).

Основания под черепичную кровлю бывают в виде брусковой или сплошной обрешетки из досок, фанеры, цементно-песчаной стяжки. Кровли из черепицы выполняют однослойными или в два слоя. Швы можно закрывать пленкой или металлическими пластинками.

*Натуральная керамическая черепица* бывает пазовой или плоской. Пазовая черепица может быть ленточной или плоской.

Черепицу укладывают на обрешетку из деревянных брусков. Расстояние между брусками и их сечение зависят от вида черепицы и способа ее укладки.

Укладку ведут рядами снизу вверх с разбежкой швов. Для этого через ряд первой кладут половинку черепицы. Для восприятия температурных смещений между черепицами в ряду оставляют зазор в 1,5 – 2 мм.

Пазовую черепицу укладывают справа налево в один слой. Образующиеся при нахлестке продольные швы не протекают. Плоская черепица не позволяет создать продольные закрытые швы, поэтому ее укладывают в два слоя, как справа налево, так и слева направо. Пазовую черепицу крепят к обрешетке проволокой, а плоскую – кляммерами. При уклоне более 45° крепят все черепицы, а при меньшем уклоне – только нечетные ряды, включая карнизный и коньковый, и черепицы вдоль фронтонов, ребер, разжелобков. Плоские черепицы крепят через одну-две.

Для равномерной загрузки стропил и стен следует устраивать черепичную кровлю одновременно на противоположных скатах.

Разжелобки покрывают кровельной оцинкованной сталью или специальной черепицей, а конек и ребра – коньковой желобчатой черепицей. В местах примыкания кровли к вертикальным поверхностям зазоры между кровлей и этими поверхностями заделывают цементно-песчаным раствором. Зазоры между черепицей промазывают изнутри чердака цементно-известковым раствором, в который добавляют паклю, войлок или другие волокнистые материалы.

*Цементно-песчаная черепица.* Обладает всеми достоинствами керамической, но ее производство в 2 раза дешевле. Выпускается разных формы и цвета; обладает хорошей шумоизоляцией, «не шумит» в дождь, не нагревается в жару. Способы ее укладки аналогичны укладке керамической черепицы.

*Укладка кровли из плоских асбоцементных плиток по сплошному дощатому настилу.* Плитки укладывают с нахлесткой не менее 70 мм снизу вверх и слева направо, ориентируя их по линиям разбивочной сетки,

нанесенной заранее на основание. Шаг сетки принимают равным 225 мм в направлении, перпендикулярном коньку, и 235 мм – параллельном коньку.

Обязательным условием успешной эксплуатации кровель со сплошной обрешеткой является вентиляция подкровельного пространства. Под обрешеткой должен быть расстелен пленочный материал. Для этого лучше всего использовать паропроницаемые пленки, а в местах установки вентиляционных труб укладывать проходную пластмассовую черепицу с пластмассовой насадкой, зазоры у печных труб обрамлять прижимной планкой и заполнять герметиком.

*Кровли из мягкой черепицы.* В отличие от распространенных мягких рулонных кровель, черепичные не требуют частого капитального ремонта, а местные дефекты легко исправляются, поскольку кровельное покрытие составлено из мелких элементов. В процессе устройства кровли из мягкой черепицы сначала укладывают сплошное фанерное или дощатое основание. Затем приклеивают и фиксируют гвоздями подкладочный слой из рулонного флиззола ТММ-2,5: при угле кровли до 20° – по всей поверхности; при угле более 20° – по периметру, конькам и ендовам. Устанавливают кронштейны для водостока и карнизные листы. По линии паза приклеивают и прибивают гвоздями слои флиззола и элементы кровельной черепицы. Устраивают примыкания, вентиляторы, коньковые элементы. Кровли из металлочерепицы. При устройстве такой кровли сначала выполняют раскрой листов. Обычная длина листа составляет 8 м, максимальная – 12 м. Это позволяет монтировать покрытия малоэтажных зданий и коттеджей без стыковки по длине листов. Ширина листов: «Элит» – 1025 мм; «Каскад» – 1050 мм; «Монтерей» – 1100 мм. Далее приступают к укладке гидроизоляционного материала (пленки) и устройству обрешетки из брусков сечением 30–40×100 мм через 250–400 мм. Под коньковую планку прибивают по две дополнительных доски с каждой стороны. Монтаж кровельных листов ведут в таком порядке, при котором капиллярные канавки перекрываются следующими листами. Листы крепят «зигзагом» из расчета 6 шурупов-саморезов на 1 м<sup>2</sup>. При креплении листов к обрешетке шурупы размещаются в прогибе волны, при скреплении соседних листов – в гребне. В завершение работ устанавливают комплектующие детали.

Как показала практика, пластиковые покрытия выдерживают любой холод и не теряют своих свойств при нагревании до температуры +120 °С.

*Кровли из металлических листов.* Кровельные покрытия устраивают при реставрации и капитальном ремонте зданий старой постройки, при обделке свесов, разжелобков, примыканий к выступающим над крышей вертикальным поверхностям, при покрытиях архитектурных элементов фасадов зданий и т. п. В процессе устройства кровельного покрытия из стальных листов основания выполняют в виде обрешетки из деревянных брусков 50×50 мм и досок от 50×120 до 50×140 мм. Деревянная обрешетка должна быть прочной, жесткой и ровной. При этом разжелобки, ендовы и свесы покрывают сплошным дощатым настилом.

Стальные листы соединяют между собой стоячими и лежащими, одинарными и двойными фальцами. Стоячими фальцами соединяют кромки листов, располагаемых параллельно стоку воды, лежащими – поперек стока. При уклоне кровли более 30 % лежащие фальцы выполняют одинарными, а при меньшем уклоне – двойными.

Лист кровельной стали, кромки которого подготовлены для фальцевого соединения, называют картиной. Картины крепят к обрешетке кляммерами – полосками кровельной стали, которые заводят в фальцы.

Процесс устройства кровли из стальных листов включает: заготовку стальных листов (картин) размерами 1420×710×0,50 мм, отгиб для лежащих фальцев 15 мм, для стоячих 20 и 35 мм; устройство брусковой или сплошной обрешетки и гидроизоляции; закрепление на карнизах Т-образных костылей и штырей для крепления водосточных воронок и труб; прибивка кляммеров, установка картин, закрепление кляммеров в фальцах; направление укладки – параллельно или перпендикулярно коньку; устройство примыканий.

## **8. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

8.1. Технология обработки древесины

8.2. Технология соединения отдельных элементов деревянных конструкций. Сборка деревянных конструкций

8.3. Строительство быстровозводимых жилых домов. Контроль качества

### **8.1. Технология обработки древесины**

Древесина в нашей стране по-прежнему является одним из основных строительных материалов. Достоинствами древесины являются: прочность, легкость, экологическая безвредность, низкая теплопроводность, привлекательность внешнего вида. Недостатки: возгораемость, коробление, растрескивание при увлажнении-высыхании.

При обработке древесины следует учитывать усушку и возможное коробление материала после распиловки, наличие трещин и др. Все изделия из древесины должны быть защищены от порчи, гниения, древоточцев и возгорания.

Для предохранения древесины от порчи ее сушат. Сушка повышает прочность древесины, устраняет проблемы усадок и растрескивания, позволяет достичь высокого качества обработки поверхности. После сушки исключено поражение древесины грибами и микроорганизмами.

Сушка бывает естественной и искусственной. При естественной сушке пиломатериал складывается с зазорами в штабелях и выдерживается от 1,5 мес до 1,5 года.

Искусственная сушка может быть: низкотемпературной, конденсационной и токами высокой частоты. Предпочтение отдается конденсационной сушке, при которой подогретый воздух, циркулируя по

камере, отдает влагу в конденсационной камере и затем вновь используется, при этом сокращаются расходы на подогрев воды.

Для предохранения древесины от гниения ее пропитывают антисептиком (фторид натрия), обмазывают креозотом, окрашивают масляными красками и лаками.

Для защиты древесины от воздействия различных микроорганизмов применяют пропитывающие и пленкообразующие антисептики на водной и органической основе. Антисептики (пасты) могут наносить краскопультами и кистями. При температуре наружного воздуха ниже нуля пасты (антисептики) подогревают до 30–40 °С. Водные растворы антисептиков (NaF) наносят с помощью краскопульта. Креозот (масляный антисептик) наносят на поверхность древесины кистями за один-два раза. Для защиты от древоточцев поверхность покрывают инсектицидами, которые наносят кистями или опрыскивателями.

Для защиты от возгорания древесину окрашивают огнезащитными красками, обмазывают пастами, покрывают штукатуркой, асбестом и другими несгораемыми материалами. Огнезащитные составы наносят краскопультами или кистями в зависимости от объема работ и концентрации составов.

Обработку поверхностей конструкций выполняют при температуре не ниже +10 °С и относительной влажности воздуха не более 70 %. В жаркое время такая обработка древесины разрешается только при условии защиты от прямых солнечных лучей.

Антисептирование, предохранение от древоточцев и огнезащитную обработку деревянных элементов следует проводить только после выполнения всех процессов заготовки – распиловки, острожки, устройства врубок, сверления и т. п.

В тех случаях, когда после защитных мер выполняются какие-либо дополнительные операции по доделке элементов конструкций, следует вновь обработанные поверхности антисептировать, предохранять от древоточцев и огня.

Все защитные составы необходимо наносить на поверхность древесины сплошным ровным слоем. Для контроля в бесцветные растворы добавляют краситель.

Элементы конструкций, обработанные защитными составами, во время перевозки и хранения должны быть укрыты от воздействия атмосферной и производственной влаги.

Древесину обрабатывают с помощью ручных электрических и пневматических машин. Ручная обработка древесины разрешается в исключительных случаях при небольшом объеме работ.

В качестве ручных машин используют дисковую пилу для продольной и поперечной распиловки досок; ленточную электропилу для прямо- и криволинейной продольной и поперечной распиловки досок и брусьев; электрорубанок для острожки деталей; электродрель для высверливания круглых отверстий; электродолбежник для долбления отверстий, пазов;

универсальный электроинструмент для распиловки, строгания, сверления, шлифования.

Механическая обработка древесины значительно увеличивает производительность труда, ускоряет процесс производства работ, повышает качество и точность обработки деталей и конструкций.

Древесину можно обрабатывать следующими способами: раскалыванием, резанием, распиловкой, строганием, фрезерованием, сверлением, долблением, точением, лушением, шлифованием.

Способы резания древесины: вдоль волокон, поперек волокон и в торец.

На строительстве выполняются следующие деревянные работы: заполнение оконных и дверных проемов, настилов полов, установка встроенной мебели и монтаж конструкций деревянных зданий. Все детали устанавливаются с помощью подъемно-транспортных механизмов, обслуживающих строительную площадку.

Поставляться на объект деревянные изделия должны комплектно с приложением паспортов и актов на выполненную огнезащитную обработку.

Столярные изделия доставляют на площадку в виде готовых дверных и оконных блоков с навешенными на петли оконными створками и дверными полотнами. Деревянные дверные заполнения устанавливают в процессе или после возведения стеновых ограждений. В сборных панельных зданиях дверные и оконные блоки устанавливают на заводе. Коробки в каменных стенах прикрепляют к антисептированным пробкам в кладке с помощью шурупов или заостренных ершей. Вертикальные бруски коробок блоков крепят двумя ершами на расстоянии по высоте не более 1,5 м. Вместо конопачивания щелей между оконной коробкой и стеной их заполняют монтажной пеной – макрофлексом.

В брусчатых и бревенчатых стенах коробки чаще устанавливают на гребни, нарубаемые в венцах, образующих проемы. При этом над коробками оставляют зазор 8–10 см на осадку венцов при их усушке и уплотнении горизонтальных пазов. В деревянных каркасных зданиях коробки крепят гвоздями или шурупами к стойкам и ригелям каркаса.

В оштукатуриваемых стенах и перегородках коробки должны выступать за плоскость стены на толщину штукатурки с тем, чтобы наличник плотно прилегал к наружным граням и штукатурке.

Оконные и дверные коробки наружных стен в местах их примыкания к кладке обрабатывают антисептирующей пастой и обертывают гидроизоляционными прокладками. Зазоры между коробками и кладкой наружных стен тщательно проконопачивают антисептированными теплоизоляционными материалами, а во внутренних стенах – звукоизоляционными материалами.

Окончательно оконные блоки закрепляют только после выверки их вертикальности и горизонтальности, а также совпадения их вертикальных и горизонтальных осей с заполнением других проемов.

После закрепления коробки укладывается подоконная доска, которая крепится с нижним бруском оконной коробки путем сплачивания в четверть

или паз и привертыванием шурупами. Ее устанавливают с уклоном внутрь помещения до 1 %; торцы подоконных досок, заделываемых в кладку стен, следует обрабатывать пастой и оборачивать толем или пергамином. Нижнюю поверхность досок изолируют от кладки слоем антисептического войлока. В пределах одного помещения подоконные доски должны быть установлены на одном уровне.

Столярные перегородки состоят из щитов, собранных из двух – четырех полотен, аналогичных по устройству дверным полотнам. Поступающие на объект в готовом виде щиты устанавливают непосредственно на чистый пол или на уложенный на полу брус, толщина которого равна толщине обвязки щита. К полу (брусу), стенам и потолку щиты крепят ершами. При установке щиты крепят один к другому гвоздями или шурупами. Иногда между нижним брусом и потолком ставят стойки, между которыми устанавливают щиты. В месте примыкания перегородки к потолку пришивают карниз или галтель, у пола – плинтус. На вертикальные стыки щитов нашивают нащельники.

Встроенная мебель (шкафы и др.) поступает на объекты в готовом виде. В нишах каменных стен оставляют отверстия, в которые закладывают деревянные пробки, заделывают крепежи и штыри, к которым прикрепляют мебель. Погонажные изделия прирезают на месте установки с соединением в углах на «ус». Наличники крепят к коробкам гвоздями или шурупами. Гнезда под гвозди заполняют наполнителем и покрывают лаком. Плинтусы крепят к кирпичным стенам и перегородкам гвоздями в заделанные в стену пробки. Деревянные лестницы в готовом виде устанавливают целыми маршами.

## **8.2. Технология соединения отдельных элементов деревянных конструкций. Сборка деревянных конструкций**

Виды соединений отдельных элементов деревянных конструкций зависят от тех усилий, которые возникают в местах соединений и выполняются в виде различных врубок или безврубочных соединений в плотничных работах и шиповых соединений в столярных работах.

В процессе плотничных работ производят соединение между отдельными заготовками для создания единой конструкции.

Различают следующие виды соединений: *сплачивание* – соединение бревен, брусьев и досок боковыми гранями по всей длине; *сращивание* – сопряжение элементов по длине при горизонтальном их расположении; *наращивание* – соединяемые элементы служат продолжением один другого в вертикальном направлении; *соединение под углом*.

Врубки представляют собой соединения, в которых усилие передается от одного элемента к другому без промежуточных вкладышей.

Виды безврубочных соединений: соединения на стальных креплениях (болтах, скобах и т. п.), на нагелях, шпонах, гвоздях и на клею.

Соединения на клею являются наиболее индустриальными по сравнению с другими видами соединений и имеют ряд преимуществ перед ними. Путем

склеивания может быть получен большой сортамент элементов деревянных конструкций.

Для склеивания досок и брусков применяют белковые (животного или растительного происхождения) и синтетические (смоляные) клеи. Белковые клеи применяют для конструкций внутри зданий, не подвергающихся увлажнению, а изготовление конструкций, не защищенных от атмосферных воздействий, выполняется на водостойчивых синтетических клеях.

Клеи могут быть холодного и горячего твердения. Запрессовка склеиваемых элементов производится с помощью электрических, пневматических, гидравлических и винтовых прессов.

### ***Сборка деревянных конструкций***

Контроль качества работ выполняется визуально, т. е. осмотром, замерами, с помощью геодезических инструментов и на основании лабораторных испытаний.

На все узлы и конструкции, которые в дальнейшем закрываются другими конструкциями и доступ к ним будет невозможен, составляют акты на скрытые работы: на антисептическую и огнезащитную обработку древесины с приложением данных анализа лаборатории; на заделку оконных и дверных блоков в стенах; на анкеровку балок перекрытий в стенах; на крепление деревянных перегородок к стенам. Качество работ должно отвечать требованиям ТНПА.

В процессе выполнения монтажных работ проверяются: соответствие установки элемента с проектом; качество заделки стыков и швов; готовность законченных участков здания к производству последующих строительно-монтажных работ.

При заполнении оконных и дверных проемов столярными изделиями просвет между дверными полотнами и полом должен быть не более 5 мм для внутренних дверей, 12 мм – у дверей санузлов и 2 мм – у наружных дверей. Напуск деревянных наличников на стены или перегородки должен быть не менее 10 мм. Верхняя поверхность подоконных досок должна иметь уклон внутрь помещения.

Установка выступающих оконных и дверных приборов производится только шурупами и только после окончания окраски окон и дверей.

Оконные шпингалеты и завертки в форточках и встроенных шкафах должны обеспечить плотный притвор.

Поверхности оконных блоков, примыкающих к каменной кладке, бетону или штукатурке, антисептируют и защищают гидроизоляционными прокладками.

При приемке монтажных работ в деревянных конструкциях проверяется плотность соединения и тщательность заделывания пазов между конструктивными элементами зданий, правильность устройства гидроизоляции.

Допустимые отклонения от проектного положения смонтированными деревянными конструкциями:

– отклонение расстояния между осями конструкции  $\pm 20$  мм;

– отклонение от конструкции по вертикали  $\pm 5$  % от высоты конструкции; – отклонение отдельных элементов  $\pm 10$  мм.

Для конструкций заводского изготовления смещение осей нижней обвязки может составлять  $\pm 5$  мм.

### **8.3. Строительство быстровозводимых жилых домов**

*Каркасные дома* – это сооружения, которые получили широкое распространение в последние годы. Они отличаются доступной стоимостью, высокой скоростью возведения и отсутствием усадки. Поэтому заезжать в дом можно сразу после окончания строительных работ.

Технология возведения предполагает использование доски, характеристики которой зависят от климатических условий, площади строения, количества этажей, высоты стен и особенностей планировки. Как правило, толщина пиломатериала составляет 4-5 см, а ширина 15-20 см.

Стены дома обшиваются при помощи отделочных материалов такие, как имитация бруса, фиброцементный сайдинг и т.п. Внутри располагается утеплитель, в качестве которого обычно используется, минеральная базальтовая вата.

После возведения каркаса и устройства обрешётки производится обшивка строения. Затем выполняются работы по внутренней отделке. Такие дома возводятся максимально быстро.

#### ***Каркасно-щитовые дома***

Технология строительства каркасно-щитовых домов подразумевает использование заводских щитов. Они поставляются на объект в готовом виде. Т. е. каркас совмещён со стеновыми панелями. Главное преимущество данной технологии заключается в скорости возведения дома на объекте.

#### ***Каркасные дома из СИП-панелей***

*Каркасные дома из СИП-панелей* – это строения, отличающиеся высоким энергосбережением. Поэтому они распространены в регионах, отличающихся суровым климатом. *СИП-панели* – это цельная конструкция, состоящая из трёх слоёв. В центре расположен слой утеплителя из пенополистирола.

Для возведения домов используются панели заводского производства.

Каркас дома собирается на участке в ходе строительных работ по принципу конструктора. Благодаря этому дома из SIP-панелей возводятся в кратчайшие сроки. Ведь в таких сооружениях присутствуют два силовых элемента – панели и каркас.

#### ***Разновидности кровли каркасных домов***

Технологии каркасного домостроения позволяют подбирать вариант кровли в зависимости от планировки и пожеланий клиента.

На сегодняшний день чаще всего используются:

1. ***плоские крыши***. Применяются при возведении хозяйственных построек, гаражей, бань и пр. Плоские крыши довольно редко используются при строительстве жилых домов. Их преимущество заключается в

экономичности и простоте монтажа. Однако плоским крышам необходим тщательный уход во время обильных осадков. На них скапливается снег, вода, листья;

2. **односкатные крыши.** Один из наиболее распространённых вариантов, встречающихся в дачном домостроении. Крыша имеет уклон, превышающий  $10^\circ$ . За счёт этого с неё без проблем стекает вода и сползает снег. Также существует возможность обустроить небольшое хозяйственное помещение под крышей;
3. **скатные крыши.** Возможно устройство как двускатной полувальмовой, так и четырёхскатной вальмовой крыши. Этот вариант неприхотлив в уходе, поскольку снег самостоятельно сползает вниз. Помимо этого, мансарду можно оборудовать окнами. Это позволит создать дополнительное помещение, которое расширит полезную площадь дома;
4. **многощипцовые крыши.** Этот вариант подойдёт тем, кто предпочитает нестандартные планировки. Такие крыши предполагают наличие нескольких скатов и ендов. Они также позволяют расширить полезную площадь дома за счёт дополнительного помещения, в котором можно сделать кладовку, мастерскую и пр.;
5. **конические крыши.** Такие конструкции встречаются достаточно редко. Крыши конического типа устраиваются в домах округлой формы. Их главное преимущество заключается в простоте ухода. С конических крыш легко отводится влага и снег.

## **9. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ОТДЕЛОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

### **9.1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШТУКАТУРНЫХ И ОБЛИЦОВОЧНЫХ РАБОТ**

9.1.1. Назначение и виды штукатурки и штукатурных растворов

9.1.2. Технология подготовки поверхностей под штукатурку и оштукатуривание поверхностей

9.1.3. Производство работ по облицовке зданий различными материалами

#### **9.1.1. Назначение и виды штукатурки и штукатурных растворов**

Штукатурка является декоративно-защитным отделочным покрытием строительных конструкций. Выполняется из строительных растворов с минеральными и синтетическими составляющими. Она улучшает тепло- и звукопроводность, а также водопоглощение поверхности, повышает ее устойчивость в агрессивных средах, улучшает санитарно-гигиенические и декоративные свойства.

Штукатурные работы относятся к мокрым процессам, поэтому их следует выполнять в исключительных случаях, когда применение более индустриальных видов отделки затруднено или допустимо ввиду особых условий эксплуатации. Штукатурный намет наносят на поверхность

последовательно. Первый слой – *обрызг* жидкого раствора без разравнивания для связи с поверхностью толщиной до 5 мм; второй – грунт для выравнивания, его можно наносить в несколько слоев толщиной не более 7 мм каждый при известковых и известково-гипсовых растворах и 5 мм при цементных растворах; третий – накрывка для придания покрытию окончательного вида. Его наносят жидким раствором на мелком песке слоем толщиной не более 2 мм (при декоративной накрывке – 7 мм). После высыхания накрывку затирают ручной теркой или затирочной машинкой.

*Классификация штукатурки:*

- 1) по назначению: обычная, декоративная, специальная;
- 2) по толщине намета: тонкослойная (до 12 мм), среднеслойная (12–20 мм), толстослойная (свыше 20 мм);
- 3) по виду вяжущего материала: цементная, цементно-известковая, известковая, гипсовая, известково-гипсовая;
- 4) по сложности выполнения: простая, улучшенная, высококачественная.

*Обычная штукатурка* предназначена для выравнивания поверхностей под последующую окраску и защиты конструкций от воздействий окружающей среды. Бывает одно- и многослойной. Однослойную штукатурку толщиной до 10–15 мм наносят по слою обрызга за один прием на относительно ровные поверхности. Многослойная штукатурка может быть простой, улучшенной и высококачественной. Простая штукатурка состоит из обрызга и одного слоя грунта; улучшенная – из обрызга, 1–2 слоев грунта и накрывочного слоя; высококачественная – из обрызга, 2–3 слоев грунта и накрывки. Средняя суммарная толщина всех слоев простой штукатурки – 12, улучшенной – 15, высококачественной – 20 мм.

*Декоративная штукатурка* состоит из обрызга, грунта и декоративного накрывочного слоя, обработанного различными способами; выполняется только высококачественной.

*Специальная штукатурка* защищает конструкции и помещения от влаги, высоких температур, кислот, щелочей, рентгеновских лучей и других вредных воздействий окружающей среды. В зависимости от предъявляемых требований может быть простой и улучшенной.

Штукатурный раствор состоит из воды, вяжущего материала, заполнителей и различных добавок, которые уменьшают расход вяжущих материалов, повышают пластичность, замедляют застывание раствора. Обычно используют следующие составы растворов: цементноизвестковый – 1:1: (6–10) (цемент, известь, песок); известковогипсовый (беспесчаная накрывка) – 1:2; известковый – 1:2; цементный – 1:(3–4). Растворы должны иметь подвижность 5–12 см, расслаиваемость до 15 %, водоудерживающую способность не менее 90 %.

В качестве пластификатора в цементные растворы вводят поливинилацетатную эмульсию или синтетический латекс, в цементноизвестковые – пек или мылонафт. Замедлителями твердения гипсовых растворов служат суперфосфат или клеевой раствор.

Штукатурные растворы в виде полуфабрикатов или сухих смесей приготавливают в бетонно-растворных узлах и доставляют на объект в мешках, в бункерах, автосамосвалами и автобетоновозами.

*Процесс оштукатуривания состоит из:*

– подготовки поверхностей (насечка, обивка сеткой или дранкой, провешивание, установка маяков);

- транспортирования раствора или его составляющих к рабочим местам; нанесения и разравнивания штукатурного намета (обрызг и грунт);
- устройства декоративных обрамлений (карнизов, наличников и других элементов);
- отделки проемов и углов; нанесения и отделки накрывки с декоративной обработкой.

Вспомогательные операции включают подготовку рабочего места, его уборку и др.

### 9.1.2. Технология подготовки поверхностей под штукатурку и оштукатуривание поверхностей

Подготовку поверхностей начинают после полной осадки стен и перегородок.

К началу штукатурных работ должны быть установлены и закреплены оконные и дверные блоки, перегородки, заделаны все отверстия, выполнены все виды проводки и другие работы.

Состав работ по подготовке поверхностей зависит от их вида и состояния. Деревянные поверхности обивают стеклосеткой, деревянной дранью с ячейкой 45×45 мм, прибитой под углом 45°, или металлической сеткой (в углах и примыканиях). Гладкие бетонные поверхности насекают механизированным способом или обрабатывают электрическими металлическими щетками. Выполненная впустошовку кладка из штучных каменных материалов требует только очистки от пыли.

Поверхности провешивают отвесом, метростатом, ватерпасом или уровнем с рейкой. Результаты провешивания закрепляют марками N, или маяками – полосами набрасываемого под рейку (правило) раствора (рис. 9.1.).

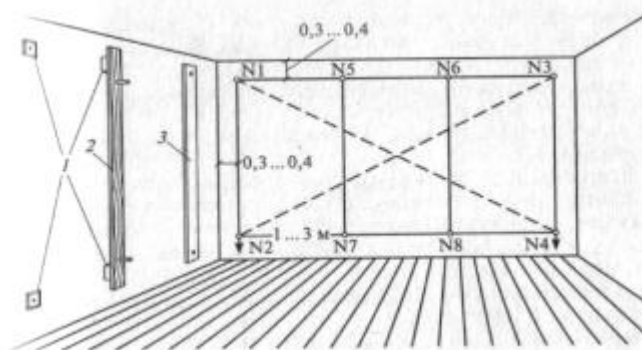


Рис. 9.1. Провешивание стен с устройством марок и маяков:  
1 – марки; 2 – правило; 3 – маяк

Марки и маяки служат ориентирами для выравнивания грунта: марки при простой и улучшенной штукатурке, маяки – при высококачественной. Маяки представляют собой полосы из раствора шириной 4–5 см, определяющие проектное положение отделываемой поверхности.

Места сопряжения конструкций из различных материалов (деревянных конструкций с бетонными) обивают металлической сеткой с ячейкой 10×10 мм шириной не менее 20 см или оплетают проволокой.

*Оштукатуривание поверхностей.* Каменные и бетонные поверхности помещений с нормальной влажностью (до 60 %) оштукатуривают известковыми и цементно-известковыми растворами, гипсовые – гипсовыми и известково-гипсовыми, наружные стены и поверхности помещений с повышенной влажностью – цементными и цементно-известковыми растворами. Прочность подстилающих слоев штукатурки должна быть выше прочности накрываемых слоев.

Перед оштукатуриванием поверхности увлажняют с помощью краскопульта для предотвращения сползания слоя обрызга, который не разравнивают, чтобы он хорошо сцеплялся с накладываемым на него слоем грунта.

При производстве штукатурных работ все технологические операции следует выполнять механизированным способом. При поставках сухих смесей в мешках или в бункерах на этажах можно располагать переносные установки для непрерывного перемешивания и нанесения смесей, а для нанесения растворов, приготавливаемых на территории площадки, следует использовать многоцелевые пневмонагнетательные установки.

Для переработки и подачи штукатурного раствора на этажи применяют штукатурные станции, состоящие из приемных бункеров, вибросита, растворонасосов и компрессоров. Оборудование можно монтировать на передвижном автоприцепе или собирать из отдельных агрегатов на объекте.

Механизированное нанесение штукатурки (соплование) рекомендуется выполнять звеном, состоящим из пяти человек: сопловщикзвеньевой наносит раствор на оштукатуриваемую поверхность соплованием; помощник звеньевого помогает в сопловании, по необходимости подменяет сопловщика; два подсобника выравнивают слои намета, формуют лузги и усенки (углы); один подсобник закрывает проемы, очищает поверхности от брызг раствора и т. д.

Ручное оштукатуривание допускается в стесненных условиях (санузлах и др.) и при небольшом объеме работ.

Помещение оштукатуривают сверху вниз (потолок – верхняя часть стен – нижняя часть). Каждый следующий слой наносят после затвердевания предыдущего. Для выполнения работ на высоте используют подмости, снаружи – вышки, блочные леса.

При простой штукатурке («под сокол») грунт разравнивают и затирают соколом и полутерками, при улучшенной («под правило») – полутерками, выправляют рабочим правилом и проверяют контрольным. Последний слой грунта высококачественной штукатурки («по маякам») разравнивают малкой или правилом.

Лузги, усенки и фаски натирают полутерками, правилами, специальными фасонными полутерками или вытягивают шаблонами.

Накрывку выполняют из высокоподвижного раствора с мелкозернистым наполнителем. Раствор наносят на смоченный грунт, разравнивают полутерками, после затвердевания затирают затирочными машинками с рабочими дисками из дерева, резины и других материалов или ручную терками (рис. 9.2.). Затирку ведут до получения ровной и равномерной фактуры.

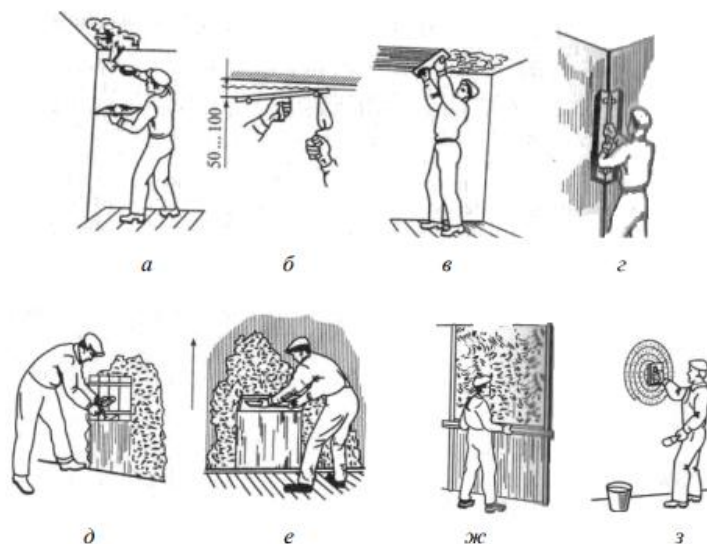


Рис. 9.2. Выполнение штукатурных операций вручную:  
а – набрасывание раствора кельмой с сокола; б, в – разравнивание раствора соколом и полутерком на потолке; д, е – то же на стене; ж – разравнивание раствора малкой по маякам; з, г – затирка теркой и лузговым полутерком

Откосы проемов, пилястры, колонны, карнизы и другие архитектурные детали оштукатуривают по направляющим правилам, маякам или вытягивают шаблонами по направляющим рейкам.

### 9.1.3. Производство работ по облицовке зданий различными материалами

Работы по облицовке зданий выполняются после завершения строительно-монтажных, санитарно-технических и других отделочных работ. Тип материала и конструкции облицовки определяются проектом и утверждается заказчиком.

Поверхности под облицовку не должны иметь отклонений от вертикали более 15 мм (впадины заделываются штукатурным раствором). При приклеивании плиток мастиками отклонение поверхности от вертикали не должно превышать 3 мм на 1 м высоты.

*Наружная облицовка.* Технологический процесс облицовки стоит из: сортировки, очистки и подготовки облицовочных изделий; приготовления растворов, клеящих составов и крепежной арматуры; подготовки и разметки поверхностей, подлежащих облицовке; установки маячных рядов; пробивки

отверстий для анкеров, проводов и т. п.; облицовки с очисткой и окончательной отделкой поверхности.

В зависимости от вида применяемых материалов отдельные операции могут быть исключены.

Для облицовки естественным камнем применяют плиты из твердых пород: гранита, габбро, мрамора, а также пильного известняка и туфа. Установку начинают с угловых и маячных плит. Предварительно плиты подготавливают в мастерских: пробивают пазы и гнезда для креплений, сортируют по размерам и окраске, маркируют.

Плиты скрепляют с помощью металлических крюков, костылей, якорей, скоб и пионов. Концы креплений должны быть заершены или загнуты, заделаны в раствор и расклинены в гнездах стальными клиньями. Облицовочные плиты прикрепляются к вертикальным стержням скользящими скобами.

*Последовательность установки плит:* примерка плиты насухо и отметка мест пробивки гнезд; пробивка гнезд в облицовываемой конструкции; по сделанным отметкам укладывание раствора, а поверх него раскладка деревянных клиньев; опускание плиты на клинья и придание ей требуемого положения с помощью клиньев, а затем соединение плиты с соседними плитами пионами.

В некоторых случаях плиты временно прикрепляют (примораживают) к ранее установленным гипсовым раствором. Закрепив плиты ряда, заполняют раствором пространства между плитами и основанием, если это предусмотрено проектом. При этом пространство заполняют раствором лишь на  $3/4$  высоты плиты, чтобы на уровне горизонтальных швов облицовки не образовались наплывы раствора. Плиты следующих рядов устанавливают в такой же последовательности.

*Облицовка прислонными керамическими плитками и сайдингом.* Малогабаритные керамические облицовочные плитки устанавливают после окончания строительства здания. Их крепят к стене с помощью раствора марки не ниже 50 без конструктивной перевязки с кладкой.

Плитки устанавливают горизонтальными рядами, пользуясь порядовками и шнуром-причалкой, причем облицовку можно выполнять с перевязанными и не перевязанными вертикальными швами.

Для наружной облицовки стен также применяют – сайдинг, названный «американской вагонкой». По технологии обшивки облицовка сайдингом мало чем отличается от традиционной обшивки деревянной обшивочной доской (вагонкой).

В сайдинге основой покрытия является винил, алюминий или сталь, а наружным покрытием – ПВХ, что придает этому материалу прочность, жесткость, но одновременно (особенно при алюминиевой и виниловой основе) гибкость, возможность устройства «кривых» стен, огнестойкость.

Наиболее распространен у нас виниловый сайдинг размером  $3,8 \times 0,25$  м. Его можно резать ножовкой, прибивать алюминиевыми гвоздями.

*Внутренняя облицовка.* Выполняют после возведения кровли и когда нагрузка на стены достигнет не менее 65 % проектной.

Элементы внутренней облицовки крепят на цементно-песчаных и сложных растворах, мастиках или на коллоидно-цементном клее. Раствор для облицовки должен иметь марку не ниже 50. Шов выполняют толщиной 7–15 мм; толщина мастичного шва должна составлять до 2 мм. Существует правило: чем тоньше слой, тем лучше сцепление.

Мастики и клеи начинают застывать через 3–7 ч, поэтому их приготавливают на объекте из сухих смесей.

*Облицовку плитками* выполняют по причалке и с помощью различных шаблонов. Облицовку по причалке начинают с разметки границ и рядов. Крайние плитки каждого ряда устанавливают по вертикальным причалкам или порядкам, а остальные – по горизонтальной причалке. Раствор или мастику наносят на стену или очищенную тыльную сторону плиток и разравнивают зубчатым шпателем. Плитку прижимают к поверхности и осаждают в уровень с ранее установленными плитками и причалкой. Прослойка должна заполнять все пространство между плиткой и поверхностью.

*Облицовка плитами из мрамора.* Облицовочные материалы устанавливают насухо и крепят к поверхности крюками, костылями и другими деталями. Снаружи швы зачеканивают гипсовым раствором.

Облицовочные материалы других видов устанавливают на растворах.

Облицовочные листы и фанеру крепят шурупами к деревянному каркасу из брусков. На ровные поверхности тонкие листы наклеивают на мастиках. Швы закрывают раскладками или заполняют мастикой и расширяют под различные профили.

*Облицовка стен и перегородок гипсокартонными листами (ГКЛ).* Облицовка ГКЛ полностью удовлетворяет всем условиям «сухого» строительства. Такие стены регулируют комфортную влажность помещения, технологичны, обеспечивают высокую звуко- и термоизоляцию, лишены запаха и токсичных компонентов, отличаются огне- и влагостойкостью.

Листы разрезают ножами и ножовками, прикрепляют болтами, металлическими деталями, гвоздями, шурупами или приклеивают мастикой, швы между листами заделывают шпатлевкой, заглаживают и заклеивают армирующей лентой.

*Подвесные потолки.* Подвесные потолки применяют в промышленных и общественных зданиях для придания интерьеру привлекательности и чтобы скрыть располагаемые между несущими покрытиями и потолком электро-, теплосети и другие коммуникации. Для этого в швах или отверстиях плит покрытия устанавливают анкеры, опускают тяги, к которым подвешивают металлические профили или деревянные балки, служащие опорой конструкциям подвесного потолка.

Монтаж потолков следует начинать в период отделочных работ, когда закончены «мокрые» процессы.

Широкое распространение получили архитектурно-акустические потолки из плиток «Акмигран» и гипсокартонных листов ГКЛ.

Потолки из плиток «Акмигран» крепят с помощью алюминиевых двутавров, опирающихся на стальные балки.

После закрепления направляющих на стены и колонны крепят погонажные детали (уголки) для опирания фризových плиток. После подбора и сортировки плитки заводят пазами в гребни алюминиевых профилей. Между собой их соединяют пластмассовыми пластинками-шпонками, а затем окрашивают вододисперсионной или другой краской. В процессе эксплуатации потолки очищают пылесосом. Натяжные потолки.

Полотнища из синтетических материалов (виниловая пленка толщиной 20,0 мкм) нарезают по размеру. Полотнища сваривают по швам и заносят в помещение, затем их укладывают на высоте 1,5 м от тепловой газовой пушки. Помещение и полотнища нагреваются до тех пор, пока полотно не становится мягким. Натяжение полотнища начинают с фиксации противоположных углов, далее полотно равномерно натягивают с противоположных сторон. Для закрепления полотнищ используют фиксирующие профили (багет) и гарпуны; устанавливают декоративные профили. После охлаждения потолок натягивается.

*Приемка и контроль качества.* Облицовочные плиты и плитки должны быть без перекосов, отколов и других дефектов. Швы между ними должны быть ровными, их поверхность чистой, без высолов раствора, пятен и повреждений полировки. При проверке двухметровой контрольной рейкой на поверхности облицовки из плиток допускаются просветы не более 2 мм. Между плитками и поверхностью не должно быть пустот.

## **9.2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАЛЯРНЫХ, ОБОЙНЫХ И СТЕКОЛЬНЫХ РАБОТ**

9.2.1. Подготовка поверхностей, нанесение и обработка подготовленных слоёв под окраску

9.2.2. Окраска внутренних и наружных поверхностей конструкций

9.2.3. Малярные и обойные работы, выполняемые в зимних условиях

### **9.2.1. Подготовка поверхностей, нанесение и обработка подготовленных слоёв под окраску**

Основные мероприятия подготовки поверхности: сглаживание, разрезка трещин, очистка и грунтовка, подмазка и шпатлевка.

*Сглаживание.* Песчаным камнем или торцом дерева удаляют песчинки, потеки раствора и следы затирки штукатурки.

*Разрезку трещин* производят ножом на глубину не менее 2 мм. При этом разрушаются кромки и увеличивается размер самих трещин, что дает возможность заполнить их подмазочной пастой.

*Очистку поверхности* производят сжатым воздухом или щетками, сильно загрязненные поверхности – шлифовальными машинами или металлическими электрощетками.

*Огрунтовку* выполняют перед частичной подмазкой, каждой шпатлевкой и окраской механизированным способом. При малых объемах работ грунтовки наносят вручную с большого распылителя, расположенного на расстоянии 50–70 см от обрабатываемой поверхности. Отдельные виды первой грунтовки сильно впитывающих поверхностей наносят 2–3 слоями.

Состав грунтовок зависит от вида окраски: под известковую краску подбирают известковую грунтовку; под клеевую – купоросную, известковую и крацовую краску; под силикатную – грунтовка приготавливается из жидкого стекла и мыла; под эмульсионную – из компонентов красочных составов, разбавленных большим количеством воды; под масляную окраску – олифу.

*Частичную подмазку* трещин и неровностей производят вручную шпателями. После высыхания подмазанные места шлифуют и грунтуют.

*Сплошная шпатлевка* является выравнивающим слоем, наносят шпаклевочными агрегатами или шпатлевками.

Механизированное нанесение шпатлевки производит звено из 2 рабочих: 1-й наносит шпатлевку на поверхность, полосами сверху вниз перекрывая предыдущие полосы на 4–5 см, расстояние между поверхностью и механизмом – 20–30 см; 2-й рабочий вручную разравнивает.

При шпатлевке вручную ее наносят на поверхность при движении в одном направлении, а разравнивают при движении в различных направлениях.

Шпатлевку наносят один, два и более раз, после высыхания каждого слоя производят шлифование. *Шлифуют* подмазку, шпатлевку и подстилающие слои окраски машинками, на рабочих дисках которых закреплена пемза.

Далее производят окраску поверхности.

### **9.2.2. Окраска внутренних и наружных поверхностей конструкций**

*Окраска внутренних поверхностей.* В зависимости от высоты помещения и вида выполняемых работ окраску ведут с подмостей, вышек и малярных столиков.

Известковую окраску наносят на увлажненную поверхность ручными и электрокраскопультами в 1–3 слоя. Окраска получается прочная лишь в случае полной карбонизации извести. Наносится краска в 2 приема: 1-й слой – в вертикальной плоскости; 2-й – в горизонтальной.

Силикатную окраску выполняют в 2–3 слоя валиками, краскопультами и пневмораспылителями по грунтовке из раствора жидкого стекла. Каждый слой наносят через интервалы 10–12 ч.

Клеевую окраску также можно наносить валиками, краскопультами и установками воздушного распыления по хорошо загрунтованной поверхности. Окраску ведут участками. Во избежание образования полос каждый участок окрашивают без перерывов в работе и до высыхания выполненной смежной окраски. В процессе окраски и сушки нельзя интенсивно проветривать помещение. Это может привести к неравномерному высыханию колера и образованию пятен.

Водоэмульсионная окраска высыхает за 2–3 ч, поэтому окрашивать отдельные участки необходимо за один прием, не допуская перерывов, иначе будут видны стыки окраски, выполненные в разное время. Окраску выполняют валиками или пистолетами-распылителями не менее чем в 2 слоя по грунтовке из разбавленной водоэмульсионной краски.

Неводную окраску наносят не менее чем в 2 слоя валиками, пневмоваликами, пневмоустановками, установками безвоздушного распыления и легкими краскораспылителями, у которых емкость для окраски присоединена непосредственно к пистолету-распылителю. Краску наносят тонким ровным слоем по хорошо просушему предыдущему. Труднодоступные места окрашивают кистями и специальными валиками различного назначения. Наиболее приемлемым способом окраски стен и потолков является фактурная окраска, поскольку она не требует шпатлевания и выравнивания поверхностей. Поэтому часто предпочтение отдается мелкошероховатой фактуре «под крокодиловую кожу», «под шагрень» и другой, скрывающей мелкие дефекты.

При отделке поверхностей «под шагрень» используют синтетические пастовые составы: латексномеловые, гипсополимерцементные, наносимые с помощью шпатлевочной установки из сопла, располагаемого на расстоянии 400–500 мм от поверхности.

При однотонной гладкой стене лучше использовать матовое покрытие, которое делает малозаметным дефекты штукатурки, бетона, древесины.

Окраску наружных поверхностей (фасадов) производят механизированным способом с лесов, подмостей и вышек. Для нормального высыхания красок не допускается окраска фасадов в сухую и жаркую погоду, при температуре выше 25 °С, при прямом воздействии солнечных лучей, во время дождя, при скорости ветра более 10 м/с, зимой по наледи.

Наряду с декоративными штукатурками для отделки фасадов используются воднодисперсионные краски. Преимуществом их является то, что вместо растворителей в них применяется вода, формирование пленок не связано с протеканием химических реакций, а только с испарением воды, что безопасно для природы и человека. Стойкость этих красок к атмосферным воздействиям связана с наличием в их со- 208 ставе акриловых полимеров и сополимеров, а также кремнийорганических соединений (силиконовая смола).

*Приемка работ* осуществляется после высыхания. Качество малярных работ подразумевает однотонность окраски. Окраска не должна иметь пятен, брызг, потеков и следов кисти. Следы кисти не должны быть заметны с расстояния 3 м. Места искривления линий не должны превышать 2 мм.

### **9.2.3. Малярные и обойные работы, выполняемые в зимних условиях**

При выполнении малярных работ в зимних условиях не допускается производить окраску фасадов по наледи, во время дождя или по сырому фасаду, а также при скорости ветра более 10 м/с.

Для окраски фасадов в зимних условиях должны применяться краски специального назначения. Температура воздуха при окраске фасадов этими

составами должна быть не ниже указанной в проектной документации и в инструкции по их применению.

При нанесении улучшенного и высококачественного окрасочных покрытий освещенность на всех уровнях поверхности должна быть не менее 150 лк, при выполнении работ по шпатлеванию, огрунтовке и нанесению простого окрасочного покрытия – не менее 100 лк.

В помещениях должна поддерживаться температура не ниже 8°C на высоте 0,5 м от пола и относительная влажность не выше 70 %. Малярные работы должны производиться в зданиях с постоянно действующими системами отопления и вентиляции. Применение открытых жаровен и печек-временок запрещается.

Нельзя допускать в помещениях резких колебаний температуры. Температура окрасочных составов должна быть не ниже 15 °С.

Отделочные работы внутри здания должны выполняться при температуре в помещениях и температуре оснований, на которых выполняются отделочные покрытия, не ниже 10°C и влажности воздуха не более 60 %. Такая температура в помещениях должна поддерживаться круглосуточно, не менее 2 сут до начала работ, в процессе выполнения работ и не менее 12 сут после их завершения.

При температуре ниже 10°C работы внутри здания должны выполняться при действующих системах отопления и вентиляции.

### **9.3. УСТРОЙСТВО ПОКРЫТИЯ ПОЛОВ**

9.3.1. Технология устройства полов из различных материалов

9.3.2. Технология устройства полов в зимних условиях

#### **9.3.1. Технология устройства полов из различных материалов**

Полы являются частью здания, они воспринимают функциональное и технологическое воздействие. Устройство полов входит в комплекс отделочных работ. До начала работ по устройству пола должны быть закончены общестроительные, санитарно-технические и электромонтажные работы. Подготовку материалов для полов производят центрами на базах комплектации и доставляют на объект комплектно (на секцию, квартиру, группу помещений). Раскрой материалов производится на месте укладки.

Работы по устройству полов начинают после устройства подземных коммуникаций.

При выборе материала для покрытия пола определяющим является эксплуатационное воздействие, которое может привести к разрушению или износу покрытия. При значительных механических воздействиях учитывают их вид и интенсивность.

*Подготовка основания и устройство подстилающего слоя.* При устройстве полов по грунту удаляют растительный слой, пучинистые и мерзлые грунты, примеси снега и льда и заменяют их песчаными подсыпками. Основание на сжимаемых грунтах уплотняют слоем щебня или

гравия крупностью 40–60 мм, втапливаемого в грунт катками, при этом грунт поливают водой.

При устройстве полов по искусственному основанию его необходимо выровнять и очистить от мусора и пыли.

Бетонный подстилающий слой укладывают с вибрированием. Предварительно по поверхности грунта рассыпают слой гравия или щебня, который вдавливают при помощи катков на глубину не менее 40 мм. Заглаживание и железнение бетонной поверхности выполняют металлическими гладилками. По длине полосы бетонирования более чем на 6 м перпендикулярно устанавливают просмоленные и обернутые толем или рубероидом доски в местах деформационных швов. Гидроизоляцию можно устраивать сразу после укладки бетонной смеси или после ее затвердевания.

Подстилающий слой из сборных железобетонных плит выполняют по песчаному основанию, укладывая плиты краном; отдельные участки бетонируют по месту.

Стяжка – слой толщиной 15–40 мм из мелкозернистого бетона, раствора марки 150 или из асфальтобетона. При устройстве теплоизоляционных и звукоизоляционных слоев из пористых или недостаточно жестких материалов стяжка образует жесткую корку, являющуюся основанием для покрытия пола.

#### *Устройство монолитных покрытий полов.*

Общая технология укладки монолитных полов включает:

- устройство бетонной, щебеночной и иных видов подготовки с уклоном для стока воды и других жидкостей;
- устройство гидроизоляции; – укладка, разравнивание и уплотнение одно- или двухслойного бетонного, ксилолитового и других видов монолитных покрытий;
- обработка поверхностей (вакуумирование, железнение и пр.);
- устройство плитусов.

#### *Устройство дощатых полов.*

Полы настилают из оструганной половой рейки хвойных пород древесины. Толщина рейки 22–37 мм, ширина 74–124 мм. Половая рейка имеет с одной стороны шпунт, с другой – гребень. На первом этаже здания доски укладываются по лагам, располагаемым через 600–700 мм. Лаги укладываются по железобетонным плитам цокольного перекрытия или по кирпичным столбикам из красного кирпича. На междуэтажных перекрытиях лаги сечением (25–40)×(80–100) мм укладывают с шагом 400–500 мм и скрепляют временными схватками.

В комнатах доски располагают по направлению света, в коридорах – по направлению движения. Настилают доски паркетным и пакетным способами, гребнем от себя.

При паркетном способе первую доску укладывают вдоль стены с зазором 10–15 мм и крепят к каждой лаге гвоздями длиной 2,5 толщины доски. Следующую доску прижимают к ранее уложенной, осаждают ударами молотка через прокладку и прибивают гвоздями. Их забивают с наклоном и втапливанием шляпок в лицевую поверхность досок или в элементы шпунтового соединения, что позволяет скрыть шляпки гвоздей.

При пакетном способе первую доску укладывают вдоль стены и крепят гвоздями. Затем укладывают 10–15 следующих досок. Их прижимают к

первой клиньями или сжимами и прибивают гвоздями. Последнюю доску ставят забивкой.

Плинтусы и другие отделочные детали устанавливают после острожки провесов (стыков досок). Для вентиляции подполья в плинтусах сверлят или прорезают специальные отверстия. Дощатые полы красят за два раза после выполнения всех работ в помещении.

Деревянные щиты для полов собирают на водостойком клее из отходов древесины. Квадратные щиты с пазом и гребнем настилают по перекрестной системе лаг и крепят паркетным способом. Щиты крепят шурупами к ползунам-бобышкам, которые могут перемещаться по лаге.

Водостойкие древесностружечные половые плиты настилают по лагам и крепят гвоздями. Лаги укладывают через 350–400 мм, а также под стыками плит и на расстоянии 150–200 мм по обе стороны от стыка. Стыки плит шпательюют и окрашивают пол за один-два раза.

*Паркетные полы.* Полы из штучного паркета устраивают по сплошному дощатому основанию, древесностружечным плитам, крупноразмерным сборным плитам подготовки, отвердевшим или полуотвердевшим цементно-песчаным стяжкам. К возводимому основанию штучные паркетные клепки крепят гвоздями, забивая их в основание нижней щели паза. На другие основания паркет клеят на горячих и холодных битумных, битумно-каучуковых и других мастиках или клеях.

Длина паркетных клепок не должна превышать 350 мм, а толщина – 16 мм. При нарушении этого условия клепки теряют эластичность, топорщатся при укладке и деформируются по торцам при эксплуатации.

Схемы укладки штучного паркета по бетонным основаниям: «бетон – клей – паркет» и «бетон – гидроизоляция – фанера – клей – паркет». Второй способ более трудоемкий и дорогостоящий, но со значительно более высоким качеством укладки.

Работы по схеме «бетон – клей – паркет» выполняют в такой последовательности: очистка основания с заделкой дефектов и шлифовка основания шлифовальными машинами; огрунтовка основания и укладка паркета на клей или мастику; острожка, циклевка, покрытие лаком или натирание мастикой.

Технология работ по схеме «бетон – гидроизоляция – фанера – клей – паркет» имеет следующие отличия от предыдущей схемы:

- цементная стяжка покрывается клеевым праймером, который пропитывает ее поверхность и создает слой парогидроизоляции;
- укладывается полиэтиленовая, специальная фольгированная или полипропиленовая пленка с выводом под плинтус;
- приклеивается и «пристреливается» дюбелями многослойная фанера или ДСП;
- на фанеру приклеивается паркет и «пристреливается» гвоздями к фанере;
- выполняется шлифовка покрытия и отделка лаком.

Описанная технология позволяет получать высококачественный пол из штучного паркета.

Настилку паркетных полов ведут по заранее размеченному основанию и начинают с устройства маячного ряда. Наиболее распространенный способ укладки «в елку», но можно применять укладку «в конверт», «в квадрат», «змейкой», «лесенкой» и другими способами. При наклеивании паркета на

медленно высыхающие холодные мастики маячный ряд настилают у наиболее удаленной от входа стены, а в остальных случаях – в центре помещения. Ориентируясь по маячному ряду, настилают остальные. Фриз выполняют в последнюю очередь, после обрезки елочных рядов.

Паркетные доски недавно настилали паркетным способом по технологии дощатых полов: укладывали лаги или устраивали сплошной плитный настил из ДВП по выравнивающему слою. Паркетные доски сплачивали, прибивали к основанию или приклеивали. Сейчас применяют ленточные трехслойные «плавающие» паркетные доски, которые не приклеиваются и не прибиваются гвоздями к основанию, а друг с другом соединяются благодаря наличию паза и гребня (желобка и язычка) по продольным и торцовым сторонам. Собранный таким образом настил прижимают по периметру плинтусами.

Верхний слой доски покрыт наполнителем (грунтом) и несколькими слоями сверхпрочного лака, а клепки из твердых пород древесины укладывают с рисунком, напоминающим штучный паркет.

Для получения более высококачественного «плавающего» пола доски изготавливают с прослойками из натуральной пробки, при укладке склеивают друг с другом по стыкам, но не приклеивают к подоснове.

*Полы из штучных каменных материалов.* Керамические и каменные плитки укладывают на прослойку из цементно-песчаного раствора толщиной 10–15 мм. Основание очищают и смачивают водой, размечают положение рядов. Плитки настилают поштучно по причалке, по причалке шаблонами, поштучно с применением кондукторов.

Поштучно по причалке плиточное покрытие настилают в такой последовательности: устанавливают маячные плитки, между ними укладывают маячные ряды, укладывают плитки всей полосы. Через 2–3 дня швы заливают раствором и для удаления его остатков поверхность пола протирают влажными опилками.

Шаблоны применяют для укладки плиток пакетами по 50 шт. Шаблон заполняют плитками лицевой стороной вниз, закрепляют их запорными стержнями, переносят к месту укладки, переворачивают и укладывают. Кондуктор служит для высокоточной укладки плиток поштучно.

Кондуктор в виде рамы с подвижным ползуном устанавливают в проектное положение винтами. Ползуном кондуктора раствор разравнивают и по его разметке укладывают плитки.

Мозаичные плитки с размером сторон 23 и 48 мм на заводе наклеивают лицевой стороной на крафт-бумагу, получая «ковры» размером 398×598 мм. На уложенную на основание пола растворную смесь набранный «ковер» укладывают плитками вниз с пристукиванием его рейками. После затвердевания раствора бумагу смывают водой и затирают швы между мозаичными плитками.

При настилке полов из пластикатных плиток размерами 15×15, 20×20, 30×30 см соблюдают следующий порядок производства работ: подготовка основания (выравнивание, подмазка, шлифовка); разбивка осей и разметка пола; грунт основания; укладка и разравнивание мастики слоем 0,5 мм; укладка плиток, также намазанных мастикой; приклеивание плинтусов, порогов и т. д.

В процессе укладки плит сначала определяют положение отметки пола, которое отмечают на стене. Сортируют плиты, примеряют насухо, а затем на

цементно-песчаном растворе состава 1:3 выкладывают маячные ряды, ориентируясь на которые, производят укладку промежуточных плит методом «шов в шов или «вразбежку».

*Полы из рулонных материалов.* Напольные покрытия из линолеума настилают по каменным, деревянным и другим основаниям, неровности на которых не превышают 2 мм. Основания высушивают до влажности 3–5 %, частично или полностью шпатлюют, шлифуют и грунтуют. Для приклеивания используют резино-битумные, кумароно-каучуковые и другие мастики и различные виды клеев.

Нарезанные по размерам полотнища линолеума заносят в помещение, раскатывают и выдерживают в таком положении 1–2 сут до полного распрямления и приобретения температуры помещения. Линолеум скатывают на половину помещения, наклеивают эту половину, затем таким же образом наклеивают вторую половину, оставляя неприклеенной полосу вдоль нахлестки шириной 100 мм. После высыхания мастики кромки прирезают и приклеивают. При необходимости получения водонепроницаемого ковра стыки полотнищ сваривают «холодным» или «горячим» способом.

В первом случае стыки склеивают специальным карандашом-распылителем, во втором – плавлением плавящего шнура горячим воздухом от специального прибора (фэна) или сварочного автомата.

Если швы полотнищ свариваются, то прирезку производят до приклеивания.

Последовательность операций при настилке линолеума:

- измерение помещений и раскрой полотнищ с добавлением с каждой стороны по 5 см;
- внесение и раскатка рулона, выдерживание не менее 1 сут;
- подгон рисунка по длине и ширине полотнищ;
- прирезка кромок нахлестнутых линолеумных полотнищ по линейке;
- приклеивание обрезанных рулонов от центра помещения к одной и другой торцевым сторонам, протирая от середины к краям;
- сварка стыков «холодным» или «горячим» способом.

Линолеум на тепло-звукоизоляционной основе настилают насухо, сваривая отдельные полотнища в ковер размером комнаты. Ковры заготавливают в централизованных мастерских или на объекте. В помещении ковер разворачивают и выдерживают 2–3 дня для выправления. Затем его разглаживают, прирезают и прижимают по периметру помещений плинтусами. Технология устройства покрытий из синтетических ворсовых ковров (ковролина) практически не отличается от традиционной технологии укладки обычного линолеума, но при укладке необходимо следить, чтобы смежные полотнища имели одинаковое направление ворса. Иногда вместо ковролина в жилых и офисных помещениях укладывают ковровые плитки без приклеивания.

В помещениях, где требуется повышенная химическая стойкость и износоустойчивость пола (холлы, лестницы), можно укладывать резиново-каучуковые напольные покрытия (релин) в виде ковров или плиток. Полы отличаются высокой прочностью, огнеупорностью, легко очищаются от грязи, масел и т. п. Резиновые покрытия требуют очень ровной гладкой стяжки влажностью не более 3 %. Для приклеивания применяют

двухкомпонентный быстросхватывающийся полиуретановый клей. Технология приклеивания – традиционная.

*Приемка работ.* При приемке проверяют: ровность и горизонтальность поверхности; размеры элемента пола; правильность примыкания полов к другим конструкциям; несущую способность покрытия; правильность рисунка.

Ровность и горизонтальность поверхности проверяют уровнем и прикладыванием двухметровой рейки. Стяжка не должна иметь неровностей, превышающих 2 мм для покрытий полов из мастик, линолеума, полимерных плиток и паркета; 4 – мм для покрытий из прочих штучных материалов, настилаемых на мастиках; 10 мм – для покрытий, настилаемых на растворе. На поверхности чистого пола не должно быть неровностей, превышающих 2 мм для покрытия из линолеума, полимерных плиток, мастик, паркета и досок, 4 мм – для монолитных и плиточных полов на керамических и каменных мозаичных плитках.

Готовые полы с уклоном, предназначенные для стока жидкости, проверяют пробной поливкой водой. Покрытие не должно иметь трещин, выбоин, незаполненных и вспученных мест и т. д.

### **9.3.2. Технология устройства полов в зимних условиях**

Технология производства работ по устройству полов в зимних условиях не отличается от производства работ в летних условиях.

Температура воздуха в помещении на уровне пола, при которой допускается устройство полов, должна быть не ниже, °С:

15 – для покрытий из мастик, линолеума и из полимерных материалов (температура должна поддерживаться в течение 3 сут после окончания работ, полная механическая нагрузка возможна не ранее чем через 7 сут);

10 – из ксилолитовых смесей и смесей, в состав которых входит жидкое стекло (температура должна поддерживаться до приобретения уложенным материалом прочности не менее 70 % от проектной);

5 – полов с применением битумных мастик и из смесей, в состав которых входит цемент (температура должна поддерживаться до приобретения материалом прочности не менее 50 % от проектной).

При устройстве подсыпок под полы не допускается наличие мерзлого грунта.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ**

10.1. Особенности производства земляных и свайных работ в условиях реконструкции

10.2. Демонтаж строительных конструкций. Усиление строительных конструкций

## 10.1. Особенности производства земляных и свайных работ в условиях реконструкции

*Методы выполнения земляных работ в условиях реконструкции.*

Для разработки грунта при реконструкции, если позволяют условия, применяют те же машины и механизмы, что и при работах на открытых площадках.

При реконструкции земляные работы производят, как правило, путем рытья глубоких (до 8 м и более) небольших в плане колодцев, траншей и котлованов. Часто это происходит в непосредственной близости от существующих зданий, фундаментов колонн и оборудования, подошвы которых оказываются расположенными выше отметок низа разрабатываемых выемок. Разработка грунта с соблюдением допустимого откоса в таких условиях не представляется возможной. Это ограничивает применение существующих землеройных машин, усложняет производство работ. Для их выполнения требуется мощное крепление стен выемок стальным шпунтом или же одним-двумя рядами буронабивных свай, в основном с анкерровкой. При этом для погружения стального шпунта во избежание динамических нагрузок вместо машин ударного действия используют вдавливающие и вибрационные машины.

При рытье глубоких котлованов с малыми размерами в плане кроме экскаваторов с грейферными ковшами и с напорной штангой, которые позволяют получать котлованы с вертикальными стенками, а также разрабатывать грунт у самого шпунта, могут быть использованы пневмопогрузчики, применяющиеся при проходке вертикальных стволов шахт.

Операции по зачистке дна котлованов и траншей и разравниванию грунта при их обратной засыпке могут быть механизированы за счет дооснащения имеющихся машин.

Для производства земляных работ в небольших объемах, зачастую в стесненных условиях, наиболее приспособлены универсальные малогабаритные гидравлические землеройно-транспортные машины многоцелевого назначения с набором сменных рабочих органов. Современные малогабаритные машины способны разрабатывать грунт на глубину до 4 м при радиусе до 5 м.

Высокая степень универсальности малогабаритных машин обусловлена обилием сменного рабочего оборудования – до 20 видов. К ковшам экскаватора и погрузчика имеется следующее сменное рабочее оборудование: ковш переменного сечения вместимостью 0,1– 0,25 м<sup>3</sup>, зачистной или грейферный ковш, гидромолот, телескопическая рукоять, грейфер, грузовая стрела и грузозахватное устройство грузоподъемностью до 2 т. Ковш погрузчика может быть заменен поворотным отвалом, уширенным ковшом, ручным гидравлическим молотом, буровым оборудованием, рыхлителем. Замена одного оборудования другим механизирована, осуществляется из кабины машины. Наличие сменного рабочего оборудования обеспечивает выполнение одной машиной практически всех процессов и операций при малообъемных земляных и погрузо-разгрузочных работах на строительной площадке.

Мобильные малогабаритные машины выполняются по типовой схеме короткобазового ходового устройства. У них имеется возможность широкого маневрирования в стесненных условиях строительных площадок за счет поворота передних колес, всех колес переднего моста в одну сторону при повороте колес заднего моста в другую сторону, колес обоих мостов в одну сторону.

Однако применение этих машин ограничено из-за ряда компоновочных и конструктивных особенностей. Так, короткая база, обеспечивающая возможность бортового поворота, не позволяет развивать транспортную скорость свыше 10–12 км/ч. При большей скорости машина раскачивается в продольной плоскости. Небольшой дорожный просвет и колесные движители не позволяют использовать машины на грунтах с низкой несущей способностью, на плохо подготовленных строительных площадках, в местах, где возможно повреждение шин при боковом повороте.

Методы и средства механизации уплотнения грунтов обратных засыпок зависят от условий производства работ и в первую очередь от вида и размера обслуживаемого участка. В наиболее труднодоступных местах уплотнение грунтов осуществляется немеханизированным инструментом.

Работы по уплотнению грунтов обратных засыпок в наибольшем объеме производятся методом поверхностного уплотнения. Для этого используются в основном серийные грунтоуплотняющие машины и механизмы, производящие трамбование, вибротрамбование, вибрацию. Кроме пневмо- и электротрамбовок применяют трамбуемые машины, работающие в стесненных условиях. Вибротрамбовками, подвешенными к крану, грунт уплотняют концентрическими полосами в пределах зоны действия с одной стоянки. При первом проходе осуществляют предварительное уплотнение, при втором – окончательное. Чтобы уменьшить динамическое воздействие на подземные конструкции, сначала уплотняют грунт в непосредственной близости от их вертикальных граней (но не ближе 0,1 м), затем остальной. Уплотнение производят с перекрытием следов на 0,05–0,1 м.

В некоторых случаях целесообразно уплотнять грунты глубинным методом путем образования вертикальных скважин на всю глубину отсыпки с последующей засыпкой их местным грунтом и послойным уплотнением. Скважины получают с помощью пневмопробойников или станков ударно-канатного бурения.

Совершенствование уплотняющей техники, безусловно, приведет к изменению технологии других процессов, в первую очередь, традиционной технологии земляных работ за счет уплотнения (трамбования) небольших котлованов, а также бетонных работ, которые в связи с уплотнением грунта будут вестись безопалубочным способом.

Существенным достижением первой половины XX в. является разработка способов искусственного укрепления, или окаменения, грунтов, осуществляемого нагнетанием в грунт растворов или пульпы. Для повышения несущей способности фундаментов путем искусственного закрепления грунта рядом с существующим фундаментом пробуривают инъекционную скважину, закладывают щелевидный иньектор с направлением щели в сторону фундамента и нагнетают нужный раствор (например, цементный или жидкое стекло).

Эти способы получили значительное усовершенствование. От простой цементации грунта перешли к химическому укреплению двухрастворным и однорастворным составами. От применявшейся ранее силикатизации грунта пришли к применению других, более эффективных способов.

Укрепление глинистых грунтов осуществляют обработкой его постоянным электрическим током. Под воздействием тока находящаяся в грунте вода перемещается (мигрирует) от положительного полюса к отрицательному. Через трубчатые электроды (для отрицательных электродов желательно использовать иглофилтры) можно откачивать скапливающуюся воду и, следовательно, уменьшать влажность глинистого грунта. Это явление названо электроосмосом, а его использование – электроосушением. Если через положительные электроды добавлять химические растворы, то можно произвести закрепление грунта. Этот способ был назван электроразкреплением грунтов.

*Особенности технологии свайных работ в условиях реконструкции.*

При реконструкции зданий, сооружений, предприятий возникает необходимость усиления фундаментов или повышения их несущей способности. В этих условиях применяют различные способы подведения дополнительных свай, метод «стена в грунте», модифицированный метод опускного колодца.

*Подведение дополнительных свай.* При данном способе обычно применяют сваи буронабивные и вдавливаемые многосекционные, которые погружают по углам фундамента, а по его периметру устраивают ростверк. Более эффективным решением является устройство свай из укрепленного грунта или набивных свай непосредственно под подошвой существующего фундамента с использованием «струйной технологии».

Технология устройства свай включает следующие основные процессы:

- бурение до грунтового основания скважин диаметром 100–150 мм через нижнюю ступень фундамента по его углам, а при необходимости и между углами;

- опускание через пробуренное отверстие в фундаменте струйного монитора и последующая проходка скважины небольшого диаметра в грунте на проектную глубину посредством разрушения грунта высоконапорной струей монитора;

- расширение скважины до проектного сечения путем постепенного подъема монитора, через сопло которого поступает размывающая струя воды или укрепляющий грунт раствор, в результате чего образуется свая из укрепленного грунта.

Возможна установка в скважину арматурного каркаса, выходящего в существующий фундамент, последующее заполнение скважины бетонной смесью при недостаточной несущей способности грунтовых свай.

Существуют следующие способы подведения грунтовых свай под фундаменты по струйной технологии: одно-, двух- и трехкомпонентная, отличающиеся числом составляющих, составом оборудования и несущей способностью получаемых грунтовых свай.

Однокомпонентная технология предусматривает размыв грунта одной или двумя противоположно направленными струями укрепляющего раствора (цементно-песчаного или цементно-глинистого). При данной технологии

грунт размывается в радиусе 200–350 мм от сопла, диаметр столба грунтовой сваи составляет 0,5–0,7 м.

Двухкомпонентная технология осуществляется одновременной подачей струи укрепляющего раствора и концентричной ей кольцевой струи воздуха. Размыв грунта растворно-воздушной струей происходит в радиусе 1,0–1,5 м, а диаметр грунтовой сваи достигает 2–3 м.

При трехкомпонентной технологии в грунт дополнительно подаются добавки, ускоряющие процесс формирования сваи.

При струйной технологии можно получать сваи различного сечения: винтовые, устраиваемые путем подъема монитора, имеющего боковые сопла, расположенные одно над другим с одновременным разворотом вокруг его вертикальной оси. Число винтовых лопастей на 252 сваях соответствует числу сопел на мониторе, шаг винтовых лопастей определяется скоростью подъема монитора.

*Вдавливание многосекционных свай.* Многосекционные сваи обычно состоят из трех и более сборных коротких элементов-секций. Эти секции последовательно стыкуют по мере вдавливания их в грунт до положения, при котором обеспечивается проектная несущая способность. Вдавливание свай производят домкратами, которые устанавливают под подошву фундамента, под специальную балку или инвентарное упорное устройство, анкеруемое за неподвижные конструкции и соседние здания. Для устройства многосекционных свай используют стальные трубы диаметром 245–400 мм с башмаком или заваренным нижним концом. Секции свай длиной около 1 м по мере вдавливания стыкуются сваркой. После вдавливания полость сваи заполняют бетонной смесью. Применяют железобетонные секции свай сечением 30×30 см и длиной 60, 90 и 120 см со штыревым стыком секций.

Достоинства многосекционных свай: отсутствуют динамические воздействия при погружении свай, высокая надежность усиления конструкций и постоянный контроль несущей способности сваи в процессе погружения.

*Модифицированный метод опускного колодца* позволяет повысить несущую способность массива грунта под существующим фундаментом за счет заключения грунта в железобетонную оболочку, где грунт может воспринимать большие давления, так как находится в замкнутом объеме опускного колодца. После выемки грунта до уровня нижней ступени фундамента устраивают оболочку колодца (сборную или монолитную), опускают ее с разработкой грунта по наружному контуру, и далее стенки оболочки наращивают. Работы выполняют последовательно до погружения оболочки на проектную отметку.

## **10.2. Демонтаж строительных конструкций. Усиление строительных конструкций**

Для демонтажа и монтажа строительных конструкций применяют различные краны (с телескопическими башнями и стрелами, стреловые краны, гидродомкраты; мобильные средства подмащивания телескопического устройства; мобильные лебедки с инвентарными якорями). В специфических условиях реконструкции находят применение промышленные манипуляторы.

Для монтажа, демонтажа строительных конструкций рекомендуются прежде всего короткобазовые краны грузоподъемностью 10–40 т с телескопическими стрелами. Вертикальное перемещение строительных грузов и небольших конструкций можно осуществлять грузовыми мачтовыми подъемниками, обеспечивающими заведение грузонесущего органа в проемы зданий и последующую установку грузов непосредственно на междуэтажные перекрытия или поэтажные транспортные средства.

Замена существующих конструкций предшествует или сопутствует процессам установки новых конструкций.

*Методы замены конструкций:*

– раздельный метод. На отдельной захватке или здании в целом сначала демонтируют все замененные конструкции, затем на их месте устанавливают новые;

– совмещенный. Предусматривает последовательное выполнение демонтажа и монтажа конструкций в едином потоке при едином комплекте строительных машин.

Демонтаж может быть выполнен поэлементно или укрупненными блоками в зависимости от конструктивного решения демонтируемых сооружений и технологических возможностей используемых при демонтаже кранов и средств.

Замена конструкций покрытия может осуществляться разнообразными кранами в зависимости от конструктивного решения здания, его объемно-планировочного решения и обоснования выбранного варианта применяемой механизации.

В случае увеличения высоты реконструируемого одноэтажного здания может оказаться рациональным возведение нового покрытия над существующим до полного завершения всех работ, а затем демонтаж старого покрытия с использованием лебедок, мостовых кранов и соответствующей такелажной оснастки. В этом случае монтаж и демонтаж конструкций можно осуществлять в период краткосрочных остановок производства или без них.

Усиление фундаментов. Повышение несущей способности фундамента как одного из основных элементов зданий возможно несколькими технологическими и конструктивными приемами.

*Методы усиления фундаментов при надстройке зданий:*

– усиление кладки фундаментов цементацией осуществляют при образовании пустот в теле кладки и разрушении материала фундаментов;

– торкретирование поверхностных слоев фундамента восстанавливает монолитность кладки, способствует повышению водонепроницаемости фундаментов;

– устройство металлической обоймы без уширения фундамента;

– устройство обойм с уширением подошвы фундаментов.

Варианты усиления и технология производства работ зависят от конкретных условий строительной площадки. Наиболее простым решением является усиление фундаментов путем устройства обойм, т. е. ширину фундаментов наращивают за счет увеличения площади опирания фундаментов на основание, которое также может быть усилено.

Общая технологическая схема производства работ подходит для кирпичных, бутовых, бетонных и железобетонных фундаментов и предусматривает следующую очередность процессов:

- понижение уровня ГВ при их наличии;
- отрывка траншей с двух сторон фундамента;
- очистка поверхности фундаментов;
- пробивка отверстий в фундаментной стене для укладки разгрузочных балок;
- армирование уширяемой части фундамента, создание единой армоконструкции;
- устройство опалубки;
- послойная укладка бетонной смеси с вибрационным уплотнением;
- уход за бетоном с последующим распалубливанием конструкций;
- гидроизоляционные работы;
- обратная засыпка пазух и устройство отмостки;
- контроль качества и приемка работ.

Усиление фундаментов выполняют участками протяженностью не более 10–12 м. К бетонированию на очередной захватке рекомендуется приступать не ранее чем через 3 дня после окончания бетонных работ на предыдущей.

Для усиления кирпичной кладки столбов и простенков применимы традиционные технологии, основанные на использовании металлических и железобетонных обойм и каркасов, инъектирования в тело кладки полимерцементных и других суспензий. Наиболее эффективным способом усиления каменной кладки является устройство обойм (стальных, железобетонных).

*Усиление конструкций методом наращивания сечения.* Различают наращивание по всему периметру конструкции (в виде обоймы), по трем сторонам (в виде «рубашки»), двух- и одностороннее наращивание. При таком соединении необходимо обеспечить надежную связь нового бетона с прежним по поверхности контакта.

Подготовку поверхностей «старого» бетона для лучшего сцепления с вновь укладываемой бетонной смесью осуществляют с применением механических стальных щеток, малогабаритных гидropескоструйных аппаратов и высоконапорных водяных установок. Бетон целесообразно зачистить до рабочей арматуры, с которой будет соединяться арматура усиления. Укладку бетонной смеси при наращивании сечения производят на очищенную, шероховатую и увлажненную поверхность с обязательным уплотнением.

Для изгибаемых и сжатых элементов надежно устройство обойм, которые, плотно охватывая усиливаемый элемент, начинают работать с ним как единое целое. Поверхность усиления очищается, устанавливается вертикальная арматура и хомуты. Минимальная толщина обоймы принимается 30 мм при торкретировании и 60 мм – при обычном бетонировании. Толщина обоймы определяется расчетом, зависит от способа устройства, диаметра арматуры, толщины защитного слоя при бетонировании в опалубке.

Балки усиливают наращиванием железобетонной «рубашки». Дополнительную арматуру усиления монтируют к вскрытой арматуре балки через 0,4–0,6 м. Если толщина слоя наращивания невелика (до 60 мм), присоединение осуществляют через промежуточные коротыши такой же длины, закрепляемые к старой и новой арматуре. При большей толщине наращивания сечения применяют разной формы отгибывставки. После

обеспечения необходимого защитного слоя бетона устанавливают опалубку, бетонируют конструкцию, уплотняют бетонную смесь или применяют литую.

Междуэтажные железобетонные перекрытия целесообразно усиливать сверху после снятия всех конструкций пола. Подготовленная поверхность дополнительно армируется сетками и бетонируется. Нарращивание перекрытия снизу возможно, но малоэффективно, так как сложно гарантировать высокое качество работ. Дополнительная арматура крепится к существующей на коротышах или отгибах-вставках, бетонирование осуществляется только методом торкретирования.

При усилении железобетонных конструкций наращиванием сечения особое внимание необходимо придать мероприятиям по созданию необходимых влажностных условий для набора прочности бетона усиления. Поддержание влажностного режима для бетона усиления должно начинаться немедленно вслед за бетонированием и продолжаться непрерывно в течение 7–10 сут путем содержания бетона в опалубке, периодического увлажнения, укрытия водонепроницаемыми пленками и др. При усилении конструкций нередко целесообразно ускорение твердения бетона, что достигается применением термоактивной опалубки, инфракрасного и индукционного нагрева, использованием химических добавок-ускорителей твердения и др.

*Усиление монолитных перекрытий.* Основой усиления является повышение степени армирования с одновременным наращиванием сечения. Наиболее эффективными являются методы устройства дополнительной балочной системы усиливаемого перекрытия и поверхностного наращивания слоя железобетона. В процессе устройства дополнительной балочной системы в плите перекрытия вырезают сплошные продольные штрабы параллельно расположению рабочей арматуры. Далее устанавливают подвесную опалубку, укладывают арматурные каркасы балочной системы, дополнительно укладывают арматурные сетки наращиваемого слоя бетона. До укладки бетонной смеси необходимо осуществить насечку бетонной поверхности перекрытия, непосредственно перед укладкой – смачивание поверхности водой. Бетонирование нужно выполнять без технологических перерывов, уделяя особое внимание вибрационной обработке густоармированной области штраб.

При усилении перекрытий путем наращивания слоя железобетона необходимо обеспечить совместность работы сваркой армосистемы и вновь укладываемых арматурных сеток.

## **11. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ**

### **11.1. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НАРУЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

11.1.1. Условия производства работ и состав рабочих операций

11.1.2. Технология устройства траншей и оснований под трубопроводы

11.1.3. Технология бестраншейной прокладки трубопроводов

### 11.1.1. Условия производства работ и состав рабочих операций

Трубопроводы широко используют в закрытых оросительных системах, для водоснабжения, отвода использованных и избыточных вод. Их устраивают из различных материалов: металлических и неметаллических.

Стальные трубопроводы применяют для устройства трубопроводов в условиях высокого рабочего давления и температур транспортируемого продукта, при больших статических или динамических нагрузках, заболоченных и других слабых и насыщенных водой грунтах, а также на дне водоемов. Наружные трубопроводы укладывают в грунт ниже глубины промерзания. Временные трубопроводы и трубопроводы, используемые только в летний период, укладывают на меньшую глубину.

Строительство трубчатых водоводов складывается из следующих процессов: геодезическая разбивка трасс; подготовительные работы на трассах трубопроводов; завоз материалов и оборудования для строительства; разработка грунта в траншеях под трубы; крепление при необходимости откосов траншей; монтаж трубопровода с соединением звеньев и заделкой стыков; гидроизоляция металлических трубопроводов; предварительные испытания смонтированных участков; засыпка траншей и уплотнение грунта в них; окончательное испытание трубопровода; монтаж вантузов и гидрантов.

*Подготовительные работы.* Заключаются в расчистке полосы от деревьев, кустарника, пней, валунов с помощью обычных механизмов, применяемых для этих целей: мотопил, корчевателей, кусторезов, бульдозеров. Трассу освобождают от сооружений и построек, подлежащих сносу или переносу на новое место.

*Разработку грунта в траншеях* под трубопроводы ведут в соответствии с проектной глубиной заложения труб. Ширину траншеи назначают с учетом диаметра труб и запаса от 0,3 до 1,2 м, в зависимости от материала труб, способа соединения стыков и укладки труб. Минимальная ширина траншей по условиям техники безопасности составляет 0,7 м. При большой глубине траншей и во всех неустойчивых грунтах предусматривают уположение откосов либо крепление стенок.

Для разработки грунта в траншеях следует использовать специализированные траншейные многоковшовые экскаваторы с цепным или роторным рабочим органом. В тех случаях, когда необходимые размеры траншеи превышают предельную глубину и ширину разработки траншейными экскаваторами, применяют одноковшовые экскаваторы обратной лопата или драглайн.

Для прокладки трубопроводов диаметром до 0,2 м на небольшую глубину (до 1 м) траншеи можно отрывать плужными каналокопателями на тяге нескольких тракторов.

*Крепление вертикальных стенок траншей* выполняют в неустойчивых грунтах и когда глубина траншей превышает допустимую по правилам безопасности ведения работ. Для крепления обычно применяют древесину (доски, брусья, жерди, деревянные щиты), реже листовые материалы (фанеру, стальные волнистые листы).

*Монтаж трубопроводов* выполняют в траншее после подготовки и проверки основания.

При укладке звеньев труб необходимо соблюдать следующие требования: грунт основания должен быть ненарушенной структуры, дно траншеи должно иметь проектные отметки, каждое звено трубопровода должно плотно соприкасаться с основанием по всей длине, недоборы грунта по дну траншеи (до 5–10 см) должны быть ликвидированы, случайные переборы должны быть устранены засыпкой (песком, щебнем, гравием) с тщательным уплотнением, уклоны дна траншей для самотечно-напорных линий закрытых оросительных систем должны быть не менее 0,003, на слабых грунтах (болотистых, пльвунных, пучинистых) обязательна подготовка основания из слоя песка, гравия, щебня толщиной 0,1–0,25 м.

При монтаже трубы соединяют в одну нитку трубопровода, обеспечивая его герметичность в стыках. Одновременно с трубами следует монтировать фасонные части и арматуру на линии трубопровода (кроме вантузов и гидрантов). При монтаже в более поздний срок затрудняется и усложняется соединение фасонных частей, а также герметизация соединений.

В зависимости от материала труб и конструкции стыков применяют различные способы их соединения и герметизации. Стальные и полиэтиленовые трубы соединяют чаще всего сваркой, их соединяют в секции (плети) длиной до 100–200 м на поверхности земли рядом с траншеей или на подкладках над траншеей, после чего опускают в готовую траншею. Трубы большого диаметра соединяют только в траншеях. Все остальные трубы и соединения не выдерживают деформации при изгибе и их стыки заделывают непосредственно в траншее. Опускать трубы в траншею можно с помощью передвижных кранов, кранотрубоукладчиков на базе гусеничных тракторов, треног с лебедками, а также – вручную. При использовании треног необходимо: над траншеей уложить брусья-поперечины; закатить на них трубу; установить треноги над траншеей; приподнять трубу; убрать брусья-поперечины; опустить трубу на дно траншеи. Треноги применяют при небольших объемах строительных работ.

Уложенные на дно трубы тщательно центрируют с помощью простейших приспособлений, изготовляемых на месте (ломки, рычаги, центраторы), и сразу выполняют соединение и герметизацию. Наибольшее распространение в практике строительства трубопроводов получили соединения: сварные (для стальных труб), раструбные (для бетонных, железобетонных и керамических труб), муфтовые (для асбестоцементных труб).

*Герметизацию* раструбных соединений проводят смоляными или битумизированными пеньковыми прядями или резиновыми кольцами круглого или специального сечения (самоуплотняющиеся).

*Асбестоцементные трубы* чаще всего соединяют муфтами с резиновыми кольцами. Для правильного монтажа на концах соединяемых труб делают разметку и устанавливают резиновые кольца. После тщательной центровки труб надвигают муфту в рабочее положение. При диаметре труб до 125 мм это выполняют ломиками, а при больших диаметрах – рычажными устройствами, винтовыми или гидравлическими домкратами.

*Засыпку траншей* после монтажа труб следует выполнять в летнее время в два этапа. Вначале необходимо засыпать приямки, сделанные под стыками для удобства монтажа, и подбить грунт под бока труб с тщательным уплотнением. Одновременно нужно засыпать трубы сверху на 0,3–0,5 м,

оставляя открытыми все стыки. Дальнейшую засыпку ведут после предварительного испытания трубопровода и устранения всех выявленных дефектов. Засыпку на первом этапе следует вести вручную либо грейферными ковшами экскаваторов. Для окончательной засыпки применяют бульдозеры или специальные траншеезасыпатели. Засыпку ведут послойно с уплотнением грунта механизированными ручными трамбовками. При строительстве трубопроводов в зимнее время вслед за отрывкой грунта выполняют монтаж труб, а затем ведут подсыпку и засыпку траншей на всю глубину до замерзания грунта в отвалах. Предварительные испытания трубопроводов в зимнее время проводят пневматическим способом.

*Гидроизоляция и антикоррозийная защита стальных труб* предохраняет их от преждевременного разрушения и выхода из строя. Гидроизоляция является надежным способом защиты стальных труб, ее тип и конструкцию выбирают при проектировании трубопроводов с учетом свойств материала и агрессивности окружающей среды в грунте.

В качестве дополнительных средств применяют электрозащиту, обеспечивающую сохранность металла.

Технология гидроизоляции стальных труб определяется видом и свойствами принятых для гидроизоляции материалов. Для снижения трудоемкости и повышения качества гидроизоляцию стальных труб следует проводить в стационарных условиях (на заводах-изготовителях труб, в цехах предприятий, ПМК). На месте устройства трубопроводов допускается делать гидроизоляцию только при небольших объемах работ.

В стационарных условиях заводов, цехов, мастерских применяют стендовый способ со специальным оборудованием, обеспечивающим непрерывно-поточную технологию нанесения гидроизоляционного покрытия. В полевых условиях изоляционные покрытия наносят на отдельные звенья труб или предварительно сваренные в плети и уложенные вдоль траншей участки трубопроводов.

Большинство гидроизоляционных материалов для труб применяют в разжиженном виде, что и предопределяет способ их нанесения на поверхность. Применяют методы окраски распылением сжатым воздухом, кистями, поливкой, погружением всей трубы в ванну (только в стационарных условиях).

Устройство гидроизоляционного покрытия из битумных мастик требует выполнения следующих операций: очистки от грязи, ржавчины механическим или химическим способом; наложения слоя грунтовки толщиной 0,1–0,2 мм из разжиженного битума; нанесения слоя мастики толщиной 1,5–2,0 мм; намотки слоя стеклоткани с перекрытием; нанесения второго слоя мастики; обертки слоем прочной тарной бумаги для защиты покрытия от повреждения. Усиленная и весьма усиленная гидроизоляция образуется путем обмотки двумя и тремя слоями стеклоткани с нанесением мастики между каждым слоем.

При устройстве гидроизоляции контролируют: равномерность толщины покрытия, отсутствие пропусков, отслоений, пузырей, механических повреждений. Не допускаются подтеки, сгустки, «сосульки». Контроль осуществляют визуально или с применением электрических приборов, оценивающих качество по электрическому сопротивлению изоляционного слоя. Все выявленные дефекты устраняют до засыпки траншей.

*Испытания трубопроводов* проводят для проверки прочности и герметичности труб и стыков одним из двух способов: гидравлическим или пневматическим. С этой целью испытываемые участки трубопровода длиной до 1 км оборудуют приборами для поднятия давления до испытательного и манометрами.

Испытательное давление при гидравлическом способе превышает рабочее обычно на 0,3–0,5 МПа и позволяет оценить не только прочность трубопровода, но и размер утечек из него.

Пневматический способ испытания менее надежен и более опасен. Его применяют в безводных районах, а также зимой, когда вода замерзает. Герметичность трубопровода при пневматических испытаниях оценивают по падению давления воздуха за нормированный промежуток времени.

### **11.1.2. Технология устройства траншей и оснований под трубопроводы**

Перед укладкой трубопровода проверяют глубину и уклоны дна траншеи, крутизну откосов, правильность установки крепления траншеи, обращая особое внимание на плотность прилегания щитов к стенкам траншей.

Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке труб следует уделять особое внимание. При прокладке трубопроводов в городских условиях траншею часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением. Пряжки в траншеях для заделки раструбных и муфтовых стыковых соединений, а также сварки неповоротных стыков стальных труб отрывают для труб диаметром до 300 мм непосредственно перед их укладкой, а для труб больших диаметров – за 1–2 дня до их укладки.

Трубопроводы в системах водоснабжения и водоотведения укладывают на естественное или искусственное основание.

При естественном основании трубы укладывают непосредственно на грунт ненарушенной структуры, обеспечивая поперечный и продольный профиль основания по проекту.

При несущей способности грунтов оснований менее 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) необходимо устраивать искусственные основания – бетонные или железобетонные, сборные лекальные, свайные. Для увеличения плотности грунтов оснований широко применяют метод уплотнения.

Несущая способность труб в значительной мере зависит от характера опирания их на основании. Так, трубы, уложенные в грунтовое ложе с углом охвата 120°, выдерживают нагрузку на 30–40 % большую, чем трубы, уложенные на плоское основание. При укладке труб на искусственное бетонное основание с углом охвата 120° несущая способность труб повышается в 1,7 раза и более.

Кроме того, величина угла охвата для одних и тех же условий влияет на несущую способность труб.

Устройство основания – один из главных факторов, обеспечивающий долговечность и надежность эксплуатации трубопроводов.

При укладке железобетонных труб больших диаметров (1,5–3,5 м) в песчаных грунтах устраивается ложе без нарушения естественной структуры грунта, которое должно охватывать 1/4–1/3 поверхности трубы. В глинистых грунтах трубы укладывают на песчаные подушки толщиной 0,1–0,3 м. В тех случаях, когда трубопроводы прокладывают в твердых (скальных) грунтах, необходимо устройство песчаной подушки с тщательным уплотнением толщиной не менее 0,1 м над выступающими неровностями основания.

Для укладки труб в недостаточно устойчивых сухих грунтах на дно траншеи отсыпают слой из гравия, гравийно-песчаной смеси или песка толщиной не менее 0,1 м на всю ширину траншеи. На этом слое устраивают бетонную подливу в виде лотка высотой не менее 0,1 м наружного диаметра трубы и толщиной в средней части ее не менее 0,1 м. В водонасыщенных грунтах железобетонные трубы больших диаметров укладывают на бетонное основание, располагаемое на гравийно-песчаной или щебеночной подготовке толщиной 0,20–0,25 м с устройством в ней дренажной линии. В грунтах и плавунах, плохо отдающих воду, бетонное основание укладывают на железобетонные плиты, которые, в свою очередь, кладут на щебеночную подготовку.

Если водонасыщенные грунты содержат органические включения или являются слабыми и могут вызывать неравномерные осадки, устраивают жесткие основания в виде ростверков на сваях.

Железобетонные трубы диаметром 2–3,5 м рекомендуется укладывать на сборные основания (лекальные блоки или плиты с подбетонкой стула). Кроме того, под такие трубы основания выполняются также из плит и брусьев, соединяемых между собой сваркой, с замоноличиванием стыка бетоном.

При прокладке трубопроводов в сухих пучинистых грунтах искусственное основание под ними выполняют в виде песчаной подушки слоем 0,20–0,25 м на предварительно уплотненном пучинистом грунте.

Согласно ТНПА основание под трубопроводы должно быть принято заказчиком и оформлено актом на скрытые работы. В процессе устройства основания необходимо проверять соответствие продольного и поперечного уклонов проектным данным путем нивелирования дна траншеи.

При устройстве ложа необходимо шаблоном проверять его глубину и угол охвата. При гравийно-щебеночном основании измеряют толщину его отдельных участков. При устройстве бетонного основания проверяют все его элементы: толщину и высоту на уровне лотка трубы, марку бетона. В железобетонных монолитных основаниях контролируют укладку арматуры и соответствие ее проекту. При производстве работ в зимнее время необходимо следить, чтобы в момент укладки грунт не был заморожен.

### **11.1.3. Технология бестраншейной прокладки трубопроводов**

При пересечении трубопроводов с действующими инженерными коммуникациями (дороги, каналы, трубопроводы, кабели) или ценными насаждениями возможны два основных способа производства работ – открытый и закрытый.

При открытом способе требуется разрытие поперек дороги траншеи с повреждением дорожного покрытия и остановкой движения транспорта по ней на время прокладки труб, что создает неудобства для пассажиров, транспорта и, кроме того, влечет удорожание работ, так как возникает необходимость восстановления дорожного покрытия и элементов благоустройства в месте перехода.

Бестраншейные способы прокладки труб являются более перспективными, они не требуют устройства траншей. Суть всех известных способов состоит в том, что с одной стороны копают рабочий котлован, из которого трубу проталкивают под препятствием до выхода в приемный котлован с противоположной стороны.

Бестраншейную прокладку можно осуществлять: продавливанием домкратами или лебедками без выемки грунта (прямой прокол для труб диаметром  $d \leq 100\text{--}150$  мм, длиной  $L \leq 30$  м); вибропроколом и гидропроколом ( $d \leq 500$  мм,  $L \leq 100$  м); продавливанием с выемкой грунта механическим или гидравлическим способом ( $d \leq 1200$  мм); бурением горизонтальных скважин специальными буровыми устройствами ( $d = 200\text{--}1400$  мм); устройством подземных выработок способами, применяемыми при строительстве тоннелей ( $d \geq 1,5$  м).

Продавливать можно только стальные и железобетонные трубы. Предельная дальность продавливания ограничена, как правило, прочностью материала труб.

При необходимости укладки труб из других материалов вначале продавливают стальную трубу большего диаметра (кожух), а затем через нее протаскивают рабочую трубу.

Работы по строительству трубопроводов могут быть организованы как самостоятельный специализированный поток, в составе которого должны быть увязаны все частные потоки. Частные потоки будут развиваться по длине трассы трубопровода, что характерно для линейных потоков. По мере завершения частных потоков и продвижения их исполнителей вперед на трассе остается смонтированный, но незасыпанный окончательно участок трубопровода. После того как будет подготовлен участок длиной около 1 км, следует провести его предварительное испытание, а после этого окончательную засыпку трубопровода.

Если на трассе трубопровода встречаются грунтовые воды, в состав процессов должны быть включены работы по осушению траншей.

При прокладке труб бестраншейными способами вначале под дорогами устраивают защитные кожухи или футляры, а затем в них прокладывают сами рабочие трубопроводы. Чтобы это стало возможным, диаметр кожуха (футляра) должен быть большим, чем диаметр прокладываемого трубопровода.

Закрытую прокладку труб выполняют способами прокола, продавливания, горизонтального бурения, а для прокладки коллекторов и тоннелей применяют щитовой и штольневый способы подземных проходов.

*Прокол* применяют для прокладки труб малых и средних диаметров (не более 400–500 мм) в глинистых и суглинистых (связных) грунтах.

При этом способе массив грунта прокалывают трубой, оснащенной наконечником, без удаления грунта из скважины, вследствие чего для

прокола требуются значительные усилия. В связи с этим и длина прокола труб не превышает 60–80 м.

Способ продавливания можно применять практически в любых грунтах I–IV групп, он пригоден для труб диаметром 800–1720 мм при длине прокладки до 100 м. Прокладываемую трубу открытым концом, снабженным ножом, вдавливают в массив грунта, а грунт, поступающий в трубу в виде плотного керна (пробки), разрабатывают и удаляют из забоя. При продвижении трубы преодолевают усилия трения грунта по наружному ее контуру и врезания ножевой части в грунт. Для продавливания труб применяют нажимные насосно-домкратные установки из двух, четырех, восьми и более гидродомкратов усилием по 500–3000 кН каждый с ходом штока 1,1–2,1 м, работающие от насосов высокого давления. Количество домкратов в установке зависит от необходимого нажимного усилия для продавливания трубопровода.

Способ продавливания бывает с ручной разработкой грунта и механической. Применение ручной разработки грунта при продавливании малоэффективно. Поэтому для бестраншейной прокладки трубопроводов чаще всего применяют установки с механизированной разработкой и удалением грунта.

*Горизонтальное бурение* предусматривает опережающую разработку грунта в забое с устройством скважины в грунте большого диаметра, чем прокладываемая труба. Этим способом можно устраивать подземные переходы трубопроводов диаметром до 1720 мм на длину 70–80 м. Однако этот способ недостаточно эффективен в обводненных и сыпучих грунтах.

Процесс бурения и прокладки звеньев трубопровода в скважину может быть раздельным и совмещенным. При раздельном вначале бурят скважину, а затем после извлечения из нее бурового инструмента протаскивают трубопровод. При совмещенном методе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу.

Для прокладки трубопроводов способом горизонтального бурения применяют бурильно-шнековую установку типа ДМ-1 с механическим приводом, способную в глинистых грунтах создавать горизонтальные скважины диаметром до 325 мм и длиной до 40 м. Для прокладки трубопроводов большого диаметра используют эксцентрично-сверильные установки с циклическим удалением грунта, оснащенные набором сменного оборудования.

Более производительными и распространенными являются унифицированные шнековые установки горизонтального бурения (УГБ или ГБ), в которых совмещаются процессы бурения, прокладки труб с непрерывным удалением грунта из забоя. С помощью установок УГБ и ГБ можно прокладывать трубопроводы в грунтах до IV группы диаметром 325–1420 мм протяженностью 40–60 м при скорости бурения от 1,5–1,8 до 12,7–19 м/ч.

Способом горизонтального бурения можно проходить выработки для бестраншейной прокладки трубопроводов практически любых диаметров с относительно меньшими усилиями, чем при проколе или продавливании. Недостатком этого способа является необходимость удаления из пробуренной скважины грунта.

Существует технология проходки горизонтальных выработок без удаления грунта способом бурения и раскатки. Проходку выработок этим способом выполняют с помощью специальных грунтораскатывающих установок с режущей рабочей головкой, оборудованной ножами пропеллерного типа. Разработанный грунт шнеком подается в затрубное пространство, образованное раскатывающим устройством.

*Щитовой и штольневый* способы применяются при необходимости устройства переходов трубопроводов, коллекторов и тоннелей значительных диаметров и длины.

При любом из бестраншейных способов прокладки труб вначале по обе стороны дороги отрывают рабочий и приемный котлованы, затем монтируют соответствующие механизированные установки. Размеры рабочего котлована определяют в зависимости от диаметра прокладываемого трубопровода, глубины его заложения и конструкции направляющей рамы.

Основным оборудованием при проколе и продавливании труб являются направляющие рамы, гидравлические домкраты, нажимные патрубки, шомполы, наконечники, грунтозаборные ковши, пневмопробойники, насосы, компрессоры и т. п., а при горизонтальном бурении – установки, включающие двигатели внутреннего сгорания, шнеки, режущие головки и др.

Выбор бестраншейного способа прокладки труб зависит от диаметра и длины трубопровода, физико-механических свойств и гидрогеологических условий разрабатываемых грунтов, а также от наличия в строительных организациях соответствующих трубопрокалывающих, продавливающих и бурильных агрегатов, установок и оборудования.

Важным вопросом, независимо от применяемого способа бестраншейной прокладки трубопровода, является обеспечение и проверка заданного положения трубопровода в процессе его прокладки. Для обеспечения необходимого направления прокладываемой трубы используют вертикальные и горизонтальные направляющие рамы, устанавливаемые на дне рабочего котлована.

При использовании пневмопробойников благодаря их осевой симметрии и значительной длине (1,4–1,7 м) в основном сохраняется при движении в грунте заданное направление.

## **11.2. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОДОПРОВОДНЫХ И КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

11.2.1. Технология строительства подземных и полузаглубленных сооружений и их частей

11.2.2. Методы и технология возведения надземных частей зданий объектов водоснабжения

### **11.2.1. Технология строительства подземных и полузаглубленных сооружений и их частей**

*Технология возведения емкостных сооружений* систем водоснабжения и водоотведения (резервуары, отстойники, песколовки, аэротенки, метантенки). Для строительства таких сооружений широко используются сборные железобетонные конструкции: фундаменты, колонны, ригели, плиты

покрытий, стеновые панели. Сооружения могут быть оборудованы подвесными или мостовыми кранами. В случае использования мостовых кранов в качестве сборных конструкций используют подкрановые балки.

Установку конструкций производят самоходными, башенными кранами во время выполнения монтажного процесса. Выбор крана зависит от технико-экономических параметров: грузоподъемности, вылета стрелы, высоты подъема крюка. Для возведения относительно невысоких сооружений заглубленного, полузаглубленного типа могут использоваться самоходные краны на гусеничном ходу. Также используют автомобильные краны, краны на специальном шасси автомобильного типа. При больших размерах длины и ширины в плане (более 15–20 м) и глубине заложения конструкций более 3–5 м самоходный кран может перемещаться по низу котлована и днищу будущего объекта (внутри площади застройки объекта) (рис. 11.1, а). Для съезда крана в котлован разрабатывается въездная траншея с уклоном крутизной не более 1:10. Если размеры сооружения в плане порядка 10–15 м (отстойники, резервуары, насосные станции), кран может перемещаться по низу котлована, но двигаться снаружи объекта (рис. 11.1, б). В этом случае габаритные размеры котлована увеличиваются на размер  $b$  (не менее 5–6 м) для обеспечения проезда крана вдоль одной или нескольких сторон снаружи объекта.

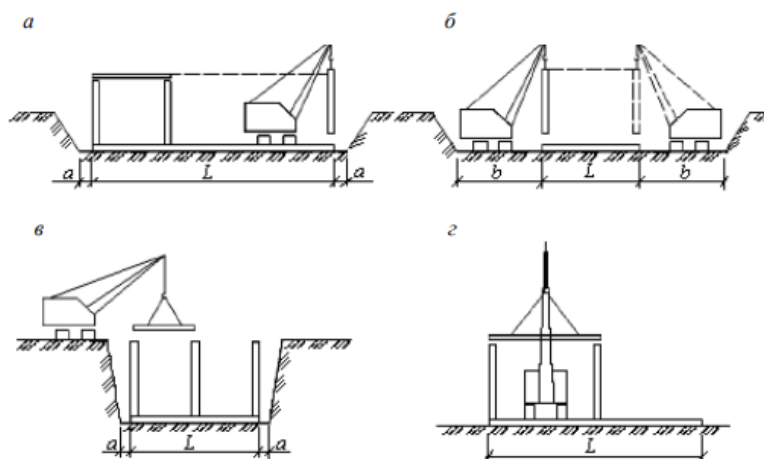


Рис. 11.1. Схема монтажа конструкций сооружения самоходным краном

При ширине сооружения менее 10–15 м кран может перемещаться поверху с одной или обеих сторон сооружения (рис. 11.1, в). Это могут быть небольшие отстойники, опускные колодцы, проходные тоннели, коллекторы, резервуары. Монтаж здания фильтров часто затрудняется расположением ячеек фильтров внутри здания и необходимостью загрузки их фильтрующими материалами. Фильтры сооружают в два этапа (цикла): нулевой и основной. В период нулевого цикла выполняют земляные работы, устраивают фундаменты под колонны здания фильтров, а также монолитные днища ячеек в здании.

Монтаж каркаса здания и самих ячеек фильтров (основной цикл) может выполняться разными способами. Первый способ: вначале монтируют каркас здания, а затем ячейки. Монтаж колонн, подкрановых балок, стропильных ферм, плит покрытия ведут с помощью гусеничного крана, перемещающегося по днищу фильтров при доставке конструкций в зону крана. Затем

устанавливают технологическое оборудование, трубопроводы и задвижки. На второй стадии для монтажа фильтров применяют гусеничный кран с укороченной стрелой, передвигающийся по днищу фильтров. Замоноличивание стыков, монтаж дренажных и переливных лотков часто выполняют параллельно с монтажом панелей ячеек, после чего производят их гидравлические испытания. Навесные наружные стеновые панели монтируются, как правило, в последнюю очередь. Кран перемещается снаружи здания.

Другой способ: вначале отдельным методом монтируют железобетонные колонны здания и замоноличивают стыки с фундаментами бетоном. После достижения бетоном относительной прочности 70 % от проектной прочности (28-суточном возрасте) бетона устанавливают подкрановые балки. Затем комплексным методом монтируют панели ячеек фильтров, стропильные фермы, плиты покрытий. При этом кран, двигаясь посередине пролета, с одной стоянки устанавливает конструкции, находящиеся в пределах одного шага колонн (рис. 11.2).

*Технология возведения подземных сооружений методом «стена в грунте».* В грунте делаются выработки требуемой формы и конфигурации, заполняемой монолитным или сборным железобетоном. При этом резко сокращаются объемы земляных работ, обеспечивается наилучшая сохранность окружающих зданий и сооружений и обеспечиваются наилучшие гидрогеологические условия внутри здания.

Способы устройства классифицируются: по форме стены; способу устройства (свайная или траншейная, сухая или мокрая); по применяемым конструкциям (монолитная, сборная, сборно-монолитная).

Сухой способ применяется в связных грунтах при глубине «стены в грунте» не более 7 м. При устройстве свайного варианта с целью обеспечения прочности стены бурение осуществляют с применением специальных обсадных труб. Армирование свай может осуществляться как каждой отдельно, так и одним каркасом на несколько слоев. Работу по устройству стены свайным методом осуществляют захватками, объем которых определяется интенсивностью бетонирования. Способы установки арматуры бетонирования аналогичны способам устройства набивных свай.

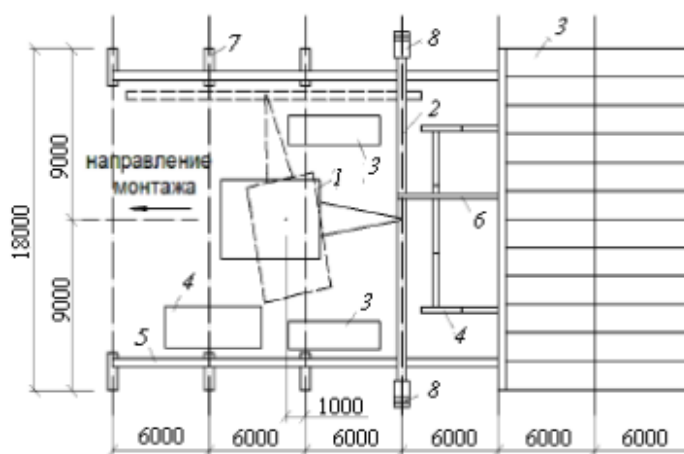


Рис. 11.2. Схема монтажа здания фильтров водоочистной станции:  
 1 – кран; 2 – стропильная ферма; 3 – плиты покрытия;  
 4 – стеновые панели фильтра; 5 – подкрановая балка; 6 – распорка;  
 7 – колонна; 8 – лестница приставная

При устройстве «стены в грунте» траншейным методом применяют машины циклического и непрерывного действия: одноковшовые экскаваторы с удлиненной рукоятью или напорным грейфером либо штанговые экскаваторы, фрезерные и баровые машины.

Независимо от способа разработки траншеи, работы ведут захватками, которые организованы либо сплошной длины, либо работают через захватку. Объем принимается в зависимости от интенсивности бетонирования, как правило, 50–60 м<sup>3</sup>.

При бетонировании «стены в грунте» с целью экономии бетона в нем могут устраивать сквозные или замкнутые проемы, заполненные после их образования глинисто-щебеночно-песчаной смесью. В качестве сборных железобетонных элементов «стены в грунте» применяются железобетонные панели на всю высоту стены, шириной от 0,5 до 5 м и толщиной от 20 до 120 см.

Технология монтажа сборных элементов «стены в грунте» следующая: по верху траншеи устанавливается воротник из монолитного железобетона. Устанавливается пространственный кондуктор в траншею, опирающийся на воротник. Если после установки панели верх ее ниже проектной отметки, панель вынимается и вниз траншеи подсыпается щебень. Если верх панели выше проектной отметки, ее несколько раз приподнимают и резко опускают. Соединение панелей друг с другом осуществляется с применением специальных узловых соединений, в которые входят прокатные металлические элементы.

После монтажа и соединения панели с последующей, осуществляют засыпку пазух компожным материалом в виде глинисто-цементно-песчаного раствора либо глинисто-цементно-щебеночного раствора. В тех случаях, когда с внутренней стороны стенки будет разрабатываться грунт, пазухи заполняют песчано-гравийной смесью.

*Возведение подземных сооружений «опускным» способом.* Метод опускного колодца при строительстве сооружений водопровода и канализации используют при устройстве заглубленных помещений насосных станций, стволов, шахт, водозаборов, а также различных подземных опор и др.

Сущность метода: первоначально на поверхности земли возводят стены колодца, оборудованные ножевой частью, а затем внутри его разрабатывают грунт в направлении от центра к периметру стен. За счет подработки грунта стены утрачивают опору с внутренней стороны и под действием собственной тяжести колодец опускается, выдавливая грунт (благодаря специальной конструкции ножа) внутрь.

Опускные колодцы различаются: по материалу – бетонные, железобетонные, металлические, каменные и деревянные; по форме в плане – круглые (наиболее экономичны), овальные, прямоугольные (рис. 11.3); по виду и способу устройства железобетонных конструкций – из монолитного железобетона, сборных тонкостенных панелей и пустотелых блоков; по технологии опускания – насухо, с водоотливом или искусственным понижением уровня грунтовых вод и без водоотлива с разработкой грунта под водой.

Первым этапом сооружения колодца является устройство основания под нож, которое гарантирует надежное опирание ножа при возведении стен. Существуют основания различных видов. Наиболее распространенный вид – деревянные подкладки на песчаной подушке (рис. 11.4). Толщина подкладок около 20 см, длина 2–3,5 м.

Бетонирование стен при монолитном варианте ведут по ярусам (рис. 11.5, а).

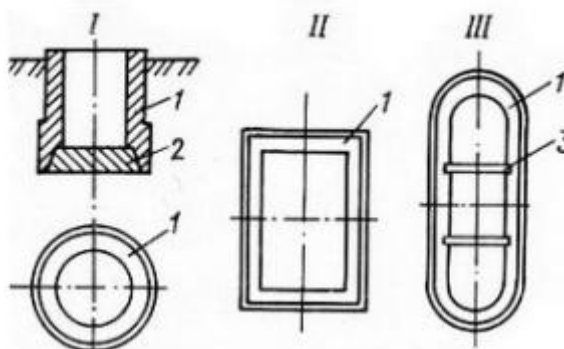


Рис. 11.3. Формы опускных колодцев в плане:  
I – круглые; II – прямоугольные; III – с закругленными боковыми стенками;  
1 – стенка; 2 – днище; 3 – поперечная стенка

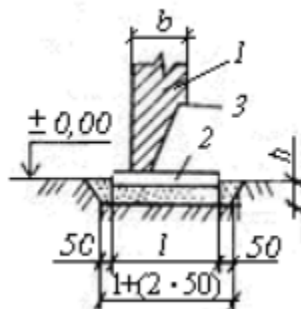


Рис. 11.4. Подготовка основания под нож стенки:  
1 – нож колодца; 2 – деревянные подкладки; 3 – банкетка ножа

Высота яруса определяется из условий допустимого удельного давления на грунт под ножевой частью. Практически колодцы высотой до 10 м бетонировать в один ярус, более высокие – в несколько ярусов при их высоте 6–8 м. Укладку бетона очередного яруса производят после набора бетоном предыдущего яруса прочности 1,2–1,5 МПа.

Устройство стен из сборных железобетонных плоских панелей длиной до 12 м, шириной 1,4–2 м и толщиной 0,4–0,8 м предусматривает создание специального основания, выполненного в предварительно отрытой траншее глубиной до 0,8 м (рис. 11.5, б).

Вначале бетонировать форшахту, затем отсыпают песчаную подушку (с послойным уплотнением), укладывают сборные плиты опорного кольца и устраивают щебеночное основание. После этого устанавливают стеновые панели, соединяя их между собой пластинами (на сварке), и бетонировать вертикальный стык. При устройстве колодцев глубиной более 12 м стены наращивают такими же панелями, но без ножевой части.

По окончании устройства стен приступают к погружению колодца под действием его собственной силы тяжести.

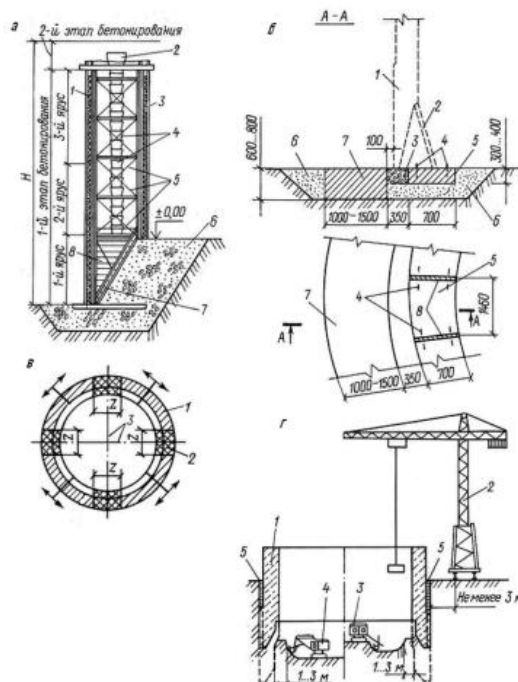


Рис. 11.5. Опускные колодцы: а – схема бетонирования стены; 1, 3 – соответственно наружная и внутренняя опалубки стены; 2 – приемная воронка для бетонной смеси; 4 – хобот для подачи бетонной смеси; 5 – армокаркас; 6 – щебень; 7 – опалубка; б – устройство основания под нож стен, выполненных из сборных панелей: 1 – нож; 2 – опорные стойки; 3 – уплотненный щебень; 4 – монтажные петли; 5 – опорное кольцо из сборных железобетонных блоков; 6 – обратная песчаная засыпка; 7 – форшахта из бетона; 8 – разделительные доски; в – схема расположения фиксированных зон: 1 – колодец; 2 – фиксированные зоны; 3 – оси фиксированных зон; г – схема разработки грунта в колодце насухо: 1 – колодец; 2 – башенный кран; 3, 4 – экскаваторы; 5 – тиксотропная рубашка

*Опускание колодца насухо.* При опускании колодца насухо применяют три схемы разработки и выдачи грунта из колодца.

По первой схеме грунт разрабатывают бульдозерами, экскаваторами на гусеничном ходу и выдают на поверхность кранами в бадьях. При внутреннем диаметре колодца до 20 м используют экскаваторы с объемом ковша 0,25–0,4 м<sup>3</sup>, свыше 20 м – с объемом ковша 0,65–1,25 м<sup>3</sup>. В колодцах диаметром более 32 м работы ведутся не менее чем двумя экскаваторами. Бульдозер используют для срезки и сброса грунта в отвалы для удобства погрузки его в бадьи.

Грунт разрабатывают в следующей последовательности: первоначально в средней части колодца на глубину 1,5–4 м (в зависимости от размера колодца), оставляя вблизи ножа берму шириной 1–3 м; далее, уточнив места и размеры фиксированных зон (рис. 11.5, в), производят послойную (10–15 см) срезку грунта бермы на участках между фиксированными зонами (момент начала погружения колодца). Если после полной разработки этих участков бермы (до уровня банкетки ножа) колодец не опускается, то начинают разработку грунта фиксированных зон. При первых подвижках колодца переходят к разработке грунта в средней части и т. д. По мере погружения

колодца размеры фиксированных зон уменьшаются до полного исключения, при необходимости разрабатывают (вручную) грунт под ножевой частью.

Грунт грузят в саморазгружающиеся бады вместимостью от 2 до 5 м<sup>3</sup> краном соответствующей грузоподъемности, поднимающим их на поверхность (рис. 11.5, з). Количество кранов определяется из расчета обеспечения требуемой производительности работы экскаватора. Поднятый на поверхность грунт грузят в самосвалы и отвозят в отвал или для других целей.

По второй схеме предусматривается разработка грунта грейфером. Для этого используют двух-, трех- и четырехлопастные грейферы вместимостью 0,5–1,5 м<sup>3</sup>. Грейферами разрабатывают грунт I и II групп. Для грунтов III группы используют грейферы вместимостью более 1 м<sup>3</sup>. Последовательность разработки грунта кольцевыми траншеями – от центра к стенам или радиальными траншеями от середины поочередно к дальней и ближней стенкам относительно крана.

При третьей схеме разработки грунта используют гидромеханизированный способ. Возможны три варианта рассматриваемого способа: разработка гидромониторами и транспортировка на поверхность земснарядами или углесосами; разработка гидромониторами и подъем на поверхность гидроэлеваторами; разработка экскаватором и выдача на поверхность средствами гидромеханизации.

*Опускание колодца без водоотлива* производят при большом притоке воды, когда выполнять водопонижение экономически нецелесообразно. В этом случае грунт разрабатывают и подают из-под воды грейфером.

При строительстве колодца в сильно обводненных грунтах или вблизи существующих зданий и сооружений, когда есть опасность выноса или выпора грунта из-под подошвы фундаментов, применяют кессон (рис. 11.6). Кессонную камеру устраивают из железобетона (металла). Высота камеры от банкетки до потолка не менее 2,2 м. Плотный грунт в кессонной камере разрабатывают вручную с использованием отбойных молотков, пневмобуров и взрывного способа, а слабый – средствами гидромеханизации. При ручной разработке первоначально по контуру камеры на некотором расстоянии от банкетки отрывают траншею шириной около 1 м на глубину посадки кессона, но не более 40 см. Затем разрабатывают грунт между траншеей и ножом, оставляя перемычки нетронутого грунта. После посадки кессона (на 30–40 см) ведут послойную разработку грунта центральной части, а также новых траншей, затем цикл повторяется.

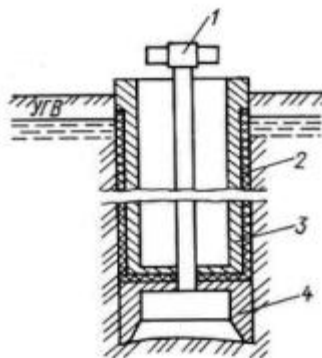


Рис. 11.6. Устройство кессона: 1 – шлюзовой аппарат; 2 – гидроизоляция; 3 – надкессонное строение; 4 – кессонная камера

Во всех случаях погружение колодца сопровождается преодолением сил трения на поверхности стен. Для уменьшения этих сил применяют *способ погружения в тиксотропных рубашках*. Принцип его заключается в том, что ножевую часть колодца делают с уступом наружу на 10–15 см относительно вышерасположенной стены, вследствие чего при погружении в грунт вокруг стен образуется полость. Чтобы грунт не обрушался, полость заполняют глинистым раствором с тиксотропными свойствами. В результате трение наиболее значительной величины имеет место только на наружной боковой поверхности ножа. Преимущество такого способа погружения колодца способствует значительному уменьшению толщины стен; возможности применения сборных стеновых панелей; отсутствию опасности «зависания» колодца; легкому исправлению возможных кренов колодца при опускании.

### **11.2.2. Методы и технология возведения надземных частей зданий объектов водоснабжения**

При строительстве наземных сооружений шириной в плане до 30–40 м могут использоваться башенные краны на рельсовом ходу. Это, например, здания блоков фильтров очистных сооружений, имеющие каркасную конструктивную систему. Колонны в таких зданиях могут быть составные, на несколько ярусов, иметь массу не более 5–8 т, что позволяет подобрать кран соответствующей размерной группы по грузоподъемности.

Наземные сооружения каркасного типа состоят, как правило, из железобетонных или металлических колонн на всю высоту объекта, стропильных ферм или балок покрытия, плит покрытия, стеновых панелей. К таким объектам относятся воздуходувные станции, здания решеток, здания реагентного хозяйства. Колонны в таких зданиях могут иметь массу более 8–10 т, поэтому для их монтажа могут использоваться самоходные краны на гусеничном ходу. При монтаже конструкций самоходные краны могут перемещаться внутри объекта.

Подкрановые пути башенного крана располагаются параллельно короткой стороне здания. При ширине здания до 15–20 м кран располагают с одной стороны, при ширине более 15–20 м возможно расположение кранов с двух сторон. Особое внимание следует обращать на совместную работу двух и более кранов. Рабочие зоны кранов не должны пересекаться, а если это невозможно, следует принимать дополнительные меры безопасности. Совместно с ведущим процессом – установкой сборных конструкций – выполняют сопутствующие процессы по постоянному закреплению конструкций: сварка закладных деталей, антикоррозионное покрытие сварных соединений, заделка стыков конструкций бетоном, заливка швов бетоном или раствором. Для этих целей используются сварочные трансформаторы, бетоно- и растворонасосы.

Комплекс строительно-монтажных работ состоит из ведущих и сопутствующих процессов. В случае использования монолитных железобетонных конструкций ведущим процессом является укладка бетонной смеси в опалубку. При каркасной конструктивной схеме из сборных железобетонных, металлических конструкций ведущий процесс – установка сборных конструкций.

Здание блока фильтров очистных сооружений состоит из подземной и надземной частей (рис. 11.7). При устройстве подземной части разрабатывают котлован под все здание или отдельные траншеи под ряд фундаментов. Возможна разработка отдельных котлованов под фундаменты. Под колонны надземной части устраивают отдельно стоящие ступенчатые фундаменты. Они могут выполняться в монолитном варианте, в этом случае в установленную опалубку укладывают бетонную смесь. Другой вариант фундаментов – сборный. Монтаж фундаментов из сборных бетонных блоков ведут с помощью самоходного крана. После устройства фундаментов выполняется их гидроизоляция, производится обратная засыпка пазух котлована.

Надземная часть блока фильтров выполняется, как правило, в каркасном варианте. В поперечном направлении каркас представляет одну или несколько плоских рам, состоящих из вертикальных колонн и горизонтальных стропильных балок или ферм. Сборные железобетонные колонны могут иметь консоли, на которые опираются подкрановые балки. По подкрановым балкам прокладывают подкрановые рельсы, и в дальнейшем по ним перемещается мостовой кран. Перемещение внутри блока технологического оборудования может производиться подвесным краном.

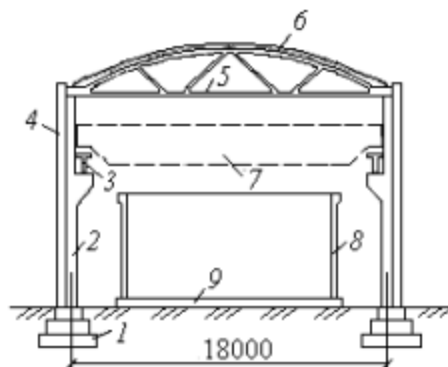


Рис. 11.7. Поперечный разрез здания фильтров: 1 – фундамент; 2 – колонна крайнего ряда; 3 – подкрановая балка; 4 – стеновые панели; 5 – стропильная ферма; 6 – плита покрытия; 7 – мостовой кран; 8 – стеновые панели фильтра; 9 – днище фильтра

Конструкция крана в этом случае подвешивается к стропильным балкам, фермам.

Наружные стены блока выполняют из навесных стеновых панелей и оконных переплетов. Для покрытия здания используют сборные железобетонные ребристые плиты покрытия. В средней части здания расположены емкости фильтров. Емкости состоят из днища, стенок, перегородок, лотков. Фильтры загружаются специальным материалом, например, песком. Вода, проходя через слой фильтрующего материала, очищается.

*Технология возведения водонапорных башен.* Водонапорная башня представляет собой конструкцию, достаточно больших размеров (до 25–30 м), выполняющую функцию регулирования всех основных операций водоподводящей системы: контролирует процесс подачи воды, ее напора, расходования, выравнивает график работы насосных станций. К тому же

водонапорная конструкция осуществляет создание запаса водных ресурсов (к примеру, противопожарный запас).

В состав конструкции водонапорной башни входит емкость для сбора и скопления воды и башенный ствол. Они бывают различных типов и имеют различные архитектурные формы.

Любая водонапорная башня состоит из фундамента, опоры, резервуара, шатра.

Опора может быть выполнена из металлических конструкций, кирпича, монолитного или сборного железобетона. Резервуар может быть решен в виде стального или монолитного железобетонного сосуда. Шатер башен всегда выполняется из металлических элементов.

Сборные конструкции резервуаров и опор монтируются самоходными стреловыми кранами в башенно-стреловом исполнении, передвигающимися по периметру.

Монолитные ствол и резервуар бетонируют в скользящей опалубке. Бетон подается либо бетононасосом либо шахтным подъемником, устанавливаемым за пределами башни.

## **12. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИЙ**

12.1. Подготовка территории к благоустройству

12.2. Строительно-монтажные работы при обустройстве территорий

### **12.1. Подготовка территории к благоустройству**

*Благоустройство территории* – это целый комплекс работ, позволяющий изменить исходный ландшафт и озеленить территорию.

Работы по благоустройству территории включают в себя: создание дорожек и тропинок на участке; строительство подпорных стенок, спортивных и детских площадок, придомовых парковочных мест, зон отдыха, хозяйственных зон; устройство системы наружного и ландшафтного освещения, системы автополива (автоматический полив); строительство водоемов и водных сооружений различных типов.

Процесс благоустройства состоит из следующих этапов.

1. Подготовительного, включающего в себя: топографическую съемку участка с привязкой всех существующих строений, обозначением границ участка и высотных отметок; анализ почвы на участке; диагностику глубины залегания грунтовых вод; оценку бюджета благоустройства.

2. Разработка концепции благоустройства и подготовка технической документации по проекту благоустройства и озеленению.

3. Вынос проекта в натуру. На этом этапе все элементы дизайна, ранее выполненные на бумаге или компьютере, переносятся на участок, т. е. делается разметка и привязка всех элементов благоустройства.

4. Выполнение работ по геопластике (изменению рельефа при необходимости), заборов, прокладке подземных коммуникаций, монтажу дренажных систем, систем полива и освещения.

5. Строительство подпорных стенок, прокладка дорожек, тропинок, стоянок, детских и спортивных площадок, а также зон отдыха. В это же время

происходит строительство водоемов, если они предусмотрены проектом благоустройства.

6. Установка декоративного уличного освещения.

7. Озеленение участка – завоз плодородного грунта, высадка деревьев, кустарников, разбивка цветников и клумб, посадка газонов.

## **12.2. Строительно-монтажные работы при обустройстве территорий**

Строительно-монтажные работы следует выполнять на основании проекта организации строительства (ПОС), входящего в состав проектной документации, а также в соответствии с проектом производства работ (ППР) и технологическими картами на соответствующие виды работ.

### *Производство ра*

*бот по устройству дорожных одежд с покрытием из плит тротуарных.* Строительно-монтажные работы подготовительного периода включают внутриплощадочные и внеплощадочные работы.

### *Внутриплощадочные работы:*

- геодезические работы по вертикальной и горизонтальной разбивке пешеходной зоны;
- операции по очистке отведенной территории, снятию плодородного слоя грунта или разборке и снятию старого покрытия, пересадке или защите от повреждений зеленых насаждений;
- перенесение наземных и подземных кабельных линий, ограждение зоны производства работ;
- планировка территории с устройством временного поверхностного водоотвода.

*Внеплощадочные работы:* устройство подъездных путей и подвод инженерных коммуникаций к площадке строительства.

*Подготовительные работы* следует выполнять после отвода земельного участка.

Заказчик до начала работ обязан предоставить подрядчику комплект проектной документации. В состав проектной документации, передаваемой подрядчику на объекты в районах существующей старой застройки и рассчитанных на эксплуатационную нагрузку автомобилей группы А, дополнительно включают:

- план благоустраиваемой пешеходной зоны с нанесением мест расположения шурфов и скважин;
- разрезы грунтов (по шурфам или скважинам) с характеристиками грунтов и уровнями их залегания;
- геологический разрез по оси пешеходной зоны, совмещаемый с продольным профилем;
- результаты лабораторных испытаний грунтов.

Подрядчик до начала работ должен разработать и утвердить в установленном порядке ППР и технологические карты устройства основания, установки бортового камня, устройства сборного покрытия дорожной одежды, а также другие технологические карты по работам, предусмотренным на данном объекте.

*Инженерная подготовка.* До начала основных работ по сооружению земляного полотна пешеходной зоны должны быть выполнены: прокладка

всех инженерных коммуникаций, в том числе и глубоких дренажей на сырых и мокрых участках, устройство вводов и выпусков подземных трубопроводов и кабельных сетей зданий и сооружений.

Обратную засыпку следует производить, как правило, песчаными грунтами. Плотность грунта при обратной засыпке траншей с уложенными коммуникациями должна быть не ниже требуемой для земляного полотна на соответствующей глубине.

В состав проектной документации должны входить чертежи конструкций для защиты кабельных сетей, расположенных на глубине менее 0,8 м и воспринимающих расчетные нагрузки.

*Геодезическая разбивка.* Пешеходную зону следует разбить на поперечники через 5–20 м. При разбивке следует вынести в натуру и закрепить все пикеты, повышенные и пониженные точки рельефа, места перелома уклона продольного профиля, вершины углов поворотов, главные и промежуточные точки кривых; должны быть установлены дополнительные разбивочные знаки вблизи искусственных сооружений. По оси и у кромок пешеходной зоны необходимо выставить высотные колышки. На пикетах и переломных точках поперечники должны быть разбиты при помощи нивелира; промежуточные точки разбивают по визиркам.

Разбивочные знаки дублируют за пределами зоны производства работ.

Закрепление точек геодезической разбивочной основы допускается выполнять штырями, колышками, видимыми издали.

*Очистка территории, охрана окружающей среды.* Технологические решения выполнения работ должны исключать причинение ущерба окружающей природной среде и сохраняемым зеленым насаждениям. Экологические условия благоустраиваемой территории пешеходной зоны следует сохранять неизменными.

Не допускается повреждение дерново-растительного покрова, выполнение планировочных и дренажно-осушительных работ за пределами территорий, отведенных для строительства.

Перед началом основных работ следует производить:

- разметку мест сбора и обвалования растительного грунта и мест пересадки растений, которые будут использованы для озеленения территории;
- работы по устройству временных открытых грунтовых лотков и кюветов, предназначенных для перехвата и отвода с поверхности участка строительства ливневых, паводковых и талых вод. Уклоны устройства временного водоотвода должны быть не менее 3 ‰;
- ограждение зеленых насаждений, не подлежащие вырубке или пересадке.

Растительный грунт срезается на установленную в проектной документации толщину по всей поверхности, занимаемой земляным полотном. При отсыпках или срезках грунта в зонах сохраняемых зеленых насаждений размеры лунок и стаканов у деревьев должны быть не менее 0,5 диаметра кроны и не более 0,3 м по высоте от существующей поверхности земли у ствола дерева.

При реконструкции дорожной одежды существующее покрытие разбирают на установленную проектом толщину по всей поверхности, занимаемой земляным полотном пешеходной зоны, складировать в специально отведенных местах или вывозят на переработку.

Одним из основных технологических процессов устройства дорожной одежды благоустраиваемой пешеходной зоны является сооружение земляного полотна.

Земляное полотно должно воспринимать усилия, возникающие при эксплуатации, во время всего периода между капитальными ремонтами пешеходной зоны и обеспечивать надежность всей конструкции дорожной одежды, ее способность сохранять требуемые эксплуатационные характеристики при заданных в проектной документации нагрузках.

Устойчивость и прочность земляного полотна, его водопроницаемость зависят от степени уплотнения грунта. Коэффициент уплотнения грунта земляного полотна должен быть не менее 0,98.

При устройстве земляного полотна следует произвести его технический осмотр и определить соответствие фактических данных требованиям проектной документации.

Неоднородный, рыхлый грунт земляного полотна, а также пучинистый грунт следует удалить на глубину рабочего слоя земляного полотна и произвести замену на песок гравелистый, крупный или песчано-гравийную смесь.

Отсыпка грунта производится от краев к середине слоями на всю ширину земляного полотна. Лишний грунт убирают при планировке на завершающем этапе сооружения земляного полотна.

Обратную засыпку пазух колодцев инженерных коммуникаций производят послойно песком или гравийно-песчаной смесью толщиной не более 0,15 м с уплотнением каждого слоя.

Сооружение земляного полотна пешеходной зоны состоит в устройстве корытообразного профиля, дно которого должно быть тщательно спланировано до проектной отметки. Ширина выемки должна соответствовать требованиям проектной документации.

Поверхность земляного полотна должна иметь продольные и поперечные уклоны, соответствующие проектным уклонам покрытия.

Уплотнение земляного полотна следует производить средними катками массой до 10 т или специальными уплотняющими виброплощадками массой более 130 кг.

При применении уплотняющих средств, не позволяющих эффективно уплотнить земляное полотно на требуемую глубину, излишний слой грунта следует снять, переместить на другую захватку и уплотнить нижний слой; затем удаленный грунт следует вернуть на уплотненный нижний слой земляного полотна и уплотнить до требуемой плотности.

Уплотнение выемки земляного полотна на требуемую глубину следует выполнять непосредственно перед устройством вышележащих слоев.

При избыточном переувлажнении заранее уплотненного и отпрофилированного земляного полотна необходимо устраивать водоотводные канавки шириной 0,20–0,25 м и глубиной не менее толщины переувлажненного слоя. Канавки следует располагать на расстоянии не более 3 м одна от другой и нарезать по уклону или под углом 30–60° к направлению уклона. Грунт из канавок должен быть удален за пределы сооружаемого земляного полотна. Уклон канавок должен или повторять уклон засыпаемой поверхности, или быть не менее 20 ‰.

При распределении материала дополнительного слоя основания – щебеночно-гравийной смеси, щебня, гравия или песка – необходимо в первую очередь засыпать водоотводные канавки, а материал дополнительного слоя основания распределять только в направлении «от себя».

В местах примыкания пешеходной зоны к зданиям уклон земляного полотна должен быть не менее 25 ‰ от здания.

При устройстве корытообразного профиля пешеходной зоны, прилегающей к зданиям, необходимо обследовать состояние гидроизоляции стен подвала здания или его фундамента. При обнаружении дефектов гидроизоляции ее необходимо восстановить.

*Устройство слоев оснований.* Работы по устройству дополнительных слоев оснований следует выполнять в следующей последовательности: подача и россыпь материала с учетом коэффициента запаса на уплотнение; разравнивание и предварительное уплотнение, профилирование поверхности; окончательное уплотнение.

*Устройство оснований из щебеночно-гравийно-песчаных смесей, щебеночно-песчаных шлаковых смесей и песка* включает: доставку материалов для устройства оснований; разгрузку материалов и складирование; разравнивание материала на площадях и пешеходных зонах; уплотнение основания. Разравнивание материала производят автогрейдером, на узких тротуарах и дорожках – ковшом автопогрузчика на толщину слоя или вручную. Распределение материала следует вести только в направлении «от себя». Материал основания должен иметь влажность, близкую к оптимальной, с отклонениями не более 10 %. При недостаточной влажности материал следует доувлажнять за 20–30 мин до начала уплотнения. Шлак в летний сухой период увлажняют водой в несколько приемов (общее количество воды должно быть 10–13 м<sup>3</sup> на 100 м<sup>3</sup> шлака в рыхлом состоянии).

Уплотнение основания производят в два этапа: на первом и втором этапах слой основания уплотняют катками на пневматических шинах массой не менее 16 т с давлением в шинах 0,6–0,8 МПа или виброкатками массой не менее 6 т, а также виброуплотняющими площадками массой более 130 кг. Косвенным признаком окончательного уплотнения основания служит отсутствие на поверхности уплотняемого слоя следа после прохода катка массой не менее 13 т.

*Установка бортового камня и устройство сборного покрытия из плит тротуарных.* Бортовые камни устанавливаются для отделения проезжей части улиц и дорог от тротуаров, газонов, площадок, а также пешеходных дорожек и тротуаров от газонов.

Бортовой камень, ограждающий тротуар от магистральных улиц и дорог, должен быть приподнят над проезжей частью на 0,15 м; на второстепенных жилых улицах, в районах коттеджной и усадебной застройки, а также в местах сопряжения тротуаров с проезжей частью, на перекрестках и проездах – не более чем на 0,05 м.

Для устройства профиля сопряжения на перекрестках и проездах необходимо применять въездные бортовые камни в соответствии с проектной документацией высотой 0,22 м и въездные бортовые камни переменной высоты (аппарель).

Сопряжение пешеходной зоны с проезжей частью в местах пешеходных переходов должно устраиваться с продольным уклоном к проезжей части 60–40 ‰ на расстоянии 2 м от линии примыкания бортового камня к сборному покрытию, если нет других указаний в проектной документации.

Поперечные размеры сопряжения должны обеспечивать проезд тротуароуборочной техники и быть не менее 3 м.

Устройство бортового ограждения радиусом 15 м и менее из прямых бортовых камней не допускается.

Бортовые камни следует устанавливать на бетонное основание.

До начала устройства бетонного основания под бортовой камень должны быть выполнены все работы по устройству слоев основания пешеходной зоны.

Последовательность работ по установке бортовых камней:

- разбивка и устройство траншеи для установки бортового камня;
- установка опалубки, устройство бетонного основания и установка бортового камня;
- закрепление бортового камня бетонной обоймой;
- обратная засыпка материалом основания или грунтом;
- заделка швов между отдельными конструктивными элементами.

Бортовой камень должен полностью повторять проектный профиль покрытия.

В створе с будущей линией бортового камня по теодолиту необходимо выставить ряд кольшков и закрепить шнур, определяющий лицевую линию бортового камня.

На разбивочных кольшках в точках перелома продольного профиля при помощи нивелира необходимо выставить высотные отметки.

Глубина и ширина траншеи должны строго соответствовать размерам основания под бортовой камень и бетонной обоймы, закрепляющей его положение с учетом двойной толщины опалубки. Профиль траншеи должен повторять проектный профиль и высотные отметки бортового камня.

Для устройства основания и бетонной обоймы следует использовать инвентарную опалубку.

Доставленная на объект бетонная смесь выгружается на боек. Количество смеси должно соответствовать объему выполняемых работ и обеспечивать ее укладку в течение 3 ч с момента приготовления. Не допускается добавлять воду на месте укладки бетонной смеси для увеличения ее подвижности.

Бетонная смесь укладывается в опалубку вручную слоем толщиной не менее 0,10 м без разрывов с уплотнением. Установка бортовых камней производится через 5–10 мин по окончании укладки бетонной смеси.

Бортовые рядовые камни следует устанавливать погрузчиком с помощью специальных захватов. Тротуарные бортовые камни следует устанавливать вручную. После установки и осадки бортового камня проверяют высотные отметки и его положение.

Закрепление бортового камня в проектном положении бетонной обоймой с окончательным уплотнением бетонной смеси следует производить на захватке длиной не более 10 м.

Обратную засыпку бетонной обоймы со стороны газона следует производить грунтом, а со стороны пешеходной зоны – материалом основания с уплотнением до требуемой плотности.

Между отдельными бортовыми камнями допускаются швы шириной до 10 мм, которые заделываются цементным раствором.

*Устройство сборного покрытия из плит тротуарных.* К устройству сборного покрытия приступают после заделки швов между бортовыми камнями.

Состав работ по устройству сборного покрытия из плит тротуарных включает перечисленные ниже работы.

1. Устройство выравнивающего слоя из песка среднего II класса с модулем крупности 2–2,5, песка, обработанного цементом, или цементно-песчаной смеси (для выравнивания неровностей поверхности основания и обеспечения возможности осаживания плит сборного покрытия).

2. Укладка выравнивающего слоя на уплотненное спрофилированное основание толщиной не более 40 мм без уплотнения.

3. Выравнивание его планировочным брусом по выверенным направляющим. Высотная отметка выравнивающего слоя из рыхлого песка или песка, обработанного цементом, должна учитывать осадку плит после двух проходов по ним виброуплотняющей площадкой. Ориентировочно осадка плит составит 10–12 мм.

4. Укладка плит сборного покрытия. Производится вручную на выравнивающий слой в направлении «от себя». Укладку производят, начиная с маячного ряда, располагаемого по оси покрытия или по его краю, в зависимости от направления стока поверхностных вод.

По поверхности уложенного покрытия следует устраивать катальный ход из досок, если для подвоза плит применяют тачки.

Для обеспечения заданного рисунка, прямолинейности швов и характерных точек следует использовать угловой шаблон или шнурпричалку. При необходимости следует производить прирезку плит с помощью механической пилы, оснащенной обрезным кругом для резки бетона. Размер обрезанной плиты должен быть не менее 0,3 габаритного размера изделия и не менее 50 мм. Резка плит вдоль изделия и клиньями запрещается. Плотное прилегание укладываемых плит сборного покрытия к выравнивающему слою достигается осадкой их при укладке обрезиненным молотком.

5. Посадка плит в выравнивающий слой двумя проходами по одному следу виброуплотняющей площадки до исчезновения осадок плит.

6. Заполнение мелким песком (с модулем крупности 1,5–2) швов между плитами сборного покрытия.

7. После окончания устройства сборного покрытия его рекомендуется промыть водой.

### **13. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

13.1. Характер и виды отрицательных воздействий строительного производства на окружающую среду

## 13.2. Мероприятия, способствующие уменьшению отрицательного влияния

### 13.1. Характер и виды отрицательных воздействий строительного производства на окружающую среду

Одним из требований, предъявляемых к современному строительству, является обеспечение экологической безопасности.

Качество строительства зданий и сооружений тесно связано с рациональным использованием природных ресурсов. В процессе строительного производства окружающая среда изменяется, так как в той или иной мере происходит нарушение сложившейся природной обстановки. Воздействие человека в процессе производства строительного-монтажных работ на природную окружающую среду объясняется в первую очередь тем, что все возводимые здания и сооружения непосредственно взаимодействуют со многими элементами природной среды. Поэтому практически на всех стадиях строительства происходит негативное воздействие на окружающую среду: при производстве изыскательских работ и строительстве дорог, карьеров и непосредственно при строительстве самих объектов. Для районов строительства, особенно промышленного, характерны высокий уровень загрязнения воздуха, воды, почвы.

Основные источники загрязнений, сопровождающие строительное производство при подготовке строительной площадки, связаны с вырубкой леса и кустарника, выжиганием почвы кострами, с повреждением почвенного слоя и смывом загрязнений со строительной площадки в водоемы, с буровыми работами, с устройством котлованов и траншей под будущий объект, с образованием свалок строительного мусора, с выбросами автотранспорта и других механизмов, работающих в зоне строительной площадки.

*Виды воздействий, оказываемых на окружающую среду при производстве строительных работ, можно разделить на следующие группы:*

- воздействие на социальную среду (эстетическое восприятие архитектуры зданий или сооружений; возможные негативные изменения ландшафта; вынужденное изменение или сокращение транспортных и пешеходных потоков; нарушение работы линий связи; повышение уровня шума и др.);
- землепользование (отчуждение на длительный срок земельных участков под строительные площадки, склады строительных материалов и конструкций, организованных и неорганизованных свалок грунта и отходов и др.);
- воздействие на грунтовую среду (нарушение естественного состояния, эрозия и возможные загрязнения почвы и грунтовой среды при переработке грунта, устройстве грунтовых и свайных оснований, создании непроницаемых завес и экранов, производстве взрывных работ и др.);
- воздействие на водную среду (загрязнение подземных и поверхностных вод при устройстве водоотводов и дренажей, искусственном понижении уровня грунтовых вод, применении химических добавок в различных строительных растворах и составах, допущении неочищенных стоков со строительных площадок и др.);
- воздействие на воздушную среду (запыленность и загазованность воздуха при переработке грунта, складировании и использовании сыпучих

материалов, в том числе химически агрессивных, производстве взрывных работ, сжигании строительных материалов и мусора и др.);

- воздействие на растительность (уничтожение растительного слоя грунта, зеленых насаждений и т. п.);
- влияние на безопасность человека (использование опасных материалов и составов, опасные условия производства работ и др.);
- влияние на уровень безопасности конструкции (последствия от нарушения технологических регламентов, экстремальные условия производства работ и др.).

### **13.2. Мероприятия, способствующие уменьшению отрицательного влияния**

Мероприятия, способствующие снижению отрицательных для окружающей среды последствий, связанных с *организацией строительной площадки*: оборудование выездов со строительной площадки пунктами мойки колес автотранспорта; установка бункеровнакопителей или организация специальной площадки для сбора мусора, транспортировка мусора при помощи закрытых лотков, вывоз его и лишнего грунта в заранее установленные места; организация очистки производственных и бытовых стоков; предотвращение «излива» подземных вод при буровых работах и их загрязнения; защита от размыва при выпуске воды со стройплощадки; организация срезки и складирования почвенного слоя; правильная планировка временных автодорог и подъездных путей; пересадка и ограждение сохраняемых деревьев; обеспечение отеснения животного мира за пределы стройплощадки и пр.

Для предотвращения возникновения экологических проблем, связанных с выполнением *транспортных работ* на строительной площадке, необходимо: обеспечить места проведения погрузочно-разгрузочных работ пылевидных материалов (цемент, известь, гипс) пылеулавливающими устройствами; оборудование автотранспорта, перевозящего сыпучие грузы, съемными тентами; обеспечение шумозащитными экранами мест размещения строительного оборудования (при строительстве вблизи жилых домов и т. п.).

Мероприятия, способствующие снижению отрицательных для окружающей среды последствий, связанных с выполнением *сварочных, изоляционных и отделочных работ*: организация правильного складирования и транспортировки огнеопасных и выделяющих вредные вещества материалов (газовых баллонов, битумных материалов, растворителей, красок, лаков, стекло- и шлаковаты) и пр.

Мероприятия, способствующие снижению отрицательных для окружающей среды последствий, связанных с выполнением *каменных и бетонных работ*: обработка естественных камней в специально выделенных местах на территории стройплощадки; обеспечение мест производства работ пылеулавливающими устройствами, применение виброустройств, соответствующих стандартам, а также вибро- и шумозащитных устройств и т. д.

Методы строительного производства, применение которых может снизить негативное воздействие на окружающую среду, могут быть сгруппированы по следующим направлениям.

*Землепользование:* проектирование систем расселения с учетом рационального взаимодействия человека и природы (урбоэкология); уменьшение или исключение отторгаемых в процессе строительства объекта земель; возвращение (рекультивация) земель в естественное состояние после окончания срока эксплуатации; уменьшение устройства непроницаемых экранов на поверхности и ниже поверхности земли (бетонные, асфальтовые и другие покрытия); рациональная организация свалок, мест хранения отходов строительной деятельности; очистка сточных вод и др.

*Архитектурно-планировочное:* использование рельефа и ландшафта; масштабирование зданий и сооружений адекватно местности; использование естественных источников света, солнечной энергии, цвета, особенностей отделки (видеоэкология); системный подход к озеленению жилых массивов и промышленных зон; сохранение памятников истории, архитектуры и природы и др.

*Конструктивное:* конструкции экологически чистых зданий (использование тепловой энергии от возобновляемых источников и жизнедеятельности здания, чистые строительные материалы и др.); гибкие конструктивно-технологические решения, позволяющие резко снизить расход ресурсов при изменении назначения здания, его модернизации или ликвидации; биопозитивные конструктивные решения, связанные с рациональным землепользованием, и др.