

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Л. Е. Рыбалко

# ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности 1-74 04 01 Сельское  
строительство и обустройство территорий*

Горки  
БГСХА  
2015

УДК 69.05(075.8)  
ББК 38я7  
Р93

*Одобрено методической комиссией  
мелиоративно-строительного факультета 01.10.2014 (протокол № 2)  
и Научно-методическим советом БГСХА 22.10.2014 (протокол № 2)*

Автор:  
старший преподаватель *Л. Е. Рыбалко*

Рецензенты:  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры  
сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций  
УО «Брестский государственный технический  
университет» *О. П. Мешик*;  
кандидат технических наук, доцент, ведущий научный  
сотрудник РУП «Институт мелиорации»  
научно-практического центра НАН Республики Беларусь  
по земледелию *Н. Н. Погодин*

**Рыбалко, Л. Е.**  
Р93      Технология строительного производства: учебно-методическое пособие / Л. Е. Рыбалко. – Горки : БГСХА, 2015. – 352 с.: ил. ISBN 978-985-467-552-7.

Изложены основы технологии строительного производства в процессе строительства новых зданий и сооружений и в условиях реконструкции. Освещены вопросы технологии строительства систем сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения и отопления, технология работ при обустройстве территорий, природоохранные мероприятия при производстве строительных работ, управление качеством продукции, работ и услуг в строительном комплексе, сертификация.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий.

УДК 69.05(075.8)  
ББК 38я7

**ISBN 978-985-467-552-7**

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2015

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время основными путями развития строительной отрасли являются снижение стоимости, повышение качества строительства, массовое возведение доступного, комфортного и энергоэффективного жилья.

Согласно Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы в строительстве намечены следующие задачи:

- проектирование и строительство современных экологически безопасных зданий и сооружений;
- разработка и внедрение технологий для производства в соответствии с европейскими требованиями конкурентоспособных строительных материалов, обеспечивающих экономию материальных и энергетических ресурсов.

Решение данных задач требует глубокого изучения студентами, обучающимися по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий, учебной дисциплины «Технология строительного производства».

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

Цель дисциплины – приобретение знаний по технологии строительного производства при выполнении работ по возведению, ремонту и реконструкции зданий, сооружений, инженерных сетей, благоустройству территорий, методике выбора технических решений на стадии проектирования и выполнения работ, основам нормирования, контролю качества выполнения работ.

Основными задачами дисциплины являются освоение приемов и методов производства работ по строительству и реконструкции зданий и сооружений различного назначения, выполнению технологических расчетов, разработке мероприятий по ресурсосбережению.

## **Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

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

#### **1.1.1. Основные виды работ в сельскохозяйственном строительстве, их характеристика и необходимые ресурсы для их ведения**

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 *циклические рабочие процессы* и *нециклические*.

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, чис-

ленностью 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.), делянки, 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.

Делянка – 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.

### **1.1.3. Технологические особенности сельского строительства и обустройства территорий**

Особенности осуществления сельского строительства:

- 1) в сельском строительстве выполняется целый ряд специализированных работ;
- 2) на одной строительной площадке выполняются сравнительно незначительные объемы работ по сравнению со строительством, осуществляемым в городских условиях;
- 3) объекты строительства рассредоточены по территории, т. е. расположены на многих строительных площадках и на значительном расстоянии друг от друга;
- 4) объекты строительства в основном удалены от производственной базы;
- 5) объекты мелиоративного строительства оторваны от дорожной сети существующих объектов мелиорации. В большинстве случаев работы ведутся в сложных климатических и геологических условиях;
- 6) в сельской местности возникает необходимость возведения разнообразных конструкций, зданий и сооружений сельскохозяйственного и мелиоративного строительства.

### **1.1.4. Механизация работ в сельскохозяйственном строительстве**

Снижение доли ручного труда, повышение уровня механизации и автоматизации работ являются важными социальными и техническими задачами, от выполнения которых зависит повышение производительности и улучшение условий труда в строительстве.

Механизация работ в строительстве предусматривает замену ручных средств труда машинами и механизмами при выполнении работ по строительству и реконструкции различных объектов строительства.

Механизация работ повышает производительность труда, снижает трудовые затраты, сокращает сроки выполнения строительномонтажных работ, позволяет применять прогрессивные технологические процессы, расширять индустриализацию строительства.

Механизация работ в строительстве осуществляется с применением

общестроительных машин: экскаваторов, бульдозеров, скреперов, подъемных кранов, транспортных средств, строительных машин и орудий, предназначенных для выполнения определенных процессов и операций.

Выбор средств механизации строительных работ зависит от принятой технологии строительства и условий производства работ.

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

### **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 строительно-монтажных процессов.

Проведение технического нормирования состоит из:

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

Изучение строительно-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), подпадающая 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 после-

довательности 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 пу-

тем 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.

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

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

Норма времени ( $H_{вр}$ ) – 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 ( $H_{ч}$ ) – 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 вре-

мени обслуживания также существует обратно пропорциональная зависимость.

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

#### **1.2.4. Основные источники технических норм, их назначение и порядок использования**

По сфере применения нормативные материалы подразделяются на межотраслевые (единые), отраслевые (ведомственные) и местные.

Межотраслевые (единые) и типовые нормы на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы утверждаются в установленном порядке и обязательны для применения во всех отраслях строительства.

Отраслевые (ведомственные) нормы и нормативы разрабатываются при отсутствии соответствующих межотраслевых норм и обязательны к применению в данной отрасли строительства.

Местные нормативы разрабатываются на отдельные виды работ в тех случаях, когда отсутствуют межотраслевые и ведомственные нормы и нормативы, а также при создании на предприятиях более прогрессивных организационно-технических условий по сравнению с учетными при разработке действующих межотраслевых и ведомственных нормативных материалов. Местные нормативные материалы утверждаются администрацией предприятия по согласованию с профкомом.

В настоящее время в строительной практике Республики Беларусь применяются нормы затрат труда на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (НЗТ) и нормативы расхода ресурсов (НРР).

Сборники НЗТ являются основными источниками технических норм. Каждый сборник посвящен определенному виду строительных работ и содержит: краткую характеристику машин для выполнения механизированных процессов, состав работы и звена рабочих, выполняющих работу; нормы затрат труда и выработку; примечание. В технической части и примечании приводятся коэффициенты, учитываемые при определении конкретной нормы затрат труда.

Сборники НРР предназначены для определения сметной стоимости и составления сметной документации на строительство объектов, они объединены по видам работ и конструкций и включены в отдельные

сборники. Нормативы расхода ресурсов предусматривают усредненные условия и методы производства работ, учитывают весь комплекс строительных процессов, необходимых для выполнения работ.

Сборники НРР по видам работ и конструкций содержат: техническую часть, в которой приведены общие указания и правила определения объемов работ, коэффициенты, учитывающие условия производства работ, отличные от принятых в нормативах расхода ресурсов и таблицы с указанием состава работ и нормативов расхода ресурсов.

### **1.2.5. Тарифная система и ее составные элементы**

Тарифное нормирование заключается в установлении норм оплаты труда за единицу произведенной продукции рабочими разной квалификации.

Тарифное нормирование базируется на следующих основных принципах:

- 1) распределение зарплаты должно осуществляться по затраченному труду;
- 2) результаты труда должны напрямую зависеть от квалификации работающих;
- 3) рост производительности труда должен определять рост зарплаты.

Основной задачей тарифного нормирования является рациональная организация труда работающих.

Составные элементы тарифной системы приведены ниже.

1. Единая тарифная сетка работников Республики Беларусь (ЕТС) – это утвержденная шкала, устанавливающая соотношение уровней заработной платы между рабочими различной квалификации. Она представляет собой систему тарифных разрядов и соответствующих им тарифных коэффициентов. Тарифный разряд характеризует уровень квалификации работника.

Каждому разряду присвоен определенный тарифный коэффициент, зависящий от степени сложности и точности выполнения работ, а также ответственности работника. Эти требования заложены в профессиональных тарифно-квалификационных характеристиках, предусмотренных в тарифно-квалификационных и квалификационных справочниках, утвержденных в установленном порядке.

2. Тарифная ставка  $T_{\text{ст}}$ , определяющая размер заработной платы рабочего, полагающейся ему за выполнение установленных производственных норм, соответствующих его разряду. Она бывает часовая, дневная, месячная.

Величину тарифной ставки устанавливает только правительство того государства, где введена тарифная система. Ее величина определяется условиями, в которых выполняется данная работа.

На основе норм времени и тарифных ставок устанавливают расценки для оплаты труда строительных рабочих.

3. Тарифный коэффициент – отношение часовой тарифной ставки рабочего  $i$ -го разряда к тарифной ставке рабочего 1-го разряда.

## **Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### **2.1. Технологическое проектирование**

#### **2.1.1. 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.

### **2.1.2. Проектирование производства строительного-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.

### **2.1.3. 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.

### **2.1.4. Карты трудовых процессов. Состав и схемы операционного контроля качества строительного-монтажных работ**

Карты трудовых процессов подготавливают для выполнения простых технологических процессов.

В картах трудовых процессов приводятся основные сведения об организации труда рабочих с иллюстрацией выполнения отдельных операций. На все трудовые процессы разработаны типовые карты. Они состоят из 4 разделов: «Область и эффективность применения карты»; «Условия и подготовка выполнения процесса»; «Исполнители, предметы и орудия труда»; «Технология процесса и организация труда».

На объектах типовые карты трудовых процессов необходимо согласовывать с местными условиями и сроками окончания работ.

Основными рабочими документами операционного контроля качества являются схемы операционного контроля.

В схемы включены: эскизы конструкций, узлов с указанием допусков в размерах, сведения по характеристикам качества материалов и перечень операций или процессов, качество выполнения которых должен проверить линейный инженерно-технический персонал; перечень скрытых работ, подлежащих освидетельствованию с составлением актов.

## **2.2. Подготовительные и вспомогательные работы**

### **2.2.1. Подготовка территории 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 навесными 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 измеряют 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 поверху, 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 автогрейдером 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.

### **2.2.2. 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.

### **2.2.3. 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 каналы 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 фильтрующей водой.

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

вана 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), инженерно-геологических 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.

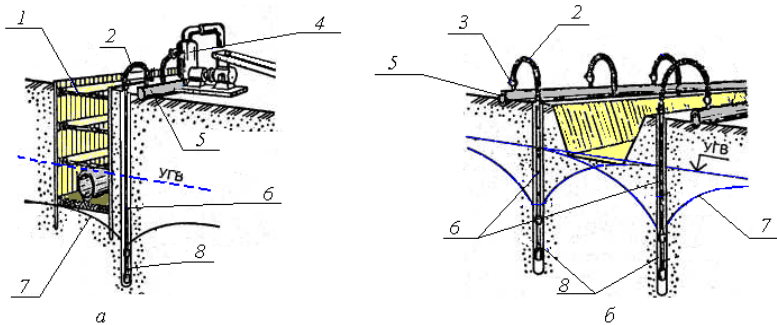


Рис. 2.1. Водопонижение легкими иглофильтровыми установками: *а* – одно-рядные иглофильтровые установки; *б* – двухрядные иглофильтровые установки; 1 – траншея с креплением; 2 – шланг; 3 – вентиль; 4 – насосный агрегат; 5 – всасывающий коллектор; 6 – иглофильтры; 7 – пониженный УГВ; 8 – водоприемное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

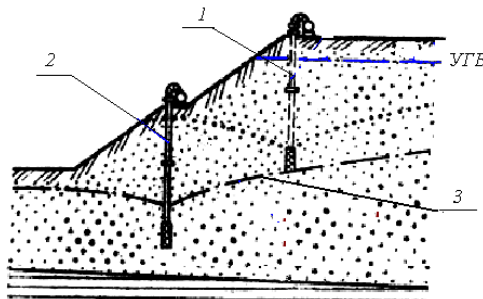


Рис. 2.2. Схема ярусного водопонижения иглофильтрами: 1, 2 – соответственно иглофильтры верхнего и нижнего яруса; 3 – конечное понижение депрессионной поверхности грунтовых вод

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 заполня-

ется 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

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.

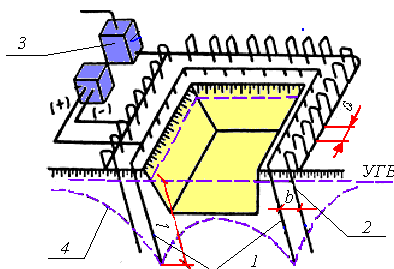


Рис. 2.3. Схема электроосушения грунтов:  
 1 – трубы-аноды; 2 – иглофильтры-катоды;  
 3 – насосный агрегат; 4 – пониженный УГВ

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

#### 2.2.4. 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  $K_f$  менее 0,3 м/сут. Прочность грунта получается 0,3–0,6 МПа.

Раствор нагнетают специальными трубами-инъекторами, погружаемыми раздельно 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.

### **2.2.5. 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 во-

донасыщенных 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.

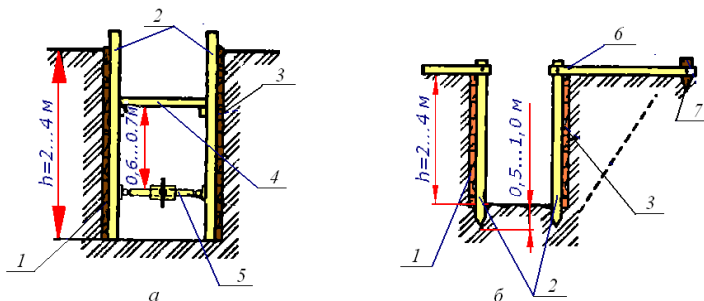


Рис. 2.4. Способы крепления стенок выемок: а – распорное с горизонтальными щитами и прозорами; б – анкерное; 1, 3 – соответственно щит заборки сплошной и с прозорами; 2 – стойка деревянная; 4 – распорка; 5 – трубчатая распорная рама; 6 – анкерная тяга; 7 – клин-анкер

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.

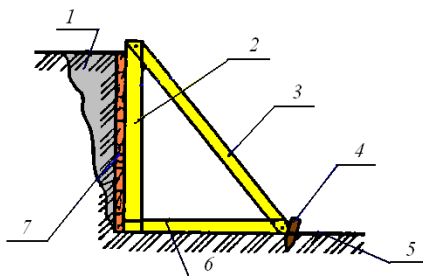


Рис. 2.5. Подкосное крепление стенок выемок:  
 1 – полость, засыпаемая землей; 2 – стойка;  
 3 – подкос; 4 – клин-анкер; 5 – дно котлована;  
 6 – распорка; 7 – щит забирки

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.

## 2.3. Технология транспортирования строительных грузов

### 2.3.1. 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); длинномерные (фермы, лесоматериалы, колонны); жидкие (бензин, смазочные материалы); крупнообъемные (санитарно-технические 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.

### **2.3.2. 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 тросопроводы.

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.

### **2.3.3. Погрузочно-разгрузочные работы на строительной площадке**

Работы по погрузке, разгрузке и складированию материалов являются наиболее трудоемкими в общем процессе перемещения грузов. Для снижения затрат ручного на погрузочно-разгрузочных работах и облегчения тяжелого труда необходимо повышать степень механизации этих работ.

Организация погрузочно-разгрузочных работ должна обеспечивать их комплексную механизацию с предельным уменьшением числа перегрузок. В состав механизированных комплексов входят как общестроительные, так и специальные машины и механизмы.

Общестроительные машины (башенные, стрелковые, козловые, мостовые краны, кран-балки, экскаваторы различных типов) используют на погрузке и разгрузке штучных, тяжеловесных, длинномерных и крупнообъемных конструкций и материалов, а также сыпучих материалов и контейнеров с малосыпучими материалами.

Применение специальных погрузочно-разгрузочных машин определяет вид грузов.

Специальные погрузочно-разгрузочные машины бывают циклического и непрерывного действия.

Наиболее широкое применение в строительстве получили различные самоходные погрузчики и ленточные конвейеры.

Погрузчики (универсальные одноковшовые, многоковшовые, автопогрузчики) обладают высокой мобильностью и универсальностью.

Универсальные одноковшовые погрузчики могут быть оборудованы ковшом, вилочным подхватом, челюстным захватом, бульдозерным отвалом, рыхлителем, экскаваторным ковшом и другими рабочими органами. Их используют не только на погрузочно-разгрузочных работах, но и для перемещения различных грузов на небольшие расстояния.

Автопогрузчики так же, как и универсальные одноковшовые погрузчики, имеют различное сменное рабочее оборудование – крановые стрелы, челюстные захваты, ковши, вилочные подхваты и другие приспособления. Их применяют на площадках, имеющих твердое покрытие.

Многоковшовые погрузчики относят к машинам непрерывного действия и используют для погрузки сыпучих материалов в транспортные средства.

Ленточные конвейеры также являются машинами непрерывного действия и служат для погрузки и подачи к месту укладки сыпучих, мелкоштучных и некоторых тестообразных материалов (бетонных смесей).

Состоящие из отдельных конвейеров конвейерные системы могут достигать в длину нескольких километров.

В целях сокращения ручного труда, повышения производительности транспортных средств, обеспечения лучшей сохранности перевозимых грузов и создания условий для механизации погрузочно-разгрузочных работ в строительстве находят широкое применение методы контейнеризации и пакетирования. Суть этих методов заключается в объединении мелкоштучных строительных материалов на заводах, которые их производят (кирпич, керамические камни, мелкие стеновые блоки и др.), или на базах производственно-технологической комплектации (отделочные материалы, кровельные, электротехнические материалы и др.) в укрупненные пакеты или контейнеры.

Пакет – это уложенная на специальный поддон партия груза, контейнер – это многооборотное объемное устройство. Различают контейнеры универсальные, используемые для перевозки различных категорий грузов, и специальные, предназначены для перевозки определенного вида грузов. С помощью погрузочно-разгрузочных и транспортных средств пакеты и контейнеры перемещают от места производства или комплектации к строительной площадке или заводу.

## **2.4. Технологии производства земляных работ**

### **2.4.1. Общие вопросы технологии производства земляных работ**

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 строительно-монтажных 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;
- послыйное 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.

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 разрабаты-

вается, 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 шпурсы, 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, прямиков, отделка откосов, подготовка песчаных подушек под фундаменты, засыпка, разравнивание и уплотнение грунтов в стесненных условиях и т. п.).

*Грунтами* называют породы, залегающие в верхних слоях земной коры, это растительный грунт, песок, супесь, гравий, глина, суглинок, торф, пльвуны, различные полускальные и скальные грунты.

По *крупности* минеральных частиц грунта, их взаимной связи и механической прочности грунты делят на пять классов: скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные (несвязные) и глинистые (связные).

К скальным грунтам относятся сцементированные водоустойчивые и практически несжимаемые породы (граниты, песчаники, известняки и т. п.), залегающие обычно в виде сплошных или трещиноватых массивов.

К полускальным грунтам относятся сцементированные породы, способные к уплотнению (мергели, алевролиты, аргиллиты и т. п.) и неводостойкие (гипс, гипсоносные конгломераты).

Крупнообломочные грунты состоят из несцементированных кусков скальных и полускальных пород; обычно содержат более 50 % обломков пород размером свыше 2 мм.

Песчаные грунты состоят из несцементированных частиц пород размером 0,05–2 мм; представляют собой, как правило, естественно разрушившиеся и преобразованные в различной степени скальные грунты; не обладают пластичностью.

Глинистые грунты также являются продуктом естественного разрушения и преобразования первичных горных пород, составляющих скальные грунты, но с преобладающим размером частиц менее 0,005 мм.

Основным объектом разработки в строительстве являются глинистые, песчаные и песчано-глинистые, а также крупнообломочные и полускальные грунты.

На технологию производства и стоимость земляных работ оказывают влияние различные факторы, в том числе физические и механические свойства грунтов.

Основные механические свойства грунтов: прочность, твердость, пластичность, размываемость, разрыхляемость.

Основные физические свойства грунтов: удельная и объемная масса, плотность, влажность, сцепление, влагоемкость (водопоглощаемость), пористость, угол естественного откоса, водопроницаемость, угол внутреннего трения.

*Плотность* – масса  $1 \text{ м}^3$  грунта в естественном состоянии (в плотном теле). Плотность песчаных и глинистых грунтов составляет  $1,5\text{--}2 \text{ т/м}^3$ ; полускальных неразрыхленных грунтов –  $2\text{--}2,5 \text{ т/м}^3$ , скальных – более  $2,5 \text{ т/м}^3$ .

*Влажность* – степень насыщения грунта водой. Определяется отношением массы воды в грунте к массе твердых частиц грунта, выражается в процентах. При влажности более 30 % грунты считаются мокрыми, до 5 % – сухими (от 5 до 30 % – нормальная влажность). Чем выше влажность грунта, тем выше трудоемкость его разработки. Исключение составляет глина (сухую глину разрабатывать труднее). Однако при значительной влажности у глинистых грунтов появляется липкость, которая усложняет их разработку.

*Сцепление* – сопротивление грунта сдвигу. Сила сцепления для песчаных грунтов составляет  $3\text{--}50 \text{ кПа}$ , для глинистых –  $5\text{--}200 \text{ кПа}$ .

От плотности и силы сцепления между частицами грунта в основном зависит производительность землеройных машин. Классификация основных видов грунтов по трудоемкости их разработки землеройными и землеройно-транспортными машинами и свойств грунта приведена в сборниках норм затрат труда (НЗТ).

Грунт при разработке разрыхляется и увеличивается в объеме, т. е. объем насыпи становится больше объема выемки, из которой грунт взят. Это явление, называемое *первоначальным разрыхлением* грунта, характеризуется *коэффициентом первоначального разрыхления*  $k_p$ . Он представляет собой отношение объема разрыхленного грунта к объему грунта в естественном состоянии. Уложенный в насыпь разрыхленный грунт со временем уплотняется под действием собственного веса, под влиянием массы вышележащих слоев грунта или механического уплотнения, движения транспорта и т. п.

Однако грунт длительное время не занимает того объема, который он занимал до разработки, сохраняя *остаточное разрыхление*, показателем которого является *коэффициент остаточного разрыхления* грунта  $k_{op}$ .

Для обеспечения устойчивости земляных сооружений их возводят с откосами, крутизна которых характеризуется отношением высоты  $H$  к заложению  $A$ :

$$\frac{H}{A} = \frac{1}{m}, \quad (2.1)$$

где  $m$  – коэффициент заложения.

Крутизна откоса (рис. 2.6) зависит от угла *естественного откоса*  $\alpha$ , при котором грунт находится в состоянии предельного равновесия. При глубине выемки более 5 м крутизна откосов устанавливается проектом.



Рис. 2.6. Крутизна откоса

Откосы постоянных сооружений делаются более пологими, чем откосы временных сооружений, и составляют не менее чем 1:1,5.

*Водоудерживающая способность* – сопротивляемость грунта прониканию воды.

Водоудерживающая способность очень высока у глинистых грунтов и низка у песчаных. По этой причине песчаные грунты называются *дренирующими*, т. е. хорошо пропускающими воду, а глинистые – *недренирующими*.

Дренирующая способность грунтов характеризуется *коэффициентом фильтрации*  $K_{\phi} = 1\text{--}150$  м/сут.

Подсчет объемов разрабатываемого грунта сводится к определению объемов различных геометрических фигур.

При сложных формах выемок и насыпей их разбивают на ряд более простых геометрических тел, которые затем суммируют. При этом допускается, что объем грунта ограничен плоскостями, отдельные неровности не влияют значительно на точность расчета.

В промышленном и гражданском строительстве приходится в основном рассчитывать объемы котлованов, траншей, выемок и насыпей при вертикальной планировке площадок.

Подсчет объемов земляных работ необходим для обоснованного выбора методов и средств их выполнения, установления необходимости отвозки или возможности распределения вынутого из котлованов или траншей грунта на прилегающей территории и последующего его использования для устройства обратных засыпок, определения стоимости и продолжительность производства земляных работ.

*Определение объемов котлованов.* Объем котлована  $V_k$  прямоугольной формы с откосами (рис. 2.7, а) определяют по формуле

$$V_k = \frac{H}{6} \cdot [(2a + b) \cdot c + (2b + a) \cdot d], \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

где  $a$  и  $c$  – ширина и длина котлована по дну, м;  
 $b$  и  $d$  – ширина и длина котлована по верху, м;

$$b = a + 2H \cdot m, \quad (2.3)$$

$$d = c + 2H \cdot m, \quad (2.4)$$

здесь  $m$  – коэффициент заложения откоса;

$H$  – глубина котлована, м.

Объем котлована, имеющего форму многоугольника с откосами (рис. 2.7, б),

$$V_k = \frac{H}{6} (F_1 + F_2 + 4F_{\text{ср}}), \text{ м}^3, \quad (2.5)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади дна и верха котлована, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{ср}}$  – площадь сечения по середине его высоты, м<sup>2</sup>.

Объем квадратного котлована с откосами вычисляют по следующей формуле:

$$V_k = \frac{H}{3} (F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 \cdot F_2}). \quad (2.6)$$

*Объем круглого в плане котлована с откосами* (рис. 2.7, в)

$$V_k = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 + R \cdot r), \text{ м}^3, \quad (2.7)$$

где  $R$  – радиус верхнего основания котлована, м;

$r$  – радиус нижнего основания котлована, м.

$$R = r + m \cdot H, \text{ м.} \quad (2.8)$$

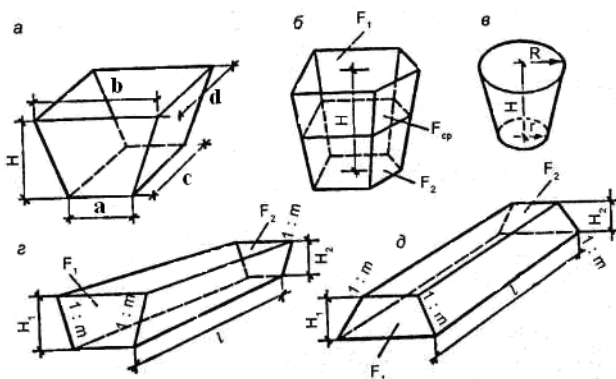


Рис. 2.7. Схема для определения объемов земляных работ при устройстве котлованов, траншей, насыпей: а, б, в – котлованы прямоугольные; многоугольные, круглые; з – траншея с откосами; д – насыпь

Объем траншеи с вертикальными стенками (рис. 2.7, з, д)

$$V_{\text{тр}} = B_{\text{тр}} \cdot (H_1 + H_2) \cdot L/2, \text{ или} \quad (2.9)$$

$$V_{\text{тр}} = (F_1 + F_2) \cdot L/2, \text{ м}^3, \quad (2.10)$$

где  $B_{\text{тр}}$  – ширина траншеи, м;

$H_1, H_2$  – глубины ее в двух крайних поперечных сечениях, м;

$F_1, F_2$  – площади этих сечений,  $\text{м}^2$ ;

$L$  – расстояние между сечениями, м.

Объем траншеи с откосами можно определить по вышеприведенной формуле, при этом площади поперечных сечений

$$F_{1,2} = (B_{\text{тр}} + m \cdot H_{1,2}) \cdot H_{1,2}. \quad (2.11)$$

Котлованы для сооружений, состоящих из цилиндрической и конической частей, обычно возводятся группами, т. е. по нескольку в одном котловане, и отрывают в два этапа. Вначале устраивают общий прямоугольный котлован с размерами  $a, c$  по низу и  $b, d$  по верху от отметки заложения их цилиндрической частей, а затем делают углубления для конических частей сооружения. Соответственно и объемы земляных работ определяют в два этапа: вначале рассчитывают объем общего

прямоугольного котлована по приведенным выше формулам, а затем объем конических углублений с использованием приведенной формулы усеченного конуса.

При расчетах объемов земляных работ следует также учитывать *объемы въездных и выездных траншей*:

$$V_{\text{в.тр}} = \frac{H^2}{6} \left( 3b_{\text{в.тр}} + 2mH \frac{m' - m}{m'} \right) \cdot (m' - m), \text{ м}^3, \quad (2.12)$$

где  $H$  – глубина котлована в местах устройства траншей, м;

$b_{\text{в.тр}}$  – ширина их по низу,  $b_{\text{в.тр.}} = 4,5$  м при одностороннем движении и  $b_{\text{в.тр.}} = 6,0$  м при двухстороннем;

$m'$  – коэффициент откоса (уклона) въездной или выездной траншеи (от 1:10 до 1:15).

Общий объем котлована с учетом въездных и выездных траншей

$$V_{\text{общ}} = V_{\text{к}} + n \cdot V_{\text{в.тр}}, \text{ м}^3, \quad (2.13)$$

где  $V_{\text{к}}$  – объем собственно котлована,  $\text{м}^3$ ;

$n$  – количество въездных и выездных траншей;

$V_{\text{в.тр}}$  – объем въездных траншей,  $\text{м}^3$ .

Из общего объема котлована следует выделить объем работ по срезке растительного слоя, а также объем работ по срезке недобора, который оставляют у дна котлована, разрабатываемого экскаватором.

*Объем срезки растительного слоя*

$$V_{\text{с}} = V_{\text{ск}} + V_{\text{ср}}, \text{ м}^3, \quad (2.14)$$

где  $V_{\text{ск}}$  – объем срезки грунта в пределах котлована,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{ср}}$  – то же в пределах рабочей зоны,  $\text{м}^3$ .

$$V_{\text{ск}} = B_{\text{к}} \cdot L_{\text{к}} \cdot t_{\text{с}}, \text{ м}^3, \quad (2.15)$$

где  $B_{\text{к}}$ ,  $L_{\text{к}}$  – ширина и длина котлована по верху, м;

$t_{\text{с}}$  – толщина срезаемого слоя, м.

$$V_{\text{ср}} = B \cdot l \cdot t_{\text{с}}, \text{ м}^3, \quad (2.16)$$

где  $B$  – ширина рабочей зоны на берме котлована, необходимая для

складирования материалов, конструкций, движения строительных машин, м;

$l$  – протяженность рабочей зоны, м.

*Объем работ по зачистке недобора по дну котлована*

$$V_{з.к} = B_k \cdot L_k \cdot h_n, \text{ м}^3, \quad (2.17)$$

где  $B_k$  – ширина котлована по низу, м;

$L_k$  – длина котлована по низу, м;

$h_n$  – толщина недобора, определяемая в зависимости от вида рабочего оборудования экскаватора и вместимости его ковша, м.

Для определения объемов траншей и других линейно-протяженных сооружений их продольные профили делят на участки с одинаковыми уклонами, подсчитывают объемы грунта для каждого такого участка, а затем их суммируют.

*Объем обратной засыпки пазух котлована*

$$V_{обз} = V - a' \cdot b' \cdot H, \text{ м}^3, \quad (2.18)$$

где  $a'$ ,  $b'$  – размеры здания в плане, м.

#### **2.4.2. Технология разработки, транспортировки и укладки грунта механическими средствами**

Экскаваторы – это землеройные машины, предназначенные для разработки грунтов в отвал или в транспортные средства.

Различают экскаваторы цикличного (одноковшовые) и непрерывного (роторные) действия.

Одноковшовые экскаваторы (ЭО) – универсальные машины для рытья котлованов, траншей, каналов, а также устройства насыпей и других земляных сооружений.

Цикл работы одноковшовых экскаваторов состоит из: резания грунта и заполнения ковша; подъема ковша с грунтом; поворота экскаватора вокруг оси к месту выгрузки; выгрузки грунта из ковша; обратный поворот экскаватора; опускание ковша на грунт и подача его для резания грунта.

В зависимости от вида выполняемых работ экскаваторы могут иметь следующее рабочее оборудование: прямую лопату, обратную лопату, драглайн, грейфер.

Рабочие параметры экскаваторов (от них зависят предельные размеры выемок, которые могут быть разработаны одноковшовыми экскаваторами с одной стоянкой):

– максимально возможная высота копания +  $H$  (для экскаваторов с рабочим оборудованием – прямая лопата);

– максимально возможная глубина копания (резания) –  $H$  (для экскаваторов с рабочим оборудованием – драглайн, обратная лопата, грейфер);

– наибольший  $R_{\max}$  и наименьший  $R_{\min}$  радиусы копания на уровне стоянки экскаватора;

– радиус выгрузки  $R_{\text{в}}$ ;

– высота выгрузки  $H_{\text{в}}$ .

!

"

Драглайны используют для разработки грунтов, расположенных ниже уровня стояния экскаватора (рис. 2.8) 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  $R_{\text{р}}$ ; радиус выгрузки  $R_{\text{в}}$ ; высота выгрузки  $H_{\text{в}}$  и радиус резания) показаны на рис. 2.8.

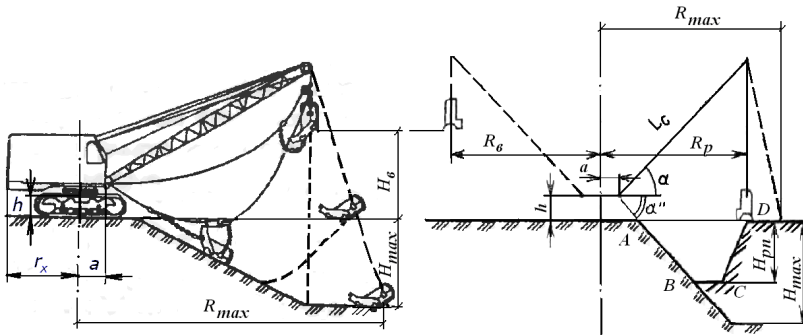


Рис. 2.8. Рабочее оборудование для земляных работ и рабочие параметры драглайнов: глубина резания  $H_{max}$ ; наибольший и наименьший радиусы резания на уровне стоянки экскаватора  $R_{max}$  и  $R_p$ ; радиус выгрузки  $R_b$ ; высота выгрузки  $H_b$

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

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  $H_b$  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. 2.9, а) применяют для нешироких выемок, когда радиусом выгрузки экскаватора может быть перекрыто расстояние от оси выемки до внешней дальней бровки каваляера 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 внут-

ренного откоса забоя. Наибольший возможный шаг экскаватора можно найти по формуле

$$\text{Ш} = R_p - a - (h + H) \cdot \text{ctg}\alpha^1, \quad (2.19)$$

где  $a$  и  $h$  – координаты пяты стрелы;

$H$  – глубина выемки, м;

$\alpha^1$  – угол внутреннего откоса забоя.

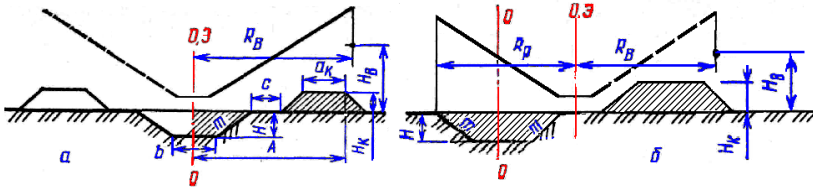


Рис. 2.9. Способы разработки грунта: а – продольный; б – поперечный

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  $R_B$  должен быть равен расстоянию от оси выемки до дальней бровки отвала или несколько больше него:

$$R_B \geq A, \quad (2.20)$$

$$A = b/2 + m \cdot H + c + m_k \cdot H_k + a_k, \text{ м}, \quad (2.21)$$

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  $H_D$  должна быть не меньше глубины выемки. Для разработки глубоких выемок глубина резания должна быть не меньше высоты одного яруса выемки:

$$H_p \geq H. \quad (2.22)$$

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

$$H_v \geq H_k. \quad (2.23)$$

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

$$b \geq 1,5 b_k. \quad (2.24)$$

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. 2.9, 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:

$$H_p \geq H, \quad (2.25)$$

$$H_b \geq H_k. \quad (2.26)$$

Радиус резания  $R_p$  в сумме с радиусом выгрузки  $R_b$  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:

$$R_p + R_b \geq A_1, \quad (2.27)$$

$$A_1 = b/2 + m \cdot H + c + m_k \cdot H_k + a_k + m_0 \cdot H. \quad (2.28)$$

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

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

$$b \geq 1,5 l_k. \quad (2.29)$$

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.

!

"

Экскаваторы с прямой лопатой используются для разработки грунтов, расположенных выше уровня своей стоянки, преимущественно с погрузкой на транспорт.

Прямая лопата представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем. Ковш шарнирно соединен с рукоятью, при этом рукоять, шарнирно соединенная со стрелой машины, выдвигается вперед при помощи напорного механизма. В основном применяют ковши вместимостью 0,15–2,5 м<sup>3</sup>. Конструкция экскаватора позволяет ему копать ниже уровня своей стоянки не более чем на 10–20 см.

Ковш прямой лопаты заполняется грунтом при движении вверх вдоль откоса забоя.

Наиболее характерные радиусы резания (рис. 2.10) – наибольший и на уровне стояния. Радиус резания прямой лопаты – расстояние от зубьев ковша до оси поворота экскаватора – величина, переменная по высоте. Каждый из радиусов имеет два значения: минимальное  $R_{pmin}$  и  $R_{omin}$  при втянутом положении рукояти до отказа назад и максимальное  $R_{pmax}$  и  $R_{omax}$  при выдвигении рукоятки вперед напорным механизмом. Значение их зависит также от угла наклона стрелы. Наибольший радиус резания экскаватора измеряют на уровне расположения напорного вала.

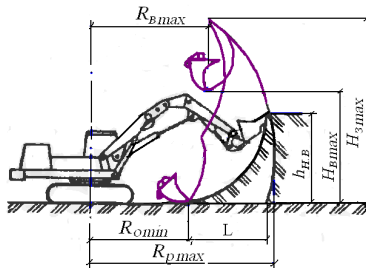


Рис. 2.10. Рабочее оборудование для земляных работ и рабочие параметры прямых лопат

Минимальный радиус резания  $R_{pmin}$  на уровне стояния прямой лопаты определяется расстоянием от оси экскаватора до точки касания земли зубьями ковша, которая находится примерно на вертикали, проходящей через ось напорного вала.

Высота забоя прямой лопаты имеет три значения: минимальное, нормальное, максимальное.

Минимальная высота забоя соответствует глубине выемки, при которой достигается заполнение ковша за одно черпание. На легких грунтах с малым сопротивлением резанию толщина стружки может быть большая, что позволяет сократить длину набора. В тяжелых грунтах из-за малой толщины стружки минимальная высота забоя будет больше.

В среднем нормальная высота забоя прямой лопаты равна высоте напорного вала  $h_{нв}$  над уровнем стояния экскаватора.

Максимальная высота забоя соответствует наибольшей возможной высоте подъема ковша над уровнем стояния экскаватора. При высоте забоя, превышающей наибольшую высоту резания грунта экскаватором, сверху образуется так называемый козырек, особенно в связных и влажных грунтах. При обрушении козырька могут быть нанесены повреждения механизмам и обслуживающему персоналу.

Наибольший радиус выгрузки  $R_{вmax}$  так же, как и радиус резания, измеряют при положении зубьев ковша на уровне оси напорного вала (рис. 2.10). Этому же положению соответствует нормальная высота выгрузки  $H_v$ , измеряемая от уровня стояния экскаватора до нижней кромки открытого, свободно висящего днища ковша. При максимально поднятом вверх ковше будет наибольшая высота выгрузки  $R_{вmax}$  и соответствующий ей радиус выгрузки  $R_v$ .

Разработку грунта одноковшовыми экскаваторами прямая лопата производят лобовым и боковым забоем.

При лобовом забое экскаватор разрабатывает за один проход грунт впереди и сбоку от оси хода, которую совмещают с осью выемки. Разрабатываемый грунт грузят в транспортные средства, располагаемые на уровне подошвы забоя сзади экскаватора. При данном способе разработки угол поворота ЭО к транспортному средству достигает 140–180° – что значительно снижает производительность экскаватора. Поэтому лобовой забой принимают крайне редко, в основном при устройстве въездного пандуса в котлован или при разработке первой (пионерной) проходки.

При боковой разработке экскаватор черпает грунт преимущественно сбоку от оси по ходу экскаватора, который выгружают в транспортные средства, размещаемые либо на уровне стояния экскаватора, либо несколько выше на уступе, причем ось передвижения транспортных средств располагают параллельно оси хода экскаватора. Этот вид разработки возможен при широкой выемке, осуществляемой за два и более прохода.

Разработка боковым забоем предпочтительна, так как обеспечиваются лучшие условия для подъезда и погрузки транспортных средств, уменьшается угол поворота экскаватора, что способствует более производительной работе машин.

Ширина выемки поверху при лобовом забое может колебаться в значительных пределах:

$$B_{\text{л}} = (0,8-1,9) \cdot R_{\text{р}}. \quad (2.30)$$

При ширине забоя поверху  $(0,8-1,5) \cdot R_{\text{р}}$  безрельсовые транспортные средства (самосвалы) подают с одной стороны сзади экскаватора, а при ширине поверху  $(1,5-1,9) \cdot R_{\text{р}}$  – с обеих сторон экскаватора попеременно, что исключает простои экскаватора при смене транспортных единиц и уменьшает среднее значение угла поворота. В некоторых случаях для сокращения холостых проходов экскаватора и облегчения условий маневрирования автосамосвалов можно применить уширенный

Наибольшая ширина ленты при боковой разработке

$$B_{л} = B_1 + B_2 - (R_p - R_{\text{оmax}}). \quad (2.33)$$

При боковом забое транспортные средства могут размещаться не только на уровне стояния экскаватора, но и на уступе со стороны выработанного пространства, на поверхности земли (при небольшой глубине выемки).

Транспортные средства следует размещать на некотором расстоянии от подошвы откоса (0,5–1,0 м), а также вне зоны обрушения грунта, если они стоят на уступе выше экскаватора.

Среднее значение угла поворота в плане определяется между направлениями на центр тяжести разрабатываемой части грунта в центре тяжести места выгрузки.

Возможность опускания рукояти ниже уровня стояния экскаватора позволяет ему самостоятельно войти в забой без помощи других механизмов. Заглубление происходит с постепенным продвижением вперед при уклоне пути не более 1:8–1:10. Образовавшаяся траншея дает возможность пройти следующую ленту с большей глубиной, так как транспортные средства уже могут перемещаться по дну первой (пионерной) траншеи.

Если проектная глубина выемки значительно превышает максимальную глубину резания экскаватора, то разработку ведут в несколько ярусов, число которых определяется следующим образом:

$$n_{\text{я}} = \frac{H}{H_{\text{рmax}}}, \quad (2.34)$$

где  $H$  – глубина выемки, м;

$H_{\text{рmax}}$  – максимальная глубина резания экскаватором, м;

$n_{\text{я}}$  – число ярусов разработки.

Вход экскаватора в каждый ярус осуществляется прокладкой пионерных траншей, глубина которых определяется условиями погрузки грунта.

В процессе разработки грунта прямой лопатой откосы выемки получают криволинейную форму, что обычно не соответствует заданной форме откоса. Это требует последующих доработок другими механизмами (драглайнами, бульдозерами, экскаваторами).

!

"

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. 2.11.

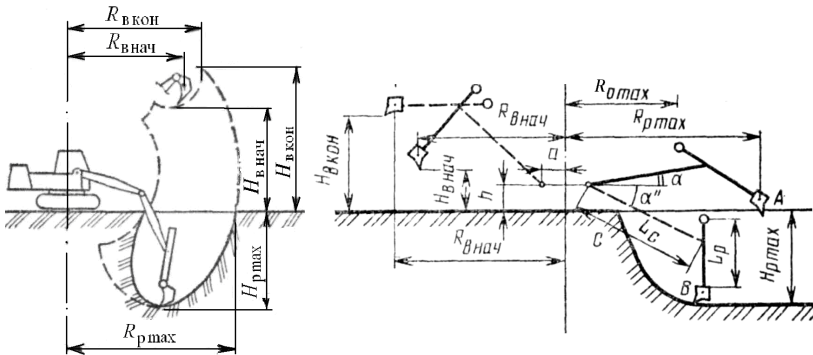


Рис. 2.11. Схема забоя и основные рабочие параметры обратных лопат: радиус резания  $R_p$ ; радиус резания  $R_{p\max}$  при наибольшей глубине резания; наибольшая глубина резания  $H_{p\max}$  от поверхности земли до дна забоя

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 проис-

ходит 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.

#

§

В переводе с английского *bulldozer* – выравнивать грунт, *scrapper* – скрести. 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 приходятся 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 разрыхляются 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 высушенные 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 ковша. Не разрабатывают скреперами грунт ниже уровня грунтовых вод, влажные, связные грунты, грунты с содержанием крупных каменистых 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.

!

,

%

.

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. 2.12).

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 *послойном* 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.

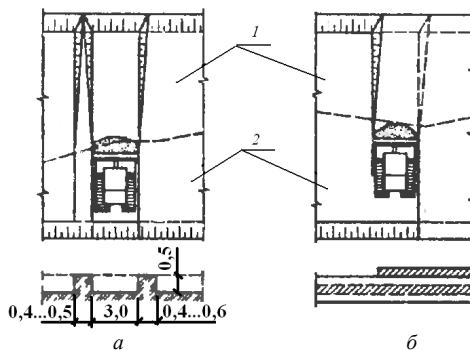


Рис. 2.12. Схемы резания и перемещения грунта бульдозером: *a* – траншейный; *б* – послойный; 1 – насыпь; 2 – выемка

При перемещениях грунта на расстояние свыше 40 м применяют способ разработки с промежуточным валом, а также спаренную работу двух бульдозеров. Отсыпку грунта ведут послойно, 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

$$q = f \cdot b_o \cdot \kappa_n = \frac{H_o^2 \cdot b_o \cdot \sin \beta}{2 \operatorname{tg} \varphi} \cdot \kappa_n, \quad (2.35)$$

$$f = 0,5 \cdot H_o \cdot \frac{H_o}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (2.36)$$

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 (приблизительно 0,6–0,8);

$H_0$  – высота отвала, м;  
 $\beta$  – угол захвата, град;  
 $\varphi$  – угол естественного откоса грунта (30–40°).

Длина пути набора грунта перед отвалом бульдозера (рис. 2.13) определяется по формуле

$$l_H = \frac{q \cdot k'_p \cdot k_{\Pi}}{k_h \cdot h \cdot b_0 \cdot \sin \beta}, \quad (2.37)$$

где  $q$  – объем грунта, перемещаемого отвалом бульдозера, м<sup>3</sup>;  
 $k'_p$  – коэффициент приведения грунта к первоначальной плотности;  
 $k_{\Pi}$  – коэффициент потерь грунта в боковых валиках при резании (примерно 1,2);  
 $k_h$  – коэффициент неравномерности толщины стружки,  $k_h = 0,7$ ;  
 $b_0$  – ширина отвала бульдозера, м;  
 $h$  – глубина резания, м.

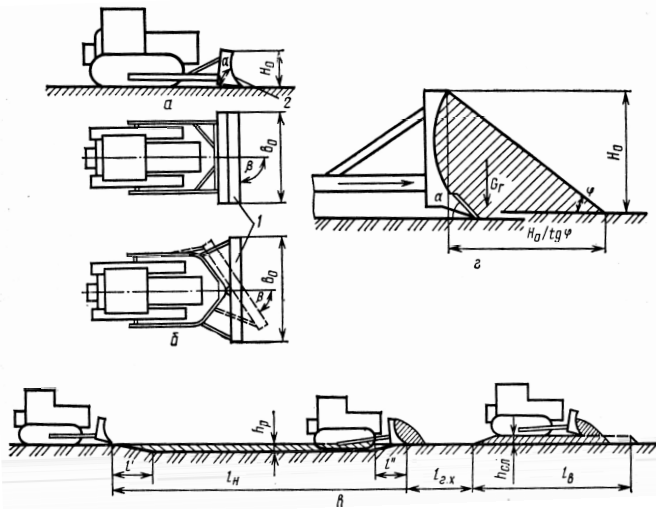


Рис. 2.13. Схемы работы бульдозеров:  $a$  – с неповоротным отвалом;  $b$  – с поворотным отвалом;  $в$  – схема набора, перемещения и отсыпки грунта;  $г$  – схема к определению объема грунта перед отвалом бульдозера

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.

При резании грунта применяют прямоугольную, гребенчатую и клиновую схемы (рис. 2.14). Прямоугольная (рис. 2.14, а) применяется для срезки растительного грунта с трассы и разработки грунтов на подъемах. Гребенчатая (рис. 2.14, б) – для разработки грунтов I группы на спусках. Клиновая (рис. 2.14, 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.

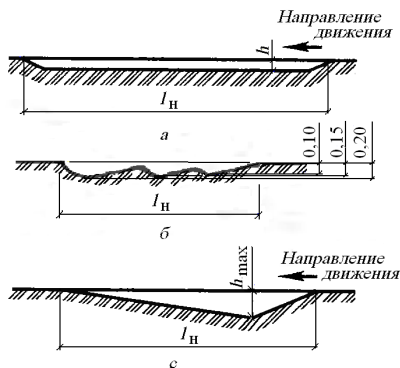


Рис. 2.14. Схемы резания грунта бульдозером: а – прямоугольная; б – гребенчатая; с – клиновая

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:

$$W_1 + W_3 \pm W_5 = F_{кр}, \quad (2.38)$$

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

$$i_{\max} = \frac{F_{\text{кр}} - W_1 - W_3}{G_{\text{т}} + G_{\text{б}} + G_{\text{г}}} = \frac{F_{\text{кр}} - G_{\text{б}} \cdot f_{\text{т}} - G_{\text{г}} \cdot (\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha)}{G_{\text{т}} + G_{\text{б}} + G_{\text{г}}}. \quad (2.39)$$

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

$$V_{\text{г}} = \frac{G_{\text{г}}}{\gamma_{\text{р}}} = \frac{1}{\gamma_{\text{р}}} \cdot \frac{F_{\text{кр}} - W_1 \pm W_5}{\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha \pm i} = \frac{1}{\gamma_{\text{р}}} \cdot \frac{F_{\text{кр}} - G_{\text{б}} \cdot f_{\text{т}} \pm (G_{\text{т}} + G_{\text{б}}) \cdot i}{\mu + \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha \pm i}, \quad (2.40)$$

где  $F_{\text{кр}}$  – сила тяги на крюке при первой передаче трактора;

$G_{\text{б}}$ ,  $G_{\text{т}}$ ,  $G_{\text{г}}$  – вес соответственно бульдозера, трактора и перемещаемого грунта;

$f_{\text{т}}$  – коэффициент сопротивления перекатыванию 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;

$\gamma_{\text{р}}$  – плотность грунта в рыхлом состоянии перед отвалом.

Предельная крутизна откосов для работы бульдозеров ( $m$ ) обычно составляет не более чем 2,5.

!

,

%

.

Рабочий цикл скрепера состоит из порожнего хода, загрузки ковша, нагруженного 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 местно-

сти 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 – сцепные 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:

$$B \leq L_{\min}. \quad (2.41)$$

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

$$L_{\min} = L_{\text{н}} + L_{\text{скр}} + L_{\text{тяг}}, \quad (2.42)$$

где  $L_{\text{н}}$  – длина набора грунта в ковш скрепера;

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

Длина (м) пути набора грунта

$$l_{\text{н}} = \frac{q \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{п}}}{K_{\text{н}} \cdot h \cdot b_{\text{н}} \cdot K_{\text{р}}}, \quad (2.43)$$

длина (м) пути выгрузки грунта

$$l_g = \frac{q \cdot k_n}{h_{\text{сл}} \cdot b_n}, \quad (2.44)$$

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;

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

$k_n$  – коэффициент наполнения ковша грунтом;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта;

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

$k_n$  – 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, челночно-поперечную и челночно-продольную.

Эллиптическая схема (рис. 2.15, а) эффективна при разработке выемок глубиной 4–6 м и возведении насыпей высотой 4–6 м на линейно-протяженных 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. 2.15, 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. 2.15, 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. 2.15, 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.

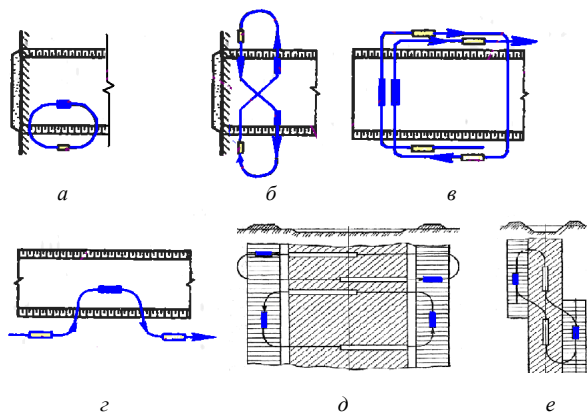


Рис. 2.15. Схемы движения скрепера:  
 а – по эллипсу; б – по восьмерке; в – спиральная;  
 г – зигзагообразная; д – челночно-поперечная;  
 е – челночно-продольная

Челночно-поперечная схема (рис. 2.15, *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. 2.15, *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 цепных скреперов составляет 0,5–1,0 м. Следует избегать движения скреперных агрегатов по неуплотненным откосам свежотсыпанных 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) выезды и съезды размещают на расстояниях, кратных длине набора.

!

. &

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 ис-

пользуют 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

$$П = A \cdot B^2 \cdot v \cdot \kappa_n \cdot \kappa_{кр} \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_b, \quad (2.45)$$

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;

$\kappa_b$  – коэффициент использования рабочего времени.

Производительность оборудования при транспортировке грунта зависит от параметров транспортных средств, условий объекта: способа погрузки грунта, дальности перемещения его, состояния дорог, рельефа местности.

Техническую производительность (м<sup>3</sup>/ч) автосамосвала определяют по формуле

$$П_T = (60 \cdot Q_{об}) / T, \quad (2.46)$$

где  $Q_{об}$  – объем грунта в кузове (кузовах), приведенный к объему его в плотном теле,  $м^3$ ;

$$Q_{об} = G_T / \gamma_e, \quad (2.47)$$

$T$  – продолжительность одного цикла транспортной единицы, мин;

$G_T$  – грузоподъемность транспортной единицы, т;

$\gamma_e$  – плотность грунта в естественном состоянии,  $т/м^3$ .

При малом значении отношения вместимости кузова транспортной машины к вместимости ковша погрузочной машины загрузку транспортных средств необходимо проверять исходя из целого числа ковшей  $m$ .

Число ковшей для загрузки

$$m = Q / (\gamma_e \cdot q \cdot k_n \cdot k'_p), \quad (2.48)$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша экскаватора,  $м^3$ .

Принимать следует целое число ковшей (меньшее).

Тогда

$$Q_{об} = m \cdot q_n \cdot k'_p. \quad (2.49)$$

Продолжительность цикла

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.50)$$

где  $t_1$  – продолжительность подачи под погрузку,  $t_1 = 0,5-1$  мин;

$t_2$  – продолжительность погрузки, мин;

$t_3$  – продолжительность груженого хода, мин;

$t_4$  – продолжительность разгрузки вместе с маневрированием, для саморазгружающихся средств транспорта  $t_4 = 1-3$  мин в зависимости от грузоподъемности;

$t_5$  – продолжительность порожнего хода, определяемая так же, как и  $t_3$ , мин.

Продолжительность погрузки

$$t_2 = (60 \cdot Q_{об} \cdot k) / П_m, \quad (2.51)$$

где  $k$  – коэффициент увеличения продолжительности погрузки из-за случайных задержек,  $k = 1,1$ ;

$P_m$  – техническая производительность землеройной машины в карьере,  $m^3/ч$ .

Продолжительность груженого хода

$$t_3 = (l_1/V_1 + l_2/V_2 + \dots + l_n/V_n) \cdot K_{зам}, \quad (2.52)$$

где  $l_1, l_2, \dots, l_n$  – длины участков пути с разными условиями (уклоны, покрытия, состояние), м;

$V_1, V_2, \dots, V_n$  – скорости на соответствующих участках пути, м/мин;

$K_{зам}$  – коэффициент замедления при разгоне и торможении, зависит от дальности передвижения; для автомобиля при дальности возки 1 км  $K_{зам} = 1,05$ , при 0,5 км – 1,1 и при 0,25 км – 1,2.

Если невозможно учесть условия пути на разных участках, продолжительность груженого или порожнего хода определяют по средней скорости движения автомобилей:

$$t_3 \approx t_5 = \frac{L}{V_{cp}}. \quad (2.53)$$

В условиях бездорожья скорости движения в пределах стройплощадок снижают на 15 %.

§ ,

§

Производительностью машины называется работа, выполняемая в единицу времени – час, смену, месяц, год.

Производительность машины в основном зависит от:

– конструкции машины (мощности двигателя, конструкции рабочего органа, скорости перемещения, системы управления, удобства ее обслуживания);

– производственных условий, которые могут быть общими для всех машин (тип сооружения, вид работы, атмосферные условия) и индивидуальными для отдельных машин (рельеф местности, группа грунта, высота забоя, дальность перемещения грунта и т. д.);

– квалификации и мастерства машинистов, степени освоения ими передовых методов и приемов управления машиной, поддержания ее в рабочем состоянии;

– организации и технологии производства работ (применение точных методов в организации работ, обеспечение машин фронтом работ, необходимыми материалами и т. д.).

Повысить производительность машин можно за счет воздействия на все факторы, кроме конструкции машины.

Различают следующие виды производительности машин:

– конструктивная – характеризует конструктивные возможности машины и нужна для сравнения вариантов машин при их проектировании;

– техническая – характеризует технические возможности машины в конкретных производственных условиях. При ее расчете учитывают конструкцию машины и условия производства работ;

– эксплуатационная – определяется с учетом организационных перерывов в работе (простои для заправки машины горюче-смазочными материалами, технологические перерывы, перерывы для отдыха машиниста и т. д.).

В общем виде производительность землеройных и землеройно-транспортных машин можно представить следующим образом:

конструктивная производительность

$$P_k = 60 \cdot q \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.54)$$

техническая

$$P_T = P_k \cdot \kappa_n \cdot \kappa'_p = 60 \cdot q \cdot n \cdot \kappa_n \cdot \kappa'_p, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.55)$$

эксплуатационная

$$P_3 = P_T \cdot \kappa_B = 60 \cdot q \cdot n \cdot \kappa_n \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_B, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.56)$$

где  $q$  – геометрический объем ковша экскаватора (скрепера) или геометрический объем призмы грунта перед отвалом бульдозера перемещаемого за один цикл работы землеройной или землеройно-транспортной машины,  $\text{м}^3$ ;

$n$  – число циклов работы машины в 1 мин;

$\kappa_n$  – коэффициент наполнения рабочего органа (ковша, отвала);

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

$\kappa_B$  – коэффициент использования машины по времени в течение смены.

Взяв за основу эти формулы, можно получить из них формулы для определения производительности землеройной и землеройно-транспортной машины.

Так, производительность бульдозеров определяется по формуле

$$П = 60 \cdot q \cdot n \cdot \kappa_{п} \cdot \kappa_i \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_{в}, \quad (2.57)$$

производительность скреперов

$$П = 60 \cdot q \cdot n \cdot \kappa_{н} \cdot \kappa'_p \cdot \kappa_{в}, \quad (2.58)$$

где  $\kappa_{п}$  – коэффициент потерь грунта в боковые валики;

$\kappa_i$  – коэффициент, учитывающий влияние уклона пути.

Коэффициент потерь грунта в зависимости от дальности его перемещения

$$\kappa_{п} = 1 - k_1 \cdot l_{г.х}, \quad (2.59)$$

где  $k_1$  – опытный коэффициент;

$l_{г.х}$  – длина пути перемещения грунта до места отсыпки, м.

Число циклов работы машины в минуту

$$n = \frac{60}{t_{ц}}, \quad (2.60)$$

где  $t_{ц}$  – продолжительность цикла, с.

Для одноковшовых экскаваторов

$$t_{ц} = t_{к} + t_{п} + t_{в} + t'_{п}, \quad (2.61)$$

где  $t_{к}$  – продолжительность копания, с;

$t_{п}$  – продолжительность поворота на выгрузку, с;

$t_{в}$  – продолжительность выгрузки, с;

$t'_{п}$  – продолжительность поворота в забой, с.

Для бульдозеров

$$t_{ц} = t_{н} + t_{г.х} + t_{х.х} + 2t'_{п} + m \cdot t_{п.п} + t_{о}. \quad (2.62)$$

Для скреперов

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{Г.Х}} + t_{\text{В}} + t_{\text{Х.Х}}, \quad (2.63)$$

где  $t_{\text{н}}$ ,  $t_{\text{Г.Х}}$ ,  $t_{\text{В}}$ ,  $t_{\text{Х.Х}}$  – соответственно продолжительности набора грунта, груженого хода, выгрузки, (холостого) хода;

$t_{\text{п}}$ ,  $t_{\text{п.п}}$ ,  $t_{\text{о}}$  – соответственно продолжительности одного поворота на  $180^\circ$  (10–20 с), одного переключения скорости (5 с), опускания отвала в рабочее положение (1–2 с);

$m$  – число переключений скоростей трактора за один цикл.

Продолжительность каждой из составляющих цикла определяют делением соответствующей длины пути на скорость движения:

для бульдозеров

$$t_{\text{Х.Х}} = \frac{l_{\text{н}} + l_{\text{Г.Х}}}{K_{\text{В}} \cdot v_{\text{Х.Х}}}, \quad (2.64)$$

$$t_{\text{н}} = \frac{l_{\text{н}}}{K_{\text{В}} \cdot v_{\text{н}}}, \quad (2.65)$$

$$t_{\text{Г.Х}} = \frac{l_{\text{Г.Х}}}{K_{\text{В}} \cdot v_{\text{Г.Х}}}, \quad (2.66)$$

для скреперов

$$t_{\text{н}} = \frac{l_{\text{н}}}{v_{\text{н}}} \cdot K_3, \quad (2.67)$$

$$t_{\text{Г.Х}} = \frac{l_{\text{Г.Х}}}{v_{\text{Г.Х}}} \cdot K_3, \quad (2.68)$$

$$t_{\text{В}} = \frac{l_{\text{В}}}{v_{\text{В}}} \cdot K_3, \quad (2.69)$$

$$t_{\text{Х.Х}} = \frac{l_{\text{Х.Х}}}{v_{\text{Х.Х}}} \cdot K_3, \quad (2.70)$$

где  $l_{\text{н}}$ ,  $l_{\text{В}}$ ,  $l_{\text{Г.Х}}$ ,  $l_{\text{Х.Х}}$  – длины участков пути набора грунта, выгрузки, груженого и порожнего хода, м;

$v_H, v_B, v_{Г.Х}, v_{Х.Х}$  – скорости движения (бульдозера, тягача скрепера) соответственно при наборе грунта, выгрузке, перемещении грунта и обратном ходе, м/мин;

$k_v$  – коэффициент, учитывающий снижение скоростей по сравнению с расчетной конструктивной скоростью трактора.

$k_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности элементов цикла за счет разгона при трогании с места, замедлении при остановке и переключении передач, пробуксовке движителей по грунту.

При выполнении бульдозерами работ по планировке поверхности их эксплуатационную производительность определяют по формуле

$$\Pi_{пл} = \frac{3600 \cdot L \cdot (b_0 \cdot \sin\beta - 0,5)}{m \cdot \left(\frac{L}{V} + t_{п}\right)} \cdot k_B, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (2.71)$$

где  $L$  – длина планируемого участка, м;

$b_0$  – ширина отвала, м;

0,5 м – ширина перекрытия смежными проходами;

$\beta$  – угол захвата (для неповоротных отвалов  $\beta = 90^\circ$  и  $\sin \beta = 1$ );

$V$  – скорость движения тягача при планировке, м/с;

$t_{п}$  – продолжительность разворота в конце планируемого участка, с;

$m$  – число проходов по одному месту.

Основные пути повышения производительности землеройных и землеройно-транспортных машин приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Основные пути повышения производительности землеройных и землеройно-транспортных машин

Машины	Увеличение объема грунта, разрабатываемого за один цикл	Увеличение числа циклов в единицу времени	Более полное использование рабочего времени
1	2	3	4
Одноковшовые экскаваторы	Применение сменных ковшей на легких грунтах Очистка ковшей от налипшего грунта	Совмещение отдельных элементов цикла Уменьшение углов поворота в плане	Использование машин в соответствии с их назначением Обеспечение работой Рациональные способы перебазирования машин
	Работа в забоях нормальной глубины		
	Рыхление тяжелых плотных грунтов		
	Осушение мокрых грунтов в забоях		

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4
Бульдозеры	Применение боковых открылков к отвалу	Рациональные схемы путей перемещения	Высокая трудовая дисциплина рабочих
	Спаренная работа бульдозеров	Максимально возможные скорости перемещения грунта	
	Траншейные способы разработки грунта	Рациональные способы резания грунта: уступами, шахматно-гребенчатым способом	
	Набор и перемещение грунта под уклон		
Рыхление тяжелых грунтов			
Скреперы	Улучшение наполнения ковша	Рациональные схемы путей возки грунта: максимально возможные транспортные скорости	Обеспечение материалами, ресурсами, вспомогательными машинами. Своевременное выполнение техобслуживания и текущего ремонта. Увеличение числа рабочих смен в сутках (до 2–3). Использование машин зимой. Обеспечение квалифицированными кадрами
	Набор грунта под уклон; набор грунта с толкачом; увеличение толщины стружки при рациональных способах резания грунта (уступами, шахматно-гребенчатым способом)		

С увеличением дальности перемещения грунта производительность бульдозеров и скреперов резко снижается, при дальности перемещения грунта бульдозером свыше 20–30 м становится малоэффективным из-за больших потерь грунта по пути. Объем перемещаемого отвалом грунта в большой мере зависит от уклона местности, на которой работает бульдозер. При работе на спусках объем перемещаемого за один раз грунта и производительность резко увеличиваются.

Производительность скрепера в основном зависит от длины пути. Пределы применения скреперов можно увеличить при повышении транспортных скоростей движения до 30–60 км/ч.

Процесс возведения земляных сооружений систематически контролируют, проверяя:

- геометрические размеры земляных сооружений;

- положение выемок и насыпей в пространстве (в плане и высотное);
- свойства грунтов, залегающих в основании сооружений;
- свойства грунтов, используемых для устройства насыпных сооружений;
- качество укладки грунта в насыпи и обратные засыпки (характеристики уложенных и уплотненных грунтов).

Постоянный контроль за качеством производства работ осуществляют инженерно-технические работники, операционный контроль производят с привлечением представителей геодезической службы и строительной лаборатории.

При контроле положения в пространстве и размеров сооружений проверяют расположение на плане земляных сооружений и их размеры: отметки бровок и дна выемок; отметки верха насыпей с учетом запаса на осадку; отметки спланированных поверхностей; уклоны откосов выемок и насыпей.

Данный контроль осуществляют с помощью геодезических приборов, простейших приспособлений – строительных уровней, рулеток, метров, отвесов, шаблонов, откосников, мерных реек, наборов визирок и вешек.

Производят оценку свойств грунтов. Для этого определяют основные характеристики: плотность и влажность, являющиеся критериями качества. Для отдельных сооружений контролируют еще гранулометрический состав, коэффициент сдвига, фильтрационные свойства грунтов.

### **2.4.3. Технология уплотнения грунта при строительстве земляных насыпных сооружений**

(            ,            ) %

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 проходов 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 послышной 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.

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; трамбующие машины с вальцами, с падающим грузом, с трамбующими 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 построечных 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. 2.16).

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.

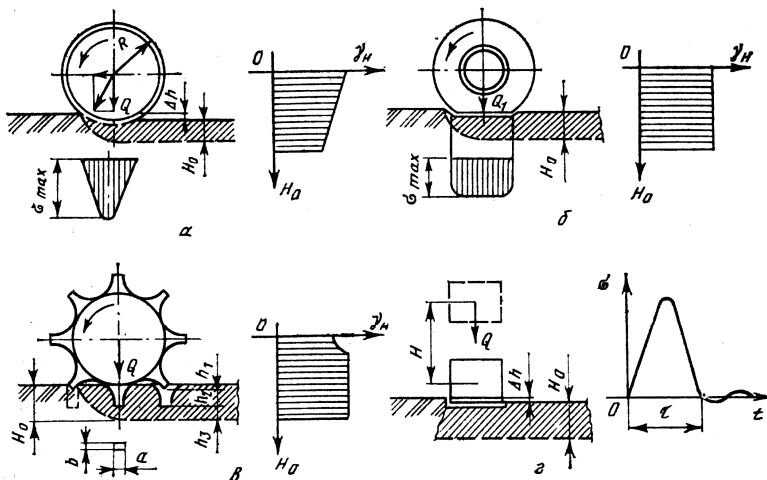


Рис. 2.16. Схемы взаимодействия органов грунтоуплотняющих машин с грунтом: а – валец гладкого катка; б – пневмошинный каток; е – кулачковый каток; з – трамбовка

Максимальное давление на грунт приблизительно можно определить по следующей формуле:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{q_{\text{л}} \cdot (E_0/R)}, \quad (2.72)$$

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

$R$  – радиус катка, см (рис. 2.16, а);

$E_0$  – модуль деформации грунта, МПа.

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

В процессе уплотнения грунта кулачковым катком в слое уплотненного грунта можно выделить три зоны (рис. 2.16, 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,

$$\sigma_{\max} = \frac{Q}{0,5 \cdot m \cdot f}, \quad (2.73)$$

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

$$\sigma_{\max} = \frac{p}{1 - \xi}, \quad (2.74)$$

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

$$H_0 = A \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{q_{\text{л}} \cdot R}; \quad (2.75)$$

для пневмошинных катков

$$H_0 = A \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \sqrt{\frac{Q_1 \cdot p}{1 - \xi}}; \quad (2.76)$$

для кулачковых катков

$$H_0 = 0,65 \cdot (L + 0,25 \cdot b - h_1), \quad (2.77)$$

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 («бахромы»). Неуплотненный грунт с откосов обычно срезают, направляя его в насыпи.

!

§

Процессу уплотнения грунта в планировочной насыпи предшествует ряд строительных операций: подготовка основания под насыпь и

под каждый укладываемый слой; доставка грунта; насыпка-навал грунта; послойное разравнивание насыпанного грунта; доувлажнение и выдерживание грунта до равномерного распределения влаги; уплотнение грунта; срезка уплотненных слоев грунта с откосов и перемещение его в тело основной насыпи.

Разравнивание грунта в насыпи производят горизонтальными слоями при продольном перемещении бульдозера по площадке. Оптимальная толщина слоев укладываемого и разравниваемого грунта в рыхлом состоянии составляет 0,2–0,4 м. Последовательность и число проходов бульдозера устанавливают в зависимости от свойств грунта и ширины насыпи. Разравнивание производят от краев насыпи с перекрытием предыдущей проходки на 0,3–0,4 м.

Уплотнение грунта на насыпи ведут в той же последовательности, что и его отсыпку. Грунт уплотняют путем последовательных круговых проходов катка по всей площади насыпи, каждая последующая проходка должна перекрывать предыдущую на 0,2–0,3 м.

*Уплотнение грунта машинами динамического действия.* В качестве рабочих органов трамбуемых машин применяют трамбуемые плиты разных размеров, веса и формы, которые сбрасывают на поверхность грунта с различной высоты.

Явление удара плиты о поверхность уплотняемого грунта протекает в короткий отрезок времени – от момента соприкосновения плиты с грунтом до момента прекращения погружения ее в грунт.

За этот отрезок времени кинетическая энергия падающей плиты передается частицам грунта, вызывая их плотную укладку и нарастающее сопротивление, а отсюда и изменяющуюся силу удара. Сила удара от максимального значения в момент соприкосновения с поверхностью грунта постепенно снижается до нуля. Сила удара прямо пропорциональна силе тяжести плиты  $Q$ , а также высоте падения  $H$  и обратно пропорциональна продолжительности удара  $\tau$  и глубине погружения за один удар  $\Delta h$ . Максимальное напряжение можно определить по формуле

$$\sigma_{\max} = \frac{2Q \cdot \sqrt{2g \cdot H}}{g \cdot \tau \cdot F}, \quad (2.78)$$

где  $F$  – площадь соприкосновения грунта с трамбовкой (площадь поверхности трамбуемой плиты).

*Уплотнение грунта машинами статического действия.* Машины и механизмы вибрационного действия сообщают грунту частые колебательные движения. В результате их и статической нагрузки от силы тяжести грунта и машины нарушаются связи между частицами грунта, происходят взаимные перемещения их и более плотная укладка. Хорошо поддаются уплотнению несвязные и малосвязные грунты. Неэффективно уплотняются суглинки и глины.

Эффект вибрации зависит от многих факторов: крупности частиц; влажности грунта; частоты колебаний.

В производственных условиях применяют машины разных типов, уплотняющие грунт не только благодаря вибрации, но и комбинированному воздействию вибрации с укаткой, с трамбованием, с водой (табл. 2.2). Эффективность комбинированного воздействия на грунт значительно выше.

Таблица 2.2. **Параметры виброуплотняющих машин**

Типы машин	Толщина уплотняемого слоя $H_0$ , м	Возмущающая сила, кН	Масса машины, т	Амплитуда колебаний, мм	Частота колебаний в минуту
Виброплиты	0,2–0,6	11,8–70	0,125–2	–	1100–3500
Вибротрамбовки	0,25–0,5	11,0–32	0,15–0,42	3–6	1500
Виброкатки: самоходные прицепные	– 0,4–1,2	25–50 12,5–30	1,5–6,0 3–12	0,6–1,0 3–12	3000–4000 1500–2000
Глубинные гидровиброуплотнители	2–10	–	0,1–2,5	0,05–2,5	1450

Для уплотнения грунта в насыпном и естественном состоянии на большую глубину используют стержневые электровибраторы, успешно работающие на песчаных и других рыхлых малосвязных грунтах при одновременной подаче в зону уплотнения воды. В связи с большой стоимостью уплотнения таким способом его можно применять только при невозможности уплотнения грунта обычными приемами.

Машины для уплотнения грунта выбирают с учетом линейных размеров, площади и формы уплотняемых поверхностей; объемов и интенсивности работ; вида и свойств грунта; характера воздействия уплотняющего органа на грунт; экономических показателей.

Катки и трамбуемые машины следует выбирать так, чтобы напряжения, возникающие в грунте, не были для них разрушающими.

) % \$ ,

Производительность машин при уплотнении грунта оценивают в единицах площади ( $\text{м}^2/\text{ч}$ ) или в единицах объема ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ).

Площадь поверхности, уплотненной катками, виброплитами и другими машинами, работающими в движении, вычисляют по формуле

$$\Pi_{\text{F}} = \frac{v \cdot (B - C)}{n} \cdot \kappa_{\text{в}}, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (2.79)$$

где  $v$  – скорость передвижения агрегата,  $\text{м}/\text{ч}$ ;

$B$  – ширина укатываемой полосы,  $\text{м}$ ;

$C$  – ширина полосы перекрытия, равная  $0,15-0,20$   $\text{м}$ ;

$n$  – число проходов по одному месту;

$\kappa_{\text{в}}$  – коэффициент использования рабочего времени.

Число проходов грунтоуплотняющих машин по одному следу зависит от физико-механических свойств грунта и рабочих параметров катков.

Производительность экскаватора с трамбующей плитой

$$\Pi_{\text{F}} = \frac{60 \cdot F \cdot m \cdot \kappa_{\text{пер}}}{n} \cdot \kappa_{\text{в}}, \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (2.80)$$

где  $F$  – площадь ударной поверхности плиты,  $\text{м}^2$ ;

$m$  – число ударов в минуту;

$\kappa_{\text{пер}}$  – коэффициент перекрытия, равный  $0,8$ ;

$n$  – число ударов, необходимых для уплотнения грунта;

$\kappa_{\text{в}}$  – коэффициент использования рабочего времени.

Производительность механизмов в единицах объема грунта

$$\Pi_{\text{V}} = \Pi_{\text{F}} \cdot H_0, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.81)$$

где  $H_0$  – толщина слоя грунта в уплотненном состоянии,  $\text{м}$ .

Производительность катков в большой степени зависит от длины гона на участке, которая должна быть не менее  $100-200$   $\text{м}$ .

Контроль качества уплотнения грунта в насыпных сооружениях осуществляют путем сравнения требуемой плотности с плотностью скелета грунта насыпи.

Уплотнение грунтов в насыпях и обратных засыпок должно выполняться послойно при оптимальной влажности с отклонениями: для связных грунтов  $\pm 10\%$ ; для несвязных грунтов  $\pm 20\%$ .

При недостаточной влажности связные грунты следует увлажнять.

Уплотнение грунта должно производиться проходками уплотняющих машин вдоль насыпи со смещением от бровок насыпи к ее середине. Уплотнение откосов должно производиться снизу вверх. Каждый последующий проход (удар) уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего на 0,1–0,2 м.

В стесненных местах, при обратных засыпках грунта в пазухи фундаментов, вокруг различного рода опор трубопроводов, смотровых колодцев, при устройстве грунтовых подсыпок под полы в других местах уплотнение грунтов должно производиться машинами с трамбуемыми и вибротрамбующими рабочими органами – механическими трамбовками. В местах обратных засыпок, где невозможно обеспечить качественное уплотнение грунта, полученного при разработке котлована или траншеи, обратная засыпка должна производиться малосжимаемыми грунтами.

#### **2.4.4. Технология производства земляных работ 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 отогревать 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 – шпуровые или нарезают щели, в которые закладываются заряды взрывчатого вещества. Рыхление обычно ведется с использованием шпуровых и щелевых зарядов и реже – скважинных (при  $h_{\text{пр}} > 2$  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.

\* §

Механическое рыхление грунта может осуществляться статическим воздействием – рыхление грунта бульдозерно-рыхлительными агрегатами или динамическим воздействием с применением для разработки дизель-молотов, клин-молотов, машин ударного действия, а также навесного оборудования на экскаваторы (клин и шар-молоты) или гидравлических молотов.

Для рыхления мерзлого грунта механическим способом используются:

– при разработке котлованов – машины ударного действия (динамические рыхлители), навесные статические рыхлители и землеройно-фрезерные машины, баровые машины для нарезки мерзлых грунтов на блоки;

– при разработке траншей – машины ударного действия, дисковые экскаваторы и фрезерные машины, баровые машины, роторные и цепные экскаваторы со специальным рабочим оборудованием, а при небольших объемах – сменное рабочее оборудование на гидравлических экскаваторах (пневмо-молоты и гидромолоты);

– при планировке площадки – навесные (статические) рыхлители, машины ударного действия, а при малых объемах работ – сменное рабочее оборудование на гидравлических экскаваторах (пневмо-молоты и гидромолоты).

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 ковшом вместимостью 0,65 м<sup>3</sup> и более.

При глубине промерзания до 1,3 м траншеи и котлованы можно разрабатывать обратными лопатами с ковшом 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 захватки: на первой нарезают щели однobarовой 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 скота) 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, клин-молот). 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-клевцевого 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 %

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.

## **2.5. Бетонные и железобетонные работы**

### **2.5.1. Опалубливание и армирование конструкций**

+

,

В современном строительстве большинство зданий и сооружений возводят с применением бетонных и железобетонных конструкций. Это объясняется многими преимуществами: бетон долговечен, хорошо сопротивляется воздействию внешней среды и обеспечивает защиту арматуры от коррозии, при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций возможно использование местных материалов (щебень, гравий, песок). Благодаря надежному сцеплению бетона со стальной арматурой оба материала работают совместно. Стоимость железобетонных конструкций обычно ниже стоимости стальных конструкций того же назначения.

*По способу производства работ* различают: сборные, монолитные, сборно-монолитные бетонные и железобетонные конструкции с ненапрягаемой и напрягаемой арматурой.

*Сборные конструкции* монтируют из деталей заводского изготовления.

*Монолитные конструкции* возводят непосредственно на строительной площадке, устанавливая арматуру и укладывая бетонную смесь в опалубку.

В *сборно-монолитных конструкциях* сборную часть производят на заводах и полигонах, транспортируют и устанавливают на объекте, а монолитную часть этой конструкции бетонируют в проектом положении.

Комплексный процесс возведения монолитных железобетонных конструкций включает: установку опалубки; армирование; укладку и уплотнение бетона; уход за бетоном и снятие опалубки (распалубливание).

Заготовительные процессы включают: изготовление опалубки и арматуры, заготовку заполнителей, приготовление бетонной смеси.

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 бетонлируемых 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.

-

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 электро-термическим 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.

### **2.5.2. Технология производства бетонных и железобетонных работ**

!

Технологический процесс бетонирования конструкций включает приготовление бетонной смеси и транспортирования ее на строящийся объект, подачу, распределение, укладку и уплотнение ее в конструкции, уход за бетоном в процессе твердения.

Бетонную смесь нельзя заготовить заранее и перевозить на большие расстояния. После приготовления она должна быть доставлена и уложена в блоки сооружения до начала схватывания (обычно 1–3 ч).

Поэтому бетонную смесь необходимо приготавливать вблизи мест ее укладки так, чтобы время нахождения ее в пути в летнее время не превышало 1 ч.

Бетонную смесь готовят на механизированном или автоматизированном бетонном заводе, в готовом виде доставляют на объект строительства или приготавливают на приобъектных инвентарных (передвижных) бетоносмесительных установках.

*Приготовление бетонной смеси* включает: прием и складирование составляющих материалов (цемента, заполнителей), взвешивание (дозирование) и перемешивание их с водой, выдачу готовой бетонной смеси на транспортные средства. В зимних условиях в данный технологический процесс включают дополнительные операции.

Бетонную смесь приготавливают по законченной или расчлененной технологии:

- при законченной технологии получают готовую бетонную смесь;
- при расчлененной технологии получают отдозированные составляющие или сухую бетонную смесь, представляющую собой смесь вяжущего, заполнителей, добавок, пигментов, отдозированных и перемешанных на заводе, и затворяемых водой перед употреблением. Точное дозирование компонентов позволяет получать более высокие технические характеристики готовой продукции по сравнению со смесями, приготавливаемыми на строительной площадке. Важным достоинством сухих смесей является возможность добавления в них химических добавок и микрозаполнителей как улучшающих их структуру, так и подготовленных для применения в холодное время года.

Основными техническими средствами для выпуска бетонной смеси являются расходные бункера с распределительными устройствами, дозаторы, бетоносмесители, системы внутренних транспортных средств и коммуникаций, раздаточный бункер.

Технологическое оборудование стационарного типа для приготовления бетонной смеси может быть решено по одноступенчатой и двухступенчатой схемам (рис. 2.17).

Одноступенчатая (вертикальная) схема (рис. 2.17, а) характеризуется тем, что составляющие материалы бетонной смеси (вяжущие, заполнители, вода) поднимаются в верхнюю точку технологического процесса один раз и далее перемещаются вниз под действием собственной силы тяжести по ходу технологического процесса. Достоинства: компактны, экономичны, а недостатки – сложность монтажа (из-за значительной высоты, до 35 м).

При двухступенчатой (партерной) схеме (рис. 2.17, б) подъем составляющих материалов бетонной смеси происходит дважды: составляющие бетонной смеси сначала поднимают в расходные бункера, затем они опускаются самотеком, проходя через собственные дозаторы, попадают в общую приемную воронку и снова поднимаются вверх для загрузки в бетономеситель. Достоинством данной схемы является меньшая стоимость монтажа, а недостатком – большая площадь застройки.

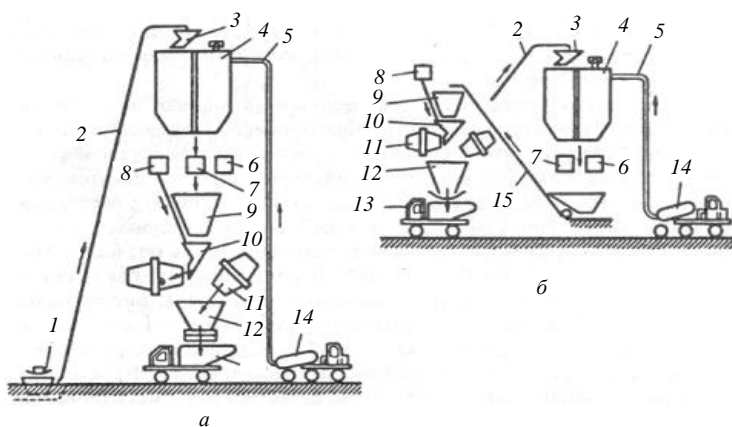


Рис. 2.17. Схемы компоновки бетономесительных заводов и установок:  
*а* — одноступенчатая; *б* — двухступенчатая; 1 — конвейер склада заполнителей в расходные бункера; 3, 9, 10 — поворотная направляющая и распределительная; 4 — расходные бункера; 5 — трубопровод подачи цемента; 6, 7, 8 — дозаторы соответственно цемента, заполнителей и воды; 11 — бетономесители; 12 — раздаточный бункер; 13 — автобетоновоз; 14 — автоцементовоз; 2, 15 — скиповый подъемник

При потребности в бетонной смеси не более  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  обычно применяют передвижные мобильные бетономешалки со смесителями гравитационного типа.

Конструкция бетономесительных установок позволяет переводить из рабочего в транспортное положение в течение одной рабочей смены и транспортировать их на прицепе на очередной объект. Использование таких установок целесообразно на крупных рассредоточенных объектах, расположенных от стационарных бетонных заводов на расстояниях, превышающих технологически допустимые.

В качестве оборудования для приготовления обычной бетонной смеси применяют смесители циклического и непрерывного действия.

Бетоносмесители циклического действия различаются по объему готовой смеси, выдаваемой за один замес.

Производительность циклического бетоносмесителя

$$\Pi = \frac{q \cdot n \cdot k_{\text{в}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.82)$$

где  $q$  – объем готовой бетонной смеси за один замес, л;

$n$  – число замесов в один час;

$k_{\text{в}}$  – коэффициент использования бетоносмесителя по времени (0,85–0,93).

Загрузку бетоносмесителя циклического действия производят в следующей последовательности. Сначала в смеситель подают 20–30 % требуемого на замес количества воды, затем одновременно начинают загружать цемент и заполнители, не прекращая подачи воды до необходимого количества. Цемент поступает в смеситель между порциями заполнителя, благодаря чему устраняется его распыление. Продолжительность перемешивания бетонной смеси зависит от вместимости барабана смесителя и необходимой подвижности бетонной смеси и составляет от 45 до 240 с.

Бетоносмесители непрерывного действия выпускаются производительностью 5, 15, 30 и 60 м<sup>3</sup>/ч, а машины гравитационного типа с барабанным смесителем – производительностью 120 м<sup>3</sup>/ч. Продолжительность перемешивания в этих бетоносмесителях указывают в паспортах машин.

При приготовлении бетонной смеси по раздельной технологии необходимо соблюдать следующий порядок: в смеситель дозируется вода, часть песка, тонкомолотый минеральный наполнитель (в случае его применения) и цемент. Все эти составляющие тщательно перемешиваются, полученную смесь подают в бетоносмеситель, предварительно загруженный оставшейся частью песка и воды, крупным заполнителем, и еще раз вся эта смесь перемешивается.

Для получения бетона высокого качества необходимо применять высококачественные материалы, также бетонная смесь должна обладать определенными свойствами, соответствующими выбранной технологии. Одним из этих свойств является удобоукладываемость – способность ее заполнять форму с наименьшими затратами труда и эне-

гии, обеспечивая при этом максимальную плотность, прочность и долговечность бетона. Она зависит от зернового состава смеси, количества воды, степени армирования, способов транспортирования и уплотнения смеси. Кроме того, бетонная смесь должна сохранять однородность (при транспортировании, перегрузке и укладке в опалубку), которая обеспечивается связностью (нерасслаиваемостью) и водоудерживающей способностью. Все это достигается правильным подбором состава смеси, точностью дозировки составляющих и тщательным перемешиванием всех компонентов.

!

*Транспортирование бетонной смеси* включает в себя доставку ее от места приготовления на строительный объект, подачу смеси непосредственно к месту укладки или же перегрузку ее на другие транспортные средства или приспособления, при помощи которых смесь доставляют в блок бетонирования. Блоком бетонирования называют подготовленную к укладке бетонной смеси конструкцию или ее часть с установленной опалубкой и смонтированной арматурой.

На практике процесс доставки бетонной смеси в блоки бетонирования осуществляют по двум схемам:

- от места приготовления до непосредственной разгрузки в блок бетонирования;
- от места приготовления до места разгрузки у бетонируемого объекта с последующей подачей бетона в блок бетонирования. Эта схема предусматривает промежуточную разгрузку бетонной смеси.

Транспортирование и укладку бетонной смеси необходимо осуществлять специализированными средствами, обеспечивающими сохранение заданных свойств бетонной смеси.

Транспортирование бетонной смеси от места приготовления до места разгрузки или непосредственно в блок бетонирования осуществляют преимущественно автомобильным транспортом, а транспортирование от места разгрузки в блок бетонирования – в бадьях кранами, подъемниками, транспортерами, бетоноукладчиками, вибропитателями, мототележками, бетононасосами и пневмонагнетателями.

Способ транспортирования бетонной смеси к месту ее укладки выбирают в зависимости от характера сооружения, общего объема укладываемой бетонной смеси, суточной потребности, дальности перевозки и высоты подъема. При любом способе транспортирования смесь

должна быть защищена от атмосферных осадков, замораживания, высушивания, а также от вытекания цементного молока.

Допустимая продолжительность перевозки зависит от температуры смеси при выходе из смесителя: она не должна превышать 1 ч при температуре 20–30 °С; 1,5 ч – 19–10 °С; 2 ч – 9–5 °С. Длительная перевозка по плохим дорогам приводит к ее расслаиванию. Поэтому в транспортных средствах без побуждения смесь в пути не рекомендуется перевозить на расстояние больше 10 км по хорошим дорогам и больше 3 км – по плохим.

Выбор транспортных средств осуществляют исходя из условий строящегося объекта: объема бетонных работ; срока их производства; расстояния перемещения; размера сооружения в плане и по высоте; ТЭП (производительности, скорости передвижения, удельной стоимости перевозки). Кроме того, необходимо учитывать также требования сохранения свойств бетонной смеси – недопущения распада, изменения однородности и консистенции.

Для перевозки смеси на объект широко применяют автомобильный транспорт – самосвалы общего назначения, бетоновозы и автобетоносмесители (миксеры).

*Перевозка смеси самосвалами* невозможна на большие расстояния, так как возникают трудности по защите смеси от замерзания, высушивания, утечки цементного молока через щели в кузовах, а после разгрузки возникает необходимость ручной очистки кузова.

*Перевозка бетонной смеси бетоновозами*, оборудованными герметичными опрокидывающимися кузовами, возможна на расстояние до 25–30 км, причем без расплескивания ее и вытекания цементного молока.

*Перевозка смеси автобетоносмесителями (миксерами)* является наиболее эффективным средством транспортирования. Автобетоносмесители загружаются на заводе сухими компонентами и в пути следования или на стройплощадке приготавливается бетонная смесь. Дальность перевозки сухих компонентов смеси в автобетоносмесителях технологически не ограничена. Вместимость автобетоносмесителей по готовому замесу составляет от 3 до 10 м<sup>3</sup>. Перемешивание компонентов с водой обычно начинается за 30–40 мин до прибытия на объект. Также выгодно перевозить готовые бетонные смеси в автобетоносмесителях вследствие имеющейся возможности их побуждения в пути за счет вращения барабана.

*Выбор средств вертикального и горизонтального транспорта* бетонных смесей к месту укладки зависит от принятой технологии бето-

нирования, вида конструкции, характеристик смесей. Подача бетонной смеси является частью комплексного технологического процесса возведения монолитных конструкций и должна рассматриваться во взаимосвязи с другими процессами. Технический уровень оценивается экономическим показателем – себестоимостью укладки  $1 \text{ м}^3$  бетона, в основе которого заложена сумма приведенных затрат на данном технологическом процессе.

Доставленную на объект бетонную смесь выгружают непосредственно в конструкцию (например, при бетонировании конструкций, расположенных на уровне земли, или малозаглубленных) или перегружают в промежуточные емкости для последующей подачи на место бетонирования.

В бетонлируемые конструкции смесь подают кранами в неповоротных или поворотных бадьях или ленточными конвейерами (транспортерами), бетононасосами и пневмонагнетателями (по трубам), звеньевыми хоботами и виброхоботами, ленточными бетоноукладчиками.

*Поворотные бадьи* вместимостью  $0,5\text{--}8 \text{ м}^3$  загружают непосредственно из самосвалов или бетоновозов.

*Ленточные передвижные конвейеры* применяют, когда подать смесь к месту укладки средствами доставки или в бадьях трудно или невозможно. Конвейерами длиной до 15 м подают смесь на высоту до 5,5 м. Для уменьшения высоты свободного падения смеси при выгрузке применяют направляющие щитки или воронки. Недостаток: конвейеры в процессе бетонирования необходимо часто переставлять. Самоходные ленточные *бетоноукладчики*, смонтированные на базе трактора, оборудованные скиповым подъемником и ленточным конвейером длиной до 20 м, более эффективны в этом отношении.

Для подачи смеси в конструкции, расположенные в стесненных условиях и в местах, недоступных для других средств транспорта, применяют *бетононасосы*. Они подают смесь по стальному разъемному трубопроводу (бетоноводу) на расстояние по горизонтали до 300 м и по вертикали до 50 м.

Для бесперегрузочной подачи смеси и ее укладки используют *пневмонагнетатели* с максимальной дальностью транспортирования 200 м по горизонтали или до 35 м по вертикали при подаче до  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Для подачи и распределения смеси непосредственно на месте укладки при высоте 2–10 м применяют *хоботы*, представляющие собой трубопровод из конусных металлических звеньев и верхней воронки; *виброхоботы*, представляющие собой звеньевой хобот с вибратором. На загрузочной воронке вместимостью  $1,6 \text{ м}^3$  и секциях виброхобота

диаметром 350 мм через 4–8 м устанавливают вибраторы-побудители, а также гасители.

Подачу и распределение бетонной смеси в конструкции на расстояние до 20 м с уклоном к горизонту 5–20° обеспечивают *виброжелобами* в сочетании с *вибропитателем* вместимостью 1,6 м<sup>3</sup>. Им можно укладывать смеси до 5 м<sup>3</sup>/ч при угле наклона 5°, до 43 м<sup>3</sup>/ч – при угле 15°.

!

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 оборачиваемой 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 бе-

тонной 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 фундаментах и массивах 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 соору-

жений 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

$$V_{\text{стр}}^{\text{max}} = \Pi_{\text{цбз}} \cdot t_{\text{непр}}, \text{ м}^3, \quad (2.83)$$

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

$$n_v = \frac{V_k}{V_{\text{стр}}^{\text{max}}}, \quad (2.84)$$

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

$$n_n = \frac{H_k}{H_{\text{стр}}^{\text{max}}}, \quad (2.85)$$

где  $H_k$  – высота конструктивного блока, м;

$H_{\text{стр}}^{\text{max}}$  – 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 ( $\text{м}^2$ ) строительного блока можно определить по формуле

$$F_{\text{max}} = \frac{\Pi_{\text{ч}} \cdot (t_{\text{сх}} - t_{\text{тр}} - t_{\text{ук}})}{h_{\text{сл}}} \cdot \kappa_3, \quad (2.86)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}$  – часовая интенсивность укладки бетонной смеси,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

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

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

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

$\kappa_3$  – коэффициент запаса на случайные задержки в пути транспортных средств и при укладке бетона, 0,8;

$h_{\text{сл}}$  – 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 запроектованной 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 сме-

сей 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. 2.18) 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.

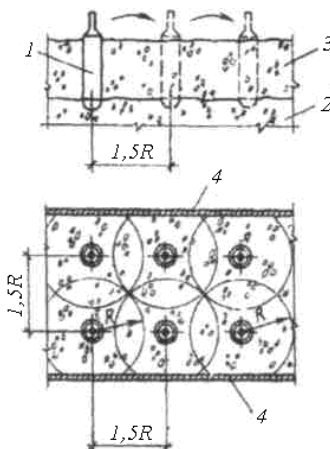


Рис. 2.18. Виброуплотнение бетонной смеси: 1 – рабочий орган вибратора; 2 – ранее уложенный слой бетона; 3 – укладываемый слой; 4 – опалубка

*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, виброулавки 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, тязи 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.

!

,

Специальные методы бетонирования применяют в тех случаях, когда обычные методы мало пригодны или неэкономичны. К специаль-

ным методам бетонирования относятся: торкретирование и набрызг-бетон, подводное бетонирование, раздельное бетонирование, инъектирование, 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-шприц-машиной.

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, сводов-оболочек, 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.

*Инъекцирование* каналов и заполнение пазов предварительно напряженных конструкций цементным раствором применяют для защиты натянутой арматуры от коррозии и ее сцепления с бетоном конструкций. К инъекцированию каналов приступают сразу после натяжения арматуры. Для инъекцирования готовят раствор на цементе, который подают в канал растворонасосом. Инъекцирование 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 бетонируемых конструкций.

!

Особенностью и требованием при зимнем бетонировании является создание такого режима укладки и твердения бетона, при котором он к моменту замерзания приобретает необходимую прочность, называемую *критической*. Пределы такой прочности указываются в ТНПА.

Критическая прочность бетона в предварительно напряженных конструкциях должна быть не ниже 70 % проектной. Если конструкции предполагается нагружать в зимний период, то к моменту замораживания прочность бетона в них должна достигнуть 100 % от проектной.

Для получения в зимних условиях бетона хорошего качества необходимо обеспечить для него такой температурно-влажностный режим, при котором физико-химические процессы твердения не нарушаются и не замедляются. Продолжительность поддержания такого режима должна обеспечивать достижение критической или проектной прочности.

В зависимости от характера выдерживания бетона способы зимнего бетонирования подразделяются на две группы: *безобогревные* и *обогревные*.

К *безобогревным* способам относится бетонирование в тепляках, метод термоса, применение бетонов с противоморозными добавками и «холодных» бетонов. К *обогревным* относят методы искусственного подогрева бетона с применением электричества, пара или горячего воздуха. Способ бетонирования для конкретного объекта выбирают после технико-экономического сравнения вариантов с учетом темпа бетонирования, местных ресурсов и возможностей.

В зимних условиях наряду с созданием оптимальной тепловлажной среды для выдерживания бетона применяют ряд специальных приемов обеспечения требуемой температуры бетонной смеси в процессе ее приготовления, а также по предохранению охлаждения смеси при ее транспортировании и укладке.

При бетонировании монолитных конструкций при отрицательных температурах до начала укладки бетонной смеси опалубку и арматуру,

закладные части очищают от снега и наледи с помощью струи горячего воздуха или путем укрытия водонепроницаемыми материалами, путем оттаивания и высушивания поверхностей опалубки, арматурных изделий. Снимать наледь с помощью пара или горячей воды не допускается.

Способы и режимы укладки смеси назначают в зависимости от температуры уложенной бетонной смеси к началу выдерживания или термообработки бетона, которая должна быть не менее:

- температуры, установленной расчетом при использовании метода термоса;
- температуры замерзания воды затворения, увеличенной на 5 °С при использовании противоморозных добавок;
- 0 °С в наиболее охлажденных зонах при использовании предварительного электронагрева бетонной смеси;
- температуры, установленной расчетом при использовании других методов зимнего бетонирования.

Следует применять такие способы, которые обеспечивают минимальные потери в процессе приемки и подачи бетонной смеси. При крановой укладке необходимо обеспечить возможность выгрузки доставляемой смеси из автотранспортных средств непосредственно в бункера. Для подачи смеси используют бункера в зимнем исполнении. Уменьшение теплопотерь может быть достигнуто путем укрытия бункеров теплоизоляционными крышками. Применение современных бетононасосных установок позволяет изолировать бетонную смесь при ее укладке в конструкции от воздействия ветра и атмосферных осадков, а также улучшить температурный режим приемки, подачи и распределения. В качестве нагнетательного оборудования при температуре воздуха до минус 15 °С может быть использована бетононасосная установка в обычном (летнем) исполнении. В этом случае для перекачивания по трубам используют горячие бетонные смеси (30–35 °С) или смеси с противоморозными добавками. Для обеспечения удобоперекачиваемости легкобетонных смесей пористые заполнители насыщают раствором нитрита натрия.

Укладку бетонной смеси следует вести непрерывно. В случае возникновения перерывов поверхность бетона укрывают, утепляют, а при необходимости и обогревают. Послойное бетонирование массивных монолитных конструкций ведут так, чтобы температура бетона в уложенном слое до перекрытия его следующим не опускалась ниже предусмотренной расчетом. Все открытые поверхности укладываемого бетона после окончания бетонирования укрывают пароизоляционными

материалами (полимерная пленка, рубероид и т. п.) и утепляют в соответствии с режимом выдерживания бетона.

*Применение бетонов с противоморозными добавками* (нитрит натрия, поташ, нитрит кальция + мочевины и др.), обеспечивающими твердение при отрицательных температурах, позволяет транспортировать смесь в неутепленной таре и укладывать ее на морозе. Добавки вводят в бетонную смесь в виде водных растворов рабочей концентрации, которые получают смешиванием концентрированных растворов добавок с водой затворения и подают в бетоносмеситель через дозатор воды.

Противоморозную добавку следует выбирать в зависимости от типа и условий эксплуатации конструкции, темпов строительства, температуры наружного воздуха и ТЭП.

Смесь с противоморозными добавками укладывают в конструкции и уплотняют с соблюдением общих правил укладки бетона. При небольших объемах и невысоких скоростях строительства использование добавок в ряде случаев целесообразно. Однако как основной метод без дополнительного прогрева бетона он неэффективен, особенно при возведении зданий с монолитными перекрытиями и широким шагом несущих стен. Недостатком этого метода является низкая скорость набора прочности бетоном и невысокий темп оборачиваемости опалубки. Кроме того, некоторые добавки (хлористые соли) ухудшают качество поверхности возводимых конструкций из-за появления высолов.

Применение противоморозных добавок имеет значительные ограничения. Так, они не допускаются при бетонировании преднапряженных конструкций; конструкций, подвергающихся воздействию динамических нагрузок; конструкций, эксплуатируемых при влажности воздуха более 60 %, при температуре более 60 °С, соприкасающихся с агрессивными водами, находящимися в непосредственной близости (до 100 м) к источникам тока высокого напряжения; монолитных домов и вентиляционных труб.

*Бетонирование в тепляках.* Тепляки представляют собой временные сооружения или приспособления, внутри которых поддерживается положительная температура для обеспечения твердения бетона, а в некоторых случаях – и для производства подготовительных и бетонных работ.

По конструкции, габаритам и способам укладки в них бетонной смеси применяют тепляки следующих типов: малые – палатки из паронепроницаемых материалов, в которых укладка смеси производится

средствами механизации, расположенными вне тепляка, либо тепляк устраивается немедленно после укладки бетона (применяются при бетонировании конструкций нулевого цикла или конструкций небольших размеров в плане); объемные, внутри которых размещаются средства механизированной укладки бетона и производятся подготовительные и бетонные работы; передвижные, перемещаемые вдоль протяженных бетонируемых конструкций; подъемные – для возведения высотных железобетонных сооружений в скользящей опалубке.

При сильных морозах рекомендуется применять двухслойные стены тепляка.

В качестве тепляков можно использовать как выпускаемые промышленностью палатки общего назначения, так и подготовленные специально для применения в качестве тепляков при бетонировании конкретных конструкций.

*Парообогрев бетона.* Для парообогрева бетона должен быть использован насыщенный пар с давлением не более 0,07 МПа.

Парообогрев следует применять при выдерживании конструкций небольшой толщины – полов, днищ резервуаров, перекрытий и т. д.

Не рекомендуется применять парообогрев бетона конструкций высотой более 1 м во избежание значительной неравномерности температуры по высоте, также не разрешается парообогрев бетона на грунтах, не допускающих увлажнения.

Необходимо предусматривать организованный отвод конденсата во избежание образования наледей, примерзания брезента или коробов к основанию.

Не рекомендуется паропрогрев бетона с добавками – ускорителями твердения при температуре выше 60 °С, так как при этом снижается эффективность их применения (возрастает стоимость бетона при относительно небольшом росте его прочности).

*Паропрогрев с нагнетанием пара в объем бетона.* Применяют при использовании сухих бетонных смесей, которые укладывают и уплотняют в опалубке, после чего их влагонасыщают и разогревают за счет нагнетания водяного пара под избыточным давлением от 0,3 до 0,6 МПа. Перфорацию пароподводящих устройств выполняют в виде отверстий диаметром 5–10 мм либо прорезей на рабочую высоту (на 50–100 мм меньшую высоты слоя бетона).

Допускается охлаждение сухих смесей до начала подачи пара без ограничения температуры и остановки в работе по их укладке в опалубку при отрицательной температуре воздуха до 30 сут.

Водяной пар для влагонасыщения и разогрева бетона может быть получен от теплоцентрали либо от мобильных передвижных парогенерирующих устройств, смонтированных на шасси автомобиля или на прицепных шасси. Конденсация пара при контакте с более холодными компонентами сухой бетонной смеси сопровождается образованием воды, обеспечивающей реакции гидратации и твердение цемента, и выделением большого количества теплоты, позволяющей разогревать бетон с высокой скоростью за относительно короткий период времени подачи пара.

За время подачи пара в течение 15–30 мин бетон разогревают до температуры 60 °С для бетона с добавками – ускорителями твердения, до 90 °С для бетона на шлакопортландцементе, после чего он твердеет методом термоса.

Продолжительность термостатического твердения бетона (остывания с опалубкой) составляет 16–24 ч, что обеспечивает прочность бетона на 50–90 % от проектной.

*Прогрев бетона в термоактивной опалубке.* Термоактивная опалубка используется для обогрева бетонных и железобетонных конструкций различных конфигураций и размеров (ступенчатых и столбчатых фундаментов под каркасы зданий, колонн, стен, перекрытий и пр.). Термоактивная опалубка может применяться для обогрева грунтовых, бетонных и других оснований, обогрева «старого» бетона, удаления наледи с арматуры и обогрева арматуры.

Термоактивная опалубка применяется для конструкций и сооружений, к которым предъявляются специальные требования по водонепроницаемости, износоустойчивости, химической стойкости или морозостойкости.

Бетонирование конструкций в термоактивной опалубке допускается при температуре наружного воздуха до минус 40 °С.

Температура бетонной смеси перед ее укладкой в опалубку должна быть не ниже 5–7 °С.

Метод обогрева бетонных и железобетонных конструкций в термоактивной опалубке может быть совмещен с предварительным электрообогревом бетонной смеси, с применением ускорителей твердения, а также с использованием противоморозных химических добавок.

В качестве нагревателей в опалубке могут применяться трубчатые электронагреватели (ТЭНы), электрокабели и провода, электропроводные углеродистые ткани и ленты, пластины из них, полимерные греющие провода, проволочные, сетчатые, пластинчатые, стержневые и другие, соответствующие требованиям по электрическому сопротивлению и со сроками службы не менее 1000 ч.

*Предварительный электроразогрев бетонной смеси, индукционный нагрев бетона и инфракрасный обогрев.* Предварительный электроразогрев заключается в быстром разогреве бетонной смеси в постройных условиях (поверхностными и глубинными электродами) путем пропускания через нее электрического тока и укладке смеси в утепленную опалубку. Электродный прогрев бетона обеспечивается через электроды, располагаемые внутри или на поверхности бетона. Соседние или противоположные электроды подсоединяют к проводам разных фаз, в результате чего между электродами в бетоне возникает электрическое поле, прогревая его. Ток в армированных конструкциях пропускают напряжением 50–120 В, а в неармированных – 127–380 В. При прохождении тока бетон нагревается и в течение 1,5–2 суток и достигает заданной прочности в процессе медленного остывания в опалубке. Предварительный электроразогрев бетонной смеси применяют в сочетании с производством бетонных работ методом термоса.

Продолжительность форсированного электроразогрева бетонной смеси до заданного уровня температуры должна находиться в пределах от 5 до 20 мин.

Разогретую бетонную смесь укладывают в конструкцию (подготовленную опалубку) и уплотняют обычными способами, после чего неопалубленную поверхность бетона укрывают влаго- и теплоизолирующим покрытием расчетной толщины, обеспечивающей последующее остывание монолитной конструкции по заданному температурному режиму.

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 отдель-

ных 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 защемления 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.

## &

*Уход за бетоном* состоит в обеспечении благоприятных температурно-влажностных условий структурообразования цементного камня. Он заключается в защите бетона от механических повреждений, преждевременных нагрузок, в поддержании его во влажном состоянии, в отводе избытков тепла от крупных блоков, поддержании положительных температур зимой, недопущении преждевременного снятия опалубки (табл. 2.3 и 2.4). Без ухода и при плохом уходе за твердеющим бетоном наблюдается резкое понижение его прочности.

В первые дни после укладки бетон должен находиться в теплой и влажной среде. Наилучшая температура твердения 15–20 °С. Поэтому в стадии ухода за бетоном его поливают, укрывают от солнца. Увлажняют бетон из шлангов рассеянной струей в виде дождя после того, как установлено, что из схватившегося бетона при действии на него водой не будут вымываться частицы цемента.

Таблица 2.3. Методы выдерживания свежееуложенного бетона

Мероприятие	Технологическая операция при защите поверхности свежееуложенного бетона
Периодическое увлажнение поверхности водой	Поливка водой
Укрытие гидрофильным материалом с постоянным увлажнением	Укладка гидрофильного материала (опилки, песок, камышовые и соломенные маты, мешковина, поролон), постоянное увлажнение его водой или создание защитного слоя из воды
Укрытие пароводонепроницаемым рулонным материалом	Укрытие бетонной конструкции полимерной пленкой (брезентом и другими рулонными материалами) с созданием вокруг нее замкнутого объема
Обработка поверхности пленкообразующими составами	Нанесение жидкости (растворов, суспензий, эмульсий) на поверхность бетона
Пропитка полимеризующимися гидрофобными композициями	Нанесение на свежееуложенный бетон и его пропитка на стадии твердения гидрофобными жидкостями
Твердение бетона под инвентарными устройствами (навесами)	Размещение бетонной конструкции под временным устройством (полимерными пленками, брезентом, тканями)
Защита термоизоляционными покрытиями	Укладка термоизоляционного материала (полимерных пленок и других термовлагоизоляционных покрытий) и его закрепление
Тепловое воздействие на твердеющий бетон (паром, электроэнергией и т. д.)	Форсированный парозлектропрогрев бетонной смеси и термосное выдерживание под влиянием теплоты окружающего пространства. Импульсный нагрев поверхностного слоя бетона

Таблица 2.4. Применение методов ухода за монолитными бетонными и железобетонными конструкциями

Конструкция	Метод ухода за бетоном
Фундаменты ленточные и столбчатые, ростверки. Подготовка под полы и фундаменты	Укрытие пароводонепроницаемым рулонным материалом. Применение инвентарных устройств
Колонны, ригели, прогоны, балки	Укладка на бетон гидрофильных материалов с постоянным их увлажнением, укрытие готовыми полимерными пленками или термоизоляционными покрытиями
Плиты покрытий и перекрытий. Тонкостенные пространственные покрытия (оболочки, купола, своды, висячие покрытия)	Защита термоизоляционным покрытием, укрытие гидрофильным материалом с постоянным увлажнением, или пароводонепроницаемыми рулонными пленками
Конструкции, бетонируемые в вертикальной скользящей опалубке (силосы, стены зданий и т. д.)	Подвесные покрытия из рулонных материалов полимерных пленок или изготовленных термоизоляционных матов
Дорожные покрытия, облицовки оросительных каналов, полы и площадки промышленных зданий	Обработка поверхности пленкообразующими составами, полимерными саморазрушающимися пленками, укрытие полимерными пленками

Поливают бетон при температуре воздуха выше 5 °С, начиная ее в обычных условиях через 10–12 ч, а в жаркую сухую погоду – через 2–4 ч после укладки и продолжая в течение 3–14 сут с интервалом от 3 до 8 ч. Расход воды на полив должен составлять не менее 6 л/м<sup>2</sup>.

Пока бетон находится в опалубке, ее смачивают. После распалубки смачивают и защищают распалубленную поверхность. При температуре ниже 5 °С полив прекращают и бетон укрывают рогожей или брезентом.

Уход за бетоном значительно упрощается при обработке его пленкообразующими составами, которые наносят на просохшую поверхность уложенного бетона. Расход материалов – от 300 до 700 г/м<sup>2</sup>. После высыхания слоя поверхность бетона засыпают на 20–25 сут слоем песка толщиной 3–4 см. Покрытие пленкообразующими материалами допустимо только в конструктивных швах и на самой верхней открытой части бетонной конструкции. В строительных швах прокраска недопустима.

Качество бетонных и железобетонных конструкций зависит от качества используемых материалов, соблюдения основных требований технологии на всех стадиях комплексного процесса бетонных работ. Для этого необходим контроль на всех стадиях этих работ, включая: приемку и хранение материалов; изготовление и монтаж арматурных сеток и каркасов, изготовление и монтаж опалубки; подготовку основания и опалубки к укладке бетонной смеси; приготовление и транспортировку смеси; укладку, уплотнение и уход за бетоном в процессе его твердения.

Все исходные материалы должны отвечать требованиям ТНПА. Показатели свойств материалов следует проверять в строительной лаборатории по принятой единой методике.

На стадии приготовления смеси проверяют точность дозировки материалов, продолжительность перемешивания, подвижность (не реже двух раз в смену) и плотность смеси. Подвижность не должна отличаться от заданной более чем на 1 см, а плотность – более чем на 3 %.

При транспортировке смеси следят, чтобы она не начала схватываться, не расслаивалась на составляющие, не теряла подвижности из-за потери воды, цемента или схватывания.

В процессе армирования проверяют качество арматурной стали, правильность формы и размеров (диаметров) стержней, качество сварки, правильность положения арматуры в конструкции с учетом допускаемых отклонений, приведенных в ТНПА. При устройстве опалубки следует обратить внимание на правильность ее установки, плотность стыков в щитах и сопряжениях, взаимное положение опалубочных форм и арматуры (для обеспечения необходимого защитного слоя бетона).

Перед укладкой бетонной смеси проверяют чистоту поверхности опалубки и качество ее смазки. Контролируют в процессе укладки смеси высоту ее сбрасывания, продолжительность вибрирования и равномерность уплотнения, не допуская расслоения смеси и образования раковин, пустот.

Процесс виброуплотнения контролируют визуально, по степени осадки смеси, прекращению выхода из нее пузырьков воздуха и появлению на поверхности цементного молока. В некоторых случаях используют плотномеры.

*Контроль качества* уложенного бетона осуществляют систематически в процессе бетонирования конструкций. Он заключается в проверке соответствия физико-механических характеристик бетона требованиям проекта. Прочность бетона на сжатие проверяют на контрольных образцах, изготовленных из бетонной смеси, взятой после ее приготовления и непосредственно на месте укладки. Приемку выполненных монолитных бетонных и железобетонных конструкций производят лишь после достижения бетоном проектной прочности.

Особые меры контроля качества применяют при выполнении бетонных работ в зимнее время. Так, в процессе приготовления смеси через каждые 2 ч проверяют: отсутствие льда, смерзшихся комьев в необогреваемых заполнителях, подаваемых в бетоносмеситель, при приготовлении смеси с противоморозными добавками; температуру воды и заполнителей перед загрузкой; концентрацию солей; температуру смеси на выходе из бетоносмесителя. При транспортировании смеси один раз в смену проверяют выполнение мер укрытия, утепления и обогрева транспортной и приемной тары. Если смесь подвергают предварительному электронагреву, то контролируют ее температуру в каждой разогреваемой порции.

При укладке смеси следят, чтобы не было снега и наледей на поверхности основания, арматуры и опалубки, за соответствием теплоизоляции опалубки, а при необходимости отогрева – за выполнением этих работ. Температуру смеси проверяют во время выгрузки смеси из транспортных средств и непосредственно после укладки в опалубку.

В процессе выдерживания бетона его температуру измеряют с использованием температурных скважин, термометров сопротивления либо технических термометров. При использовании способа «термоса», предварительного электроразогрева смеси или обогрева в тепляках температуру бетона измеряют каждые 2 ч в первые сутки и не реже двух раз в смену в последующие трое суток и один раз в остальное время выдерживания. В случае применения бетонов с противоморозными добавками температуру его проверяют три раза в сутки до приобретения им заданной прочности, а при электропрогреве бетона в период подъема температуры со скоростью до 10 °С/ч – через каждые два часа, в дальнейшем – не реже двух раз в смену.

Прочность бетона контролируют путем испытания дополнительного количества образцов, изготовленных у места укладки бетонной смеси при соблюдении сроков, предусмотренных для различных способов зимнего бетонирования и указанных в инструкциях и справочниках. Образцы, хранящиеся на морозе, перед испытанием выдерживают 2–4 ч для оттаивания при температуре 15–20 °С.

## **2.6. Технология производства свайных работ**

### **2.6.1. Назначение и виды свай. Конструкции забивных свай и шпунта**

Сваи предназначены для устройства фундаментов зданий, опор мостов, эстакад, укрепления слабых грунтов, защиты от воздействия грунтовых вод и обрушения грунта.

Виды свай подразделяются следующим образом:

а) по материалу – деревянные, бетонные, металлические, грунтовые, железобетонные, стальные, комбинированные.

б) по конструкции – квадратные; трубчатые; прямоугольные и многоугольные, с уширением и без него; цельные и составные; призматические и конические; сплошного сечения и пустотелые; винтовые и свай-колонны;

в) по способу устройства – забивные, изготавливаемые на заводе или на самой площадке и погружаемые в грунт; набивные, устраиваемые непосредственно в грунте (в заранее пробуренной скважине);

г) по характеру работы (по способу передачи нагрузки на основание) – свай-стойки, которые передают нагрузку от здания своими концами на скальный или практически несжимаемый грунт; висячие сваи, передающие нагрузку за счет трения грунта по боковой поверхности свай;

д) по виду воспринимаемой нагрузки – центральная; вертикально действующая нагрузка; нагрузка с эксцентриситетом и усилия выдерживания;

е) по виду армирования железобетонных свай – с напрягаемой; не-напрягаемой продольной арматурой; с поперечным армированием; без поперечного армирования.

Несколько рядом расположенных свай, совместно воспринимающих общую нагрузку, называются свайным кустом. Кусты свай устраиваются в местах больших сосредоточенных нагрузок (опоры, устои мостов и т. п.). Рядовое расположение свай предпочтительнее при необходимости возведения ленточных фундаментов, свайные поля – фундаментных плит.

### **2.6.2. 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 подбема и установки сваи в заданное положение и для забивки сваи применяют специальные устройства – копры. Основная рабочая часть копры – 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 свайей 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 сваем.

*Метод вибродавливания* 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 подпрессоренной 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 мож-

но 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.

### **2.6.3. Технология устройства набивных свай**

Набивные сваи устраивают на месте их будущего положения путем заполнения предварительно пробуренной скважины (полости) бетонной смесью или песком. Их изготавливают бетонными, железобетонными и грунтовыми, возможно устройство свай с уширенной пятой.

Разновидности набивных свай – буронабивные, пневмонабивные, вибротрамбованные, частотрамбованные, вибронабивные, песчаные и грунтобетонные.

Длина свай достигает 20–30 м при диаметре 50–150 см. Сваи, изготавливаемые с применением установок фирм Като, Беното, Либхер, могут иметь диаметр до 3,5 м, глубину до 60 м, несущую способность до 500 т.

Основной недостаток набивных свай – перерасход материальных и трудовых ресурсов за счет срубки оголовков свай («попов»), которые образуются в результате неодинаковых отказов.

Достоинства набивных свай: экономия материалов; возможность изготовления свай любой длины; возможность производства работ вблизи зданий и сооружений ввиду отсутствия значительных динамических воздействий при устройстве свай; применимость в стесненных условиях и при усилении существующих фундаментов.

*Буронабивные сваи.* Изготовление таких свай включает следующие операции: предварительное бурение скважины до заданной глубины; опускание в скважину обсадной трубы; извлечение из скважины осыпавшегося грунта; заполнение скважины бетоном отдельными порциями; трамбование бетона этими порциями; постепенное извлечение обсадной трубы.

В пробуренную до проектной отметки (5–12 м) скважину опускают трубу диаметром 25–40 см и загружают бетонной смесью. После заполнения скважины на глубину около 1 м бетонную смесь трамбуют и медленно поднимают вверх обсадную трубу до тех пор, пока высота смеси в трубе не уменьшится до 0,3–0,4 м. Снова загружается бетонная смесь и процесс повторяется. Учитывая, что диаметр скважины больше диаметра обсадной трубы и поверхность пробуренного грунта оказывается неровной, при наполнении бетонной смесью обсадной трубы, ее подъеме и уплотнении смеси бетон заполнит весь свободный объем, включая и зазор между стенками скважины и обсадной трубой. Часть бетона и цементного молока проникнет в грунт, повысив его прочность.

Недостатки способа – невозможно проконтролировать плотность и монолитность бетона по всей высоте сваи, возможен размыв несхватившейся бетонной смеси грунтовыми водами.

Армирование свай производят только в верхней части, где на глубину 1,5–2,0 м в свежееуложенный бетон устанавливают металлические стержни для их последующей связи с ростверком.

В зависимости от грунтовых условий буронабивные сваи устраивают: сухим способом (без крепления стенок скважин), с применением глинистого раствора и с креплением скважины обсадной трубой.

*Сухой способ* применим в устойчивых грунтах. Скважина необходимого диаметра разбуривается на заданную глубину. При необходимости в ней монтируют арматурный каркас и бетонируют методом вертикально перемещающейся трубы.

Секции бетонолитных труб длиной 2,4–6 м в стыках скрепляют болтами или замковыми соединениями, у первой секции крепится приемный бункер, через который бетонная смесь подается в трубу. В скважину опускается бетонолитная труба, в приемную воронку подается бетонная смесь из автобетоносмесителя или с помощью специального загрузочного бункера, на этой же воронке закреплены вибраторы, которые уплотняют укладываемую бетонную смесь. По мере укладки смеси бетонолитная труба извлекается из скважины.

По окончании бетонирования скважины голову сваи формируют в специальном инвентарном кондукторе, в зимнее время дополнительно надежно защищают. Этим способом изготавливают сваи диаметром 0,4–1,2 м, длиной до 30 м.

*Применение глинистого раствора.* Устройство буронабивных свай в слабых водонасыщенных грунтах требует повышенных трудозатрат, что обусловлено необходимостью крепления стенок скважины для

предохранения их от обрушения. Для предотвращения обрушения стенок скважин применяют насыщенный глинистый раствор бентонитовых *глин* плотностью 1,15–1,3 г/см<sup>3</sup>, который оказывает гидростатическое давление на стенки, хорошо временно скрепляет отдельные грунты (обводненные и неустойчивые) и удерживает стенки скважин от обрушения.

Скважины бурят вращательным способом. Глинистый раствор готовят на месте выполнения работ и по мере бурения подают в скважину по пустотелой буровой штанге под давлением. По мере бурения находящийся под гидростатическим давлением раствор от места забуривания начинает подниматься вверх вдоль стенок скважины, вынося разрушенные бурами грунты, и выходя на поверхность, попадает в отстойник-зумпф, откуда снова насосом подается в скважину для дальнейшей циркуляции.

Глинистый раствор цементирует грунт стенок, препятствуя проникновению воды, что позволяет исключить применение обсадных труб. После завершения проходки скважины в нее при необходимости устанавливается арматурный каркас. По мере заполнения скважины бетонной смесью производят подъем бетоновода.

*Крепление скважин обсадными трубами.* Устройство свай этим методом возможно в любых гидрогеологических условиях; обсадные трубы могут быть оставлены в скважине или извлечены из нее в процессе изготовления свай. Обсадные трубы соединяют между собой при помощи замков специальной конструкции (если это инвентарные трубы) или на сварке. Погружают обсадные трубы в пробуренную скважину гидродомкратами.

После зачистки забоя и установки арматурного каркаса скважину бетонируют методом вертикально перемещаемой трубы. По мере заполнения скважины бетонной смесью могут производить извлечение и инвентарной обсадной трубы. Специальная система домкратов, смонтированных на установке, сообщает трубе возвратно-поступательное движение, за счет чего бетонная смесь дополнительно уплотняется.

По завершении бетонирования скважины осуществляют формирование головы свай.

*Буринабивные сваи с уширенной пятой.* Диаметр таких свай 0,6–2,0 м, длина 14–50 м.

Способы устройства уширения свай приведены ниже.

1. *Распирание грунта усиленным трамбованием* бетонной смеси в нижней части скважины.

2. Пробуривание скважины станком, имеющим на буровой колонке специальное устройство в виде *раскрывающегося ножа* для образования уширения скважины диаметром до 3 м. Нож раскрывается гидравлическим механизмом, управляемым с поверхности земли. При вращении штанги ножи срезают грунт, который попадает в бадью, расположенную над расширителем. За несколько операций срезания ножами грунта и извлечения его на поверхность в грунте образуется уширенная полость. В скважину подают глинистый раствор из бентонитовых глин, который непрерывно циркулирует и обеспечивает устойчивость стенок скважины.

При устройстве уширения разбуривание полости осуществляют одновременно с подачей в скважину глинистого раствора до полной замены раствора, загрязненного грунтом. После завершения бурения скважины на проектную глубину буровую колонку с уширителем извлекают, в скважину устанавливают арматурный каркас. Бетонирование ведут методом вертикально перемещающейся трубы, когда одновременно в трубу подают бетонную смесь и поднимают ее. Бетонная смесь, соприкасаясь с вязким глинистым раствором, не снижает своей прочности, цементное вяжущее из смеси не вымывается. Бетонная смесь выжимает глинистый раствор вверх по трубе и через зазор между трубой и скважиной. Нижний конец бетонолитной трубы должен быть постоянно заглублен в бетонную смесь на глубину порядка 2 м; бетонирование осуществляют непрерывно, чтобы не возникали пролойки глинистого раствора в бетоне.

3. Взрывной способ устройства уширений. В пробуренную скважину устанавливают обсадную трубу. На дно скважины опускают заряд взрывчатого вещества расчетной массы и выводят провода от детонатора к взрывной машинке, находящейся на поверхности. Скважину заполняют бетонной смесью на 1,5–2,0 м, поднимают на 0,5 м обсадную трубу и производят взрыв. Энергия взрыва уплотняет грунт и создает сферическую полость, которая заполняется бетонной смесью из обсадной трубы. После этого порциями и с необходимым уплотнением заполняют обсадную трубу бетонной смесью доверху.

*Буринабивная свая с башмаком.* Особенность метода заключается в том, что в пробуренную скважину опускают обсадную трубу, имеющую на конце свободно опертый чугунный башмак, оставляемый в грунте после погружения обсадной трубы на требуемую глубину. Порционно загружая бетонную смесь, регулярно ее уплотняя и постепенно извлекая трубу из скважины, получают готовую набивную бетонную сваю.

*Трубобетонные сваи.* Обсадная труба длиной до 40–50 м имеет в нижней части жестко закрепленный башмак. После достижения дна скважины труба остается там, не извлекается, а заполняется бетонной смесью.

*Подводное бетонирование* применяют для предохранения бетонной смеси от размыва при высоком уровне малоподвижных грунтовых вод. Бетонную смесь подают в обсадную трубу под давлением по трубопроводу, погруженному до самого низа скважины. Благодаря давлению смесь выдавливается из трубы, заполняет снизу пространство скважины и начинает подниматься вверх, оттесняя наверх и находящуюся в скважине воду. В процессе заполнения бетонной смесью скважины необходимо следить, чтобы бетонолитная труба поднималась с одной скоростью с обсадной трубой, низ трубы постоянно был ниже верха уложенной бетонной смеси на 30–40 см. После полного заполнения скважины верхний слой бетонной смеси толщиной 10–20 см срезают.

В обводненных грунтах может быть использовано напорное бетонирование набивных свай, заключающееся в непрерывном нагнетании бетонной смеси на всю высоту скважины под воздействием гидростатического давления, создаваемого бетононасосами. Напорное бетонирование исключает смешивание бетонной смеси с водой, глинистым раствором или шлаком (материалами разбуривания).

*Пневмотрамбованные сваи.* Применяют при устройстве фундаментов в насыщенных водой грунтах с большим коэффициентом фильтрации. Бетонную смесь укладывают в полость обсадной трубы при постоянном повышенном давлении воздуха (0,25–0,3 МПа), который подается от компрессора через ресивер, служащий для сглаживания колебаний давления. Бетонную смесь подают небольшими порциями через специальное устройство – шлюзовую камеру, которая закрывается специальными клапанами. Подача бетонной смеси в камеру осуществляется при закрытом нижнем клапане и открытом верхнем; при заполнении камеры смесью верхний клапан закрывается, нижний, наоборот, открывается, смесь выжимается в скважину.

Набивные сваи любого типа следует бетонировать без перерывов. При расположении свай одна от другой менее чем на 1,5 м их выполняют через одну, чтобы не повредить только что забетонированные.

Пропущенные скважины бетонировать при второй проходке бетонолитной установки, после набора ранее забетонированными сваями достаточной прочности и несущей способности.

Недостатки буронабивных свай: небольшая удельная несущая способность, высокая трудоемкость буровых работ, необходимость крепления скважин в неустойчивых грунтах, сложность бетонирования свай в водонасыщенных грунтах и трудность контроля качества выполненных работ.

Устройство свай в продавленных скважинах достаточно эффективно в сухих грунтах. При устройстве таких свай в грунте создается уплотненная зона, повышается прочность грунта и снижается его способность к деформации. Устройство набивных свай в уплотненных скважинах производят методами продавливания без извлечения грунта на поверхность. Скважину образуют путем многократного сбрасывания с высоты чугунного конуса. Затем ее порционно заполняют бетонной смесью, щебнем или песком и уплотняют до образования уширенной части в основании сваи. В верхней части при укладке бетонной смеси ее уплотняют вибрированием. Разработано много модификаций этого метода. Образование скважин и полостей в грунте без его выемки осуществляют пробивкой сердечниками и обсадными трубами с помощью молотов, продавливанием вибропогружателями и вибромолотами, пробивкой снарядами и трамбовкой, пробивкой пневмопробойниками, расширением гидравлическими уплотнителями, продавливанием с помощью винтовых устройств.

*Метод выштамповывания.* Сначала на глубину до  $\frac{1}{2}$  длины будущей сваи пробуривают скважину – лидер, затем скважину пробивают ударным снарядом на требуемую глубину. Загружают в нижнюю часть скважины жесткую бетонную смесь столбом 1,5–2 м и ударами трамбовки устраивают в основании сваи уширенную пятю. В устье скважины устанавливают обсадную трубу, монтируют арматурный каркас и осуществляют бетонирование верхней части сваи.

Метод виброформирования свай характерен наличием виброформователя. Его полый наконечник имеет лопасти в нижней части и соединяется через жесткую штангу с вибропогружателем. Под действием последнего наконечник погружается в грунт и образует скважину, которая по мере погружения наконечника заполняется бетонной смесью из бункера, установленного над устьем скважины.

После пробуривания скважины наконечник немного приподнимают, при этом его лопасти раскрываются, сквозь полость наконечника бетонная смесь попадает на дно скважины. Вместо самораскрывающихся створок может быть использован теряемый чугунный башмак.

Вытрамбованные сваи используют в сухих связных грунтах. В пробуренную скважину с помощью вибропогружателя погружают до про-

ектной отметки стальную обсадную трубу, имеющую на конце съемный железобетонный башмак. Полость трубы заполняют на 0,8–1,0 м бетонной смесью, уплотняют ее с помощью специальной трамбующей штанги, подвешенной к вибропогружателю. В результате башмак вместе с бетонной смесью вдавливаются в грунт, при этом образуется уширенная пятя. Обсадная труба заполняется бетонной смесью порциями с постоянным уплотнением. По мере заполнения скважины бетонной смесью осуществляется подъем обсадной трубы экскаватором.

*Частотрамбованные сваи* устраивают путем забивки обсадной трубы в пробуренную скважину вместе с надетым на конце чугунным башмаком, который остается в грунте. Бетонную смесь загружают в обсадную трубу порциями за 2–3 приема. Сечение сваи формируется, и обсадная труба извлекается из скважины с помощью молота двойного действия.

Обсадную трубу с чугунным башмаком под действием ударов молота погружают в грунт до проектной отметки, затем в ее полость опускают арматурный каркас (при необходимости), далее через воронку из вибробадьи подают в полость трубы бетонную смесь (осадка конуса 8–10 см).

После заполнения обсадной трубы на высоту 1 м ее начинают поднимать, при этом башмак соскальзывает под действием давящей на него бетонной смеси, которая начинает заполнять скважину. Молот двойного действия, соединенный с обсадной трубой при этом производит частые парные удары, направленные попеременно вверх и вниз. От ударов, направленных вверх за 1 мин, труба извлекается из грунта на 4–5 см, а от ударов, направленных вниз, труба осаживается на 2–3 см. Трамбование бетонной смеси осуществляется за счет ударов нижней кромки обсадной трубы и трения бетона о стенки трубы в результате вибрационного воздействия молота, в результате чего бетонная смесь уплотняется, также уплотняется грунт в нижней части скважины, часть бетонной смеси впрессовывается в стенки скважины, повышая их прочность.

Трамбование бетона в обсадной трубе продолжают до полного извлечения трубы из грунта. Частотрамбованные сваи можно изготавливать армированными, однако в большинстве случаев арматурный каркас применяют только в верхней части сваи для соединения с армированием монолитного ростверка. Если армирование предусмотрено на всю высоту сваи, то арматурный каркас опускают в обсадную трубу до начала бетонирования.

*Песчаные набивные сваи* – наиболее дешевый способ уплотнения слабых грунтов. Стальная обсадная труба с башмаком погружается в

грунт с помощью вибропогружателя. Достигнув проектной отметки, она частично заполняется песком, при подъеме обсадной трубы за счет массы песка она отделяется от башмака, и с помощью вибропогружателя извлекается на поверхность, при этом грунт уплотняется. Дополнительное и эффективное уплотнение может быть достигнуто проливом скважины водой.

Применяют трубы диаметром 32–50 см; при извлечении в трубе всегда должен находиться слой песка высотой 1,0–1,25 м. Способ применим для скважин глубиной до 7 м.

*Грунтобетонные сваи.* Устраивают с помощью бурильных установок с пустотелой буровой штангой, имеющей на конце смесительный бур со специальными режущими и одновременно перемешивающими смесь лопастями. После пробуривания скважины в слабых песчаных грунтах до нужной отметки в пустотелую штангу под давлением из растворосмесительной установки подают раствор. Буровая штанга медленно при обратном вращении начинает подниматься вверх, грунт насыщается цементным раствором и дополнительно уплотняется буром. В результате получается цементно-песчаная свая, изготовленная на месте без выемки грунта.

*Бурозавинчивающиеся сваи.* Применяют в случаях плотной застройки. Технология позволяет выполнять работы вблизи существующих зданий при высоте в 5 этажей на расстоянии около 40 см, при большей высоте – около 70 см.

Сущность метода заключается в следующем: металлическая труба завинчивается в грунт, который под действием трубы частично уплотняется и выдавливается наружу.

Если труба в нижней части глухая, то после завинчивания до проектной отметки в нее вставляется арматурный каркас и она заполняется бетонной смесью. Для труб с теряемым наконечником в нее вставляется арматурный каркас, труба заполняется бетоном, в процессе схватывания бетона труба вывинчивается, в грунте остается башмак, на который опирается железобетонная буронабивная свая. При особо плотных грунтах возможно предварительное пробуривание скважины на несколько меньшую глубину (до 1 м) и диаметр скважины должен быть меньше диаметра трубы. Диаметр завинчиваемых труб 300–500 мм, длина от 4 до 20 м.

*Устройство набивных свай при отрицательных температурах.* Забивка свай в сезоннопромерзающие грунты при глубине промерзания до 0,7 м при использовании мощных молотов и вибромолотов отличается от забивки в летних условиях только некоторым снижением

производительности установок. При большей глубине промерзания и при менее мощных механизмах для забивки свай используют тот же арсенал мероприятий, что и для разработки грунта в зимних условиях. Для предотвращения или уменьшения глубины промерзания грунтов места для забивки свай заблаговременно утепляют подручными материалами (опилками, соломой, ветками, листвой и т. п.). Допустимо разрушение мерзлого грунта в месте забивки механическими методами, нарезанием прорезей до глубины промерзания грунта с помощью буровых машин с последующим оттаскиванием блоков с места забивки. Применимо устройство в грунте лидирующих скважин бурильными машинами и виброударными установками, применяют и другие методы.

#### **2.6.4. Технология устройства ростверков**

Для распределения нагрузки по верху свай устраивают монолитные или сборно-монолитные железобетонные плиты – ростверки, т. е. конструкции, объединяющие сверху сваи для их совместной работы и распределения на них нагрузки от сооружения.

Конструкция ростверка и технология его устройства зависит от типа свай. Ростверки чаще всего представляют собой непрерывную ленту по всему контуру здания в плане, включая внутренние стены. При использовании железобетонных свай ростверки могут быть выполнены из монолитного и сборного железобетона.

В зависимости от типа здания или сооружения ростверки разделяют на высокие и низкие. При забивных сваях, головы которых после забивки могут оказаться на разных отметках, перед устройством ростверка необходимо выполнить операции по выравниванию голов свай. Для этого необходимо под определенный уровень срубить (срезать) бетон свай, обрезать или загнуть их арматуру.

*Срезка свай.* Деревянные сваи и шпунт срезают механическими или электрическими пилами, стальные сваи – автогенном или бензорезом, в железобетонных сваях бетон оголовков разрушают обычно с помощью пневматических отбойных молотков. Более эффективно для этих целей применять пуансоны – установки для срезания голов свай.

Сваи при погружении иногда отклоняются в плане, при многорядном или кустовом расположении свай эти отклонения не вызывают осложнений при устройстве ростверков. Если же имеется однорядное расположение свай и часть сечения отдельных свай выходит за границы будущего ростверка, то в этом случае необходимо устраивать мо-

нолитный ростверк и специальные выступы в ростверке для включения в него этих свай.

При подготовке голов набивных свай к устройству сборных ростверков проверяют верхнюю поверхность по нивелиру и при необходимости выравнивают опорную поверхность свай с помощью бетонной смеси или цементного раствора. Сами же балки железобетонного ростверка устанавливают на выравнивающую подсыпку из песка или шлака, начиная от угла здания, и выполняет монтажные работы строго по захваткам. Элементы сборного ростверка соединяют со сборными короткими сваями на сварке с омоноличиванием стыков.

### **2.6.5. Приемка свайных работ. Контроль качества**

Приемка свайных работ сопровождается освидетельствованием свайного основания, проверкой соответствия выполненных работ проекту, инструментальной проверкой правильности положения свай или шпунта, контрольными испытаниями свай. Отклонение положения свай от проектного не должно превышать в ростверке ленточного типа одного диаметра сваи, в свайных полях – двойных размеров сваи.

В общем случае контролируют: соответствие поступающих на строительную площадку изделий и материалов проекту; соблюдение утвержденной технологии погружения забивных или устройства набивных свай; несущую способность свай; соответствие положения свай в плане геодезической разбивке.

Основным контролируемым параметром является обеспечение несущей способности погруженных свай. Ее определяют статическим и динамическим методами, а набивных – только статическим.

*Статическим методом* несущую способность определяют после окончания работ по забивке всех свай. Для этого на сваю сверху воздействуют гидравлическими домкратами до момента смещения ее относительно окружающего грунта. На сваю передают нагрузку, возрастающую ступенями в 1/10–1/15 предельной расчетной нагрузки, измеряют осадки и строят график зависимости между ними. За предельно допустимую нагрузку принимают степень, предшествующую нагрузке, в результате которой свая погрузилась в грунт на величину, более чем в 5 раз превышающую предыдущее погружение. Достоинством способа является надежность, а недостатком – значительная трудоемкость, для оценки прочностных характеристик свайного поля требуется промежуток времени от 4 до 12 суток.

*Динамический метод* основан на косвенной оценке несущей способности забиваемой сваи по значению отказа. За основу принимают

контрольный отказ, назначаемый проектной организацией. Отказы замеряют отказомерами, представляющими собой мерную линейку, вдоль которой перемещаются указатели отказов. При погружении сваи в грунт один из указателей движется вниз и показывает на мерной линейке суммарное значение остаточного отказа. При наличии обратного движения сваи вверх второй указатель также перемещается вверх и показывает на мерной линейке суммарное значение упругого отказа. Также величину отказа сваи можно определить нивелиром, гидравлическим уровнем, натянутой над уровнем земли проволокой.

Проверку несущей способности свай производят после отдыха свай и стабилизации грунта:

в супесях – через 5–8 сут, в суглинках – через 15–25 сут и в глинистых грунтах – через 30–35 сут.

При контроле положения сваи в плане следят, чтобы не были превышены допустимые отклонения:  $0,2 d$  для забивных свай при их однорядном расположении и  $0,3 d$  при расположении свай в два и три ряда в лентах или кустах свай ( $d$  – диаметр круглой или максимальный размер прямоугольной сваи).

Приемка готовых свайных фундаментов оформляется актом.

## **2.7. Технология производства монтажных работ**

### **2.7.1. 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 стык, 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

$$k_{\text{тр.сп}} = \frac{N \cdot t_{\text{м}}}{T_{\text{тр.сп}}}, \quad (2.87)$$

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

$t_{\text{м}}$  – средняя продолжительность монтажного цикла при установке одного элемента, ч;

$T_{\text{тр.ср}}$  – продолжительность периода монтажа конструкций с транспортными средствами, ч.

В практике строительства  $k_{\text{тр.ср}}$  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.

### **2.7.2. 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 креплением; расстроповка; окончательная выверка и крепление; 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 однотип-

ных конструкций и возможности их внутриплощадочного 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 стенов, 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  $\pm 7\text{--}10$  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 ( $\alpha$ ):

$$S = \frac{P}{0,75n \cdot \cos \alpha}, \quad (2.88)$$

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 простоям 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 домноличивают.

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.

### **2.7.3. 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 по-секционно:

- 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 рейке-отвесу и временным закреплением подкосами. При установке панелей внутренних стен предпочтителен ограниченно-свободный монтаж от базовой панели с установкой фиксаторов в нижней части и штанг-шаблонов 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-нулевиками. 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; комплектовочные 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 непрямо-

угольные в плане – башенными или самоходными кранами со стреловым или башенно-стреловым оснащением. Применение стреловых кранов наиболее целесообразно в зданиях без подвалов.

#### **2.7.4. 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 прогреть 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.

### **2.7.5. Техника безопасности при производстве строительно-монтажных работ**

Безопасность монтажных работ должна быть обеспечена выполнением содержащихся в организационно-технологической документации следующих решений по охране труда:

- определение марки крана, места установки и опасных зон при его работе, мест крепления предохранительных поясов;
- обеспечение безопасности рабочих мест на высоте и проходов к ним, устойчивости конструкций и частей здания в процессе монтажа;
- определение последовательности установки конструкций, мест

установки коллективных средств защиты от падения человека с высоты;

– определение схем и способов укрупнительной сборки элементов конструкций.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

При возведении объектов запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей на одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми производится перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций и оборудования.

В процессе монтажа конструкций зданий (сооружений) монтажники должны находиться на ранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания. Для перехода с одной конструкции следует применять инвентарные лестницы, переходные мостики и трапы, имеющие ограждения. Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций до установки их в проектное положение.

Строповку монтируемых элементов следует производить в местах, указанных в рабочих чертежах, и обеспечить их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к проектному.

При монтаже конструкций из рулонных заготовок должны приниматься меры против

## **2.8. Технология производства каменных работ**

### **2.8.1. Виды каменных работ, растворы для каменной кладки**

Каменные работы представляют собой поштучную укладку камня на растворе. Такую кладку выполняют при устройстве фундаментов, стен зданий и сооружений, колонн, столбов, арок и других строительных конструкций, работающих главным образом на сжатие.

Процесс укладки камней в конструкции не поддается механизации, поэтому основным направлением совершенствования этого процесса является дальнейшая механизация заготовительных, транспортных и вспомогательных процессов, способов, приемов, инструментов, приспособлений, организации рабочего места и труда. Следовательно, каменные работы связаны с выполнением вручную конструкций из камневидных материалов и каменной кладки.

Размещение штучных стеновых материалов в каменной конструкции в определенном сочетании называют каменной кладкой.

В зависимости от вида применяемых материалов каменную кладку подразделяют на кладку из искусственных камней (кирпичная и блочная) и кладку из природных камней (бутовая, бутобетонная и тесовая).

Кирпичную кладку выполняют из глиняного и силикатного кирпича. Она используется для возведения стен, столбов, арок, сводов и т. п.

Мелкоблочную кладку выполняют из керамических и природных камней правильной формы для сооружения стен и подвалов.

Облегченную – из пустотелого кирпича и теплоизоляционных материалов для возведения наружных стен.

Тесовую – из природных камней, которым при обработке придают правильную форму, для строительства монументальных зданий и инженерных сооружений.

Бутовую – из природных камней неправильной формы. Такая кладка прочна, влагоустойчива, но имеет значительный вес и требует большого количества раствора.

Бутобетонную – из бетонной смеси и втапливаемых в нее камней, которую применяют для устройства фундаментов, стен подвалов, опорных стенок и т. п. Данная кладка обладает большой прочностью и долговечностью, чем бутовая.

Кладку выполняют также с облицовкой из искусственных или природных камней.

По сложности выполнения каменная кладка подразделяется на:

– простейшую (стены наружные и внутренние без архитектурных деталей);

– простой сложности (карнизы, пояса, пилястры, полуколонны, проемы криволинейного очертания);

– средней сложности (стены с усложненными частями до 20 % площади всех стен);

– особо сложную (арки, своды и т. д.).

По толщине кирпичную кладку различают: в полкирпича (120 мм); в 1 кирпич (250 мм); в 1,5 кирпича (380 мм); в 2 кирпича (510 мм); в 2,5 кирпича (640 мм) и т. д.

Камни имеют опорные и боковые поверхности. Опорные поверхности – это постель камня, а боковые – тычок и ложок.

Крайние камни в стене называют верстовыми, а промежуточные между верстовыми – забуткой.

Каменная кладка выполняется из отдельных камней, соединяемых раствором в одно целое. Растворы, применяемые для устройства каменных конструкций, называются кладочными, они связывают между собой отдельные камни, препятствуя их взаимному перемещению.

Раствор – это смесь вяжущего, мелкого заполнителя, воды, химических добавок и других наполнителей, обладающих определенными технологическими и физико-механическими свойствами. Раствор предохраняет кладку от продувания и проникновения влаги и обеспечивает более равномерную передачу усилий. Раствор на объект должен доставляться заданной марки.

К свойствам раствора относят подвижность, водоудерживающую способность, расслаиваемость, плотность и др.

Подвижность раствора характеризуют ее пластичные свойства и удобоукладываемость. Ее определяют погружением стандартного конуса и принимают для обычной бутовой кладки: под лопатку – 4–6 см; под залив – 13–15 см, для кладки из обычного кирпича – 9–13 см; из многодычатого и пустотелого кирпича – 7–8 см.

Водоудерживающая способность – способность раствора удерживать в своем составе до 95 % воды.

Для повышения подвижности и водоудерживающей способности в растворы вводят пластифицирующие добавки.

Расслаиваемость – свойство смеси, определяющее ее сопротивление процессу разделения на отдельные компоненты – цементное тесто и заполнитель. Она имеет важное значение для оценки качества смеси и однородности ее свойств по всему объему.

По плотности в сухом состоянии различают тяжелые растворы (плотность  $1500 \text{ кг/м}^3$ ) и легкие (менее  $1500 \text{ кг/м}^3$ ).

В тяжелых растворах заполнителем является естественный песок из плотных горных пород. В легких применяют пески, получаемые путем дробления и просеивания легких горных пород (пемзы, туфа) или искусственных легких материалов.

Для каменной кладки применяют растворы: простые – цементные и известковые; сложные – цементно-известковые и цементно-глиняные.

Растворы различают по виду вяжущих компонентов.

1. Известковые. Они обладают большой подвижностью, легко растилаются по ряду камней, обеспечивают большую производительность камней.

Недостатки: допустимы при небольших нагрузках и сухих местах.

2. Смешанные или сложные растворы (цементно-известковые, цементно-глиняные). Применяются в конструкциях нормальной прочности и сырых местах. Добавка улучшает подвижность, водоудерживающую способность и плотность раствора.

3. Цементные с небольшой добавкой извести или глины. Применяют для кладки высокопрочных конструкций (столбы, перемычки).

4. Глиняные и гипсовые растворы для многэтажной кладки применяют в районах с сухим климатом.

Марки растворов выбираются по проекту в зависимости от степени долговечности зданий и температурно-влажностного режима (подземные, надземные конструкции).

Растворы в соответствии с прочностью на сжатие делятся на марки 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 и 300.

По роду заполнителя растворы бывают тяжелые (холодные) на силикатном песке и теплые – на шлаковом или пемзовом песке.

Для надземной кладки с относительной влажностью помещений до 60 % состав цементно-известкового раствора с маркой цемента М 400 и маркой раствора М 100 и М 50 составляет:

М 100 1:0,2:3; М 50 1:0,7:6 (цемент: известь: песок).

Цементно-глиняные растворы:

М 100 1:0,2:3; М 50 1:0,7:6 (цемент: глина: песок).

Для подземной кладки с влажностью 50–70 % состав растворов для данной марки цемента аналогичен.

Каменная кладка представляет собой монолит, в котором уложенные камни не должны смещаться под влиянием действующих на кладку нагрузок. Для обеспечения этого требования отдельные камни следует укладывать с соблюдением определенных условий, называемых правилами разрезки каменной кладки. Существует три правила разрезки швов в кладке.

Первое правило устанавливает максимально допустимый угол наклона силы, действующей на горизонтальный ряд кладки. Камни должны укладываться плоскими слоями (рядами), перпендикулярными к направлению действующей нагрузки. Такое правило вытекает из свойств камня хорошо сопротивляться сжатию и плохо – растяжению и изгибу. Во избежание изгиба опирание вышележащего камня должно происходить не в отдельных точках, а по всей постели, т. е. по плоскости.

Слои (ряды) кладки необходимо располагать так, чтобы действующая на кладку сила была направлена перпендикулярно к постели камней. Отклонение от действующей силы по вертикали допускается не более 15–17°. В этих пределах усилие сдвига воспринимается силами трения между слоями камней.

Второе правило регламентирует расположение вертикальных плоскостей кладки относительно постели. Деление кладки в пределах каждого ряда необходимо производить тремя взаимно перпендикулярными плоскостями. В массиве кладки при таком членении появляются швы: горизонтальные – по постели слоя и вертикальные – поперечные и продольные. Если же членение кладки произвести наклонными плоскостями, то в ней появятся клиновидные камни, которые под действием нагрузки будут стремиться раздвинуть соседние камни, а также камни с легко скалывающимися острыми углами и нарушить целостность конструкции.

Третье правило определяет взаимное расположение вертикальных продольных и поперечных швов в смежных рядах кладки. Камни вышележащего ряда необходимо укладывать на нижележащий ряд так, чтобы они перекрывали вертикальные швы между камнями в продольном и поперечном направлениях, т. е. кладку следует вести с перевязкой вертикальных швов в смежных рядах. Такая перевязка швов устраняет опасность расслоения кладки на отдельные столбики, что может привести к разрушению кладки под нагрузкой.

Использование в кладках прочных растворов на цементном вяжущем позволяет несколько отступить от этого правила. В настоящее время допускается не перевязывать вертикальные продольные швы в пяти смежных рядах или вертикальные продольные швы в трех смежных рядах кладки.

Степень заполнения раствором швов наружных стен на фасадах зависит от отделки стен на поверхности.

Если проектом предусмотрено оштукатуривание стен, то для лучшего сцепления штукатурки и кладки швы снаружи не заполняют на

глубину 10–15 мм. Такая кладка носит название кладки «впустошовку».

Если штукатурка или облицовка кладки не предусмотрена, то кладку ведут «под расшивку», т. е. с полным заполнением швов и с последующей их обработкой (расшивкой). Снаружи швы можно отделывать, придавая им различную форму: выпуклую наружу, вогнутую.

### **2.8.2. 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.

### **2.8.3. Технология производства каменной кладки**

При кладке стен вес используемых материалов доходит 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  $4 \text{ м}^3$  кирпича (при обычном кирпиче это примерно 1,6 тыс. шт.) и  $1 \text{ м}^3$  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 расстиления 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.

#### **2.8.4. Особенности каменных работ в зимнее время**

В зависимости от рода и назначения возводимых конструкций, действия нагрузок и местных условий каменную кладку выполняют следующими методами: 1) замораживанием; 2) замораживанием с применением противоморозных добавок (хлористый натрий или кальций); 3) замораживанием с последующим оттаиванием теплым воздухом; 4) электропрогревом кладки отдельных конструкций; 5) в тепляках, применяют как исключение при возведении фундаментов или стен подвалов из бутобетона.

В настоящее время для строительных растворов применяют химические добавки – нитрит натрия, поташ и комплексные химические добавки – нитрит кальция с мочевиной (НКМ – готовый продукт) и др. При этом марка раствора с противоморозными добавками назначается не ниже М50. Не допускается применять растворы с противоморозны-

ми добавками при возведении зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности воздуха более 60 %, эксплуатируемых при температуре выше 40 °С или работающих в условиях агрессивной среды, а также для кладки стен жилых зданий.

Кладка методом замораживания происходит на открытом воздухе с применением холодного (очищенного от снега) кирпича или камня и подогретого раствора. Раствор замерзает сразу после кладки и твердеет весной, после оттаивания и частично при оттепелях и искусственно при отогревании кладки весной. Подогрев раствора необходим для обжата шва до замерзания, а не для его затвердения. Прочность зимних кладок в 28-суточном возрасте составляет для кирпичной кладки примерно 50 %, кладки из бетонных камней – около 70 %.

В ППР зимой должна быть указана допустимость возведения конструкций методом замораживания. Прочность и устойчивость таких конструкций проверяется расчетом.

Возможность возведения конструкций способом замораживания должна определять проектная организация при соответствующем обосновании. При этом в проекте должны быть следующие допустимые данные: пределы допускаемые на период оттаивания или искусственного отогрева кладки высоты стен и столбов; способы повышения прочности кладки (использование кирпича более высокой марки, применение противоморозных добавок, сетчатое армирование); указание об устройстве временного крепления отдельных мало устойчивых конструкций.

На время перерыва в работе верх кладки следует накрывать для предохранения от обледенения и заноса снегом. Не допускается при перерывах в работе укладывать раствор на верхний ряд кладки.

Кладка может осуществляться с использованием всех применяемых систем перевязок. При многорядной системе перевязки вертикальные продольные швы перевязывают не реже чем через каждые три ряда – при кладке из кирпича и не реже чем через два ряда – при кладке из керамического и силикатного камня толщиной 138 мм. Кирпич и камень следует укладывать с полным заполнением вертикальных и горизонтальных швов.

Емкости с раствором должны укрываться и утепляться (подогреваться).

Организация и производство работ кладки методом замораживания мало отличаются от летних условий.

Весной раствор переходит из твердого состояния в подвижное, прочность кладки резко снижается, достигая критической в течение 3–

6 суток, оттаивание происходит не сразу по всему сечению конструктивного элемента и неоттаившая часть кладки воспринимает нагрузку.

Контроль качества работ по возведению каменных зданий в зимних условиях следует осуществлять на всех этапах строительства.

В журнале производства работ, помимо обычных записей о составе выполняемых работ, следует фиксировать: температуру наружного воздуха, количество добавки в растворе, температуру раствора в момент укладки.

Возведение здания может производиться без проверки фактической прочности раствора в кладке до тех пор, пока возведенная часть здания по расчету не вызывает перегрузки нижележащих конструкций в период оттаивания (что должно определяться проектной организацией). Дальнейшее возведение здания разрешается производить только после того, как раствор набирает прочность (подтвержденную данными лабораторных испытаний) не ниже требуемой по расчету и указанной в рабочих чертежах для возведения здания в зимних условиях.

Перед наступлением оттепели до начала оттаивания кладки следует выполнять по всем этажам здания все предусмотренные ППП мероприятия по разгрузке, временному креплению или усилению перенапряженных участков кладки (столбов, простенков, опор, ферм, прогонов и т. п.). Перед приближением весны и в период длительных оттепелей необходимо усилить контроль за состоянием всех несущих конструкций зданий, возведенных в осенне-зимний период, независимо от их этажности, исключить недопустимые нагрузки и обеспечить необходимые условия для производства работ.

Оттепели продолжительностью менее 6 суток не вызывают заметных осадок, продолжительностью 2–3 суток с температурой, равной 2–3 °С, могут привести к полному оттаиванию кладки в 1,5–2 кирпича и вызвать деформацию. Поэтому во время естественного оттаивания кладки следует обеспечить постоянные наблюдения за величиной и равномерностью осадок стен, развитием деформаций наиболее напряженных участков кладки, твердением раствора. Наблюдение необходимо вести в течение всего периода твердения до набора раствором проектной прочности.

Большее снижение прочности раствора происходит в кладке, возведенной в большие морозы и находившейся долгое время в замерзшем состоянии.

Армирование кладки производится сетками из стальной проволоки по высоте кладки через 1 диапазон – 4 ряда. Армирование катанкой производится диаметром 5 мм. Расстояние между прутками – 6 см.

*Приемка каменных работ.* Материалы при производстве каменных работ должны соответствовать требованиям стандартов и проекту; каменные работы необходимо производить в соответствии с требованиями ТНПА; каменные работы должны выполняться по технологическим картам; на скрытые работы составляются акты (основания и фундаменты, качество и состояние грунтов, глубина заложения и размеры фундаментов, качество кладки, осадочные и температурные швы гидроизоляции в кладке, закладные детали, защита их от коррозии, опирание плит на стены или колонны, разбивочные работы и т. д.).

Приемке подлежат законченные работы и скрытые незаконченные работы.

При приемке законченных работ по возведению каменных конструкций проверяются: правильность устройства деформационных швов и устройства перевязки; толщина и заполнение швов; вертикальность, горизонтальность и прямолинейность углов; правильность устройства вентиляционных каналов; правильность установки закладных частей; качество фасадных поверхностей стен из кирпича.

## **2.9. Технология производства гидроизоляционных, пароизоляционных и теплоизоляционных работ**

### **2.9.1. 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 водостойчивых 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 антифилтрационную.

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; оклеичная; 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 подпокровное 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.

## **2.9.2. 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 огрунтовку 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 электровоздуходувками, 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.

Верх 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 наклейку ведут полосами с нахлесткой на 100 мм. Стыки полос по высоте должны быть смещены не менее чем на 300 мм.

Процесс устройства оклеечной 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 полотенц 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.

### **2.9.3. Особенности производства гидроизоляционных работ в зимних условиях**

Гидроизоляционные работы при температуре наружного воздуха ниже 5 °С 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.

#### **2.9.4. Технология производства пароизоляционных работ**

Пароизоляцию устраивают с соблюдением требований гидроизоляционных работ.

При устройстве пароизоляционных покрытий допускается рулонные дегтевые материалы наклеивать на битумных мастиках.

При устройстве гидроизоляционного покрытия допускается применение маловодоустойчивых материалов.

При производстве работ в зимнее время в битумную мастику вводят добавки хлористого кальция и антифрiza.

Пароизоляционное покрытие не должно иметь разрывов. При приемыкании пароизоляции к стенам необходимо ее заводить на 10–15 см, чтобы пароизоляция соединялась с гидроизоляционным слоем.

Увлажнение теплоизоляции при производстве пароизоляционных работ не допускается. При устройстве оклеечной изоляции нахлестка смежных полотнищ делается шириной 5–7 мм. Пустоты не допускаются. Для отвода конденсата в наиболее низких точках изолируемой поверхности устраиваются дренажные отверстия.

#### **2.9.5. Технология производства теплоизоляционных работ. Особенности устройства теплоизоляции в зимних условиях**

Теплоизоляция применяется для защиты горячих и холодных поверхностей от потерь тепла и холода в окружающую среду.

К теплоизоляционным работам приступают после окончания всех строительного-монтажных работ на объекте. Теплоизоляцию трубопроводов производят после их гидравлического или пневматического испытания.

До укладки первого слоя теплоизоляционного материала изолируемые поверхности очищают от пыли, грязи и ржавчины, высушивают, а в некоторых случаях покрывают противокоррозионными составами. Очищают поверхности механическими или ручными щетками, пескоструйными аппаратами, скребками. Пыль, оставшуюся на поверхности, сдувают струей воздуха или стирают ветошью. С целью обезжиривания металлические поверхности протирают сначала ветошью, смоченной в скипидаре или другом растворителе, а затем сухой ветошью.

Различают следующие *виды теплоизоляции*: *мастичную* – из мастик; *литую*, устраиваемую в результате заполнения пространства пеной или газобетоном; *обволакивающую* – из гибких материалов (минераль-

ной ваты, матов, полос, рулонированного стекловолокна и т. д.); *засыпную* (набивную) – из сыпучих материалов; из *формованных изделий* – плит, кирпича, скорлупы.

*Мастичную изоляцию* используют как на холодных, так и горячих поверхностях сложной конфигурации и выполняют из различных порошковых или волокнистых материалов (асбеста, асбозурита, совелита), затворяемых водой. Мастики приготавливают, перемешивая все компоненты в растворешалке.

Первый слой – обрызг – делают не толще 5 мм. По мере высыхания слоя наносят второй, затем все последующие слои до необходимой толщины, предусмотренной проектом.

Мастики наносят ручным или механизированным способом, с помощью пневмонагнетателей, непосредственно на изолируемую поверхность или на прокладку из асбеста.

Из-за большой трудоемкости и необходимости подогревания изолируемой поверхности применение мастичной изоляции ограничено.

*Литую теплоизоляцию* применяют при возведении промышленных печей, холодильников, при бесканальной прокладке теплосетей. Ее выполняют из пено- и газобетона или битумоперлита, которые укладывают в опалубку слоями проектной толщины и высоты.

Для устройства литой изоляции применяют также метод торкретирования, при котором изоляцию наносят по сетке из трех или пяти-миллиметровой проволоки.

*Обволакивающая теплоизоляция* выполняется из гибких рулонных материалов и изделий (минвата, пенополистирол, стекловата и др.).

Теплоизоляционные материалы укладывают на изолируемую поверхность и закрепляют шпильками, шурупами, анкерами. Для повышения прочности изоляцию можно армировать металлической сеткой, а сверху покрыть штукатуркой, оклеить и окрасить.

Как эффективная *отражающая изоляция* используется пенофольгированный утеплитель в виде полиэтиленовой пены, зажатой с одной или двух сторон отполированной алюминиевой фольгой. При правильном применении он является термо- и гидроизолятором. Материал с односторонним фольгированием может быть самоклеющимся и отражать до 97 % теплового потока. Способность отражать тепло конструкции также приобретают после окраски их составом «жидкая фольга».

*Засыпная (набивная) теплоизоляция* выполняется из порошкообразных или волокнистых материалов: перлита, минеральной и стеклянной ваты, диатомовой и трепельной крошки, вермикулита и сове-

лита. Сначала через 30–50 см устанавливают опорные кольца из проволоки или других формованных изоляционных изделий, по этим кольцам натягивают металлическую сетку и в образовавшуюся форму укладывают теплоизоляционный материал, сетку закрепляют мягкой проволокой. Выпуклости изоляции выравнивают с помощью деревянной калатушки, по сетке производят оштукатуривание порошковым гидроизоляционным материалом. Кроме оштукатуривания применяют и другие способы отделки изоляции: оклейка или обшивка специальными тканями, обертывание рулонными материалами.

*Теплоизоляция из сборных изделий* индустриальна и широко применяется для изоляции горячих и холодных поверхностей. Сборные изделия укладывают полосами на сухую поверхность или на слой мастики.

После установки всех плит и заделки швов устраивают пароизоляцию с последующим оштукатуриванием по сетке.

Разработанные технологии утепления зданий широко применяются в современном строительстве. Плиты из пенополистирола или минеральной ваты прикрепляются к стене пластмассовыми дюбелями, армируются стеклосеткой и отделываются декоративно-штукатурным способом.

Наиболее эффективным является способ предварительной теплоизоляции конструкций в заводских условиях, т. е. до их монтажа. На объекте выполняют только заделку стыков и окончательную отделку поверхности, что улучшает качество работ и обеспечивает высокую производительность труда.

*Теплоизоляцию фасонными (формованными) изделиями* применяют для трубопроводов. В качестве фасонных элементов используют скорлупы, сегменты и кирпич, изготовленные из диатомита или пенобетона. Перлитобетонные скорлупы, приготовленные из смеси вспученного перлитового песка, асбеста и цемента диаметром до 200 мм, применяют для изоляции трубопроводов, прокладываемых в проходных и непроходных каналах, центральных тепловых пунктах, технических подпольях зданий и внутри помещений.

*Теплоизоляцию плитными материалами* применяют как для плоских, так и для криволинейных поверхностей. До начала изоляции подбирают плиты по толщине, затем их подгоняют к изолируемой поверхности друг к другу впритирку насухо или на тонком слое мастики с промазкой швов. Плиты укладывают горизонтальными полосами снизу вверх, причем нижний ряд устанавливают на опорную полку. При большой высоте конструкций опорные полки делают через каждые 3–4 м по горизонтали. Плиты укладывают так, чтобы крепежные

детали (крючки, штыри) проходили через швы между плитами, при необходимости в последних заранее устраивают отверстия для крепежных крючков или штырей. Закрепляют изоляцию по горизонтали или диагонали проволокой, привязываемой к крепежным деталям, после чего ее покрывают проволоочной сеткой для последующего оштукатуривания специальным раствором или покрытия другими материалами согласно проекту.

*Особенности устройства теплоизоляции в зимних условиях.* Теплоизоляционные работы, не связанные с мокрыми процессами, разрешается производить при температуре воздуха не ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . При наличии мокрых процессов устройство теплоизоляции допускается только в закрытых помещениях (теплицах) при температуре не ниже  $5^{\circ}\text{C}$ .

Сушка мастики замедляется, поэтому изоляцию делают меньшей толщины, дополняя укладкой матов или формованных изделий, которые весной снимают. Засыпку теплоизоляции, гидроизоляции на зимний период устраивают как временную.

*Звукоизоляция.* Тип звукоизоляции, материалы для нее, планировку помещения, размеры и вид ограждающих конструкций определяют проектом.

Во всех случаях необходимо заделывать щели, трещины, отверстия. При устройстве перекрытия нельзя оставлять бетонные пробки между панелями трубопровода, выпущенные через перекрытия упругих муфт. Звукоизолирующая способность окон зависит от веса стекла, плотности зазоров и величины воздушной прослойки между переплетами.

*Приемка гидроизоляционных, теплоизоляционных и пароизоляционных работ.* При выполнении работ проверяется качество применяемых материалов, подготовка поверхности, правильность составов, применяемых смесей, их температура, качество стыков, правильность размещения, сцепления с изолируемой поверхностью. На скрытые работы составляется акт.

При устройстве гидроизоляции обязательно контролируют качество материалов, изолируемых поверхностей, готовых покрытий и защитных ограждений.

Окрасочная гидроизоляция не должна иметь губчатости, трещин, каверн и отслоений. Обнаруженные дефектные места должны быть расчищены и вновь покрыты гидроизоляционным материалом.

В процессе устройства оклеечной гидроизоляции контролируют размер нахлестки полотнищ, размещение стыков, прочность наклейки, отсутствие разрывов и вздутий ковра, непроклеенных мест.

Оклеенная изоляция проверяется с помощью прикладывания двухметровой рейки в разных направлениях, допускается не более 1-го просвета (10 мм) на 1 пог. м.

Приклейка материала считается прочной, если при пробном отрыве произойдет разрыв материала. Не прочно приклеенные места обнаруживаются по глухому звуку.

Штукатурная асфальтовая и цементно-песчаная гидроизоляция не должна иметь трещин, губчатости и отслаиваний. Все некачественно выполненные участки вырубают и заделывают вновь.

При устройстве теплоизоляции контролируют непрерывность пароизоляционных слоев, отсутствие механических повреждений и сползаний, плотность прилегания слоев к основанию и друг к другу, перекрытие швов, непрерывность слоя изоляции (отсутствие «мостиков» холода), надежность и жесткость крепления обволакивающих и сборных изоляционных конструкций, качество защитных покрытий.

Ровность теплоизоляционного покрытия проверяют двухмерной рейкой, зазор между которой и поверхностью изоляции не должен превышать 5 мм. Отклонение общей толщины теплоизоляционного слоя от проектного допускается не выше +10 % или –5 %, но не более 20 мм.

В процессе изоляционных и пароизоляционных работ ведется промежуточная (подготовка поверхности, нанесение первого слоя, нанесение последующих слоев, изоляция деформационных швов и т. д.) и окончательная приемка. Результаты приемки работ оформляются актом освидетельствования скрытых работ, протоколом испытаний, актом приемки выполненных работ.

## **2.10. Технология монтажа деревянных конструкций**

### **2.10.1. Технология обработки древесины и сборка конструкций**

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, древооточев 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 брусев; 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, лущением, 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 антисептирован-

ным 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 бруском 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.

### **2.10.2. Технология соединения отдельных элементов 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.

### 2.10.3. Сборка деревянных конструкций. Контроль качества

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.

## **2.11. Технология устройства кровельных покрытий**

### **2.11.1. Несущие и ограждающие конструкции крыши**

По виду материалов кровли бывают рулонными, мастичными, асбоцементными, черепичными, стальными и деревянными.

В технологии кровельных работ наиболее часто применяют приведенные ниже термины.

Покрытие – верхнее ограждение здания для защиты помещений от внешних климатических факторов и воздействий.

Кровля – верхний элемент покрытия, предохраняющий здание от проникновения атмосферных осадков.

Основание под кровлю – поверхность теплоизоляции, несущих монолитных или сборных плит покрытия; цементно-песчаные или асфальтобетонные стяжки, по которым наклеивают слои водоизоляционного ковра (рулонного или мастичного), прогоны или обрешетка из досок, сплошной настил, служащие для закрепления штучных материалов.

Основной гидроизоляционный ковер (в составе рулонных и мастичных кровель) – слои рулонных материалов на мастиках или слои мастик, армированные стекломатериалами, последовательно выполняемые по основанию под кровлю.

Дополнительный гидроизоляционный ковер – слои из рулонных материалов или мастик, армированных стекломатериалами, выполняемые для усиления основного гидроизоляционного ковра в ендовах, на карнизных участках, в местах примыкания к стенам, шахтам и другим конструктивным элементам.

Защитный слой – элемент кровли, предохраняющий основной водоизоляционный ковер от механических повреждений, непосредственного воздействия атмосферных факторов, солнечной радиации и распространения огня по поверхности кровли.

Покрытие здания с кровлями из рулонных материалов обычно состоит из следующих элементов, расположенных один над другим:

- основание;
- пароизоляционный слой – из одного-двух слоев рубероида или известково-битумной мастики, защищающий теплоизоляцию от увлажнения парами воздуха со стороны помещения;

- теплоизоляция, обеспечивающая необходимую степень утепления покрытия;
- выравнивающий слой (или стяжка), служащий основанием для гидроизоляционного ковра;
- гидроизоляционный слой из рулонных или мастичных материалов, обеспечивающий водонепроницаемость покрытия;
- защитный слой (посыпка из гравия или шлака), защищающий гидроизоляцию от влияния атмосферных факторов и механических повреждений.

В некоторых случаях отдельные элементы покрытий могут отсутствовать.

Основание следует выполнять из сборных элементов; в местах стыков сборных плит должен обеспечиваться ровный прогиб с целью исключения возможности разрыва гидроизоляционного ковра. Стыки плит рекомендуется замоноличивать цементным раствором марки не ниже 100. Уклоны кровель целесообразно осуществлять за счет наклонного расположения несущего основания. Температурные швы при сборных конструкциях устраивают через 60 м, при монолитных – через 40 м.

Пароизоляция зависит от влажности воздуха в помещении в зимних условиях. При относительной влажности воздуха до 60 % пароизоляционный слой в покрытиях не устраивают. При влажности до 75 % пароизоляция состоит из одного слоя рулонного материала, наклеенного на мастике, при влажности свыше 75 % – из двух слоев рулонного материала на мастике. Для пароизоляции применяют толь, пергамин и рубероид. Поверхность пароизоляции должна быть сверху окрашена мастикой: толь – на дегтевой, пергамин и рубероид – на битумной мастике. Основание под пароизоляционный слой должно быть очищено от пыли и грязи и выровнено раствором.

Теплоизоляция чаще всего выполняется из плитных материалов, иногда насыпных.

Теплоизоляционные материалы укладывают в конструкцию в воздушно-сухом состоянии и предохраняют от увлажнения атмосферными осадками за счет устройства поверх гидроизоляционного слоя.

Выравнивающий слой в покрытиях с плитным или сыпучим утеплителем применяют для получения ровного и жесткого основания под гидроизоляцию из рулонных материалов. Стяжку устраивают из цементно-песчаного раствора, литого песчаного асфальтобетона или сборных плоских железобетонных плит.

Толщину цементно-песчаной стяжки марки не ниже 50 принимают при плитном утеплителе 15–20 мм и при сыпучем – 25–30 мм. Це-

ментную стяжку на плоскости ската укладывают полосами шириной до 2 м по маячным рейкам при помощи шаблона. При скатах с уклоном до 15 % полосы стяжки делают параллельно коньку крыши, а при уклонах более 15 % – перпендикулярно ему. Вначале устраивают нечетные полосы, после схватывания раствора рейки убирают, раствор укладывают на пропущенные четные полосы. Маяками в этом случае служат края готовых полос. Уклоны в ендовах и разжелобках должны быть не менее 1 %, в местах расположения воронок внутреннего водостока необходимы чашеобразные углубления с уклоном не менее 5 %. В цементно-песчаной стяжке через 6 м предусматриваются температурные швы.

Уложенную стяжку необходимо огрунтовать холодной грунтовкой, желательнее в процессе схватывания раствора. Грунтовку наносят на стяжку с помощью краскопульта с удочкой; расход грунтовки составляет 0,5–0,7 кг/м<sup>2</sup>.

Асфальтовые стяжки устраивают толщиной 15–20 мм. Асфальтовые стяжки выполняют при устройстве кровель в осенне-зимний период и при необходимости ускорить производство работ. Для предотвращения деформаций стяжку следует разрезать на квадраты со сторонами 4 м с устройством температурно-усадочных швов шириной 10 мм. Температурные швы заполняют битумной мастикой и потом наклеивают полосками рулонного материала шириной 100 мм.

Сборные железобетонные плиты (применяются бетонные и асфальтобетонные) должны быть из бетона класса не ниже С10/12,5. Основания крыш из сборных элементов устраивают главным образом зимой. Укладывают их по слою из гидрофобной золы или горячей мастики. Ендовы и разжелобки выравнивают легким бетоном или асфальтом. Примыкания заделывают бетонной смесью или оштукатуривают цементным раствором. Скаты кровли огрунтовывают холодной грунтовкой при помощи удочки. Рулонный ковер можно наклеивать только после высыхания грунтовки и прекращения отлипания, т. е. примерно через 10 ч.

Гидроизоляцию выполняют из рулонных материалов или в виде мастичной безрулонной кровли. Для удаления воды с кровли ее скатам придают уклон, в зависимости от него применяют соответствующий кровельный материал и устраивают необходимое для данного уклона число слоев.

Рулонные кровли при уклонах крыш до 2,5 % укладывают в четыре слоя на битумной мастике, из пяти слоев устраивают эксплуатируемые кровли. По кровельному ковру насыпают защитный слой толщиной

20 мм на антисептированной мастике. При уклонах крыш 2,5–10 % кровли укладывают в три слоя, большие уклоны применимы только для зданий и сооружений частного сектора. В зависимости от крутизны крыши покрытие можно устраивать в два и даже один слой.

Кровли из наплавляемых материалов при уклонах 0–1,5 % устраивают в три слоя, а при уклоне в 2 % укладывают в два слоя – нижний слой из материалов с пылевидной посыпкой, верхний с крупнозернистой. При больших уклонах разрешено устраивать однослойные кровли с крупнозернистой посыпкой.

Мастичные кровли при уклонах до 2,5 % должны состоять из четырех слоев с армирующими прокладками из стеклохолста, при уклонах 2,5–10 % – из трех слоев, при уклонах 10–25 % допускается устраивать двухслойную мастичную кровлю с армированием стеклохолстом или стеклосеткой с защитным слоем из мелкого гравия на битумной или битумно-резиновой мастике.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов устраивают на чердачных крышах, имеющих большие уклоны (до 28 %), простую конфигурацию и без внутренних водостоков.

Кровли из черепицы применимы при минимальном уклоне крыш 33 %, несущим каркасом для них служит обрешетка по деревянным стропилам.

Металлические кровли используют в основном при ремонте крыш, когда по эксплуатационным соображениям не рекомендуются рулонные или мастичные кровли.

### **2.11.2. Назначение и виды кровель. Подготовка оснований под различные виды кровель**

Кровля является верхним водоизоляционным слоем покрытия, предохраняющим сооружение от атмосферных воздействий. Она должна быть водонепроницаемой, морозо- и термостойкой, непродуваемой и прочной.

Кровельные работы выполняют в соответствии с рабочими чертежами, проектами производства работ и требованиями ТНПА.

К ним приступают после проведения проверки правильности выполнения основания под кровлю и приемки его по акту на скрытые работы; окончания всех других строительно-монтажных работ на покрытии; обеспечения необходимыми материалами и деталями; подготовки механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов.

Материалы, применяемые для кровельных работ, должны удовлетворять требованиям стандартов и техническим условиям. Крепежные

детали должны быть оцинкованы, горячие и холодные мастики, грунтовки должны готовиться централизованно с соблюдением техники безопасности.

*Требования к основаниям.* Стяжка должна обладать достаточной прочностью. На теплоизоляции из плитных и монолитных материалов располагают цементно-песчаную стяжку из раствора марки не ниже М50 толщиной 15–20 мм. На засыпных утеплителях стяжку делают из раствора М50–М100 толщиной 10–30 мм. Раствор укладывают полосами шириной 1,5–2 м через одну. Поверхность стяжки заглаживают рейкой, пневмовиброгладилкой, малкой и т. п.

Влажность основания перед устройством покрытия не должна превышать 5 %, предельное отклонение поверхности вдоль уклона кровли – не более 5 мм, поперек уклона – 10 мм.

Стяжки из асфальтобетона допускается устраивать только по монолитным и жестким плитным утеплителям при уклонах кровли до 25 %. Прочность на сжатие асфальтобетона должна быть не ниже 0,8 МПа.

Деревянные основания выполняют в виде сплошного настила из антисептированных досок, прибитых под углом 45° к несущему настилу.

До начала кровельных работ создают уклоны к воронкам водосточка, устраивают ендовы, закругления углов в местах примыканий, устанавливают компенсаторы, анкерные крюки для теле- и радиоантенн.

Для предохранения рулонного ковра от температурно-усадочных деформаций основания в стяжках устраивают швы шириной до 5 мм, разделяющие поверхность стяжки на участки размером не более 6×6 м при применении цементно-песчаного раствора и не более 4×4 м – асфальтобетона. В асфальтобетоне швы закрывают полосками рулонного материала, приклеенными с одной стороны.

В местах примыкания стяжки к вертикальным поверхностям их оштукатуривают на высоту 50 мм или устанавливают резиновые фланцы.

Перед наклейкой рулонного ковра основание должно быть просушено, очищено от пыли и загрунтовано. Бетонные и цементно-песчаные основания грунтуют сплошным слоем холодной битумной или дегтевой грунтовки; деревянные – горячей мастикой; асфальтобетонные основания не грунтуют. Грунтовку желательнее наносить на свежееуложенный раствор, что улучшает ее впитывание и исключает поливку водой в период твердения.

В основаниях под кровлю и изоляцию должны быть заделаны швы между сборными плитами, устроены температурно-усадочные швы,

смонтированы закладные элементы, на требуемую высоту примыкания кровельного ковра и изоляции оштукатурены или выровнены участки вертикальных поверхностей. Должны быть составлены акты скрытых работ по устройству паро-, теплоизоляции и стяжки.

### **2.11.3. Технология устройства кровель из рулонных и мастичных материалов**

*Устройство рулонных кровель.* Для устройства рулонных кровель применяют материалы с посыпкой – покровные (рубероид, стеклорубероид, толь кровельный, дегтебитумные и гудрокамовые материалы) и без посыпки – беспокровные (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 температурно-усадочных 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 (пекowych). 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.

Мастику 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 наклеечных 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 стеклосетки, вдавливая 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 реек-шаблонов 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.

#### **2.11.4. 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 перекрывающие 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.

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 противветровой 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 флизолола ТММ-2,5: при уклоне кровли до  $20^\circ$  – по всей поверхности; при уклоне более  $20^\circ$  – по периметру, конькам и ендовам. Устанавливают кронштейны для водостока и карнизные листы. По линии паза приклеивают и прибивают гвоздями слои флизолола 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  $1 \text{ м}^2$ . 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  $+120^\circ\text{C}$ .

*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.

### **2.11.5. Особенности выполнения работ по устройству кровли в зимних условиях. Контроль качества кровельных работ**

Кровли из рулонных материалов разрешается устраивать при температуре наружного воздуха до  $-20^{\circ}\text{C}$ . Перед наклейкой рулонных материалов основание должно быть просушено и прогрето до температуры не ниже  $5^{\circ}\text{C}$ . Производить огрунтовку и наклеивание материалов по основаниям, покрытым снегом, инеем или льдом, запрещается.

Перед наклейкой рулонные материалы отогревают в теплом помещении не менее 20 ч до температуры не ниже  $15^{\circ}\text{C}$ , перематывают и доставляют к объекту в утепленных контейнерах.

В зимнее время минимальная температура холодной мастики к моменту нанесения на основание должна быть не ниже  $65^{\circ}\text{C}$ , горячей битумной мастики –  $160^{\circ}\text{C}$ . Мастику подают в утепленной таре или насосами по утепленным и обогреваемым трубопроводам. Устройство мастичных кровель при отрицательных температурах не допускается.

Кровли из комплексных кровельных панелей заводского изготовления, волнистых асбоцементных листов, плоских плиток, черепицы и стальных листов можно устраивать при любой температуре.

Основание под кровли из штучных материалов перед устройством покрытия должно быть тщательно осмотрено и очищено от снега и

наледи. Промазывание зазоров, швов и других неплотностей растворами, замазками и мастиками в зимних условиях выполнять не рекомендуется.

При контроле качества оснований проверяют соответствие проекту материалов и значений уклонов, расположение водосточных воронок и др. Поверхность основания должна быть ровной и жесткой. Просветы между поверхностью основания под кровли из рулонных и мастичных материалов и контрольной трехметровой рейкой не должны превышать 5 мм вдоль уклона и 10 мм поперек уклона. Просветы допускаются только плавно нарастающими, но не более двух на площадь 4 м<sup>2</sup>.

Проверку прочности приклеивания рулонного материала выполняют медленным отрывом одного слоя от другого. Разрыв должен происходить по рулонному материалу. Отслаивание рулонного материала от основания не допускается. Поверхность кровель из рулонных материалов не должна иметь вмятин, воздушных мешков и пробоев. Отклонение значения фактического уклона от проектного не должно превышать 0,2 %.

При контроле качества мастичной кровли проверяют толщину гидроизоляционного ковра, которая должна соответствовать проектной с допустимыми отклонениями 10 %, и прочность сцепления ковра с основанием. При обнаружении вздутий, подтеков, наплывов, а также отдельных мест с губчатой структурой их вырубают и заделывают вновь.

Кровельные покрытия из штучных материалов должны плотно прилегать к обрешетке, без видимых просветов при осмотре снизу. Асбоцементные листы, плитки и другие штучные материалы не должны иметь околов, трещин и коробления.

Водонепроницаемость кровли и отвод с нее воды проверяют после дождя. Проверку водонепроницаемости плоских кровель можно выполнять после искусственной заливки их водой при закрытых воронках.

## **2.12. Технология производства штукатурных и облицовочных работ**

### **2.12.1. 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 промышленных видов отделки затруднено или допустимо ввиду особых условий эксплуатации.

Штукатурный намет наносят на поверхность послойно. 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: цементно-известковый – 1:1: (6–10) (цемент, известь, песок); известково-гипсовый (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 цементно-известковые – 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 драпкой, 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.

### **2.12.2. 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. 2.19).

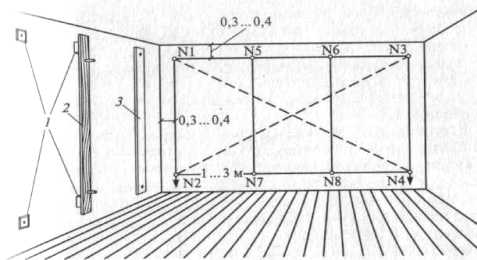


Рис. 2.19. Провешивание стен с устройством марок и маяков: 1 – марки; 2 – правило; 3 – маяк

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 отделяемой 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: сопловщик-звеньевой наносит раствор на оштукатуриваемую поверхность соплованием; помощник звеньевой помогает в сопловании, по необходимости подменяет сопловщика; два подсобника выравнивают слои намета, формируют 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 вручную терками (рис. 2.20). Затирку ведут до получения ровной и равномерной фактуры.

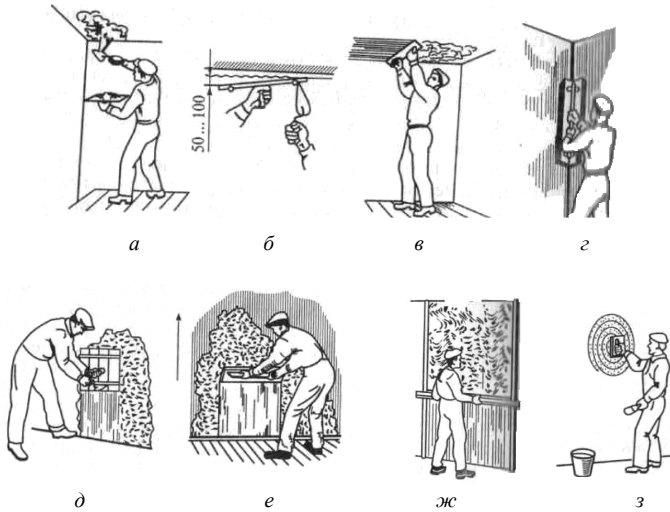


Рис. 2.20. Выполнение штукатурных операций вручную:  
*a* – набрасывание раствора кельмой с сокола; *б, в* – разравнивание раствора соколом и полутерком на потолке; *д, е* – то же на стене; *ж* – разравнивание раствора малкой по маякам; *з, з* – затирка теркой и лугзовым полутерком

Откосы проемов, пилястры, колонны, карнизы и другие архитектурные детали оштукатуривают по направляющим правилам, маякам или вытягивают шаблонами по направляющим рейкам.

### 2.12.3. Производство работ по облицовке зданий различными материалами

Работы по облицовке зданий выполняются после завершения строительного-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 состоит из: сортировки, очистки и подготовки облицовочных изделий; приготовления растворов, клеящих составов и крепежной арматуры; подго-

товки 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 пиронов. 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 пиронами.

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  $\frac{3}{4}$  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 3,8×0,25 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 порядовкам, 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 мастики. 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 теплоизоляцию, 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 двухметро-

вой контрольной рейкой на поверхности облицовки из плиток допускаются просветы не более 2 мм. Между плитками и поверхностью не должно быть пустот.

#### **2.12.4. Особенности производства штукатурных и облицовочных работ в зимних условиях**

Наружные отделочные работы (штукатурные, облицовочные) должны выполняться при отсутствии атмосферных осадков и температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С. При температуре наружного воздуха ниже +5 °С наружную штукатурку следует выполнять растворами с противоморозными добавками, понижающими температуру их замерзания, а также растворов, приготовленных на молотой извести.

Раствор в момент нанесения штукатурки должен иметь температуру выше 8 °С, а влажность бетонных, каменных, оштукатуренных и прощпатлеванных оснований должна быть не более 8 %, деревянных – не более 12 %.

Внутренние отделочные работы желательно производить при работающем отоплении, обеспечивая не менее чем трехкратный обмен воздуха в течение часа. Температура в помещениях и отделываемых оснований должна быть не ниже 10 °С, такая температура должна поддерживаться круглосуточно, не менее двух суток до начала работ, в процессе выполнения работ и не менее 12 суток после их завершения. При температуре ниже 10 °С работы внутри здания должны выполняться при действующих системах отопления и вентиляции, а для просушивания отдельных мест и помещения можно использовать колориферы. Влажность воздуха должна быть не более 60 %.

Оконные откосы, углы, ниши и другие быстро охлаждающиеся участки необходимо оштукатуривать до наступления холодов или с применением обогрева.

Марка растворов по морозостойкости при выполнении облицовочных работ снаружи здания для вертикальных поверхностей должна быть не ниже F50, для горизонтальных поверхностей – не ниже F100.

Наружную облицовку можно выполнять одновременно с кладкой стен, но швы следует заполнять после оттаивания раствора в швах, когда нагрузка на стены составит не менее 80 % проектной.

*Приемка и контроль качества.* Поверхность штукатурного покрытия должна быть ровной, гладкой, без следов затирочного инструмента и потеков раствора. Не допускаются трещины, бугры, раковины.

Прочность сцепления штукатурного покрытия с основанием должна устанавливаться в проектной документации и должна быть не менее

0,2 МПа для штукатурных работ внутри здания и не менее 0,4 МПа – для штукатурных работ снаружи здания.

При нанесении улучшенного штукатурного покрытия допустимое отклонение поверхности стен, потолков от вертикали и горизонтали должно составлять 2 мм на 1 м высоты (длины), но не более 10 мм на всю высоту помещения.

Качество штукатурки может быть проверено путем контрольного вскрытия отдельных участков готовой штукатурки.

Облицовочные материалы должны быть без перекосов, отколов и других дефектов. Швы облицовки должны быть ровными, одинаковой ширины, их поверхность чистой, без высолов раствора, пятен и повреждений полировки.

Пространство между полем облицовки и основанием должно быть полностью заполнено раствором или клеящим составом.

На облицованной поверхности трещины, пятна, потеки раствора или клеящего состава, высолы не допускаются.

При проверке двухметровой контрольной рейкой на поверхности облицовки из плиток допускаются просветы не более 2 мм. Между плитками и поверхностью не должно быть пустот.

На поверхности листовых и погонажных материалов трещины, пузыри, царапины, пятна не допускаются.

При облицовке поверхностей листовыми и погонажными материалами, при устройстве подвесных потолков должны соблюдаться следующие требования:

- перепад между плитами, панелями, рейками, листами должен быть не более 2 мм;
- отклонение элементов каркаса и поверхности облицовки от вертикальности и горизонтальности, не более: на 1 м длины – 1,5 мм; на всю длину – 7 мм;
- отклонение элементов каркаса и поверхности облицовки от прямолинейности (ровность) – не более 1,5 мм;
- отклонение стыков элементов облицовки от вертикальности на 1 м длины – не более 1 мм.

## **2.13. Технология производства малярных, обойных и стекольных работ. Устройство покрытия полов**

### **2.13.1. Виды малярных работ и окрасочных составов**

Малярные покрытия служат для защиты конструкций от разрушающего влияния окружающей среды, декоративной отделки поверхно-

стей, улучшения санитарно-гигиенических условий труда и отдыха людей, увеличивают срок службы зданий и сооружений, придают зданиям и сооружениям законченный вид.

Различают простую окраску (для подсобных и временных помещений); улучшенную (жилых и производственных помещений) и высококачественную (для офисов, театров и других общественных помещений).

Краски (колеры) – окрасочные составы. Основные характеристики красок, которые определяют их качество: срок службы, расход на 1 м<sup>2</sup> поверхности, внешний вид, экологичность и простота нанесения. В состав любой краски входят пигменты, связующие вещества, наполнители, добавки и растворители (разбавители).

Связующие в водных растворах – костный клей, казеин, крахмал, известь, цемент, жидкое стекло, в неводных составах – олифа, синтетические вяжущие и эмульсии. Назначение связующих – сцепление частиц пигмента между собой и создание тонкой пленки, прочно закрепляющейся на окрашиваемой поверхности.

Пигменты придают колеру необходимый цвет. Они должны быть нерастворимы, свето-, щелоче-, атмосфероустойчивыми.

Наполнители образуют окрасочную пленку необходимой толщины. Не растворяются в связующих и не имеют собственного светового тона.

Добавки ускоряют или замедляют процесс затвердевания окрасочного состава и повышают качество окраски.

Растворители уменьшают вязкость колера.

Для промывки закопченных поверхностей, снятия старой краски, удаления ржавчины применяют специальные составы – смывки, раствор соды, соляной кислоты или каустика.

Покрытия называют по виду применяемого окрасочного состава (краски, эмали, лаки). В зависимости от вида связующего вещества краски называются известковыми, силикатными, цементными и т. д.

В зависимости от применяемых разбавителей или растворителей связующих малярные составы называются:

– водными (известковые, силикатные, клеевые и др.), связующие в которых разбавляются водой;

– неводными (масляные, лаковые или эмалевые и др.), связующие разбавляют скипидаром, уайт-спиритом и другими эфирными органическими разбавителями;

– эмульсионными, связующие в которых могут разбавляться водой (или растворяться растворителем). Наряду с эмульсиями стали приме-

няться суспензии – дисперсные системы с более крупными взвешенными частицами.

При производстве малярных работ применяются грунтовки, подмазочные пасты и шпатлевки.

*Грунтовки* предназначены для выравнивания окрашиваемых поверхностей и прочного сцепления с ней шпатлевок и красок. Доставляются на площадку готовые к употреблению или в виде концентрированных составов грунтовки с последним доведением до рабочей консистенции.

*Подмазочные пасты* применяют для заделки небольших неровностей, трещин. Они должны быть безусадочными и обладать хорошей адгезией. Их состав устанавливается лабораторным путем и зависит от типа и вида окрашиваемой поверхности.

*Шпатлевки* – составы для выравнивания поверхностей, заделки трещин, выбоин и других дефектов. Шпатлевки должны хорошо сцепляться с основанием и окрасочным составом, хорошо разравниваться, не растрескиваться после высыхания. Каждый слой шпатлевки должен огрунтовываться.

### **2.13.2. Подготовка поверхностей, нанесение и обработка подготовленных слоев 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 грунтовку 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, из-

вестковую и крацовую краску; под силикатную – грунтовка готовится 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.

### **2.13.3. 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 известки. 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 высы-

хания 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 краски присоединена непосредственно к пистолету-распылителю. Краску наносят тонким ровным слоем по хорошо просохшему 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: латексномерцеловые, 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-

ставе акриловых полимеров и сополимеров, а также кремнийорганических соединений (силиконовая смола).

В табл. 2.5 приведены процессы, выполняемые при окраске деревянных, бетонных и оштукатуренных поверхностей масляными составами.

Таблица 2.5. Процессы, выполняемые при окраске масляными составами

Процессы	По дереву	По бетону и штукатурке
	Улучшенная	
Очистка	+	+
Сглаживание поверхности	–	+
Вырезка сучков	+	–
Расшивка трещин	–	+
Подмазка и шлифовка подмазочных мест	+	+
Шпаклевка	+	+
Шлифовка	+	+
Первичная окраска	+	+
Вторичная окраска	+	+

*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.

### 2.13.4. Технология оклейки поверхностей обоями

Обои бывают бумажные обычные, влагостойкие (моющиеся) и звукопоглощающие (ворсовые); пластмассовая пленка на бумажной подоснове (линкруст); синтетические пленки безосновные и на тканевой основе; рельефные и структурные под покраску; жидкие и т. д. Наиболее распространены бумажные печатные обои: простые, средней плотности, плотные и тисненые. Различают типы обоев симплекс (однослойные) и дуплекс (двухслойные).

Рулоны линкруста в течение 5–10 мин замачивают в воде, для предупреждения появления трещин на лицевом слое линкруста.

*Подготовка поверхности.* Обои наклеивают на бетон, штукатурку, облицовку из древесностружечных плит, обивку из картона и т. д.

Ровные и гладкие поверхности, не имеющие грубой шероховатости и следов затирочных инструментов, можно оклеивать без предвари-

тельной оклейки бумагой. Стыки сухой штукатурки, обивки из картона и других гладких материалов шпатлюют и шлифуют, а после высыхания оклеивают полосками бумаги и снова шлифуют.

Поверхности из древесностружечных плит (ДСП) после устранения отдельных неровностей, трещин и заделки стыков оклеивают бумагой, а после высыхания шлифуют.

Поверхности, оклеиваемые моющимися обоями и декоративными пленками, подготавливают так же, как и под масляную окраску.

Перед наклеиванием обоев поверхности грунтуют клеем (для повышения прочности сцепления обоев с поверхностью и предохранения их от действия влаги). Вид клеящего состава для грунтовки поверхности и приклеивания обоев зависит от вида обоев и принимается на основании ТНПА.

*Наклеивание обоев.* Простые бумажные обои наклеивают внахлестку. Обрезанная кромка нахлестки должна быть обращена к свету (это исключает появление теней от нахлестки). Первое полотнище наклеивают в углу у наружной стены. Во время оклейки стен один рабочий работает внизу, второй – наверху со стремянки или стола.

Линкруст, тисненые моющиеся обои на бумажной основе и другие виды не растягивающихся обоев наклеивают впритык с предварительной обрезкой кромок по линейке. Моющиеся обои и пленки на тканевой основе растягиваются и дают усадку, поэтому их наклеивают внахлестку с последующей обрезкой кромок. Когда прослойка высохнет, кромки прирезают ножом по линейке, отворачивают, намазывают клеем и прикатывают. Выдавленный клей немедленно удаляют.

Заготовленные полотнища декоративной пленки с невысыхающим заводским клеем и защитной подложкой перед наклеиванием выдерживают в раскатанном виде не менее суток. Перед наклеиванием снимают небольшую часть защитной пленки. Освобожденной частью полотнища крепят к поверхности после его ориентирования. Оставшуюся часть подложки удаляют по мере приклеивания полотнища.

Оклеенные обоями поверхности до их полного высыхания необходимо защитить от прямого воздействия солнечных лучей, сквозняков и интенсивного просушивания. Максимальная температура в помещении не должна превышать 23 °С.

В общественных местах однотонные обои окрашивают после наклеивания в различные цвета. Для этого используют структурные, волонистые бумажные и стеклообои.

*Структурные обои.* Благодаря трехслойной бумажной структуре они при наклеивании не сминаются и не растягиваются. Их наклеива-

ют встык, затем окрашивают. Для окраски рекомендуется акриловый лак или шелковисто-глянцевый латекс.

*Волокнистые обои* наклеивают встык во избежание нарушения рельефной текстуры, приглаживают при наклеивании не валиком, а мягкой щеткой. После просушивания окрашивают дисперсионной краской.

*Тисненные бумажные обои.* При наклеивании клей наносится не на обои, а на стену.

*Стеклообои* (офисные обои) экологичны, не горят, нейтральны к химикатам, прочны и долговечны, устойчивы к воздействию микроорганизмов и насекомых. При подборе таких обоев необходимо учитывать их структуру: чем тоньше структура, тем тоньше должен быть слой краски. Обои с крупной структурой следует использовать в больших помещениях.

Обои на основе нетканого полотна – флизелина. На полотно наносят слой вспененной целлюлозы, который образует нужную текстуру. Технология наклеивания – традиционная.

*Флизелиновые обои.* Окраску стены можно производить до и после наклеивания обоев. Благодаря прозрачности основы вспененная целлюлоза оттеняется окрашенной стеной.

*Жидкие обои.* Поставляются в виде порошка, состоящего из композиции на основе натурального целлюлозного волокна и связующего клея (КМЦ). Порошок разводится в воде, полученный раствор наносится на любую сухую, чистую поверхность. Толщина слоя 1–10 мм в зависимости от качества поверхности.

Работы выполняют в следующем порядке:

- поверхность очищают от грязи, старых обоев, во избежание протупления плесени ее покрывают масляной краской;

- в пластмассовой емкости размешивают смесь до полного растворения клея;

- смесь наносят на стенку кельмой и разглаживают до требуемой толщины валиком. Оставшийся материал можно скатать в блин, а затем вновь использовать несколько раз, размачивая водой;

- фактурная отделка осуществляется через 5–6 ч накаткой рельефным валиком или напылением распылителем.

*Приемка работ.* На поверхностях, оклеенных обоями, не должно быть пятен, пузырей и морщин; все полотнища должны иметь одинаковый цвет и оттенок; недопустимо отслаивание обоев и видимое смещение рисунка на стыках; стыки полотнищ обоев не должны быть видны с расстояния 3 м.

### **2.13.5. 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, оштукатурке и нанесению простого окрасочного покрытия – не менее 100 лк.

В помещениях должна поддерживаться температура не ниже 8 °С 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 °С 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 °С работы внутри здания должны выполняться при действующих системах отопления и вентиляции.

### **2.13.6. Технология производства стекольных работ**

Листовое стекло устанавливают на замазке, которую готовят из милового мела и натуральной олифы, для стальных переплетов сухой мел предварительно перетирают с сухим свинцовым суриком. Нанесение замазки может осуществляться шприцем.

*Остекление переплетов и проемов.* Стекольные работы осуществляют в две стадии: 1-я стадия – заготовка материала, вторая – остекление. Стекло нарезают алмазным, твердосплавным или электростекло-резом.

Стекло должно перекрывать не менее  $\frac{3}{4}$  ширины фальца и на 2–3 мм не доходить до бортов фальца при вставке стекла на замазке и на 3–5 мм при резиновой прокладке.

В деревянных и пластмассовых переплетах стекла устанавливают на двойной замазке, на замазке и штапиках, на эластичных прокладках и штапиках, укрепляют металлическими шпильками, кляммерами, зажимами, винтами, уголками, замками.

Применяется остекление стальных и алюминиевых переплетов на резине или пластмассе П-образного и сложного профилей.

В зимнее время раскрой стекломатериалов и остекление переплетов следует вести в отапливаемых помещениях и после того, когда стекло простоит в помещении с температурой выше 10 °С хотя бы 12 часов. Перед остеклением переплеты отогревают и просушивают.

### **2.13.7. 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 паркетным 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 заби-

вают 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 полутвердевшим 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 применяют 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 настиляли паркетным способом по технологии дощатых полов: укладывали лаги или устраивали сплошной плитный настил из ДВП по выравнивающему слою. Паркетные доски сплачивали, прибывали к основанию или приклеивали. Сейчас применяют ленточные трехслойные «плавающие» паркетные доски, которые не приклеиваются и не прибываются 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 пластматных 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 шпательюют, шлифуют и грунтуют. Для приклеивания используют резино-битумные, кумаронокаучуковые 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.

### **2.13.8. 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 силоситовых 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.

### Раздел 3. КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

#### 3.1. Технология строительства дорог

##### 3.1.1. Классификация, характеристика и конструкция дорог

Автомобильные дороги подразделяются на классы и категории в соответствии с ТКП 45-3.03-19–2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Классы и категории автомобильных дорог

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение	Расчетная интенсивность движения, ед/сут	
			Республиканские дороги	Местные дороги
Автомобильные магистрали	I-а	Для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий	Св. 8000	—
Скоростные автомобильные дороги	I-б	Для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью	Св. 10000	—
Обычные автомобильные дороги	I-в II III IV V	Дороги общего назначения	Св. 10000 Св. 5000 до 10000 Св. 2000 до 5000 Св. 200 до 2000 До 200 включ.	— Св. 7000 Св. 3000 до 7000 Св. 400 до 3000 До 400 включ.
Дороги низших категорий	VI-а	Обеспечение постоянных подъездов к малым сельским поселениям	—	Св. 25 до 50
	VI-б		—	До 25 включ.

Дороги общего пользования классифицируют на категории I-в, II, III, IV, V. Их проектируют в соответствии с ТКП 45-3.03-19–2006.

В зависимости от капитальности конструкций, технико-экономических показателей покрытия бывают:

– усовершенствованные капитальные (цементобетонные, монолитные и сборные, асфальтобетонные и др.);

– усовершенствованные облепченные (из щебеночных и гравийных материалов, обработанных органическими вяжущими, из холодного асфальтобетона и др.);

– переходные (щебеночные, гравийные, из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, и др.);

– низшие (грунтовые, улучшенные различными материалами).

В зависимости от класса и эксплуатационных свойств автомобильные дороги в строительстве классифицируют следующим образом:

– улучшенные (постоянные), устанавливаемые на прочном основании с верхним покрытием из асфальтобетона или железобетона;

– из бетонных и железобетонных плит, укладываемых на песчано-гравийное основание;

– профилированные грунтовые, укрепленные песком, щебнем, гравием;

– временные из железобетонных плит, устраиваемые по естественному основанию.

Выбор типа конструкции дорожных одежд зависит от назначения дороги, климатических условий, уровня грунтовых вод, вида грунта земляного полотна и характеристик подстилающего слоя.

Автомобильные дороги различаются по числу и ширине полос движения. Ширина полосы движения задается в зависимости от габарита ширины одиночных автомобилей и автопоездов, намечаемых для регулярного движения на проектируемой дороге. Внутриплощадочные и подъездные дороги устраиваются с двухполосной шириной проезжей части, обеспечивающей разъезд двух встречных машин, без заезда на примыкающие к проезжей части обочины.

Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, называется *проезжей частью* (рис. 3.1).

Прилегающие к проезжей части грунтовые полосы называются *обочинами*, создающими боковой упор для дорожной одежды, устраиваемой из прочных материалов в пределах проезжей части. Обочины используются для временной стоянки автомобилей и дорожных машин, а также для складирования дорожно-строительных материалов.

Проезжая часть и обочины отделяются от прилегающей местности *откосами*. Линия сопряжения поверхностей обочины и откоса насыпи или внутреннего откоса канавы в выемке называется *бровкой* дорожного полотна. Для отвода воды от полотна дороги (при высоте насыпи менее 0,5 м), кроме случаев, когда дорога проходит по хорошо фильт-

рующим грунтам, устраиваются водоотводные каналы (кюветы) треугольного или трапецидального сечения. За кюветами до границы полосы отвода идут *обрезы*, служащие для устройства летнего или тракторного пути, объездов во время ремонта дороги, установки снеговых щитов и т. п. Проезжая часть, обочины, кюветы и обрезы образуют полосу отвода. Утвержденных нормативов ширины полосы отвода земель на дороги разных технических категорий не существует. Временные нормативы определяют лишь среднюю ширину полосы отвода для каждой категории дороги. В проекте производства работ ширину отвода обосновывают соответствующими поперечными профилями и составляют график отвода земель.

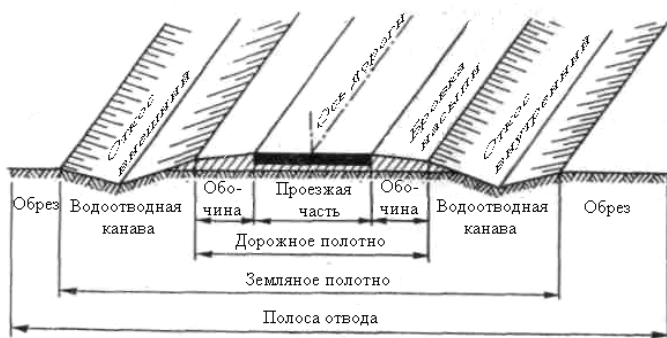


Рис. 3.1. Элементы поперечного профиля автомобильной дороги

### 3.1.2. Технология трассоподготовительных работ, устройство земполотна и дорожной одежды (усовершенствованного капитального и переходного типов)

Трассоподготовительные работы на местности включают в себя перечисленные ниже рабочие операции.

1. *Восстановление и закрепление трассы на местности.* Выполняют перед началом строительных работ, так как до начала строительства дороги от момента проведения геодезических изысканий может пройти значительное время. Последовательность восстановления и закрепления трассы:

- находят (восстанавливают в случае утраты) углы поворота. Вершины углов поворота (ВУ) закрепляют установкой столбов, которые закапывают на расстоянии 0,5 м от фактической вершины угла на про-

должении его биссектрисы. На столбах записывают порядковый номер угла, радиус, тангенс и биссектрису кривой;

- на прямых участках осевую линию трассы закрепляют столбами через 200–400 м в зависимости от рельефа местности. На криволинейных участках выносные столбы располагают через 100 м;

- производят контрольный промер осевой линии с установкой дополнительных плюсовых точек и разбивают поперечные профили для более точного подсчета объемов земляных работ. Промежуточные точки на кривых разбивают через 5; 10 или 20 м в зависимости от радиуса кривой (до 100 м, от 100 до 500 м и более 500 м);

- производят продольное и поперечное нивелирование и съемку поперечных профилей.

Высотные отметки закрепляют реперами через каждые 1000–2000 м в зависимости от рельефа местности. Кроме этого, реперы обязательно устанавливают на участках пересечения с другими автомобильными или железными дорогами, около малых искусственных сооружений, на пересечениях рек, у высоких насыпей и глубоких выемок (более 5 м). Реперы устанавливают в стороне от дороги, окапывают неглубокими канавками и обсыпают землей в виде конуса. В качестве реперов можно использовать опоры мостов, крупные камни и др.

Закрепление оси дороги заключается в выносе пикетов и плюсовых точек за пределы полосы отвода. Пикетаж закрепляют сторожками, на которых указывают расстояния выноски (ведут журнал выноски пикетажа). При расхождении с изыскательским пикетажем более чем на 1 м устанавливают рубленные пикеты для увязки точек с проектным продольным профилем.

Водоотводные канавы закрепляют кольшками вдоль их осей с указанием глубины в местах их установки. Резервы обозначают кольшками по бровкам через 10–50 м. При широких резервах кольшки устанавливают не только по бровкам, но и по оси с указанием на них глубины разработки.

2. *Расчистка дорожной полосы.* Полосу земли, отведенную для размещения дороги, расчищают от леса, кустарника, пней, крупных камней и других предметов, мешающих производству работ. Если в пределах этой полосы находятся строения, линии связи или электропередач, подземные инженерные сооружения, то их перестраивают или переносят на другое место в соответствии с решениями, указанными в проекте. К расчистке дорожной полосы приступают при наличии ведомостей отвода земель, рубки леса, строений, подлежащих сносу. Если на расчищаемой полосе имеются деревья ценных и декоративных

пород, то их следует выкопать и пересадить в назначенные места и сроки, установленные с учетом агротехнических требований.

Расчистку дорожной полосы от леса, кустарника и пней выполняют в такой последовательности: срезка кустарника и мелкого леса; спиливание или валка деревьев; очистка стволов от сучьев и удаление за пределы расчищаемой полосы; корчевка и уборка пней; засыпка ям, оставшихся после валки деревьев и корчевки пней.

Наиболее трудоемкая рабочая операция – расчистка полосы от леса. Целесообразнее всего вести расчистку полосы от леса в зимнее время, так как качество древесины, заготовленной в это время, будет лучше, облегчается проезд по грунтовым дорогам; меньше загружается транспорт, уменьшается потребность в рабочих для выполнения работ по непосредственному строительству дороги. Недостатки: после срезки остаются пни, которые выкорчевывают только летом.

Кустарник и очень мелкий лес целесообразно срезать до удаления деревьев. Это обеспечивает удобство и безопасность работ при спиливании или валке леса. Для срезки кустарника и очень мелких деревьев лиственных пород служат кусторезы. Срезку кустарника целесообразнее производить в зимнее время либо в начале весны, когда снега уже мало, а земля еще не промерзла. В это время создаются лучшие условия для данной работы, так как корни и стволы кустарника закреплены в промерзшей почве, поэтому срезка кустарника производится полностью за один проход.

В летний период заросли со стволами диаметром от 4 до 15 см из таких пород, как осина, ольха, ель и береза, кусторез срезает почти полностью (до 95 %) за один проход, а мелкий кустарник – только на 60–65 %, часть кустарника подминают гусеницы трактора и сам кусторез. Для срезки оставшегося кустарника кусторез проходит вновь по прежнему месту, только в противоположном направлении.

Срезанный кустарник сгребают тракторными граблями или кустособирателями в большие валы или кучи.

Валку деревьев осуществляют двумя способами: валят деревья бульдозерами (древовалами) или спиливают бензомоторными либо электрическими пилами. Первый способ применяют при незамерзшем грунте и если деревья непригодны для использования в строительстве. Перед валкой деревьев бульдозером корни крупных деревьев подрезают с трех сторон, оставляя их неподрезанными только с той стороны, в которую валят дерево. Возможна также валка с помощью стального троса длиной не менее утроенной высоты дерева.

Перед спиливанием деревьев убирают имеющийся кустарник и низко расположенные сучья. Обычно деревья спиливают, оставляя пни

высотой 10–15 см. Со стороны, в которую валят дерево, делают подруб (подпил) на глубину  $1/3$ – $1/4$  диаметра ствола. Подруб представляет собой два прореза пилой один выше другого на 4–6 см, между которыми часть дерева вырубает топором. Затем с противоположной стороны делают глубокий пропил на уровне верха подруба, не доходя до него на 2–3 см, после чего валят дерево с помощью длинного шеста со специальной вилкой на конце.

Деревья очищают от сучьев, транспортируют на склад трелевочным трактором со щитом и лебедкой для подтягивания пачки деревьев на щит. Для погрузки деревьев на транспортные средства используют краны с грейферным захватом, бульдозеры с челюстным рабочим органом, специальные лесопогрузчики.

В летний период, при небольшом количестве деревьев, валку леса производят бульдозером.

Корчевку пней производят с помощью бульдозеров, корчевателем или взрыванием (для пней диаметром более 50 см). Корчевать пни, остающиеся после спиливания деревьев, лучше всего весной при высокой влажности грунта, которая облегчает корчевку. Оставлять невыкорчеванными можно пни высотой до 10 см при высоте насыпи более 2,0 м.

Оставшиеся после корчевания пней и валки деревьев ямы послойно засыпают грунтом и уплотняют. Поверхность основания насыпи планируют.

Мелкие камни (объемом до  $1 \text{ м}^3$ ), встречающиеся на дорожной полосе, удаляют за ее пределы бульдозером, крупные (объемом больше  $1 \text{ м}^3$ ) разрушают взрыванием, а затем также удаляют бульдозером.

3. *Разбивка земляного полотна и сооружений в полосе отвода* сводится к скреплению на местности основных точек его поперечного профиля. Разбивку выполняют на основе проектных материалов: плана дороги, продольного, поперечного профилей насыпей и выемок. Важным правилом разбивки является установка кольшков с высотными отметками таким образом, чтобы они сохранились до окончания земляных работ. С этой целью такие кольшки, как правило, выносят за пределы полосы, на которой ведут работы землеройно-транспортными машинами.

Перед разработкой выемки точки разбивки, обозначаемые кольшками, выносят за пределы поперечного профиля. На кольшках делают засечки или прибивают планки для написания номера пикета или плюса и глубины выемки.

При разбивке земляного полотна пользуются нивелирами, а также специальными приспособлениями: визирками, откосными лекалами.

4. *Удаление растительного слоя.* Плодородный почвенный слой снимают со всей площади, отведенной для строительства дороги, и укладывают в валы для последующего использования или вывозят сразу на место использования в качестве плодородного почвенного слоя. Временные валы располагают по краям полосы отвода или на специальных площадках, выделенных для этой цели. Толщину снимаемого плодородного почвенного слоя устанавливают проектом. Как правило, она составляет 10–35 см. Растительный грунт используют при укреплении откосов земляного полотна, для распределения на разделительной полосе, рекультивации восстанавливаемых или малопродуктивных сельскохозяйственных земель.

Работу выполняют с помощью бульдозеров или скреперов. При применении бульдозеров срезку грунта производят под углом к оси дороги или при продольном или поперечном движении машины относительно дорожной полосы. Отвалы грунта располагают вдоль краев полосы отвода так, чтобы они не мешали последующим работам.

В зависимости от ширины дорожной полосы, толщины срезаемого почвенного слоя и мощности применяемого бульдозера работы производят по разным схемам. При применении скреперов срезку растительного грунта производят последовательными проходами при продольном движении. Объем перемещаемого грунта одним скрепером зависит от вместимости ковша скрепера и его заполнения.

5. *Строительство малых мостов и водоотводных труб.* Ведут до отсыпки земляного полотна специализированными машинами, включенными в объектный поток строительства автомобильной дороги, с применением индустриальных методов производства работ, что позволяет быстрее построить мост или водоотводную трубу при высоком качестве строительно-монтажных работ.

Строительство малых мостов и труб обычно организуют поточным методом, увязывая сроки по календарному плану со строительством дороги. Их строительство должно опережать работы по устройству земляного полотна. Мосты должны быть полностью готовы к началу строительства дорожной одежды, чтобы обеспечить непрерывность работы строительных подразделений, выполняющих основные и завершающие работы по строительству дороги.

*Основные технологические операции производственного процесса по постройке малых мостов:*

– подготовительные работы: геодезические и разбивочные работы, очистка территории и планировка строительной площадки, доставка на объект строительства машин и оборудования, постройка различных сооружений, организация складов;

– устройство котлованов. Котлованы мелкого заложения под фундаментами опор устраивают различными землеройно-транспортными машинами и оборудованием, выбор которых зависит от вида грунта, условий его разработки и перемещения, размеров и способов крепления котлованов и размещения машин и оборудования;

– сооружение фундаментов опор, монтаж пролетных строений. Сооружение фундаментов опор в котлованах начинают с зачистки и планировки дна котлована. При постройке сборного фундамента предназначенные для него блоки укладывают на щебеночную (гравийную) подушку, поверхность которой покрывают слоем свежего цементного бетона. В случае сооружения монолитного фундамента непосредственно на месте устраивают опалубку из деревянных щитов с учетом вида опоры моста.

Свайные фундаменты сооружают в открытых котлованах с искусственным креплением стенок или без крепления.

Водопропускные трубы на автомобильных дорогах сооружают по типовым проектам. До начала работ в соответствии с проектом на местности производят разбивку оси и контура трубы. Разбивку оси трубы выполняют, используя пункты геодезической основы. Для этого с помощью теодолита восстанавливают ось трассы и стальной лентой измеряют расстояние от ближайшего пикета до продольной оси трубы, от которой в обе стороны разбивают очертание котлована под тело трубы и оголовков, забивая для этого колья. Определяют отметки в характерных точках и вычисляют соответствующие глубины котлована. Впоследствии в ходе строительства трубы проверяют положение в плане и по высоте фундаментов, тела трубы, заданный уклон, отметки лотка оголовков (входного и выходного), выполняют разбивку русл.

Водопропускные трубы, как правило, сооружают из сборных элементов. Их строят комплексные специализированные бригады рабочих-бетонщиков под руководством бригадира или мастера.

### **3.1.3. Технология строительства земполотна и дорожной одежды усовершенствованного капитального и переходного типов**

*В состав работ по строительству земляного полотна входят:*

– устройство водоотводных, дренирующих и специальных слоев в земляном полотне;

– разработка выемок и возведение насыпей с послойным разравниванием и уплотнением грунта;

- планировка, отделка и укрепление земляного полотна;
- рекультивация карьеров и резервов.

Земляное полотно сооружается комплексными механизированными бригадами, в состав которых входят основные (ведущие) машины, разрабатывающие и перемещающие грунт (бульдозеры, скреперы, экскаваторы, грейдеры и др.) и вспомогательные (комплектующие), выполняющие все другие виды работ (рыхление грунта, при необходимости разравнивание и уплотнение, отделку и укрепление земляного полотна и др.).

Выбор средств механизации производят исходя из видов грунтов, объемов земляных работ, сроков их выполнения, а также с учетом дальности транспортирования грунта, климатических условий и стоимости работ.

При устройстве водоотводных сооружений все водоотводные каналы, кроме совмещенных с резервами и боковых канав в выемках, должны быть открыты до начала земляных работ с тем, чтобы обеспечить защиту земляного полотна от переувлажнения поверхностными водами с самого начала его строительства. Боковые канавы в выемках устраивают сразу после окончания их разработки.

Важным технологическим процессом при строительстве земляного полотна является уплотнение грунтов.

Плотность грунта, которая должна быть достигнута при строительстве земляного полотна, оценивается коэффициентом уплотнения, представляющим собой отношение фактической плотности к максимальной (стандартной) плотности данного грунта.

В земляном полотне автомобильных дорог коэффициент уплотнения грунтов зависит от вида земляного полотна (насыпь, выемка), его части, типа покрытия, дорожно-климатической зоны. Он должен быть в пределах 0,9–1,0.

Выбор уплотняющих машин для уплотнения грунтов земляного полотна зависит от вида грунта, его влажности, требуемой степени уплотнения, необходимой толщины уплотняемого слоя, производительности и маневренности машин.

Перед началом укрепления откосов для придания земляному полотну правильной формы, повышения его устойчивости, улучшения условий водоотвода выполняют планировочные работы: очистку, планировку, выравнивание берм и бровок.

Дорожной одеждой называют совокупность конструктивных слоев разной прочности, обычно уменьшающейся книзу, устраиваемых из различных материалов.

*Дорожные одежды усовершенствованных типов.* Усовершенствованным называют такое покрытие, которое дает возможность в любое время года с наибольшей полнотой использовать скорость и грузоподъемность современного автомобиля.

К усовершенствованным капитальным дорожным покрытиям относятся асфальтобетонные, цементно-бетонные, черные щебеночные и брусчатые мостовые.

Наиболее совершенными являются асфальтобетонные покрытия. Они гигиеничны: не пылят, легко очищаются от пыли и грязи, довольно быстро освобождаются от льда и снега; их можно устраивать любой шероховатости.

*Устройство асфальтобетонных покрытий.* Данные покрытия могут быть одно- и двухслойные. Толщина однослойного покрытия из горячих и теплых смесей должна составлять 4–6 см, из холодных – 3–4 см; в двухслойном покрытии толщина верхнего слоя должна быть 3–5 см, нижнего – 6–7 см.

Технология устройства асфальтобетонных покрытий состоит из следующих операций: подготовительных работ, транспортирования и укладки асфальтобетонной смеси, уплотнения покрытий.

Подготовительные работы включают: ограждение участка работ от движущихся транспортных средств и пешеходов; разбивочные работы; проверку основания; установку боковых опор; очистку основания (нижнего слоя покрытия) от пыли и грязи; обработку основания органическими вяжущими материалами (разжиженным битумом или эмульсией).

Поверхность основания очищают от грязи и пыли механическими щетками или струей сжатого воздуха, подаваемого из компрессора, или другими средствами. После очистки поверхность основания не позже чем за 3–5 часов до укладки смеси обрабатывают жидким или разжиженным битумом из расчета 0,5–0,8 л/м<sup>2</sup>. При обработке нижнего слоя покрытия расход битума составляет 0,2–0,3 л/м<sup>2</sup>. Эту работу выполняют автогудронаторами. Асфальтобетонную смесь от асфальтобетонного завода к месту укладки транспортируют автомобилями-самосвалами, которые должны обеспечивать сохранность ее нагрева (120 °С горячих и 70 °С теплых смесей), необходимого для укладки и уплотнения. Перед началом работ по укладке асфальтобетонной смеси проводятся подготовительные работы. Конструктивный слой, на который предстоит укладывать асфальтобетонную смесь, должен иметь нормативную плотность и ровную поверхность, быть чистым, сухим без повреждений.

В процессе выгрузки из автомобиля асфальтобетонной смеси асфальтоукладчик продвигает автомобиль впереди себя до тех пор, пока он полностью не освободится от смеси. При выгрузке следят за тем, чтобы смесь не просыпалась на нижележащий слой. Просыпавшуюся смесь следует убрать лопатами.

Толщина слоя из горячих асфальтобетонных смесей, укладываемых асфальтоукладчиками с трамбуемым брусом и пассивной выглаживающей плитой, должна быть больше проектной на 15–20 %, при использовании асфальтоукладчика с трамбуемым брусом и виброплитой – на 10–15 %.

Распределение асфальтобетонной смеси производится асфальтоукладчиками. Если в уложенном слое появляются разрывы, трещины, пустоты по краям полосы или поверхность получается неровной, то машинист регулирует скорость движения асфальтоукладчика, следит за тем, чтобы трамбуемый брус работал без остановки, а выглаживающая плита периодически прогревалась горелкой.

Сразу после прохода асфальтоукладчика проверяют толщину слоя и поперечный уклон. Ровность проверяют трехметровой рейкой. Под рейкой, уложенной в любом месте, не должно быть просвета. На возвышениях смесь слегка разрыхляют граблями и лопатой.

При окончании укладки смеси слой ее клинообразно утончается. При укладке смеси в две или более полосы одним асфальтоукладчиком необходимо следить за тем, чтобы укладываемые полосы покрытия были хорошо сопряженными. В противном случае в этих местах начнется разрушение покрытия.

Уплотнение асфальтобетонной смеси – основная технологическая операция, которая предопределяет физико-механические свойства покрытия. Недостаточное уплотнение асфальтобетонного покрытия – одна из основных причин его разрушения. Высококачественного уплотнения покрытия можно добиться только в том случае, когда в процессе укладки и уплотнения будут соблюдаться температурный режим, очередность смены катков и требуемое количество их проходов.

Продолжительность остывания асфальтобетонной смеси после ее укладки зависит от толщины слоя, начальной температуры смеси и погодных-климатических условий. Чем тоньше слой, тем быстрее он остывает и тем меньше времени отводится для работы каждого катка в указанном интервале температур.

Уплотнение смеси производят катками и начинают после ее распределения при температуре, при которой давление катка не превышает сопротивления сдвигу уплотняемого слоя при определенной дли-

тельности нагружения. Общее время охлаждения различных слоев смеси от 140–135 °С до 65–60 °С при определенных погодных условиях составит от 15 до 100 мин. В рамках этого времени необходимо выполнить весь объем работы по уплотнению.

При укладке смеси на всю ширину проезжей части на двухскатном профиле катки должны двигаться по уплотняемому покрытию от краев полосы к середине, а затем от середины к краям, перекрывая каждый след на 20–30 см. При устройстве покрытия с односкатным профилем уплотнение начинают с низовой стороны.

В процессе уплотнения необходимо соблюдать следующие правила:

1. Уплотнение следует производить в строгом соответствии с рекомендациями ТНПА.

2. Каток должен двигаться параллельно оси дороги со скоростью 2–3 км/ч, гладковальцовые катки – в статическом режиме, в вибрационном – 3–4 км/ч, катки комбинированного действия в статическом режиме – 3–4 км/ч, вибрационном – 5–6 км/ч, пневмоколесный – 6–11 км/ч.

3. На проезжей части с продольным уклоном более 30 ‰ уплотнение следует производить снизу вверх.

4. При первых проходах гладковальцовых катков во избежание волн и трещин ведущие вальцы должны быть впереди.

5. Во время уплотнения катки должны быть в непрерывном и равномерном движении.

6. Запрещается останавливать катки или резко менять направление движения на неуплотненном и неостывшем слое.

7. Проезд катка с одной полосы на другую должен осуществляться только на ранее уплотненной захватке.

8. Виброуплотнение следует проводить только в процессе движения катка.

Включать и отключать вибрацию необходимо за пределами уплотняемой полосы на двигающемся катке.

9. Перед уплотнением пневмошины и вальцы катков необходимо смачивать (водой, водным 1%-ным раствором отходов мыловаренной промышленности) и прогревать во избежание налипания на них смеси.

10. Для исключения образования волны каждый последующий след катка должен быть смещен в направлении уплотнения относительно предыдущего на величину, примерно равную диаметру вальца или пневмоколеса.

*Устройство цементобетонных покрытий.* По сравнению с асфальтовыми покрытиями цементобетонные покрытия более долговечны (на 20–30 лет), следовательно, сокращаются расходы на содержание и ремонт таких дорог; обладают большой прочностью; высокой шероховатостью, поэтому можно ехать на большой скорости во влажную погоду. Недостатком таких дорог является большое количество поперечных швов.

До начала работ по устройству цементобетонных покрытий на поверхность подготовленного основания в местах устройства швов расширения устанавливают каркасы из арматурной стали и крепят их к основанию металлическими штырями. В промежуток между каркасами помещают строго вертикально прокладки швов с установленными в них арматурными стержнями. К основанию прокладки крепят металлическими штырями, забиваемыми с обеих сторон доски.

Перед началом работ по устройству покрытия, основания или дополнительного элемента необходимо проверить: готовность подъездов для подачи бетонной смеси к месту укладки; готовность бетонного завода и машин к работе; наличие поверхностных и глубинных вибраторов для дополнительного уплотнения бетонной смеси около прокладок в зоне швов расширения, изготовления контрольных образцов и определения пористости (объема вовлеченного воздуха) бетонной смеси на месте укладки; наличие необходимых инструментов и приспособлений; наличие основных и вспомогательных материалов для своевременного и бесперебойного ухода за свежесделанным бетоном и защиты его от атмосферных воздействий.

Перед началом укладки бетонной смеси следует проверить правильность установки копирных струн и произвести увлажнение водой верхнего слоя или дополнительного слоя основания из несвязных материалов, не допуская его переувлажнения и образования луж.

При устройстве цементобетонных покрытий на основаниях из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, или на бетонных основаниях для предотвращения сращивания слоев поверхность основания рекомендуется обработать гидрофобизирующими составами или увлажнить водой и осуществить розлив 30 % битумной эмульсии с нормой розлива 1 л/м<sup>2</sup>. Укладку бетонной смеси следует начинать на следующие сутки после обработки поверхности основания.

Укладка бетонной смеси механизирована и производится распределителем бетонной смеси или бетоноукладчиком.

При использовании распределителя предварительное распределение производится на ширину от 0,15 до 0,2 м меньше, чем ширина устраи-

ваемого слоя. Бетонную смесь следует распределять равномерно по всей ширине слоя без пропусков с учетом припуска на уплотнение (определяется при пробном бетонировании). Технологический разрыв между распределителем смеси и бетоноукладчиком в зависимости от погодных условий должен составлять от 10 до 30 м.

Уплотнение бетонной смеси и предварительную отделку поверхности бетонного покрытия производят бетоноукладчиком.

В настоящее время для устройства дорожных и аэродромных цементобетонных покрытий широко используют комплект бетоноукладочных машин ДС-110, которые выполняют все работы по устройству покрытия: укладку, уплотнение и отделку готового слоя покрытия. Доставленная бетонная смесь разгружается из транспортных средств на основание перед бетоноукладчиком, которая распределяет ее по ширине проезжей части.

В процессе укладки бетонной смеси следует тщательно контролировать геометрические параметры, ровность поверхности и качество кромки свежееотформованного бетонного слоя.

В процессе бетонирования глубинные вибраторы должны быть полностью погружены в смесь.

При устройстве односкатных бетонных покрытий и виражей со стороны превышения необходимо создавать дополнительный припуск бетонной смеси.

При устройстве армированного сварной сеткой, устанавливаемой на подставках, бетонного покрытия на мостах и путепроводах глубинные вибраторы в процессе уплотнения бетонной смеси должны быть подняты на отметку от 5 до 7 см выше арматуры, но так, чтобы они постоянно находились в бетонной смеси.

Уплотнение производится вибробрусом, а отделка поверхности – специальной выравнивающей рейкой. После отделки покрытия приступают к работам по уходу за бетоном.

Цементобетонное покрытие устраивают одинаковой толщины по всей ширине проезжей части в один или два слоя. Толщина верхнего слоя в двухслойном покрытии должна быть не менее 6 см. Толщина слоя определяется расчетом с учетом категории дорог и должна быть для дорог I категории не менее 22 см, II категории – 20 см; III категории – 18 см.

В бетонном покрытии устраивают продольные и поперечные швы (сжатия и расширения), делящие покрытие на плиты определенной длины и ширины.

В конце рабочей смены или при длительных перерывах в бетонировании устраивают рабочие швы и при необходимости – швы расширения. Во всех швах, как правило, предусматривают штыревые соединения.

Расстояние между поперечными швами сжатия в зависимости от толщины устраиваемого покрытия  $h$ , см, не должно превышать:

– на устойчивом земляном полотне и на основаниях из бетона или из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, –  $25 h$ ;

– на земляном полотне с ожидаемыми неравномерными осадками, включая насыпи высотой более 3 м –  $22 h$ ;

– в местах перехода из выемок в высокие насыпи, в местах при-  
мыкания к искусственным сооружениям и пересечения дорог с по-  
крытиями (основаниями) из бетона, в покрытиях шириной не более  
6 м –  $20 h$ .

При устройстве контрольных швов через две плиты швы расшире-  
ния допускается устраивать через 10 плит.

Продольный шов устраивают при ширине покрытия, превышаю-  
щей  $23 h$ .

Для увеличения продольной устойчивости и улучшения совмест-  
ной работы плит покрытия, повышения его транспортно-эксплу-  
атационных характеристик поперечные швы сжатия рекомендуется  
устанавливать не перпендикулярно, а с наклоном к продольной оси по-  
крытия. В швах сжатия устраивают арматурные стержни (перед уклад-  
кой бетона или после прохода бетоноукладчика).

В случае допущения проектной документацией образования в пе-  
риод эксплуатации уступов между плитами в поперечных швах высо-  
той до 3 мм бетонные покрытия, устраиваемые бетоноукладчиками со  
скользящей опалубкой, на основаниях из бетона толщиной не менее  
16 см или на основаниях из материалов, укрепленных цементом, тол-  
щиной не менее 18 см допускается устраивать при температуре возду-  
ха во время бетонирования выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  без швов расширения, а швы  
сжатия не армировать.

Проектную толщину покрытия в этом случае увеличивают на 2 см.

Шов расширения рекомендуется устраивать только в конце рабочей  
смены перед рабочим швом.

Деформационные и температурные швы устраивают как в затвер-  
девшем, так и в свежееуложенном бетоне. При устройстве швов в све-  
жееуложенном бетоне мероприятия по уходу за бетоном следует начи-  
нать после завершения устройства швов.

1. *Устройство гравийных оснований и покрытий.* Гравийные основания и покрытия устраивают при наличии гравия, отвечающего требованиям оптимальной смеси с наибольшей крупностью зерен 20–40 мм. Целесообразность применения гравия определяется наличием в районе строительства достаточного количества гравийных месторождений. Гравийные оптимальные смеси могут быть взяты непосредственно из карьера или приготовлены в карьере (на дороге) путем отгροхотки круглых зерен или мелких частиц, добавки крупного дробленого материала и местных суглинков.

Гравийные основания и покрытия строят с поперечными профилями различных видов: серповидным при толщине слоя не более 15 см и полукорытным при толщине слоя более 15 см.

Технологическая последовательность устройства однослойного покрытия или основания включает: профилирование земляного полотна автогрейдером с приданием полотну поперечного уклона 10–20 ‰; улучшение грунтового основания; уплотнение основания катками на пневматических шинах; вывозка гравийного материала автомобилями-самосвалами; разравнивание и планирование автогрейдером (бульдозером); уплотнение с поливкой водой; окончательное профилирование; прикатка с поливкой водой.

При устройстве гравийного основания или покрытия в зимнее время земляное полотно должно быть подготовлено летом. Основание очищают от снега, льда, подвозят гравийный материал, разравнивают, профилируют и уплотняют до замерзания.

Признаком окончания укатки может служить: отсутствие следа при движении катка; полное прекращение движения волны перед вальцом катка.

Для ускорения уплотнения и повышения несущей способности гравийного основания или покрытия, содержащего более 50 % очень окатанных зерен, вводят добавки щебня (в том числе из гравия) в количестве 20–30 % по массе.

Более объективным показателем степени уплотнения является плотность и пустотность.

При приемке выполненных работ допускаются в отдельных местах следующие отклонения от проекта: ширина  $\pm 10$  см; отклонение толщины в сторону уменьшения – 10 %; ровность, измеряется трехметровой рейкой в поперечном направлении – 1,5 см, в продольном – 2 см; уклон поперечного профиля  $\pm 0,05$  %.

2. *Устройство щебеночных оснований и покрытий.* Щебеночное основание и покрытие часто устраивают на песчаном подстилающем слое, которое должно быть тщательно спланировано и уплотнено. Перед укладкой щебня подстилающий слой увлажняют. Расход воды составляет около 5 % от массы щебня.

Надлежащее качество щебеночного основания или покрытия может быть достигнуто при условии применения каменных материалов, обладающих хорошей цементирующей способностью, качественного уплотнения.

Толщина конструктивного слоя щебеночного основания или покрытия колеблется в зависимости от характера и интенсивности движения и составляет от 12–14 до 25–30 см.

Технологическая последовательность работ при устройстве покрытия из фракционированного щебня приведена ниже.

1. Вывозка щебня фракции 40–70 мм из расчета около 70 % от общей потребности.

2. Разравнивание щебня бульдозером или автогрейдером.

3. Прикатка щебня легким или средним катком в зависимости от прочности щебня.

4. Вывозка щебня фракции 15–25 мм из расчета около 70 % от общей потребности.

5. Распределение щебня щебнераспределителем.

6. Уплотнение щебня средним или тяжелым катком с поливом водой.

7. Вывозка и распределение щебня фракции 5–10 мм из расчета около 10 %.

8. Уплотнение щебня тяжелым катком с поливкой водой.

Признаками окончания уплотнения могут служить: отсутствие следа от катка и подвижности щебенки, исчезновение волны, раздавливание щебенки, брошенной под валец катка, тогда как при недостаточном уплотнении происходит вдавливание в кору брошенной под каток щебенки.

### **3.1.4. Контроль качества при строительстве дорог**

*Контроль геометрических параметров земляного полотна.* Строительство земляного полотна сопровождают определением фактического планового и высотного положения его осей и бровок, а также крутизны откосов относительно их проектных геометрических параметров.

Правильность расположения земляного полотна в плане и профиле обеспечивают полнотой и точностью разбивочных работ, выполняемых по знакам выноски проекта на местность и реперам с помощью геодезических инструментов. Для контроля высотных отметок земляного полотна также можно использовать лазерный измерительный прибор ПИЛ-1. Его применение позволяет повысить точность измерений (погрешность не более  $\pm 1$  мм) и увеличить производительность труда геодезистов в 1,5–2 раза, а также дает возможность проводить работы в условиях недостаточной освещенности.

Проверку крутизны откосов выполняют с помощью переносных лекал-шаблонов.

Известны ускоренные способы контроля крутизны откосов. Для оперативного контроля качества планировки откосов и определения высоты земляного полотна Н. А. Михайленко предложил способ, позволяющий заменить эклиметром и рейкой – шаблоны и геодезические инструменты (теодолиты, нивелиры). При проверке этих параметров к уложенной на откос рейке длиной 3–4 м прикладывают эклиметр и изменяют угол наклона  $\alpha$ . По делениям на рейке определяют наклонное расстояние  $l$ . Высота насыпи у бровки земляного полотна (или глубина выемки)  $h$  определяется по формуле

$$h = l \cdot \sin \alpha. \quad (3.1)$$

С помощью рейки одновременно выявляют неровности на поверхности откосов и устанавливают маяки для срезки или подсыпки грунта.

При контроле ведут журнал, в который записывают дату проверки, проектные, фактические параметры земляного полотна и их отклонения, объемы выполненных работ, а также выводы и предложения по оценке качества данных работ. По результатам контроля составляют исполнительную схему земляного полотна. Руководитель строительного подразделения (мастер, производитель работ) на основе этой схемы и данных журнала в случае допустимых отклонений дает разрешение на производство последующих работ, при значительных отклонениях дает указания и назначает срок на их устранение до начала последующих работ. Результаты контроля используют для выявления отклонений фактического объема земляных работ от проектного.

В случае выполнения земляных работ дорожными машинами (автогрейдерами, профилировщиками) со следящей системой управления, обеспечивающей их высотное положение и автоматическое движение

по заданному курсу, осуществляют контроль качества установки копирных струн на всех этапах этого процесса.

При выполнении геодезических измерений не допускают установку теодолитов, нивелиров и других приборов в местах разработки грунтов экскаватором, на крутых откосах насыпей и выемок, на расстоянии не менее 1 м от бровки земляного полотна, работу на крутых поворотах без установки сигнальных постов и специальных предупредительных знаков.

*Учет и приемка земляных работ и земляного полотна.* Без приемки земляного полотна с оформлением соответствующего акта не допускают работы по строительству конструктивных слоев дорожной одежды. Дефекты и нарушения, выявленные во время технологических перерывов, к моменту сдачи должны быть устранены. До сдачи земляного полотна проводят промежуточную приемку водоотвода, дренажей, подпорных стенок, противооползневых и противоналедных сооружений. При этом работы по строительству дренажей принимают по мере готовности отдельных элементов как скрытые работы (продольный дренаж подлежит отдельной промежуточной приемке). Приемку с составлением актов освидетельствования скрытых работ производят после снятия мохового или дернового слоя, выгорфовывания, корчевки пней, замены грунтов или осушения основания земляного полотна, установки копирных струн перед профилированием его поверхности.

Во время приемки земляного полотна проверяют его геометрические размеры, расположение в плане и продольном профиле, крутизну и укрепление откосов, качество уплотнения грунта, правильность расположения и оформления резервов, берм, нагорных канав. Грунтовые карьеры, резервы и отвалы предъявляют к сдаче в рекультивированном виде.

Ширину земляного полотна и крутизну откосов проверяют не менее чем в трех местах на каждом километре дороги, а также в местах, вызывающих сомнение при осмотре. Положение земляного полотна в плане проверяют, измеряя отдельные углы поворота и прямые между ними, а также выполняя контрольную проверку разбивки кривых. Отметки продольного профиля земляного полотна проверяют нивелированием на всех пикетах и в точках изменения проектных уклонов. При этом проверяют отметки оси дороги, бровок и дна водоотводных сооружений.

Качество грунта земляного полотна и степень его уплотнения проверяют по документации выполненных этапов производственного контроля и результатам лабораторных испытаний. Особое внимание уде-

ляют местам засыпки труб и подходам к мостам. Контрольную проверку производят не менее чем в трех местах на каждом километре дороги и дополнительно над трубами и конусами мостов не менее чем на 1/3 общего их числа. При изменении вида грунтов по высоте земляного полотна назначают дополнительные испытания на соответствующей глубине.

Допустимые отклонения параметров основных конструктивных элементов земляного полотна и установленные правилами коэффициенты значимости  $\alpha_i$  позволяют оценивать качество отдельных видов работ по средневзвешенной величине оценок основных качественных параметров. Степень соответствия параметров требованиям проекта, нормативных документов может быть оценена на «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

Общую оценку качества земляного полотна устанавливают как средневзвешенную величину из балльных оценок следующих видов работ: подготовки основания земляного полотна; возведение насыпей и разработки выемок; обеспечения водоотвода; укрепительных работ.

При возведении земляного полотна обычным комплектом машин допускают средний просвет под трехметровой рейкой не более 10 мм и при работе машин со следящей системой – 5 мм.

## **3.2. Особенности технологии строительного производства в условиях реконструкции**

### **3.2.1. Общие положения**

При реконструкции сокращаются сроки создания и освоения новых мощностей, в несколько раз снижаются капитальные вложения на единицу добавочной мощности, отсутствует характерная для нового производства проблема кадров и т. д.

Организационно-технические решения реконструкции зданий и сооружений значительно отличаются от принимаемых при строительстве новых. Из особенностей работ, связанных с подготовкой к реконструкции и проводимых в условиях действующего или частично остановленного производства, следует выделить следующие: размещение и работа строительных машин осуществляется в стесненных условиях; затрудненный въезд машин на рабочее место и переезд к новым местам, необходимость устройства дополнительных проездов, рельсовых путей и т. д.; меньшие объемы работ, выполняемых на одном рабочем месте, более частая перемена рабочих мест; выполнение работ, редко

или совсем не встречающихся при строительстве новых объектов; ограничение в динамических воздействиях; в ряде случаев большие одновременные затраты (устройство проемов в стенах, временных проездных мостов при прокладке коммуникаций открытым способом через автодороги, быстро собирающихся и разбирающихся инвентарных укрытий для оборудования, перегородок для защиты от пыли участков производства вблизи мест реконструкции, усиление перекрытий подземных сооружений и др.).

Возможности применения того или иного способа производства работ, использования парка существующих машин и механизмов диктуются условиями реконструкции (с остановкой или без остановки производства), архитектурно-конструктивными особенностями здания и т. д.

Средства механизации, используемые для работы в стесненных условиях, должны обладать: малыми массами и габаритами, мобильностью, универсальностью, ограниченными динамическими воздействиями; ограничителями. Монтажные краны и экскаваторы должны иметь ограничители углов поворота и высоты подъема стрелы. Краны, кроме того, следует оснащать ограничителями массы поднимаемых грузов (при отрыве бетонных конструкций от цементно-песчаной постели и других работах, связанных с подъемом грузов с неопределенной массой).

### **3.2.2. 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, обеспечи-

вающая 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 трамбующие 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 пробурива-

ют 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 иглофильтры) 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 электрозакреплением грунтов.

### **3.2.3. Разборка и ликвидация зданий и сооружений**

В зависимости от применяемого инструмента и средств механизации различают следующие способы разборки и разрушения строительных конструкций и монолитных массивов: немеханизированный (ручной), полумеханизированный, механизированный и специальные.

*Немеханизированный способ* разборки или разрушения наиболее трудоемкий и тяжелый. При этом способе используют ручной инструмент (ломы, кирки, зубила, кувалды и т. д.), а также различные простейшие приспособления. Его следует применять при небольших объемах работ, а также в тех случаях, когда все остальные способы по тем или иным причинам не могут быть использованы.

*Полумеханизированный способ* основан на применении пневматических, гидравлических и электрических ручных машин. Это могут быть ломы-лопаты, пневматические бетоноломы, отбойные молотки. Полумеханизированный способ включает также обрушение конструкций с помощью ручных лебедок и домкратов, разрушение гидроклиньями.

Гидроклинья в количестве до 6 штук подключают к насосной станции. Рабочий наконечник гидроклина вставляют в заранее подготовленное отверстие диаметром 48 мм, и при включении гидроцилиндра

раскалывающее усилие гидроклина достигает 150 т. С помощью гидроклинёв можно разрывать монолит «в строчку» как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях, т. е. отрывать заданные по размеру и массе части конструкций.

Для резки арматуры используют газо- и электрорезательные установки и ручные ножницы с электроприводом.

Для пневмоинструмента необходим компрессор большой мощности. Гидравлический инструмент приводится в действие насосными станциями с электрическим приводом или бензиновым двигателем. В этом отношении практичнее электроинструменты.

Полумеханизированный способ простой и доступный, поэтому находит широкое применение в практике строительства, но также считается трудоемким и дорогим, производство работ этим способом в основном связано с большим пылевыведением и шумом, вибрационным воздействием на рабочих. Поэтому при реконструкции в условиях действующего производства его применение ограничено.

*Механизированный способ* разборки строительных конструкций основан на выполнении работ с помощью машин и механизмов: тракторов и бульдозеров с навешенными пневмо- и гидромолотами, экскаваторов, скалоломов, машин для резания конструкций из бетона и железобетона алмазным абразивным и твердосплавным инструментом и др.

Крушитель, дробитель, разрушитель, раскалыватель, рассекатель – зарубежные названия новых строительных машин. По сути эти машины – строительные манипуляторы на экскаваторной базе (гидромолоты или режущие рабочие органы вращательного действия, например навесные фрезы с высокопрочными режущими элементами, рабочие органы рычажного типа – «зубья крокодила» и др.). Гидравлические экскаваторы, оснащенные набором специального сменного рабочего оборудования, выполняют все основные технологические операции по разрушению, разделению, перемещению и погрузке строительных конструкций зданий и сооружений, убираемых в процессе реконструкции. Однако применение такого оборудования сопряжено с высокой энергоемкостью процесса, снижением срока службы базовых машин. Челюстной захват позволяет перекусывать стержни арматуры, другие металлические элементы, развивая при этом усилие до 600–800 кН (60–80 т).

Эффективен метод разрушения и дробления крупных глыб ударными нагрузками с использованием специального оборудования (шарбабы) массой до 3 т, которое подвешивается при помощи стального

троса к стреле самоходного крана или экскаватора. Недостатком этого метода является то, что в результате больших динамических нагрузок происходит быстрое изнашивание механизма и несущих узлов машины.

Обрушение стен и других конструкций может также производиться с помощью тракторов или лебедок, к которым одним концом прикрепляют трос диаметром 19–25 мм и длиной не менее двух высот стены. Другой конец троса крепят к конструкции. Натяжение троса вызывает обрушение стены. Предварительно делают рассечку конструкций по вертикали и подрубку низа стены. Очень опасным моментом является прикрепление троса, что требует особых мер предосторожности и обычно выполняется с использованием выдвижных лестниц или автовышек. Если тяговой машиной служит бульдозер, то им же подгребают обрушенные обломки к экскаватору.

При механизированном способе разборки кирпичных зданий объем годного для вторичного использования кирпича составляет примерно 40–50 % общего объема разбираемой кладки, что больше, чем при разборке другими методами.

*Специальные способы* разрушения зданий, сооружений и их конструкций: взрывной, термический и др.

Взрывным способом здания, сооружения, отдельные конструктивные элементы могут быть подорваны таким образом, чтобы они обрушились на свое основание или упали в определенном, заранее выбранном направлении без повреждения находящихся рядом строений. Обычно используются малые заряды, размещаемые в шпурах, с забивкой их песком или грунтом. Применение накладных зарядов допускается лишь в исключительных случаях, когда выделка шпуров сопряжена с опасностью из-за крена, трещин и повреждений подготовляемых к взрыву конструкций или сооружений, а ручная разборка или валка механическим способом невозможна.

При обрушении несколькими последовательными взрывами назначается такая очередность взрывания, чтобы обрушенные конструкции стен не мешали дальнейшим взрывным работам. Для облегчения разборки подрываемого здания крыша, перекрытия, дверные и оконные блоки, внутренние перегородки и печи должны быть заранее разобраны и удалены. Заряды в стенах размещают на уровне подоконников, а в глухих стенах – не менее чем на 0,5 м над уровнем земли. В качестве взрывчатого вещества, как правило, применяют аммониты, которые нечувствительны к ударам, трению, пламени; в исключительных слу-

чаях – тол и другие взрывчатые вещества нормальной мощности. Аммониты боятся увлажнения, ослабляющего силу взрыва, и поэтому должны заключаться в шпуры в патронированном виде.

Взрывной метод из-за длительных технологических перерывов, взрывной волны, осколков, больших шумовых нагрузок и образования пыли находит незначительное применение при реконструкции.

Термический способ основан на использовании газового потока («кислородное копьё») или высокотемпературного факела, который образуется при сгорании мелкодисперсной смеси железного и алюминиевого порошков (термитной смеси) в кислородно-ацетиленовой струе. Таким способом можно прожигать отверстия и делать разрезы в бетоне при толщине конструкции до 80 см. Этот метод резания бесшумен и не образует пыль.

«Кислородное копьё» может быть использовано и для резки бетона под водой. Недостаток устройства – большой расход материалов (стальных труб, прутков и кислорода).

Резку бетона осуществляют также электрической дугой, вводя в расплавленный бетон добавку, содержащую металл. В этом случае бетонная конструкция становится одним из электродов. Второй электрод погружают в расплав, как нож в масло. При этом температура достигает 4000 °С. Могут быть использованы и два графитовых электрода. Чтобы между такими электродами возникла дуга, их разводят на расстояние 0,5–1 см.

При работе установок для электродуговой резки бетона, позволяющих резать бетон толщиной до 1000 мм, требуется обеспечить принудительную вентиляцию рабочего места и мероприятия по технике безопасности, аналогичные проводимым при сварочных работах. В закрытых помещениях без проветривания эти установки использовать нельзя, так как образуется много дыма и копоти. Также это относится и к помещениям с повышенной взрыво- и пожароопасностью, действующим производствам.

Для разрушения конструкций применяют также специальные составы, заливаемые в шпуры, которые расширяются при твердении, или известь, засыпаемую в пробуренное отверстие, а затем заливаемую водой. Напряжения, возникающие внутри разрушаемого элемента, вызывают растрескивание монолита. Такое разрушение отвечает требованиям охраны окружающей среды, бесшумно, не требует специальных механизмов и может быть осуществлено неквалифицированными рабочими.

### 3.2.4. Бетонные и железобетонные работы

Почти 30 % монолитного бетона и железобетона, применяемого в строительстве, используется при реконструкции и техническом перевооружении промышленных предприятий и жилого фонда. Это обусловлено тем, что из монолитного бетона и железобетона сравнительно легко возводить в стесненных условиях разнообразные, в том числе сложные пространственные конструкции.

Процесс бетонирования монолитных конструкций в условиях реконструкции характеризуется значительными трудозатратами, которые в 1,5–2 раза превышают нормативные.

Бетонные работы в основном должны производиться бескрановыми методами с помощью бетононасосов и автобетононасосов с распределительными стрелами. Это наиболее гибкая технологическая схема, обеспечивающая подачу и распределение бетонных смесей в стесненных условиях на различные рабочие уровни. В условиях реконструкции также используются контейнеры для доставки бетонной смеси, передвижные бетоносмесительные установки малой производительности, инвентарная оснастка для интенсификации твердения бетона, для бурения, сверления, фрезерования бетона, электрокары для перевозки бетонной смеси на этажах многоэтажных зданий.

Работы по возведению фундаментов и их усилению выполняются с использованием буронабивных свай, бурения шпуров в бетоне и железобетоне, обмурования для вдавливания свай.

В зависимости от того, насколько возрастет нагрузка вследствие реконструкции или надстройки здания, усиление фундаментов может быть сплошным или местным.

Находит применение инъекция бетонной смеси под основание фундамента с двух сторон, в тело фундамента при сильном износе кладки, в швы при небольшом износе, устраиваются буроинъекционные сваи, проходящие через тело фундамента в основание, или бетонная рубашка.

Бетонная рубашка может быть выполнена тремя способами: в кладку через 0,5 м заделываются анкерные штыри, к которым прикрепляется арматурная сетка, затем создается рубашка; фундамент усиливается столбами-пилястрами, между которыми устраивается рубашка; ленточный фундамент заменяется столбовым. Между столбами с двух сторон от оси стены устраиваются рандбалки.

### 3.2.5. 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 комплексе строительных машин.

Демонтаж может быть выполнен поэтапно 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 клад-

ки 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. Наращивание 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.

### **3.2.6. 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 устраи-

вают 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 растворо-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 свай.

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

сваях соответствует числу сопл 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: отсутствие 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.

## **Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ**

### **4.1. Технология строительства наружных трубопроводов**

#### **4.1.1. 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 однокоршковые 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, плавунных, 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, кранов-трубоукладчиков 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 (ломики, рычаги, центраторы), и сразу выполняют соединение и герметизацию. Наи-

большее 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 пряжами 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.

#### **4.1.2. 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. Приямки 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 ( $1 \text{ кгс/см}^2$ ) необходимо устраивать искусственные основания – бетонные или железобетонные, сборные ленточные, 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  $120^\circ$ , выдерживают нагрузку на 30–40 % боль-

шую, чем трубы, уложенные на плоское основание. При укладке труб на искусственное бетонное основание с углом охвата  $120^\circ$  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, обеспечивающих 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 пльвунах, 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 лотка 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 проморожен.

#### **4.1.3. Технология монтажа трубопроводов**

*Монтаж трубопроводов из полимерных (пластмассовых) труб.* Для прокладки трубопроводов системы водоснабжения и канализации используют преимущественно трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД), высокого давления (ПВД) и из поливинилхлорида (ПВХ), причем для целей водоснабжения применяют полиэтиленовые трубы.

*Типы соединений пластмассовых труб и способы их устройства.* При прокладке наружных водопроводов из ПНД и ПВД основным способом соединения труб является их сварка нагревательным инструментом встык. При устройстве самотечных трубопроводов канализации трубы из ПНД соединяются таким же способом.

Трубы из ПВХ соединяются в основном на клею врасруб. Однако учитывая, что требуется тщательная очистка склеиваемых поверхностей и аккуратное нанесение клея, не допускаются деформации стыков, наблюдается воздействие клея на долговременную прочность ПВХ, а в процессе работ выделяются вредные вещества. В последнее время для соединения труб из ПВХ широко используются раструбные соединения, уплотняемые резиновыми манжетами различного профиля, а также кольца круглого сечения. В этом случае трубы выпускаются с раструбами, имеющими внутри кольцевые пазы. Для присоединения пластмассовых труб к металлическим применяются преимущественно фланцевые соединения. В местах прохода канализационных труб из ПВХ через стенки колодцев в качестве гильз используются соединительные муфты с одним резиновым кольцом.

Сварка полиэтиленовых труб, чаще всего контактная, осуществляется встык (стыковая), в расруб с литыми фасонными частями и в формовочный расруб (раструбная сварка). При сварке труб особо следует обращать внимание на наружный диаметр труб и их эллипсность (овальность). При стыковой сварке максимальное несоответствие

кромки не должно превышать 10 % толщины стенки. Концы труб при растровой сварке должны иметь наружную фаску под углом 45°.

Контактная сварка труб осуществляется в такой последовательности: установка и центрирование труб в зажимном центрирующем приспособлении; торцовка труб и обезжиривание торцов; нагрев и оплавление свариваемых поверхностей; удаление сварочного нагревателя; соединение разогретых свариваемых торцов труб под давлением (осадка); охлаждение сварного шва под осевой нагрузкой. Для получения прочных и качественных стыков труб необходимо строго соблюдать основные параметры сварки – температуру и продолжительность нагрева, глубину оплавления, контактное давление при оплавлении и осадке.

Склеивание поливинилхлоридных (винилпластовых) труб осуществляется в основном в растроб.

*Процесс склеивания труб и соединительных частей из ПВХ* состоит из подготовки концов труб и растробов под склеивание, склеивание и отверждение соединений. Склеиваемые поверхности труб и растробов обезжиривают метиленхлоридом. После этого клей наносят тонким слоем на растроб и толстым – на конец трубы. Склеивать трубы и фасонные части можно при температуре наружного воздуха не ниже 5 °С. Склеенные стыки в течение 5 мин не должны подвергаться никаким механическим воздействиям. Склеенные плети и узлы перед монтажом должны выдерживаться не менее 24 ч после склеивания.

*Соединение труб из ПВХ на растробах с резиновыми кольцами.* Напорные растровые трубы в траншее соединяют в следующем порядке: очищают от грязи и масел гладкий конец и растроб соединяемых труб; на гладком конце карандашом или мелом размечают глубину вдвигания его в растроб; в паз растроба вставляют резиновое кольцо, смазывают его и гладкий конец жидким мылом, после чего вдвигают его в растроб до отметки.

При соединении безнапорных канализационных труб из ПВХ наряду с растробом применяют муфты. Технология их соединения с использованием резиновых колец аналогична вышеописанной. Для сборки растровых соединений напорных и канализационных труб применяют натяжные приспособления.

*Оборудование для сварки и монтаж пластмассовых трубопроводов.* Для сварки труб из полиэтилена разработаны и выпускаются передвижные установки и монтажные приспособления.

Укладка пластмассовых трубопроводов в траншею выполняется по двум основным схемам организации сварочно-монтажных работ – ба-

зовой и трассовой. При базовой схеме сварку труб выполняют вблизи объектного их склада с предварительным соединением труб в секции длиной до 18–24 м и более, которые доставляют на трассу и там их спаривают в плети или непрерывную нитку для укладки в траншею. При трассовой схеме трубы раскладывают вдоль траншеи и сваривают с применением передвижных сварочных установок в непрерывную нитку методом наращивания.

*Укладка трубопроводов отдельными трубами.* Перед укладкой трубы тщательно осматривают и отбраковывают. Количество раскладываемых вдоль траншеи труб зависит от достигнутой сменной выработки. Трубы на берме траншеи часто сваривают в секции или плети, которые затем опускают в траншею на мягких полотенцах. Однако в производственных условиях, особенно в зимний период, монтаж трубопроводов ведут из отдельных труб и соединяют их в траншее склеиванием их на резиновых кольцах методом наращивания.

Укладка звеньями (секциями) и плетями позволяет значительно сократить количество сварных стыков на трассе, повысить производительность труда, темпы прокладки трубопровода и качество работ.

Секции доставляют на трассу и раскладывают вдоль траншеи.

Плеть в траншею опускают вручную (при небольшом диаметре труб) или с помощью кранов. Укладывать плеть в траншею допускается не ранее, чем через 2 ч после сварки последнего стыка. Опускают ее в траншею плавно с помощью пеньковых канатов, мягких полотенец или ремней, располагаемых на расстоянии 5–10 м друг от друга, не допуская резких перегибов плети. Сбрасывать сварные плети на дно траншеи не допускается.

Прокладка пластмассовых трубопроводов больших диаметров (до 1000 мм и более) производится способом протягивания плети по дну траншеи или опускания подвешенных к крану труб. Каждый из этих способов имеет свои особенности и область применения. Способом протягивания чаще всего укладывают полиэтиленовые трубопроводы в сухих грунтовых условиях. При этом сварочную установку стационарного типа и направляющие размещают в траншее, после чего трубу последовательно соединяют в непрерывную нитку. Отторцованные трубы спускают в траншею и укладывают на зажимы сварочной установки, затем их сваривают, после чего трубопровод протягивают вперед лебедкой или другими механизмами.

*Монтаж бетонных и железобетонных трубопроводов.* Бетонные и железобетонные трубы укладывают на естественное или искусственное основание. Стыки напорных труб (раструбные или муфтовые) за-

дельяют резиновыми уплотнительными кольцами, а безнапорных (раструбные или фальцевые) – смоляной или битумизированной прядью, асбестоцементным или цементным замком, а также асфальтовой мастикой. Перед укладкой труб в траншею их так же, как и муфты, в ходе приемки подвергают наружному осмотру для выявления дефектов и проверки размеров.

Бетонные и железобетонные трубы раскладывают вдоль траншей различными способами (перпендикулярно к траншее, под углом и др.), выбор которых зависит от типа и грузоподъемности применяемых монтажных кранов.

*Монтаж напорных трубопроводов.* Напорные трубопроводы монтируют из раструбных и гладких железобетонных напорных труб на муфтовых соединениях, что вносит разнообразие в технологию работ по их прокладке.

Монтаж трубопроводов из раструбных труб ведут в такой последовательности: доставка труб и раскладка их вдоль траншеи, подача их на место укладки, подготовка конца трубы и установка на него резинового кольца; введение его вместе с кольцом в раструб ранее уложенной трубы; придание уложенной трубе проектного положения; окончательная заделка стыка; предварительное испытание готового незасыпанного участка трубопровода (при трубах больших диаметров только стыковых соединений); засыпка этого участка; окончательное его испытание.

Монтаж труб ведут стреловыми кранами, причем трубы с бермы траншеи подают раструбами вперед по ходу монтажа и обязательно против течения жидкости. Перед укладкой первой трубы в начале трассы устанавливают бетонный упор, обеспечивающий устойчивое положение первым двум-трем трубам при их соединении в раструб. При укладке трубы вначале по шаблону отмечают на ее гладком конце глубину заводки его в раструб уложенной трубы. Установив кран посередине укладываемой трубы и застропив ее полуавтоматическим захватом, с помощью стропов либо траверсы трубу подают в траншею.

На высоте 0,5 м от ее дна опускание трубы приостанавливают и на гладкий конец ее надевают резиновое кольцо, после чего заводят ее в раструб ранее уложенной трубы и опускают на подготовленное основание. При этом особое внимание уделяют центрированию втулочного конца вводимой трубы с резиновым кольцом относительно заходной фаски раструба ранее уложенной трубы.

Для выверки положения укладываемой трубы на ее лоток опирают ходовую визирку и затем следят, чтобы верх этой визирки находился

на общей линии визирования с двумя неподвижными визирками на обносках. После выверки трубы по вертикали с нее снимают захват, освобождают кран для монтажа следующей трубы и приступают к выверке положения трубы в плане. С этой целью устанавливают по отвесу инвентарные вешки: одну из них на конец укладываемой трубы, а другую – на ранее уложенную. По установленной неподвижной вешке проверяют правильность укладки трубы в плане. При необходимости ее смещают в нужную сторону.

В заключение с помощью натяжного приспособления вводят гладкий конец трубы в раструб ранее уложенной, следя при этом за равномерностью закатывания резинового кольца в раструбную щель. При этом нельзя допускать, чтобы торец втулочного конца был задвинут в раструб до полного упора; между ними должен быть оставлен зазор (для чего и делается разметка), причем для труб диаметром до 1000 мм – величиной 15 мм, а для труб больших диаметров – 20 мм. Соединив трубы, снимают натяжное приспособление и подбивают трубу с боков грунтом на высоту 1/4 ее диаметра с послынным его уплотнением ручными трамбовками.

При монтаже трубопроводов из раструбных железобетонных труб наиболее трудоемкой операцией является введение втулочного конца трубы с резиновым кольцом в раструб ранее уложенной. Для облегчения ее применяют различные приспособления, устройства и механизмы (двух-трехтросовые наружные натяжные приспособления, реечные и гидравлические домкраты, внутренние натяжные приспособления, рычажные и шестеренчатые лебедки, бульдозеры и экскаваторы).

*При выборе способа монтажа труб* учитывают наличие необходимого оборудования и механизмов, а также условия строительства трубопровода. Монтаж труб с помощью бульдозера может производиться, если бульдозер используется при планировке (зачистке) дна траншеи, т. е. когда совмещаются эти две операции. Монтаж труб диаметром 1000–1200 мм в траншеях шириной по дну 2,2 м осуществляют с помощью бульдозера.

Монтаж трубопровода с помощью ковша экскаватора ведут при прокладке труб в водонасыщенных грунтах или в стесненных городских условиях строительства, когда траншею отрывают по мере прокладки труб, и экскаватор, расположенный рядом, используется для их монтажа поворотом ковша.

Применяемые средства механизации монтажа железобетонных и бетонных трубопроводов зависят в основном от типа стыкового соединения и диаметра труб. Тип стыкового соединения определяет тех-

нические требования к монтажному оборудованию, а диаметр труб и размеры траншеи – возможные схемы размещения монтажного оборудования и вытекающие отсюда технологической схемы (ТС) производства монтажных работ.

Технические требования к оборудованию для монтажа труб на резиновых уплотнительных кольцах: обеспечение соосности труб и создание необходимого осевого усилия для их стыковки. При монтаже труб с раструбно-винтовым соединением дополнительно нужно обеспечить завинчивание укладываемой трубы в ранее уложенную. Для монтажа труб с зачеканкой стыковых соединений следует обеспечить механизированное уплотнение волокнистых материалов в раструбной щели.

Монтаж бетонных и железобетонных труб в настоящее время ведут в основном по двум технологическим схемам:

ТС-1 – применяют навесное оборудование к крану-трубоукладчику для выполнения всех операций: захвата трубы на берме и ее спуска на дно траншеи, центровки укладываемой трубы к уложенному участку трубопровода и стыковки труб;

ТС-2 предусматривает выполнение центровочных и стыковочных операций перемещающейся по дну траншеи базовой машиной с соответствующим оборудованием.

Каждая из этих схем имеет свои области применения, обусловленные длиной и диаметром труб и шириной траншеи.

Существующие методы монтажа железобетонных труб, особенно больших диаметров (1000, 1200 мм) не обеспечивают точной соосности при монтаже укладываемой и ранее уложенной трубы.

#### **4.1.4. 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 поверка за-

данного 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.

#### **4.1.5. Контроль качества при строительстве трубопроводов**

Магистральные и распределительные трубопроводы систем водоснабжения часто работают при значительных напряжениях, возникающих в стенках труб из-за внутренних давлений. Поэтому любые дефекты в стыках или в теле труб представляют большую опасность. Надежность работы трубопроводов обеспечивается высоким качеством строительных работ. Качество строительства определяется степенью соответствия проложенного водопровода требованиям проекта, стандартам, техническим условиям и другим ТНПА. Для их соблюдения организуют контроль качества применяемых материалов, изделий, конструкций, а также контроль соблюдения технологии строительно-монтажных работ.

Качество материалов и изделий проверяют в подготовительный период строительства трубопровода в лабораториях и на трубозаготовительных предприятиях, сопоставляя данные сертификатов поставщиков с требованиями ТНПА и проекта, а при отсутствии сертификатов – лабораторными испытаниями.

Качество строительно-монтажных работ определяют путем систематического контроля качества каждой операции: соединения труб (сборки и уплотнения стыков, наложения сварных швов и т. п.), их изоляции и укладки, соблюдения проектных уклонов и др. Применяют три вида контроля: текущий, периодический и приемочный (по окончании работ). Важнейшим из них является текущий, который может быть сплошным (пооперационным) и выборочным. Применяемые при этом методы контроля качества могут быть визуальными (осмотр выполненных работ), инструментальными (с применением инструментов и приборов) и лабораторными, требующими испытания взятых проб.

При монтаже стальных водоводов самыми ответственными операциями являются сварочные и изоляционно-укладочные. От качества сборки и сварки стыков в основном зависит эксплуатационная надежность трубопроводов, поскольку большинство аварий происходит

вследствие разрывов стыков, а не самих труб. Контроль качества сварочно-монтажных работ обычно начинают с проверки условий выгрузки, перевозки и складирования труб, чтобы исключить при этом их повреждение. Затем производят пооперационный контроль по текущей проверке соблюдения установленной технологии производственного процесса. Причем вначале на трубосварочной базе и в последующем при потолочной сварке на трассе проверяют качество (состояние) труб и применяемых материалов, а потом качество сборки и сварки стыков. В заключение производят внешний осмотр сварных стыков и проверяют исправление выявленных дефектов. Пооперационным контролем определяют внешние дефекты сборки и сварки труб, а прочность сварных соединений или наличие внутренних дефектов проверяют механическими и физическими методами контроля. Окончательную проверку прочности и герметичности (водонепроницаемости) трубопроводов производят приемочными гидравлическими и пневматическими испытаниями. Качество изоляционных покрытий трубопроводов проверяют по мере их нанесения перед и после укладки трубопроводов в траншею. Выявленные дефекты и повреждения должны быть исправлены.

При монтаже водоводов из отдельных труб (железобетонных, асбестоцементных и др.) очень важно обеспечить требуемое качество устройства (заделки) стыков между ними. Для обеспечения водонепроницаемости стыков соединений нельзя допускать эллипсности гладких концов труб, раструбов и муфт, а также плохого качества поверхности труб. Следует добиваться обжатия резинового кольца в щели раструбных и муфтовых соединений на 40–50 % толщины его поперечного сечения. Для заделки стыков следует применять качественные резиновые кольца, у которых удельная остаточная деформация при испытании на старение и морозоустойчивость не превышает 45 %, а гладкая, без трещин, пузырей и посторонних включений поверхность не имеет выступов и углублений размером более 1 мм.

## **4.2. Технология строительства водопроводных и канализационных сооружений**

### **4.2.1. Технология строительства заглубленных сооружений и их частей**

*Технология возведения емкостных сооружений систем водоснабжения и водоотведения (резервуары, отстойники, песколовки, аэротенки, метантенки). Для строительства таких сооружений широко исполь-*

зуются 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. 4.1, *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. 4.1, *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.

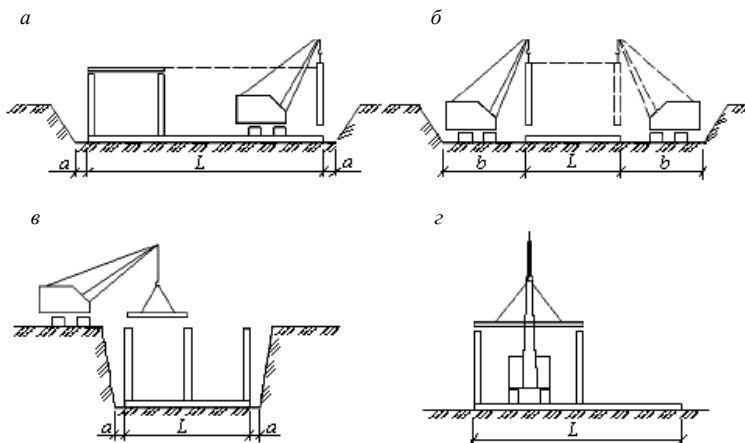


Рис. 4.1. Схема монтажа конструкций сооружения самоходным краном

При ширине сооружения менее 10–15 м кран может перемещаться поверху с одной или обеих сторон сооружения (рис. 4.1, 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 раздельным 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. 4.2).

*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).

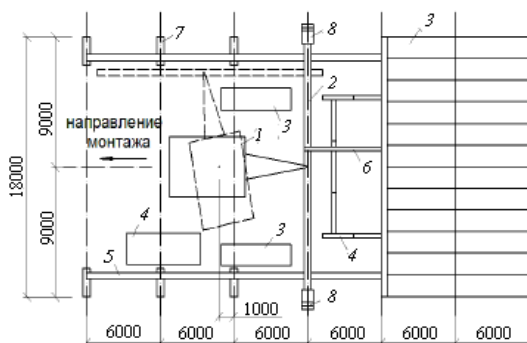


Рис. 4.2. Схема монтажа здания фильтров водоочистной станции: 1 – кран; 2 – стропильная ферма; 3 – плиты покрытия; 4 – стеновые панели фильтра; 5 – подкрановая балка; 6 – распорка; 7 – колонна; 8 – лестница приставная

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.

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 композиционным 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. 4.3); 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. 4.4). Толщина подкладок около 20 см, длина 2–3,5 м.

Бетонирование стен при монолитном варианте ведут по ярусам (рис. 4.5, а).

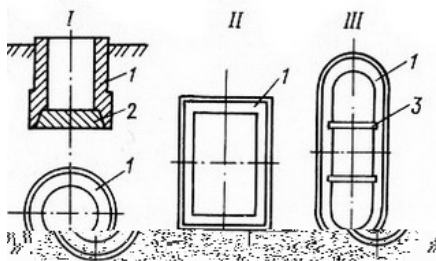


Рис. 4.3. Формы опускаемых колодцев в плане:  
 I – круглые; II – прямоугольные; III – с  
 закругленными боковыми стенками;  
 1 – стенка; 2 – днище; 3 – поперечная стенка

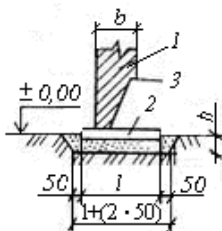


Рис. 4.4. Подготовка  
 основания под нож стенки:  
 1 – нож колодца;  
 2 – деревянные подкладки;  
 3 – банкетка ножа

Высота яруса определяется из условий допустимого удельного давления на грунт под ножевой частью. Практически колодцы высотой до 10 м бетонируют 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. 4.5, б).

Вначале бетонируют 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 свар-

ке), и бетонируют 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.

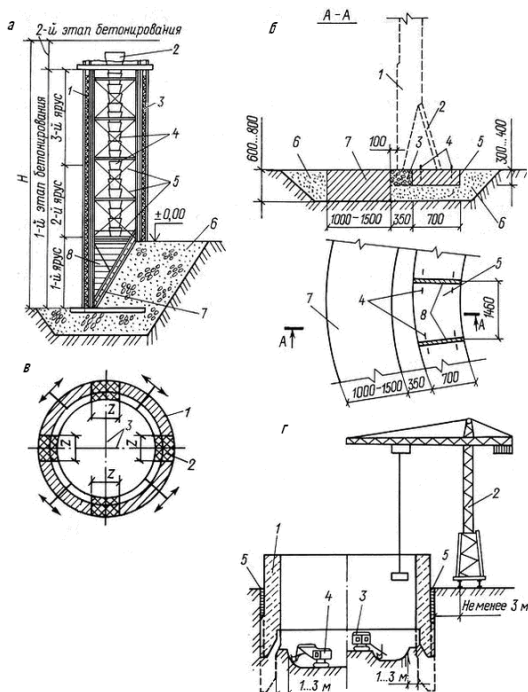


Рис. 4.5. Опускные колодцы: *а* – схема бетонирования стены; 1, 3 – соответственно наружная и внутренняя опалубки стены; 2 – приемная воронка для бетонной смеси; 4 – хобот для подачи бетонной смеси; 5 – армокаркас; 6 – щебень; 7 – опалубка; *б* – устройство основания под нож стен, выполненных из сборных 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. 4.5, в), производят послонную (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 бадьи вместимостью от 2 до 5 м<sup>3</sup> краном соответствующей грузоподъемности, поднимающим их на поверхность (рис. 4.5, 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 при- токе воды, когда выполнять водопонижение экономически нецелесо- образно. 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. 4.6). Кессонную камеру устраивают из железобетона (ме- талла). Высота камеры от банкетки до потолка не менее 2,2 м. Плот- ный грунт в кессонной камере разрабатывают вручную с использо- ванием отбойных молотков, пневмобуров и взрывного способа, а сла- бый – средствами гидромеханизации. При ручной разработке первонач- ально по контуру камеры на некотором расстоянии от банкетки отры- вают 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.

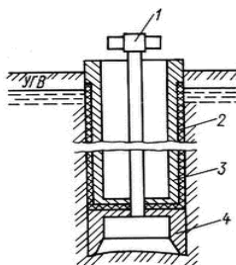


Рис. 4.6. Устройство кессона:

- 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 приме- няют *способ погружения в тиксотропных рубашках*. Принцип его за- ключается 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 тиксотроп-

ными 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.

#### **4.2.2. 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 воздухоудвнные 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 желе-

зобетонных 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. 4.7). 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.

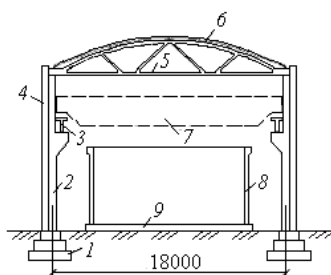


Рис. 4.7. Поперечный разрез здания фильтров: 1 – фундамент; 2 – колонна крайнего ряда; 3 – подкрановая балка; 4 – стеновые панели; 5 – стропильная ферма; 6 – плита покрытия; 7 – мостовой кран; 8 – стеновые панели фильтра; 9 – днище фильтра

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.

### **4.2.3. Монтаж внутренних санитарно-технических систем**

Перед началом монтажа внутренних санитарно-технических систем производится сдача-приемка основных смонтированных строительных конструкций. Однако некоторые общестроительные работы продолжают выполняться совместно с монтажом внутренних санитарно-технических систем, а часть из них – и по завершении монтажа трубо-

проводов и приборов. Увязка монтажных работ с общестроительными имеет очень важное значение для организации поточного метода производства строительно-монтажных работ.

Основные средства крепления санитарных приборов и трубопроводов (кронштейны, подвески, крючья и т. п.) устанавливают на строительные конструкции до начала штукатурных и малярных работ. Санитарные приборы ставят в проектное положение после штукатурных, но до окончательных малярных работ. Водоразборную арматуру устанавливают после окончания всех отделочных работ.

Гидравлические испытания внутренних санитарно-технических систем при их скрытой прокладке в штрабах проводят до замоноличивания трубопроводов, а при открытой прокладке – до окончания штукатурных работ.

Монтаж внутренних систем ведут в следующей технологической последовательности: установка средств крепления трубопроводов и приборов по шаблонам; монтаж и гидравлическое испытание трубопроводов; установка санитарно-технических приборов и водоразборной арматуры.

Для систем холодного и горячего водоснабжения применяются стальные водогазопроводные сварные оцинкованные трубы. При изготовлении трубы испытывают давлением в 1,5 МПа. Трубы выпускаются мерной и немерной длины от 4 до 12 м.

При изготовлении узлов систем холодного и горячего водоснабжения на заготовительных предприятиях и при монтаже этих систем применяют три вида соединений трубопроводов: резьбовое, сварное, фланцевое. Сварные соединения оцинкованных трубопроводов допускается выполнять только в заводских условиях при использовании сварки в среде углекислого газа. При обычной электросварке цинк выгорает по обе стороны от сварного шва на 30 мм, при сварке же в среде углекислого газа – только на 3 мм. Фланцевые соединения применяются для подсоединения фланцевой арматуры, при обвязке насосов, устройстве вводов в здания и монтаже технологического оборудования.

В процессе изготовления и монтажа стальных оцинкованных трубопроводов диаметром до 50 мм применяют трубную резьбу, выполняемую способами нарезки и накатки. Основными элементами трубной резьбы являются ее глубина и шаг. На трубах нарезается цилиндрическая резьба постоянной глубины за исключением двух последних витков, имеющих неполный профиль, сходящих «на нет». Это участок резьбы называется сбегом. На этом участке при соединении деталей образуется стык «цилиндр на конус», который обеспечивает плотное

примыкание металла к металлу и выдерживает значительные давления без применения уплотнительных материалов.

Для соединения отдельных участков стальных трубопроводов применяют разнообразные фасонные детали (фитинги): муфты (прямые и переходные); тройники и крестовины (прямые и переходные); угольники и крутоизогнутые отводы; футорки и контргайки. При соединении трубопроводов с помощью фасонных деталей на концах труб нарезается короткая резьба, обеспечивающая зазор между концами труб внутри фасонных деталей и уплотнение на сбегах резьбы. Соединение трубных деталей с помощью коротких резьб является неразъемным во время эксплуатации. Длина короткой резьбы зависит от диаметра трубы.

Для подсоединения санитарно-технических приборов и оборудования к системам, а также в других местах, требующих разъемного соединения, применяют стык, называемый сгоном. При выполнении сгонного соединения на одном конце трубы нарезается короткая резьба, на другом – длинная резьба. Со стороны длинной резьбы устанавливается контргайка с фаской, обращенной в сторону муфты.

При устройстве систем холодного и горячего водоснабжения кроме прямолинейных участков трубопроводов применяют гнутые детали для изменения направления, огибания строительных конструкций и других трубопроводов и т. п. На заготовительных предприятиях гнутье труб выполняют как в холодном, так и в горячем состоянии. Механизмы для гнутья труб в холодном состоянии, как правило, оборудованы подвижными и неподвижными роликами для соответствующих диаметров трубопроводов. Для предотвращения образования эллипсности при гнутье труб диаметром более 32 мм в них насыпается кварцевый песок.

При больших диаметрах труб применяют гнутье в горячем состоянии с набивкой труб песком. Трубы в местах сгиба нагревают до вишнево-красного цвета, не допуская перегрева. Складчатые отводы изготавливают путем нагрева «шейки» газовыми горелками, не нагревая затылочную часть. В месте гофра трубу нагревают до светло-красного цвета.

Для систем внутренней канализации и водостоков применяют пластиковые канализационные трубы.

На монтаж поступают узлы канализационных систем в виде стояка в пределах одного этажа здания или горизонтального участка, объединяющего отводные линии от нескольких санитарных приборов. Узлы укомплектовывают средствами крепления к строительным конструк-

циям. Основными операциями при изготовлении узлов являются перерубка труб и заделка стыков. Перерезку пластиковых труб производят дисковыми пилами с мелким зубом. Отдельные элементы пластиковых труб и фасонные части соединяют между собой с помощью резиновых уплотнительных колец или накладной гайки с резиновыми прокладками, а также склеиванием и сваркой.

*Гидравлические испытания трубопроводов.* Гидравлические испытания смонтированных внутренних водопроводных систем выполняют по окончании монтажа трубопроводов до установки водоразборной арматуры при температуре воздуха в помещениях не ниже 5 °С. При гидравлическом испытании применяются пружинные манометры общего назначения с диаметром корпуса 100 или 160 мм класса точности 1 или 1,5. Испытательное давление не должно превышать 3/4 верхнего предела измерения манометра. Открытые концы смонтированных трубопроводов (в местах установки водоразборной арматуры) должны быть закрыты инвентарными пробками.

Внутренние системы водопровода испытывают давлением, равным рабочему плюс 0,5 МПа, но не более 1 МПа. Перед началом испытания из высших точек системы удаляется воздух. Продолжительность гидравлического испытания составляет 10 мин. Система считается выдержавшей испытание, если в течение указанного времени падение давления не превысит 0,05 МПа.

Трубопроводы, которые прокладываются в бороздах и каналах («скрытые работы»), подвергают гидравлическим испытаниям до закрытия последних. Результаты проведенных испытаний оформляются актом с участием представителя заказчика.

Испытанные водопроводные системы до ввода в эксплуатацию должны быть промыты, также могут быть подвергнуты санитарной обработке, а затем промыты водой питьевого качества. Для повышения эффективности промывки применяют гидропневматический способ, при котором в промываемую систему одновременно с водой вводится сжатый воздух, предохраняющий систему трубопроводов от гидравлических ударов. Давление воздуха, вводимого в трубопровод через патрубков, по которому подается промывочная вода, должно превышать давление промывочной воды на 0,2–0,3 МПа.

При сдаче системы внутреннего водопровода в эксплуатацию предъявляется следующая техническая документация: проект с изменениями (если таковые имеются), согласованными заказчиком и проектной организацией, акты на скрытые работы, акты гидравлического испытания и акты Государственного санитарного надзора.

Перед испытанием внутренних канализационных систем должны быть закончены все работы по монтажу стояков и отводных канализационных трубопроводов, установлены все санитарные приборы. Смонтированную систему осматривают, обращая особое внимание на соблюдение уклонов отводных линий, отсутствие переломов и тщательность заделки раструбных стыков в местах, обращенных к строительным конструкциям.

Во время приемки внутренней канализации проверяют исправность действия санитарных приборов. Часть трубопроводов канализационных систем, проложенных в подвальных помещениях, испытывают, заполняя водой до уровня пола первого этажа. Отводные трубопроводы, смонтированные в междуэтажных перекрытиях и в санитарно-технических кабинках, заполняют водой на высоту этажа.

Испытания трубопроводов, прокладываемых в специальных каналах и бороздах, проводят до закрытия мест прокладки. Замоноличиваемые в строительные конструкции трубопроводы подвергают гидравлическим испытаниям с давлением 0,03 МПа в течение 10 мин до заделки. Падение давления не допускается.

Гидравлические испытания внутренней канализации выполняют при температуре в помещениях не ниже 5 °С. Давление не должно превышать 0,08 МПа. Проведенные испытания оформляются соответствующим актом.

## **Раздел 5. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИЙ**

### **5.1. Технология работ при обустройстве территорий**

#### **5.1.1. 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, обозначение

нием 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.

### **5.1.2. 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 работ 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 переносники 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, кольшками, 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 – ковшем 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 виброкат-

ками 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 колышков и закрепить шнур, определяющий лицевую линию бортового камня.

На разбивочных колышках 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 це-

ментно-песчаной смеси (для выравнивания неровностей поверхности основания и обеспечения возможности осаживания плит сборного покрытия).

2. Укладка выравнивающего слоя на уплотненное спрoфилированное 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 шнур-причалку. При необходимости следует производить прирезку плит с помощью механической пилы, оснащенной обрезным кругом для резки бетона. Размер обрезаемой 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.

### **5.1.3. Озеленение застраиваемых территорий**

При проведении изысканий на территориях под озеленение должны определяться: наиболее характерные особенности участка (водоемы, склоны, произрастающие растения и др.); тип почвы; уровень залегания грунтовых вод, озелененности и уровень загрязнения почвы.

Проектная документация на озеленение территории должна включать: пояснительную записку, план озеленения территории с детальной

привязкой элементов озеленения (деревьев, кустарников, газонов, цветников) и таксационный план существующих зеленых насаждений (при необходимости). В составе проектной документации на озеленение должны разрабатываться: разбивочные чертежи с привязкой посадочных мест деревьев и кустарников; посадочные чертежи с привязкой посадочных мест деревьев и кустарников с указанием породы и количества высаживаемых растений, места устройства цветников, газонов. Высаживаемые растения по породам и возрасту сводятся в таблицу, помещаемую на чертеже, здесь же дается площадь газонов и цветников, потребность в посевном и посадочном материале. Объемы работ, указанные в таблице, служат основанием для определения стоимости работ по созданию объекта озеленения.

*Озеленение территорий* производится на основании разработанной проектной документации и ППР, с учетом технологических требований и включает: подготовку территории к озеленению; посадку деревьев и кустарников; устройство газонов, создание цветников; уход за зелеными насаждениями в течение 2 лет.

*Подготовка территории* к озеленению предусматривает: очистку территории; инженерную подготовку территории; работы по сохранности произрастающих зеленых насаждений; подготовку почвы.

До начала строительных работ должны быть выполнены мероприятия по сохранности произрастающих на участке деревьев, кустарников и групп насаждений, газонов. У деревьев и кустарников при необходимости должны быть прорежены кроны, удалены сухие сучья, поросль, устроены приствольные лунки, залечены раны и дупла и др. Во избежание поломок и повреждений отдельные деревья или группы насаждений должны быть огорожены сплошным забором, стволы обмотаны мешковиной или обшиты досками.

Снос зеленых насаждений должен производиться при наличии разрешительных документов и проведении компенсационных мероприятий по воспроизводству объектов растительного мира.

Подготовка почвы на участке озеленения должна производиться на основе агрохимических исследований почвогрунтов и анализов завозимой растительной земли. При этом определяются следующие показатели, характеризующие плодородие почв: плотность должна быть не более  $20 \text{ кг/см}^3$ ; структура – размеры комков должны быть не менее 0,5–1,0 мм; наличие элементов питания – в 100 г почвы должно быть гумуса – не менее 4 %, азота – не менее 6 мг, двуокиси фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – не менее 10 мг, окиси калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – не менее 10 мг; кислотность почв (рН) должна быть в пределах от 5,5 до 6,2 (для хвойных растений – от 4,5 до 5,0).

Мероприятия по подготовке почв определяются в зависимости от их физических свойств специализированными лабораториями и включают: известкование (для нейтрализации избыточной кислотности), рыхление, внесение органических и минеральных удобрений (сбалансированных по составу), добавление растительной земли, гипсование, промывку и др.

На песчаных участках под газоны создается слой растительного грунта толщиной 10–20 см; посадочные ямы деревьев и кустарников заполняют им полностью. На старопахотных и луговых участках подготовка почвы заключается в рыхлении ее верхнего слоя. На засоренных почвах проводят мероприятия по борьбе с сорняками: многократную культивацию, внесение гербицидов и др.

Избыточно-щелочные почвы промывают водой в количестве от 100 до 150 л/м<sup>2</sup> и вносят кислые удобрения: сернокислый аммоний, сернокислый магний или гипс (при pH > 8) из расчета 0,3 кг/м<sup>2</sup> с обязательной заделкой в почву.

Растительный грунт, подлежащий снятию с застраиваемых площадей, должен быть срезан на установленную в проектной документации глубину, перемещен в специально выделенные места, окучен и укреплен. Растительный грунт следует предохранять от смешивания с нижележащим грунтом от загрязнения, размыва и выветривания.

Пригодность растительного грунта для озеленения должна быть установлена лабораторными анализами. Работы по озеленению должны выполняться только после расстилки растительного грунта, устройства проездов, дорожек, площадок, уборки остатков строительного мусора.

Растительный грунт должен расстилаться по спланированному основанию, вспаханному на глубину не менее 10 см. Поверхность осевшего растительного грунта должна быть ниже окаймляющего борта не более чем на 2 см.

При благоустройстве территорий отклонения высотных отметок от проектных при работе с растительным грунтом не должны превышать ±5 см.

Основными элементами озеленения территорий являются саженцы декоративных древесных и кустарниковых растений, цветочные растения и семена газонных трав, выращиваемые в специализированных хозяйствах. Посадочный материал должен соответствовать требованиям по качеству и параметрам, установленным государственными стандартами. Саженцы деревьев и кустарников должны иметь симметричную крону (кроме плакучих и стелющихся форм), прямой ствол; хвойные породы – одну вершину и плотный земляной ком, без механиче-

ских повреждений, внешних признаков поражения вредителями и болезнями. Саженцы с оголенной корневой системой при транспортировании железнодорожным или водным транспортом должны быть упакованы в тюки. При упаковке в тюки корни саженцев обмакивают в глиняную или земляную болтушку и перекладывают влажным мхом, соломой или присыпают влажными опилками. Тюки устанавливают наклонно, плотно друг к другу, корнями вперед. Масса одного тюка должна быть не более 50 кг. При транспортировке саженцев автомобильным транспортом на дно кузова помещают слой влажной соломы, мха, торфа, опилок, на который рядами, начиная от заднего борта, наклонно устанавливают саженцы. Земляной ком саженцев упаковывают в мешковину или рогожу с последующей обвязкой. Крону саженцев обвязывают шпагатом.

При временном хранении саженцы прикапывают в наклонном положении так, чтобы их корневая шейка находилась ниже уровня поверхности почвы от 5 до 10 см, и периодически поливают. При длительном хранении саженцы должны прикапываться в траншеи глубиной от 50 до 60 см (для кустарников – от 40 до 45 см); растения укладывают слоями в один ряд, засыпают рыхлой землей, уплотняют и периодически поливают.

Рассада цветочных культур должна быть здоровой, свежей, чистой, равномерно облиственной. Форма растений, окраска побегов и листьев должны быть характерными для данного вида. На растениях не допускается наличие вредителей, болезней, механических повреждений.

Рассаду цветочных культур следует упаковывать в деревянные ящики, туда же нужно вкладывать упаковочный лист с указанием наименования отправителя, номера упаковочной единицы, наименования культуры, количества растений, даты выкопки.

Рассаду цветочных культур принимают партиями. Она должна транспортироваться не более 1 сут в крытом автомобильном транспорте. Хранят рассаду не более 2 сут с момента выкопки уложенной в пикировочные ящики в условиях, исключающих подсыхание корней и увядание листьев.

Для создания газонов на объектах озеленения следует использовать семена мятлика лугового, овсяницы красной, полевицы белой, райграса пастбищного и др. Смешение трав и посев травосмесей повышает качество газонов.

В озеленении используются многолетние газонные травы с циклом развития от 8 до 10 лет и более. Семена трав должны иметь цвет и форму, свойственные семенам данной культуры, быть без примеси семян и плодов карантинных сорняков, вредителей и болезней.

*Посадка деревьев и кустарников.* Производится после окончания всех работ по подготовке территории к озеленению.

Наиболее благоприятные сроки для высадки деревьев и кустарников – весна или осень, когда все жизнедеятельные процессы растений резко заторможены. Однако современные технологии позволяют производить посадки как в зимний, так и в летний период.

Для лиственных пород, особенно теплолюбивых, наиболее приемлемой является весенняя посадка. Она производится со времени оттаивания почвы до набухания почек и обычно длится от 2 до 3 недель.

Холодостойкие растения хорошо переносят и осеннюю посадку, когда посадочный период более продолжителен: со времени начала опадания листвы до начала заморозков.

Хвойные растения и крупнолиственные деревья с комом земли допускаются пересаживать и в зимнее время.

Крупномерные деревья, все хвойные растения при летней и зимней пересадках должны пересаживаться с комом земли. Размеры и форма кома определяются возрастом дерева, его видом и высотой. Наиболее распространенные размеры кома: круглый – диаметром от 60 до 80 см, глубиной от 40 до 50 см; квадратный – размерами 0,8×0,8 см или 100×100 см, глубиной 0,6 м.

Подготовка посадочных мест для посадки деревьев и кустарников должна производиться заблаговременно. Разметка посадочных ям, траншей производится мастером (озеленителем) с помощью мерной ленты или рулетки. Агротехника посадки деревьев и кустарников должна соответствовать действующим правилам озеленения.

При посадке деревьев с комом земли: ширина посадочной ямы должна быть больше кома земли саженца на 60–80 см, глубина – на 30–40 см – для заполнения пространства между стенками, дном ямы и комом.

При посадке деревьев с оголенной корневой системой необходимо следить, чтобы корни растений были расправлены, грунт вокруг саженца должен быть уплотнен, а корневая шейка после посадки дерева должна быть на 2–3 см выше уровня ямы.

После посадки обязательен полив растений (норма полива составляет примерно 25 л воды на дерево и 12 л – на куст).

Перед посадкой саженцев древесных и кустарниковых пород необходимо произвести обрезку поврежденных во время выкопки и транспортировки ветвей и корней. Корни саженцев при посадке обмакивают в глиняную болтушку на основе водных растворов стимуляторов роста.

В зависимости от качества почвы посадочная яма заполняется растительным грунтом до 100 %, а в уличных посадках необходимо добавление органических и минеральных удобрений из расчета на 1 м<sup>3</sup> объема ямы или канавы: навоз, компост – от 10 до 12 кг; комплексные минеральные удобрения – 180–220 г.

При посадке деревьев с целью приведения в соответствие с корневой системой следует производить обрезку части кроны: верхние боковые, сильно развитые побеги подрезают на 1/2 длины, а нижние и более слабые ветви – на 1/3. Хвойные саженцы и каштаны не обрезают.

Крупномерные деревья после посадки необходимо укреплять с помощью растяжек. При этом ствол дерева должен быть обернут мешковиной. Одно дерево укрепляют при помощи трех-четырёх проволочных или других растяжек.

Кустарники в живой изгороди высаживают в траншеи, при групповой и одиночной посадке – в заготовленные ямы.

После посадки деревьев и кустарников необходимо устраивать приствольные лунки (канавки) для полива растений.

Кустарники и лианы следует высаживать в ямы и траншеи глубиной до 50 см в зависимости от величины растения. Расстояние между рядами в многорядной живой изгороди в зависимости от ее типа при создании высокой изгороди должно составлять от 0,6 до 0,8 м, средней и низкой изгороди – 0,4 м; бордюрной изгороди – 0,2 м.

Количество растений на 100 м изгороди в одном ряду должно составлять для высокой изгороди 200 шт.; средней изгороди – 300 шт.; низкой изгороди – от 250 до 300 шт.; бордюрной изгороди – от 500 до 650 шт.

При посадке деревьев и кустарников в период вегетации в облиственном состоянии (поздней весной, летом) должны выполняться следующие требования: пересаживаемые саженцы должны быть с комом земли, упакованными в жесткую тару; кроны растений при перевозке должны быть связаны и укрыты от высушивания; после посадки кроны деревьев и кустарников должны быть прорежены; за один-два дня до пересадки растения должны быть обработаны антитранспирантами – пленкообразующими препаратами, уменьшающими водоотдачу поверхностью листвы от 40 до 60 %; при пересадке деревьев и кустарников в летнее время без применения антитранспирантов необходимо увеличивать земляной ком и упаковывать его деревянными щитами; после пересадки необходимо производить обильный и частый полив растений.

Пересадка деревьев в зимнее время предусматривает соблюдение следующих требований: выкопка, перевозка и посадка деревьев должны производиться при температуре воздуха не ниже минус 15 °С; окучивание деревьев в питомнике для зимней пересадки может производиться еще до промерзания почвы. При угрозе сильных морозов траншеи должны быть засыпаны опавшими листьями, снегом или укрыты утепляющим материалом (соломой, хворостом, сухими опилками и др.); места посадки растений должны готовиться непосредственно перед посадкой. При этом в яме обязательно устройство подушки из талой земли, на которую устанавливается растение; корневая шейка дерева должна быть на 3–6 см выше уровня земли с учетом осадки; засыпка ям должна производиться послойно с обязательным уплотнением, а приствольный круг утепляется растительным грунтом или снегом по всей площади ямы; деревья, высаженные зимой, после оттаивания почвы должны быть укреплены растяжками и обильно политы.

Не допускается посадка в населенных местах женских экземпляров тополей, засоряющих территорию и воздух во время плодоношения.

Посадка деревьев, кустарников на территории промышленных (производственных) организаций должна осуществляться с учетом специфики данного производства (в зависимости от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу).

*Создание газона.* 1. Участок под газоны должен быть спланирован с приданием ему уклона 3 ‰ для отвода избыточных дождевых и талых вод. Почвы должны иметь хорошо выраженную структуру, состоящую на 80–90 % из частиц диаметром более 1 мм. Количество гумуса в ней должно быть не менее 4 %, а кислотность – 6,6–7,0.

Необходимость и степень подготовки почвы под газон должны определяться на основании предварительно проведенных агротехнических исследований как естественных почвогрунтов на участке, так и вносимого растительного грунта. При этом подготовка почвы может быть как с полной или частичной заменой почвогрунтов, так и без замены.

2. Рыхление почвы должно выполняться на глубину пахотного слоя (от 20 до 25 см), при необходимости следует вносить в почву органические удобрения: торф – 50–60 т/га или перегной – 30–40 т/га; минеральные удобрения: натриевая или аммиачная селитра – 0,8–1,0 ц/га, суперфосфат – 1–2 ц/га и калийная соль – 1,5 ц/га.

При низком плодородии почв создание газонов производится на насыпных слоях из растительного грунта толщиной от 15 до 20 см. Растительный грунт должен вноситься на вспаханное на глубину не менее 10 см основание участка.

3. Окончательная планировка поверхности, посев трав, их заделка и прикатка почвы катком. При заправке почвы растительным грунтом участок должен быть тщательно перепахан.

Для создания устойчивых декоративных газонов используют злаковые многолетние травы: мятлик луговой, овсяницу красную, полевицу белую, райграс пастбищный, которые в течение 2–3 лет после посева образуют плотный дерновый покров.

Плотность травостоя на газоне должна достигаться высоким уровнем агротехники создания газона и подбором оптимальной смеси газонных трав.

4. Посев газонов можно производить в течение всего вегетационного периода с учетом того, чтобы растения успели укрепить корневую систему и смогли противостоять зимним холодам.

Посев семян должен производиться перекрестным способом с помощью сеялки или вручную в сухую тихую погоду. Мелкие семена смешивают с балластом (песок, торф) в соотношении 1:4 или 1:5.

Нормы высева семян зависят от вида трав и типа газона и принимаются согласно проектной документации. Глубина заделки семян зависит от их размеров: мелкие семена (клевер, полевица, мятлик) следует заделывать в почву на глубину от 0,5 до 1,5 см, крупные (райграс, овсяница) – на глубину до 3 см. Не допускается производить посев семян трав без заделки их в почву.

5. Прикатка участка легким катком (массой от 70 до 100 кг) для лучшего контакта семян с почвой и более быстрого получения всходов. После посева газон поливают из расчета от 10 до 15 л воды на 1 м<sup>2</sup>.

*Создание газонов способом дерновки* производится при укреплении откосов. Дерновка бывает сплошной и в клетку. Обязательным условием при устройстве газона данным способом должно быть создание на откосе слоя растительного грунта толщиной не менее 10 см. Дернина заготавливается на лугах или на участках культурного газона. Дерн нарезается полосами шириной от 25 до 30 см, длиной от 50 до 60 см, толщиной от 6 до 8 см. При укладке дернина должна укрепляться двумя-тремя колышками, а швы или клетки между дерном засыпаются растительным грунтом и засеваются семенами газонных трав.

Создание газонов на откосах может производиться и без дерновки путем использования одновременно с посевом семян различных укрепляющих покрытий (эмульгаторов). Внесение эмульсий одновременно с посевом семян (гидропосев) производится при помощи специальных установок на базе поливомоечных машин.

Наиболее эффективным способом создания газонов является укладка на участок готовых торфо-дерновых ковров (рулонов) из многолетних газонных трав, выращенных для этих целей на специально подготовленных субстратах. Рулонную дернину можно выращивать в течение всего вегетационного периода. Размеры рулонов дернины должны быть длиной от 4 до 6 м, шириной – от 1 до 1,5 м. Рулонная дернина должна укладываться на месте будущего газона на предварительно подготовленную и увлажненную почву.

Для создания обыкновенных садово-парковых газонов должны применяться травосмеси из двух–пяти видов трав с разнообразными типами кущения. Для создания цветущих многолетних газонов обычно используются многолетники: клевер белый, мак альпийский, ромашка белая, колокольчики, для однолетних газонов – васильки, алиссум, иберис, календула, бархатцы и др.

*Создание цветников.* Для создания цветников толщина плодородного слоя почвы должна составлять от 20 до 50 см. Почва под цветники должна быть мелкокомковатой структуры, очищенной от посторонних включений – веток, корней, камней и др. Необходимость внесения в почву удобрений и их количество определяются на основании проводимых агрохимических исследований. При невысоком уровне плодородия почвы производят внесение органических и минеральных удобрений (перегной, компост и другие из расчета от 4 до 6 кг/м<sup>2</sup>, азотные удобрения – 30 г/м<sup>2</sup>, калийные – 20 г/м<sup>2</sup> и фосфорные удобрения – 40 г/м<sup>2</sup>).

После основательной перекопки поверхность цветников аккуратно разравнивают и слегка уплотняют. Края цветников могут возвышаться над поверхностью газона не более чем на 10–15 см.

Цветочная рассада должна быть хорошо укоренившейся и симметрично развитой. Многолетники должны иметь не менее трех листовых почек или стебельков, клубни должны быть полными и иметь не менее двух здоровых глазков, луковичы должны быть полными и плотными.

Рассада цветов до посадки должна содержаться в затененных местах в увлажненном состоянии. Посадка производится в конце апреля во влажную почву. Многолетники высаживаются в апреле – мае (для осеннего цветения) и в конце августа – сентябре (для весеннего и летнего цветения). В случае осенних посадок многолетние цветочные растения следует укрывать на зиму утепляющими материалами: хвойным лапником, сухими листьями, перегноем.

При высадке в цветники весенне-цветущих луковичных цветов (тюльпаны, нарциссы и др.), двулетних цветов (виола, маргаритки

и др.), рассады однолетней, специально выращенной для раннего цветения, необходимо предусматривать смену цветников, оформленных из однолетних цветочных растений.

Количество высаживаемых растений на  $1 \text{ м}^2$  зависит от вида растения и размеров его подземной части. Однолетники высаживают на расстоянии от 10 до 25 см друг от друга в зависимости от размера растений. Крупные сильнорослые многолетники (георгин, пион) высаживают в количестве от 1 до 2 шт/ $\text{м}^2$ , среднерослые – от 3 до 4 шт/ $\text{м}^2$ , невысокие – от 6 до 12 шт/ $\text{м}^2$ . Ковровые цветочные растения высаживают в количестве от 100 до 200 шт/ $\text{м}^2$ , горшечно-обсадочные – от 25 до 30 шт/ $\text{м}^2$ , однолетние – от 50 до 80 шт/ $\text{м}^2$ .

Цветочные растения после посадки должны поливаться из расчета  $10 \text{ л}/\text{м}^2$  в цветниках из рассады и  $5 \text{ л}/\text{м}^2$  на одно многолетнее растение.

#### **5.1.4. Контроль качества и приемка работ**

Приемка работ по озеленению должна производиться с учетом следующих требований: толщина слоя растительного грунта в местах его расстилки должна быть не менее 10 см. Проверка производится путем отрывки шурфа размерами  $30 \times 30$  см на каждые  $1000 \text{ м}^2$  озеленяемых площадей, но не менее одного на замкнутый контур любой площади; пригодность растительного грунта должна быть подтверждена лабораторными анализами; высаженный посадочный материал должен соответствовать проектной документации, на него должны быть паспорта и карантинные свидетельства; количество неприжившихся деревьев, саженцев, кустов и многолетних цветов не должно превышать допустимых норм.

Объекты озеленения должны соответствовать проектной документации; все отступления должны быть оформлены актами, согласованными с заказчиком, и отражены в проектной документации.

Сроки приемки законченных работ: деревьев и кустарников весенних посадок – в августе в год посадки, осенних посадок – в августе следующего после посадки года; газонов – после массовых всходов семян; цветников из однолетних и ковровых растений – после их приживаемости (через 10–15 дней после посадки); цветников из многолетних весенней посадки – после отрастания в текущем году, осенней посадки – после начала отрастания весной следующего года.

Акт приемки устанавливает объемы и качество выполненных работ, соответствие их проектной документации. Ввод в эксплуатацию объектов зеленого хозяйства с дефектами не допускается.

## **Раздел 6. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

### **6.1. 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 строительномонтажных 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 грунтов 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.).

## **6.2. 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 бункеров-накопителей 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 оттеснения 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, съёмными 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, растворов, 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 жиз-

недеятельности 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.

### **6.3. Технологические и организационные мероприятия по охране природы и окружающей среды**

Охрана окружающей среды – система мероприятий, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой и обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, рациональное использование природных ресурсов, предупреждающая прямое и косвенное вредное влияние деятельности общества на природное окружение и здоровье человека.

При организации строительного производства необходимо осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей природной среды, которые должны быть предусмотрены в проектно-сметной документации.

*При возведении нулевого цикла* должны осуществляться следующие мероприятия:

- рекультивация земель, т. е. почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в специально отведенных местах;
- максимальное сохранение существующих деревьев;
- все водопонижающие мероприятия должны выполняться по согласованию с органами экологической защиты;
- при искусственном закреплении слабых грунтов должны быть приняты меры по предотвращению загрязнения подземных вод нижележащих горизонтов;
- предотвращение оползней (не допускается уплотнение грунтов предварительным замачиванием и замачиванием с использованием глубинных взрывов на оползнеопасных склонах), сдвиги и осадки земной поверхности.

*При дальнейшем производстве строительно-монтажных работ:*

- производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны очищаться и обезвреживаться в порядке, предусмотренном проектом организации строительства и проектами производства работ;

- на селитебных территориях должны быть соблюдены требования по предотвращению запыленности и загазованности воздуха;
- для уборки отходов и мусора с этажей зданий и сооружений необходимо применять закрытые лотки и бункера-накопители.

При строительстве, реконструкции зданий (сооружений) необходимо обеспечивать благоприятное состояние окружающей среды, в том числе предусматривать:

- сохранение, восстановление и (или) оздоровление окружающей среды;
- снижение (предотвращение) вредного воздействия на окружающую среду;
- применение наилучших доступных технических методов, малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- рациональное (устойчивое) использование природных ресурсов;
- предотвращение аварий и иных чрезвычайных ситуаций;
- материальные, финансовые и иные средства на компенсацию возможного вреда окружающей среде;
- финансовые гарантии выполнения планируемых мероприятий по охране окружающей среды.

Кроме того, должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, а также способы обращения с отходами, применяться наилучшие доступные технические методы, ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному (устойчивому) использованию природных ресурсов и их воспроизводству.

Проект строительства, реконструкции зданий и сооружений, подлежащий государственной экологической экспертизе и не получивший положительного заключения, не подлежит утверждению, и работы по его реализации не финансируются, если иное не установлено Президентом Республики Беларусь.

Ввод в эксплуатацию зданий, сооружений и иных объектов производится при условии выполнения в полном объеме предусмотренных проектом работ по охране окружающей среды, благоустройству территорий в соответствии с действующим законодательством. Запрещается ввод в эксплуатацию зданий (сооружений и иных объектов), не оснащенных приборами учета и контроля, техническими средствами по очистке, обезвреживанию выбросов и сбросов загрязняющих веществ, использованию или обезвреживанию отходов, обеспечивающими вы-

полнение установленных требований в области охраны окружающей среды.

При осуществлении мелиорации земель, размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений должны приниматься меры по обеспечению водохозяйственного баланса и экономному использованию вод, охране земель (почвы), лесов, сохранению биологического и ландшафтного разнообразия, соблюдению режима охраны и использования особо охраняемых природных территорий, природных территорий, подлежащих специальной охране, и биосферных резерватов, а также предупреждению иного вредного воздействия на окружающую среду при осуществлении мелиоративных мероприятий. Мелиорация земель не должна приводить к ухудшению состояния окружающей среды, нарушению устойчивого функционирования естественных экологических систем.

Вокруг населенных пунктов необходимо предусматривать создание зеленых зон, размеры которых определяются при разработке схем и проектов районной планировки административно-территориальных единиц, генеральных планов, проектов детальной планировки и застройки, проектов благоустройства населенных пунктов и иных проектов с учетом численности граждан и природно-климатических условий.

Уничтожение (удаление), рубка без соответствующего разрешения и (или) повреждение объектов растительного мира в населенных пунктах, зеленых зонах вокруг населенных пунктов, городских лесах и санитарно-защитных зонах запрещаются.

## **Раздел 7. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, РАБОТ И УСЛУГ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. СЕРТИФИКАЦИЯ**

### **7.1. Международные стандарты серии ISO 9000, ISO 9001**

#### **7.1.1. Международные стандарты серии ISO 9000**

Накопленный в различных странах опыт по разработке и внедрению в практику систем управления качеством на предприятии был обобщен Международной организацией по стандартизации (ISO – International Organization for Standartization) путем разработки ком-

плекса международных стандартов. 9000 – номер группы (серии) стандартов по системам менеджмента качества.

В международной практике стандарты ISO серии 9000 применяются при заключении контрактов между фирмами для оценки системы обеспечения качества продукции у поставщика. Если система, действующая у поставщика, соответствует стандартам ISO серии 9000, то это является определенной гарантией того, что поставщик может выполнять требования контракта и обеспечить стабильный выпуск качественной продукции. Поэтому наличие в строительной организации сертифицированной в соответствии с требованиями стандартов ISO 9000 системы менеджмента качества подтверждает ее возможности по обеспечению качества строительства.

Современные стандарты менеджмента качества ISO 9000 систематизируют успешную практику лучших компаний, опираются на разработки мировой управленческой науки.

Международные стандарты ISO серии 9000 разработаны техническим комитетом ISO/TK 176 «Обеспечение качества» и во многих странах мира приняты в качестве национальных. В основе стандартов лежат идеи и положения теории всеобщего менеджмента качества.

Основные стандарты этой группы:

ISO 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

ISO 9001:2008. Системы менеджмента качества. Требования.

ISO 9004:2009. Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности.

ISO 19011:2011. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и (или) систем экологического менеджмента.

Данные стандарты пересматриваются каждые 5 лет. Предыдущие издания ISO 9001 были выпущены в 1987, 1994, 2000 гг., а в 2005 г. был выпущен стандарт ISO 9000:2005, в 2008 и 2009 гг. – стандарты ISO 9001 и 9004.

Внедрение серии международных стандартов ISO 9000 в Беларуси осуществляется путем издания на их основе государственных стандартов качества Республики Беларусь:

СТБ ИСО 9000–2006 – аналог ISO 9000:2005.

СТБ ISO 9001–2009 – аналог ISO 9001:2008.

СТБ ISO 9004–2010 – аналог ISO 9004:2009.

Государственное управление стандартизацией в Республике Беларусь осуществляет Государственный комитет стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь (Госстандарт).

Семейство стандартов ISO 9000, объединившее опыт множества национальных организаций по управлению качеством, сегодня рассматривается как основа для обеспечения стабильности качества продукции любого предприятия, они содержат руководства и инструментарий для компаний и организаций, которые хотят, чтобы их продукция и услуги постоянно отвечали требованиям заказчика, а качество постоянно улучшалось.

### **7.1.2. Международный стандарт серии ISO 9001**

Международный стандарт ISO 9001:2008 (СТБ ISO 9001–2009) устанавливает требования к системам менеджмента качества и является единственным стандартом, в соответствии с которым может быть проведена сертификация (хотя это не является обязательным требованием). Он может быть использован любой организацией вне зависимости от сферы деятельности. ISO 9001:2008 внедрен в более одного миллиона компаниях и организациях более чем в 190 странах мира.

Основой стандарта является ряд принципов менеджмента качества:

- ориентация на потребителя;
- лидерство руководителей;
- вовлечение работников;
- процессный подход;
- системный подход к менеджменту;
- постоянное улучшение;
- основанный на фактах подход к принятию решений;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Большое внимание в стандарте уделено потребителю, мотивации и вовлеченности высшего руководства, процессному подходу и постоянному совершенствованию. Использование ISO 9001:2008 гарантирует, что потребители получат продукцию и услуги стабильно хорошего качества, что, в свою очередь, принесет много преимуществ бизнесу.

Международным стандартом ISO 9001:2008 предложена модель системы управления качеством (рис. 7.1).

Процессы создания продукции входят в цепь «поставщик – организация – потребитель» и на рис. 7.1 показаны как «создание продукции». Только данные процессы добавляют ценность, так как создают то, что установлено в договоре с потребителем, остальное – вспомогательные, поддерживающие процессы.



Рис. 7.1. Процессная модель системы менеджмента качества

Стандарт ISO 9001 содержит требования, предъявляемые к системам управления качеством (СМК) и состоит из следующих разделов:

1. Область применения – описывает общие положения стандарта и его применение в организациях. Также определяет те случаи, когда предприятие, разрабатывающее и внедряющее систему качества, может сделать исключение из реализации требований стандарта.

2. Нормативные ссылки – даются ссылки на стандарты серии ISO 9000.

3. Термины и определения – приводятся термины и определения, используемые в стандарте.

4. Система менеджмента качества – определяет общие требования к системе менеджмента качества, управлению документацией и записями по качеству.

5. Ответственность руководства – определяет требования к административному управлению построением, внедрением и функционированием системы менеджмента качества. Требования данного раздела

предъявляются к высшему руководству организации и к системе административного управления.

6. Менеджмент ресурсов – определяет требования к ресурсам, необходимым для разработки, внедрения и функционирования системы качества. К таким ресурсам стандарт относит человеческие ресурсы, материальные ресурсы, инфраструктуру и производственную среду.

7. Процессы жизненного цикла – определяет требования к основным и обеспечивающим процессам предприятия. В этом разделе представлены, наиболее объемные требования, которые предъявляются к основной деятельности предприятия по управлению процессами производства продукции или предоставления услуг.

8. Измерение, анализ и улучшение – определяет требования к проведению и организации анализа, измерений и улучшений системы менеджмента качества, процессов и выпускаемой продукции (оказываемым услугам).

#### 9. Приложения.

Основные блоки модели характеризуют структурирование СМК в разрезе объектов, субъектов и процессов управления, а также отражают требования к ней, содержащиеся в основных разделах (5, 6, 7 и 8) стандарта.

Ключевую роль в указанной модели играет блок «Создание продукции» (процессы жизненного цикла продукции), который направлен на описание процесса производства продукции – основного результата деятельности предприятия, полученного с помощью всех необходимых ресурсов при определенных управляющих воздействиях.

Потребитель представлен на схеме в блоках, расположенных слева и справа от центра. Левый блок указывает на необходимость изучения требований потребителей к продукции, которые служат толчком к началу процесса ее производства. Иными словами, это входная информация должна быть понята продавцами (отделом маркетинга и другими службами, осуществляющими взаимодействие с потребителями) и передана ими в производственные подразделения.

Продукция, как результат (выход) производства (процессов жизненного цикла), является источником удовлетворенности (неудовлетворенности) потребителя. Получая продукцию, потребители оценивают ее с точки зрения удовлетворения существующих в отношении данной продукции потребностей (блок справа). Предприятие же обязано измерить уровень этой оценки и удовлетворенности потребителя.

Четыре блока, соединенные стрелками в центре диаграммы с общим выходом на блок в ее верхней части, свидетельствуют о примене-

нии при построении СМК цикла PDCA, известного под названием цикла Шухарта – Деминга, они характеризуют последовательные действия при функционировании системы и процесс ее непрерывного совершенствования.

Как известно, цикл PDCA включает следующие этапы:

1) планирование (Plan) – составление плана в отношении всех объектов, рассматриваемых в системе, касающегося выпуска новой или совершенствования выпускаемой продукции;

2) выполнение (Do) – выполнение намеченных планов;

3) проверка (Check) – измерение и оценка достигнутых результатов;

4) действие (Act) – использование результатов проверки для устранения несоответствий, признания успехов, улучшения процессов и отражения этих действий в новых планах (Plan).

Таким образом, блок модели «Создание продукции» изображает главное содержание деятельности организации, блок «Продукция» – ее основной результат. Два блока «Требования» и «Удовлетворенность» задают рамки СМК и связаны с внешними (по отношению к предприятию) сторонами. Блоки «Ответственность руководства», «Управление ресурсами», «Измерение, анализ и улучшение» показывают собственно управляющую систему предприятия, построенную на цикле PDCA. Блок «Непрерывное улучшение системы менеджмента качества» напоминает о непрерывности процессов улучшения и характеризует СМК как саморазвивающуюся, обучающуюся систему с двойной обратной связью.

Проверка работоспособности системы является важной частью стандарта ISO 9001:2008. Организации должны проводить внутренние аудиты для проверки работы системы менеджмента качества. Организация может принять решение пригласить независимый орган по сертификации для проверки, что не противоречит требованиям стандарта. В качестве альтернативы она может предложить своим клиентам самим провести аудит системы качества.

Стандарт ISO 9001 обобщает полезный опыт и достижения компаний всего мира в области менеджмента качества. Система менеджмента качества, отвечающая требованиям стандарта ISO 9001:2008, наиболее признанная, распространенная, логичная и рационально документированная. Необходимо понимать, что стандарт ISO 9001:2008 определяет требования не собственно к продукции (услуге), а к управлению деятельностью организации в области качества.

### 7.1.3. Система качества

Поскольку качество строительной продукции зависит от многих факторов, то возникает необходимость комплексного системного подхода к проблеме его повышения. Работы по обеспечению качества строительной продукции осуществляются в рамках системы качества.

Главная задача системы качества – это обеспечение на внутреннем и внешнем рынках конкурентоспособности производимой продукции, выполняемых работ и оказываемых услуг.

Наличие у предприятия системы качества, основанной на применении международных стандартов, – это залог обеспечения качества на всех этапах создания и функционирования строительной продукции и успеха в конкурентной борьбе.

Система менеджмента качества (СМК) представляет собой систему управления организацией, которая позволяет повышать эффективность финансово-хозяйственной деятельности. Она предназначена для предотвращения появления некачественной продукции. СМК регламентирует не производство и контроль качества продукции, а именно систему управления организацией, которая должна быть оптимальной, четкой, прозрачной и эффективной.

СМК представляет собой систему качественного менеджмента компании, объединяющую: взаимодействующие процессы и процедуры, компетентный персонал, организационные и технологические мероприятия, планы, документацию, т. е. все, что жизненно необходимо организации для достижения целей своей деятельности.

Создание в организации строительного комплекса системы качества должно проводиться одновременно с внедрением последних достижений научно-технического прогресса во все сферы и процессы деятельности организации, так как без применения достижений научно-технического прогресса невозможно обеспечить конкурентоспособность продукции, выполняемых работ и оказываемых услуг.

СМК разрабатывается с учетом следующих принципов: ориентации на потребителя; видовой (продуктивный) подход; охват всех стадий жизненного цикла продукции (принцип «петли качества»); сочетание обеспечения управления и улучшения качества, предупреждение проблем.

Ориентация на потребителя означает, что понимание качества продукции совпадает с требованиями потребителя. Потребителю нужна продукция, удовлетворяющая определенным конкретным требованиям, помогающая потребителю решить его конкретные проблемы. Важней-

шую роль в определении требований, предъявляемых к качеству продукции, играет маркетинг.

Видовой (продуктивный) подход предполагает, что системы управления качеством должны разрабатываться применительно к конкретным видам строительной продукции (жилой дом, мост, плотина, водопровод и т. д.), а не в целом по предприятию. Поэтому, например, в ПМК, строящим различные объекты, система качества может включать подсистемы по определенным видам строительной продукции.

Принцип «петли качества» предусматривает, что система качества должна охватывать все стадии жизненного цикла строительной продукции (разработки, выведения на рынок, роста, зрелости, упадка).

«Петля качества» – схематическая модель взаимосвязанных видов деятельности, влияющих на качество продукции или услуги на различных стадиях жизненного цикла.

В соответствии с ISO 9000 жизненный цикл продукции разделен на одиннадцать этапов. Принцип «петли качества» обусловлен тем, что качество продукции формируется на всех стадиях ее жизненного цикла. По характеру воздействия на стадии жизненного цикла товара в системе качества выделяются три направления: обеспечение качества, управление качеством, улучшение качества.

*Обеспечение качества* продукции представляет собой совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, создающих необходимые условия для выполнения каждого этапа «петли качества» таким образом, чтобы продукция удовлетворяла определенным требованиям по качеству. Значит, обеспечение качества не будет полным, если установленные требования к качеству не отразят полной потребности потребителя.

Для определения планируемых мероприятий обеспечения качества формируются целевые научно-технические программы повышения качества продукции. Программа разрабатывается на конкретную продукцию и содержит задания по техническому уровню и качеству создаваемой продукции, требования к ресурсному обеспечению всех этапов «петли качества» (например, требования к оборудованию, сырью, материалам, метрологическим средствам, персоналу и т. д.), необходимые для производства строительной продукции нужного качества, а также мероприятия на всех этапах «петли качества», обеспечивающие реализацию этих требований.

К систематически проводимым мероприятиям обеспечения качества относятся те работы и процедуры, которые выполняются мелиоративными и строительными предприятиями постоянно или с определенной

периодичностью. К ним, например, относятся работы по постоянному обучению персонала, изучению рынка и т. д. Особое место среди них занимают мероприятия, связанные с предупреждением различных отклонений: планово-предупредительный ремонт оборудования, своевременное проведение технического обслуживания, замена технологической оснастки и т. д.

Эффективность обеспечения качества обычно требует постоянной оценки факторов, влияющих на соответствие проекта или технических условий своему назначению, а также контроля и проверок производственных процессов, монтажа и проведения технического контроля.

*Управление качеством* представляет собой методы и виды деятельности оперативного характера, направленные одновременно на управление процессами и устранение причин неудовлетворительного функционирования системы на соответствующих стадиях «петли качества», для достижения оптимальной экономической эффективности. Как видим, оно включает определение и управление процессами, выявление различного рода несоответствий в строительной продукции, при производстве строительно-монтажных работ или системе качества и устранение этих несоответствий, а также вызвавшие их причины.

*Улучшение качества* представляет собой постоянную деятельность, направленную на повышение технического уровня продукции, качества ее изготовления, совершенствование элементов производства и системы качества для получения лучших результатов по отношению к установленным требованиям. Целью постоянного улучшения качества строительной продукции является либо улучшение параметров продукции, либо повышение стабильности качества изготовления, либо снижение издержек. В связи с этим объектом процесса улучшения качества может служить любой элемент производства или системы качества.

Характерной организационной формой работ по улучшению качества являются группы качества.

*Принцип предупреждения проблем* означает, что система качества работает таким образом, что проблемы предупреждаются, а не выявляются после их возникновения. В связи с этим система должна обеспечивать предотвращение дефектов или несоответствий требованиям заказчика. Если дефект или несоответствие допущены, система должна обеспечить обнаружение их, гарантировать порядок, при котором дефектная продукция не будет допущена в дальнейшее производство. И кроме этого она должна обеспечить постоянное и повсеместное совершенствование продукции, элементов производства и самой системы качества.

Система менеджмента качества на основе стандарта ISO 9001 позволяет компаниям и организациям производить продукцию ожидаемого потребителем качества и расширить число потребителей своей продукции.

#### **7.1.4. Организация внедрения стандартов в организациях строительного комплекса**

Мероприятия по внедрению международных стандартов ISO серии 9000 включают:

1. Организацию изучения стандартов ISO всеми подразделениями предприятия, начиная с первого руководителя.

2. Определение номенклатуры продукции, по которой будет создаваться система качества (это должна быть перспективная, планируемая на экспорт продукция).

3. Анализ комплексной системы качества, действующий на предприятии на соответствие стандартам ISO 9000, и разработку графика доработки действующих комплексных систем управления качеством предприятия и новых необходимых стандартов предприятий.

4. Конкретизацию функциональных обязанностей подразделений и должностных лиц в области обеспечения качества.

5. Организацию сбора информации о качестве продукции от различных источников, чтобы определить, какие операции неблагоприятны. Анализ актов надзора, рекламаций, писем потребителей, результатов испытаний.

6. Анализ и изучение характера рекламаций, причин возврата конструкций.

7. Разработку классификатора дефектов и изучение причин возникновения дефектов.

8. Анализ сырья, материалов и комплектующих изделий. Необходимо проанализировать, какому поставщику можно доверять. В случае запуска сырья, материалов, комплектующих без входного контроля следует обеспечить их идентификацию и прослеживаемость.

Идентификация – это своего рода маркировка (этикетка, штамп, метка), позволяющая найти изделие в любой точке производства.

Прослеживаемость – способность проследить нахождение продукции в процессе производства.

9. Анализ организационной структуры предприятия, т. е. уточнение их достаточности и правильности подчинения.

10. Распределение обязанностей и ответственности по функциям системы качества между подразделениями и должностными лицами.

11. Организацию на предприятии изучения статистических методов управления качеством продукции.

12. Разработку Руководства по качеству – основополагающего документа системы качества.

13. Разработку методики внутренней проверки системы качества.

Для создания системы качества необходимо руководствоваться следующими принципами:

- прежде всего, следует исходить из точно установленных нужд потребителей и четко сформулированных требований заказчиков;

- необходимо иметь достаточно гибкую и эффективную систему управления качеством, способную обеспечить как полное удовлетворение запросов потребителей и заказчиков, так и необходимую прибыль;

- система обеспечения качества должна быть направлена на предупреждение дефектов и устранение причин их появления;

- потребители и заказчики должны быть полностью уверены в том, что система обеспечения качества на предприятии в состоянии полностью удовлетворять их нужды и потребности.

Система обеспечения качества каждого предприятия уникальна, поскольку ее формирование зависит от целей, стоящих перед предприятием, его специфики, вида производимой продукции, охвата этапов «петли качества».

Организация внедрения стандартов ISO 9000 на предприятии состоит в том, что вначале на данном предприятии издается приказ (распоряжение) по предприятию о внедрении стандартов ISO 9000, в котором выделяются два пункта: создать рабочую группу и назначить уполномоченного по внедрению стандартов ISO 9000 и разработать мероприятия по внедрению стандартов ISO 9000.

Рабочая группа в своей работе руководствуется следующими документами: ISO 9000, приказами по предприятию, планом работы предприятия, действующими ТНПА.

Рабочая группа выполняет следующие задачи:

1. Организует проведение анализа действующей системы качества.

2. Проводит анализ организационной и функциональной структуры предприятия и распределяет функции подразделений предприятий по организации внедрения ISO 9000.

3. Организует разработку пакетов документов системы обеспечения качества, включающих Политику в области качества, Руководство по качеству, шесть обязательных документированных проце-

дур (управление документацией, управление записями, внутренние аудиты, управление несоответствиями, корректирующие действия, предупреждающие действия), а также описания процессов СМК.

4. Готовит календарный план разработки и внедрения системы обеспечения качества.

5. Формирует и оформляет документы системы обеспечения качества.

6. Организует внедрение анализа нормативно-технической документации на соответствие требованиям международных стандартов.

7. Организует техническую учебу руководителей, специалистов, рабочих и служащих объединения (предприятия) по вопросам обеспечения качества.

8. Заключает договора со сторонними организациями на проведение совместных работ по разработке и внедрению системы обеспечения качества, контролирует его выполнение.

9. Организует проверку готовности производства и сертификации систем обеспечения качества.

## **7.2. Аттестация продукции и производства**

### **7.2.1. Основные определения. Общие положения по оценке аттестации продукции и производства (технической компетентности испытательных подразделений)**

*Испытательное подразделение* – подразделение предприятия, осуществляющего выпуск строительных материалов, изделий и выполняющего работы в строительстве, на которое руководством предприятия возложено проведение испытаний и (или) контроль качества продукции в строительстве.

*Продукция в строительстве* – строительные материалы, изделия, конструкции, здания и сооружения, работы и услуги в строительстве.

Целями оценки технической компетентности испытательных подразделений (далее – оценка технической компетентности) являются:

– обеспечение единства и достоверности результатов испытаний и контроля качества продукции в строительстве;

– получение объективной оценки качества продукции в строительстве на всех стадиях ее производства.

Задачами оценки технической компетентности являются:

– установление соответствия организационной структуры, средств испытаний, квалификации персонала подразделений, проводящих ис-

пытания строительных материалов и изделий и осуществляющих контроль качества выполняемых в строительстве работ требованиям ТНПА;

- оценка условий, гарантирующих единство и достоверность результатов испытаний и контроля качества продукции в строительстве;
- установление соответствия функциональных обязанностей, возложенных на испытательное подразделение, требованиям ТНПА.

Оценка технической компетентности является обязательной для испытательных подразделений организаций (отдел технического контроля, испытательная лаборатория и другие подразделения), проводящих испытания и контроль качества продукции в строительстве.

Оценке технической компетентности не подлежат аккредитованные испытательные лаборатории, область аккредитации которых охватывает все виды контроля продукции в строительстве.

Оценка технической компетентности испытательных подразделений распространяется на все виды испытаний, проводимых в процессе выпуска продукции в строительстве, т.е. испытания при входном, операционном, приемочном контроле.

Допускается оценка технической компетентности при проведении отдельных видов испытаний, но не менее чем в объеме приемо-сдаточных испытаний продукции промышленного производства и операционного и приемочного контроля работ (услуг) в строительстве.

Организационно-методическое руководство работами по оценке технической компетентности испытательных подразделений осуществляет Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь (Минстройархитектуры).

Оценку технической компетентности и координацию работ по оценке технической компетентности проводят организации, назначаемые Минстройархитектуры.

Срок действия свидетельств о технической компетентности (далее – свидетельств) испытательных подразделений устанавливает организация по оценке технической компетентности, но не более трех лет.

### **7.2.2. Организация и порядок проведения оценки технической компетентности испытательных подразделений**

Оценка технической компетентности испытательных подразделений включает:

- рассмотрение заявок на проведение оценки технической компетентности и прилагаемых к ним документов;

- анализ состояния испытательных подразделений;
- принятие решения об оценке технической компетентности;
- оформление и выдачу свидетельств;
- инспекционный контроль деятельности испытательных подразделений.

Испытательные подразделения направляют в организации по оценке технической компетентности заявку на проведение оценки технической компетентности и все необходимые документы.

Организации в течение 10 дней со дня получения заявки рассматривают полученные документы и принимают решение о возможности проведения работ по оценке технической компетентности испытательных подразделений, информируют заявителя и оформляют договор на проведение работ.

Экспертизу документов, отражающих состояние испытательных подразделений, допускается проводить одновременно с проведением анализа состояния испытательных подразделений.

Организации определяют сроки проведения работ и назначают специалистов для проведения анализа состояния испытательных подразделений.

При необходимости к работам могут быть привлечены представители органов государственного метрологического надзора, органов государственного строительного надзора, аккредитованных испытательных лабораторий (центров) и других организаций.

Для проведения анализа состояния испытательных подразделений кроме вышеуказанных документов представляются: Положение об испытательном подразделении и перечень выпускаемой продукции (для предприятий стройиндустрии), утвержденной руководителем предприятия.

При анализе состояния испытательных подразделений проверяют:

- обеспеченность испытательных подразделений ТНПА и технологической документацией;
- систему ведения ТНПА, т. е. порядок внесения изменений, дополнений и поправок, учета и хранения фонда ТНПА;
- соответствие технологической документации требованиям ТНПА;
- наличие средств измерений, испытательного и вспомогательного оборудования, соответствующего требованиям действующих ТНПА на продукцию, и методы ее контроля;
- систему управления техническим состоянием средств измерений и испытательного оборудования, т. е. работу по организации поверки средств измерений и аттестации испытательного оборудования;

- соответствие монтажа и условий эксплуатации испытательного оборудования и средств измерений требованиям эксплуатационной документации;
- правильность оформления результатов испытаний и ведения отчетности по результатам испытаний;
- систему контроля обеспечения условий проведения испытаний и параметров окружающей среды в помещениях и их соответствие требованиям действующих санитарных норм и ТНПА на методы испытаний продукции;
- состав и квалификацию персонала, порядок проведения обучения и повышения квалификации персонала;
- результаты внутреннего аудита качества работ;
- порядок устранения выявленных несоответствий;
- порядок разработки и проведения корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- порядок рассмотрения претензий;
- другие положения, отражающие специфические особенности функционирования испытательных подразделений.

В ходе анализа производится выборочная проверка правильности проведения испытаний и контроля.

Процедуру проверки определяют организации по оценке технической компетентности.

По результатам анализа состояния испытательных подразделений делаются выводы о соответствии (несоответствии) испытательных подразделений требованиям действующих ТНПА.

Результаты анализа состояния испытательных подразделений оформляют в виде отчета. С выводами и предложениями, приведенными в отчете, знакомят руководство предприятий, в состав которых входят испытательные подразделения.

Организации по оценке технической компетентности в течение 10 дней рассматривают материалы анализа состояния испытательных подразделений и принимают решение о выдаче (невыдаче) свидетельств и сроках их действия.

При положительном решении организация по оценке технической компетентности оформляет и выдает выполненное на специальном бланке свидетельство с дополнением, в котором указывается область технической компетентности.

При отрицательном решении назначается срок повторной проверки испытательных подразделений, но не позднее чем через 6 мес.

После получения свидетельств испытательные подразделения оформляют паспорт испытательных подразделений в двух экземпля-

рах. Один экземпляр паспорта остается в испытательном подразделении, а другой направляется в организацию по оценке технической компетентности. Организация по оценке технической компетентности заключает с предприятиями соглашения.

### **7.2.3. Надзор за аттестованными испытательными подразделениями**

За аттестованными испытательными подразделениями осуществляется надзор (инспекционный контроль). Контроль деятельности испытательных подразделений осуществляют организации по оценке технической компетентности, выдавшие свидетельства.

Инспекционный контроль должен проводиться как минимум 1 раз в течение срока действия свидетельства по программе, утверждаемой руководителями организаций по оценке технической компетентности.

Программа должна включать оценку: организационной структуры испытательных подразделений и всех произошедших в ней изменений; обеспеченности испытательных подразделений ТНПА и технологической документацией; состояния ТНПА, т. е. наличие изменений, дополнений и поправок, порядок учета, актуализации, ведения и хранения фонда ТНПА; состояния технологической документации, порядок внесения изменений и соответствие технологической документации требованиям ТНПА.

Кроме того, программа должна включать: анализ материалов проверки средств измерений и аттестации испытательного оборудования; оценку правильности оформления результатов испытаний и ведения отчетности по результатам испытаний, ведения учета факторов окружающей среды; результаты деятельности испытательных подразделений по обучению и повышению квалификации персонала; результаты рассмотрения претензий (при их наличии); оценку результатов внутреннего аудита деятельности персонала; результаты устранения несоответствий установленным требованиям и проведения разработанных корректирующих и предупреждающих мероприятий; оценку соответствия выполняемых при испытаниях процедур требованиям ТНПА и Положения об испытательном подразделении.

По результатам инспекционного контроля оформляется акт с оценкой деятельности испытательных подразделений, отмеченными недостатками, выявленными в процессе контроля. С актом знакомят руководителей предприятий, в состав которых входят испытательные подразделения.

При отрицательных результатах инспекционного контроля организации по оценке технической компетентности могут принять решение о приостановлении срока действия или об отмене свидетельства.

#### **7.2.4. Подтверждение или продление срока действия свидетельств о технической компетентности**

Продление срока действия свидетельств проводят организации по оценке технической компетентности.

За три месяца до окончания срока действия свидетельств испытательные подразделения направляют заявку на проведение очередной оценки технической компетентности. Процедуру проведения оценки устанавливают в зависимости от результатов инспекционного контроля и анализа материалов, характеризующих деятельность испытательных подразделений (актов проверки органов государственного метрологического надзора, строительного надзора и т. д.).

При положительных результатах очередной оценки технической компетентности оформляются и регистрируются новые свидетельства за теми же порядковыми номерами.

При изменении продукции, видов испытаний, стандартов на методы испытаний или изменении юридического статуса испытательных подразделений проводится внеочередная оценка технической компетентности, по результатам которой оформляются новые свидетельства с указанием новой области технической компетентности или дополнение к существующей области технической компетентности за тем же порядковым номером.

Порядок проведения внеочередной оценки технической компетентности и внесения дополнений к области технической компетентности испытательных подразделений устанавливают организации по оценке технической компетентности.

### **7.3. Статистические методы управления качеством**

#### **7.3.1. Понятие о статистических методах управления качеством**

Статистические методы (методы, основанные на использовании математической статистики) являются эффективным инструментом сбора и анализа информации о качестве. Применение этих методов не требует больших затрат и позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений (объектов,

процессов) в системе качества, прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

В соответствии с положениями стандартов ISO серии 9000 статистические методы рассматриваются как одно из высокоэффективных средств обеспечения качества. Они широко применяются в США, Японии, Великобритании, Германии, Франции, Италии и других странах.

Стандарты ориентируют на разработку механизма применения статистических методов на всех этапах жизненного цикла продукции, начиная с исследования требований рынка к качеству продукции и кончая ее утилизацией после использования. Это означает, что работа по внедрению статистических методов должна быть направлена на создание гарантий непрерывности процесса обеспечения качества в соответствии с требованиями заказчика. Статистические методы становятся основой для информационной технологии обеспечения качества.

Объектами статистического анализа являются: продукция (для демонстрации ее соответствия); процессы (для обеспечения гарантии соответствия СМК) и собственно СМК (для ее непрерывного улучшения).

Процесс статистического анализа включает:

– *контроль хода производства (online контроль)* – оценивание вариабельности производственных и технологических процессов с помощью статистических методов управления процессами. Проводится с целью обнаружения несоответствий еще во время производственного процесса и принятия мер, направленных на их устранение.

– *приемочный контроль (offline контроль)* – оценивание качества продукции при приемочном окончательном контроле, проводимом с целью обнаружения несоответствия после завершения процесса производства без вмешательства в сам процесс.

### **7.3.2. Задачи и методы статистического управления качеством в условиях производства**

Обострение конкуренции на национальном и международном уровнях заставило многих обратиться к статистическим методам, которые признаются важным условием рентабельного управления качеством, а также средством повышения эффективности производственных процессов и качества продукции.

Условно все методы статистического управления качеством в условиях производства можно классифицировать по признаку общности на три основные группы: графические методы, методы анализа статистических совокупностей и экономико-математические методы.

*Графические методы* основаны на применении графических средств анализа статистических данных. Наибольшее распространение получили семь графических методов:

- диаграммы Парето;
- гистограммы;
- временные ряды;
- причинно-следственные диаграммы Исикавы;
- контрольные листки;
- контрольные карты;
- диаграммы рассеяния.

Данные методы не требуют сложных вычислений, могут использоваться как самостоятельно, так и в комплексе с другими методами. Овладение ими не представляет особого труда не только для инженерно-технических работников, но и для рабочих, так как они просты из-за их сравнительной несложности, доступны, вместе с тем это весьма эффективные методы. Поэтому они находят самое широкое применение в промышленности, особенно в работе групп качества.

*Диаграмма Парето* – разновидность столбиковой диаграммы, применяемой для наглядного отображения рассматриваемых факторов в порядке уменьшения их значимости. В результате анализа диаграмм Парето выявляют причины брака, имеющие наибольшую долю (наибольший процентный вклад) и намечают мероприятия по их устранению.

*Гистограмма* применяется в тех случаях, когда требуется исследовать и представить распределение значений измеряемой величины с помощью столбикового графика. Отличие от диаграммы Парето состоит в том, что при построении гистограмм имеют дело с измеряемыми данными (температура, геометрические размеры и т. п.) и их распределением.

*Временной ряд* предназначен для наглядного представления данных. Точки на графике обозначают изменение наблюдаемой величины во времени. Можно выявить существенные тенденции или изменения средней величины.

*Причинно-следственная диаграмма* (диаграмма «рыбий скелет») показывает соотношения между следствием и причинами, влияющими на него. Следствие, результат или проблема обозначаются на правой

стороне диаграммы, а главные воздействия или «причины» перечисляются на левой стороне.

*Контрольный листок (таблица проверок)* позволяет ответить на вопрос: «Как часто случается определенное событие?». Именно контрольный листок позволяет перейти от предположений к фактам.

*Контрольная карта* представляет собой специальный бланк, на котором проводятся центральная линия и две линии выше и ниже средней, называемые верхней и нижней контрольными границами. На карту точками наносятся данные измерений или контроля параметров и условий производства. Исследуя изменение данных с течением времени, следят, чтобы точки графика не вышли за контрольные границы. Если обнаруживается выброс одной или нескольких точек за контрольные границы, это воспринимается как информация об отклонении параметров или условий процесса от установленной нормы.

*Диаграмма рассеяния (разброса)* используется для выявления зависимости между показателями качества (результат) и основными факторами производства (причина) при анализе причинно-следственной диаграммы или для выявления корреляционной зависимости между факторами. Диаграмма разброса строится как график зависимости между двумя переменными  $x$  и  $y$ . Эффективным методом определения наличия или отсутствия корреляционной зависимости является метод медиан.

*Методы анализа статистических совокупностей* служат для исследования информации, когда изменение анализируемого параметра носит случайный характер. Основными методами являются: регрессионный анализ (исследование связи между случайными и неслучайными величинами); дисперсионный анализ (качественная зависимость изучаемых явлений от случайных факторов); факторный анализ (выявление роли отдельных факторов в изменении анализируемого параметра); корреляционный анализ (количественная зависимость изучаемых явлений от случайных факторов); метод сравнения средних, метод сравнения дисперсий и др.

*Экономико-математические методы* представляют собой сочетание экономических, математических и кибернетических методов. Центральным понятием методов этой группы является оптимизация, т. е. процесс нахождения наилучшего варианта из множества возможных с учетом принятого критерия (критерия оптимальности). Строго говоря, экономико-математические методы не являются чисто статистическими, но они широко используют аппарат математической статистики. Основные методы: математическое программирование (линейное, не-

линейное, динамическое); планирование эксперимента; имитационное моделирование: теория игр, теория массового обслуживания, теория расписаний; функционально-стоимостной анализ и другие, также сюда включены методы Тагути и метод развертывания функции качества (Quality Function Deployment – QFD).

### 7.3.3. Возможности применения статистических методов для контроля качества продукции

Примеры возможного применения рассмотренных методов для решения некоторых задач в системе качества на этапах жизненного цикла продукции приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Применение статистических методов на этапах жизненного цикла продукции

Этапы жизненного цикла	Задачи, решаемые в системе качества	Статистические методы
1	2	3
Маркетинг и изучение рынка	Изучение и оценка рыночного спроса и перспектива его изменений	Методы анализа статистических совокупностей, экономико-математические (динамическое программирование, имитационное моделирование и др.)
	Анализ пожеланий потребителей в отношении качества и цены продукции	Экономико-математические методы (теория игр, линейное и нелинейное программирование и др.)
	Прогнозирование цены, объема выпуска, потенциальной доли рынка, ожидаемой продолжительности жизни продукции на рынке	
Проектирование и разработка продукции	Нормирование требований к качеству продукции. Определение технических требований в области надежности. Оптимизация значений показателя качества продукции. Оценка технического уровня продукции	Графические методы (схема Исикавы, диаграмма Парето, гистограмма и др.); методы анализа статистических совокупностей; экономико-математические методы
	Испытания опытных образцов или опытных партий новой (модернизированной) продукции	Графоаналитические методы (гистограмма, расслоенная гистограмма и др.), методы анализа статистических совокупностей (методы проверки статистических гипотез, сравнение средних, дисперсий и др.), экономико-математические методы

Продолжение табл. 7.1

1	2	3
	Обеспечение безопасности продукции	Экономико-математические методы (имитационное моделирование и др.)
Закупки	Формирование планов обеспечения предприятий материально-техническими ресурсами требуемого качества	Экономико-математические методы (теория массового обслуживания, линейное программирование, системный анализ, динамическое программирование, методы Тагути, функционально-стоимостной анализ и др.)
	Оценка возможностей поставщиков	
	Своевременное обеспечение поставок материально-технических ресурсов	
	Снижение затрат на материально-техническое обеспечение качества продукции	
Производство	Разработка технологических процессов	Экономико-математические методы (методы Тагути, графики разброса и др.); методы анализа статистических совокупностей (дисперсионный анализ и др.)
	Обеспечение точности и стабильности технологических процессов	Методы статистической оценки точности и стабильности технологических процессов (гистограммы, диаграммы, контрольные карты)
	Обеспечение стабильности качества продукции при производстве	
Контроль и испытания	Соблюдение метрологических правил и требований при подготовке, выполнении и обработке результатов испытаний	Графические методы (гистограмма, график разброса и др.); методы анализа статистических совокупностей (проверки статистических гипотез, сравнение средних и др.)
	Выявление продукции, качество которой не соответствует установленным требованиям	Методы статистического приемочного контроля
	Анализ качества продукции	Графические методы (диаграмма Парето и др.), экономико-математические методы (функционально-стоимостной анализ, QFD)
Упаковка и хранение	Анализ соблюдения требований к упаковке и хранению продукции на предприятии	Методы статистического приемочного контроля; экономико-математические методы (теория массового обслуживания)
Реализация продукции	Обеспечение качества транспортировки продукции	Экономико-математические методы
Установка и ввод в эксплуатацию	Анализ качества продукции в процессе монтажа и ввода в эксплуатацию	Графические методы (график временного ряда и др.); методы анализа статистических совокупностей (факторный анализ и др.)

1	2	3
	Анализ затрат потребителей при использовании продукции	Экономико-математические методы (методы Тагути, функционально-стоимостной анализ, QFD)
Техническая помощь в обслуживании	Организация гарантийного ремонта продукции и своевременной поставки запасных частей	Экономико-математические методы (теория массового обслуживания, линейное программирование и др.)
Послепродажная деятельность	Анализ отказов и других несоответствий продукции	Графические методы (график временного ряда и др.); методы анализа статистических совокупностей (факторный анализ и др.)
Утилизация продукции	Изучение возможности использования продукции несоответствующего качества или по истечении срока службы	Экономико-математические методы (функционально-стоимостной анализ, QFD и др.)

## 7.4. Национальная система сертификации продукции

### 7.4.1. Основные определения национальной системы сертификации

В Республике Беларусь действует Национальная система сертификации, созданная республиканским органом по стандартизации, метрологии и сертификации, а также могут действовать созданные другими юридическими лицами системы сертификации продукции по показателям, по которым законодательством Республики Беларусь проведение обязательной сертификации не предусмотрено.

Национальная система сертификации (Система) – совокупность взаимодействующих элементов, включающая законодательную и нормативную базы, определяющие собственные правила и процедуры проведения сертификации соответствия, а также участников процесса сертификации.

Система определяет цели процедуры сертификации, организационную структуру Системы, задачи и порядок функционирования органов по сертификации, требования, предъявляемые к экспертам-аудиторам, порядок ведения Реестра Системы.

Целями Системы сертификации являются:

- защита потребителей от приобретения (использования) продукции, работ и услуг, представляющих опасность для жизни людей, их здоровья и имущества;

- предотвращение распространения продукции, работ и услуг, представляющих опасность для окружающей среды;
- устранение технических барьеров в международной торговле;
- стимулирование повышения качества и конкурентоспособности отечественной продукции;
- защита отечественного рынка от недоброкачественной и небезопасной продукции, поступающей по импорту.

Сертификация – процедура, посредством которой третья сторона письменно удостоверяет, что продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Объектом сертификации является продукция, предназначенная для реализации потребителю.

Система сертификации – система, располагающая собственными правилами и процедурами для проведения сертификации.

Системы сертификации могут функционировать на национальном, региональном и международном уровнях.

Соответствие – это соблюдение всех установленных требований к продукции, процессу или услуге. Несоответствие – их несоблюдение (включает в себя отсутствие одной или нескольких характеристик качества или их отклонение).

Потребитель продукции – предприятие или физическое лицо, использующее данную продукцию по назначению.

Сертификат соответствия (сертификат) – документ, выданный по правилам системы сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что данная продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Аттестация эксперта-аудитора по качеству – оценка компетентным органом квалификации эксперта-аудитора по качеству с целью определения его соответствия установленным требованиям.

Сертификация бывает двух видов: обязательная и добровольная.

Обязательная сертификация – деятельность соответствующих органов и субъектов хозяйствования по подтверждению соответствия продукции показателям, обеспечивающим безопасность для жизни, здоровья и имущества граждан, а также охрану окружающей среды, и другим показателям, установленным действующим законодательством.

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Обязательной сертификации подлежат большинство видов продукции и оборудования, производимых как в Беларуси, так и импортируемых из-за рубежа.

Добровольная сертификация – деятельность соответствующих органов и субъектов хозяйствования по подтверждению соответствия продукции показателям, по которым законодательством Республики Беларусь проведение обязательной сертификации не предусмотрено.

Добровольная сертификация осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Она может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, сводам правил, системам добровольной сертификации и другим документам, определяемым заявителем.

Также могут быть созданы системы сертификации по видам продукции и по отдельным требованиям.

Системы сертификации продукции имеют свои знаки соответствия, которые подлежат регистрации в порядке, установленном республиканским органом по стандартизации, метрологии и сертификации.

Область аккредитации – одна или несколько работ, на выполнение которых аккредитован орган по сертификации.

Сертификация персонала – процедура, используемая для установления соответствия квалификации персонала в определенном производственном секторе установленным требованиям с последующей выдачей сертификата компетентности.

Центральный орган по сертификации – орган, координирующий проведение работ по сертификации в подсистемах сертификации по видам продукции, услуг, отдельным требованиям.

В рамках Системы сертификации возможны следующие виды деятельности:

- сертификация продукции, услуг, систем качества, персонала;
- инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, работами, услугами, системами качества и персоналом;
- подготовка и аттестация экспертов-аудиторов по качеству;
- подготовка и аттестация преподавателей, привлекаемых для проведения занятий в центрах (курсах) подготовки и повышения квалификации, специалистов организаций (предприятий) по вопросам стандартизации, управления качеством и сертификации;
- консалтинговая деятельность в области стандартизации, управления качеством и сертификации;
- ведение Реестра Системы, государственного кадастра служебного и гражданского оружия и боеприпасов к нему.

Законодательной и нормативной базой работ по сертификации является разветвленная система документов, которые, как правило, носят обязательный характер, направлены на создание правовой основы проведения работ по сертификации.

#### 7.4.2. Структура системы сертификации и ее органов

Проведение сертификации возможно только в рамках системы сертификации. Система сертификации (далее Система) представляет собой совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в этой системе.

К участникам системы сертификации (рис. 7.2) относятся: Республиканский орган по сертификации, который осуществляет общее руководство Системой, организацию и координацию работ; Совет Системы; апелляционный Совет Системы; Центральный орган по сертификации; подсистемы сертификации по видам продукции, услуг, отдельным требованиям; органы по сертификации; испытательные лаборатории; заявители сертификации.



Рис. 7.2. Структура Национальной системы сертификации

В качестве органов по сертификации могут быть утверждены (аккредитованы) организации независимо от их организационно-правовых форм и формы собственности, если они не являются изготовителем (продавцом, поставщиком, исполнителем) и потребителем (заказчиком, покупателем) сертифицируемой ими продукции, при условии их аккредитации в установленном порядке и наличии лицензии на проведение работ по сертификации.

Госстандарт Республики Беларусь либо по его поручению региональные органы по стандартизации, метрологии и сертификации осуществляют аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий.

По результатам аккредитации оформляется и выдается аттестат.

Сертификаты и аттестат аккредитации вступают в силу с момента их регистрации в Реестре Системы.

Сертификация отечественной и импортируемой продукции производится по одним и тем же правилам и процедурам.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, услугами, системами качества, персоналом осуществляют органы, проводившие ранее сертификацию.

При наличии в системе нескольких аккредитованных органов по сертификации одной и той же продукции (услуги) заявитель вправе провести процедуру в любой из них (по своему выбору). При отсутствии на момент подачи заявки органа по сертификации заявка направляется в Республиканский орган по сертификации.

Сертификация проводится по схемам, установленным используемой заявителем системой сертификации.

При возникновении спорных вопросов в ходе практической деятельности участников сертификации заинтересованная сторона имеет право подать в Республиканский орган по сертификации жалобу или апелляцию.

Система предусматривает информирование всех заинтересованных сторон и отдельных лиц о деятельности в Системе, в том числе о ее правилах, результатах сертификации, при условии обеспечения конфиденциальности информации, составляющей коммерческую тайну.

Официальными языками Системы являются белорусский и русский. Все документы могут оформляться на обоих языках. Вся продукция отечественного и импортного производства должна иметь информацию на белорусском или русском языке, включающую наименование продукции, данные об изготовителе, дату изготовления и срок годности, основные потребительские характеристики продукции, способы и правила применения (эксплуатации) продукции.

### 7.4.3. Схемы сертификации

Подтверждение соответствия продукции требованиям технических регламентов, государственных стандартов и других ТНПА осуществляется согласно схемам подтверждения соответствия.

Под схемой сертификации понимается определенная совокупность действий, официально устанавливаемая в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям. Реализация схем сертификации предусматривает определенный порядок выполнения этих действий.

В табл. 7.2 приведены схемы сертификации, используемые при сертификации строительных материалов и изделий, и их применение.

Таблица 7.2. Схемы сертификации и их применение

Обозначение схемы	Содержание схемы и ее исполнители	Обозначение принятой в ISO схемы сертификации	Применение схем сертификации
1	2	3	4
2	<i>Орган по сертификации</i> выдает заявителю сертификат соответствия. <i>Аккредитованная испытательная лаборатория</i> проводит испытания типовых образцов строительных материалов и изделий	1	Для строительных материалов (изделий), поставляемых по контракту периодически малыми партиями в течение одного года
3а	<i>Орган по сертификации</i> проводит анализ состояния производства. Выдает заявителю сертификат соответствия, осуществляет инспекционный контроль за сертифицированными строительными материалами и изделиями посредством испытаний образцов и (или) оценки состояния производства. <i>Аккредитованная испытательная лаборатория</i> проводит испытания типовых образцов строительных материалов и изделий	2	Для строительных материалов и изделий серийного и массового производства
6а	<i>Орган по сертификации</i> проводит анализ представленных документов, в том числе копии сертификата на систему качества и протоколов испытаний строительных материалов и изделий. Выдает заявителю сертификат соответствия, осуществляет инспекционный	6	Для строительных материалов и изделий серийного и массового производства при наличии сертифицированной системы качества

1	2	3	4
	контроль за сертифицированными строительными материалами и изделиями посредством испытаний образцов продукции. <i>Орган по сертификации систем качества</i> осуществляет инспекционный контроль за стабильностью функционирования системы качества		
7	<i>Орган по сертификации</i> проводит идентификацию строительных материалов и изделий. Выдает заявителю сертификат соответствия. <i>Аккредитованная испытательная лаборатория</i> проводит испытания партии строительных материалов и изделий (выборки из партии)	7	Для партии строительных материалов и изделий
9	<i>Орган по сертификации</i> проводит анализ представленных заявителем документов и идентификацию строительных материалов и изделий. Выдает заявителю сертификат соответствия	9	Для единичных изделий и опытных образцов, малых партий изделий, в том числе приобретенных для собственных нужд и подлежащих обязательной сертификации, если безопасность заявленных строительных материалов и изделий подтверждается соответствующими документами

Сертификация в рамках международных или региональных систем проводится на соответствие нормативным документам по схемам и в порядке, установленном в этих системах. Сертификация строительных материалов и изделий (табл. 7.2) проводится по схемам 2, 3а, 6а, 7, 9. Схемы могут включать одну или несколько операций, результаты которых необходимы для подтверждения соответствия продукции установленным требованиям, в том числе: испытания (типовых образцов, партий или единиц продукции); сертификацию системы качества; анализ состояния производства; сертификацию производства; инспекционный контроль за сертифицированной продукцией.

При выборе конкретной схемы учитываются следующие факторы:

- степень потенциальной опасности продукции;
- чувствительность регламентируемых техническим регламентом показателей безопасности к изменению производственных факторов или эксплуатационных факторов;

- степень сложности конструкции (проекта);
- наличие других механизмов оценки соответствия.

Методика проведения испытаний различна и зависит от характера сертифицируемой продукции и схемы сертификации.

Каждая схема используется для конкретных объектов сертификации, при этом принимается во внимание происхождение продукции, объем и условия ее поставки на рынок.

Инспекционный контроль предусмотрен в большинстве схем. Его проводят периодически после выдачи сертификата с целью подтверждения заданного уровня качества продукции в течение всего срока действия документа.

#### **7.4.4. Порядок проведения работ по сертификации продукции**

Порядок проведения сертификации строительных материалов и изделий включает приведенные ниже действия.

1. Подача заявки на сертификацию и представление прилагаемых к ней материалов. Заявитель направляет в орган по сертификации строительных материалов и изделий заявку по установленной форме и дополнительно декларацию о соответствии (при проведении сертификации по схемам ба, 9). Вместе с этим заявитель представляет все прилагаемые к ним необходимые документы, а также документы, предусмотренные актами законодательства Республики Беларусь.

2. Рассмотрение заявки и прилагаемых к ней материалов. В течение пяти дней с момента регистрации заявки орган по сертификации проводит анализ заявки (правильность заполнения, достаточность представленных материалов) и прилагаемых к ней материалов, проводит экспертизу документов и готовит договор на проведение работ по сертификации. При неправильном оформлении заявки или недостаточности материалов, прилагаемых к ней, возвращает заявку на доработку.

3. Принятие решения по заявке, выбор схемы сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий для проведения сертификационных испытаний.

4. Анализ документации (ТНПА, конструкторской, технологической и т. п.).

5. Разработка программы испытаний.

6. Отбор образцов строительных материалов и изделий и одновременно их идентификация. Отобранные образцы упаковываются и маркируются, чтобы исключить возможность несанкционированной замены образцов. На каждый образец (упаковку) наносится штамп или приклеивается этикетка органа по сертификации.

Идентификация образцов при сертификации продукции по схемам 3а, 6а предусматривает проверку соответствия качества упаковки, маркировки, условий хранения требованиям, установленным в ТНПА на строительные материалы и изделия, а также визуальную оценку соответствия образцов заявленным марке, типу, конструктивному исполнению.

Идентификация партии строительных материалов и изделий при сертификации по схемам 2, 7, 9 предусматривает проверку маркировки, объем представленной партии, условия и сроки хранения материалов и изделий. Маркировка может быть нанесена на упаковку или сопроводительную документацию, если строительные материалы и изделия поставляются без упаковки. Маркировка продукции, выпускаемой на территории Республики Беларусь, должна соответствовать требованиям, установленным в действующих ТНПА.

Отобранные образцы вместе с направлением и программой испытаний, актом отбора образцов и с дополнительной технической документацией (чертежами и т. д.) доставляются заявителем или органом по сертификации в аккредитованную испытательную лабораторию.

7. Испытания образцов строительных материалов и изделий. Проводятся по разработанной программе на основании договоров в аккредитованных испытательных лабораториях (при отсутствии такой лаборатории в другом месте).

При сертификации строительных материалов и изделий используются соответствующие методы испытаний.

Допускается совмещение сертификационных испытаний с квалификационными и периодическими испытаниями. Орган по сертификации может признать результаты ранее проведенных испытаний в качестве сертификационных, если с момента проведения квалификационных испытаний прошло не более 5 лет, а периодических – не более года. Признание протоколов квалификационных испытаний производится в случае сертификации по схеме 3а для следующей продукции: окна и балконные двери, двери, железобетонные изделия, а также испытания строительных материалов и изделий по пожарно-техническим показателям.

При сертификации по схеме 3а в случае отрицательных результатов сертификационных испытаний орган по сертификации может провести повторный отбор образцов в случае, если заявитель устранил замечания, выявленные в ходе испытаний, и провел все необходимые изменения в технологическом процессе. При отрицательных результатах

повторных сертификационных испытаний работы по сертификации прекращаются, а заявителю направляют решение об отказе от дальнейших работ по сертификации с необходимыми обоснованиями.

Действия с образцами строительных материалов и изделий после проведения испытаний оговариваются в договоре на проведение испытаний.

#### 8. Проверка состояния производства.

Проводится комиссией и включает: порядок постановки продукции на производство; состояние технической документации; компетентность персонала; взаимодействие с потребителем; идентификацию и прослеживаемость; техническое обслуживание и ремонт оборудования; соблюдение технологии производства; входной контроль сырья, материалов и комплектующих; контроль и проведение испытаний; управление измерительным и испытательным оборудованием; корректирующие и предупреждающие действия; погрузочно-разгрузочные работы, хранение, упаковка; управление регистрацией данных о качестве.

По результатам проверки комиссия составляет и подписывает акт проверки производства, содержащий результаты проверки и выводы о способности производства стабильно выпускать строительные материалы и изделия, соответствующие требованиям ТНПА, на период действия сертификата. Если по результатам проверки выявляются несоответствия установленным требованиям, то дополнительно оформляют протокол с указанием всех несоответствий. В этом случае заявитель должен представить в орган по сертификации план мероприятий по устранению несоответствий с указанием сроков, а по истечении необходимого времени – справку об устранении всех несоответствий. Орган по сертификации оценивает достаточность проведенных корректирующих мероприятий и при необходимости проводит повторную проверку состояния производства. По ее результатам комиссия составляет акт проверки, результаты которого учитываются при принятии решения о выдаче сертификата соответствия или прекращении работ, о чем сообщает заявителю.

Сертификация продукции по схеме ба проводится при наличии у заявителя сертификата на систему менеджмента качества.

9. Анализ полученных результатов и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия. По результатам проведенных процедур по сертификации орган по сертификации принимает решение о выдаче сертификата соответствия или отказе в его выдаче. При отрицательном решении орган по сертификации письменно информи-

рует заявителя об отказе в выдаче сертификата с указанием причин отказа (отрицательные результаты контроля (испытания) работ, отрицательные акты проверки организации процесса выполнения работ и т. д.) и сообщает об этом Госстандарту и Минстройархитектуры.

10. Регистрация и выдача сертификата соответствия заявителю, заключение соглашения по сертификации между органом по сертификации строительных материалов и изделий и заявителем.

11. Подготовка информации о результатах сертификации строительных материалов и изделий.

12. Инспекционный контроль за сертифицированными строительными материалами и изделиями. Проводится комиссией в течение срока действия сертификата (в соответствии со схемой сертификации) и бывает плановый и внеплановый.

Плановый инспекционный контроль проводится с периодичностью, устанавливаемой органом по сертификации, но не реже 1 раза в год. Внеплановый инспекционный контроль проводится в случае поступления обоснованной информации о претензиях к качеству строительных материалов и изделий от потребителей, торговых организаций, органов госнадзора о несоблюдении требований нормативных документов, условий производства сертифицированных строительных материалов и изделий.

Инспекционный контроль включает анализ протоколов периодических испытаний; разработку программы испытаний сертифицированных строительных материалов и изделий (при необходимости); анализ представленной заявителем информации о проверках качества и безопасности сертифицированных строительных материалов и изделий органами, осуществляющими государственный надзор; контроль за состоянием производства; оформление результатов инспекционного контроля.

По результатам инспекционного контроля комиссия составляет акт инспекционного контроля, в случае выявления несоответствия установленным требованиям комиссия дополнительно заполняет протокол несоответствий с указанием выявленных несоответствий и прикладывает его к акту инспекционного контроля. На основании протокола несоответствия заявитель разрабатывает корректирующие мероприятия и устанавливает сроки их выполнения.

Результаты инспекционного контроля учитываются органом по сертификации при принятии решения о продлении сроков действия сертификата соответствия.

Срок действия сертификата соответствия устанавливается:

- на серийно выпускаемые строительные материалы и изделия – три года;
- на партию строительных материалов и изделий (при сертификации по схемам 7 и 9) – с учетом гарантийного срока хранения строительных материалов и изделий, установленного в ТНПА, на соответствие которому проводится сертификация, но не более одного года;
- на строительные материалы и изделия, поставляемые по контракту (при сертификации по схеме 2) – на один год.

Срок действия сертификата соответствия на серийно выпускаемые строительные материалы и изделия (при сертификации по схеме 6а) может быть отличным от срока действия сертификата на систему менеджмента качества.

Если по какому-либо показателю (показателям) уже имеется сертификат соответствия, выданный или признанный в рамках Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, испытания по этому показателю (показателям) могут не проводиться, а на этот сертификат соответствия приводится ссылка в выдаваемом сертификате соответствия. Срок действия выдаваемого сертификата соответствия может быть отличным от срока действия сертификата, на который дается ссылка. В соглашении по сертификации должно быть указано, что изготовитель обязан своевременно представить в орган по сертификации продленный сертификат соответствия. В противном случае действие сертификата соответствия отменяется.

Сертификат соответствия обязательной сертификации выдается на строительные материалы и изделия, отвечающие установленным требованиям безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан, охраны окружающей среды или требованиям, установленным в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь в качестве контролируемых при обязательной сертификации.

Сертификат соответствия добровольной сертификации выдается на продукцию, соответствие которой требованиям ТНПА подтверждено при добровольной сертификации, оформляется на бланке, приложение к сертификату оформляется на бланке копии, подписывается руководителем органа по сертификации строительных материалов и изделий и заверяется печатью органа по сертификации строительных материалов и изделий.

Одновременно с оформлением и регистрацией сертификата на серийно выпускаемые строительные материалы и изделия может оформляться соглашение по сертификации между органом по сертификации строительных материалов и изделий и заявителем.

Внесение изменений и дополнений в сертификат соответствия осуществляется в соответствующих графах сертификата соответствия, подписываются руководителем и заверяются печатью органа по сертификации строительных материалов и изделий.

## **7.5. Метрологический контроль в строительстве**

### **7.5.1. Организация метрологической службы в строительстве**

Статус и функции метрологической службы в строительстве описываются в Положении об этой службе. Численность службы регламентируется объемом выполняемых работ.

Метрологическая служба может быть отдельным структурным подразделением или входить в состав строительной лаборатории.

Одной из функций метрологической службы в строительстве является метрологическое обеспечение. В состав работ по метрологическому обеспечению строительного производства входят:

- создание измерительной базы для проведения испытаний;
- разработка методов измерений при испытании и контроле качества;
- хранение, калибровка и техническое обслуживание (периодическая поверка и юстировка) контрольного, измерительного, испытательного оборудования и средств измерений;
- обеспечение поверки измерительных средств в установленном порядке в сроки, установленные поверочной схемой организации;
- ремонт и аттестация измерительных средств после ремонта.

Ответственность за метрологическое обеспечение возлагается на руководителей подразделений, возглавляющих эти службы.

Обязанности, полномочия, права и ответственность работников этих служб приводятся в их должностных инструкциях.

Для управления контрольным, измерительным и испытательным оборудованием, а также средствами измерений, используемыми для метрологического обеспечения, организация должна разработать и поддерживать в рабочем состоянии документированную процедуру системы качества (ДП СК) на хранение, калибровку и техническое обслуживание оборудования и средств измерений (включая программное обеспечение для проведения испытаний) с учетом требований ТНПА.

Для управления качеством метрологического обеспечения необходимо для всех параметров, подлежащих контролю качества, а также

измерению при проведении испытаний, разработать ДП СК, устанавливающие методы и средства измерений, их последовательность и необходимую точность. Их разрабатывают в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, регламентирующих стандартизованные методики выполнения измерений, а также с учетом наличия в организации определенных видов контрольного, испытательного, измерительного оборудования и средств измерений.

### **7.5.2. Поверка мер и измерительных приборов**

Важнейшей формой государственного контроля за измерительной техникой является поверка средств измерений.

Поверкой называется установление органом государственной метрологической службы или другими уполномоченными организациями пригодности средств измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждение их соответствия установленным обязательным требованиям. Поверка осуществляется в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» и рядом других документов, регламентирующих различные аспекты поверочной деятельности. Поверка средств измерений (эталонов) и измерительных систем осуществляется государственными метрологическими органами и органами Государственного метрологического контроля. Поверка носит обязательный характер и проводится в отношении средств измерений, которые применяются в установленных Законом Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» сферах. Перечни групп средств измерений, подлежащих поверке, утверждаются Госстандартом. Поверка средств измерений осуществляется аттестованным физическим лицом. Если средство измерений признано пригодным, то на него или на техническую документацию наносится оттиск индивидуального поверительного клейма или выдается «Свидетельство о поверке».

Основной метрологической характеристикой, определяемой при поверке средств измерений, является их погрешность.

Погрешность – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины. Чем меньше погрешность, тем измерение точнее. Важнейшей задачей при измерении является снижение всех составляющих его погрешности, т. е. повышение точности измерительной процедуры.

Метрологическая служба каждого предприятия обязана составлять график поверки приборов, организовывать и контролировать его выполнение.

За средствами измерений осуществляется государственный метрологический контроль. При истечении срока действия сертификата, ухудшении показателей качества или внесении в их конструкцию изменений проводятся испытания на соответствие средств измерений утвержденному типу.

Одной из важнейших характеристик качества поверки является достоверность. Она отражает степень доверия к полученным после поверки результатам. Для решения задачи обеспечения достоверности поверки созданы комплексы правил, регламентирующих порядок подготовки, выполнения и обработки результатов измерений, а также эталонная база и комплекс образцовых средств измерений.

Достоверная передача размера единиц во всех звеньях метрологической цепи от эталонов или от исходного образцового средства измерений к рабочим средствам измерений производится в определенном порядке, приведенном в поверочных схемах.

*Поверочная схема* – это утвержденный в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам.

Различают государственные, ведомственные и локальные поверочные схемы.

*Государственная* поверочная схема распространяется на все средства измерений данной физической величины (ФВ), применяемые в стране, например, на средства измерений электрического напряжения в определенном диапазоне частот. Эти схемы разрабатываются главными центрами эталонов.

*Ведомственная* поверочная схема разрабатывается органом ведомственной метрологической службы, согласовывается с главным центром эталонов – разработчиком государственной поверочной схемы средств измерений данной ФВ и распространяется только на средства измерений, подлежащие внутриведомственной поверке.

*Локальные* поверочные схемы распространяются на рабочие средства измерений, подлежащие поверке в данном метрологическом подразделении на предприятии, и оформляются в виде стандарта предприятия. Ведомственные и локальные поверочные схемы не должны противоречить государственным и должны учитывать их требования применительно к специфике конкретного министерства или предприятия.

### 7.5.3. Виды поверок и способы их выполнения

Поверке подвергаются средства измерений, выпускаемые из производства и ремонта, получаемые из-за рубежа, а также находящиеся в эксплуатации и хранении.

Средства измерений подвергают первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной поверкам.

*Первичной поверке* подвергаются средства измерений при выпуске из производства или ремонта, а также поступающие по импорту.

*Периодической поверке* подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении через определенные межповерочные интервалы, установленные с расчетом обеспечения пригодности к применению средств измерений на период между поверками.

Поверке подвергаются средства измерений, используемые в сферах, на которые распространяется метрологический контроль и надзор. Средства измерений, не входящие в сферу обязательного государственного контроля, могут подвергаться калибровке. Калибровка средств измерений – комплекс операций, осуществляемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Она может осуществляться метрологической службой юридического лица или другой аккредитованной на право проведения калибровочных работ организацией средств измерений, прошедшие калибровку, удостоверяются калибровочным знаком или соответствующим сертификатом.

*Инспекционную поверку* производят для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении госнадзора и ведомственного метрологического контроля за состоянием и применением средств измерений.

*Экспертную поверку* выполняют при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Средства измерений, состоящие из нескольких частей (элементов), можно поверять поэлементно или комплектно. При поэлементной поверке погрешности средства измерений определяют по погрешности составных частей. Этот вид поверки является расчетно-экспериментальным и, как правило, применяется для сложных приборов, для которых отсутствуют образцовые средства измерений, позволяющие определять погрешность во всем диапазоне измерений. Поэлементная поверка практикуется для различных измерительных магазинов, ин-

формационных измерительных систем и т. д. При комплектной поверке определяют погрешности средства измерений в целом для всего измерительного прибора (измерительной системы). Этот вид поверки более информативный и достоверный. Его применяют для средств измерений, в которых влияние взаимодействия составных компонентов на метрологические характеристики трудно оценить заранее.

#### **7.5.4. Методы поверки средств измерений**

Особенности применяемых видов средств измерений определяют приведенные ниже методы их поверки.

*Метод непосредственного сличения* поверяемого или калибруемого средства измерения с эталоном соответствующего разряда без использования компаратора (прибора сравнения). Данный метод широко применяется при поверке различных средств, например, в области электрических и магнитных измерений при определении метрологических характеристик измерительных приборов. Основой метода является проведение одновременных измерений одного и того же значения физической величины поверяемым (калибруемым) и эталонными средствами измерений. К достоинствам данного метода относятся простота, наглядность, возможность применения автоматической поверки (калибровки), отсутствие необходимости применения сложного оборудования.

*Метод сличения* поверяемого средства измерения с однородным эталонным средством измерения с помощью компаратора. В некоторых случаях оказывается невозможным сравнить показания средств измерений одной и той же величины. Например, нельзя непосредственно сравнить размеры мер магнитных и электрических величин. Измерение этих величин выполняю

*Метод косвенных измерений* позволяет находить действительный размер меры с помощью поверяемого или калибруемого средства измерения прямыми измерениями нескольких эталонных величин, связанных с искомой величиной определенной зависимостью. Метод применяется, когда действительные значения величин, воспроизводимые эталонным и поверяемым средствами измерений, невозможно определить прямыми измерениями или когда косвенные измерения более просты или более точны по сравнению с прямыми измерениями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Програмама социална-эканамічнага развіцця Рэспублікі Беларусь на 2011–2015 гг. [Электронны рэсурс]. – 2011. – Режим дасупа: [http://www.economy.gov.by/ru/macroeconomy/programma\\_soc\\_econom\\_razvitiia](http://www.economy.gov.by/ru/macroeconomy/programma_soc_econom_razvitiia). – Дата дасупа: 29.10.2013.
2. Тэхналогія строіцельнага прадукцыі: учеб. пособіе для вузав / Я. Л. Ревіч [і др.]; пад агул. ред. Я. Л. Ревіч. – М.: Ізд-во Асацыяцыі строіцельных вузав, 2011. – 376 с.
3. Літвінов, О.О. Тэхналогія строіцельнага прадукцыі / О.О. Літвінов, Ю. І. Беляков. – М.: Стройіздат, 1986. – 428 с.
4. Медведэв, А.М. Міжнародная стандартызацыя і сертыфікацыя прадукцыі / А.М. Медведэв, А.Ф. Ряполов. – М.: Ізд-во стандартов, 1989. – 120 с.
5. Тэхналогія і арганізацыя строіцельства аўтамабільных дарог / Н.В. Горельшэв, С.М. Полосін-Нікіцін [і др.]; пад ред. Н.В. Горельшэва. – М.: Транспарт, 1992. – 551 с.
6. Ясінецкі, В.Г. Арганізацыя і тэхналогія гідромеліаратывных работ: учебнік / В.Г. Ясінецкі, Н.К. Фенін. – М.: АграрпрамІздат, 1986. – 352 с.
7. Аханов, В.С. Справочнік строіцеля: справочнае выданне / В.С. Аханов, Г.А. Ткачэнко. – 7-е изд., доп. і перераб. – Ростов н/Д.: Фенікс, 2005. – 479 с.
8. Дылевская, Т.И. Тэхналогія аблічавочных работ: учеб. пособіе / Т.И. Дылевская. – Мінск: Дызайн ПІРО, 2004. – 263 с.
9. Іванушыкіна, А.Г. Штукатурныя і другія аддэлочныя работы / А.Г. Іванушыкіна. – М.: АСТ; Дзюнецк: Сталкер, 2005. – 191 с.
10. Рыбалко, Л.Е. Тэхналогія строіцельнага прадукцыі: учеб.-метад. комплекс / Л.Е. Рыбалко. – Горкі: БГСХА, 2009. – 255 с.
11. Прадукцыя земляных работ і ўстаноўка фундаментав. Практыкум: учеб. пособіе / сост. Е.Г. Крэмнева. – Мінск: Новое знанне, 2008. – 172 с.
12. Тэхналогія строіцельнага прадукцыі і ахова труда: учебнік для вузав / А.П. Коршунова [і др.]; пад ред. Г.Н. Фоміна. – М.: Стройіздат, 1987. – 375 с.
13. Стаценко, А.С. Тэхналогія і арганізацыя строіцельнага прадукцыі: учеб. пособіе / А.С. Стаценко, А.І. Тамковіч. – 2-е изд., іспр. – Мінск: Вышэйш. шк., 2002. – 367 с.
14. Телічэнко, В.І. Тэхналогія возведэння зданій і сооружэній: учебнік для вузав / В.І. Телічэнко, В.В. Сокаловскі. – М.: Вышш. шк., 2002. – 320 с.
15. Шух, М.А. Тэхналогія строіцельнага прадукцыі: метад. указанія і заданія / М.А. Шух, Л.Е. Рыбалко. – Горкі: БГСХА, 2009. – 68 с.
16. Асновіна, Л.Г. Введзенне стандартов ІСО серыі 9000: лекцыя / Л.Г. Асновіна. – Горкі: БГСХА, 2001. – 24 с.
17. Нацыянальная сістэма сертыфікацыі Рэспублікі Беларусь. – Мінск, 2000. – 195 с.
18. Міжнародныя стандарты. Управленне якасцю прадукцыі ІСО 9000, ІСО 9004. – М., 1988. – 95 с.
19. Войтовіч, І.Ф. Сістэмы якасця ў арганізацыях строіцельнага комплекса па міжнародным стандартам ІСО серыі 9000. – Мінск: НПООО «Стрынка», 1999. – 152 с.
20. Об аценке саответствія трэбаваіям тэхнічэскіх нарматывных прававых актыв в абласті тэхнічэскага нармыраванія і стандартызацыі, 5 янв. 2004 г., № 269-3; в ред. Закона Респ. Беларусь, 9 іюля 2007 г., № 247-3 [Электронны рэсурс] // Нац. центр прававой інфарм. Респ. Беларусь. – Мінск, 2008.

21. Статистические методы повышения качества продукции / Ю. А. Можайский [и др.]. – Рязань, 2002. – 228 с.
22. Технология и организация строительных процессов: учеб. пособие / Н.Л. Тарануха [и др.]. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. – 196 с.
23. Технология производства работ: метод. указания по выполнению лаб. работ / М. А. Шух [и др.]. – Горки: БГСХА, 2004. – 132 с.
24. Технология строительного производства: метод. указания по выполнению курсового проекта / Л. Е. Рыбалко, В. П. Орешников. – Горки: БГСХА, 2012. – 62 с.
25. Новицкий, Н.И. Управление качеством продукции / Н.И. Новицкий, В. Н. Олексюк, А. В. Кривенков, Е. Э. Пуrowsкая. – М.: Новое знание, 2004. – 367 с.
26. ТКП 45-5.02-82–2010. Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 22 с.
27. ТКП 45-5.03-130–2009. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 26 с.
28. ТКП 45-1.03-40–2006. Безопасность труда в строительстве. Общие требования. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 45 с.
29. ТКП 45-1.03-44–2006. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 33 с.
30. ТКП 45-5.09-105–2009. Отделочные работы. Правила выполнения. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 12 с.
31. ТКП 45-5.09-128–2009. Полы. Правила устройства. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 12 с.
32. ТКП 45-5.03-131–2009. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 20 с.
33. ТКП 45-1.01-81–2007. Статистические методы при оценке качества продукции и результативности процессов системы менеджмента качества. Порядок применения. – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 19 с.
34. ТКП 45-3.02-69–2007. Благоустройство территорий. Озеленение. Правила проектирования и устройства. – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 20 с.
35. ТКП 45-3.03-88–2007. Автомобильные дороги. Цементобетонные основания и покрытия. Правила устройства. – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 40 с.
36. ТКП 45-5.08-75–2007. Изоляционные покрытия. Правила устройства. – Минск: Минстройархитектуры, 2007. – 8 с.
37. ТКП 45-3.02-223–2010. Заполнение оконных и дверных проемов. Правила проектирования и устройства. – Минск: Минстройархитектуры, 2011. – 22 с.
38. ТКП 5.3.13–2007. Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Сертификация работ (услуг) в строительстве. Порядок проведения. – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 20 с.
39. ТКП 45-1.03-85–2007. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Правила монтажа. – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 33 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<b>РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>4</b>
1.1. Общие сведения о технологии строительного производства.....	4
1.1.1. Основные виды работ в сельскохозяйственном строительстве, их характеристика и необходимые ресурсы для их ведения.....	4
1.1.2. Строительные процессы и работы.....	5
1.1.3. Технологические особенности сельского строительства и обустройства территорий.....	9
1.1.4. Механизация работ в сельскохозяйственном строительстве.....	9
1.2. Основы технического и тарифного нормирования.....	10
1.2.1. Цели и задачи технического нормирования.....	10
1.2.2. Методы технического нормирования.....	11
1.2.3. Виды технических норм и их характеристика.....	14
1.2.4. Основные источники технических норм, их назначение и порядок использования.....	16
1.2.5. Тарифная система и ее составные элементы.....	17
<b>РАЗДЕЛ 2. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>18</b>
2.1. Технологическое проектирование.....	18
2.1.1. Понятие о технологическом проектировании.....	18
2.1.2. Проектирование производства строительно-монтажных работ.....	19
2.1.3. Методы производства строительно-монтажных работ.....	21
2.1.4. Карты трудовых процессов. Состав и схемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ.....	21
2.2. Подготовительные и вспомогательные работы.....	22
2.2.1. Подготовка территории строительной площадки к строительству, разбивка зданий и сооружений на местности.....	22
2.2.2. Отвод поверхностных и грунтовых вод.....	26
2.2.3. Организация водоотлива и искусственного понижения уровня грунтовых вод.....	27
2.2.4. Искусственное закрепление грунтов.....	32
2.2.5. Временное крепление откосов выемок.....	34
2.3. Технология транспортирования строительных грузов.....	37
2.3.1. Классификация строительных грузов и видов транспорта. Транспортирование строительных грузов.....	37
2.3.2. Специальные виды транспорта.....	39
2.3.3. Погрузочно-разгрузочные работы на строительной площадке.....	40
2.4. Технологии производства земляных работ.....	41
2.4.1. Общие вопросы технологии производства земляных работ.....	41
2.4.2. Технология разработки, транспортировки и укладки грунта механическими средствами.....	50
2.4.3. Технология уплотнения грунта при строительстве земляных насыпных сооружений.....	81
2.4.4. Технология производства земляных работ в зимних условиях.....	90
2.5. Бетонные и железобетонные работы.....	95
2.5.1. Опалубивание и армирование конструкций.....	95
2.5.2. Технология производства бетонных и железобетонных работ.....	98

2.6. Технология производства свайных работ.....	125
2.6.1. Назначение и виды свай. Конструкции забивных свай и шпунта.....	125
2.6.2. Технология погружения свай.....	126
2.6.3. Технология устройства набивных свай.....	131
2.6.4. Технология устройства ростверков.....	139
2.6.5. Приемка свайных работ. Контроль качества.....	140
2.7. Технология производства монтажных работ.....	143
2.7.1. Основные технологические схемы монтажа железобетонных конструкций.....	141
2.7.2. Состав работ по монтажу сборных конструкций на строительной площадке.....	143
2.7.3. Монтаж сборных конструкций зданий (крупноблочных, крупнопанельных, из объемно-пространственных элементов).....	146
2.7.4. Особенности монтажа зданий и сооружений в зимних условиях.....	151
2.7.5. Техника безопасности при производстве строительно-монтажных работ.....	152
2.8. Технология производства каменных работ.....	154
2.8.1. Виды каменных работ, растворы для каменной кладки.....	154
2.8.2. Инвентарь, инструменты и приспособления для каменной кладки.....	158
2.8.3. Технология производства каменной кладки.....	159
2.8.4. Особенности каменных работ в зимнее время.....	161
2.9. Технология производства гидроизоляционных, пароизоляционных и теплоизоляционных работ.....	164
2.9.1. Назначение и виды гидроизоляционных работ.....	164
2.9.2. Технология производства гидроизоляционных работ.....	165
2.9.3. Особенности производства гидроизоляционных работ в зимних условиях.....	168
2.9.4. Технология производства пароизоляционных работ.....	169
2.9.5. Технология производства теплоизоляционных работ. Особенности устройства теплоизоляции в зимних условиях.....	169
2.10. Технология монтажа деревянных конструкций.....	173
2.10.1. Технология обработки древесины и сборка конструкций.....	173
2.10.2. Технология соединения отдельных элементов деревянных конструкций.....	177
2.10.3. Сборка деревянных конструкций. Контроль качества.....	178
2.11. Технология устройства кровельных покрытий.....	179
2.11.1. Несущие и ограждающие конструкции крыши.....	179
2.11.2. Назначение и виды кровель. Подготовка оснований под различные виды кровель.....	182
2.11.3. Технология устройства кровель из рулонных и мастичных материалов.....	184
2.11.4. Технология устройства кровель из штучных материалов.....	188
2.11.5. Особенности выполнения работ по устройству кровли в зимних условиях. Контроль качества кровельных работ.....	192
2.12. Технология производства штукатурных и облицовочных работ.....	193
2.12.1. Назначение и виды штукатурки и штукатурных растворов.....	193
2.12.2. Технология подготовки поверхностей под штукатурку и оштукатуривание поверхностей.....	195
2.12.3. Производство работ по облицовке зданий различными материалами..	198
2.12.4. Особенности производства штукатурных и облицовочных работ в зимних условиях.....	202

2.13. Технология производства малярных, обойных и стекольных работ. Устройство покрытия полов.....	203
2.13.1. Виды малярных работ и окрасочных составов.....	203
2.13.2. Подготовка поверхностей, нанесение и обработка подготовленных слоёв под окраску.....	205
2.13.3. Окраска внутренних и наружных поверхностей конструкций.....	206
2.13.4. Технология оклейки поверхностей обоями.....	208
2.13.5. Малярные и обойные работы, выполняемые в зимних условиях.....	211
2.13.6. Технология производства стекольных работ.....	211
2.13.7. Технология устройства полов из различных материалов.....	212
2.13.8. Технология устройства полов в зимних условиях.....	218
<b>РАЗДЕЛ 3. КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....</b>	<b>219</b>
3.1. Технология строительства дорог.....	219
3.1.1. Классификация, характеристика и конструкция дорог.....	219
3.1.2. Технология трассоподготовительных работ, устройство земполотна и дорожной одежды (усовершенствованного капитального и переходного типов).....	221
3.1.3. Технология строительства земполотна и дорожной одежды усовершенствованного капитального и переходного типов.....	226
3.1.4. Контроль качества при строительстве дорог.....	235
3.2. Особенности технологии строительного производства в условиях реконструкции.....	238
3.2.1. Общие положения.....	238
3.2.2. Методы выполнения земляных работ в условиях реконструкции.....	239
3.2.3. Разборка и ликвидация зданий и сооружений.....	242
3.2.4. Бетонные и железобетонные работы.....	246
3.2.5. Демонтаж строительных конструкций. Усиление строительных конструкций.....	247
3.2.6. Особенности технологии свайных работ в условиях реконструкции.....	250
<b>РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ.....</b>	<b>252</b>
4.1. Технология строительства наружных трубопроводов.....	252
4.1.1. Условия производства работ и состав рабочих операций.....	252
4.1.2. Технология устройства траншей и оснований под трубопроводы.....	257
4.1.3. Технология монтажа трубопроводов.....	259
4.1.4. Технология бестраншейной прокладки трубопроводов.....	264
4.1.5. Контроль качества при строительстве трубопроводов.....	268
4.2. Технология строительства водопроводных и канализационных сооружений.....	269
4.2.1. Технология строительства заглубленных сооружений и их частей.....	269
4.2.2. Методы и технология возведения надземных частей зданий объектов водоснабжения.....	278
4.2.3. Монтаж внутренних санитарно-технических систем.....	280
<b>РАЗДЕЛ 5. ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИЙ.....</b>	<b>284</b>
5.1. Технология работ при обустройстве территорий.....	284
5.1.1. Подготовка территории к благоустройству.....	284
5.1.2. Строительно-монтажные работы при обустройстве территорий.....	285
5.1.3. Озеленение застраиваемых территорий.....	292
5.1.4. Контроль качества и приемка работ.....	301
<b>РАЗДЕЛ 6. ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ.....</b>	<b>302</b>
6.1. Характер и виды отрицательных воздействий строительного производства на окружающую среду.....	302
6.2. Мероприятия, способствующие уменьшению отрицательного влияния.....	303

6.3. Технологические и организационные мероприятия по охране природы и окружающей среды.....	305
<b>РАЗДЕЛ 7. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, РАБОТ И УСЛУГ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. СЕРТИФИКАЦИЯ</b>	<b>307</b>
7.1. Международные стандарты серии ISO 9000, ISO 9001.....	307
7.1.1. Международные стандарты серии ISO 9000.....	307
7.1.2. Международный стандарт серии ISO 9001.....	309
7.1.3. Система качества.....	313
7.1.4. Организация внедрения стандартов в организациях строительного комплекса.....	316
7.2. Аттестация продукции и производства.....	318
7.2.1. Основные определения. Общие положения по оценке аттестации продукции и производства (технической компетентности испытательных подразделений).....	318
7.2.2. Организация и порядок проведения оценки технической компетентности испытательных подразделений.....	319
7.2.3. Надзор за аттестованными испытательными подразделениями.....	322
7.2.4. Подтверждение или продление срока действия свидетельств о технической компетентности.....	323
7.3. Статистические методы управления качеством.....	323
7.3.1. Понятие о статистических методах управления качеством.....	323
7.3.2. Задачи и методы статистического управления качеством в условиях производства.....	324
7.3.3. Возможности применения статистических методов для контроля качества продукции.....	327
7.4. Национальная система сертификации продукции.....	329
7.4.1. Основные определения национальной системы сертификации.....	329
7.4.2. Структура системы сертификации и ее органов.....	332
7.4.3. Схемы сертификации.....	334
7.4.4. Порядок проведения работ по сертификации продукции.....	336
7.5. Метрологический контроль в строительстве.....	341
7.5.1. Организация метрологической службы в строительстве.....	341
7.5.2. Поверка мер и измерительных приборов.....	342
7.5.3. Виды проверок и способы их выполнения.....	344
7.5.4. Методы поверки средств измерений.....	345
Литература.....	347

Учебное издание

**Рыбалко** Людмила Евгеньевна

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. Г. Бутова*

Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Корректор *С. Н. Кириленко*

Компьютерный набор и верстка *Л. Е. Рыбалко*

Подписано в печать 11.09.2015. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 20,69. Уч.-изд. л. 19,15.  
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407 г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.