



Курс лекций

«Технологические процессы в строительстве»

для обучающихся по направлению

08.03.01 Строительство

1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Одной из систем капитального строительства является **строительное производство** — совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке, включая строительномонтажные и специальные процессы в подготовительный и основной периоды строительства.

Конечным результатом выполнения совокупности строительных процессов является строительная продукция, под которой следует подразумевать отдельные части строящихся объектов и законченные здания и сооружения.

В народнохозяйственных планах под строительной продукцией подразумевают введенные в эксплуатацию промышленные предприятия и цехи, жилые дома, здания общественного назначения и другие вновь построенные и реконструированные объекты.

Технология строительного производства — это наука о методах выполнения строительных процессов, обеспечивающих обработку строительных материалов, полуфабрикатов и конструкций с качественным изменением их состояния, физико-химических свойств, геометрических размеров с целью получения продукции заданного качества.

1.1 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

В строительных процессах участвуют рабочие, используют технические средства, с помощью которых из материальных элементов создают строительную продукцию.

Строительные процессы характеризуются многофакторностью и специфическими особенностями, что обусловлено:

- неподвижностью строительной продукции;
- многообразием строительной продукции;
- разнообразием материальных элементов;
- природно-климатическими условиями.

Строительные процессы по своему содержанию в технологическом отношении представляют собой совокупность двух аспектов. Первый аспект определяет особенности, происходящие с материальными элементами в пространстве и времени без изменения их физико-механических свойств: транспортирование, укладку, уплотнение, сборку, стыковку и др. Второй аспект характеризует физико-химические превращения, изменяющие конечные свойства материальных элементов: прочность, плотность, напряженность, теплопроводность, влагопроницаемость и др.

В строительстве производственные процессы классифицируют на **две группы** — внеплощадочные процессы и процессы строительной площадки (внутриплощадочные), каждая из которых решает определенные задачи и также имеет свою внутреннюю классификацию.

Основой классификации процессов строительного производства является подразделение их по технологическим признакам:

1. *Заготовительные процессы* обеспечивают строящийся объект полуфабрикатами, деталями и изделиями.

2. *Транспортные процессы* обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к местам возведения конструкций. Транспортным процессам обычно сопутствуют процессы погрузки, разгрузки и складирования.

3. *Подготовительные процессы* предшествуют монтажно-укладочным и обеспечивают их эффективное выполнение (например, укрупнительная сборка конструкций), предварительное перед монтажом обустройство монтируемых конструкций вспомогательными приспособлениями и др.

4. *Монтажно-укладочные процессы* обеспечивают получение продукции строительного производства и заключаются в переработке, изменении формы или придании новых качеств материальным элементам строительных процессов.

Монтажно-укладочные процессы делятся на ведущие и совмещенные. *Ведущие процессы* входят в непрерывную технологическую цепь производства и определяют развитие и продолжительность строительства объекта.



Совмещенные процессы, технологически непосредственно не связанные с ведущими процессами, могут выполняться параллельно с ними. Совмещение процессов (при строгом соблюдении правил безопасности труда рабочих) позволяет значительно сократить продолжительность строительства.

Процессы классифицируют также по степени участия машин и средств механизации при их выполнении:

1 *Механизированные процессы* выполняют с помощью машин. Рабочие здесь лишь управляют машинами и обслуживают их.

2 *Полумеханизированные процессы* характеризуются тем, что в них наряду с машинами используют ручной труд.

3 *Ручные процессы* выполняют с помощью инструментов.

В зависимости от сложности производства процессы могут быть простыми и комплексными:

1 *Простой трудовой процесс* представляет собой совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, осуществляемых одним рабочим или группой (звеном) рабочих. Каждая рабочая операция состоит из рабочих приемов, которые включают рабочие движения. Рабочие приемы и движения выполняет один рабочий.

2 *Комплексный (сложный) трудовой процесс* представляет собой совокупность одновременно производимых, простых процессов, взаимно зависимых и связанных конечной продукцией.

Для выполнения каждого строительного процесса необходимо правильно организовать рабочее место. **Рабочим местом** называется пространство, в пределах которого перемещаются участвующие в строительном процессе рабочие, расположены различные приспособления, предметы и орудия труда.

Участок работы, выделяемый одному рабочему или звену, называется **делянкой**, а участок, выделяемый бригаде, — **захваткой**. Размеры делянки и захватки должны обеспечить достаточный фронт работ, позволяющий рабочему звену и бригаде производительно и безопасно работать в течение продолжительного времени (обычно не менее полусмены) без перехода к новому



месту работы. Совокупность строительных процессов, в результате которых появляется конечная (в виде законченных зданий и сооружений) или промежуточная (в виде частей или конструктивных элементов, зданий и сооружений) продукция, представляет собой **строительные работы**.

Отдельные виды строительных работ получили свое наименование по виду перерабатываемых материалов или по конструктивным элементам, которые являются продукцией данного вида работ. *По первому признаку* различают земляные, каменные, бетонные и т. д., по второму — кровельные, изоляционные и т. д.

1.2 ПРОФЕССИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ

Профессия — это постоянная деятельность, требующая специальной подготовки. Профессия определяется видом и характером выполняемых строительных процессов: бетонщики выполняют бетонные работы, каменщики — каменные и т. д. Однако каждый из них может иметь свою специальность по данному виду работ, например плотник опалубщик, каменщик по кирпичной кладке и т. д.

Для ведения строительства нужны рабочие с разным уровнем подготовки, т. е. разной **квалификации**. Номенклатура профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих устанавливается действующим «Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (ЕТКС). В ЕТКС приведены квалификационные характеристики строительных профессий и специальностей.

Показателем квалификации рабочего является **разряд**, устанавливаемый в соответствии с тарифно-квалификационными характеристиками, приведенными для каждой профессии и каждого разряда в ЕТКС. Всего имеется восемь разрядов. Рабочему разряд присваивает квалификационная комиссия, которая руководствуется тарифно-квалификационными требованиями, предъявляемыми к выполняемой работе. Кроме того, рабочий должен знать правила техники безопасности, правила внутреннего трудового распорядка и



требования, которым должно соответствовать качество работ по смежным строительным процессам.

Успешное выполнение строительных процессов требует разделения труда между рабочими в соответствии с их квалификацией и организации их совместной работы. Поэтому строительные процессы выполняют звенья или бригады рабочих. **Звено** состоит из 2 ... 5 рабочих одной профессии различной квалификации.

Бригада состоит из большего числа рабочих, чем звено, или из нескольких звеньев. Количественный и квалификационный составы звеньев и бригад устанавливают в зависимости от объема работ и сложности процессов.

Наиболее распространены в строительстве специализированные и комплексные бригады. *Специализированные бригады* организуют при выполнении большого объема работ с однородными процессами. *Комплексные бригады*, в состав которых входят специализированные звенья, формируют при необходимости СВЯЗАТЬ организационно простые процессы в комплексный процесс. Комплексная бригада объединяет обычно 50... 60 рабочих различных профессий и специальностей. Бригадир комплексной бригады назначают из числа наиболее квалифицированных рабочих ведущей специальности.

1.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ И ТАРИФНОЕ НОРМИРОВАНИЕ, ОПЛАТА ТРУДА

Важнейшим показателем эффективности трудовой деятельности рабочего является **производительность труда**, определяющая прогресс общественного производства, а также уровень развития производительных сил общества.

Производительность труда строительных рабочих определяется:

выработкой — количеством строительной продукции, выработанной за единицу времени (за 1 ч., смену и т. д.);

трудоемкостью — затратами рабочего времени (чел.-ч, чел.-смена и т. д.) на единицу строительной продукции (м³ кирпичной кладки, м² штукатурки и т. п.). Данная характеристика является одним из основных показателей оценки производительности труда. Чем меньше затраты труда на единицу продукции, — тем выше производительность труда.

Количественно трудоемкость регламентируется техническим нормированием. *Техническое нормирование* — это установление технически обоснованных норм затрат труда, машинного времени и материальных ресурсов на единицу продукции. Нормы затрат труда выражают в виде норм времени и выработки.

Нормой времени называется количество времени, необходимого для изготовления единицы продукции надлежащего качества. При определении нормы времени исходят из условия, что нормируемую работу выполняют по современной технологии рабочие соответствующей профессии и квалификации. **Нормой машинного времени** также является количество времени работы машины, необходимое для изготовления единицы машинной продукции соответствующего качества при правильной организации работы, позволяющей максимально использовать эксплуатационную производительность машины.

Норма выработки рабочего или звена рабочих и соответственно норма выработки машины или комплекта машин представляет собой количество продукции, получаемой за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Нормы времени и нормы выработки связаны следующим соотношением:

$$N_{\text{выр}} = 1/N_{\text{вр}}$$

где $N_{\text{выр}}$ — норма выработки в единицах продукции; $N_{\text{вр}}$ — норма времени в единицах времени на одного рабочего.

Зная нормы времени и нормы выработки, можно определить уровень производительности труда. Если заданная работа, на которую по нормам полагалось $T_{\text{нор}}$ времени, была выполнена за $T_{\text{фак}}$, то

$$У_{п.т} = (T_{нор}/T_{фак}) * 100\%$$

Уровень производительности труда по количеству продукции, которая должна быть получена за единицу времени $\Pi_{нор}$, и по фактически выполненной продукции $\Pi_{фак}$, составит

$$У_{п.т} = (\Pi_{фак}/\Pi_{нор}) 100\%$$

Норма выработки машины связана с нормой машинного времени зависимостью

$$H_{выр. м} = 1/H_{вр. м}$$

где $H_{выр. м}$ — нормы выработки машины в единицах продукции; $H_{вр.м}$ — норма машинного времени в единицах времени.

Нормы используют для расчетов с рабочими, при разработке документации по производству работ и оценке эффективности принятых технологических решений.

Цель тарифного нормирования — оценить качество труда, количество которого устанавливают по технически обоснованным нормам. Тарифная система позволяет дифференцировать оплату труда в зависимости от сложности и трудоемкости выполняемой работы. Тарифная система состоит из тарифных сеток, определяющих соотношения в оплате труда различных групп рабочих (разрядов рабочих), принимаемых по ЕТКС, и тарифных ставок, определяющих размер оплаты рабочих за единицу времени (час, день, месяц). В настоящее время в строительстве действует шестиразрядная сетка.

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

Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) — это сборники государственных элементных сметных нормативов на строительные и специальные строительные работы. Сметный норматив отдельных элементов прямых затрат, приходящихся на единицу объема строительных работ и конструктивных элементов, расход строительных материалов, затраты труда строительных рабочих и времени работы строительных машин.

В нормах находят отражение наиболее прогрессивные, экономичные проектные решения и индустриальные методы производства работ.



Сметные нормы служат базой для определения сметной стоимости отдельного вида работ, конструкций и зданий.

Единые нормы и расценки (ЕНиР). Расценки в сборниках ЕНиР, за исключением особо оговоренных случаев, определены из расчета часовых тарифных ставок при семичасовом рабочем дне. Рабочим, занятым на тяжелых работах и на работах с вредными условиями труда, тарифные ставки повышают на 8%, а рабочим, занятым на особо тяжелых работах и на работах с особо вредными условиями труда, — на 17%. Перечни профессий рабочих и работ, оплачиваемых по повышенным тарифным ставкам, даны в приложении к «Общей части» ЕНиР.

Содержащиеся в ЕНиР расценки определяют путем умножения часовой ставки рабочего соответствующего разряда (для строительных процессов, осуществляемых индивидуально) или средней часовой ставки звена (для процессов, выполняемых звеньями) на нормы времени, выраженные в чел.-ч. Расчетные составы звеньев принимают по ЕНиР.

Для механизированных работ кроме норм времени рабочих, чел.-ч, приведены (в скобках) нормы времени машин, маш.-ч. Для машин, эпизодически участвующих в производственных процессах, нормы времени работы, как правило, не приведены.

За исключением особо оговоренных случаев, в ЕНиР учтено и не оплачивается время, затрачиваемое рабочими на подготовительно-заключительные операции. Время, идущее на перемещение материалов, учтено только на расстояния, указанные в сборниках ЕНиР.

В сборниках ЕНиР содержатся нормы времени и расценки на отдельные виды работ, а также на укрупненные нормы и расценки.

Оплата труда в строительстве. В строительстве существуют две основные формы оплаты труда: повременная, охватывающая примерно 15% всего контингента строительных рабочих, и сдельная.

При повременной оплате труда рабочий получает заработную плату за фактически отработанное время по действующим тарифным ставкам по разряду, определяемому по ЕТКС. Эту форму оплаты применяют для рабочих,

занятых на дежурствах и на других работах, которые не поддаются точному нормированию и учету. За высокое качество и своевременное выполнение этих работ может выплачиваться премия. В этом случае оплата труда является повременно-премиальной. Размер премии может составлять до 20% тарифной ставки у рабочих, обслуживающих механизмы, электрические, тепловые и водопроводные сети, и 30 ... 40% у рабочих, занятых управлением машинами и их ремонтом.

Сдельная форма оплаты труда предусматривает выплату рабочему за работной платы за фактически выполненный объем работ по расценкам за единицу продукции надлежащего качества. Эта форма является более прогрессивной, так как она способствует повышению производительности труда и вызывает у рабочих стремление к приобретению более высокой квалификации. Сдельная оплата труда может быть неограниченной (прямой) и аккордной. Аккордная оплата может быть простой аккордной и сдельно-премиальной. Кроме того, на некоторых стройках в качестве эксперимента применяют урочно-премиальную систему оплаты труда. При прямой сдельной оплате труда выдаваемый рабочим наряд (задание) предусматривает оплату в расчетный период за каждую единицу продукции по сдельной расценке продукции независимо от количества продукции и достигнутой производительности труда (уровня выполнения норм). Сдельные расценки принимают по ЕНиР, ВНиР и местным нормам.

Аккордную оплату производят по укрупненно-аккордной расценке за комплекс работ в виде готовой на определенной стадии работ продукции (квартира, этаж, секция дома и т. д.). Калькуляцию аккордной расценки прилагают к наряду. При конкретных объемах и сроках выполнения заданных строительно-монтажных работ и при правильно определенных размерах заработка применение аккордной оплаты позволяет повысить производительность труда и ускорить завершение работ.

За выполнение аккордного задания ранее установленного срока к аккордной расценке доплачивается за каждый процент нормативного времени надбавка (сдельно-премиальная оплата труда). В зависимости от качества



сданных работ, т. е. оцениваемых на «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», размер этой надбавки будет соответственно 0,5, 2 и 3%; но не более 40% сдельного заработка.

При урочно-премиальной системе за выполненное в срок задание может быть выплачено до 20% заработной платы по наряду при оценке работы «хорошо» и до 40% — при оценке «отлично».

Бригады строительных рабочих также могут быть премированы за экономию основных материалов и за бережное отношение и сохранность сборных конструкций и деталей.

Как показывает опыт работы бригад, работающих по методу бригадного подряда, правильное применение премиальных систем оплаты труда и премирование за экономию материалов дают высокие результаты в снижении стоимости и сокращении сроков строительства.

Бригадиры сверх заработной платы, причитающейся им в соответствии с их квалификацией, получают доплату за руководство бригадами в процентах к заработной плате. Размер этой доплаты зависит от числа рабочих в бригаде.

1.4 МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Материальными элементами строительных процессов являются строительные материалы, полуфабрикаты, детали и изделия. При создании строительной продукции труд воздействует на материальные элементы, в результате чего создаются здания, сооружения, их части или конструктивные элементы.

Строительные материалы разделяют на природные (естественные) и искусственные. К первой группе относят круглый лес, пиломатериалы, каменные плотные и рыхлые горные породы (естественный камень, гравий, песок, глина) и др. К искусственным материалам относят вяжущие вещества (цемент, известь), искусственные камни (кирпич), керамические плитки, син-

тетические краски и лаки, строительные металлы, тепло- и гидроизоляционные материалы и др.

Строительные материалы имеют, как правило, устойчивые товарные свойства и изготавливаются промышленными предприятиями без учета конкретной продукции, для производства которой они будут применены.

К полуфабрикатам относятся бетонная, асфальтовая и другие растворные смеси, характерным для которых обычно является необходимость употребления «в дело» через короткий период времени после приготовления. Поэтому полуфабрикаты не имеют устойчивых товарных свойств, они тесно связаны с конкретной строительной продукцией.

К деталям и изделиям относятся заранее изготовленные и монтируемые элементы, например двери, оконные переплеты и коробки, балки, фермы, стеновые панели, плиты перекрытий и покрытий, санитарно-технические кабины, блок-комнаты и др.

Полуфабрикаты, детали и изделия изготавливают на строительных площадках, приобъектных полигонах, в мастерских и на промышленных предприятиях.

Технические требования, предъявляемые к качеству строительных материалов, полуфабрикатов, деталей и изделий, устанавливают строительные нормы и правила (СНиП), государственные стандарты (ГОСТы), технические условия (ТУ). В этих документах определено назначение строительных материалов и деталей, приведены указания по выбору и применению материальных элементов в зависимости от условий эксплуатации возводимого здания или сооружения, установлены условия транспортирования, правила приемки и хранения, правила отбора контрольных образцов, методика испытаний и др.

Материальные элементы, поступающие на строительную площадку, имеют технические паспорта и маркировку. Технический паспорт является документом, гарантирующим необходимые свойства, а маркировка (штампованием, надписями, ярлыками, бирками и др.) устанавливает индивидуальные особенности, точное наименование изготовителя и время изготовления.

СНиП, ГОСТы и ТУ имеют силу закона, и соблюдение их является обязательным для всех предприятий-изготовителей и строителей.

1.5 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

При создании строительной продукции рабочие используют технические средства, которые принято подразделять на основные, вспомогательные и транспортные.

Основные технические средства участвуют в непосредственном возведении строительных конструкций (сооружений), обработке их поверхностей, устройстве отделочных и защитных покрытий и др. К ним относят строительные машины, механизмы, подручные технические средства и различные приспособления.

Строительные машины — это передвижные или стационарные технические средства с рабочим органом, приводимым в действие двигателем. Рабочий орган непосредственно воздействует на материальные элементы строительных процессов, придавая им новые качества.

Механизмы в отличие от строительных машин не имеют специального двигателя. Рабочий орган приводится в действие с помощью ручной тали, лебедки, катков и др.

Подручным техническим средством является инструмент, как правило, — это личное орудие труда строительных рабочих. Ручной инструмент (лопата, молоток, коловорот и др.) обеспечивает усиление мускульной возможности рабочего и преобразует один вид механического движения в другой. Ручные машины могут быть электрическими, пневматическими и гидравлическими, при работе ими резко снижаются мускульные усилия рабочего с одновременным повышением производительности труда.

Для раскрепления земляных выемок, устройства монолитных, сборно-монолитных и каменных конструкций, монтажа сборных конструкций, производства работ на высоте и для других видов работ необходимы различные крепления, опалубка, поддерживающие леса, кондукторы, подмости и разные

приспособления. Они, как правило, представляют собой инвентарные приспособления многократного использования.

В осуществлении строительных процессов участвуют также различные подсобные приспособления — зажимы, державки, шаблоны и т. п. Данные приспособления являются средствами личного пользования и в отличие от инструмента не являются преобразователями мускульной энергии.

Вспомогательные технические средства играют роль технологической, энергетической, эксплуатационной и персональной оснастки, без них нельзя или нерационально выполнять строительные работы.

Технологическая оснастка предназначена обеспечить удобство и безопасность работы, сохранность строительных материалов, полуфабрикатов и деталей (контейнеры, кассеты, трубки, бункера, баллоны для газов и жидких веществ и др.).

Энергетическая оснастка должна обеспечить работу строительных и ручных машин, освещение, технологические и другие производственные нужды. К ней относятся компрессоры, трансформаторы, осветительные и электросиловые проводки и др.

Эксплуатационная оснастка служит для нормальной эксплуатации строительных машин, механизмов, инструмента и других основных технических средств. К ней относятся подкрановые пути, ограничители движения, сигнальные приспособления, точильные станки, заправочные аппараты и др.

Персональная оснастка предназначена обеспечить возможность строительным рабочим трудиться уверенно и безопасно, особенно на высоте (люльки, стремянки, лестницы, ограждения и др.).

Транспортные технические средства (автомобили, вагоны, краны, конвейеры, бетононасосы и т. д.) обеспечивают доставку материальных элементов и технических средств к возводимым зданиям и сооружениям.

Затраты труда и времени на выполнение строительных процессов предопределяются эффективностью основных и транспортных технических средств, однако, как показывает практика, они в значительной степени зависят и от технического совершенства вспомогательных средств.

Важнейшей задачей технологии строительного производства является определение оптимальных составов и эффективных параметров строительных машин, механизмов и других технических средств. При этом главенствующая роль должна быть отведена эффективным строительным машинам, обеспечивающим в итоге повышение производительности труда и одновременно требуемые качественные показатели строительной продукции.

1.6 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА (СНиП) и СВОД ПРАВИЛ (СП)

Строительные нормы и правила (СНиП) являются сводом основных нормативных документов по составлению проектно-сметной документации и осуществлению промышленного, жилищного и других видов строительства в нашей стране.

Строительные нормы и правила (СНиП) — совокупность принятых органами исполнительной власти нормативных актов технического, экономического и правового характера, регламентирующих осуществление градостроительной деятельности, а также инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства.

Система нормативных документов в строительстве в СССР действовала наряду с системой стандартизации в строительстве, являющейся частью Государственной системы стандартизации, а также с системой стандартизации в рамках СЭВ. С 1995 года СНиПы являлись частным случаем технических регламентов. В 2010 году существующие СНиПы были признаны сводами правил.

Свод правил (по проектированию и строительству) — нормативный документ, рекомендуемый технические решения или процедуры инженерных изысканий для строительства, проектирования, строительного монтажа работ и изготовления строительных изделий, а также эксплуатации строительной продукции и определяющий способы достижения ее соответствия обязательным требованиям строительных норм, правил и стандартов. Своды правил по проектированию и строительству устанавливали рекомендуемые

положения в развитие и обеспечение обязательных требований строительных норм, правил и общетехнических стандартов системы нормативных документов в строительстве или по отдельным самостоятельным вопросам, не регламентированным обязательными нормами.

1.7 РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

Для ритмичного и непрерывного осуществления всех технологических задач строительный процесс в период функционирования должен быть организован в пространстве и времени.

Организация строительного процесса в пространстве обеспечивается разделением объемного пространства возводимых зданий и сооружений на участки и захватки, на которых бригады или звенья рабочих в необходимой технологической последовательности выполняют все операции.

Участками называют часть здания и сооружения, в пределах которых существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы работ, т. е. использовать одни и те же процессы. В качестве участков принимают температурные блоки одноэтажных промышленных зданий, этаж или часть этажа многоэтажных зданий (рис.1,а), жилые секции в пределах одного этажа и т. д., но неоднородные объекты не удастся расчленить на равно изменяемые однородные участки (рис. 1,б).

Захватками называют часть зданий и сооружений, в пределах которых повторяются одинаковые комплексы строительных процессов, выполняемые каждый в отдельности определенное и равномерное время. В качестве захватки могут быть приняты один или несколько фундаментов под колонны каркаса здания, ряд колонн каркаса здания, стеновое ограждение из панелей в пределах двух-трех шагов колонн и т. д.

Строительные процессы на захватках и участках во времени можно осуществлять *последовательно, параллельно или поточно* (последовательно-параллельно), поэтому такая организация называется соответственно *последовательный, параллельный и поточный* методы производства работ.

При организации выполнения строительных процессов во времени весь комплексный производственный процесс по возведению зданий и сооружений делят на отдельные циклы (строительные операции, отдельные строительные процессы или работы), а затем организуют их выполнение по одному из указанных методов.

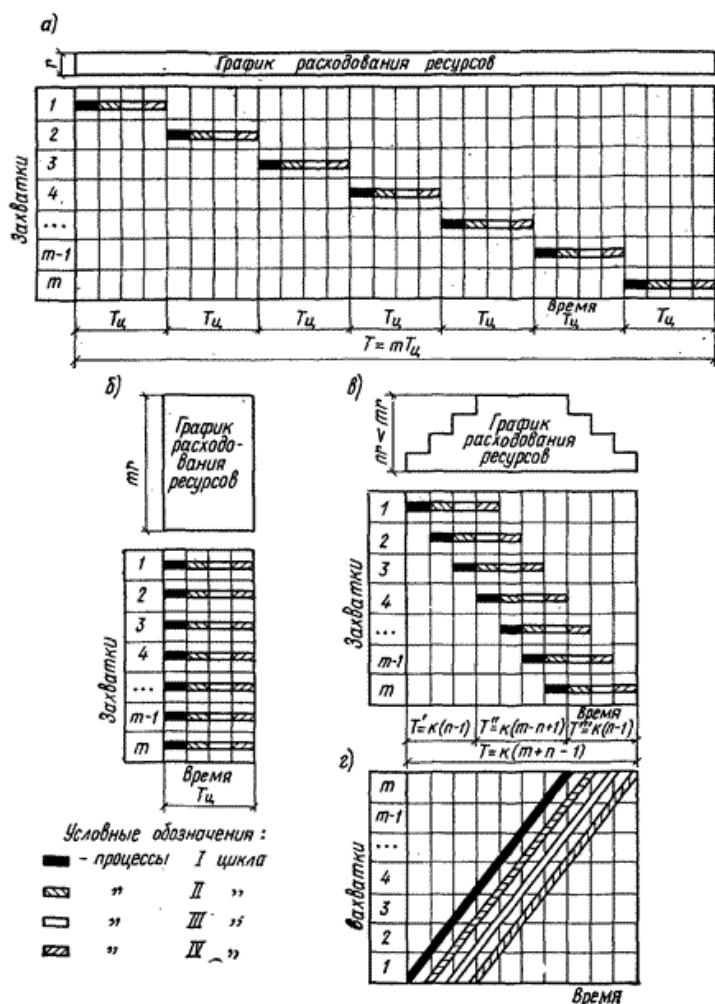


Рис. 1 Сравнительная характеристика выполнения процессов во времени различными методами

а — последовательным, б — параллельным; в — поточным с изображением развития потока в виде линейного календарного графика; г — то же, с изображением в виде циклограммы.

При последовательном методе все технологические циклы ведут сначала на первой захватке, затем на второй, третьей и т. д. (рис. 1а). Продолжительность строительства при этом увеличивается ($T = T_{ц}m$, где $T_{ц}$ — длительность всех технологических циклов, выполняемых на одной захватке), но потребление ресурсов в единицу времени относительно небольшое (интенсив-



ность потребления ресурсов за единицу времени $r=R/T$, где R — общая затрата ресурсов на осуществление всех технологических циклов на m захватках).

При параллельном методе все технологические циклы осуществляют одновременно на всех захватках (рис. 1б), что требует большой концентрации ресурсов (mr). При этом общая продолжительность строительства существенно сокращается ($T=T_{ц}$).

При поточном методе (рис. 1,в) каждый технологический цикл выполняют сначала на первой захватке, затем на второй, третьей и т. д. Это позволяет последовательно проводить однородные циклы и параллельно — разнородные.

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

Для создания строительного потока необходимо общий производственный процесс расчленить на составляющие циклы (процессы, работы), разделить их между исполнителями, создать производственный ритм, совместить во времени выполнение составляющих процессов. В зависимости от типа и назначения строительных объектов, их конструктивных решений, условий строительства и т. д. можно по-разному расчленять процессы, осуществлять разделение труда, создавать ритмы работ и совмещать процессы.

1.8 ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

В соответствии со СП 48.13330.2011 «Организация строительного производства» к обязательной документацией, регламентирующей организацию строительства, относятся:

- проект организации строительства (ПОС)
- проект производства работ (ППР)

Проект организации строительства (ПОС) - это документация, в которой укрупнено решаются вопросы рациональной организации строительства всего комплекса объектов данной строительной площадки.

Проект производства работ (ППР) - документация, в которой детально прорабатываются вопросы рациональной технологии и организации строительства конкретного объекта данной строительной площадки.

На основе ПОС составляется множество ППР, конкретизирующих решений ПОС для отдельных объектов.

ПОС разрабатывает обычно генеральный проектировщик или по его заданию какая-либо другая (субподрядная) проектная организация. *При двухстадийном проектировании* ПОС разрабатывается на первой стадии "Проект". ППР разрабатывает обычно генеральный подрядчик или привлекаемая им специализированная организация. В любом случае ППР утверждает руководитель генподрядной организации. При двухстадийном проектировании ППР составляется на стадии "Рабочая документация" (по времени это обычно совпадает с организационной подготовкой строительства). Состав ПОС и ППР регламентируется нормами СП 48.

При одностадийном проектировании составляется сокращенный проект организации и производства работ.

Проведение СМР без утвержденных ПОС и ППР российскими нормами запрещается, а все отклонения от ПОС и ППР должны согласовываться с организациями, разработавшими и утвердившими их.

Главными частями ПОС и ППР являются стройгенплан и календарный план, на основе которых составляются всевозможные ведомости, графики потребления различных ресурсов.

Стройгенплан, "общеплощадочный" или "объектный", представляет часть соответственно ПОС или ППР, в которой решаются вопросы рационального размещения на всей стройплощадке или отдельном объекте грузоподъемных механизмов, мест складирования материалов, временных дорог и других объектов строительного хозяйства. Как отмечалось, в ПОС эти вопросы рассматриваются укрупненно для всего комплекса объектов площадки, в ППР - подробно, только для одного объекта.

Для крупных строек, особенно гидротехнических и гидромелиоративных, в ПОС может составляться также "ситуационный план", охватывающий

большую территорию, окружающую стройку, измеряемую десятками, а иногда сотнями км". На нем показываются объекты, имеющие отношение к стройке.

Календарный план (график) представляет часть ПОС или ППР, в которой решаются вопросы рациональной последовательности и продолжительности работ (термины "календарный график" и "календарный план" в строительной практике чаще всего употребляются как синонимы).

Как и стройгенплан, календарный план в ПОС ("сводный") охватывает укрупненно (как правило, в денежном выражении - в тыс. рублей) весь комплекс объектов площадки; в ППР - подробно (в физических объемах), но только для одного объекта, для которого ППР составляется.

На основе календарного плана в ПОС составляется ведомость объемов СМР с разбивкой по объектам и периодам строительства. При необходимости составляются и другие ведомости (графики постановки) для конструкций, изделий, материалов, для строительных машин, для рабочих кадров по основным специальностям.

В ППР эти вопросы прорабатываются более подробно применительно к конкретному объекту, в частности, составляется график движения рабочей силы, показывающий, сколько человек должны работать на объекте каждый месяц (неделю, день). В зависимости от специфики и сложности строительства содержание ГТОС и ППР может изменяться.

Важным элементом ПОС и ППР является ***пояснительная записка***. В ней дается характеристика условий и сложностей строительства, указываются мероприятия по охране труда, по защите окружающей среды, обосновываются размеры складских площадей, число и размеры вспомогательных временных сооружений и помещений, расчеты сетей временных инженерных коммуникаций, выбор машин и механизмов, т.е. обоснование всех решений, принятых в графической части. В пояснительной записке приводятся технико-экономические показатели строительства (в ПОС - по всему комплексу объектов, в ППР - одному конкретному объекту).

1.9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И КАРТЫ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОД- СТВА

Технологическая карта — основной документ технологии строительного производства, регламентирующий последовательность и режимы выполнения строительного процесса на базе прогрессивных методов и комплексной механизации. Технологическая карта *отражает четыре группы* нормалей (предельные технологические параметры, допускаемые действующими нормативами — ГОСТами, СНиП, ТУ):

I группа — область применения карты и технологические требования. В ней приводят виды процессов и их состав: нормативы, которые необходимо выполнить; природно-климатические, геологические и другие условия; особенности функционирования процесса;

II группа — технологические режимы, способы и приемы получения продукта. В ней излагают допустимые режимы, обеспечивающие получение заданного продукта в соответствии со СНиП, ГОСТами, ТУ и другими нормативными документами; приводят схему рабочей зоны на время выполнения элементарного процесса (операции) с размещением и привязкой машин и механизмов, материальных ресурсов (материалов, полуфабрикатов и изделий) и указанием путей перемещения их в зону функционирования процесса; способы, режимы и последовательность ведения операций с указанием рациональных типов технологической оснастки (приспособлений и устройств); решения по технике безопасности;

III группа — технико-экономические показатели. Эта группа характеризует затраты труда на весь объем и на единицу объема, затраты машино-смен, выработку на одного работающего;

IV группа — материально-технические ресурсы. В ней приводят необходимое для функционирования процесса количество материалов, деталей и конструкций, число и типы машин и инструмента.

Карту трудовых процессов разрабатывают для указания рациональных приемов труда при выполнении отдельных видов технологических операций. В ней указывают наиболее рациональный состав рабочего звена для обеспечения эффективного функционирования технологического процесса, распределение между рабочими операций; приводят режимы труда и отдыха. Карты трудовых процессов составляют на основе изучения и обобщения передового опыта, отвечающего современному уровню строительного производства, обеспечивающего необходимые технико-экономические показатели и высокое качество работ при соблюдении правил по технике безопасности. В ней описаны: область применения, организация трудовых процессов; пооперационный график и распределение работ среди рабочих звена (бригады); условия труда.

Карты трудовых процессов разрабатывают по единой методике, и обычно они содержат *четыре раздела*:

1. область и эффективность применения карты (конструктивная характеристика сооружаемого элемента, показатели производительности труда — выработка в единицах продукции на 1 чел.-день и затраты труда на единицу продукции в чел.-ч;
2. подготовка и условия выполнения процесса (перечень мероприятий, которые должны быть окончены к началу процесса, условия, при которых процесс может быть начат, и условия безопасного ведения работ);
3. исполнители, предметы и орудия труда (состав звена с указанием профессий рабочих и их разрядов, вид применяемых материалов, полуфабрикатов и изделий, нормокomплект инструмента, приспособлений и инвентаря с приведением их основных параметров);
4. технология процесса и организация труда (последовательность выполнения процесса, условия доставки предметов труда к месту укладки, организация рабочего места с четким указанием расположения механизмов, приспособлений, инвентаря и рабочих, поминутный график выполнения трудового процесса), разъяснения (обычно с подкреплением

графическим изображением) по поводу выполнения отдельных производственных операций с рекомендациями рациональных рабочих движений и приемов труда.

2 Технология монолитных железобетонных работ

Комплексный процесс строительства из монолитного бетона и железобетона состоит из технологически и организационно связанных между собой *заготовительных и построечных процессов*. К *заготовительным* процессам относятся изготовление элементов опалубки, опалубочных или арматурно-опалубочных блоков, арматурных изделий, приготовление товарной бетонной смеси.

К *построечным процессам* относятся монтаж опалубки и арматуры, транспортирование, распределение и укладка бетонной смеси, выдерживание бетона, демонтаж опалубки с перестановкой ее на новую позицию или складирование.

При организации работ по возведению зданий и сооружений из монолитного бетона, как правило, применяют поточный метод. При этом комплексный поток делят на частные потоки, причем их число определяется конструкцией возводимых сооружений. В общем случае может быть *четыре потока*: монтаж опалубки и арматуры, бетонирование и распалубка.

2.1 УСТРОЙСТВО ОПАЛУБКИ

Опалубкой называют формообразующую временную конструкцию, состоящую из собственно формы, поддерживающих лесов и крепежных устройств. Конструкция опалубки должна в процессе бетонирования обеспечивать прочность, жесткость и неизменяемость бетонируемой конструкции, а также ее проектные размеры.

Конструкция опалубки должна обеспечивать достаточные прочность, надежность, простоту монтажа и демонтажа ее элементов, возможность

укрупненной сборки и широкую вариантность компоновки при их минимальной номенклатуре.

В зависимости от вида бетонируемых конструкций различают опалубку *вертикальных* (фундаменты, ростверки, стены, мосты, трубы дымоотводящие, градирни, колонны) и *горизонтальных конструкций*.

К горизонтальным относятся: перекрытия (в том числе балочные и ребристые), купола (в том числе сферы, оболочки, своды), пролетные строения мостов, эстакад.

В зависимости от конструкций типы опалубки подразделяют: мелкощитовая, крупнощитовая, балочная, объемно-переставная (в том числе П-образная, Г-образная и др.), скользящая (для высокого сооружения со стенками постоянного сечения), горизонтально-перемещаемая (в том числе катучая, туннельная), подъемно-переставная (в том числе с шахтным подъемником с опиранием на сооружение), пневматическая (в том числе подъемная, стационарная), несъемная (в том числе включаемая в расчетное сечение конструкции и невключаемая в расчетное сечение, со специальными свойствами).

В зависимости от применяемых при различной температуре наружного воздуха и характера воздействия опалубки, на бетонируемую конструкцию: неутепленную, утепленная, греющая, специальная.

В зависимости от оборачиваемости различают следующие типы опалубки: разового применения (в том числе несъемная), инвентарная, т.е. многократного применения. Оборачиваемость опалубки (в циклах) в зависимости от применяемого материала ориентировочно может быть принята: древесина 10...100; водостойкая фанера 70...100; пластмасса 80...200; сталь 100...400.

Прогиб элементов опалубки вертикальных поверхностей не должен превышать $1/400$ пролета.

Анализ отечественных и зарубежных опалубок, применяемых в строительстве, позволил сделать выводы о том, что существенных отличий в конструкциях опалубки различных фирм не отмечается, есть различия в разме-

рах элементов, обусловленных параметрами конструкций зданий и сооружений, для которых они разработаны.

Значительный сектор строительства заняли зарубежные опалубочные системы таких фирм, как MEVA, NOE, StarTec, Cifa, PERI, SBH, DOKA, FARESIN, THYSSEN-HUNNE BECK, OUTINORD и др.

В результате практического использования в отечественном и зарубежном массовом промышленном и гражданском строительстве наибольшее распространение получили следующие виды опалубок:

1. *Разборно-переставная мелкощитовая* опалубка из мелких щитов площадью до 2 м² и массой до 50 кг, из которых можно собирать опалубку для бетонирования любых конструкций, как горизонтальных, так и вертикальных, в том числе массивов, фундаментов, стен, перегородок, колонн, балок, плит перекрытий и покрытий.

2. *Крупнощитовая* опалубка из крупноразмерных щитов площадью до 20 м², оборудованных несущими или поддерживающими элементами, подкосами, регулировочными и установочными домкратами, подмостями для бетонирования. Она предназначена для возведения крупноразмерных и массивных конструкций, в том числе протяженных или повторяющихся стен, перекрытий зданий и сооружений различного назначения.

3. *Горизонтально перемещаемая* опалубка, назначение которой в возведении линейно-протяженных сооружений длиной от 3 м, решаемых как в виде отдельной стены (подпорная стенка), двух параллельных стен (открытый коллектор), так и закрытого сооружения, состоящего из стен и покрытия необходимой заданной длины.

4. *Объемно-переставная* опалубка, нашедшая применение при одновременном возведении стен и перекрытий зданий. Опалубка состоит из блоков-секций Г- и П-образной формы, конструкция позволяет секциям сдвигаться внутрь. Секции опалубки соединяют между собой по длине, образуя сразу несколько параллельных рядов с расстояниями между блоками, равными толщинам стен. Это позволяет после установки опалубки, укладки арма-

турных каркасов одновременно осуществлять бетонирование стен и примыкающих к ним участков перекрытий.

5. *Катучая (передвижная)* опалубка предназначена для возведения замкнутого контура туннелей, оболочек, сводов, возводимых закрытым способом. Такая опалубка возводится поэтапно: передвижение, подъем опалубки, опускание после бетонирования. В настоящее время туннельная опалубка нашла широкое применение для одновременного бетонирования зданий коридорной системы (больницы, санатории, дома отдыха и др.), когда при использовании двух комплектов опалубки осуществляется непрерывное устройство наружных и внутренних стен и перекрытий сразу на всю ширину этажа возводимого здания.

6. Высокие сооружения со стенками постоянного сечения требуют применения *скользящей опалубки*, которая постоянно поднимается, опираясь на арматурные стержни. Опалубка представляет собой систему, состоящую из щитов, рабочего пола, подмостей, домкратов, домкратных стержней, закрепленных на домкратных рамах, и станции управления подъемом опалубочной системы. Опалубка используется для возведения наружных и внутренних стен жилых зданий, ядер жесткости, а также дымовых труб, силосов, градирен и других сооружений высотой более 40 м и толщиной стен не менее 25 см.

7. Для высоких сооружений со стенками переменного сечения (труб, градирен, мостовых опор и др.) используют *подъемно-переставную опалубку*, выполняя процесс в таком порядке; бетонирование яруса (кольца), подъем опалубки с уменьшением количества наружных щитов и т.д.

8. *Блочная опалубка* обычно применяется в виде стального неразъемного блока при устройстве массивных конструкций (внутренних поверхностей лестничных клеток, лифтовых шахт, замкнутых ячеек стен жилых зданий, а также наружных поверхностей столбчатых фундаментов, ростверков, массивов и др.).

9. *Вертикально перемещаемая* опалубка, предназначенная для возведения сооружений (башня, градирня, жилой дом) или их частей (лифтовая

шахта жилого дома) и отдельных частей зданий и сооружений высотой на этаж (участок лифтовой шахты, пространственная замкнутая ячейка из 4 стен здания).

10. *Армоопалубка* применяется в виде мелкочаеистых сеток при бетонировании оболочек и других тонкостенных конструкций. Сетки в дальнейшем выполняют роль арматуры — на них под давлением наносится раствор или бетонная смесь.

11. *Несъемная* опалубка, применяемая при возведении конструкций без распалубливания, с устройством в процессе работ одновременно гидроизоляции, облицовки, утепления и др. Специфика опалубки в том, что после укладки в нее бетонной смеси опалубка остается в теле конструкции, составляя с ней одно целое. В настоящее время несъемную опалубку используют не только для бетонирования отдельных конструкций, но и возведения полностью зданий. Это стало возможным при использовании в качестве опалубки пенополистирольных плит толщиной 50... 150 мм и плотностью 20...25 кг/м³, с высокой влагостойкостью. Несъемная опалубка состоит из изготовленных в заводских условиях опалубочных элементов стен и перекрытий, выполняющих одновременно функции опалубки, утеплителя и звукоизоляции стен и перекрытий, а также основания для нанесения отделочных (фактурных) покрытий. Для несъемной опалубки может быть использована тканая металлическая сетка, железобетонные, армо- и асбестобетонные плиты, плиты из пенопласта, стеклоцемента и др. Данный вид опалубки можно применять в стесненных условиях производства работ и при экономической целесообразности ее использования.

12. *Специальные* опалубки не попадают в номенклатуру основных типов, хотя зачастую позволяют возводить аналогичные конструкции. Это *пневматическая* опалубка, состоящая из надутой прорезиненной ткани, которая создает опалубку будущей пространственной конструкции, поддерживающих и несущих элементов. В рабочем положении пневматическую опалубку поддерживают избыточным давлением воздуха и она служит для

бетонирования тонкостенных сооружений и конструкций криволинейного очертания.

Можно отметить и *необорачиваемую* (стационарную) опалубку, назначение которой в бетонировании отдельных мест, участков и даже конструкций, для опалубливания которых использование индустриальных опалубок неэкономично или технически нерационально. Это опалубка одноразовая, собираемая из отходов производства.

Разборно-переставная опалубка является доминирующей и наиболее широко распространенной в строительстве. Для установки сложной опалубки разрабатывается проект производства опалубочных работ, содержащий маркировочные чертежи элементов и их спецификацию, чертежи поддерживающих крепежных устройств, технологические карты.

Опалубку собирают из готовых щитов, стоек, кружал, крепежных элементов. Мелкощитовая опалубка может собираться вручную, крупнощитовая (площадью более 3 м²) обычно устанавливается с помощью крана. Название *разборно-переставной* эта опалубка получила в связи с технологическим циклом ее использования. Первоначально она устанавливается и закрепляется в рабочем положении, а после бетонирования и набора бетоном прочности, допускающей распалубливание, крепежные, поддерживающие устройства и щиты снимаются и переставляются на новые позиции.

Основной конструктивной особенностью современных разборно-переставных опалубок является их универсальность. Инвентарные унифицированные щиты различных размеров с инвентарными поддерживающими устройствами и креплениями позволяют опалубливать практически любые поверхности путем соединения щитов по их граням. Крупные щиты могут быть доукомплектованы мелкими. Для этого размеры щитов назначаются в соответствии с принятым в строительстве модулем, равным 100 мм.

При устройстве фундаментов на грунте предварительно очищают места установки опалубки и устраняют неровности, закрепляют разбивочные оси, отмечают положение вертикальных отметок.

Ленточные фундаменты высотой до 0,2 м, а также нижние уступы фундаментов можно бетонировать в опалубке из ординарных досок, толщиной 40...50 мм, укрепленных забитыми в землю через 0,75... 1,25 м кольями и распертыми распорками (рисунок 3, а).

Опалубка ленточных фундаментов высотой 0,2...0,75 м может выполняться из дощатых щитов, скрепленных поверху соединительными планками, по центру — проволочными скрутками, а по низу — забитыми в грунт кольями или планками с подкосами. В местах расположения скруток устанавливаются распорки, препятствующие перемещению щитов для укладки бетонной смеси. По мере бетонирования распорки удаляются.

При бетонировании ленточных фундаментов высотой более 0,75 м в качестве опалубки рекомендуется использовать мелкие стеновые щиты с несущими конструкциями решетчатого типа и палубой (частью опалубки, непосредственно соприкасающейся с бетоном) из водостойкой фанеры толщиной 15 мм, соединяемые друг с другом с помощью стяжных стержней, распорных планок и штифтовых или других замков (рисунок 3, в).

Опалубку небольших ступенчатых фундаментов столбчатого типа можно устраивать из прямоугольных коробов, собираемых поярусно из пар щитов разных размеров — закладных и накрывных.

Опалубку крупных столбчатых ступенчатых фундаментов также можно собирать на месте из щитовой инвентарной опалубки. Опалубку, представленную на рисунке 3, г, выполняют из уголков, швеллеров и листовой стали толщиной 2 мм. Палуба может быть изготовлена не только из стали, но и из пластика, древесины, водостойкой фанеры.

Сборка опалубки из щитов на месте представляет собой довольно трудоемкий процесс, связанный с использованием крана и геодезическим сопровождением, поэтому при большом объеме работ практикуют использование в качестве опалубки цельнометаллических блок-форм жесткой конструкции, состоящих из опалубочных блоков ступенчатого фундамента и подколонника, монтируемых и снимаемых с помощью крана. Применение таких форм, по сравнению с щитовой опалубкой, при бетонировании более 50

однотипных фундаментов позволяет на 10... 15% снизить удельную металлоемкость и стоимость работ, повысить оборачиваемость инвентарной опалубки с 100...200 до 200... 300-кратной.

Распалубливание конструкций

В комплексном технологическом процессе по возведению монолитных конструкций распалубливание (съем опалубки) является одной из важных и трудоемких операций.

Распалубливание конструкций следует производить аккуратно, с тем чтобы обеспечить сохранность опалубки для повторного применения, а также избежать повреждений бетона. Распалубливание начинают после того, как бетон наберет необходимую прочность.

Снимать боковые элементы опалубки, не несущие нагрузок, можно по достижении бетоном прочности, обеспечивающей сохранность углов, кромок и поверхностей. Боковые щиты фундаментов, колонн, стен, балок и ригелей снимают через 48... 72 ч. Эти сроки устанавливают на месте в зависимости от вида цемента и температурно-влажностного режима твердения бетона.

Несущие элементы опалубки снимают по достижении бетоном прочности, обеспечивающей сохранность конструкции. Эта прочность при фактической нагрузке менее 70% от нормативной составляет: для плит пролетом до 3 м и несущих конструкций пролетом до 6 м - 70%, для конструкций с пролетами более 6 м и конструкций с напрягаемой арматурой - 80% от проектной. Если фактическая нагрузка более 70% нормативной, то несущую опалубку снимают после того, как бетон таких конструкций наберет проектную прочность.

Удалению несущей опалубки должно предшествовать плавное и равномерное опускание поддерживающих лесов - раскружаливание. Для этого опускают опорные домкраты или ослабляют парные клинья. Запрещается рубить или спиливать нагруженные стойки. Опоры, поддерживающие опалубку балок, прогонов и ригелей, опускают одновременно по всему пролету.

Опорные стойки, поддерживающие опалубку междуэтажных перекрытий, находящихся непосредственно под бетонируемыми, удалять не раз-

решается. Стойки опалубки нижележащего перекрытия можно удалять лишь частично. Под всеми балками и прогонами этого перекрытия пролетом 4 м и более рекомендуется оставлять так называемые стойки безопасности на расстоянии одной от другой не более чем на 3 м. Опорные стойки остальных нижележащих перекрытий разрешается удалять полностью лишь тогда, когда прочность бетона в них достигла проектной.

Несущую опалубку удаляют в 2... 3 приема и более в зависимости от пролета и массы конструкции.

Особенно осторожно нужно распалубливать своды и арки. Перед раскружанием арок и сводов с затяжками обязательно затягивают натяжные муфты. Раскружывать арки и своды начинают от замка и ведут к опорным пятам.

При съеме опалубки с фундаментов и стен сначала обрезают стяжные болты или проволочные скрутки. Далее снимают схватки и ребра, после чего отрывают от бетона отдельные щиты. При распалубливании колонн удаляют нижние рамки и обрамляющие бруски у прогонов, снимают хомуты и щиты.

Распалубливать плиты перекрытий начинают с удаления подкружальных досок и кружал. Два-три снятых кружала укладывают на леса под плитой для предотвращения падения опалубочных щитов перекрытия.

Крупнощитовую опалубку массивов, стен и фундаментов снимают кранами с помощью специальных рычажных приспособлений. Для съема опалубочных панелей при их двухъярусном расположении угол штанги через ролик упирают в стальную пластину верхней панели. При этом конец короткого плеча рычага, давит на прогон нижней панели и отрывает ее от бетона. Оторванную панель переставляют краном в новое положение.

Для съема одноярусных панелей ролик рычажного приспособления упирают в стальную пластину, врезанную в палубу панели. Обойма упирается в прогон. При повороте рычага в положение опалубочная панель отрывается от бетона.

Перед повторным использованием элементы опалубки очищают от бетона и ремонтируют.

2.2 ЗАГОТОВКА И МОНТАЖ АРМАТУРЫ

Арматура для железобетонных конструкций может быть классифицирована:

1. по материалу — на стальную и неметаллическую; по технологии изготовления — на горячекатаную стержневую диаметром 6...90 мм и холоднотянутую круглую проволочную диаметром 3...8 мм в виде обыкновенной или высокопрочной проволоки, а также арматурных канатов и прядей;
2. по профилю — на круглую гладкую и периодического профиля. Арматура периодического профиля имеет фигурную поверхность, что обеспечивает ее лучшее сцепление с бетоном;
3. по принципу работы в железобетонной конструкции — на не напрягаемую и напрягаемую;
4. по назначению — на рабочую арматуру, воспринимающую в основном растягивающие напряжения; распределительную, предназначенную для распределения нагрузки между стержнями рабочей арматуры; монтажную, служащую для сборки арматурных каркасов;
5. по способу установки — на штучную арматуру, арматурные каркасы и сетки.

Особую группу составляет **стальная жесткая** арматура в виде тавровых балок и другого проката, применяемая для армирования высотных зданий, специальных сооружений, и так называемая дисперсная арматура в виде рубленого стекловолокна или асбеста, используемая главным образом для армирования цементного камня.

Заготовка арматурных изделий производится, как правило, централизованно на бетонных заводах годовой мощностью 20...80 тыс. т или в арматурных цехах заводов железобетонных конструкций.

Арматуру для железобетонных изделий изготавливают в виде сеток, плоских и пространственных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, закладных деталей. Арматуру для предварительно напряженных железобетонных конструкций изготавливают в виде пучков или канатов из высокопрочной стальной проволоки.

Процесс заводского производства арматурных изделий полностью механизирован и частично автоматизирован. Он состоит из заготовительных и сборочных операций.

К **заготовительным операциям** относятся *правка, чистка, резка, гнутье и сварка* арматурной стали.

К **сборочным операциям** относятся *сварка* плоских или пространственных каркасов, *укрупнительная сборка* плоских каркасов в пространственные блоки, *сборка арматурных и арматурно-опалубочных*, которую выполняют на специальных стендах.

Транспортирование и монтаж арматуры. Для перевозки арматуры используют автомобили общего назначения, полуприцепы, трейлеры или железнодорожные платформы. При перевозке негабаритные арматурные конструкции по согласованию с проектной организацией разрезают на отдельные транспортабельные элементы. Чтобы при транспортировании арматура не деформировалась, между ее пучками или каркасами укладывают деревянные прокладки. С этой же целью места строповки захвата арматурных конструкций или арматурно-опалубочных блоков в соответствии с проектом обозначают краской.

Арматуру устанавливают после проверки и приемки опалубки. Монтаж арматуры необходимо выполнять укрупненными элементами. При установке арматуры должны быть обеспечены предусмотренная проектом толщина защитного слоя и расстояние между рядами арматуры.

Защитный слой в железобетонных конструкциях предназначен для предохранения (в течение нормируемого срока) арматуры от воздействия огня при пожаре и от коррозии. В плитах и стенках из тяжелого бетона толщиной до 100 мм толщина защитного слоя должна быть не менее 10 мм; при бетоне толщиной до 150 мм — не менее 15 мм; в балках, прогонах и колоннах при диаметре рабочей арматуры 20...32 мм — не менее 25 мм, при большем диаметре — не менее 30 мм.

Необходимую толщину защитного слоя обеспечивают бетонными или цементными подкладками, которые остаются после бетонирования в теле

конструкции, а расстояние между стержнями или рядами арматурных стержней — путем укладки обрезков стальной арматуры.

При устройстве фундаментов под колонны промышленного здания на бетонную подкладку краном укладывают готовые сварные сетки, к которым приваривают выпуски для крепления арматуры колонн.

Для крупных фундаментов применяют изготовленные на заводе пространственные арматурные блоки, которые монтируют краном непосредственно с транспортных средств.

Колонны, как правило, армируют готовыми арматурными каркасами. В многоэтажных зданиях, где высота колонн ограничена арматурные каркасы заводят в опалубочный короб колонны сверху. В других случаях арматурный каркас колонны устанавливают с открытой стороны короба опалубки. Когда возникает необходимость в поштучной сборке арматурных каркасов, армирование ведут в незамкнутом коробе опалубки колонны с легких переставных подмостей.

После выверки положения каркаса колонны в опалубке стержни его соединяют сваркой с выпусками арматуры из фундаментов.

Прогоны и балки армируют заранее заготовленными пространственными арматурными каркасами, которые устанавливают в опалубочную форму монтажным краном. При армировании балок плоскими каркасами последние устанавливают в опалубку и, чтобы исключить их смещение при бетонировании, скрепляют проволокой или монтажными скобами.

В некоторых случаях (например, при значительной высоте балок) арматурный каркас собирают непосредственно в опалубочной форме с открытыми боковыми щитами. Каркас прогона или балки может быть собран на расположенных поперек короба прокладках. После окончания сборки каркаса прокладки поочередно удаляют и каркас опускают на днище.

Плиты, стенки и другие тонкостенные конструкции армируют сварными сетками, которые доставляют на строительную площадку в рулонах.

Приемку смонтированной арматуры оформляют актом на скрытые работы. В акте указывают номера рабочих чертежей, отступления от проекта и

основания для этого (проверочные расчеты, разрешение проектной организации и т. д.), а также приводят заключение о возможности бетонирования конструкций.

Контроль качества сварных соединений сводится к их наружному осмотру и последующему механическому испытанию сварных соединений, вырезаемых из конструкций, или к проверке с помощью неразрушающих методов.

Армирование предварительно напряженных железобетонных конструкций. Предварительное напряжение арматуры при возведении зданий и сооружений в монолитном исполнении применяют для большепролетных ферм, балок, плит перекрытий, пролетных строений, контурных элементов оболочек, резервуаров и т. д.

Предварительно напряженные железобетонные конструкции в зависимости от их типа армируют стальными стержнями периодического профиля, пучками высокопрочной арматуры или канатами спиральной свивки.

Концы стержневой арматуры должны быть приспособлены для надежного захвата их натяжным устройством.

Имеются *два способа натяжения арматуры: на упоры и на бетон*. Первый используют в основном при изготовлении сборного железобетона, второй — преимущественно при бетонировании монолитных конструкций на строительной площадке.

При натяжении *на упоры* арматуру перед бетонированием конструкций натягивают на форму или специальные упоры до заданного натяжения и фиксируют зажимами. После того как конструкция забетонирована и бетон достиг проектной прочности, арматуру освобождают из зажимов и сжимающие усилия передаются непосредственно на бетон.

При натяжении *на бетон* в опалубке, подготовленной к бетонированию конструкции, устанавливают каналобразователи, диаметр которых на 10...15 мм больше диаметра стержня или арматурного пучка. Для этого применяют стальные трубы, стержни, резиновые рукава с проволочным сердечником и др. Так как каналобразователи извлекают через 2...3 ч после того,

как конструкция забетонирована, то их, за исключением рукавов, во избежание сцепления с бетоном через каждые 15...20 мин проворачивают вокруг оси.

При напряженном армировании крупноразмерных конструкций каналы устраивают путем закладки стальных тонкостенных гофрированных трубок, которые остаются в конструкции. После того как бетон набрал проектную прочность, в каналы устанавливают арматуру и натягивают ее. Для этого применяют гидравлические домкраты одиночного или двойного действия (с рабочим давлением 20...25 МПа).

Арматуру натягивают в *такой последовательности*. На арматурный пучок надевают стальную шайбу, в которую через упорные лопасти упирается домкрат. Проволоки пучка закрепляют клиньями в зажимном кольце, которое закреплено на подвижном цилиндре. Арматурный пучок натягивают, причем степень натяжения контролируют манометром.

Натягивают арматуру плавно, ступенями по 3...5 МПа. После достижения давления, на 5% превышающего расчетное, его снижают до проектного, которое поддерживают в цилиндре до момента закрепления проволочного пучка в конструкции. Затем масло подают в неподвижный цилиндр, и с помощью штока поршня коническая пробка запрессовывается в шайбу и заанкеривает проволочный пучок. После освобождения проволок пучка из зажимного кольца и снижения давления подвижный цилиндр и поршень неподвижного цилиндра под действием пружины возвращаются в исходное положение и домкрат снимают.

При длине арматурной заготовки более 10 м натяжение рекомендуется производить с двух сторон конструкции одновременно двумя домкратами. Для защиты арматуры от коррозии и обеспечения монолитности конструкций сразу после натяжения арматуры в каналы нагнетают (инъецируют) цементный раствор, приготовленный на безусадочном или расширяющемся цементе.

Наряду с механическими применяют и *электротермический способ* натяжения. Он заключается в том, что арматурные стержни, уложенные в ка-

нал бетонной конструкции, при пропускании через них переменного тока промышленной частоты в результате теплового расширения металла удлиняются, фиксируются гайками, а при остывании укорачиваются и передают сжимающие усилия на бетон.

2.3 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Транспортирование бетонной смеси включает в себя доставку ее от места приготовления на строительный объект, подачу смеси непосредственно к месту укладки и распределения по блоку бетонирования.

Процесс транспортирования бетонной смеси должен предусматривать ее бесперегрузочную доставку от места приготовления до пункта перегрузки в бетоноприемное устройство на строительной площадке или места разгрузки транспортного средства непосредственно в опалубку бетонируемой конструкции. При этом принятая технология и организация транспортирования должны обеспечивать на месте укладки заданные проектом показатели подвижности бетонной смеси, а изготовленный из нее бетон, при правильном режиме выдерживания, — проектную марку бетона по прочности и другие проектные характеристики. При транспортировании бетонной смеси в зимних условиях к моменту ее укладки должна быть обеспечена температура смеси, достаточная для нормального выдерживания бетона.

Для транспортирования бетонной смеси, в зависимости от ее начальной подвижности, сроков схватывания цемента, расстояния перевозки, температурно-влажностных условий окружающей среды, вида дорожного покрытия и технологической совместимости транспортных средств с бетоноприемными оборудованием, используют автомобили-самосвалы, автобетоновозы, автобетоносмесители, автомобили с перевозкой на них смеси в капсулах или бадьях. При значительных объемах работ, высокой интенсивности бетонирования и расстоянии между пунктами приготовления и укладки бетона не более 300 м экономически оправдано использование для транспортирования бетонной смеси ленточных конвейеров.

При перевозке смеси *автосамосвалами* возникают большие трудности по защите смеси от замерзания, высушивания, утечки цементного молока через щели в кузовах, а также по необходимости их последующей ручной очистки. *Автобетоновоз* — специализированная машина для перевозки бетонных смесей, оборудованная крышкой на загрузочной части и затвором у выгрузочного отверстия кузова. Каплевидная (мульдообразная) форма кузова способствует уменьшению расслоения бетонной смеси в процессе транспортирования, а возможность подъема кузова под углом до 90° облегчает выгрузку смеси. Наиболее эффективным средством транспортирования являются *автобетоносмесители*, которые загружают на заводе сухими компонентами и в пути следования или на стройплощадке приготавливают бетонную смесь с осадкой конуса от 1 см и выше при температуре окружающего воздуха не ниже 0°C. Выпускают автобетоносмесители вместимостью по готовому замесу от 3 до 10 м³. Дальность перевозки сухих компонентов смеси в автобетоносмесителях технологически не ограничена. Перемешивание их с водой обычно начинают за 30 - 40 мин. до прибытия на объект. В автобетоносмесителях выгодно перевозить также готовые бетонные смеси вследствие имеющейся возможности их побуждения в пути за счет вращения барабана. Технологические особенности средств транспортирования бетонной смеси приведены в табл. 1.

Поскольку автобетоносмесители оборудованы вращающимися барабанами, то их возможно использовать не только для перевозки смеси с ее перемешиванием, но и для приготовления ее на стройке из отдозированных компонентов.

Таблица 1 - Технологические особенности транспортных средств, предназначенных для перевозки бетонных смесей

Вид транспортного средства	Основные технологические особенности	Область наиболее рационального использования
Автобетоносмеситель	Возможность перевозки сухих и готовых бетонных смесей с побуждением в пути и порционной выгрузкой	Транспортирование бетонных смесей с выгрузкой в любое бетоноприемное оборудование, включая приемные бункера бетононасосов, или непосредственно в бетонируемую конструкцию

Автобетоновоз	Невозможность порционной выгрузки бетонной смеси, незащищенность от атмосферных воздействий	Транспортирование бетонных смесей любой подвижности с выгрузкой в бетоноперегрузатели, пакеты полноповоротных бадей или непосредственно в бетонируемую конструкцию
Автомобиль-самосвал	Невозможность порционной выгрузки бетонной смеси, потери от 2 до 3 % смеси при перевозке пластичных смесей в результате расслаивания и выплескивания, незащищенность от атмосферных воздействий	Транспортирование малоподвижных бетонных смесей на расстояние от 10 до 20 км в приемные бункера бетоноперегрузателей, пакеты полноповоротных бадей или непосредственно в бетонируемую конструкцию

Доставленную на объект смесь подают в бетонируемые конструкции 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 ... 8 м³ загружают непосредственно из самосвалов или бетоновозов, причем при вместимости бадей 0,5 м³ - по четыре сразу (рис 5.4), а бадьи на 1,5... 8 м³ загружают из бетоновозов, вместимость кузова которого равна или кратна вместимости бадьи, сразу. Ленточные передвижные конвейеры применяют в тех случаях, 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. Чтобы уменьшить высоту свободного падения смеси при выгрузке, применяют направляющие щитки или воронки. Но конвейеры в процессе бетонирования необходимо часто переставлять. Поэтому более эффективны в этом отношении самоходные ленточные бетоноукладчики, смонтированные на базе трактора и оборудованные скиповым подъемником и ленточным конвейером длиной до 20 м.

Бетононасосы применяют для подачи смеси в любые виды конструкций, расположенных в стесненных условиях и в местах, не доступных для других средств транспорта. Их широко применяют при бетонировании обделок коллекторов, возведении стен водонапорных башен, градирен и др. Промышленность выпускает бетононасосы с механическим приводом с подачей 10 м³/ч и с гидравлическим приводом на 20 ... 30 м³/ч при подаче ими смеси

по стальному разъемному трубопроводу (бетоноводу) на расстояние по горизонтали до 300 м и по вертикали до 50 м. Пневмонагнетатели также используют для бесперегрузочной подачи смеси и ее укладки. Максимальная дальность транспортирования смеси составляет 200 м по горизонтали или до 35 м по вертикали при подаче до $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для распределения и подачи смеси непосредственно на месте укладки в качестве средства вертикального транспорта (при высоте 2 ... 10 м) применяют хоботы, представляющие собой трубопровод из конусных металлических звеньев и верхней воронки. Применяют также 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 расстоянии до 20 м с уклоном к горизонту $5 \dots 20^\circ$ обеспечивают виброжелобами в сочетании с вибропитателем вместимостью $1,6 \text{ м}^3$. Им можно укладывать смеси до $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ при угле наклона 50° , а при угле 150° – до $43 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Качество бетонируемых конструкций во многом зависит от правильной укладки и уплотнения бетонной смеси. Смесь при укладке должна плотно прилегать к опалубке, арматуре и закладным частям сооружения, а также полностью заполнять (без каких-либо пустот) объем бетонируемой конструкции.

Способы укладки смеси. Смесь укладывают горизонтальными слоями толщиной 30 ... 50 см по всей площади бетонируемой части сооружения (блока). При этом все слои укладывают в одном направлении, одинаковой толщины, непрерывно на всю высоту и тщательно уплотняют. Для равномерного распределения смеси в массивных неармированных блоках применяют малогабаритные электробульдозеры на базе гусеничного трактора или оборудованные отвалом электровездеходы, приводимые в движение питающим электрокабелем. Если размеры бетонируемого блока не позволяют применить микробульдозеры, то смесь распределяют вручную лопатами. При этом если смесь можно подать на любой участок бетонирования, трудоем-

кость ее распределения незначительна, а если нет, то приходится ее дополнительно перемещать. Перекидывать смесь во избежание ее расслоения допускается лишь в исключительных случаях; двойная перекидка не допускается. Продолжительность укладки слоя ограничивается временем начала схватывания цемента, устанавливаемого лабораторией. Перекрывать предыдущий слой последующим необходимо до начала схватывания цемента в предыдущем слое.

Бетонную смесь лучше всего укладывать из самосвалов, бетоновозов и бетоносмесителей непосредственно в конструкцию (рис. 2, а ... в), т.е. наиболее простым способом. При невозможности такой укладки смесь в конструкцию подают с помощью вибропитателя и виброжелобов (рис. 2, г). В массивные и большеобъемные конструкции смесь укладывают с помощью специальных бетоновозных эстакад и передвижных мостов, оборудованных приемными воронками и хоботами, на которые заезжают бетоновозы. При бетонировании стен сооружений, в том числе заглубленных (опускных колодцев и т.п.), смесь укладывают кранами в бадьях (рис. 2, д, е) и подъемниками. Укладку смеси в массивные конструкции, а также в стесненных условиях осуществляют ленточными транспортерами (конвейерами). Однако, поскольку при такой укладке много времени затрачивается на перестановку транспортеров, применять их целесообразно только при больших объемах бетона, укладываемых с одной стоянки. Смесь в рассредоточенные конструк-

укладчиков со стрелой постоянной длины (рис. 2, ж) и телескопической (рис. 2.2 з).

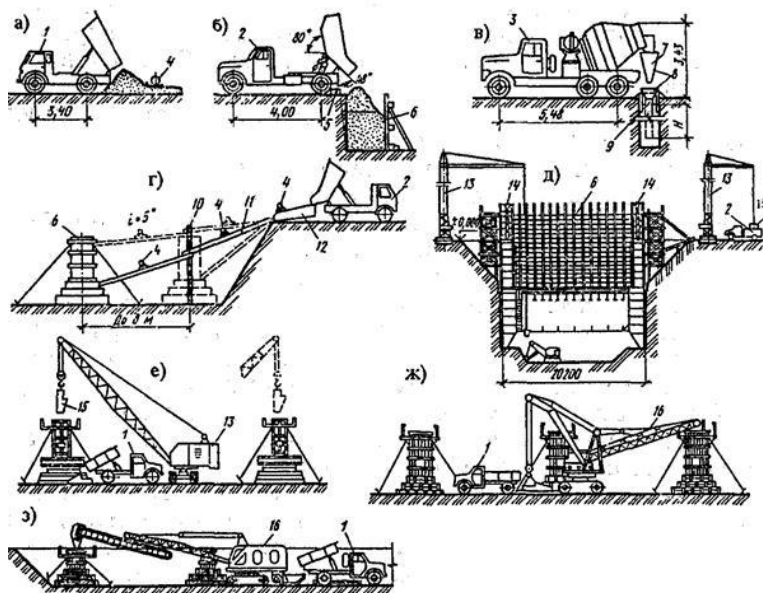


Рис. 2 — Способы укладки бетонной смеси

1 — автосамосвал, 2 — автобетоновоз, 3 — автобе-

тоносмеситель, 4 – вибратор, 5 – упорный брус, 6 – опалубка, 7 – лоток, 8 – воронка, 9 – труба, 10 – стойка, 11 – виброжелоб (или лоток), 12 – вибропитатель, 13 – краны, 14 – звеньевой хобот, 16 – самоходные бетоноукладчики

При необходимости более интенсивного ведения бетонных работ и частого перебазирования оборудования применяют автобетононасосы АБН с распределительной стрелой, снабженной бетоноводом. АБН может подавать смесь на расстояние до 400 м и высоту до 80 м. Им особенно удобно подавать смесь в высокорасположенные или отдаленные конструктивные элементы при загрузке смесью из автобетоносмесителей.

Для бесперегрузочной укладки смеси используют также пневмонагнетатели, работающие от компрессора. При необходимости торкретирования бетонируемого сооружения смесь укладывают способом пневмонабрызга с помощью компрессора и бетон-шприц-агрегата (рис. 2.4, б). Однако независимо от применяемого способа укладки смеси следует обеспечивать неизменность положения опалубки, арматуры и закладных деталей. При смещении их следует выправить до затвердения смеси.

2.4 УПЛОТНЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Уплотнение бетонной смеси, необходимое для улучшения качества и прочности бетонных конструкций, осуществляют вибрированием или вакуумированием.

Способы уплотнения:

- Для жестких смесей применяют энергичное и силовое прессование. Это интенсивная вибрация с пригрузом, прокат, трамбование.
- Текучие хорошо уплотняются вибратором. Прессование и трамбование к ним неприменимы, так как приводят к разбрызгиванию.
- Литые растекаются под собственным весом. Для них достаточно кратковременного виброуплотнения.

Практикуются и более специфические методы: центрифугирование и вакуумирование. А также ручные, например, штыкование, когда инструмен-

ты недоступны или нужно обработать небольшой объем. Способы нередко комбинируют для достижения оптимальных характеристик.

1. Самый простой вариант – **штыкование**. Заключается в проталкивании наполнителя сквозь арматурные прутья и высвобождении воздуха при помощи тяжелого металлического штыка с закругленным концом. Стержнем прокалывают бетон и раскачивают из стороны в сторону, затем медленно вынимают. Таким образом нужно обработать каждые 10 см². Схема движения: от краев к середине. Подходит для жестких и пластичных составов.

2. **Трамбование** – экономичный и быстрый. Это поверхностное воздействие на жесткий нетекучий раствор. Его основная задача – уплотнить механически, удалить крупные полости и обеспечить более плотное прилегание к краю опалубки. Выполняется при помощи небольшой металлической площадки на черенке частыми и несильными ударами по всей плоскости. Метод не обеспечивает удаления влаги и мелких пузырьков воздуха. Применяют только для заливки систем, не несущих большой нагрузки.

3. Универсальный способ – **виброуплотнение**. Вибраторы различной конструкции используются для любых видов. Технология заключается в передаче частицам колебательных движений, в результате которых связь между компонентами ослабевает и состав становится более текучим. Под действием частых толчков частицы занимают компактное положение и уплотняются. Воздух и свободная влага при этом высвобождаются на поверхность. Для виброуплотнения применяют различные переносные инструменты и стационарные установки:

Поверхностные вибраторы – виброрейки, вибробрусы. Для тонких изделий (не более 20 см): плит перекрытий, пола.

Виброплощадки (вибростолы) используются на производстве. Глубинные – устройства с вибробулавой или виброштыком. Для уплотнения массивных конструкций путем погружения в раствор.

Наружные – приборы, которые крепятся к опалубке снаружи.

Для разного состава по текучести свое время для уплотнения при помощи вибратора, превышать которое не рекомендуется по экономическим

соображениям, так как смесь в определенный момент перестает менять свои свойства и дальнейшее воздействие – пустая трата электроэнергии. Длительное вибрирование способно привести к расслаиванию, более тяжелые и крупные частицы группируются на дне, и это сказывается на прочности готового изделия.

Определить, что воздействие достаточное, можно по признакам:

- смесь прекратила оседать;
- не появляются пузырьки воздуха;
- отделилось цементное молоко.

Вибраторы различаются по частоте колебаний и амплитуде. По виду энергии оборудование бывает пневматическим и электромеханическим.

4. Прессование – дорогая, но эффективная технология. Позволяет сократить расход цемента. Технология применяется редко из-за высокой стоимости. Наибольшее распространение получила в судостроении. Способ заключается в давлении на раствор силой свыше 10 Мпа. Он позволяет вытеснить воздух и влагу. Одна из разновидностей – прокат катком, он более выгоден экономически, но сфера использования ограничена из-за высокой вероятности разрыва или смещения поверхности.

5. Вакуумирование. Заключается в извлечении излишней влаги. Для этого метода применяют специальные установки – вакуум-щиты с насосами. Их располагают поверх смеси, покрытой фильтрующей тканью. Устройство забирает влагу, при этом частицы занимают более плотное положение путем заполнения образовавшихся пустот, в которых ранее была вода. Этот способ позволяет уплотнить бетон толщиной до 30 см. Сразу после обработки допустимо снять опалубку. Конструкции быстрее набирают прочность, более устойчивы к низким температурам и меньше подвержены усадочной деформации, чем при использовании вибраторов.

Центрифугирование. Идеально подходит для изготовления столбов, труб, опор линий электропередач. За счет центробежной силы частицы равномерно распределяются у стенок формы и плотно соединяются друг с другом. Из раствора сразу удаляется до 30 % влаги. В результате получаются

очень прочные и долговечные изделия. Для производства этим методом необходим особый состав. В нем должно быть увеличенное содержание цемента, иначе велик риск расслоения.

2.5 УХОД ЗА БЕТОНОМ И КОНТРОЛЬ ЕГО КАЧЕСТВА

Выдерживание и уход за бетоном должны соответствовать требованиям СП 70.

Во избежание высыхания открытых поверхностей монолитных конструкций уход за бетоном следует начинать сразу после укладки смеси и отделки поверхностей конструкций с целью минимизации риска трещинообразования на поверхности и образования усадочных трещин. Требования по уходу за бетоном приведены в таблице 1.

Таблица 2 - Виды и режимы ухода за бетоном монолитных конструкций

Температура окружающей среды, °С	До 5включ.	Св. 5 до 15 включ.	Св. 15 до 25 включ.	Св. 25
Вид ухода	Укрытие тепло-изоляцион-	Влажностный уход	Влажностный уход с укрытием влагоемкими или пленочными	Влажностный уход с укрытием влагоемкими или пленочными
	ными материалами		материалами. Нанесение пленкообразующих составов	материалами. Нанесение пленкообразующих составов
Материалы ухода	Пенополиэтилен («Этафом») и другие тепло-изоляционные материалы	Полиэтиленовая пленка, брезент	Полиэтиленовая пленка, брезент, пленкообразующие составы «Sika», «Stahema» и др.	Полиэтиленовая пленка, брезент, пленкообразующие составы «Sika», «Stahema» и др.
Режим ухода	Укрытие после отделки поверхности и выдерживание до достижения распалубочной прочности бетона	Влажностный уход 2 раза в сутки в течение 5–6 дней	Влажностный уход 1-2 раза в сутки до распалубки с дальнейшим нанесением эмульсии пленкообразующих составов на поверхность элемента. Расход эмульсии — 0,15–0,2 кг на 1 м ² поверхности	Влажностный уход 3-4 раза в сутки до распалубки с дальнейшим нанесением эмульсии пленкообразующих составов на поверхность элемента. Расход эмульсии — 0,15–0,2 кг на 1 м ² поверхности

Решение о распалубке следует принимать по результатам испытания контрольных образцов или по результатам определения прочности забетонированной конструкции неразрушающими методами.

Распалубочную прочность бетона в конструкциях допускается определять неразрушающими методами по ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624. При этом испытываемую поверхность в зимних условиях необходимо отогреть до положительной температуры.

Контроль качества монолитных конструкций осуществляют согласно требованиям НТД и проектной документации.

Режим твердения бетона в опалубке и после ее снятия назначают в зависимости от конкретных условий производства работ, конструктивных особенностей возводимых конструкций, требуемой прочности бетона к моменту распалубки, требований проектной документации, с учетом положений настоящего технического кодекса.

Значение требуемой распалубочной прочности указывают в проектной документации, которое должно быть в летних условиях работ не ниже 5 МПа или установленных для зимних условий значений критической прочности бетона.

В летних условиях основным способом твердения бетона является выдерживание в опалубке с обязательной гидроизоляцией неопалубленных поверхностей конструкций.

С целью использования теплоты экзотермии цемента необходимо устраивать общее укрытие конструкции (в том числе вместе с опалубкой) из пленочных материалов, а при устройстве перекрытий — создавать сплошное гидроизолирующее укрытие поверхностей конструкций на период твердения бетона (но не менее 48 ч), включая вариант обработки поверхности бетона пленкообразующими составами.

3. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При строительстве любого здания или сооружения, а также планировке и благоустройстве территорий ведут переработку грунта. Переработка включает следующие основные процессы: разработка грунта, его перемещение, укладка и уплотнение. Непосредственному выполнению этих процессов в ряде случаев предшествующие или сопутствуют подготовительные и вспомогательные процессы. Подготовительные процессы осуществляют до начала разработки грунта, а вспомогательные - до или в процессе возведения земляных сооружений. Весь этот комплекс процессов называется **земляными работами**.

В промышленном и гражданском строительстве земляные работы выполняют при устройстве траншей и котлованов, при возведении земляного полотна дорог, а также планировке площадок. Все эти земляные сооружения создают путем образования выемок в грунте или возведения из него насыпей.

Выемки и насыпи могут быть временными и постоянными.

Котлованами называются выемки, ширина которых мало отличается от длины, а **траншеями** - выемки, имеющие малые размеры поперечного сечения и большую длину (1:10 и более). Котлованы необходимы для строительства сооружений, а траншеи - для прокладки трубопроводов. Наклонные боковые поверхности выемок и насыпей называют **откосами**, а горизонтальные поверхности вокруг них - **бермами**. Остальными элементами земляных сооружений являются: **дно выемки** - нижняя горизонтальная земляная поверхность выемки; **бровка** - верхняя кромка откоса; **подошва** - нижняя кромка откоса; **крутизна** (или коэффициент) откоса $m=h/a$, где h - глубина выемки или высота насыпи; a - заложение откоса.

К земляным сооружениям относятся также резервы и кавальеры. **Резервы** - это выемки, из которых берут грунт для устройства насыпи, а **кавальеры** - это насыпи, образуемые при отсыпке ненужного грунта, например для временного его хранения, используемого затем вновь для засыпки траншей или пазух котлованов. Земляные сооружения при их эксплуатации не должны изменять своей формы и основных размеров, давать проса-

док, размываться под действием текущей воды и поддаваться влиянию атмосферных осадков.

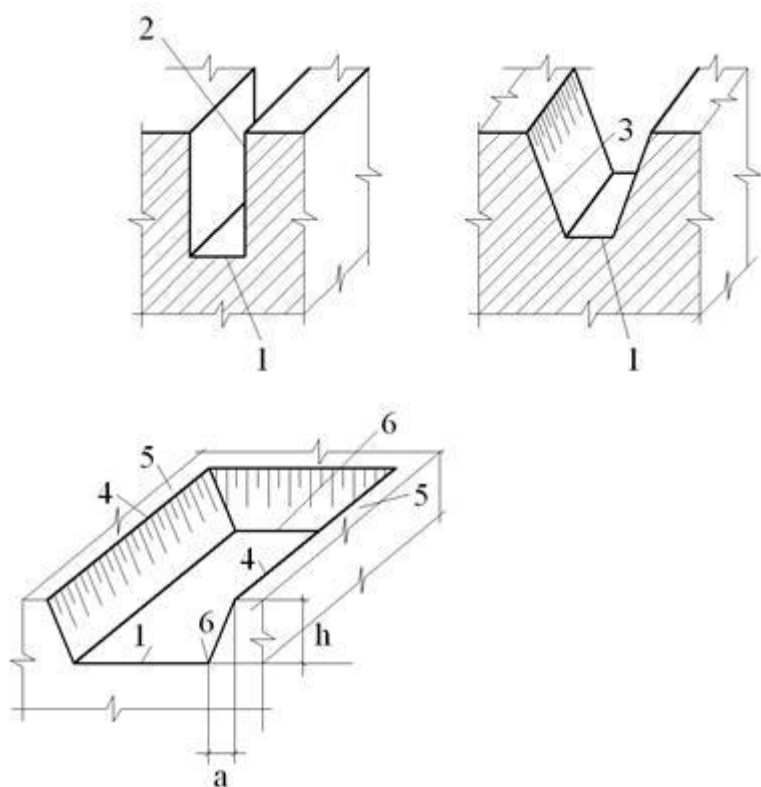


Рисунок 3 – Виды земляных сооружений: а, б – траншеи с вертикальными стенками и с откосами; в – котлован под сооружение; 1 – дно (траншеи, котлована), 2 – боковая стенка траншеи; 3 – боковой откос (траншеи, котлована); 4 – бровка; 5 – берма; 6 – подошва.

3.2 ГРУНТЫ И ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Грунты – это любой вид горной породы или почвы, а также твердые отходы производственной и хозяйственной деятельности человека. Вид и свойства грунтов характеризуют размеры и форма зерен (частиц), их прочности, расположение и взаимосвязь. По совокупности признаков грунты делятся на группы, типы, виды и разновидности (см. СНиП, ГОСТ).

По характеру структурных связей грунты подразделяют на два класса: *скальные и нескальные*. Скальные грунты характеризуются высокой прочностью связей между зернами, залегают в виде сплошного или трещиновато-

го массива. Такие грунты разрабатывают только после предварительного рыхления.

Нескальные грунты делятся на *связные и несвязные*.

Несвязными называют грунты, обладающие только силами сухого трения. Это крупнообломочные (гравелисто-галечные) и песчаные грунты. Грунты, характеризующиеся наличием сил сцепления между частицами, носят название *связных*. К таким грунтам относят глины и суглинки. Промежуточное положение занимают так называемые *малосвязные* грунты. Наряду с силами трения они обладают слабо выраженными силами сцепления. К этой группе грунтов, относят супеси.

При этом содержание глинистых частиц: в песках – менее 3 %, супесях – от 3 до 10 %, суглинках от 10 до 30 %, песчаных глинах – от 30 до 60 %, тяжелых глинах – от 60 %.

По степени влагосодержания различают грунты сухие (с содержанием воды до 5 %), влажные (от 5 до 30 %), мокрые (более 30 %).

Существенное влияние на технологию производства земляных работ оказывают физические свойства грунтов: *плотность, пористость, угол естественного откоса, сцепление, влажность, разрыхляемость, уплотняемость* и т.д.

Разрыхляемость – это способность грунта увеличиваться в объеме при разработке вследствие потери связи между частицами. Увеличение объема грунта характеризуется коэффициентами первоначального разрыхления K_p и остаточного разрыхления $K_{p.o}$.

Коэффициент первоначального разрыхления K_p представляет собой отношение объема разрыхленного грунта к его объему в естественном состоянии и составляет: для песчаных грунтов 1,08 – 1,17; суглинистых 1,14 – 1,28; глинистых 1,24 – 1,3. Для полускальных и скальных грунтов коэффициент K_p зависит от среднего размера куска грунта с d_p и составляет обычно: при взрывании «на встряхивание» - 1,15 – 1,12 и при взрывании «на развал» – 1,3 – 1,5.

Классификация грунтов по трудности их разработки (ЕНиР 2-1-1) с учетом конструктивных особенностей землеройных и землеройно-транспортных машин:

- для одноковшовых экскаваторов грунты подразделяются на 6 групп;
- для многоковшовых экскаваторов и скреперов на 2 группы;
- для бульдозеров и грейдеров на 3 группы.

Для разработки грунтов вручную принято 7 групп:

- песок, супесь, суглинок, глина, лесс – группы 1 ...4;
- крупнообломочные – группа 5;
- скальные грунты – группы 6 и 7.

Группы 1-4 групп легко разрабатываются ручным и механизированным способами, последующие группы – грунты требуют предварительного рыхления, в том числе и взрывным способом.

3.3 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

К подготовительным и вспомогательным процессам, связанным с разработкой выемок и возведением насыпей, относятся разбивка земляных сооружений, водоотлив и понижение уровня грунтовых вод, временное крепление стенок выемок, искусственное закрепление грунтов, разрыхление плотных грунтов.

Разбивка земляных сооружений

Разбивка сооружений состоит в установлении и закреплении их положения на местности. Приемы разработки и способы закрепления на местности очертаний сооружений разнообразны и зависят от вида земляного сооружения, способа производства работ и др.

Разбивку котлованов начинают с выноса и закрепления на местности (в соответствии с проектом) створными знаками основных рабочих осей, в качестве которых обычно принимают главные оси здания. После этого вокруг будущего котлована на расстоянии 2...3 м от его бровки параллельно основным разбивочным осям устанавливают обноску, которая состоит из за-

битых в грунт металлических стоек или вкопанных деревянных столбов и прикрепленных к ним досок. На обноску переносят основные разбивочные оси и, начиная от них, размечают все остальные оси здания. Все оси закрепляют на обноске гвоздями или пропилами и нумеруют. Размеры котлована поверху, понизу и другие характерные его точки отмечают кольшками или вехами. Обноску используют только в начальный период строительства, так как в процессе производства работ она быстро выходит из строя. Поэтому после возведения подземной части здания основные разбивочные оси переносят на его цоколь.

Водоотлив и понижение уровня грунтовых вод.

1. Устройство открытых дренажей.

Открытый дренаж представляет собой траншею, размеры которой зависят от уровня грунтовых вод.

Эти траншеи отрывают по периметру строительной площадки с уклоном по дну $i \geq 0,001 - 0,002$.

Открытый дренаж – временное сооружение, используемое на период строительства здания. Допускается укладка по дну железобетонных лотков.

2. Устройство закрытых дренажей.

Закрытый дренаж представляет собой траншею, глубиной, ниже глубины заложения фундамента, в которой укладывают послойно - щебень крупностью более 50 мм, мелкий щебень крупностью 6- 8 мм, слой крупнозернистого песка, слой мха, дерна и т.д. закрытый дренаж является долговременным сооружением и остается на весь срок эксплуатации здания. В настоящее время в качестве водоотводящего слоя используются асбестоцементные, керамические или ж/б трубы.

3. *Водопонижение* обеспечивает снижение уровня грунтовых вод (УГВ) ниже дна будущей выемки. Понижение уровня грунтовых вод состоит в откачке грунтовых вод глубинными насосами из шахтных колодцев или буровых водопонижающих скважин, расположенных в непосредственной близости от будущего котлована или траншеи. При этом УГВ резко понижается, ранее насыщенный водой грунт и теперь обезвоженный, разрабатывает-

ся как грунт естественной влажности. При водопонижении появляется возможность сохранять в целостности откосы выемок и предотвращать вынос частиц грунта из-под фундаментов ближайших зданий.

Для искусственного водопонижения разработано несколько других эффективных способов, основными из которых являются иглофильтровой, вакуумный и электроосмотический.

Способы водопонижения:

- Иглофильтровый способ.
- Эжекторные иглофильтровые установки.
- Электроосмотическое водопонижение, или электроосушение.
- Водопонизительные скважины.
- Вакуумный способ водопонижения.

Обеспечение устойчивости земляных сооружений (временное крепление).

Рытье котлованов с вертикальными стенками без их крепления допускается только в грунтах естественной влажности на глубину, не превышающую следующих значений: в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах – 1 м; в супесях – 1,25 м; в суглинках и глинах – 1,5 м; в особо плотных нескальных грунтах – 2,0 м.

Чтобы обеспечить устойчивость земляных сооружений, земляные сооружения возводят с откосами необходимой крутизны. Крутизна откоса выемки или насыпи зависит главным образом от угла естественного откоса грунта. Её принимают в зависимости от глубины выемки или высоты насыпи, свойств грунта, их влажности, характера сооружений (постоянные или временные) и других факторов. Наибольшая допустимая крутизна откосов котлованов и траншей глубиной до 5 м, отрываемых в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод (УГВ) или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, регламентируемого СНиП.

При напластовании различных видов грунтов (кроме растительного) крутизну откоса для всех пластов назначают по более слабому грунту (с меньшей крутизной).

Для отрывки выемок глубиной более 5 м крутизна откоса устанавливается по расчету исходя из значений угла внутреннего трения (сигма) и удельного сцепления грунта (с) с учётом нагрузки на берме откоса.

Способы и конструкции креплений вертикальных стенок котлованов и траншей.

1. Подкосное крепление. На расстоянии 150- 170см. в грунт погружают стойки. Между стойками и грунтом устанавливают щиты, которые прижимаются с помощью подкосов. Подкосные применяются в широких траншеях.

2. Анкерное крепление. Вдоль стенок котлованов или траншей в грунт погружают стойки. Между стенками и стойками устанавливают щиты, затем стойки с помощью тяжей закрепляются к анкерам(для любых котлованов и траншей).Стойки располагаются на расстоянии на расстоянии 150 – 170см. друг от друга.

2. Крепление из деревянных щитов с опорными стойками. Состоит из стоек-свай, заземленных нижней частью в грунте глубже дна выемки. Они служат опорами для щитов, воспринимающих давление грунта. Это крепление целесообразно при глубине выемки до 5м.

3. Из деревянных щитов с распорными рамами. После установки стоек и щитов стойки распираются распоркой.

4. шпунтовое (деревянное или металлическое). Ограждения применяются при наличии грунтовых вод. Шпунт забивают в грунт до разработки выемки, чем обеспечивают устойчивое и естественное состояние грунта за ее пределами.

Способы искусственного закрепления грунтов.

Закрепление грунтов производится в целях повышения их прочности и устойчивости или придания им водонепроницаемости. Для этого используют способы:

1) *Цементация, глинизация, битумизация.* Применяется для закрепления скальных, крупнообломочных и трещиноватых пород. При данном

способе в грунт через инъекторы под давлением нагнетают цементный раствор, глина или разогретый битум.

2) *Силикатизация и смолизация* (химическое закрепление) применяется для закрепления песчаных и супесчаных грунтов. Существует одно- и двух-растворный способ. При 2-х растворном способе в грунт попеременно нагнетают водный раствор жидкого стекла и хлористого кальция.

3) *Электрический способ* (влажные глинистые грунты) – через грунт пропускают постоянный электрический ток, в результате глина осушается, уплотняется и теряет способность к пучению.

4) *Электросиликатизация* применяется для закрепления суглинистых и глинистых грунтов.

5) *Замораживание грунтов* применяют в сильно водо-насыщенных грунтах (плывунах) и заключается в создании прочного и водонепроницаемого ограждения любой формы в плане из замороженного грунта. По периметру котлована бурятся скважины, в них погружают замораживающие трубы (колонки). В колонки опускают трубы меньшего диаметра (питающие) с открытым нижним концом и не достигающие до дна колонки на 40 – 50 см. питающие трубы подсоединены к специальным трубам – рассолопроводам, соединенным с замораживающей установкой. Расстояние между колонками принимают в среднем 1 – 3 метра. Радиус промерзания грунта должен превышать зону промерзания грунта до соседней колонки, при этом условии образуется сплошная льдогрунтовая стенка, защищающая котлован от проникания в него грунтовых вод.

Рыхление плотных грунтов

Тяжелые грунты, а также грунты с примесями, разработка которых затруднена, подлежат предварительному рыхлению. Грунты 1-й и 2-й групп рыхлят тракторными плугами, а тяжелые грунты — рыхлителями. Рыхлитель, являющийся навесным или прицепным оборудованием к гусеничному трактору, имеет пять стоек-ножей. При рыхлении особо плотных грунтов две из них (2-ю и 4-ю) снимают.

3.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ГРУНТОВЫХ МАСС ПРИ РАБОТКЕ КОТЛОВАНОВ И ТРАНШЕЙ

Объем котлована. Для подсчета объема котлована, представляющего собой призматозоид (рисунок 4 а), вначале определяют его размеры следующим образом:

$$a = A + 0,6 \cdot 2; \quad b = B + 0,6 \cdot 2;$$

$$a_1 = a + 2Nm; \quad b_1 = b + 2Nm,$$

где a и b – размеры сторон котлована понизу, м;

a_1 и b_1 – размеры сторон котлована поверху, м;

A и B – размеры фундамента понизу, м;

$0,6$ – рабочий зазор от края фундамента до начала откоса, м;

N – глубина котлована, вычисленная как разность между средней арифметической отметкой верха котлована по углам (черной – если котлован на планировочной насыпи и красной – на планировочной выемке) и отметкой дна котлована, м;

m – коэффициент откоса, нормируемый СНиПом.

Объем котлована определяется по следующей формуле

$$V_K = H[(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]/6$$

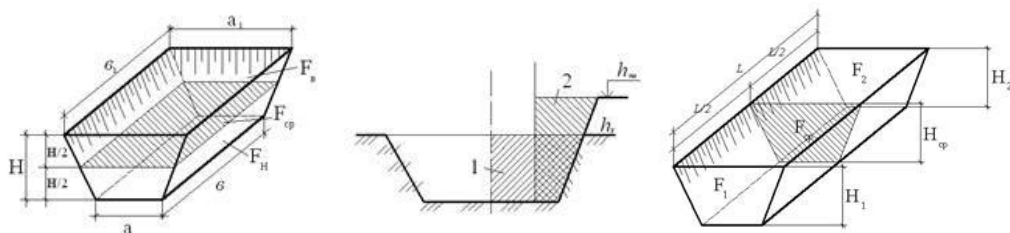


Рисунок 4 – Схемы для определения объемов котлована: а) объем котлована б) обратной засыпки; в) траншеи; 1 – объем выемки, 2 – объем обратной засыпки

Объем обратной засыпки пазух котлована определяют как разность объемов котлована и подземной части сооружения.

При подсчетах объемов земляных работ следует также учитывать объем въездных и выездных траншей

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

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

b – ширина их понизу, принимаемая при одностороннем движении 4,5 м и при двухстороннем – 6 м;

m – коэффициент заложения откоса котлована;

m' – коэффициент откоса (уклон) въездных или выездных траншей (от 1:10 до 1:15);

Общий объем котлована с учетом въездных и выездных траншей

$$V_{\text{общ}} = V_K + nV_{\text{в.тр}}$$

где V_K – объем собственного котлована, м³;

n – количество въездных и выездных траншей;

$V_{\text{в.тр.}}$ – их объем, м³.

Объем траншей с вертикальными стенками

$$V_{\text{тр}} = (F_1 + F_2)L/2 \text{ или } V_{\text{тр}} = B_{\text{тр}}(H_1 + H_2)$$

где F_1 и F_2 – площади траншеи в ее двух крайних поперечных сечениях; $B_{\text{тр}}$ – ширина траншеи; H_1 и H_2 – глубина ее в двух крайних поперечных сечениях.

Объем траншеи с откосами (рисунок 2в) можно определить по выше-приведенной формуле, при этом площади поперечного сечения

$$F_{1,2} = (B_{\text{тр}} + mH_{1,2})H_{1,2}$$

Точное значение объема траншеи определяют по формуле Мурзо

$$V = F_{cp} + [m(H_1 + H_2)^2/12]L$$

Где H_1 и H_2 – глубина в начале и в конце участка.

Для определения объемов траншей, продольный профиль траншеи делят на участок с одинаковыми уклонами, подсчитывают объемы грунта для каждого из них и суммируют.

3.5 СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ ГРУНТОВ, МЕХАНИЗАЦИЯ РА-

Разработку грунтов при устройстве выемок различного назначения выполняют в основном механическим, гидромеханическим, взрывным и комбинированными способами.

Механический способ разработки заключается в послойном разрушении грунта рабочими органом землеройной машины.

Последние подразделяются на машины циклического и непрерывного действия и землеройно-транспортные.

К землеройным машинам циклического действия относятся однокоровые экскаваторы, оборудованные прямой или обратной лопатой, драглайном, погрузчиком и планировщиком, которые производят разработку грунта навывмет (выгрузку в отвал) или погрузку его в транспорт, зачистку и планировку дна и откосов траншей и котлованов.

Цепные и роторные экскаваторы относят к землеройным машинам непрерывного действия, применяются для разработки грунта линейных выемок (траншей, канав) большой протяженности.

Землеройно-транспортными машинами являются бульдозеры, скреперы (самоходные и прицепные), грейдеры и грейдеры-элеваторы, выполняющие разработку грунта при устройстве выемок и насыпей большой протяженности, а также планировочные работы.

Механический способ является основным. Этим способом разрабатывают более 80% грунтов.

Гидромеханический способ предусматривает разработку грунтов гидромониторным, землесосным и комбинированными способами. При гидромониторных разработках грунт в надводном забое разрушается под напором струи воды, выбрасываемой гидромонитором, затем образовавшаяся пульпа самотеком или грунтовым насосом подается к месту укладки. Комбинированный способ предусматривает разработку грунта в сухом забое любой землеройной машиной или в подводном забое черпаковой машиной, вода используется для транспортирования и укладки грунта. Комбинированный спо-

способ дает возможность подготовки оптимальных грунтовых смесей для намыва земляных сооружений требуемого качества.

Взрывной способ основывается на использовании энергии взрыва и применяется для разрушения и направленного выброса грунта. Применяется для разрыхления мерзлых и скальных грунтов, а также для образования выемок и насыпей больших размеров.

Комбинированный способ представляет собой любое сочетание вышеперечисленных способов в зависимости от конкретных условий строительства и технико-экономического обоснования выбранного варианта.

3.6 РАЗРАБОТКА ГРУНТА ОДНОКОВШОВЫМИ ЭКСКАВАТОРАМИ

В промышленном и гражданском строительстве применяют экскаваторы с ковшом вместимостью от 0,15 до 2, реже до 4 м³. Они имеют комплект сменного оборудования, включающий прямую и обратную лопаты, драглайн и грейфер. Кроме того, стрела, входящая в комплект драглайна и грейфера, может быть оборудована грузовым крюком или клином-бабой.

Производительность одноковшового экскаватора снижается по мере увеличения плотности грунта. Кроме того, она зависит от способа разработки грунта (при работе «на вымет» производительность повышается, при погрузке на транспортные средства — снижается), вместимости ковша и конструктивного решения кромки ковша.

Производительность экскаватора можно повысить, уменьшив угол поворота стрелы и увеличив вместимость ковша. Для этого необходимо максимально заполнять ковш грунтом (с «шапкой»), а также совмещать процессы резания грунта с поворотом стрелы и др.

Разработанный одноковшовыми экскаваторами грунт перевозят самосвалы, тракторы с прицепами, железнодорожные составы, гидравлический транспорт, реже — ленточные конвейеры.

Рабочее место экскаватора (т. е. место, где он разрабатывает грунт) называется *забоем*.

Экскаватор и транспортные средства должны быть расположены таким образом, чтобы средний угол поворота экскаватора от места заполнения ковша до места его выгрузки был минимальным, так как на поворот стрелы расходуется до 70% рабочего времени цикла экскаватора.

Процесс разработки грунта при любом виде рабочего оборудования складывается из чередующихся в определенной последовательности операций отдельного цикла:

- резание грунта и заполнение ковша;
- подъем ковша с грунтом;
- поворот экскаватора вокруг оси к месту выгрузки;
- выгрузка грунта из ковша;
- обратный поворот экскаватора;
- опускание ковша на грунт и подача его для резания грунта.

Разработка грунта экскаватором прямая лопата

Для прямой лопаты различают лобовой и боковой забой. В лобовом забое экскаватор разрабатывает грунт впереди себя и отгружает его на транспортные средства, которые подают к экскаватору по дну забоя. В этом случае автомобили подходят задним ходом попеременно то с одной, то с другой стороны забоя. Соответственно и грунт разрабатывается то с одной, то с другой стороны от оси проходки, при этом угол поворота достигает 140° и более, что снижает производительность экскаватора. Лобовой забой применяют в редких случаях (при разработке экскаватором пионерной траншеи, въездного пандуса и др.).

В боковом забое экскаватор разрабатывает грунт по одну сторону от оси движения и грузит его на транспортные средства, подаваемые по другую сторону от оси проходки. При этом обеспечиваются благоприятные условия для движения транспорта, а средний угол поворота составляет 70...90°. Поэтому после пионерной проходки весь оставшийся в выемке грунт разрабатывают способом продольного бокового забоя.

Выемки, глубина которых превосходит максимальную высоту забоя для данного типа экскаватора, разрабатывают в несколько ярусов. При этом

нижний ярус разрабатывают аналогично верхнему, а автомобили подают к экскаватору так, чтобы ковш наводился на кузов сзади.

Разработка грунта экскаватором обратная лопата

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, используют для разработки грунтов ниже уровня стоянки экскаватора и применяют при разработке траншей и небольших неглубоких котлованов (например, под отдельно стоящие фундаменты). Разработку грунта осуществляют лобовыми и боковыми проходками. При этом лобовые проходки применяют в основном при разработке траншей, а боковые — при разработке широких котлованов. Разработку грунта можно осуществлять как в отвал, так и с погрузкой в транспортные средства. В последнем случае экскаваторы с обратной лопатой имеют преимущество по сравнению с экскаваторами с прямой лопатой, так как не требуется спуск автомашин в котлованы. Кроме того, экскаваторы с обратной лопатой имеют возможность отрывать траншеи с вертикальными стенками (в соответствующих грунтах).

Экскаваторы с обратной лопатой при разработке грунта могут передвигаться вдоль и поперек котлована, а также зигзагом.

Экскаваторы-драглайны используют для разработки грунтов мягких и средних пород, преимущественно при отрывке котлованов и траншей, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора, при возведении насыпи и выемок, в качестве погрузочного средства при выполнении вертикальной планировки и др. Экскаваторы-драглайны обладают большим радиусом действия и глубиной копания.

Земляные работы с помощью драглайнов могут производиться с погрузкой грунта в отвал или непосредственно в насыпь, а также в транспортные средства. В последнем случае автотранспорт в зависимости от условий работы может перемещаться как по верху разработки, так и по подошве забоя.

При организации подачи автотранспорта по подошве забоя применяют поперечно-челночный или продольно-челночный способ погрузки грунта. При поперечно-челночном способе набор грунта производят поочередно с

каждой стороны автотранспорта и разгрузка ковша происходит без остановки поворота стрелы при положении ковша над кузовом автомашины. Автосамосвалы подают по оси дна выемки экскаваторной проходки.

При продольно-челночном способе набор грунта и его разгрузку производят со стороны заднего борта автотранспорта. Ковш экскаватора при этом совершает только возвратно-поступательные движения, а платформа не поворачивается, что позволяет значительно сократить рабочий цикл экскаватора и повысить его производительность.

Экскаваторы-драглайны, так же как и экскаваторы с обратной лопатой, при разработке грунта могут передвигаться вдоль и поперек котлована, а также зигзагом.

Экскаватор, оборудованный грейфером, используют при разработке мягких и сыпучих грунтов в отвал и в транспортные средства, при разработке котлованов под отдельные колонны, фундаменты силосных башен, опор линий электропередач, а также для рытья колодцев, глубоких и узких траншей и др.

Экскаваторы отрывают котлованы и траншеи на глубину, несколько меньшую проектной, оставляя так называемый недобор. Недобор (5...10 см) оставляют, чтобы избежать повреждения основания и не допустить переборов грунта. Для повышения эффективности работы экскаваторов применяют скребковый нож, насаженный на ковш экскаватора. Это приспособление позволяет механизировать операции по зачистке дна котлованов и траншей и вести их с погрешностью не более ± 2 см, что исключает необходимость ручных доработок.

Для планировки откосов используют экскаваторы, оборудованные ковшом вместимостью от 0,5 м³ и выше, и стрелой, на которую можно навешивать специальный ковш-планировщик с плоским дном, упряжное устройство которого аналогично устройству ковша драглайна. Экскаватор, устанавливаемый на бровке откоса и перемещающийся вдоль бровки, выполняет те же операции, что и при работе драглайна. Срезаемый при этом грунт отбрасывают в кавальер или грузят в транспортные средства.

3.7 РАЗРАБОТКА ГРУНТА ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫМИ МАШИНАМИ

Основными видами землеройно-транспортных машин являются скреперы, бульдозеры и грейдеры, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой порожняком.

- Скреперы.
- Бульдозеры.
- Грейдеры.

Разработка грунта скреперами

В настоящее время применяют прицепные, полуприцепные и самоходные скреперы. Применение прицепных и полуприцепных скреперов наиболее эффективно при транспортировке грунта на расстояние до 1000 м, а самоходных — до 3000 м.

Скреперами ведут разработку, транспортировку и укладку грунтов I и II групп по трудности разработки. Более плотные грунты необходимо предварительно рыхлить.

Полный цикл работы скрепера состоит из набора грунта, движения нагруженного скрепера, разгрузки; ковша и движения порожнего скрепера. Скрепер снимает ковшом стружку грунта толщиной 0,12 ... 0,35 и шириной 1,65... 2,75 м (для скреперов с объемом ковша 3... 8 м³). Толщина отсыпаемого слоя 0,35... 0,5 м. Для обеспечения равномерной толщины отсыпаемого грунта ковши разгружают только при движении скрепера.

Набор грунта производят при прямолинейном движении скрепера. Для увеличения толщины стружки, сокращения времени и пути наполнения ковша применяют тракторы-толкачи, число которых зависит от типа скреперов, вместимости ковша и дальности транспортировки (1 толкач на 2... 16 скреперов). Длина пути наполнения ковша при совместной работе скрепера и толкача в супесчаных и суглинистых грунтах сокращается до 10 12 м, в глинистых — до 15... 18 м при нормальной длине пути наполнения 22 ... 26 м; при этом толщина стружки увеличивается на 20... 25%. Трактор-толкач необходим при разработке

плотных и тяжелых грунтов, когда не хватает усилия тягача скрепера при наборе грунта.

Скреперы набирают грунт (в зависимости от его вида) различными способами. Способ набора грунта постоянной толщины тонкой прямой стружкой применяют на любых связных грунтах при работе под уклон; клиновой, т. е. с переменной толщиной стружки — при разработке любых связных грунтов.

Разработка грунта бульдозерами

Бульдозеры применяют при планировке участка, засыпке пазух, устройстве насыпей и разработке неглубоких котлованов.

Бульдозеры предназначены для разработки и перемещения грунта на небольшие (не более 100 метров) расстояния.

Бульдозер представляет собой навесное оборудование в виде отвала с ножом, устанавливаемое на гусеничном тракторе. Цикл работы бульдозера складывается из операции рабочего хода, при которой производится резание и транспортировка грунта к месту отвала. И операции холостого хода при возвращении холостого хода в забой.

Разработка грунта может выполняться:

- 1) при рабочем ходе в одном направлении (при расстоянии перемещения грунта до 50 метров),
- 2) при рабочем ходе в двух направлениях (при расстоянии перемещения грунта до 100 метров),
- 3) траншейный способ применяется при разработке котлованов глубиной до двух метров. При этом способе увеличивается производительность бульдозера.

Разработка ведется траншеями шириной равной ширине ножа бульдозера. Между траншеями остается полоса неразработанного грунта шириной 80 см., которая разрабатывается в последнюю очередь.

Разработка грунта грейдерами

Автогрейдеры — универсальные высокопроизводительные машины, применяются для профилирования грунтовых дорог, планировки и отделки земляного полотна, устройства водоотводных канав, возведения невысоких

насыпей из резервов, планировки территории с перемещением грунта до 25 м. Все операции, выполняемые автогрейдером, делятся на три вида: зарезание грунта ножом отвала; перемещение и отделка поверхности, включая планировку; разравнивание грунта и срез откосов.

Возведение невысоких дорожных насыпей из боковых резервов начинают с пробивки ножом автогрейдера первой борозды по линии контура подошвы насыпи, которая заранее обозначается колышками и вехами. После этого автогрейдер начинает срезать грунт в резерве от внутренней бровки и укладывать его насыпь.

Автогрейдер позволяет разрабатывать канавы глубиной до 1,1 м и шириной по дну 0,4...1 м.

3.8 ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ГРУНТА

Гидромеханический метод основан на использовании воды для переработки грунта.

По способу разработки грунтов методами гидромеханизации различают гидромониторный (размыв грунта струей воды) и землесосный (засасывание грунта из-под воды).

Гидромониторный способ - размыв сухого забоя мощной струей воды с последующим транспортированием разжиженного грунта (пульпы). Применяется при вскрышных работах (разработка верхних слоев грунта для свободного доступа к полезным ископаемым с последующей разработкой их открытым способом), разработке выемок песка, суглинка, глины и т. д.

Землесосный способ выполняется посредством разработки, всасывания и транспортирования по трубам разжиженного грунта из-под воды. Способ нашел применение при устройстве каналов, намывке дамб, плотин, насыпей, планировке территорий, устройстве морских и речных сооружений.

3.9 РАЗРАБОТКА ГРУНТА БЕСТРАНШЕЙНЫМ МЕТОДОМ

1.) *Способ прокола.* (Для труб диаметром до 500мм.). Основан на образовании отверстий за счет уплотнения грунта при вдавливании в него тру-

бы с коническим наконечником. Для вдавливания используется гидравлический домкрат. В котловане вдавливают в грунт трубу на величину хода штока, затем после возвращения штока в начальное положение вводят на их место нажимной патрубок (шомпол), а процесс повторяют. После окончания вдавливания первого звена трубы на полную длину шомпол убирают, а в котлован опускают следующее звено, соединяют его с предыдущим и сваривают их.

2.) *Способ продавливания.* (Для труб диаметром до 1400мм). Основан на последовательном вдавливании в грунт звеньев труб со сваркой, разработкой грунта внутри трубы и удалении его через трубу с помощью шнековой (винтовой) установки.

3.) *Горизонтальное бурение.* С применением трубы с режущей коронкой увеличенного диаметра. Грунт из трубы удаляется как при способе продавливания.

4. *Пневматическая пробивка.* Пневматическую пробивку ведут с помощью специального проходческого снаряда виброударного действия - пневмопробойника, представляющего собой самодвижущуюся пневматическую машину, корпус которой является рабочим органом, образующим скважину. Ударник под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательные движения и наносит удары по переднему внутреннему торцу корпуса, забивая его в грунт. Пневмопробойник позволяет, проходить скважины длиной до 50 м для трубопроводов диаметром до 300 мм. Имеются конструкции реверсивных пневмопробойников, которые могут выходить из пробитой скважины обратным ходом.

5. *Щитовая проходка.* В грунт с помощью домкратов врезают щит, представляющий собой кольцевую конструкцию, открытую с двух сторон. Грунт в головной части щита обрамленной ее режущим краем разрабатывается вручную или с помощью отбойных молотков. Разработанный грунт удаляют на вагонетках или ленточным конвейером. Со второй стороны щит упирается в край обделки туннеля. Обделку собирают из отдельных сегментных блоков – тюбингов. При продвижении щита вперед снаружи тюбинговой



обделки образуется полость (за счет обоймы щита), которая заполняется цементно-песчаным раствором (упрочняется окружающий грунт).

3.10 РАЗРАБОТКА ГРУНТА ВЗРЫВОМ

- *Огневой способ* применяют для взрывания одиночных зарядов или одновременного взрывания группы зарядов. При огневом способе взрывания из капсюля-детонатора и огнепроводного шнура изготавливают зажигательную трубку, которая в соединении с патроном ВВ образует патрон-боевик. Последний вводится в заряд ВВ и взрывает его при воспламенении зажигательной трубки.
- *Электрический способ* применяется, когда необходимо взорвать большую серию зарядов на значительном расстоянии одновременно или с необходимым замедлением. Для этого используют замедлители взрывания и различные соединения электрических сетей.

3.11 РАЗРАБОТКА ГРУНТА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Методы разработки грунта в зимних условиях

1. Предохранение грунта от промерзания с последующей разработкой обычными методами;
2. Оттаивание грунта с разработкой его в талом состоянии;
3. Разработка грунта в мёрзлом состоянии с предварительным рыхлением;
4. Непосредственная разработка мёрзлого грунта.

3.12 УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ ГРУНТОВЫХ МАСС

Укладку и уплотнение грунтов выполняют при планировочных работах, возведении различных насыпей, обратных засыпках траншей и пазух фундаментов. Для получения наибольшей плотности уложенного грунта, наименьшей фильтрационной способности и уменьшения последующих осадок его укладывают и уплотняют с соблюдением определенных технологических требований.

Для отсыпки насыпи не следует применять пылеватые пески, легкие супеси, жирные глины, торф, меловые и трепельные грунты и грунты с примесью органических материалов и легкорастворимых солей. Отсыпку следует вести от краев насыпи к середине для лучшего уплотнения грунта, ограниченного отсыпанными краевыми участками насыпи.

При возведении насыпей на переувлажненных, слабых основаниях отсыпку ведут в обратном порядке до высоты 3 м, чтобы отжимать воду из основания, а выше 3 м — от краев к середине. Отсыпку насыпи следует начинать с наиболее высоких точек рельефа и организовать движение землевозных машин так, чтобы они уплотняли предыдущий слой грунта. На промежуточных поверхностях по высоте насыпи, а также на ее верхней поверхности не должно быть замкнутых пониженных участков, в которых может скапливаться влага. Вблизи от нулевой линии вместо послойного способа возведения насыпи применяют веерный, а при засыпке глубоких оврагов — послойный способ возведения, насыпи с эстакады. Насыпь следует отсыпать с запасом по высоте на естественную осадку, которую принимают при отсутствии уплотнения до 6% для скальных грунтов и до 9% для нескальных. Искусственные сооружения следует засыпать горизонтальными слоями по всей длине одновременно с обеих сторон.

В насыпях уплотняют грунт с помощью различных типов катков, работающих в сцепе с трактором. Применяют также вибротрамбовочные машины, передающие уплотняемому грунту частые колебательные движения, и трамбуемые машины с рабочим органом в виде плиты, периодически падающей на грунт с различной высоты.

Чаще всего используют прицепные катки, из которых самыми эффективными являются катки на пневмоходу. Уплотнение грунта ведут в той же последовательности, что и его отсыпку. Грунт уплотняют путем последовательных круговых проходов катка по всей площади насыпи, причем каждая проходка должна перекрывать предыдущую на 0,2...0,3 м. Закончив укатку всей площади за один раз, приступают ко второй проходке



Чтобы грунт не обрушился вблизи откоса насыпи, первые две проходки вдоль откоса ведут на расстоянии не менее 1,5 м от бровки. Последующие проходки смещают на 0,5 м в сторону бровки и таким образом прикатывают края насыпи. Поскольку укатку ведут за несколько проходов по одному следу, первую половину проходов выполняют на малой скорости, а вторую — на более высокой, так как по мере увеличения плотности насыпи сопротивление движению катка значительно снижается.

Наиболее трудным является уплотнение грунта при обратной засыпке пазух фундаментов или траншей, так как работы ведут в стесненных условиях. В этих случаях грунт на ширину 0,8 м от фундамента уплотняют слоями 15...20 см пневматическими и электрическими трамбовками, а верхние слои — более производительными малогабаритными катками, самопередвигающимися виброплитами и др.

В процессе уплотнения необходимо контролировать достигаемую плотность грунта. Для этих целей в полевых условиях определяют плотность грунта, полученного с помощью цилиндра (кольца) объемом 50...100 см³ из шурфов, закладываемых в насыпи, а также с помощью плотномеров и гамма-лучей.

4 СВАЙНЫЕ РАБОТЫ

4.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В строительстве сваи применяют для устройства искусственных оснований под сооружения, для передачи давления на более плотные слои грунта.

Сваи классифицируются по следующим признакам:

Сваи подразделяют по целому ряду признаков на несколько групп:

по материалу - деревянные, металлические, бетонные и железобетонные, комбинированные, грунтовые;

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

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

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

по виду воспринимаемой нагрузки - центральная, вертикально действующая нагрузка, нагрузка с эксцентриситетом, и усилия выдергивания;

по виду армирования железобетонных свай - с напрягаемой и ненапрягаемой продольной арматурой, с поперечным армированием и без него.

Свайный куст - несколько рядом расположенных свай, совместно воспринимающих общую нагрузку; Плиты которая их соединяет называют *ростверком*.

Деревянные сваи изготавливают из древесины сосны, ели, лиственницы, кедра, пихты, дуба. Длина свай 4... 12 м, диаметр в тонком конце 18...34 см. В нижнем конце свая заострена на 3...4 грани, острие должно совпадать с осью свай, отклоненное от оси острие может увести сваю при забивке от проектного положения. При забивке в плотные грунты и предохранения острия от разрушения на него надевают металлический башмак - наконечник, а на верхнюю часть – железное кольцо-бугель, предохраняющий голову свай от разрушения (размочаливания) при забивке.

Когда требуются длинные сваи (> 12 м), их сплавивают из нескольких бревен - в торец, вполдерева или накладками. Для предохранения свай от гниения их пропитывают антисептиками или погружают так, чтобы вся свая располагалась ниже самого низкого уровня грунтовых вод.

Деревянные шпунты изготавливают из брусев, на одной грани устраивают гребень, на другой - паз, преимущественно прямоугольного сечения. Перед забивкой шпунтины соединяют по 2...3 шт. в пакет, делают общий скос на острие и надевают общий бугель. Обычно толщина шпунтин 5..14 см, но может достигать до 26 см.

Металлические сваи применяют в портовом, мостовом, энергетическом и промышленном строительстве, при возведении высотных сооружений (радиомачт, телебашен). Используют стальные трубы диаметром 25... 100 см, рельсы, двутавры, винтовые сваи со специальным наконечником, завинчиваемые в грунт.

Сваи-оболочки - металлические трубчатые сваи диаметром 1.2...2 м и более, длиной до 14 м, при необходимости их наращивают и соединяют на сварке. Сваи с открытым нижним торцом по мере заглубления заполняют грунтом, который, уплотняясь, увеличивает несущую способность сваи. Сваи-оболочки с закрытым нижним торцом в виде съемного наконечника забивают в грунт. Металлический наконечник всегда остается в грунте, сама свая может быть оставлена и заполнена бетонной смесью для повышения несущей способности или извлечена. В процессе извлечения сваи-оболочки ее полость заполняется бетонной смесью.

Стальной шпунт применяют для устройства водонепроницаемых стенок котлованов, подпорных стенок, пирсов, набережных. Для шпунта выпускают специальные профили - плоские, корытообразные, зет-образные длиной до 30 м, в отдельных случаях используют обычный стальной прокат.

Железобетонные сваи выпускают сечением от 20 х. 20 до 60х60 см и длиной от 3 до 16 м с обычной и предварительно напряженной арматурой. Предварительное напряжение позволяет сократить расход бетона на 15...20%, металла до 50...60% по сравнению с обычным армированием. Армирование необходимо для транспортирования и забивки свай, для нормальной работы на сжатие достаточно косвенного армирования. Предварительное напряжение при забивке препятствует возникновению деформаций, трещин, стягивает имеющиеся трещины.

Полые сваи квадратного и трубчатого сечения длиной 2...6 м применяют в плотных грунтах и малых нагрузках от строящегося сооружения, наружный диаметр может достигать до 80 см.

Устройство свайных фундаментов является комплексным процессом, включающим на примере метода забивки:

- территории для ведения работ;
- геодезическую разбивку с выносом в натуру положения каждой сваи;
- доставку на стройплощадку, монтаж, наладку и опробование оборудования для погружения свай;
- транспортировку готовых свай от места их изготовления к месту их погружения;
- забивку свай;
- срезку готовых свай по заданной отметке;
- вывоз со строительной площадки срезанных остатков свай;
- устройство монолитного или сборного ростверка;
- демонтаж оборудования.

Анализ грунтов, их несущей способности показывает, что для большей части территории России плотные грунты залегают на сравнительно небольшой глубине, что позволяет использовать сваи длиной 3...7 м.

4.2 ТЕХНОЛОГИЯ ПОГРУЖЕНИЯ ЗАБИВНЫХ СВАЙ

В зависимости от характеристик грунта существует ряд методов устройства свай, в том числе ударный, вибрационный, вдавливанием, завинчиванием, с использованием подмыва и электроосмоса, а также различными комбинациями этих методов.

Ударный метод основан на использовании энергии удара (воздействия ударной нагрузки), под действием которой свая своей нижней заостренной частью внедряется в грунт. В результате погружения свая вытесняет объем грунта, практически равный объему ее погруженной части. Меньшая часть этого грунта оказывается на дневной поверхности, большая - смешивается с окружающим грунтом и значительно уплотняет грунтовое основание. Зона заметного уплотнения грунта вокруг сваи составляет 2...3 диаметра сваи.

Ударную нагрузку на оголовки свай создают специальные механизмы:

- паровоздушные молоты, которые приводятся в действие силой сжатого воздуха или пара, непосредственно воздействующих на ударную часть молота;
- дизель-молоты, работа которых основана на передаче энергии сгорающих газов ударной части молота;
- вибропогружатели - передача колебательных движений рабочего органа на сваю (использование вибрации);
- вибромолоты - сочетание вибрации и ударного воздействия на сваю.

На строительных площадках применяют штанговые и трубчатые дизель-молоты.

Для подъема и установки сваи в заданное положение и для забивки свай с обеспечением передачи усилия от молота сваи строго в вертикальном положении применяют специальные устройства -копры. Основная рабочая часть копра - его стрела, вдоль которой устанавливают перед погружением молот, опускают и поднимают его по мере забивки сваи. Наклонные сваи погружают в грунт копрами с наклонной стрелой. Копры бывают на рельсовом ходу (универсальные металлические копры башенного типа) и самоходные - на базе кранов, тракторов, экскаваторов и автомашин со стрелой длиной 9...18 м.

Наиболее распространены в промышленном и гражданском строительстве сваи длиной 6... 10 м, которые забивают с помощью самоходных сваебойных установок.

Такие установки маневренны и 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 свай состоит из трех основных повторяющихся операций:

- передвижка и установка копра на место забивки сваи;
- подъем и установка сваи в позицию для забивки;
- забивка сваи.

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

В процесс забивки свай входят установка свай в проектное положение, надевание наголовника, опускание молота и первые удары по свае с высоты 0,2...0,4 м, после погружения свай на глубину 1 м - переход к режиму нормальной забивки. От каждого удара свая погружается на определенную глубину, которая уменьшается по мере заглубления свай. В дальнейшем наступает момент, когда глубина забивки свай практически незаметна. Практически свая погружается в грунт на одну и ту же малую величину, называемую отказом.

Отказ — глубина погружения свай за определенное количество ударов обычно молота одиночного действия или за единицу времени для молотов двойного действия. Величина отказа - среднее от 10 или серии ударов в единицу времени.

Залог - серия ударов, выполняемых для замера средней величины отказа: для паровоздушных молотов в залоге 20...30 ударов; для дизель-молотов в залоге 10 ударов; для дизель-молотов двойного действия отказ определяют за 1 мин. забивки.

Замеры проводят с точностью до 1 мм, забивку прекращают при получении заданного по проекту отказа (расчетного).

Если средний отказ в трех последовательных залогах не превышает расчетного, то процесс забивки свай считается законченным.

Если при погружении свая не дошла до проектной отметки, но уже получен заданный отказ, то этот отказ может оказаться ложным, вследствие возможного перенапряжения в грунте от забивки предыдущих свай.

Через 3...4 дня свая может быть погружена до проектной отметки.

Погружение свай вибрированием осуществляют с использованием вибрационных механизмов, оказывающих на сваю динамические воздействия, которые позволяют преодолеть сопротивление трения на боковых поверхностях сваи, лобовое сопротивление грунта, возникающее под острием сваи, и погрузить сваю на проектную глубину.

На скорость погружения и амплитуду колебаний влияют масса вибрирующих частей сваи и вибратора, его эксцентриситет, плотность грунта, участвующего в колебаниях, частота колебаний вибропогружателя. Благодаря вибрации для погружения свай в грунт требуется усилия иногда в десятки раз меньшие, чем при забивке. При этом происходит частичное виброуплотнение грунта, в том числе и под головкой сваи. Зона уплотнения для разных грунтов составляет 1,5...3 диаметра сваи. Для погружения свай в грунт вибрированием используют вибропогружатели, которые подвешивают к мачте сваепогружающей установки и жестко соединяют с наголовником сваи. Действие вибропогружателя основано на принципе, при котором вызываемые дисбалансами вибратора горизонтальные центробежные силы взаимно ликвидируются, в то время как вертикальные силы суммируются. Амплитуда виброколебаний и масса вибросистемы, в которую входят свая, наголовники и вибропогружатель, должны обеспечить вибрацию примыкающим слоям грунта, включение их в эту систему, в результате происходит раздвижка зерен грунта под контуром погруженной части сваи.

Способ наиболее приемлем в песчаных грунтах, водонасыщенных мелких и пылеватых грунтах, где скорость погружения может достигать 3,5...7 м/мин. Этим методом погружают сплошные и полые железобетонные сваи, сваи-оболочки, металлический шпунт.

При глинистых и тяжелых суглинистых грунтах под острием сваи может возникнуть глинистая подушка, которая снижает несущую способность сваи до 40%. Поэтому на заключительной стадии погружения, на последние 15...30 см свая погружается в грунт ударным способом.

Вибрационный метод наиболее эффективен при несвязных водонасыщенных грунтах. Применение метода для погружения свай в маловлажные

плотные грунты возможно лишь при устройстве лидирующих скважин, т. е. при предварительном пробуривании скважин.

Более универсальным является виброударный способ погружения свай с помощью вибромолотов. При работе вибромолота наряду с вибрационным воздействием на сваю периодически опускается ударник, оказывая и динамическое воздействие на голову сваи.

Метод вибровдавливания основан на комбинации вибрационного или виброударного воздействия на сваю и статического пригруза. Вибровдавливающая установка состоит из двух рам. На задней раме находятся электрогенератор, работающий от тракторного двигателя и двухбарабанная лебедка, на передней раме размещены направляющая стрела с вибропогружателем и блоки, через которые проходит к вибропогружателю вдавливающий канат от лебедки. В рабочем положении вибропогружатель, расположенный над местом погружения сваи, поднимает сваю и устанавливает ее вместе с закрепленным наголовником на место ее забивки. При включении вибропогружателя и лебедки свая погружается за счет собственной массы, массы вибропогружателя и части массы трактора, передаваемой вдавливающим канатом через вибропогружатель на сваю. Одновременно на сваю действует вибрация, создаваемая низкочастотным погружателем с подрессоренной плитой.

Метод вибровдавливания не требует устройства путей для передвижки рабочего агрегата, исключает повреждение и разрушение свай. Особенно эффективен при погружении свай длиной до 6 м.

Погружение свай вдавливанием применяют для коротких свай сплошного и трубчатого сечения (3...5 м). Статическое вдавливание осуществляется в такой последовательности: сваю устанавливают в вертикальное положение в направляющей стреле агрегата. Далее на голову сваи опускают и закрепляют оголовок, передающий давление от базовой машины (трактора, экскаватора) через систему блоков и полиспастов непосредственно на сваю, которая благодаря этому давлению постепенно погружается в грунт. После достижения сваей проектной отметки погружение прекращают, снимают наголовник,

агрегат переезжает на новую позицию. Применимо статическое вдавливание с использованием одновременно задействованных двух механизмов.

Погружение свай завинчиванием основано на завинчивании стальных и железобетонных свай со стальным наконечником с помощью мобильных установок, смонтированных на базе автомобилей или других транспортных средств. Метод применяют чаще всего при устройстве фундаментов под мачты линий электропередачи, радиосвязи и других сооружений, где в достаточной мере могут быть использованы несущая способность винтовых свай и их сопротивление выдергиванию. Установка для завинчивания состоит из рабочего органа, приводов вращения и наклона рабочего органа, гидросистемы, пульта управления, четырех гидравлических выносных опор и вспомогательного оборудования. Рабочий орган кабестан - механизм, состоящий из двух пар захватов и электродвигателя. Захваты обжимают сваю и передают ей вращение от электродвигателя. В зависимости от назначения (передачи нагрузки на большую площадь или заглубления в плотные грунты) винтовые лопасти наконечников могут иметь в диаметре до 3 м, минимальный диаметр лопастей составляет 30 см; длина свай может превышать 20 м. Конструкция рабочего органа позволяет выполнять следующие операции: втягивать винтовую сваю внутрь трубы рабочего органа (предварительно на сваю надевают инвентарную металлическую оболочку), обеспечивать заданный угол погружения сваи в пределах 0...45° от вертикали, погружать сваю в грунт путем вращения с одновременным использованием осевого усилия. Это усилие при необходимости можно использовать при вывертывании сваи из грунта. Вращение рабочего органа осуществляют от коробки отбора мощности через соответствующие редукторы.

Рабочие операции при погружении свай методом завинчивания аналогичны операциям, выполняемым при погружении свай методами забивки или вибропогружения. Только вместо установки и снятия наголовника при этом методе одевают и снимают металлическую оболочку.

После завинчивания винтовой сваи (диаметр труб достигает 1 м), ее внутренняя полость заполняется бетоном. Скорость погружения винтовых

свай зависит от диаметра лопасти и характеристик грунта и находится в пределах 0,2...0,6 м/мин.

Достоинства винтовых свай в их высокой несущей способности, возможности плавного погружения в грунт, восприятии отрицательных усилий.

Погружение свай подмывом грунта применяют в несвязных и малосвязных грунтах - песчаных и супесчаных. Целесообразно подмыв использовать для свай большого поперечного сечения и большой длины, но недопустимо для висячих свай. Способ заключается в том, что под действием воды, вытекающей под напором у острия сваи из одной или нескольких труб, закрепленных на свае, грунт разрыхляется и частично вымывается. При этом сопротивление грунта у острия сваи снижается, а поднимающаяся вдоль сваи вода размывает прилегающий грунт, уменьшая тем самым трение по боковым поверхностям сваи. 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 две или четыре трубки с наконечниками находятся по бокам сваи, и центральным, когда одно- или многоструйный 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. При боковом расположении подмывные трубки крепят таким образом, чтобы наконечники находились у свай на 30...40 см выше острия.

Для подмыва грунта воду в трубки подают под давлением не менее 0,5 МПа. При подмыве поверхности свай, что может в последующем привести к снижению несущей способности сваи. Учитывая, что свая должна будет в дальнейшем воспринимать нагрузку, 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). При этом способе погружения производительность возрастает на -30...40% по сравнению с чистой набивкой, экономится горючее. После прекращения подачи воды и стабилизации уровня грунтовых вод, грунт уплотняется и плотно обжимает сваю.

Применение метода подмыва не допускается, если имеется угроза просадки близлежащих сооружений, а также в целом на просадочных грунтах.

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 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 влажностного состояния. 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 только 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.

Порядок погружения свай зависит от их расположения в свайном поле и параметров сваепогружающего оборудования.

Последовательность забивки свай определяется техкартой или проектом производства работ, она 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 погружении свай основными факторами, определяющими выбор метода и сваепогружающего оборудования, являются физико-механические свойства грунта, объем свайных работ, вид свай, глубина их погружения, производительность применяемых сваебойных установок и свайных погружателей.

Объемы предстоящих работ измеряют числом свай, которые необходимо забить, или суммарной длиной погружаемой в грунт части свай. От этих объемов, специфики грунтовых условий и заданных сроков работ зависит выбор оборудования для погружения свай и количество сваепогружающих установок

4.3 ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА НАБИВНЫХ СВАЙ

Виды набивных свай и технология их устройства

Набивные сваи устраивают на месте их будущего положения путем заполнения скважины (полости) бетонной смесью или песком. В настоящее время применяют большое количество вариантов решения таких свай. Их основные преимущества:

- возможность изготовления любой длины;
- отсутствие значительных динамических воздействий при устройстве свай;
- применимость в стесненных условиях;
- применимость при усилении существующих фундаментов.



Набивные сваи изготавливают бетонными, железобетонными и грунтовыми, причем имеется возможность устройства свай с уширенной пятой. Способ устройства свай прост - в предварительно пробуренные скважины подается для заполнения бетонная смесь или грунты, в основном песчаные.

Применяют следующие разновидности набивных свай - сваи Страуса, 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.

Буронабивные сваи. Характерной особенностью устройства буронабивных свай является предварительное бурение скважин до заданной глубины.

Самими первыми в нашей стране, на основе которых применяются все существующие разновидности буронабивных свай, являются *сваи Страуса*, которые были предложены в 1899 г. Изготовление свай включает следующие операции:

- пробуривание скважины;
- 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 осторожно опускают трубу диаметром 25...40 см и далее 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, шероховатой, 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 - невозможность контролировать плотность, и монолитность бетона по всей высоте свай, возможность размыва 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.

Способы устройства буронабивных свай

В зависимости от грунтовых условий буронабивные сваи устраивают одним из следующих способов - сухим способом (без крепления стенок скважин), с применением глинистого раствора (для предотвращения обрушения стенок скважины) и с креплением скважины обсадной трубой.

Сухой способ применим в устойчивых грунтах (песчаные и глинистые твердой полутвердой и тугопластичной консистенции), которые могут держать стенки скважины (рис. 5.1). Скважина необходимого диаметра разбуривается методом вращательного бурения в грунте на заданную глубину. После приемки скважины в установленном порядке при необходимости в ней монтируют арматурный каркас и бетонируют методом вертикально перемещающейся трубы.

Используемые в строительстве бетонолитные трубы, как правило, состоят из отдельных секций и имеют стыки, позволяющие быстро и надежно соединить 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 до самого низа, 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 свай формируют в специальном инвентарном кондукторе, в зимнее время дополнительно надежно защищают. Сухим способом по рассмотренной технологии изготавливают буронабивные сваи диаметром от 400 до 1200 мм, длина свай достигает 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.

В таких неустойчивых грунтах для предотвращения обрушения стенок скважин применяют насыщенный глинистый раствор *бентонитовых глин* плотностью 1,15... 1,3 г/см³, который оказывает гидростатическое давление на стенки, хорошо временно скрепляет отдельные грунты, особенно обводненные и неустойчивые, при этом хорошо удерживает стенки скважин от обрушения.

Этому же способствует образование на стенках скважины глинистой корки вследствие проникновения раствора в грунт.

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, встречая сопротивление грунта, 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, находящийся в скважине под давлением, цементирует грунт стенок, тем самым препятствуя проникновению воды, что позволяет исключить применение обсадных труб. После завершения проходки скважины в нее при необходимости устанавливается арматурный каркас, бетонная смесь из вибробункера по бетонолитной трубе попадает на дно скважины, поднимаясь вверх, бетонная смесь вытесняет глинистый раствор. 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 сваи. Обсадные трубы соединяют между собой при помощи замков специальной конструкции (если это инвентарные трубы) или на сварке. Пробурируют скважины вращательным или ударным способом. Погружение обсадных труб в грунт в процессе бурения скважины осуществляют 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 сваи.

Находят применение установки по изготовлению набивных свай с использованием обсадных труб с извлечением грунта из трубы виброгрейфером.

В настоящее время проходит успешное испытание специальный полимерный концентрат на основе полиакриламида, который в процессе гидратации образует коллоидный буровой раствор, создающий защитную пленку на стенках скважины, что в сочетании с избыточным гидростатическим давлением предотвращает их осыпание. Бурение в сложных геологических условиях без применения обсадных труб показало целостность буронабивной сваи по всей глубине после закачивания в нее бетона и отсутствие каких-либо наплывов или впадин бетона на боковой поверхности сваи. Использование коллоидного раствора позволяет существенно увеличить производительность буровых работ, снизить их себестоимость и трудоемкость, резко сократить потребность в обсадных трубах без снижения качества работ.

Буроинъекционные сваи по технологии CFA

Технология CFA применяется для изготовления свай с помощью непрерывного проходного шнека. Сокращенно такие сваи называют CFA-сваями или SOB-сваями. Скважины под сваи создаются с помощью специального оборудования.

Когда условия для усиления фундамента буроинъекционными сваями стесненные, то применяют малогабаритные буровые установки и короткие проходные шнеки. Если есть производственная необходимость, то короткие шнеки можно преобразовать в непрерывный.

Малогабаритные установки используются там, где недопустимы сильные вибрации, так как их вибрационное воздействие на грунт незначительно. Что делает их применение возможным вблизи других строений.

Технология изготовления свай с применением непрерывного проходного шнека это:

- установка бурового станка на точку предполагаемого устройства свай;
- погружение шнека до проектной отметки;
- постепенное извлечение шнека из скважины с одновременным её заполнением бетонной смесью, подаваемой через полый шнек бетононасосом;
- погружение в скважину, заполненную бетонной смесью, арматурного каркаса с помощью вибропогружателя;
- формирование оголовка свай.

Буронабивные сваи с уширенной пятой. Диаметр таких свай 0,6...2,0 м, длина 14...50 м. Существуют три способа устройства уширений свай. Первый способ — распирание грунта усиленным трамбованием бетонной смеси в нижней части скважины, когда невозможно оценить качество работ, форму (какой стала пята уширения), насколько бетон перемешался с грунтом и какова его несущая способность.

При втором способе скважину пробуривают 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 уширений разбуhrивание полости осуществляют одновременно с подачей в скважину свежего 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 прослойки глинистого раствора в бетоне.

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.



Буронабивная свая с башмаком. Особенность метода 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.

Труبوبетонные сваи. Принципиальное отличие метода в том, что 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 не по лотку, а 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, находившийся в контакте с водой, срезают.

В обводненных грунтах может быть использовано напорное бетонирование набивных свай, которое заключается 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). Скорость нагнетания устанавливается исходя из условий непрерывности процесса бетонирования сваи и беспрепятственного извлечения обсадной трубы после заполнения скважины бетоном до начала схватывания. Подвижность нагнетаемых бетонных смесей должна быть в пределах 18...24 см.

Пневмотрамбованные сваи. Сваи применяют при устройстве фундаментов в насыщенных водой грунтах с большим коэффициентом фильтрации. В этом случае 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, действующую по принципу пневмонагнетательных установок, применяемых для транспортирования бетонной смеси. Шлюзовая камера 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 бетонируют при второй проходке бетонолитной установки, после набора ранее забетонированными сваями достаточной прочности и несущей способности. Такая последовательность работ предусматривает предохранение как готовых скважин, так и свежезабетонированных свай от повреждения.

Буронабивные сваи обладают рядом недостатков, которые сдерживают их более широкое применение. К таким недостаткам можно отнести небольшую удельную несущую способность, высокую 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 деформативность. Устройство набивных свай в уплотненных скважинах производят методами продавливания без извлечения грунта на поверхность.



Данная технология работ базируется на образовании скважины путем многократного сбрасывания с высоты чугунного конуса, в результате чего пробивается скважина. Затем скважину 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.

Методы виброштампования и виброформирования

Нашел применение *метод виштамповывания* с использованием станка ударно-канатного бурения. 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 пятую. 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 связанных грунтах. В пробуренную скважину с помощью вибропогружателя, закрепленного на экска-



ваторе, погружают до проектной 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 вдавливается в грунт, при этом образуется уширенная пятка. Обсадная труба заполняется бетонной смесью порциями с постоянным уплотнением. По мере заполнения скважины бетонной смесью осуществляется подъем обсадной трубы экскаватором при работающем вибропогружателе, который значительно снижает адгезию трубы с бетоном в процессе ее извлечения. *Частотрамбованные сваи* устраивают путем забивки обсадной трубы в пробуренную скважину вместе снадетым на конце чугунным башмаком, который остается в грунте.

Загружение бетонной смеси в обсадную трубу осуществляют порциями за 2...3 приема. Сечение сваи формируется и обсадная труба извлекается из скважины с помощью молота двойного действия, передающего усилия через обсадную трубу.

Обсадную трубу с чугунным башмаком под действием ударов молота погружают в грунт до проектной отметки. Погружаясь, труба раздвигает частицы грунта и уплотняет его. Когда труба достигает нижней точки в ее полость опускают арматурный каркас (при необходимости), далее через воронку из вибробадьи подают в полость обсадной трубы жесткую бетонную смесь с осадкой конуса 8... 10 см. После заполнения обсадной трубы на высоту 1 м ее начинают поднимать, при этом башмак сокальзывает 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, поступающей в скважину под действием собственной массы, осуществляется за счет ударов нижней кромки обсадной трубы и трения бетона о стенки трубы в результате вибрационного воздействия молота, в связи

с чем вся бетонная смесь постоянно находится в процессе вибрации и в итоге оказывается хорошо уплотненной. В результате уплотняется грунт в нижней части скважины, часть бетонной смеси впрессовывается в стенки скважины, повышая их прочность.

Такое трамбование бетона в обсадной трубе продолжают до полного извлечения трубы из грунта. При необходимости на извлекаемую обсадную трубу закрепляют наружные вибраторы, которые позволяют более качественно уплотнить верхние слои бетонной смеси. Частотрамбованные сваи можно изготавливать армированными. Армирование осуществляется по расчету, но 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 от вибросотрясений 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 и бурозавинчивающие сваи.

Грунтобетонные сваи. Нашли применение грунтобетонные сваи, которые 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 водоцементную суспензию (раствор). Буровая штанга медленно при обратном вра-

щении 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. Нередко котлованы под заглубленные сооружения приходится устраивать вблизи существующих зданий. Забивка свай и шпунта может привести к их деформациям из-за возникающих динамических воздействий. При устройстве буронабивных свай, где погружение обсадной трубы происходит с опережающей выборкой грунта из полости трубы, возможна утечка грунтового массива из-под рядом стоящих фундаментов, что также может привести к деформациям существующих строений. Использование методов «стена в грунте» или применение глинистого раствора для погружения труб приводит к удорожанию проекта.

При этих методах происходит нарушение естественной подземной среды и ее равновесия, которое может привести к нежелательным результатам или к серьезному удорожанию строительства. В случаях плотной застройки целесообразно применять метод бурозавинчивающихся свай. Сущность метода в том, что металлическая труба не забивается в грунт, а завинчивается. На трубу в заводских условиях навивается узкий шнек из арматуры диаметром 10... 16 мм с шагом 200...500 мм. В зависимости от грунтовых условий труба может быть оснащена заглушкой с рыхлителями, глухими или теряемыми, позволяющими при необходимости не допустить воду в тело трубы. При завинчивании трубы окружающий грунт частично уплотняется, около 15...25% его 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. Диаметрзавинчи-

ваемых труб 300...500 мм, длина от 4 до 20 м. Важно, что технология позволяет выполнять работы вблизи существующих зданий при высоте в 5 этажей на расстоянии около 40 см, при большей высоте - около 70 см.

В последние годы получили широкое распространение фундаменты в виде мощных опор глубокого заложения с большой несущей способностью, сооружаемых с помощью специальных станков.

Разработка грунта осуществляется с помощью грейферного ковша внутри опускаемой обсадной трубы. Во время разработки грунта нижний конец трубы должен быть ниже забоя скважины.

Зачистка забоя производится грейферным ковшом. После установки в скважину арматурного каркаса осуществляется бетонирование методом вертикально перемещаемой трубы; заглубление бетонолитной трубы в бетонную смесь должно быть не менее 1м.

4.3. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА РОСТВЕРКОВ

Конструкцию ростверка и технологию его устройства принимают в зависимости от типа свай. Ростверки объединяют группу свай в одну конструкцию и распределяют на них нагрузки от сооружения. Они 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 трудоемкие 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 - автогеном или бензорезом, в железобетонных сваях бетон оголовков разрушают обычно с помощью пневматических отбойных молотков. Более эффективно для этих целей применять пу-

ансоны - установки для срезания голов свай, состоящие из жесткой замкнутой станины, опускаемой и зажимаемой на свае, подвижной рамы, съемных зубьев и гидродомкрата с поршнем. В комплект установки входит несколько пар пуансонов для свай с различными размерами поперечного сечения. Максимальное рабочее усилие 200 т, рабочий ход от 10 до 50 см, производительность установки - обрезка голов 15...20 свай в час.

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 монолитный 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 выполняют монтажные работы строго по захваткам. Элементы сборного ростверка соединяют со сборными короткими сваями на сварке с омоноличиванием стыков.

5. ТЕХНОЛОГИЯ КАМЕННЫХ РАБОТ

5.1 ВИДЫ КЛАДКИ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ. ЭЛЕМЕНТЫ КЛАДКИ

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

Каменные работы представляют собой комплекс основных и вспомогательных процессов. К основным относится кладка на растворе кирпича и других искусственных или природных камней, к вспомогательным – уста-

новка подмостей, заготовка материалов укладка арматуры и др. Каменные конструкции возводятся из отдельных камней укладываемых в определенном порядке и скрепляемых, омоноличенных раствором.

Каменную кладку ведут рядами, связывая камни раствором. Зазоры между смежными камнями, заполненные раствором,— швы — могут быть вертикальными, горизонтальными или наклонными. У камней, имеющих форму параллелепипеда, их грани принято называть постелью, ложком и тычком. Ряд кладки, выложенный наружу ложками, называют ложковым, а тычками — тычковым. Наружный (по фасаду) и внутренний ряды кладки являются наружной и внутренней верстой, а заполнение между ними — забутовкой. Поскольку каменные материалы и растворы хорошо работают на центральное сжатие и значительно хуже на растяжение, изгиб и сдвиг, камни при кладке располагают в определенном порядке, называемом разрезкой (перевязкой).

В зависимости от вида применяемого камня различают следующие кладки:

1. кирпичную — из глиняного или силикатного кирпича, используемую для возведения стен, столбов, арок, сводов и т. п.;
2. мелкоблочную — из керамических и природных камней правильной формы для сооружения стен и столбов;
3. облегченную — из пустотелого кирпича и теплоизоляционных материалов для возведения наружных стен;
4. тесовую — из природных камней, которым при обработке придают правильную форму, для строительства монументальных зданий и инженерных сооружений;
5. бутовую — из природных камней неправильной формы;
6. бутобетонную — из бетонной смеси и втапливаемых в нее камней, которую применяют для устройства фундаментов, стен подвалов, подпорных стенок и т. п.

Кладку выполняют также с облицовкой из искусственных или природных камней.

Камень, применяемый при возведении строительных конструкций, является штучным материалом, допускающим возможность ручной укладки. Его масса 3...5 кг и не превышает 25 кг.

Пространства между камнями в продольном и поперечном направлении, заполненные раствором, являются швами.

В зависимости от степени заполнения швов раствором различают кладку в пустошовку и под расшивку. Первый вид применяют, если в последующем необходимо оштукатурить поверхность, для чего швы на глубину 10...15 мм не заполняют раствором. Это обеспечивает качественное сцепление наносимой штукатурки с каменной кладкой. При втором виде кладки швы заполняют раствором полностью, придавая им различную форму: выпуклую, вогнутую, прямоугольную и др.

Для каменной кладки применяют растворы простые — цементные и известковые и сложные — цементно-известковые и цементно-глиняные.

Цементные растворы используют при возведении конструкций, к прочности и устойчивости которых предъявляются повышенные требования (столбы, своды, простенки в нижних этажах зданий), а также для кладки в грунтах, насыщенных водой.

Кладку, воспринимающую небольшие нагрузки и эксплуатирующуюся в сухих условиях, выполняют на известковых растворах.

Цементно-известковые и цементно-глиняные растворы находят наибольшее распространение. Их применяют при обычных нагрузках, действующих на кладку, работающую в сухих и влажных условиях.

По плотности в сухом состоянии растворы делят на тяжелые (плотность 1500 кг/м³ и более), приготовленные на плотных заполнителях (природном песке), и легкие (плотность ≤ 1500 кг/м³), приготовленные на легких заполнителях (шлаковом, пемзовом песке и др.).

Для каменной кладки применяют растворы следующих устанавливаемых проектом марок: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150 и 200.

При строительстве зданий и сооружений, подвергающихся в процессе эксплуатации неоднократному замораживанию и оттаиванию, необходимо пользоваться морозостойкими растворами. По морозостойкости растворы подразделяют на марки: 10, 15, 25 35, 50, 100, 150, 200 и 300.

Растворы для каменной кладки не только должны быть прочными и морозостойкими, но и иметь требуемую удобоукладываемость, обеспечивающую укладку раствора на основании тонким однородным слоем и хорошее заполнение всех швов и пустот.

5.2 ПРАВИЛА РАЗРЕЗКИ КЛАДКИ. СИСТЕМА ПЕРЕВЯЗКИ ШВОВ

Существуют три основных правила разрезки каменной кладки.

1. Ряды камней в кладке располагаются параллельно друг другу и перпендикулярно к действующей нагрузке. Постели камней должны опираться на нижележащий ряд по всей своей плоскости, что обеспечивается прослойкой раствора.

- 2. Членение кладки в пределах каждого ряда производится системой плоскостей (швов), перпендикулярных и параллельных постелям камней и наружной поверхности кладки. Отсюда следует, что в кладке не должно быть клиновидных камней (включений), которые под действием нагрузки могут вызвать сдвиг смежных с ними камней и нарушить целостность массива кладки.

- 3. Поперечные и продольные вертикальные швы перекрываются (перевязываются) камнями через каждый или несколько смежных рядов кладки

Различают однорядные и многорядные перевязки.

Однорядная перевязка. При данном виде возведения стены, между собой чередуются кладки тычковые и ложковые. При этом ложковые часть кладки в одном ряду смещается между собой на полкирпича, а тычковые — на четверть. По вертикали швы в каждом ряду кладки между собой тоже пе-

ресекаются. Возможна, по предварительному проекту, с фасадной стороны стены цепная перевязка.

Перевязка многорядная. При данном виде кладки кирпичи выкладываются отдельными стенками ложком и перевязываются через несколько рядов тычковым рядом. На каком ряду перевязка зависит от толщины используемого в кладке кирпича. К примеру, при толщине кирпича 65 мм тычком перевязывается седьмой ряд, а при 88 мм — шестой.

Трехрядная система перевязки (по системе профессора Онищенко). Кирпичную кладку с использованием трехрядной перевязки выполняют из целого кирпича с добавлением небольшого количества половинок. При этом допустимо совпадение наружных вертикальных швов в трех рядах кладки по высоте.

5.3 СПОСОБЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КЛАДКИ

Процесс кирпичной кладки состоит из рабочих операций, выполняемых в такой последовательности:

- установка порядовок;
- натягивание причалок для обеспечения правильности укладки кирпичей и рядов;
- подача и раскладка кирпичей на стене;
- перелопачивание раствора в ящике;
- подача раствора на стену и расстиление его под наружную версту;
- укладка наружной версты;
- расстиление раствора под внутреннюю версту;
- укладка внутренней версты;
- расстиление раствора под забутку;
- укладка забутки;
- проверка правильности выложенного ряда кладки.

Подготовка неполномерных кирпичей. Для правильной перевязки швов кладки вертикальных ограничений, мест примыкания и пересечения



стен, при кладке столбов и простенков требуются неполномерные кирпичи: четвертки, половинки и трехчетвертки.

Их обычно заготавливают сами каменщики непосредственно на рабочем месте в процессе производства работ. Для получения четверток, трехчетверток и половинок в целях экономии необходимо использовать кирпичи, имеющие отбитые углы или другие дефекты.

Расстиление и разравнивание раствора на постели. Очень важным моментом в процессе кирпичной кладки является равномерное по толщине расстиление раствора — от этого зависит, будут ли одинаковыми его обжатие и плотность в кладке. Для ложкового верстового ряда раствор расстилают в виде грядки шириной 80-100 мм, для тычкового — 200—220 мм. При кладке в пустошовку, т. е. когда швы оставляют незаполненными на глубину 10 мм от наружной поверхности стены, раствор расстилают с отступом от лица версты на 20-30 мм. При кладке с полным заполнением швов раствор расстилают с отступом от лицевой поверхности стены на 10-15 мм. Толщина грядки раствора, уложенного на стене, в среднем должна быть 20-25 мм. Это обеспечивает при укладке кирпича толщину шва 10-12 мм. Качество кирпичной кладки зависит не только от правильности расстиления и разравнивания раствора на постели, но и от свойства раствора. Например, известковые или смешанные цементно-известковые или цементно-глиняные растворы, обладающие большой пластичностью, легко расстилаются, разравниваются по кладке и равномерно уплотняются при укладке кирпича.

Цементные растворы менее пластичны, их труднее расстилать и разравнивать. Для повышения пластичности цементных растворов в них добавляют пластифицирующие добавки в процессе приготовления. Пластифицированные растворы медленнее расслаиваются и после нанесения на пористое основание слабо отдают воду, что обеспечивает твердение вяжущего вещества в растворах в нормальные сроки. Подвижность раствора для кирпичной кладки стен и столбов из обыкновенного керамического или силикатного кирпича в зависимости от способа кладки, вида и состояния кирпича характеризуется погружением эталонного конуса на 9-13 см. При кладке стен из

пористо-пустотелого и пустотелого кирпича применяют раствор с подвижностью не более 7-8 см, чтобы предотвратить потери его при затекании в дыры и пустоты кирпича и избежать ухудшения теплотехнических свойств кладки. Подвижность растворов следует повышать за счет введения пластифицирующих добавок до погружения конуса на 12-14 см при кладке в жаркую погоду из сухого кирпича.

При кладке стен расстилают раствор под ложковые ряды через боковую грань лопаты, а под тычковые ряды — через ее передний край; растворную грядку разравнивают тыльной стороной лопаты. При укладке забутки раствор набрасывают лопатой в корыто, образованное между верстами, и разравнивают также тыльной стороной лопаты. При кладке отдельно стоящих столбов небольшого сечения раствор подают на середину столба, а затем расстилают и разравнивают кельмой по всему ряду в процессе укладки кирпича. При кладке столбов большего сечения раствор расстилают так же, как и при возведении стен. На участках стен с большим количеством дымовых и вентиляционных каналов раствор между каналами расстилают кельмой, причем его берут со сплошной части стены или же с внутренней версты, куда раствор подают заранее. Непосредственно перед подачей на стену раствор перемешивают (перелопачивают), так как за время, пока он лежит в ящике, тяжелые частицы (песок) оседают, происходит расслоение раствора и он становится неоднородным.

Способы кладки. Кладку верст ведут тремя способами: вприжим, вприсык и вприсык с подрезкой раствора, а забутки — вполуприсык. Выбор способа кладки зависит от пластичности раствора, состояния кирпича (сухой или влажный), времени года и требований к чистоте лицевой стороны кладки.

Способом вприжим выкладывают стены из кирпича на жестком растворе (осадка конуса 7-9 см) с полным заполнением и расшивкой швов. Этим способом укладывают как ложковые, так и тычковые версты. При этом раствор расстилают с отступом от лица стены на 10-15 мм. Разравнивают раствор, тыльной стороной кельмы, перемещая ее от уложенного кирпича и

устанавливая растворную постель одновременно для трех ложковых или пяти тычковых кирпичей. Кладку вприжим выполняют в следующем порядке. Держа в правой руке кельму, разравнивают ею растворную постель, затем ребром кельмы подгребают часть раствора и прижимают его к вертикальной грани ранее уложенного кирпича, а левой рукой доносят новый кирпич к месту укладки. После этого опускают кирпич на подготовленную постель и, двигая его левой рукой к ранее уложенному кирпичу, прижимают к полотну кельмы. Движением вверх правой руки вынимают кельму, а кирпичом, придвигаемым левой рукой, зажимают раствор между вертикальными гранями укладываемого и ранее уложенного кирпича. Нажимом руки осаживают уложенный кирпич на растворной постели. Избыток раствора, выжатый из шва на лицо кладки, подрезают кельмой за 1 прием после укладки тычками каждых 3-5 кирпичей или после укладки ложками двух кирпичей. Раствор каменщик набрасывает на растворную постель. Кладка получается прочной, с полным заполнением швов раствором, плотной и чистой. Однако этот способ требует большего количества движений, чем другие, и поэтому считается наиболее трудоемким.

Способом вприсык ведут кладку на пластичных растворах (осадка конуса 12—13 см) с неполным заполнением швов раствором по лицу стены, т. е. впустошовку. Процесс кладки ложкового ряда при этом способе выполняют в следующем порядке. Взяв кирпич и держа его наклонно, загребают тычковой гранью кирпича часть раствора, предварительно разостланного на постели. Загребать раствор начинают примерно на расстоянии 8-12 см от ранее уложенного кирпича. Придвигая кирпич к ранее уложенному, постепенно выправляют его положение и прижимают к постели. При этом часть раствора, снятая с постели, заполняет вертикальный поперечный шов. Уложив кирпич, осаживают его рукой на растворной постели. При кладке тычкового ряда процесс укладки выполняют в той же последовательности, что и ложкового, только раствор для образования вертикального поперечного шва подгребают не тычковой, а ложковой гранью. Для кладки кирпича способом вприсык раствор расстилают грядкой с отступом от наружной вертикальной по-

верхности стены на 20-30 мм, чтобы при кладке раствор не выжимался на лицевую поверхность кладки. При возведении кладки в сейсмических районах укладка кирпичей в верстовых рядах способом впрыск не допускается.

Способ впрыск с подрезкой раствора применяют при возведении стен с полным заполнением горизонтальных и вертикальных швов и с расшивкой швов. При этом раствор расстилают так же, как и при кладке вприжим, т. е. с отступом от лица стены на 10-15 мм, а кирпич укладывают на постель так же, как при кладке впрыск. Избыток раствора, выжатый из шва на лицо стены, подрезают кельмой, как при кладке вприжим. Раствор для кладки применяют более жесткий, чем для кладки без подрезки, подвижностью 10—12 см. При чрезмерной пластичности раствора каменщик не будет успевать срезать его при выдавливании из швов кладки. На выполнение кладки впрыск с подрезкой раствора затрачивается больше времени и труда, чем на укладку впрыск, но меньше, чем на кладку вприжим.

Способом вполупрыск выкладывают забутку. Для этого сначала между внутренней и наружной верстами расстилают раствор. Затем разравнивают его, после чего укладывают кирпич в забутку. Процесс кладки забутки не сложен. Кирпич при кладке держат почти плашмя, на расстоянии 6-8 см от ранее уложенного, постепенно опуская кирпич на растворную постель, загребают ребром незначительное количество раствора, придвигают кирпич вплотную к ранее уложенному и нажимом рук осаживают его на место. Вертикальные швы остаются при этом частично незаполненными. Их заполняют при расстилании раствора для кладки следующего по высоте ряда, причем каменщик следит за тем, чтобы поперечные швы между кирпичами заполнялись полностью. Плохое заполнение вертикальных поперечных швов раствором не только снижает прочность кладки, но и увеличивает продуваемость стен, что уменьшает их теплозащитные свойства. Кирпич забутки плотно прижимают к постели, чтобы верхняя поверхность уложенных в забутку кирпичей была на одном уровне с верстовыми.

5.4 КЛАДКА СТЕН ОБЛЕГЧЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ, АРМИРОВАНИЕ КЛАДКИ

Для экономии стеновых материалов и уменьшения массы стен применяют облегченные кладки, где часть конструкций заменена легким бетоном, засыпками или воздушной прослойкой. Кладку **кирпичных** стен облегченной конструкции выполняют с расшивкой фасадных швов. Подоконные участки таких стен защищают от увлажнения, укладывая два верхних ряда сплошной кладки.

Наиболее распространены следующие виды облегченных кладок.

Кладка с трехрядными диафрагмами: продольные кирпичные стены через пять рядов по высоте перевязывают тремя горизонтальными рядами—диафрагмой. Пространство между наружной и внутренней верстами заполняют легким бетоном, шлаком или другим теплоизолирующим материалом. По условиям прочности высота кладки должна быть не более трех этажей.

Колодцевая кладка: две продольные кирпичные стенки соединяют между собой вертикальными диафрагмами (перегородками). «Колодцы» между стенками заполняют легким бетоном, шлаком или другим утепляющим материалом. Для предупреждения осадки сыпучего утеплителя в колодцах через пять или шесть рядов по высоте устраивают растворную стяжку, армированную проволочной сеткой. Предельная высота колодцевой кладки — два этажа.

Кирпично-бетонная анкерная кладка представляет собой две параллельные стенки, между которыми уложен легкий бетон.

Тычковые кирпичи, выступающие внутрь кладки, обеспечивают анкерование продольных стенок с бетоном. Высота такой кладки по условиям прочности — четыре этажа. Стены начинают с укладки двух трехчетверток. В первом ряду наружной и внутренней версты тычковые кирпичи чередуют через два ложка. В двух следующих рядах кирпичи укладывают только ложками. После возведения трех — пяти рядов пространство между верстами заполняют легким бетоном и вновь продолжают кладку.

Кладку с воздушной прослойкой ведут по многорядной системе перевязки. Углы начинают с укладки двух трехчетверток. В первом ряду тычковые версты разделяет зазор шириной 50 мм. Во втором — шестом рядах наружная верста отделяется от забутовочной части стены зазором. Через пять рядов кладку перевязывают тычками. Высота кладки — до пяти этажей.

При *кладке с утеплителем из теплоизоляционных плит* зазор между лицевой верстой и забуткой выполняют по ходу кладки теплоизоляционным материалом (минераловатными плитами, фенольным пенопластом и др.). Прослойку утеплителя через каждые пять рядов разделяют тычковыми рядами кирпичей. Предельная высота кладки — пять этажей.

Армирование кладки

Армирование кирпичной кладки может быть:

- поперечным;
- вертикальным;
- продольным.

При поперечном армировании используются отдельные стержни или стальная сетка. Стальные стержни предотвращают разрушение кирпича при деформациях на растяжение и изгиб.

В сетку стержни соединяются сваркой или вязальной проволокой. Соединение производится с шагом 30-120 мм. В смежных швах вместо сеток недопустимо перпендикулярно укладывать отдельные стержни.

Сетка, сделанная из арматуры большого диаметра, приводит к уменьшению прочности, увеличивая толщину горизонтальных швов.

Армирование стен, столбов и простенков производится сварной кладочной сеткой, которая может иметь зигзагообразную, прямоугольную или квадратную форму.

Для предотвращения процесса коррозии металлическая сетка должна быть утоплена в раствор не менее чем на 2 мм с каждой стороны. Минимальная толщина шва при этом составит примерно 14 мм, в том числе около 5 мм на сетку.

Сетка укладывается в каждый пятый ряд кладки. Если кирпич больше стандартного размера, то армировать прямоугольной сеткой нужно в каждом четвертом ряду.

Изготовление зигзагообразной арматуры производится только на строительном объекте. Это все имеет вид катанки диаметром 5-15 мм, искривленной через каждые 5-10 см. Зигзагообразной проволокой большого диаметра армировать нельзя, так как шов будет слишком широким.

Укладка зигзагообразной арматуры проводится также каждый пятый ряд. Ее укладывают парно и под прямым углом по отношению к двум предшествующим рядам. Этот способ армирования кладки довольно простой, и расход денежных средств будет минимальным. Хорошо подходит для частных домов. Кладка перемычек и др. подобных элементов производится совместно с поперечной арматурой, имеющей вид прямых стержней.

5.5 КЛАДКА ПЕРЕМЫЧЕК И СВОДОВ

Часть стены, перекрывающая оконный или дверной проем, называется перемычкой. Если нагрузка от перекрытий передается на стену непосредственно над проемом, применяют несущие сборные железобетонные перемычки. При отсутствии такой нагрузки для перекрытия проемов шириной менее 2 м применяют железобетонные ненесущие или рядовые кирпичные перемычки в виде кладки на растворах повышенной прочности с арматурными стержнями для поддержания кирпичей нижнего ряда. Вместо рядовых иногда делают клинчатые перемычки, которые служат в то же время архитектурными деталями фасада.

С этой же целью при пролетах до 3,5—4 м часто возводят арочные перемычки. Кладку арочного типа используют также для устройства перекрытий в зданиях: такие перекрытия называют сводчатыми (сводами). При кладке перемычек все продольные и поперечные швы обязательно целиком заполняют раствором, так как такая кладка работает не только на сжатие, но и на изгиб. При слабом заполнении раствором вертикальных швов под влияни-

ем нагрузок сначала происходит сдвиг отдельных кирпичей, а затем разрушение кладки.

Рядовые перемычки. Рядовые перемычки выкладывают из отборного целого кирпича с соблюдением горизонтальности рядов и правил перевязки обычной кладки. Высота рядовой перемычки 4-6 рядов кладки, а длина — на 50 см больше ширины проема. Для кладки перемычек применяют раствор марки не ниже 25. Под нижний ряд кирпича в перемычке в слое раствора толщиной 2—3 см укладывают не менее трех стержней арматуры из круглой стали диаметром не менее 6 мм, обычно из расчета по одному стержню сечением 0,2 см² на каждые полкирпича толщины стены, если по проекту не требуется более сильного армирования. Арматура воспринимает растягивающие усилия, возникающие в кладке. Концы круглых стержней пропускают за грани проема на 25 см и загибают вокруг кирпича.

Рядовые перемычки делают с применением временной опалубки из досок толщиной 40-50 мм. По ней расстилают раствор, в который затем втапливают арматурные стержни. Концы опалубки опирают на кирпичи, выпущенные из кладки; после снятия опалубки их срубают. Иногда концы опалубки вставляют в борозды на откосах проемов, которые закладывают после снятия опалубки. Если ширина проема больше 1,5 м, то под опалубку в середине подставляют стойку или опалубку опирают на деревянные кружала (доски, поставленные на ребро).

Применяют инвентарные трубчатые опоры-кружала. Их делают из двух отрезков труб диаметром 48 мм, вставленных в третий отрезок трубы диаметром 60 мм. При закладке кружал трубы раздвигают так, чтобы концы меньшего диаметра заходили внутрь борозд, оставленных в кладке. На каждый проем ставят два кружала, их можно устанавливать и в том случае, когда в проеме уже есть оконные и дверные блоки. При других типах кружал проем можно заполнять блоками только после снятия опалубки перемычки.

Клинчатые и лучковые перемычки. Клинчатые и лучковые перемычки выкладывают из обыкновенного керамического кирпича путем образования клинообразных швов, толщина которых внизу перемычки не менее 5

мм, вверху не более 25 мм. Кладку ведут поперечными рядами по опалубке, удерживаемой кружалами. До начала кладки перемычки возводят стену до уровня перемычки, выкладывая одновременно опорную ее часть (пятую) из подтесанного кирпича (шаблоном определяют направление опорной плоскости, т. е. угол ее отклонения от вертикали). Затем на опалубке размечают ряды кладки с таким расчетом, чтобы число их было нечетным, учитывая при этом толщину шва. Ряды кладки в данном случае считают не по вертикали, а по горизонтали. Центральный нечетный ряд кирпича называют замковым. Он должен находиться в центре перемычки в вертикальном положении. Кладку клинчатых и лучковых перемычек ведут равномерно с двух сторон от пяты к замку таким образом, чтобы в замке она заклинивалась центральным нечетным кирпичом. Правильность направления швов проверяют шнуром, укрепленным в точке пересечения сопрягающихся линий опорных частей (пят). При пролетах более 2 м кладка клинчатых перемычек не допускается.

Арочные перемычки и своды. Арочные перемычки, а также арки и своды выкладывают в такой же последовательности, как и клинчатые перемычки. Швы между рядами должны быть перпендикулярны кривой линии, образующей нижнюю поверхность арки, и наружной поверхности кладки. Швам кладки придают клинчатую форму с уширением наверху и сужением внизу. Такое расположение рядов кладки и разделяющих их постелей соответствует первому правилу разрезки кладки, так как в арках и сводах усилие от нагрузки меняет свое направление, действуя по касательной к кривой арке. Постели рядов оказываются перпендикулярными направлению давлений.

Кладку арочных перемычек ведут по опалубке соответствующей формы в такой же последовательности, как и кладку клинчатых перемычек. Направление радиальных швов и правильность укладки каждого ряда проверяют по шнуру, закрепленному в центре арки. Шнуром и шаблоном-угольником, одна из сторон которого имеет очертание, соответствующее кривизне арки, определяют и проверяют положение каждого ряда кладки. Конструкция опалубки для кладки сводов и арок должна быть такой, чтобы она могла обеспечить равномерное опускание ее при распалубливании. Для

этого под кружалами ставят клинья, при постепенном ослаблении которых опалубка опускается. Сроки выдерживания арочных и клинчатых перемычек на опалубке в зависимости от температуры наружного воздуха в летних условиях и марки раствора могут быть от 5 до 20 суток, а перемычек рядовых — от 5 до 24 суток.

5.6 КЛАДКА В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Особенности работ при отрицательной температуре

При введении в растворы с цементным вяжущим химических противоморозных добавок температура замерзания воды, содержащейся в растворе, понижается. Добавки также ускоряют химический процесс твердения цемента. Благодаря этим факторам раствор накапливает прочность при более низких температурах, чем обычно. В качестве химических добавок в растворы вводят хлористый кальций и хлористый натрий, углекислый калий (поташ) и нитрат натрия. Применение указанных добавок допускается в растворе для подземной кладки из кирпича, камней правильной формы и постелистого бутового камня, а также стен и столбов промышленных и складских зданий, не требующих тщательной отделки поверхности. Поташ и нитрит натрия разрешается использовать также и для надземной кладки зданий из кирпича, камней и блоков. Применение раствора с добавками для конкретного вида каменных конструкций должно быть согласовано с проектной организацией. Кладку фундаментов из рваного бутового камня способом замораживания допускается производить при применении растворов с химическими добавками для зданий высотой до трех этажей. При этом кладку нужно вести враспор со стенками траншей способом «под лопатку», а при кладке стен подвалов внутреннюю поверхность их раскрепляют на период оттаивания опалубкой с подкосами. Растворная смесь с химическими добавками в момент укладки должна иметь температуру не ниже 5° С. Замерзший, а затем отогретый горячей водой раствор использовать запрещается. При возведении кладки на растворах с химическими добавками следят за тем, чтобы приго-

товленный раствор был использован в дело до того, как он под воздействием добавок начнет схватываться.

Кладка на растворах с химическими добавками

Способ замораживания сводится к следующему. Раствор, имеющий положительную температуру на момент укладки, вскоре замерзает и твердеет в основном весной после того, как кладка оттает (хотя, конечно, некоторое затвердевание происходит и сразу же после укладки за счет разницы температур раствора и воздуха), а также в период зимних и весенних оттепелей или в случае искусственного обогрева кладки. Температура раствора во время осуществления кладки не должна быть ниже: 5 °С, при температуре воздуха -10 °С; 10 °С при температуре воздуха от -10 до -20 °С; 15 °С при температуре воздуха ниже -20 °С. Для того чтобы температура раствора не успела опуститься ниже необходимой, кладку приходится осуществлять в сжатые сроки — раствор должен быть израсходован в течение 20—30 мин. Нельзя использовать замерзший и разбавленный после этого горячей водой раствор — добавление воды приводит к образованию в растворе большого количества пор, заполненных льдом. Раствор в швах приобретает рыхлость при оттаивании и не набирает необходимой прочности.

Для того чтобы швы в кладке были обжаты как можно лучше, раствор расстилают на постели короткими грядами — под два ложковых кирпича в верстах и под 5—6 кирпичей в забутовочном ряду. Кирпич нужно укладывать на растворные грядки как можно быстрее, а саму кладку стараться скорее возводить в высоту. Делается это для того, чтобы раствор в нижних рядах уплотнялся под нагрузкой вышележащих рядов до момента его замерзания — это увеличивает прочность и плотность кладки. Толщина швов не должна превышать размеров, установленных для летней кладки. Это требование обусловлено следующими причинами: зимняя кладка замерзает в течение 1—2-х часов, а обжатие незатвердевшего раствора происходит после полного оттаивания кладки. Поэтому при оттаивании кладка, имеющая большую толщину швов, может дать значительную осадку и даже разрушиться.

При осуществлении кладки способом замораживания необходимо периодически внимательно проверять ее вертикальность — отклонение стен от вертикали могут привести к еще большему их искривлению и разрушению при весеннем оттаивании раствора. К моменту наступления перерыва в работе все вертикальные ряды верхнего ряда кладки должны быть заполнены раствором. На время перерыва кладку необходимо накрыть (толем, матами и т. п.), а перед возобновлением работы очистить от наледи, снега и замерзшего раствора. В углах и местах соединения поперечных и внутренних стен на уровне перекрытий укладывают стальные связи.

Если здание имеет высоту до четырех этажей, связи устанавливают через этаж. При возведении более высоких зданий, а также в случае, если высота этажа превышает 4 м, связи устанавливают на уровне каждого перекрытия. Связи заводят в примыкающие стены на 1-1,5 м и заканчивают на концах анкерами. Ведя колодцевую кладку, лучше удвоить количество армированных швов и повысить проектную марку раствора на 1—2 ступени по сравнению с предусмотренной в летних условиях. Если вы ведете кладку стен облегченной конструкции, пустоты в них необходимо заполнять шлакобетонными вкладышами, шлакобетоном с малым содержанием воды или сухими засыпками без смерзшихся комьев. Это поможет избежать осадки засыпки и ухудшения теплотехнических качеств кладки.

Осуществляя кладку фундамента в зимних условиях, нужно предохранять основание от замерзания — не только во время самих работ, но и по окончании их. В противоположном случае просадка основания при подтаивании может привести к появлению трещин в кладке и ее разрушению. Если в процессе кладки устанавливаются оконные коробки, необходимо оставлять промежуток не менее 15 мм (осадочный зазор) между верхом коробки и низом перемычки — с учетом осадки кладки. Возводя перегородки, следует учитывать величину осадки кладки, а вместе с ней и перекрытий в весеннее время. Просветы, оставляемые под потолком, должны в два раза превышать величину осадки стен, ожидаемую в пределах данного этажа. Перегородки из гипсовых плит рекомендуется устанавливать только в помещениях, где тем-

температура не опускается ниже 5 °С. При этом раствор готовят на подогретой воде. Ну и наконец, необходимо сказать, что при оттаивании кладка имеет наименьшую прочность и может разрушиться от перегрузки. Именно поэтому способ замораживания применяется только при возведении конструкций, высота которых не превышает 15 м.

Кладка кирпича способом замораживания

Бутобетонная кладка по своим свойствам занимает промежуточное место между конструкциями из бетона и бутовой кладкой. Прочность ее зависит, главным образом, от прочности входящего в ее состав бетона. Если бутобетонную кладку возводить методом замораживания, то в период оттаивания прочность ее будет практически равна нулю. Поэтому замораживание бутобетона допускается лишь после того, как прочность бетона в нем достигнет 50% от проектной, но не менее 7,5 МПа. Бутобетонную кладку зимой выполняют способами, которые обеспечивают накопление бетоном прочности в заданных пределах до его замерзания. Для этого применяют способ термоса, который используют при выполнении больших объемов бетонных работ. В зимних условиях используют также электро- и паропрогрев бутобетона.

Кладка способом термоса. Способ термоса основан на сохранении в кладке теплоты уложенных подогретых материалов и теплоты, выделяемой бетоном в процессе твердения цемента. При применении этого способа бутовый камень перед укладкой в дело должен быть очищен ото льда и снега, а бетонную смесь, приготовленную на подогретых заполнителях (щебне, песке) и воде, немедленно укрывают после укладки в дело, чтобы сохранить в ней теплоту. Температура бетонной смеси при кладке должна соответствовать принятой по расчету или указанной в проекте производства работ с тем, чтобы за время выдерживания бутобетона в утепленной опалубке была достигнута заданная прочность бетона.

Чтобы ускорить твердение бетона, применяют предварительный разогрев смеси перед укладкой ее в опалубку, а также вводят химические добав-

ки, которые снижают температуру замерзания бетонной смеси и позволяют использовать бутовый камень без подогрева.

Кладка с применением электропрогрева. Применяя этот способ, бутовый камень очищают от снега и наледи. Температура бетонной смеси должна быть такой, чтобы уложенная в конструкцию бутобетонная смесь к моменту включения электро- и паропрогрева имела температуру не ниже 10 °С. Для электропрогрева в бетон закладывают стержневые электроды и подключают их к сетевому напряжению. Расположение групп электродов поперек фундамента в теплотехническом отношении более эффективно, но в этом случае невозможна их оборачиваемость. Кроме того, электроды будут мешать укладке бутового камня. Поэтому прогрев ведут обычно с помощью нашивных электродов, закрепляемых на внутренней стороне опалубки, применяя групповое их включение.

Независимо от способа выдерживания кладки при положительной температуре (до приобретения ею заданной прочности) состояние основания, на которое укладывают бетонную смесь, а также способ ее укладки должны исключать возможность замерзания бетонной смеси в стыке с основанием. Слой старой кладки в месте стыка с новой должен быть отогрет до укладки бетонной смеси (температура не ниже +2° С) и предохранен от замерзания до приобретения вновь уложенным бетоном требуемой прочности. Качество бетонной смеси при устройстве бутобетонных фундаментов в зимних условиях систематически контролируют: проверяют подвижность смеси, правильность дозировки вяжущего вещества и заполнителей, температуру при укладке в дело.

В возведенной кладке контролируют температурный режим твердения бетона. Для этого в кладке оставляют гнезда с пробками, чтобы можно было измерить термометром температуру в середине кладки и у ее поверхности. Кроме того, контролируют прочность бетона по контрольным образцам. Данные о методах и сроках выдерживания бутобетонной кладки и образцов бетона для контроля его прочности, о температуре кладки и тепловом режи-

ме ее выдерживания заносят в журнал бетонных работ, который является документом при приемке выполненных работ.

5.7 ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА КАМЕНЩИКА

Инструменты, применяемые для каменной кладки:

- кельма для разравнивания раствора, заполнения им вертикальных швов и удаления излишков раствора,
- ковш-лопата или совковая лопата для подачи, расстилания и разравнивания раствора,
- молоток-кирочка односторонняя для рубки и тески кирпича, кирочка двусторонняя для фигурной тески кирпича,
- расшивки — прямоугольная и вогнутая для обработки швов на поверхности неоштукатуриваемых стен,
- кувалда и молоток для оковки и осаживания камней при бутовой кладке.

Инвентарь: ящик для раствора металлический или деревянный емкостью 0,3...0,4 м³ на рабочем месте каменщика, бункер металлический емкостью 0,75 м³ для подачи раствора из растворного узла к рабочему месту каменщика, контейнеры или поддоны для транспортировки кирпича.

Контрольно-измерительные принадлежности:

- отвес (весок) со шнуром для проверки вертикальности кладки,
- метр складной, рулетка для разбивки и проверки размеров проемов, простенков и столбов,
- уровень универсальный для проверки горизонтальности кладки,
- деревянный угольник для проверки и закладки углов,
- порядовка — рейка длиной 3...3,5 м с делениями через 7,7 см для разметки рядов кирпичной кладки по высоте (для блоков и камней правильной формы размер деления равен толщине блока или камня плюс толщина шва с раствором),

- причалки — крученый шнур толщиной 2...3 мм натягивается между порядовками для обеспечения прямолинейности и горизонтальности рядов во время кладки,

- правило — деревянный брусок длиной 1,2...1,5 м и сечением 40х50 мм для проверки прямолинейности рядов и правильной плоскости стен выполняемой кладки.

Леса и подмости

Каменщик может производительно выполнять кладку с одного уровня на высоту до 1,2 м. При высоте кладки более 1,2 м необходимо применять вспомогательные устройства (подмости и леса).

Подмости используют при кладке стен на высоту этажа. В отечественной практике в основном применяют следующие инвентарные подмости: шарнирно-панельные, шарнирно-блочные и переносные площадки — подмости (в стесненных условиях.) Они позволяют вести кладку второго и третьего ярусов.

Леса используют при выполнении кладки на всю высоту здания. Применяют инвентарные леса следующих типов: трубчатые болтовые, трубчатые безболтовые и из объемных элементов. Трубчатые болтовые включают: стойки и ригели, соединенные с помощью съемных хомутов. Они универсальны, так как позволяют вести кладку независимо от рельефа местности и очертания здания, сооружения. Трубчатые безболтовые леса. Трубчатые стойки устанавливают на башмаки. На стойках в фиксированных точках по высоте приварены патрубки. Стойки между собой связаны ригелями, на концах которых закреплены крюки; по ригелям укладывают деревянный настил и устанавливают ограждение.

Организация рабочего места каменщика

Рабочее место каменщика при кладке — это участок возводимой конструкции (фундамента, стены) и подмостей, где размещаются материалы, приспособления, инвентарь, инструменты и передвигается сам каменщик. Оно поделено на три зоны: рабочую, зону материалов и транспортную. При подаче материалов подъемными механизмами последняя отсутствует.

Материалы в зоне располагаются следующим образом: при кладке глухих стен чередуются поддоны с каменными материалами и ящики с раствором, при кладке стен с проемами ящики с раствором размещаются напротив проемов, а поддоны с кирпичом – напротив простенков. Расстояние между ящиками и поддонами – 20-40 см. При кладке столбов ящики с раствором и поддоны с кирпичом располагают по разные стороны столба.

Для выполнения работ в темное время суток рабочее место каменщика должно иметь искусственное освещение. Минимальная освещенность горизонтальных плоскостей – 25 лк, вертикальных – 10 лк. Методы организации кладки: метод поперечных захваток с поосевой специализацией звеньев, поточно-расчлененный, поточно-кольцевой. Суть метода поосевой специализации заключается в том, что за каждым звеном на каждом ярусе и каждом этаже закрепляется однотипная делянка, ограниченная одними и теми же поперечными осями здания. На одной и той же делянке на всех трех ярусах каждого этажа последовательно выполняются одни и те же операции. При поточно-расчлененном методе кладка стен в пределах захватки ведется на всю высоту этажа.

При поточно-кольцевом методе здание не разбивается на делянки, а кладка стен ведется звеньями по периметру здания на одной высоте. Каждое звено выполняет одну часть ряда кладки и работает на всей захватке в три смены. Организация труда в самой бригаде отличается от принятой при поосевом методе.

Кладку кирпичных стен выполняют ярусами при высоте каждого не более 1,2 м. Рабочая зона каменщиков составляет 0,6-0,7 м, при работе укрупненными звеньями она увеличивается до 0,8 м. Зона складирования материалов соответствует ширине поддонов с кирпичом и ящиков с раствором и равна 0,6-1 м. Расстояние между поддонами с кирпичом и ящиками с раствором составляет 0,3-0,4 м. Общая ширина рабочего пространства – 2,5 м. Запас кирпича принимают из расчета двухчасовой потребности. Растворные ящики размером 0,25х3 м заполняют за 10-15 мин до начала кладки. Фронт работ делят на захватки, а их, в свою очередь, – на делянки. Число делянок

принимают по количеству звеньев каменщиков. Состав звена подбирают в зависимости от конструкции и толщины выкладываемой стены, сложности работы, характера отделки фасада и общего объема работ. Кладку стен ведет звено каменщиков из двух, трех и пяти человек.