Высшее профессиональное образование

Г. К. Соколов

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

3-е издание

Учебное пособие

Строительство

ACADEMA

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Г. К. СОКОЛОВ

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рекомендовано
Учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению 270100 «Строительство»

3-е издание, стереотипное

ACADEMA

Москва
Издательский центр «Академия»
2008

УДК 624(075.8)
ББК 38я73
С594

Рецензенты:
заслуженный строитель РФ, д-р техн. наук, проф. *Г. И. Евстратов*;
главный инженер ООО «Билдинг Констракшин», канд. техн. наук, проф. *И. Н. Бондаренко*

Соколов Г. К.
С594 Технология строительного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. К. Соколов. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 544 с.
ISBN 978-5-7695-5655-5

Рассмотрены современные методы возведения строительных конструкций и частей зданий и сооружений, основные положения в области организации и управления строительными процессами с соблюдением требуемых условий охраны труда. Особое внимание уделено способам механизированного выполнения строительных работ, повышению производительности труда. Рассмотрены особенности выполнения строительных процессов в экстремальных условиях.

Для студентов высших учебных заведений.

УДК 624(075.8)
ББК 38я73

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

ISBN 978-5-7695-5655-5

© Соколов Г.К., 2006
© Соколов Г.К., 2007, с изменениями
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Капитальное строительство является важнейшей составляющей развития основных фондов во всех отраслях производства. Как одно из главнейших условий эффективности материального производства капитальное строительство оказывает решающее влияние на ускорение научно-технического прогресса в стране. В настоящее время нет такой сферы деятельности человека, где бы не требовалось участие строителей. Продукция строителей требуется везде, где живут и трудятся люди.

Под термином «капитальное строительство» понимается новое строительство, расширение и реконструкция действующих предприятий, их техническое перевооружение.

Новое строительство — строительство зданий и сооружений, осуществляемое на новых площадках по первоначально утвержденному проекту. Если в период строительства до ввода в действие мощностей вносятся изменения, то продолжение строительства предприятия (здания, сооружения) по измененному проекту также относится к новому строительству.

Расширение действующего предприятия — строительство по новому проекту вторых и последующих очередей действующего предприятия, дополнительных или новых производственных комплексов и производств, расширение существующих цехов основного производственного назначения.

Реконструкция действующего предприятия — полное или частичное переоборудование производства без строительства новых и расширения действующих цехов основного производственного назначения, но со строительством (при необходимости) новых и расширением действующих объектов вспомогательного и обслуживающего назначения с заменой морально устаревшего и физически изношенного оборудования.

Техническое перевооружение действующего предприятия — осуществление комплекса мероприятий (без расширения производственных площадей) по повышению технического уровня производства.

Одной из систем капитального строительства является *строительное производство* — совокупность производственных процессов, выполняемых на строительной площадке. Строительное производство объединяет две подсистемы: технологию и организацию строительного производства. Каждая подсистема имеет свою сущность и научные основы, включает в себя сопутствующие ей

составляющие, например охрану труда, планирование, управление и т.д.

Технология (от *гр.* techne — мастерство, умение и logos — наука, учение) — совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Задача технологии как науки — выявление физических, химических и других закономерностей в целях определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов

Технология строительного производства — наука о методах выполнения строительных процессов при возведении (реконструкции) зданий и сооружений. При этом понятие «метод» включает в себя способы воздействия на строительные материалы, полуфабрикаты и конструкции с соблюдением требований охраны труда.

Организация строительного производства (от *лат.* organize — устраиваю) определяет сущность и научные основы предстроительного проектирования и изысканий, взаимосвязь выполнения строительных процессов во времени и пространстве, материально-технического обеспечения строительства, оперативного планирования и управления производством.

Охрана труда представляет собой совокупность взаимосвязанных законодательных, социально-экономических, гигиенических и организационных мероприятий, цель которых — оградить здоровье работающих людей от вредных производственных воздействий и несчастных случаев, обеспечить наиболее благоприятные условия, способствующие повышению производительности труда и качества работ. Охрана труда предусматривает осуществление организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасные и комфортные условия труда.

Конечная цель функциональных составляющих капитального строительства — получение продукции в виде зданий и сооружений при наиболее благоприятных технических, экономических и социальных условиях с наименьшими затратами времени и ресурсов.

Комплекс «Строительное производство» базируется на подкомплексах «Строительные материалы и изделия», «Строительные машины и средства малой механизации», «Конструкции зданий и сооружений»; он тесно связан с системами «Нормирование труда и сметы», «Экономика и планирование строительного производства».

Строительное производство в России неоднократно испытывало периоды взлетов и падений. По дошедшим до нас памятникам белокаменного строительства можно предположить, что до нашествия татар каменное строительство в нашей стране было на довольно высоком уровне, хотя в России — лесной стране — они были исключениями, а постройки из дерева как недолговечные с того времени не сохранились.

Каменное церковное и крепостное строительство возродилось после свержения татаро-монгольского ига в XV—XVII вв. в Москве, Ярославле, Владимире и других городах Московского Золотого кольца. Но это было уже в основном не белокаменное, а кирпичное строительство.

Мощный толчок к развитию строительного производства в России дало правление Петра I. Были привлечены передовые зодчие Запада и невостребованные ранее отечественные молодые высококвалифицированные специалисты. Реформы Петра I требовали новых портов и крепостных сооружений, новых военных городков, даже новой столицы. Они дали мощный импульс к развитию науки и техники, живописи и зодчества. Градостроительная культура России вышла на новые рубежи. Появились замечательные отечественные архитекторы, такие как Захаров, Казаков, Баженов. Были построены великолепные дворцы, усадьбы, парки, пруды и мосты. Были внедрены самые передовые по тому времени технологии. Трудно поверить, что благодаря специально сконструированным лесам 100-тонные колонны Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге устанавливались за один час.

Екатерина II продолжила курс Петра I. Стали развиваться предприятия стройиндустрии. В Европе стал высоко цениться российский «казенный» кирпич размерами 6×3×1,5 вершка (27×13,5×6,75 см), доска-щелевка и другие материалы. Однако затем, при менее энергичных правителях, наступили времена отставания всего промышленного производства, в том числе и строительства. К началу революционных потрясений XX в. годовой объем капитальных вложений в России составлял всего 500 млн руб. На стройках отсутствовали строительные машины. Уровень механизации земляных работ, например, составлял 3 % благодаря наличию машин иностранного производства. Такие материалы, как краски, стекло, металл, рубероид, керамика, ввозились из-за рубежа.

Строительство носило сезонный характер. Материалы подвозились тачками и конными грабарками, поднимались наверх рабочими — «козоносами». Даже в «Уро́чных положениях» — СНиПе того времени (автор граф Рошефор) — рекомендовалась подача кирпича «...с рук на руки по этажам...», т.е. цепочкой.

Как положительное следует отметить качество кирпичной кладки и темп строительства железных дорог (1 500...2 000 км в год).

Спад уровня строительства продолжался до 30-х гг. XX в., когда наметились сдвиги в области технологии и организации работ. Начали внедрять подрядный способ, использовать ручные арматурные станки и бетономешалки, для подъема материалов стали применять простейшие кран-укосины и т.д.

За десятилетие, с 1930 по 1940 г., строительная индустрия России значительно выросла. Ежегодный объем капитальных вложений составлял 3 млрд руб. Были введены такие гиганты, как Маг-

нитогорский, Кузнецкий, Макеевский металлургические комбинаты с городами-спутниками, ДнепроГЭС, Волго-Донской судоходный канал, автомобильные заводы ГАЗ и ЗИС, Уралмаш и Ростсельмаш и др. Стали осваиваться поточные методы работ, был создан ЦИТ (Центральный институт труда) и другие научно-исследовательские институты.

Великая Отечественная война затормозила развитие строительной индустрии России. Было разрушено 1 710 городов, 70 тыс. деревень, 30 тыс. промышленных предприятий, 6 млн зданий, 65 тыс. км железных дорог. На восстановление разрушенного хозяйства ушло много лет. Кроме того, опасность нападения извне отвлекала бóльшую часть ресурсов на совершенствование военного потенциала. Тем не менее к началу 70-х гг. XX в. кроме восстановленных объектов было построено примерно 15 тыс. новых промышленных предприятий, таких как АЗЛК, Норильский производственный комплекс, Красноярская и Братская ГЭС, Атоммаш, а также семь высотных зданий в Москве.

Ориентация с 1954 г. на широкое внедрение сборных железобетонных конструкций и деталей, при всей противоречивости этого курса, в значительной степени помогла решить затруднения с жилым фондом. Но затем в 1970—1980-х гг. (времена застоя) затормозилось развитие всей промышленности, в том числе и строительной отрасли.

После развала Советского Союза Россия получила вроде бы мощную, но малоприспособленную к рыночным отношениям материально-техническую базу строительной отрасли. Отсутствие оборотных средств у строительных организаций и сужение внутреннего рынка в результате падения производства и снижения потребительского спроса, вызвавшие снижение объемов капитального строительства, привели к ликвидации значительной части подрядных строительных организаций и предприятий стройиндустрии. Другая часть по инерции продолжала выпускать в основном неконкурентоспособную продукцию. Объем строительства, выполняемого государственными предприятиями и организациями, постепенно сокращался и к 1998 г. составлял около 20 % от объемов работ, выполнявшихся в 1989 г.

Трудностями переходного периода достаточно эффективно воспользовались зарубежные фирмы, занявшие пустующие ниши, так что период 1992—1998 гг. прошел при активной экспансии зарубежных поставщиков товаров, работ и услуг с активным использованием дешевых отечественных рабочих и инженерно-технических кадров. Работа иностранных фирм, а также совместная деятельность отечественных и иностранных предприятий, стали хорошей школой и примером для наших строителей, позволили освоить ряд высокотехнологичных методов строительства, новые качественные отделочные материалы и организационные методы

управления, а также создать ряд отечественных импортно-заменяющих производств.

Первоначально наши предприятия и организации по своей продукции и качеству подрядных услуг не были готовы к конкурентной борьбе с иностранными компаниями, однако затем на внутреннем строительном рынке России часть отечественных строительных организаций смогла переориентироваться и стать более конкурентоспособной.

Строительная наука в настоящее время может предложить строительному комплексу страны новые технологии и материалы, относящиеся к классу хай-тек, которые могут качественно изменить строительное производство в самое ближайшее время и открыть новые возможности по возведению зданий и сооружений.

Разработаны теоретические основы и технологии комплексной реконструкции зданий и сооружений, научные основы и технологии энергосбережений, механика композиционных материалов, обоснование надежности и безопасности конструкций и др. Не только в Москве, но и в других городах России появились интересные и даже уникальные по своей архитектурной выразительности культовые сооружения, спортивные комплексы, объекты транспорта, офисы, банки, магазины, жилые здания и произведения ландшафтной архитектуры.

Задачи, которые стоят сейчас перед страной в области капитального строительства, — возродить отечественное машиностроение и строительную индустрию, внедрить в широких масштабах самые передовые технологии, поднять культуру строительного производства, подготовить новое поколение строителей-профессионалов, способных решать эти задачи. Успешному осуществлению такого курса будут способствовать научно-обоснованные эффективные мероприятия по совершенствованию организации и технологии строительного производства, внедрению новых методов хозяйствования и управления в строительстве.

ГЛАВА 1

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Строительная продукция. Классификация строительных объектов по назначению и характеристикам

Целью строительного производства является возведение зданий и сооружений, представляющих собой *продукцию строительства*: жилые дома, гражданские здания (школы, театры, магазины и пр.), предприятия различных отраслей промышленности, энергетические объекты, транспортные сооружения, сельскохозяйственные здания, спортивные сооружения и многие другие объекты.

Элементами строительной продукции, выполняемыми строительными подразделениями, бригадами и рабочими, могут являться отдельные части зданий и сооружений, смонтированное оборудование и т. п. Количество продукции в этом случае обычно выражается в натуральных единицах (штуках, тоннах, кубических или квадратных метрах и пр.). Незаконченные элементы строительной продукции называются *элементами строительной конструкции*.

Строительство ведется по заранее разработанным проектам, в которых определяются конструктивные схемы; материалы и детали, из которых должны сооружаться объекты; планировочные решения и другие особенности зданий и сооружений.

Под *зданиями* понимаются наземные постройки, предназначенные для деятельности человека (жилые дома, фабрики, школы и т.д.). Иные наземные, подземные и подводные постройки называются *инженерными сооружениями*, а рабочие, возводящие эти сооружения, по характеру сооружений — мостостроителями, тоннелестроителями и т. п.

На методы выполнения работ влияют конструктивные особенности зданий и сооружений: одноэтажные, мало- и многоэтажные; высотные; каркасные; бескаркасные с поперечными, продольными и продольно-поперечными несущими стенами; кирпичные; крупнопанельные; мелко- и крупноблочные и т.д.

Строительная продукция по сравнению с промышленной имеет ряд особенностей:

здания находятся неподвижно на одном месте, а рабочие перемещаются по объектам, этажам, помещениям внутри этажей;

продолжительность строительства зданий и сооружений составляет месяцы, а иногда и годы;

здания и сооружения бывают разнообразными по форме, размерам, сложности и точности выполнения работ;

объекты часто находятся на большом расстоянии друг от друга;

в процессе создания строительной продукции кроме строительных участвует большое количество других организаций и предприятий (проектные, транспортные, заводы-изготовители строительных материалов, деталей, конструкций и т.д.).

1.2. Строительные процессы. Их структура и классификация

Строительное производство складывается из *строительных процессов*, протекающих на строительной площадке или вне ее и имеющих конечной целью возведение, восстановление или ремонт различных зданий, сооружений или их частей. Строительные процессы бывают монтажно-укладочными, подготовительными, транспортными и заготовительными.

Например, монтажно-укладочный процесс — кладка кирпичной стены, подготовительный — устройство подмостей, транспортный — подъем кирпича и раствора. В результате монтажно-укладочного процесса создается элемент строительной продукции — стена. Подготовительный и транспортный процессы способствуют успешному осуществлению монтажно-укладочного процесса.

Заготовительные процессы могут выполняться на предприятиях стройиндустрии или на строительной площадке (приобъектные бетоно-растворные узлы, арматурные цехи и т.д.). Их назначение — обеспечение строительных объектов полуфабрикатами (бетонная или растворная смесь), деталями и изделиями.

Технологически однородный и организационно неделимый элемент строительного процесса называется *рабочей операцией*. Для нее характерны неизменяемость состава рабочих-исполнителей, предметов и орудий труда.

Каждая рабочая операция состоит из нескольких рабочих приемов, которые складываются из отдельных движений. Рабочая операция может выполняться одним рабочим или же группой согласованно действующих рабочих. В первом случае операция является индивидуальной, во втором — групповой (звеньевой или бригадной).

По сложности производства строительные процессы подразделяются на рабочие (простые) и комплексные (сложные).

Рабочий процесс — совокупность технологически связанных рабочих операций, выполняемых одним и тем же составом исполнителей, например монтаж стеновых панелей, укладка плит покрытиями и т.д.

Комплексный процесс — совокупность одновременно осуществляемых рабочих процессов, находящихся между собой в организационной взаимосвязи и связанных единством конечной продукции (рис. 1.1). В исполнении комплексного процесса участвуют рабочие разных специальностей.

Строительные процессы, выполняемые вручную с использованием ручного инструмента и простейших приспособлений, называются *ручными*; выполняемые с помощью электрических ручных машин (электропилы, электрорубанка и пр.) — *полумеханизированными*. Строительно-монтажные процессы, выполняемые с помощью машин и механизмов, где функции рабочего сводятся лишь к управлению данной машиной, называются *механизированными*. Если все технологические операции процесса (основные и

Рис. 1.1. Структурная схема комплексного строительного процесса

вспомогательные) выполняются при помощи комплекса машин, то такой процесс называется *комплексно механизированным*.

Дальнейшее развитие механизации приводит к автоматизации — высшей степени организации труда, освобождающей человека от непосредственного управления процессом.

Автоматизированным называется процесс, в котором ручной труд человека по управлению машинами выполняют специальные устройства, обеспечивающие заданные производительность и качество продукции без участия человека.

В зависимости от характера производства различают непрерывные и прерывные процессы. В непрерывных процессах производственные операции протекают незамедлительно одна за другой. Их продолжительность определяется лишь организационными соображениями. Прерывные процессы сопровождаются перерывами, связанными со свойствами используемых материалов или полуфабрикатов (растворов, бетонной смеси) и особенностями технологии (выдерживанием бетона, сушкой штукатурки, гидроизоляции и др.). Прерывные процессы удлиняют срок работ, поэтому их иногда заменяют непрерывными (мокрую штукатурку — облицовкой, монолитные конструкции — сборными и т.д.).

По значению в производстве процессы подразделяют на ведущие и совмещенные. Ведущие процессы определяют технологическую цепь производства, совмещенные процессы могут выполняться параллельно с ведущими. Совмещение процессов позволяет значительно сократить продолжительность строительства.

1.3. Развитие строительных процессов

В целях организации строительных процессов объемы зданий и сооружений подразделяют на отдельные части, на которых в необходимой технологической последовательности выполняются рабочие процессы и операции.

Часть здания или сооружения, в пределах которой существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы работ, носит название *участка*. Участками могут быть температурные блоки зданий, этаж или часть этажа, жилые секции и т.д.

Участок, отводимый бригаде рабочих для выполнения рабочего задания, называется *захваткой* (пролет, этаж и т.д.). На захватках повторяются одинаковые комплексы строительных процессов, выполняемые в определенное и равное время.

Пространство, отводимое для работы звену рабочих, называется *делянкой*. Делянками могут быть несколько фундаментов, ряд колонн, стеновое ограждение в пределах ряда пролетов и т.п.

Пространство, в пределах которого располагается возводимая конструкция, рабочий со своим инструментом или механизмом и необходимый материал, называется *рабочим местом*. На рабочем месте должны быть созданы условия, при которых рабочий смог бы достичь максимальной производительности труда. Положение рабочего должно быть наилучшим относительно уровня и места, где он выполняет свою работу. На рабочем месте не должно быть посторонних предметов и остатков строительных материалов, в зимнее время оно должно быть очищено от снега и наледи, в ночное время — освещено.

Суммарная протяженность рабочих мест, отводимых звену или бригаде, называется *фронтом работ*. Размер фронта работ может назначаться по площади, длине здания или конструкции.

Число захваток m на участке равно отношению общего фронта работ $\Phi_р$ к фронту работ на захватке $\Phi_з$:

$$m = \Phi_р / \Phi_з.$$

Фронт работ на захватке (делянке) должен быть достаточным для одновременной расстановки всей бригады или звена:

$$\Phi_з = N\Phi_ч / n,$$

где N — число исполнителей в бригаде; $\Phi_ч$ — фронт работ на одного человека; n — число рабочих смен.

Иногда объект подразделяют по вертикали на технологические ярусы. Необходимость такого деления возникает, когда по конструктивным особенностям объекта фронт работ открывается в процессе их выполнения. Например, при выполнении кирпичной кладки высота яруса составляет 1,1...1,2 м; после окончания работ на первом ярусе устанавливаются подмости и проводится работа на втором ярусе.

Развитие строительных процессов осуществляется по вертикально-восходящей и вертикально-нисходящей или горизонтально-восходящей и горизонтально-нисходящей схемам (рис. 1.2) в зависимости от типа здания и условий выполнения строительных процессов. Так, при сдаче зданий под отделочные работы секциями уменьшается общий срок строительства, поэтому вертикальная схема работ при возведении многоэтажных зданий с точки зрения срока строительства является предпочтительной. Исходя из стоимости и качества работ предпочтение следует отдать горизонтальным схемам развития технологических процессов.

Продолжительность выполнения строительных процессов зависит от объемов работ, степени их механизации и форм организации, численности рабочих и др. Основными временными параметрами строительного процесса являются директивный срок работ и длительность выполнения отдельных операций.

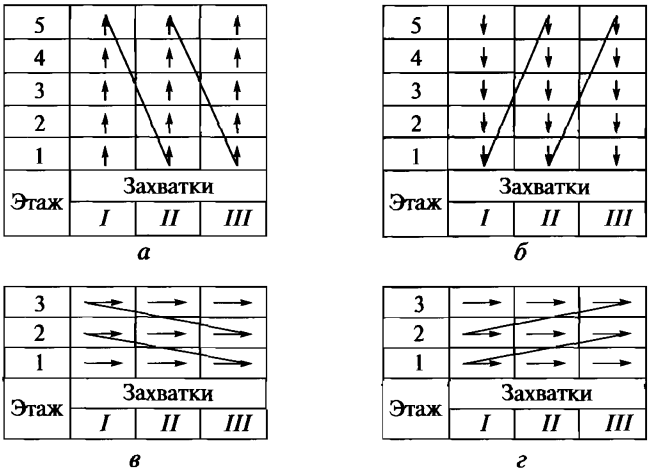


Рис. 1.2. Схемы развития технологических процессов:

а — вертикально-восходящая; *б* — вертикально-нисходящая; *в* — горизонтально-восходящая; *г* — горизонтально-нисходящая

Принятые проектные решения фиксируются распространенной моделью — календарным графиком выполнения работ (табл. 1.1), состоящим из двух частей: левой — расчетной и правой — графической. В расчетной части приведены: затраты труда, принятое количество исполнителей, продолжительность выполнения отдельных операций. В графической части в виде горизонтальных линий отражены время и последовательность выполнения операций. В приведенном примере общая продолжительность работ составляет 20 ч.

Взаимозависимые строительные процессы могут выполняться последовательным, параллельным или последовательно-параллельным (поточным) методом. При последовательном методе каждый строительный процесс начинается после полного окончания предыдущего смежного процесса. При параллельном методе смежные строительные процессы выполняются одновременно. При поточном методе здание разбивается на отдельные захватки, бригады рабочих переходят с захватки на захватку, сменяя друг друга и не имея перерывов в работе.

В табл. 1.2 приведены графики проведения работ и расхода ресурсов при последовательном, параллельном и поточном методах выполнения трех строительных процессов, каждый из которых, в свою очередь, состоит из двух рабочих операций.

При последовательном методе процесс № 2 начинается лишь после окончания процесса № 1, процесс № 3 выполняется в течение пятого и шестого рабочих дней, т.е. общая продолжитель-

Таблица 1.1

План-график монтажа каркаса одноэтажного здания рамной конструкции

Наименование операции	Затраты труда		Состав звена рабочих, чел.	Продолжительность операции, ч	Рабочие часы									
	машиниста, маш.-ч	рабочих, чел.-ч			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Монтаж рам и плит покрытия	8	32	4	8										
Монтаж стеновых панелей и воротных рам	8	32	4	8										
Сварка закладных деталей		17	1	17										
Заделка стыков и заливка швов		38	2	19										

Таблица 1.2

Методы выполнения строительных процессов

Номер процесса	Название метода													
	последовательный, дн						параллельный, дн				поточный, дн			
	1	2	3	4	5	6		1	2		1	2	3	4
1														
2														
3														
	r Расход ресурсов						$3r$ Расход ресурсов				r r Расход ресурсов			

ность выполнения работ на объекте составляет шесть дней. Ежедневный расход ресурсов r — равномерный и минимальный.

Параллельный метод обеспечивает минимальную продолжительность строительства при ежедневном расходе ресурсов $3r$, т.е. максимальном. Для организации поточного метода объект разбивается на две захватки, на каждой из которых одновременно могут работать смежные потоки (каждый на своей захватке). При поточном методе сохраняются преимущества последовательного и параллельного методов: ритмичность, используются технические и трудовые ресурсы, по сравнению с последовательным методом существенно сокращается срок строительства. Поэтому поточный метод выполнения строительных процессов является основным в строительном производстве.

1.4. Материальные элементы и технические средства строительных процессов

В любом строительном процессе участвуют: рабочие; предмет труда (материалы, конструкции); орудия труда (строительные машины, инструменты). Во многих строительных процессах рабочие применяют вспомогательные технические средства, например навесные люльки, лестницы, кондукторы и т.п.

Строительные материалы бывают естественными и искусственными. Естественные — природный камень, щебень, песок, глина, древесина и другие природные материалы, разрабатываемые в природных условиях: в карьерах, на лесоповалах, в руслах рек и т.д.

Искусственные — кирпич, металлы, минеральная вата, краски и лаки, цемент и известь, полимеры и другие материалы, получаемые искусственным путем за счет переработки или полимеризации неорганических или органических веществ.

В большинстве случаев строительные материалы имеют устойчивые свойства и изготовляются без учета конкретной продукции, для производства которой они будут применены.

Полуфабрикаты — бетонная, растворная и другие смеси используются через короткий промежуток времени после приготовления. Они не имеют устойчивых товарных свойств и тесно связаны с конкретной строительной продукцией.

Конструкции, изделия и детали: колонны, фермы, перемычки, оконные блоки и другие элементы — изготовляются заранее на предприятиях стройиндустрии, на полигонах или в приобъектных мастерских и монтируются в зданиях и сооружениях определенного назначения и типа.

Технические требования, предъявляемые к качеству строительных материалов, полуфабрикатов, конструкций и деталей для строительства, устанавливают строительные нормы и правила (СНиП),

государственные стандарты (ГОСТ), технические условия (ТУ). Эти нормативы являются обязательными для всех изготовителей и строителей.

Материальные элементы, поступающие на строительный объект, должны иметь технические паспорта, сертификаты и маркировку.

Технический паспорт представляет собой документ, гарантирующий свойства материального элемента, а маркировка (в виде штампов, надписей, бирок и др.) устанавливает особенности элемента, точное наименование изготовителя и время изготовления.

Технические средства можно подразделить на основные, вспомогательные и транспортные.

Основные технические средства используются непосредственно при возведении строительных конструкций, обработке их поверхностей, устройстве защитных покрытий и др. К этому типу технических средств относятся строительные машины и механизмы, подручные технические средства и приспособления.

Строительные машины являются техническими средствами с рабочим органом, приводимым в действие собственным двигателем, в то время как механизмы такого специального двигателя не имеют. Подручные технические средства являются личным орудием труда рабочих (электрорубанок, коловорот и др.). Они могут быть электрическими, пневматическими, гидравлическими и ручными. Общее для всех этих инструментов качество — они значительно снижают мускульные усилия рабочего с одновременным повышением производительности труда.

Кроме машин, механизмов и технических средств используются различные приспособления (зажимы, шаблоны), которые могут не снижать мускульных усилий рабочего, но значительно повышать его производительность труда.

Вспомогательные технические средства представляют собой технологическую, энергетическую, эксплутационную и персональную оснастку.

Технологическая оснастка (контейнеры, кассеты, струбцины, баллоны для жидкостей и газов и др.) используется для обеспечения удобства и безопасности работ, сохранности строительных материалов и полуфабрикатов, конструкций и деталей.

Энергетическая оснастка (компрессоры, трансформаторы, осветительные и электросиловые проводки и др.) обеспечивает работу строительных машин и электрифицированного инструмента, освещение, технологические и другие производственные нужды.

Персональная оснастка (ограждения, лестницы, стремянки и др.) предназначены для обеспечения удобства и безопасности труда рабочих, особенно на высоте.

Транспортные технические средства (автомобили, бетононасосы и другие средства транспортного назначения) обеспечивают доставку материалов, полуфабрикатов, конструкций, деталей и технических средств в горизонтальном и вертикальном направлениях к строительным объектам и рабочим местам.

Подбор соответствующих друг другу машин и технических средств входит в число важных задач при выполнении строительных процессов. Все механизмы и приспособления подбираются по производительности ведущей машины (кран, экскаватор и т.п.).

На основании практического опыта для всех основных строительных процессов определены оптимальные наборы (нормокомплекты) технических средств оснащения объекта и рабочих бригад, осуществляющих работы по утвержденной технологии.

В состав нормокомплекта включаются средства механизации и технологической оснастки, инструмент, средства измерения, контроля, индивидуальной защиты рабочих и т.д.

1.5. Индустриализация и технический прогресс в строительстве

Современное строительное производство развивается по принципам индустриализации — внедрения крупного машинного производства, перевода большинства вспомогательных операций в заводские условия. Развивается контейнерная поставка строительных материалов полной заводской готовности. Широко применяются монтаж сборных конструкций, агрегатная технология монолитного железобетона, «сухая» отделка помещений. От комплексной механизации отдельных видов работ переходят к комплексной механизации возведения объектов в целом с помощью комплектов строительных машин, транспортных средств, вспомогательного оборудования и электрифицированного инструмента.

К основным составляющим индустриализации и технического прогресса относятся:

механизация и комплексная механизация (в перспективе автоматизация) основных видов строительно-монтажных работ (СМР) на основе внедрения высокоэффективных строительных машин и автоматов;

монтаж технологичных сборных конструкций и узлов, т.е. максимально стандартизированных и унифицированных изделий, сборка и установка которых в проектное положение осуществляется с наименьшими затратами ресурсов и денежных средств;

развитие материально-технической базы строительства в масштабах, опережающих рост объемов СМР;

снижение массы отдельных элементов и здания в целом благодаря более широкому внедрению легких бетонов, металлов повы-

шенной прочности, клееных деревянных конструкций, эффективных изоляционных и отделочных материалов;

поточность выполнения строительных процессов.

Индустриализация создает условия для сокращения сроков строительства, повышения эффективности капитальных вложений и производительности труда, снижения сметной стоимости строительства. Однако индустриализация предъявляет к строителям ряд дополнительных требований, основными из которых являются:

выбор наиболее приемлемой технологии выполнения строительных процессов и рабочих операций на основе применения новой эффективной строительной техники и материалов;

организация рабочих мест, полное завершение предшествующих работ, рациональное размещение машин и приспособлений, инвентаря и материалов;

формирование бригад и звеньев так, чтобы их квалификационный состав обеспечивал равномерную загрузку отдельных рабочих в коллективе;

исключение причин явных и скрытых простоев, связанных с неподготовленностью фронта работ, несогласованностью выполнения совмещенных процессов, несвоевременной поставкой материалов, нарушений трудовой дисциплины и т. п.;

обеспечение нормальных взаимоотношений внутри производственного коллектива.

Контрольные вопросы

1. Что такое строительная продукция? Каковы элементы строительной продукции?
2. Расскажите о различиях между зданиями и инженерными сооружениями.
3. Каковы состав и структура строительных процессов?
4. Расскажите о способах выполнения строительных процессов.
5. Расскажите об основных, вспомогательных и транспортных средствах строительного производства.
6. Каковы составляющие индустриализации строительства?

ГЛАВА 2

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА РАБОЧИХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

2.1. Строительно-монтажные работы, их структура и классификация

Из строительных процессов (простых, комплексных и их сочетаний) складываются строительно-монтажные работы, результатом выполнения которых является строительная продукция.

Строительные работы подразделяются на несколько видов по признаку применяемых материалов или конструктивным элементам, являющимся результатом этих работ, например земляные, бетонные, кровельные, изоляционные работы и т.д.

Под монтажными работами подразумевается комплекс операций по установке в проектное положение и соединению в одно целое изготовленных заранее элементов конструкций, санитарно-технического и другого оборудования. Например, установка ферм, балок, систем водоснабжения, электрических устройств или технологического оборудования.

Различают общестроительные и специальные работы.

Общестроительные работы включают в себя комплекс работ, в результате которых получается незаконченная строительная продукция в виде так называемой коробки здания или сооружения. В состав этих работ входят устройство котлованов, возведение фундаментов, стен, кровель и т.п.

Специальные работы выполняют после завершения общестроительных работ или параллельно с ними. К ним относятся монтаж систем водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, электропроводки, а также монтаж технологического оборудования в производственных зданиях, котельных и т.п.

При возведении зданий принято группировать работы по стадиям, которые называются циклами. По окончании подготовительного периода строительства осуществляют работы первой стадии (подземный цикл). В состав работ этой стадии входят: земляные работы (рытье выемок и обратная засыпка грунта с уплотнением); бетонные и железобетонные работы (устройство фундаментов, бетонной подготовки); монтаж строительных конструкций (колонн, панелей стен подвала); гидроизоляционные работы (гидроизоляция пола, стен подвала); устройство вводов коммуникаций и т.д.

На второй стадии (надземный цикл) обычно выполняют возведение строительных конструкций, наружных и внут-

ренних стен, оконных переплетов и фонарей; кровельные (устройство кровли), столярные (навеска ворот, дверей) и санитарно-технические работы (установка коробов вентиляционных систем).

На третьей, заключительной, стадии (отделочный цикл) выполняют в основном штукатурные работы, окраску, устройство полов, заключительные спецмонтажные работы (внутренние сантехнические и электромонтажные), монтаж технологического оборудования и др.

Выполнение сантехнических, электромонтажных и других специальных работ согласуется с выполнением общестроительных работ. Например, вводы коммуникаций устраивают в период работ подземного цикла, сантехнические приборы и электрическую арматуру устанавливают в отделочный период и т.д.

2.2. Нормы и производительность труда

Различные виды СМР выполняются рабочими разных профессий и специальностей.

Профессия — род занятий, требующий специальной подготовки и определяемый видом и характером выполняемой работы.

Специальность — понятие более узкое, чем профессия. Например, машинист по профессии может иметь специальность машиниста экскаватора, крана, трактора и т.д.

В «Едином тарифно-квалификационном справочнике работ и профессий рабочих, занятых в строительстве и на ремонтно-строительных работах» (ЕТКС) насчитывается 179 профессий и 276 специальностей строительных рабочих.

Уровень профессиональной подготовленности рабочего определяется его квалификацией. Показателем квалификации является разряд, присваиваемый рабочему в соответствии с требованиями, приведенными для каждой профессии и специальности в ЕТКС.

В соответствии со сложностью выполняемых процессов для рабочих установлены шесть квалификационных разрядов. Некоторые специальные виды работ требуют рабочих особой высокой квалификации (вне разряда).

Очередной разряд рабочему присваивает квалификационная комиссия на основе требований ЕТКС к тому, что рабочий должен знать и уметь.

Рабочий должен уметь читать чертежи, знать технологию процесса, правила проверки его качества и правила техники безопасности, выполнять работы заданной сложности и др. Один из наиболее важных для строительства вопросов, связанных с непрерывным ростом технического уровня строительства, — пополнение строек квалифицированными кадрами рабочих.

Основными источниками пополнения штата рабочих являются школы с производственным обучением, профессиональные училища и оргнабор. Профессиональные училища готовят 20 % квалифицированных рабочих, 80 % подготавливают на производстве путем индивидуального, бригадного и курсового обучения.

В строительстве, как и в других областях промышленности, решающим фактором, ведущим к росту производства и служащим основным критерием для оценки трудовой деятельности работников и организаций, является производительность труда.

Производительность труда определяется *выработкой*, т.е. количеством продукции, выпущенным в единицу времени. В низовых организациях производительность обычно выражается в натуральных показателях: кубических метрах уложенного бетона, квадратных метрах окрашенной поверхности и т.д. Для планирования на уровне трестов, крупных фирм и министерств, применяются стоимостные показатели (тыс. руб.).

Учет производительности труда $П_т$ часто ведут в процентах, %:

$$П_т = В / Н_в \cdot 100,$$

где В — выработка; $Н_в$ — норма выработки, или нормативное количество продукции необходимого качества, которое должен выпустить рабочий или машина за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Норма времени $Н_{вр}$ — нормативное количество времени, достаточное для изготовления единицы продукции соответствующего качества при принятой передовой организации труда:

$$Н_{вр} = 1 / Н_в.$$

При выдаче рабочего задания учитывают трудоемкость работ ($Т_р$), т.е. количество нормативного времени, необходимое для выполнения заданного объема работ (V):

$$Т_р = Н_{вр} V.$$

Различают нормы времени для рабочих и машин: элементарные на одну производственную операцию; укрупненные на производственный процесс, составляющий ряд операций; комплексные на комплекс производственных процессов.

2.3. Техническое и тарифное нормирование

Техническое нормирование — система исследования и установления норм технически обоснованного расхода различных производственных ресурсов (рабочего и машинного времени, материалов, энергоносителей и т.д.). Появление новой техники, возра-

стающая механизация, новые формы организации труда приводят к тому, что технические нормы устаревают и утрачивают прогрессивный характер. Поэтому нормы периодически пересматриваются.

Техническое нормирование расхода материалов осуществляют опытно-производственным, лабораторным и расчетно-аналитическим методами. Существуют производственные и сметные нормы расхода материалов, а также нормы для планирования материально-технического снабжения.

Техническое нормирование труда — исследование затрат времени в целях совершенствования труда. Его проводят научно-исследовательские станции (НИС) методами организационных и нормативных наблюдений.

Организационные наблюдения выполняют для определения потерь рабочего времени и последующего устранения непроизводственных затрат.

Нормативные наблюдения проводят в целях проверки выполнения и перевыполнения действующих технических норм для проектирования новых норм.

На все виды технологических процессов, выполняемых при строительстве зданий и сооружений, разработаны элементарные Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР) (40 сборников). Основные виды работ (железобетонные, монтажные, земляные, отделочные) подразделяются по выпускам. На специальные работы, не вошедшие в сборники ЕНиР, отдельными ведомствами разработаны Ведомственные нормы и расценки (ВНиР) (20 сборников). Если какие-либо работы не охвачены ЕНиР и ВНиР, то на них можно разрабатывать местные нормы (МНиР). ЕНиР обязательны для применения на территории всей страны всеми строительными организациями, ВНиР — для применения в организациях данного ведомства или министерства, МНиР — для конкретного региона или предприятия.

В качестве нормативных и справочных документов при подсчете расхода ресурсов могут быть использованы ЕНиР, СНиП, Производственные нормы расхода материалов, Укрупненные конструктивные и сметные нормативы (УКН, УСН), а также ведомственные и местные нормативные документы.

Тарифное нормирование заключается в установлении норм оплаты труда за единицу продукции, созданной рабочими разной квалификации. В строительстве действует система, основными элементами которой являются тарифная сетка и тарифная ставка.

Тарифная сетка — утвержденная шкала, устанавливающая соотношение уровней заработной платы между рабочими различной квалификации. Каждому разряду присвоен определенный тарифный коэффициент:

Разряд	1	2	3	4	5	6
Коэффициент.....	1	1,08	1,19	1,34	1,54	1,8

Тарифные ставки определяют размер заработной платы рабочего, которая полагается ему за выполнение установленных производственных норм, соответствующих его разряду.

На основе норм времени и тарифных ставок $T_{ст}$ устанавливают расценки для оплаты труда строительных рабочих:

$$P = T_{ст} H_{вр}.$$

Оплата труда рабочих может быть сдельной или повременной.

Сдельная форма оплаты труда:

прямая сдельная — оплата ведется без начисления премий по расценкам и выполненным объемам работ; до начала работ выписывается наряд (производственное задание), в котором определяются объемы работ и их стоимость по существующим расценкам;

аккордная — зарплата начисляется по укрупненной аккордной расценке, полученной по калькуляции затрат;

аккордно-премиальная — за сокращение сроков выполнения работ выплачивается премия (до 40 % от прямой сдельной).

Повременная оплата труда бывает прямая и премиальная. *Прямая* — применяется на работах, не поддающихся учету. Эта оплата определяется умножением тарифной ставки на количество фактически отработанного времени. При *премиальной* кроме основной заработной платы выплачивается премия за качественно выполненные работы в срок и досрочно. При выполнении работ с отступлением от рабочих чертежей, СНиП и Технических условий — вознаграждение не выплачивается.

Кроме указанных применяется безнарядная оплата труда, при которой заработную плату начисляют в зависимости от стоимости выполненных работ, по договору.

2.4. Организация труда рабочих

Для выполнения строительных процессов рабочие объединяются в звенья и бригады. Обычно звено состоит из 2...5 рабочих, бригада — из 40...60 рабочих. В звенья и бригады подбирают рабочих, имеющих разную квалификацию, поскольку любой процесс состоит из операций разной степени сложности.

Бригады бывают специализированными (бригада штукатуров или маляров) и комплексными, выполняющими разные виды процессов и имеющими в своем составе специализированные звенья. Для лучшего маневрирования рабочие в комплексных бригадах овладевают смежными специальностями. Для выполнения комплекса строительных процессов на объекте весьма эффективны бригады конечной продукции, в которых произво-

дительность труда бывает на 15...20 % выше, чем в обычных комплексных бригадах.

Прогрессивной формой организации труда является подрядный метод бригадного хозрасчета. Хозрасчетная бригада широкого профиля состоит из рабочих всех специальностей, необходимых для строительства зданий и сооружений до ввода их в эксплуатацию. Работы ведутся на основе подрядного договора, по которому бригада обязуется выполнить весь объем работ в установленные сроки, в пределах договорной стоимости, с соблюдением технических условий и требований техники безопасности.

Если в результате деятельности хозрасчетной бригады образуется экономия она распределяется по действующим в организации положениям по оплате труда и премированию в соответствии с присвоенными рабочим тарифными разрядами, отработанным временем и коэффициентами трудового участия (КТУ).

В условиях коллективного подряда рекомендуется составлять бригадные планы на отдельные виды работ и на весь объем СМР, порученный бригаде. Все организационные мероприятия бригадных планов должны быть направлены на повышение производительности труда.

Для повышения производительности труда можно использовать следующие способы:

повышение уровня индустриализации благодаря механизации, комплексной механизации и автоматизации;

внедрение технологичных сборных конструкций, контейнерной поставки материалов полной заводской готовности;

внедрение прогрессивных проектных решений, эффективных технологий и материалов;

совершенствование методов организации трудовых процессов на основе разработок и внедрения научной организации труда.

Под научной организацией труда (НОТ) понимается процесс внесения в существующую организацию труда добываемых наукой и практикой усовершенствований, повышающих общую производительность труда.

Основные элементы НОТ в строительстве:

выбор рациональной технологии строительного процесса в целях принятия решения по конкретному случаю;

обоснование необходимых разделения и кооперации труда, подбор оптимального состава и специализации бригад и звеньев, рабочих с учетом характера и условий труда;

оценка степени подготовленности рабочей зоны и рабочих мест, наличие достаточного фронта работ, позволяющего рабочим производительно работать без перерывов в течение продолжительного времени (создание благоприятных санитарно-гигиенических условий труда, оснащение рабочих специальными приспособлени-

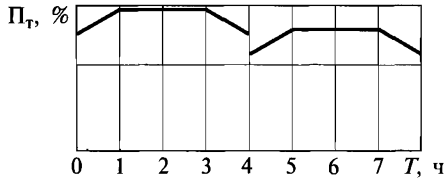


Рис. 2.1. Зависимость между производительностью труда и временем работы в течение рабочей смены

ями и инвентарем, создание на рабочих местах технически обоснованного запаса материалов и деталей);

определение режима труда и отдыха в течение рабочей смены, оптимальной продолжительности операций и чередовании их с короткими перерывами в производственном цикле. На рис. 2.1 приведен усредненный график изменения производительности труда рабочих $П_т$ в течение рабочей смены T, на основании которого можно сделать вывод, что выполнение рабочими более сложных и трудоемких операций следует планировать на первую половину рабочего дня;

выявление скрытых потерь рабочего времени: выполнение лишних операций, неоднократные перевалки материалов, непродуманный порядок получения инструмента, применение приспособлений, не отвечающих принятым методам работ, и т.д.;

повышение культуры производства, рациональное использование возможностей имеющихся машин и механизмов, изучение и отбор эффективных производственных приемов, повышение уровня профессиональной подготовки рабочих и инженерно-технических работников (ИТР), создание условий для моральной и материальной заинтересованности работников в повышении производительности труда и т.п.

На основании НОТ разрабатываются карты трудовых процессов (КТП), в которых приводятся рекомендации по организации труда рабочих и выполнению отдельных рабочих операций.

2.5. Обеспечение безопасных условий труда

Правильная организация строительной площадки и создание на ней безопасных условий труда являются важнейшей частью строительного производства.

На отдельных участках строительной площадки и внутрипостроечных дорог должны быть предусмотрены указатели «Въезд», «Выезд», «Разворот», указатели мест разгрузки материалов, знаки безопасности и предупреждающие надписи. В опасных местах кроме ограждения должны быть установлены световые сигналы и аварийное освещение.

Конструкции и материалы должны складироваться с учетом требования безопасного складирования: кирпич в пакетах и на поддонах — не более чем в два яруса; стеновые панели — в кассетах или пирамидах; ригели, колонны и сваи, плиты перекрытий, блоки — в штабелях высотой до 2,5 м; стекло и рулонный материал — вертикально в один ряд и т.д.

При штабелировании сыпучих материалов должны быть соблюдены нормативные откосы, пылевидные материалы должны затариваться в силосы, бункеры и другие закрытые емкости.

При установке кранов должны быть выдержаны минимальные расстояния их приближения к воздушным электролиниям, откосам котлованов, строениям, штабелям грузов и т.д.

До начала работы краны должны пройти техническое освидетельствование, а обслуживающий персонал — аттестацию.

Одним из наиболее важных вопросов является определение опасных зон.

Опасные зоны могут быть постоянными и временными. Постоянные опасные зоны расположены вблизи неизолированных токоведущих частей электроустановок, неогражденных рабочих мест с перепадом по высоте 1,3 м и более; в местах перемещения машин и оборудования; в местах, где содержатся вредные вещества в концентрациях выше предельно допустимых или воздействует шум интенсивностью выше предельно допустимой; в местах, над которыми происходит перемещение грузов.

К зонам с потенциально опасными производственными факторами относятся: участки территории вблизи строящегося здания; этажи здания (ярусы) в одной захватке, над которыми происходит монтаж или демонтаж конструкций, а также перемещаются грузы.

Временные опасные зоны возникают в процессе выполнения работ продолжительностью до одной рабочей смены (монтаж крана, рыхление грунта взрывами и др.). Опасные зоны должны быть ограждены, обозначены знаками безопасности и надписями.

При отсутствии особых повышенных требований границу опасной зоны вблизи движущихся частей и рабочих органов машин и механизмов принимают 5 м.

При работе крана на строительстве зданий можно выделить следующие опасные для нахождения людей зоны (рис. 2.2):

монтажная (*М*) — пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов (на рис. 2.2 штрихпунктирная линия). В монтажной зоне можно размещать только монтажные механизмы, складирование материалов здесь запрещено;

обслуживания крана или *рабочая зона крана* (*Р*), определяется радиусом максимального рабочего вылета стрелы крана на участке между крайними стоянками крана на рельсовом пути или полосе движения;

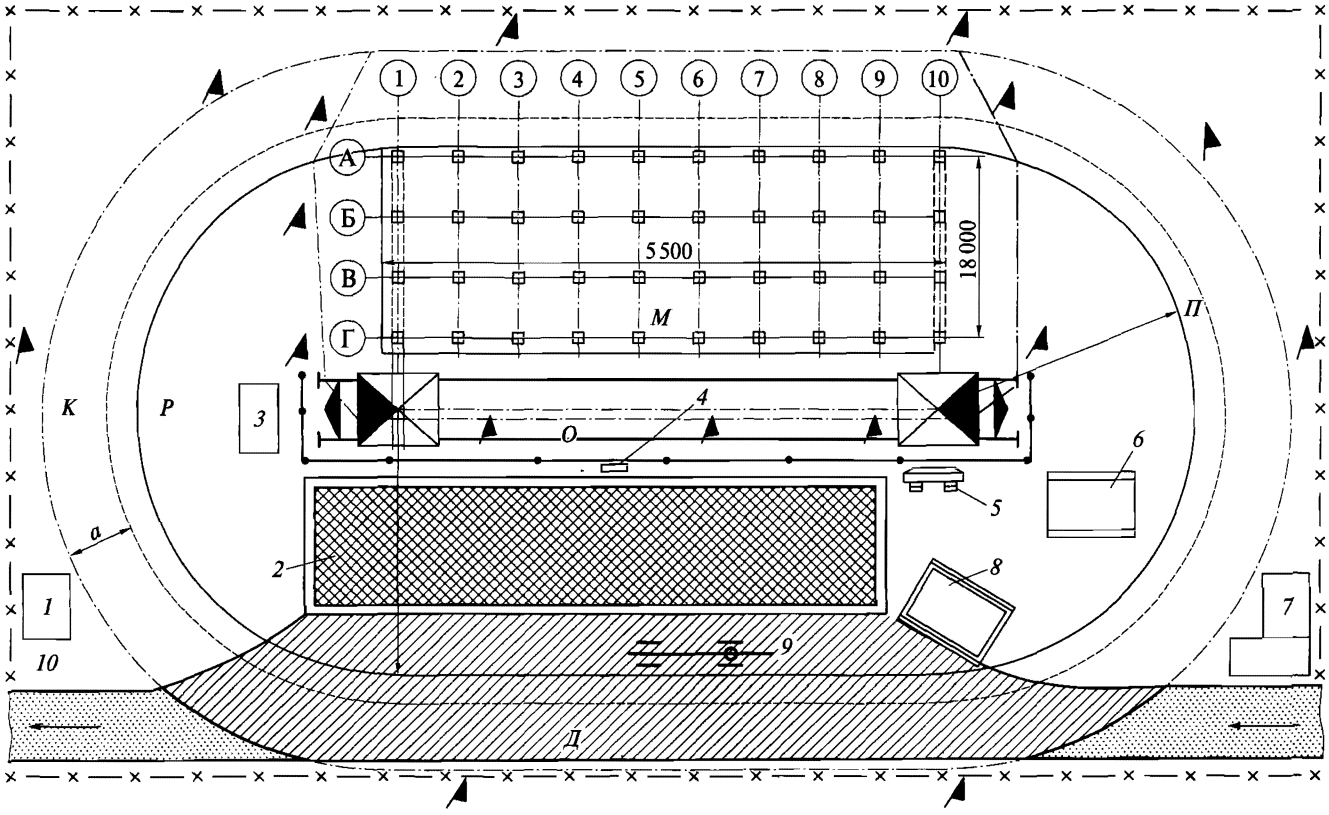

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
А
Б
В
Г
5 500
18 000
М
П
К
Р
О
а
Д

Рис. 2.2. Обозначение опасных зон башенного крана:

1, *7* — КПП; *2* — площадка для складирования; *3* — место нахождения контрольного груза; *4* — шкаф электропитания крана; *5* — стенд схем строповки; *6* — место хранения приспособлений и тары; *8* — площадка для приема раствора; *9* — площадка для разгрузки автотранспорта; *10* — место мойки колес

перемещения грузов (*П*) — место возможного падения груза при перемещении (на рис. 2.2 штриховая линия);

опасная для хождения людей (*К*) в период подъема, установки и закрепления грузов. Границы зоны определяются с учетом вероятного рассеивания при возможном падении груза.

опасная подкрановых путей (*О*) — огражденная территория подкрановых путей;

опасная дороги (*Д*) — участки дорог и подходов в пределах перечисленных зон, где могут находиться люди, не участвующие в работе с краном, и механизмы (на рис. 2.2 заштрихована).

Для выполнения технологических процессов предусматриваются средства коллективной и индивидуальной защиты.

К средствам коллективной защиты относятся мероприятия и усовершенствования, от которых зависят все люди, работающие на объекте. Эти усовершенствования касаются работы механизмов, вредных выбросов производства, шума и т.д.

Если безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты, то применяют средства индивидуальной защиты, защищающие работающего индивидуально от влияния вредных фактов окружающей среды. К средствам индивидуальной защиты относятся: каски, защитная одежда и очки, противогазы респираторы, спецобувь, предохранительные пояса и др.

Кроме перечисленных средств индивидуальной защиты применяют резиновые перчатки для работы с электроинструментом, брезентовые рукавицы для погрузочно-разгрузочных работ, полушубки и валенки для работы в зимнее время, комбинезоны, фартуки, жилеты и нарукавники для сварочных работ и др.

2.6. Контроль качества строительной продукции

Качество строительной продукции оценивается по следующим признакам:

функциональные — уровень соответствия основному назначению (выпуску заданного объема продукции высокого качества, обеспечению оптимальных санитарно-гигиенических и бытовых условий, комфортных условий жизни, отдыха и т.д.);

технологические — сочетание эффективности процесса с себестоимостью и качеством продукции;

конструктивные — прочность, долговечность, надежность и др.;

эстетические — архитектурная выразительность внешнего облика зданий и интерьеров, тщательность и аккуратность выполнения строительно-монтажных и специальных работ, подбор источников освещения, санитарно-технического оборудования и т.д.

Брак в строительстве возникает вследствие некачественных проектных разработок или отступлений от проектных решений и технических условий на выполнение процессов, от использования недоброкачественных материалов и сборных конструкций.

Недостатки в проектировании зачастую возникают вследствие неполноты инженерных изысканий, неточности исходных данных о механических свойствах грунтов под фундаментами, ошибок в расчетах, недостаточной увязки общестроительных работ с санитарно-техническими и электромонтажными работами.

Применение недоброкачественных материалов, конструкций и изделий приводит к их дефектам, а иногда — к авариям.

Качество выполнения строительных процессов зависит от целого ряда факторов, основные из которых: невыполнение требований технических условий на производство работ, несоблюдение необходимой технологической последовательности при выполнении взаимосвязанных процессов, недостаточный технический контроль за ходом строительства.

На качество строительной продукции также влияют: уровень квалификации строителей, своевременность и комплектность поставки, должная увязка действий генподрядчика и субподрядных организаций, уровень спланированности и организованности строительства, стимулирующая система оплаты труда и ряд других факторов.

Основная задача контроля качества состоит в предупреждении дефектов и брака в работе. Поэтому предпочтение следует отдавать не пассивному, а активному контролю, который заключается не только в определении соответствия показателей продукции нормативным требованиям, но и внесении изменений в технологические процессы производства на всех стадиях строительства: на стадиях разработки проектно-сметной документации, изготовления материалов и изделий, выполнения производственных процессов на рабочих местах.

Контроль за качеством строительства должен быть оперативным и многоступенчатым, осуществляться строительными лабораториями, ИТР стройки, технадзором заказчика, авторским надзором, специальными государственным и контролирующими организациями. Кроме того, рабочими осуществляется общественный контроль при передаче конструкций в работу. Так, штукатуры, прежде чем приступить к оштукатуриванию каменных стен, проверяют качество работ каменщиков, маляры — качество работ штукатуров и т.п.

Различают внутренний и внешний контроль качества.

При внутреннем контроле качество строительной продукции определяется техническим персоналом стройки по результатам производственного контроля и оценивается в соответствии со специально разработанными регламентами и инструкциями. Результаты контроля должны фиксироваться в журналах работ.

Внешний контроль осуществляется государственными органами контроля и надзора (пожарный, санитарно-эпидемиологический и др.), а также проектной организацией и заказчиком.

В зависимости от применения средств контроля различают:

разрушающий контроль (испытания в лаборатории контрольных образцов);

визуальный контроль и технический осмотр;

измерительный контроль с помощью простейших измерительных приборов, геодезических инструментов, неразрушающими методами (за счет распространения в материале акустических волн и γ-лучей), а также непосредственным измерением напряжений, возникающих в конструкциях;

регистрационный контроль, выполняемый путем анализа данных, зафиксированных в документах (сертификатах, журналах работ и т.п.). Применяется при недоступности объекта контроля (например, заделка анкера), а также нецелесообразности выполнения визуального или измерительного контроля.

При проверке качества строительных работ предпочтение чаще всего отдается контролю с помощью геодезических инструментов.

В зависимости от места и времени проведения контроля в технологическом процессе (стадия контроля) различают:

входной контроль — контроль поступающих материалов, изделий и т.п., а также технической документации. Контроль осуществляется преимущественно регистрационным методом (по сертификатам, накладным, и т.п.), а при необходимости — измерительным методом, службами предприятий-изготовителей, ИТР стройки и строительными лабораториями;

операционный контроль — контроль, выполняемый ИТР в процессе производства работ или непосредственно после их завершения. Осуществляется преимущественно измерительным методом или техническим осмотром. Результаты операционного контроля фиксируются в общих или специальных журналах работ;

приемочный контроль — контроль, выполняемый по завершении строительства объекта или его этапов, скрытых работ и других объектов контроля. По его результатам принимается документированное решение о пригодности объекта контроля к эксплуатации или выполнению последующих работ.

Отдельные ответственные конструкции по мере их готовности подлежат приемке в процессе строительства с составлением акта

промежуточной приемки. В обязательном порядке производится, в частности, приемка фундаментов под оборудование.

2.7. Предельные отклонения при выполнении строительных процессов

Основным условием повышения качества строительной продукции является выполнение строительных процессов в соответствии с проектом в пределах принятых предельных отклонений.

В строительстве установлены различные понятия о размерах конструкций и расстояний между разбивочными осями. Так, если заданы проектные размеры между условными гранями конструктивных элементов или проектные расстояния между разбивочными осями здания или сооружения, то такие расчетные размеры называются *проектными*, или *номинальными*.

Однако вследствие того, что при изготовлении строительных конструкций, при их установке в проектное положение, а также при разбивке в натуре строительных и монтажных осей были допущены отклонения, номинальных размеров достичь не удается. Поэтому вводится еще понятие о *действительном* размере.

Действительный (фактический) размер может отклоняться от проектного как в сторону увеличения (плюсовые отклонения), так и в сторону уменьшения (минусовые отклонения). Однако эти отклонения не должны влиять на ухудшение качества строительно-монтажного производства, т.е. должны быть нормированы. Для этого устанавливают зону между наибольшим и наименьшим отклонениями. За счет положительного предельного отклонения действительные размеры зазоров между изделиями могут быть увеличены, а за счет отрицательного — уменьшены.

Нормативные предельные отклонения на все виды общестроительных процессов установлены в [22, 23, 24].

Контрольные вопросы

1. Каковы основные виды строительно-монтажных работ?
2. Расскажите о профессиях и специальностях, квалификации строительных рабочих.
3. Как повысить квалификацию рабочего в строительной отрасли?
4. Каковы основные пути повышения производительности труда в строительстве?
5. Каковы различия между сдельной и повременной оплатой труда?
6. Каковы основные элементы научной организации труда в строительстве?
7. Что такое внешний и внутренний контроль качества строительной продукции?

ГЛАВА 3

НОРМАТИВНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

3.1. Общие положения

В России действуют предприятия, организации и фирмы с различной формой собственности: государственной, муниципальной, частной, общественной, а также предприятия со смешанной формой собственности, основанные на привлечении собственности иностранных государств, компаний и частных лиц. Эти предприятия могут самостоятельно планировать свою деятельность, определять структуру и задачи исходя из необходимости собственного развития, улучшения быта и жизненных условий своих работников и т.д.

Предприятие, организация или лицо, решившее улучшить (реконструировать) или создать новую недвижимую собственность в виде зданий и сооружений, называется *заказчиком*. В зависимости от того какие специалисты и материально-технические ресурсы будут использованы заказчиком (свои или наемные), различают хозяйственный или подрядный способ строительства.

При хозяйственном способе заказчик наряду с основной производственной или посреднической деятельностью выполняет строительно-монтажные работы, для чего создает и оснащает ресурсами свои строительные подразделения.

При подрядном способе все работы выполняют самостоятельные строительные организации, которые за счет своих ресурсов на основе договоров подряда (контракта) в установленные сроки сдают заказчику законченные объекты. Такие организации называются генеральными подрядчиками (генподрядчиками).

Для выполнения отдельных видов специализированных процессов, генподрядчики могут по отдельным контрактам за счет заказчика нанимать другие организации (субподрядчиков).

До начала СМР на строительной площадке должен быть выполнен комплекс организационной и технической подготовки, способствующий решению основных задач с наибольшей эффективностью, высоким качеством продукции, экономичным расходом ресурсов, экономией времени.

Организационная подготовка строительства включает в себя предпроектную подготовку (включая изыскательские работы и выбор места строительства) и проектирование.

На предпроектной стадии разрабатывают обоснование инвестиций (финансирования): цель инвестирования, назначение и мощность строительного объекта; перечень (номенклатура) продукции или услуг; источники и объем финансирования.

Подтвержденное материалами изысканий обоснование представляется заказчиком на государственную экспертизу. После получения положительного заключения разрабатывается проектная техническая документация на строительство объекта.

В состав проекта или рабочего проекта (при двухстадийном проектировании) включается Проект организации строительства (ПОС), а при разработке рабочих чертежей — Проект производства работ (ППР), относящиеся к проектно-технологической документации.

При выполнении строительно-монтажных и специальных работ на каждом объекте исполняется документация по охране труда, геодезическая и производственно-техническая документация.

3.2. Нормативная документация строительного производства

Техническую политику в области строительства проводит Государственный строительный комитет России (Госстрой РФ). Он рассматривает и утверждает всю нормативную документацию.

В Российской Федерации с 1994 г. действует «Система нормативных документов в строительстве», устанавливающая требования к строительной продукции. Применение этих документов позволяет обеспечить соблюдение обязательных строительных норм и стандартов. Нормативные документы разрабатываются в соответствии с требованиями Международной организации по стандартизации (ISO).

Нормативные документы подразделяются на федеральные, субъектов федерации и документы предприятий.

К общегосударственным нормативным документам (федеральным) относятся строительные нормы и правила Российской Федерации (СНиП), государственные стандарты Российской Федерации в области строительства (ГОСТ Р), своды правил по проектированию и строительству (СП), руководящие документы системы (РДС).

К нормативным документам субъектов федерации относятся территориальные строительные нормы (ТСН). Эти документы не дублируют государственные нормы и стандарты, а учитывают специфику отрасли определенного субъекта Федерации. К производственно-отраслевым документам предприятий относятся стандарты предприятий (объединений) строительного комплекса и стандарты общественных объединений (СТП и СТО).

На поставляемую (сдаваемую заказчику) продукцию стандарты предприятий не разрабатывают. Требования к этой продукции при отсутствии государственных стандартов должны устанавливаться в технических условиях (ТУ), разрабатываемых в составе технической документации.

На Федеральном уровне применяют нормативно-технические документы Государственного комитета России по стандартам, нормы, правила и нормативы органов государственного надзора, нормы технологического проектирования министерств.

Государственные нормы и стандарты предназначены к применению всеми проектными и строительно-монтажными фирмами и организациями, предприятиями промышленности строительных материалов и конструкций федеративного, республиканского, краевого, областного и местного подчинения во всех отраслях хозяйства страны, а также ведомств, осуществляющих приемку строительных работ.

Нормы и стандарты субъектов федерации предусмотрены для всех предприятий, организаций и фирм, находящихся на территории субъекта федерации, независимо от их ведомственной подчиненности.

Стандарты предприятий (объединений) обязательны только для предприятий и объединений, утвердивших данный стандарт.

Основным документом, рекомендующим правила выполнения всех видов строительства, является СНиП. По мере повышения технического уровня строительства отдельные положения СНиП периодически пересматриваются и обновляются.

СНиП состоит из пяти частей, каждая из которых делится на группы. Шифр норм обозначает: номер части, номер группы, номер документа, отделенных друг от друга точками; две последние цифры, присоединяемые через тире, обозначают две последние цифры года утверждения документа, присутствие звездочки над ними — включение изменений и дополнений на год издания.

Например, СНиП 3.01.01—85* «Организация строительного производства» издания 1995 г.

Вопросы технологии и организации строительного производства отражены в третьей части СНиП, ряд положений СНиП носит регламентирующий, а ряд — рекомендательный характер.

3.3. Проектно-сметная документация

Одностадийное проектирование осуществляется на реконструкцию объекта и новое строительство по типовым проектам. При одностадийном проектировании разрабатывается сразу рабочий проект, содержащий общую пояснительную записку, основные рабочие чертежи, сметную документацию, паспорт рабочего про-

екта, а также привязанные к конкретной строительной площадке типовые и повторно применяемые проекты.

Проектирование таких технически сложных объектов, как здания крупных промышленных предприятий, большепролетные или высотные сооружения, осуществляется в две стадии: проект и рабочая документация (РД).

Проект содержит общую пояснительную записку, основные чертежи, основные решения по технологии и организации строительства, сметную документацию и паспорт проекта. На этой стадии определяется общая стоимость проектируемого здания или сооружения и предоставляется возможность сделать заказы на необходимое для строительства основное технологическое оборудование.

К рабочей документации относятся: пояснительная записка с технико-экономическими показателями, полученными на основе привязки проектов к местным условиям, генеральный план, рабочие чертежи, ведомость объемов работ и потребности в материалах, заказные спецификации оборудования, скорректированные объектные и локальные сметы, проект благоустройства и озеленения.

Каждый проект здания или сооружения состоит из трех основных частей: технико-экономической, технологической и строительной.

Технико-экономическая часть включает в себя обоснования основных технико-экономических показателей и расчеты эффективности и целесообразности строительства, потребность в кадрах, обоснования специализации, кооперирования, уровня механизации и автоматизации будущего производства, данные об окупаемости, о производительности труда, себестоимости продукции и т. п.

Технологическая часть содержит выбор основного оборудования, обоснования технических решений и технологических процессов, трудоемкость, схему производства, номенклатуру и объем выпускаемой продукции, разработанную технологию, систему управления производством и др.

Строительная часть содержит объемно-планировочные и конструктивные решения, данные о размерах и взаимном расположении объектов, их этажности, видах материалов и типах конструкций, объемы выполняемых работ, сроки и последовательность их выполнения, обеспеченность ресурсами и т. п.

В рабочих чертежах детализируются все решения, которые необходимы для изготовления сборных деталей и конструкций и для проведения строительно-монтажных работ на объекте. При этом составляются монтажные и компоновочные планы, схемы и разрезы со ссылками на каталоги и альбомы рабочих чертежей типовых конструкций, деталей, узлов и креплений, к которым прила-

гают спецификации, содержащие количество деталей и конструкций на отдельный элемент или здание в целом. Без подписи заказчика «К производству работ» рабочие чертежи считаются недействительными.

Монтажные чертежи позволяют установить в проектное положение (с допускаемыми по СНиП отклонениями) конструкции и узлы по специальным установочным ориентирам (рискам). Монтажные схемы позволяют установить последовательность монтажа, выбрать метод производства работ, определить сроки монтажа и установить потребность в материально-технических ресурсах. Монтажная схема предусматривает обеспечение неизменяемости смонтированной части сооружения, безопасность выполнения работ, способы выполнения монтажных соединений.

Чертежи разрабатывают с учетом унификации и типизации.

Под унификацией понимается установление целесообразной однотипности объемно-планировочных и конструктивных решений зданий конструкций, деталей и оборудования, обусловливающей сокращение типоразмеров и их широкую взаимозаменяемость.

Типизация способствует серийному производству ограниченного количества типов изделий для строительства определенных типов зданий и сооружений. В результате этого у нас в стране преобладает строительство зданий и сооружений по типовым проектам. На унификации и типизации базируется стандартизация.

Стандартизация — процесс установления и применения правил в целях упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон и, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии с соблюдением условий строительства и требований техники безопасности.

Стандартизация применяется для установления: единиц измерений; терминов и обозначений; требований к продукции и производственным процессам; требований, обеспечивающих безопасность работающих и сохранность материальных ценностей.

Внедрение стандартизации позволяет из оптимально найденного числа сборных элементов организовать их серийное производство и возводить здания различного назначения, различных архитектурно-планировочных решений, т.е. из стандартных деталей и конструкций возводить нестандартные здания и сооружения.

3.4. Документация по охране труда

Ответственность за состояние охраны труда во всех строительных подразделениях возложена на руководителя организации: управляющего треста, начальника СМУ. Непосредственное руководство службой техники безопасности осуществляет технический ди-

ректор (главный инженер) через инженера по технике безопасности и подчиненные ему отделы: производственно-технический (ПТО), труда и зарплаты (ОТЗ), главного механика (ОГМ) и др.

Непосредственный контроль за соблюдением правил техники безопасности на рабочих местах возложен на мастеров, прорабов и технических инспекторов. Контроль за соблюдением законодательства о труде, правил по производственной санитарии и пожарной безопасности осуществляют наряду с руководителем строительной организации специально уполномоченные представители государственных органов и инспекций, не зависящие в своей деятельности от администрации предприятия, руководства частной фирмы и вышестоящих органов (Рострудинспекция, Госархстройнадзор, Госгортехнадзор, Госпожнадзор, Госкомсанэпиднадзор и др.).

Кроме служебного также предусмотрен и общественный контроль, который обеспечивают технические инспекторы труда в системе профсоюзов РФ и постоянно действующих на предприятиях профсоюзных Комиссий по безопасности труда.

В своей практической деятельности эти органы и комиссии руководствуются следующими нормативами:

по трудовому законодательству, разрешающему правовые вопросы о трудовых взаимоотношениях на производстве — Трудовой и Гражданский кодексы РФ, дополнительно указы Президента и постановления Правительства России;

производственной санитарии, учитывающей влияние условий труда на здоровье человека — Санитарные правила и нормы (СанПиН), стандарты, Санитарные правила (СП) и др.;

противопожарной безопасности, предусматривающей мероприятия по предупреждению пожаров и улучшению противопожарного состояния зданий и сооружений — СНиП, нормы и правила ГУПО МВД;

технике безопасности (ТБ) — СНиП, система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Документация по безопасности труда, исполняемая в строительных организациях, может быть оперативной и отчетной.

Оперативная документация предназначена для непрерывного получения информации, контроля и оценки условий труда при выполнении строительно-монтажных работ. На ее основе составляется отчетная документация (справки, сводки, отчеты) о состоянии безопасности труда.

Отчетная документация предназначена для обобщения и анализа данных о состоянии уровня безопасности труда за определенный период времени, разработки соответствующих мероприятий и принятия оперативных решений по управлению безопасностью труда, а также информирования вышестоящих организаций.

Оперативная и отчетная документация включает в себя следующие основные разделы: организация работы по безопасности труда; расследование и учет несчастных случаев; обучение и проверка знаний; учет и осмотр машин, оборудования, приспособлений.

Каждый документ имеет свои формы, установленные государственными отраслевыми стандартами ССБТ.

Основными ответственными лицами по ведению и оформлению оперативной и отчетной документации по безопасности труда являются инженеры по технике безопасности, руководители работ, главные механики (главные энергетики).

Оформление оперативной и отчетной документации по безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и электроустановок осуществляется в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

3.5. Проектно-технологическая документация

Опыт строительства показывает, что правильно организовать строительное производство можно лишь при наличии комплексной проектно-технологической документации — проектов организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР). Проект организации строительства разрабатывает Генпроектировщик или по его заказу другая проектная организация, ПОС является обязательным документом для заказчика и организаций, осуществляющих строительство и материально-техническое снабжение объекта.

Проект организации строительства включает в себя следующие документы:

календарный план строительства с распределением капитальных вложений по периодам строительства;

строительные генеральные планы (стройгенпланы) для подготовительного и основного периодов строительства;

организационно-технологические схемы, определяющие последовательность возведения объектов и выполнения работ;

ведомости объемов основных работ с выделением по основным периодам строительства;

ведомость потребности в строительных материалах и оборудовании с распределением по периодам строительства;

графики потребности в основных строительных машинах и кадрах строителей по основным категориям;

пояснительную записку.

Проект производства работ на строительство новых, расширение и реконструкцию действующих предприятий, зданий или сооружений разрабатывают подрядные строительные или проектно-технологические организации (Оргтехстрой).

В зависимости от продолжительности строительства объекта и объемов работ можно разрабатывать ППР не только на здание, но

и на отдельные его части, а также на выполнение отдельных технически сложных общестроительных или спецмонтажных работ. ППР на работы подготовительного периода, на основные и технически сложные работы должны быть выполнены до начала строительства объекта или тех его частей, на которые составлен ППР.

Исходными материалами для разработки ППР служат: задание на разработку ППР, ПОС, рабочая и проектная документация, условия поставки материалов и оборудования, материалы и результаты технического обследования действующих предприятий при их реконструкции, а также требования к особенностям выполнения строительно-монтажных и специальных работ в условиях действующего предприятия.

В обязательном порядке в ППР должны быть включены:

календарный план производства работ на объекте;

строительный генеральный план (СГП);

технологические карты (схемы) на выполнение отдельных работ;

решения по производству геодезических работ;

решения по технике безопасности;

решения по прокладке временных коммуникаций;

перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки;

пояснительная записка.

Проект производства работ на выполнение отдельных процессов должен иметь в своем составе: календарный план; СГП; технологическую карту; данные о потребности в материалах, машинах, приспособлениях и оснастке; краткую пояснительную записку с необходимыми обоснованиями и технико-экономическими показателями (ТЭП).

Формы основных документов в составе ППР имеют рекомендательный характер.

3.6. Геодезическая документация

В ПОС и ППР включают: совмещенный график геодезического обеспечения, схемы размещения геодезических знаков, контроль положения конструкций и др.

При строительстве крупных и сложных сооружений и зданий выше девяти этажей разрабатывают Проект производства геодезических работ (ППГР), содержащий следующие разделы:

«Организация геодезических работ на строительной площадке», в котором содержатся графики геодезических работ и использования приборов и инструментов;

«Основные геодезические работы», в котором содержатся схемы плановой и высотной основы, методики измерений и способы закрепления опорных точек;

«Геодезическое обеспечение при возведении зданий и сооружений», в котором содержатся методика передачи осей и отметок, а также способы контроля установки конструкций.

До начала выполнения геодезических работ на строительной площадке технадзор заказчика проверяет и выдает к производству требуемую проектно-технологическую документацию: генплан строительства, СГП, проекты производства работ и вертикальной планировки, разбивочные и рабочие чертежи, а также топографическую и геодезическо-маркшейдерскую документацию с координатами геодезических пунктов.

На основании этой документации геодезическая служба выполняет:

построение плановой и высотной геодезической основы;

изготовление исполнительных схем геодезических разбивочных работ в процессе строительства;

составление и оформление исполнительной документации при геодезическом контроле СМР;

проведение геодезических наблюдений за смещениями и деформациями конструкций строящихся зданий и сооружений.

При строительстве технически несложных объектов и малых объемах СМР планирование и разбивочные работы могут выполняться силами линейных ИТР (мастеров, прорабов). При крупном и сложном промышленном строительстве основные геодезические работы выполняет геодезическая служба, а линейным ИТР могут быть поручены простейшие разбивочные работы.

Геодезическое обеспечение осуществляется по единому для данной строительной площадки графику, увязанному со сроками выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ.

Чертежи геодезической разбивочной основы (рис. 3.1) составляются в масштабе генерального плана строительной площадки в порядке и сроки, соответствующие принятым стадиям плана проектирования и очередности строительства, и включают в себя расположение внешних и внутренних разбивочных сетей.

Геодезическая плановая и высотная основа для строительства создается не менее чем за 10 дней до начала выполнения СМР и заключается в выносе в натуру осей и отметок, возводимых зданий и сооружений. Приемка разбивочной основы оформляется трехсторонним актом с участием представителей заказчика, генподрядчика и геодезической службы.

Актом должно быть подтверждено, что знаки геодезической разбивочной основы, их координаты, отметки, места установки и способы закрепления соответствуют технической документации на данный объект и выполнены с соблюдением заданной точности построений и измерений.

Результаты геодезического сопровождения строительных процессов оформляются исполнительными документами, включа-

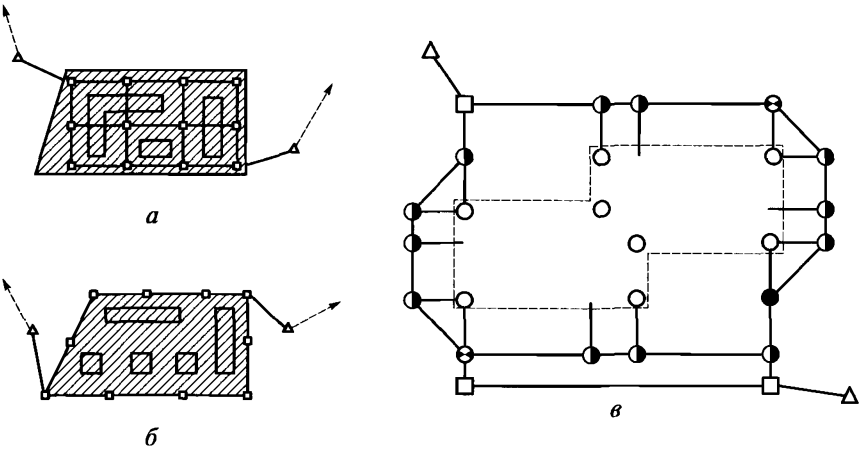


Рис. 3.1. Создание геодезической основы:

а — строительной сетки; *б* — красных линий; *в* — внешней и внутренней разбивочных сетей здания; □ — пункты разбивочной сети площадки; Δ — пункты государственной геодезической сети; ◑ — временные осевые знаки; ● — постоянные осевые знаки внешней сети здания; ⊖ — реперы, совмещенные с осевыми знаками; ○ — осевые знаки внутренней сети здания

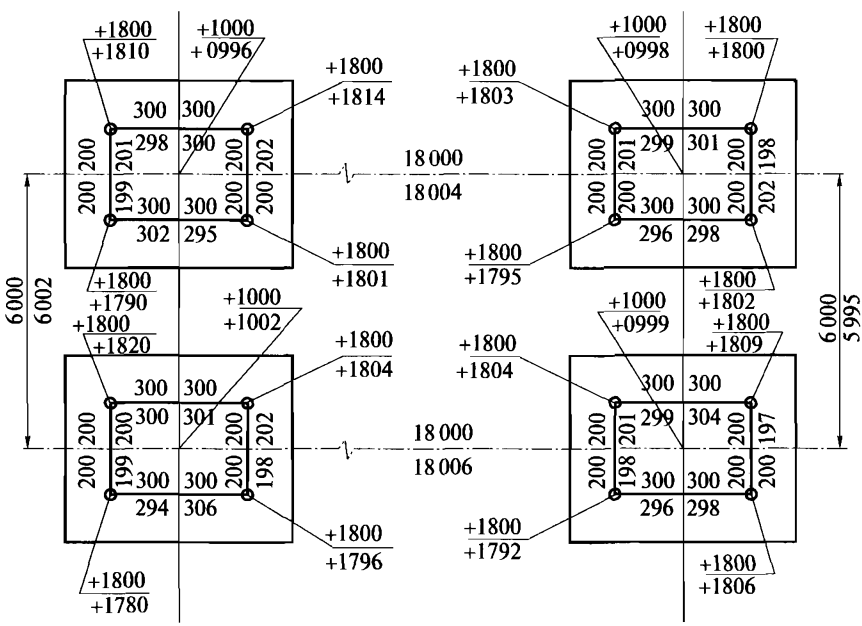


Рис. 3.2. Схема проверки фундаментов под колонны

ющими в себя поэтапные планы, разрезы, схемы поэтажной разбивки осей, отметки места их закреплений и др.

После выполнения строительного процесса составляется исполнительная схема. При бетонировании фундаментов с анкерными болтами исполнительную схему составляют дважды: до и после бетонирования.

В качестве примера оформления исполнительной геодезической документации на рис. 3.2 приведена исполнительная схема проверки соответствия возведенных железобетонных фундаментов их проектными положениями (допустимые СНиП отклонения фундаментов от установленных ориентиров в плане должны составлять не более 12 мм, отклонения отметок — 20 мм).

3.7. Производственно-техническая документация

На строительном объекте наряду с проектно-сметной и геодезической документацией, документацией по охране труда и технологической документацией используется и такая техническая документация, как заводские паспорта на железобетонные изделия, сертификаты на металлические конструкции, комплектовочные ведомости и различные накладные. Эти документы необходимы для качественной приемки изделий, материалов и полуфабрикатов, поступающих на строящиеся объекты. Такую приемку осуществляют материально-ответственные мастера или прорабы, а также бригадиры и рабочие.

Основным документом производственной документации является Журнал производства работ. Журнал ежедневно заполняет ответственное за строительство данного объекта лицо начиная с первого дня и до сдачи объекта в эксплуатацию.

Журнал производства работ необходим для того, чтобы зафиксировать важнейшие факторы строительства, характеризующие качество строительно-монтажных работ, сроки их выполнения, а также организацию и особые условия производства.

В Журнал производства работ записываются все инженерно-технические работники, осуществляющие строительство данного объекта, также в нем регистрируются все проектно-технические и производственные документы: проект производства работ, рабочие чертежи и сметы, акты на скрытые работы, дополнения или изменения и заключения экспертных комиссий.

Дневник работ — основная часть журнала, в котором записываются объем, качество, исполнители и даты начала и окончания работ, а также применяемые материалы. В зимнее время дополнительно указывается температура воздуха, растворов, бетонов.

По окончании строительства и после сдачи объекта в эксплуатацию Журнал производства работ передается заказчику.

Акты на скрытые работы относятся к производственной документации. Скрытыми называются работы и конструкции, которые в процессе возведения скрываются последующими работами или конструкциями. Например, уложенные арматурные сетки в кирпичные простенки скрываются штукатуркой или пароизоляция скрывается утеплителем и т.д.

В актах на скрытые работы отражаются: краткое описание выполненных работ и конструкций, их соответствие рабочим чертежам, качество и характеристика применяемых материалов.

Акты на скрытые работы составляются в двух экземплярах и подписываются технадзором заказчика, главным инженером строительства, производителем работ. Форма акта освидетельствования скрытых работ приводиться в [10].

К производственной документации также относятся журналы бетонных, монтажных, сварочных, антикоррозийных и совмещенных работ, приемки работ; испытания и выдачи грузоподъемных механизмов и приспособлений, учета работы механизмов; протоколы обучения и присвоения квалификационных разрядов; наряды, заявки на поставку материалов и машин и другая исполнительная документация.

При сдаче объектов в эксплуатацию составляется первоначально акт рабочей комиссии (подрядчик передает объект заказчику), затем акт Государственной комиссии (заказчик передает объект эксплуатирующей организации).

Для работы приемосдаточных комиссий представляются: акты на скрытые работы; Журнал производства работ; проектно-сметная и исполнительная документации; акты приемки фасадов, оборудования, геодезической разбивки осей и коммуникаций; акты испытаний; справка организации, принимающей здание в эксплуатацию; справка об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией; справки о приемке работ по телефонизации, радиофикации, газификации, озеленению и ряд других документов.

Отдельные ответственные конструкции по мере их готовности также подлежат приемке в процессе строительства с составлением акта промежуточной приемки этих конструкций.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении проектно-сметной и проектно-технологической документации в строительстве.
2. Какова система нормативных документов в строительном производстве?
3. Каковы основные документы по охране труда строительных рабочих?
4. Каковы состав и порядок разработки проекта производства работ?
5. Каковы основные виды проектно-исполнительной документации при геодезическом сопровождении строительных работ?
6. Расскажите, как составляются акты на скрытые работы.

ГЛАВА 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

4.1. Цели, задачи и структура технологического проектирования

Целью технологического проектирования является разработка таких оптимальных технологических решений и организационных условий, которые смогут обеспечить рациональное, стабильное и ритмичное выполнение проектируемого строительного процесса в намеченные сроки с минимальным расходом ресурсов.

Технологическое проектирование может осуществляться по трем направлениям:

разработка новых технологических решений с использованием новых материалов, конструкций, средств механизации или нормативов, а также в условиях производства работ ранее не встречавшихся;

разработка рациональных типовых технологических решений для часто повторяющихся условий производства работ с учетом действующих нормативов и использованием доступных средств механизации, распространенных материалов и конструкций;

разработка способов выполнения строительных процессов с использованием имеющихся материалов, конструкций и механизмов в конкретных местных условиях производства.

Выработка технологических решений по первому варианту в связи с технической сложностью исполнения обычно поручается научно-исследовательским институтам. Разработку типовых технологических решений и схем на основе обобщения статистического материала и изучения опыта практического использования на большом количестве строительных объектов обычно выполняют специализированные проектно-технологические организации. Разработку оптимальных технологических решений при возведении сооружений, строящихся в конкретных производственных условиях с учетом имеющихся в наличии специалистов, машин, материалов и конструкций могут выполнять генеральные проектные организации или по контракту с ними проектно-технологические организации (Оргтехстрой).

При проектировании строительного процесса должны быть выполнены:

определение приемлемого по технико-экономическим показателям варианта технологического решения;

определение оптимального развития процесса;

документирование строительного процесса.

К основным документам, регламентирующим функционирование строительных процессов, относятся разрабатываемые в составе ППР или самостоятельно технологические карты (ТК) и карты трудовых процессов (КТП). При выполнении несложных строительных процессов вместо технологических карт могут быть использованы технологические схемы с описанием методов и установлением последовательности выполнения процесса, расчетом потребности в трудовых и материальных ресурсах.

4.2. Проектирование строительных потоков

При поточном методе строительства объект разделяется на отдельные участки примерно равной трудоемкости (захватки). На каждой захватке работает отдельная бригада или звено рабочих, выполняя свой строительный процесс или операцию. Затем, сменяя друг друга, бригады одновременно переходят на освобождающиеся захватки.

Строительный поток представляет собой развивающийся во времени и пространстве производственный цикл, состоящий из взаимосвязанных процессов. Он может быть представлен в виде линейного графика (см. табл. 1.2) или циклограммы (рис. 4.1, *а*), на которой в осях $x—y$ откладываются время и захватки.

Весь технологический процесс производства, разделенный на n составляющих, отображается на графике параллельными наклонными линиями — частными потоками. Строительный поток можно рассматривать как сочетание ряда последовательно включаемых и параллельно выполняемых частных потоков в составе общего потока.

Основная зависимостью $t = km$, закономерность всего строительного потока $T = k(m + n - 1)$, где k — ритм потока или модуль цикличности; t — продолжительность частного потока; m — количество захваток; n — количество частных потоков.

Каждый частный поток характеризуется числом исполнителей:

$$N = \mathrm{P_ч} / ts = \mathrm{P_ч} / mks,$$

где $\mathrm{P_ч}$ — объем работ в частном потоке; s — выработка одного исполнителя за единицу времени в единицах объема работ.

Число бригад в строительном потоке: $n = T / k + 1 - m$.

Обязательное условие поточности — равномерный выпуск продукции. Поэтому величина, определяющая равномерный выпуск продукции, является основным показателем потока. Таким показателем считается интенсивность потока, выражающая объем продукции P, выпущенной потоком за единицу времени.

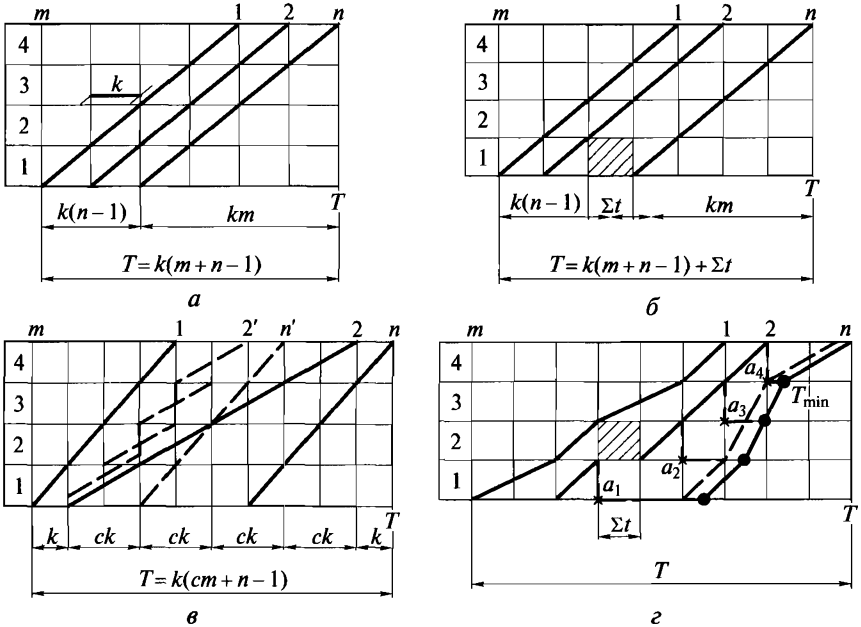


Рис. 4.1. Циклограммы специализированных строительных потоков:
а — ритмичного; *б* — ритмичного, с технологическим перерывом; *в* — кратно-ритмичного; *г* — неритмичного

Интенсивность частного потока $i = P_ч / t = P_ч / mk$ выражается в кубических метрах бетона в смену, количестве установленных колонн в смену и т.д.

Интенсивность строительного потока $I = P / T = P / k(m + n - 1)$ выражается в единицах строительной продукции (1 м^2 общей площади здания в день, 1 м^3 строительного объема здания в день) или в стоимостном выражении (тыс. руб./ г.).

Строительный поток развивается в три этапа: период разворота производственной мощности $T_{раз}$, период установившегося потока $T_{уст}$ и период сворачивания работ $T_{св}$. В период разворота в поток последовательно включаются новые бригады, увеличивается потребление ресурсов производства. В период сворачивания происходит «выключение» бригад и, соответственно, сокращается потребление ресурсов. Период установившегося потока характеризуется равномерным использованием производственных ресурсов.

В практике строительства возможны случаи, когда: $T_{уст} > 0$; $T_{уст} = 0$; $T_{уст} < 0$. В первом случае поток приобретает установившийся характер, все частные потоки развиваются параллельно, происходит равномерное потребление ресурсов. В других случаях поток не достигает установившегося характера и не отвечает тре-

бованиям поточности производства. Неустановившийся поток неэффективен и не рекомендуется для применения.

Для создания строительного потока необходимо: разделить производственный процесс на составляющие, распределить их между исполнителями, разделить объекты строительства на отдельные захватки и наметить приемлемый производственный ритм; максимально совместить выполнение составляющих процессов.

Строительство может иметь различные темпы: от самого медленного до самого ускоренного. Это зависит от намеченного ритма производства, количества имеющихся рабочих, степени механизации и т.д. На выбор темпа работ влияют заданные сроки строительства и возможность обеспечения его трудовыми и материально-техническими ресурсами. Если требуется построить здание или сооружение в короткие сроки, применяют скоростной метод с использованием максимально возможного количества рабочих, машин и материалов.

Весь технологический цикл отображается на графике частными потоками, сгруппированными в специализированный поток. Продукцией частного потока является элемент строительной конструкции, например установленная панель и т. п. Продукцией специализированного потока может быть элемент строительной продукции — часть здания, например фундаменты.

Из специализированных потоков складываются объектные и комплексные потоки, продукцией которых соответственно являются готовые здания и комплексы зданий и сооружений.

По характеру ритмичности различают ритмичные, кратно-ритмичные и неритмичные потоки. Продолжительность ритмичного специализированного потока: $T = k(m + n - 1)$. При наличии технологических или организационных перерывов, которые могут возникнуть в период производственных работ, например перерыв продолжительностью $\sum t$, с твердением бетона (рис. 4.1, *б*); общая продолжительность специализированного потока увеличится и будет иметь следующий вид:

$$T = k(m + n - 1) + \sum t.$$

Продолжительность кратно-ритмичного потока с кратностью ритма *c* (рис. 4.1, *в*): $T = k(cm + n - 1)$. Ее можно изменить, если установить общий темп работ. Например, вместо второго потока с модулем цикличности $2k$ можно создать два переменных частных потока с тем же модулем, но с включением половины захваток — один из потоков функционирует на нечетных захватках, второй — на четных. Такое уравновешивание можно осуществить благодаря увеличению количества бригад или двухсменной работе. В результате срок строительства сокращается (в примере на величину $3k$). При отсутствии дополнительных ресурсов можно привести поток к замедленному темпу, для чего ускоренные частные потоки вы-

полнять с перерывами. Общий срок работ при этом остается прежним.

Все приемы проектирования неритмичных потоков основаны на их увязке в результате сближения до критического положения. Например, определим графическим способом возможность сближения частных потоков 1, 2, ..., n приведенных на рис. 4.1, *г*.

Между первым и вторым потоками резервов для сближения нет, находим точки возможного сближения третьего частного потока со вторым на всех захватках (a_1, a_2 и т.д.). Затем определяем расстояния по горизонтали от критических точек до точек, обозначающих начало работ третьего частного потока на захватках (штриховые линии). Перенесем положение третьего частного потока влево на значение найденного минимального расстояния $l_{\min} = a_4$.

Общий срок выполнения неритмичного специализированного потока сокращается на величину найденного расстояния.

Эффективность поточного строительства в значительной степени зависит от подготовительных мероприятий. При подготовке поточного производства необходимо учитывать следующие условия:

трудоемкости выполнения частных потоков на захватках не должны иметь значительных расхождений;

работу на каждой последующей захватке необходимо начинать с интервалом, равным ритму потока;

на одной захватке может работать одна бригада (звено);

размер каждой захватки остается неизменным для всех видов процессов, выполняемых на захватках.

При определении параметров потоков необходимо также учитывать технологические и организационные перерывы, которые могут возникнуть при проведении работ.

В период проектирования поточной технологии строительных процессов в первую очередь необходимо разрешить следующие задачи:

установить технологическую структуру процесса — определить степень расчленения на составляющие процессы или операции, принять определенную последовательность их выполнения;

разрешить вопросы техники выполнения процесса — выбрать способ выполнения работ, определить тип, характер и параметры применяемых машин, оборудования, приспособлений и устройств;

спроектировать организацию процесса во времени и пространстве, а также организацию труда с проведением необходимых расчетов;

определить потребные ресурсы производства (трудовые, материальные, энергетические и др.);

рассчитать технико-экономические производственные показатели.

4.3. Вариантное проектирование строительных процессов

Задача проектирования заключается в принятии рационального (эффективного) решения по срокам и последовательности выполнения процесса, составу технических средств, количеству и составу звеньев (бригад) рабочих. В каждом конкретном случае таких решений должно быть несколько. Тогда сам процесс проектирования принимает вариантный характер. В этом случае из имеющегося арсенала или вновь разрабатываемых технологических решений выполнения идентичных процессов может быть выбрано наиболее рациональное в заданных условиях для конкретного объекта.

Поиск рационального решения основан на сравнительной оценке принятых к рассмотрению вариантов по одному или нескольким показателям эффективности, основными из которых являются себестоимость, трудоемкость и продолжительность выполнения процесса. Эффективным вариантом, принимаемым к дальнейшей разработке и осуществлению, является вариант, имеющий наименьшие значения всех показателей.

Однако часты случаи, когда нет однозначности в различии показателей (например, при наименьшей себестоимости большая продолжительность и одинаковые трудоемкости и т.п.). Поэтому в каждом конкретном случае целесообразно определять главный показатель и вести сравнение с учетом этого фактора. При этом следует иметь в виду, что себестоимость выполнения процесса косвенным образом учитывает затраты труда и продолжительность выполнения работы, отражает технический и организационный уровни данного процесса и является главным показателем.

Себестоимость процесса представляет собой выражение в денежной форме затрат на его выполнение. Себестоимость учитывает затраты общественного труда (стоимость материальных ресурсов, энергии, амортизации основных фондов) и живого труда (заработная плата).

Трудоемкость процесса характеризуется затратами труда на его выполнение. Единицей измерения трудоемкости является человекочас (чел.-ч) или человекодень (чел.-дн), показывающий затраты нормативного рабочего времени на производство работ.

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

Сравнение вариантов выполнения строительных процессов проводится:

по выбору эффективных технических средств и механизмов в рамках одной технологии производства работ;

выбору эффективной технологии проведения работ в рамках неизменного конструктивного решения объекта.

В обоих случаях на первом этапе подбирают варианты технологии, типы и марки машин, отвечающих по техническим характеристикам предъявляемых требованиям. На втором этапе определяется экономически более выгодный вариант.

За критерий эффективности сравниваемых вариантов принимают дополнительную прибыль для строительной организации, получаемую за счет снижения себестоимости СМР. Если разница в дополнительной прибыли сравниваемых вариантов незначительна, то учитывают продолжительность и трудоемкость работ.

Экономия затрат (дополнительная прибыль) при производстве СМР:

$$Э_с = Э_м + Э_{э.м} + Э_{з.п} + Э_{н.т} + Э_{уп},$$

где $Э_м$ — экономия по статье «Материальные ресурсы»; $Э_{э.м}$ — экономия по статье «Эксплуатация машин»; $Э_{з.п}$ — экономия по статье «Основная заработная плата»; $Э_{н.т}$ — экономия накладных расходов за счет снижения трудоемкости работ; $Э_{уп}$ — экономия условно-постоянных расходов от сокращения продолжительности СМР.

Для определения дополнительной прибыли по каждой указанной выше статье рассчитывают себестоимость — С, затем, вычитая себестоимость по рассматриваемой статье из эталонной, определяют прибыль или экономию Э. Эталонным можно принять вариант, в котором себестоимость подсчитана по проекту-аналогу, нормативным документам или варианту с наибольшей продолжительностью работ.

Расчет осуществляют только по тем статьям затрат, которые изменяются хотя бы в одном из сравниваемых вариантов, т.е. определяют сравнительную себестоимость работ по вариантам. Для определения себестоимости СМР по каждому варианту подсчитываются прямые затраты и накладные расходы.

Стоимость материалов

$$С_м = Р_м V Ц_м,$$

где $Р_м$ — расход материалов на единицу объема работ; V — объем работ в натуральных показателях, $м^2$, $м^3$, т; $Ц_м$ — цена за единицу материала.

Если по вариантам расход материалов не изменяется, расчет не выполняют.

Стоимость эксплуатации машин

$$С_{э.м} = С_{р.п} + С_п + С_а + С_э.$$

Стоимость устройства и разборки подкрановых путей или полос движения:

$$С_{р.п} = \sum E_з Д,$$

где $E_з$ — стоимость 1 м рельсовых путей или полос движения крана (единовременные затраты); Д — протяженность рельсовых путей или полос движении, м.

Стоимость перебазировки и установки машин на объекте:

$$С_п = \sum E_1 n_м + \sum E_2 n_с,$$

где E_1, E_2 — стоимость перебазировки соответственно машины и дополнительной секции машины; $n_м$, $n_с$ — число машин и секций.

Себестоимость аренды машины:

$$С_а = \sum С_{мч} T_ч,$$

где $С_{мч}$ — стоимость одного машиночаса эксплуатации машины; $T_ч$ — время работы машины, ч; $T_ч = V/П$, где V — объем работ, П — часовая производительность машины, т/ч.

Стоимость израсходованной электроэнергии:

$$С_э = \sum P_у K_с T_ч Ц_э K_з,$$

где $P_у$ — установленная мощность электродвигателей машины, кВт; $K_с$, $K_з$ — коэффициенты спроса и занятости машины соответственно (для крана $K_с = 0{,}5$, $K_з = 0{,}3$); $Ц_э$ — цена 1 кВт · ч электроэнергии.

Заработная плата рабочих $З_р$ может быть определена по калькуляции или в размере 20 % суммы прямых затрат $П_з$. Накладные расходы Н принимают в размере 15 % от суммы прямых затрат, включая заработную плату. Накладные расходы механизаторов включены в цену аренды. Условно-постоянная часть накладных расходов $Н_{уп}$ принимается в размере 50 %Н.

Снижение условно-постоянных расходов за счет сокращения продолжительности работ

$$Э_{уп} = Н_{уп}(1 - T_2/T_1),$$

где T_2, T_1 — продолжительность строительства по сравниваемым вариантам.

Пример сравнения вариантов выполнения монтажного процесса по установке несущих и ограждающих сборных конструкций приведен в [14].

4.4. Разработка технологических карт

Технологическая карта (ТК) — документ, устанавливающий рациональную технологию производства данного вида строитель-

ных процессов и используемый вместо ППР или в дополнение к нему.

Она регламентирует последовательность и режимы выполнения строительного процесса на базе современных прогрессивных достижений науки и практики строительства.

Различают два вида технологических карт:

рабочие технологические карты, специально разработанные и привязанные к строящемуся объекту и местным условиям;

типовые технологические карты, разрабатываемые проектно-технологическими институтами на основе передового опыта и привязываемые к строящимся строительным объектам и местным условиям.

Технологические карты разрабатываются по единой схеме. В них должны быть подробно освещены вопросы технологии и организации строительного процесса, потребности в материально-технических ресурсах, а также требования к качеству работ.

Технологическая карта должна состоять из шести разделов.

1. Область применения.

2. Технология и организация выполнения работ:

требования к качеству предшествующих работ;

требования к технологии производства работ;

технологические схемы производства работ;

транспортирование и складирование изделий и материалов.

3. Требования к качеству и приемке работ:

требования к качеству поставляемых изделий;

схемы операционного контроля качества;

перечень технологических процессов, подлежащих контролю.

4. Техника безопасности и охрана труда, экологическая и пожарная безопасность.

5. Потребность в ресурсах:

перечень машин и оборудования;

перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;

ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях.

6. Технико-экономические показатели:

продолжительность выполнения процесса;

график производства работ;

трудоемкость и машиноемкость выполнения единицы элемента строительной продукции;

калькуляция затрат труда и машинного времени.

Технологические карты должны разрабатываться на основе прогрессивных технологий, с учетом новых технических средств индустриализации и комплексной механизации процессов и должны обеспечивать высокую производительность труда, улучшение качества работ и снижение себестоимости продукции.

В качестве технологической документации для несложных процессов могут применяться упрощенные ТК — технологические схемы с описанием последовательности и методов выполнения процесса, с подсчетом затрат труда и потребности в средствах механизации.

4.5. Состав, структура и методы разработки карт трудовых процессов

Карты трудовых процессов разрабатываются в развитие технологических карт на основании существующего уровня строительного производства, изучения и обобщения передового опыта организации труда. В картах трудовых процессов приводятся указания по рациональным приемам работ при выполнении отдельных видов технологических операций, рекомендуются режимы труда и отдыха при выполнении работ, распределение обязанностей между рабочими, основные правила техники безопасности при выполнении технологических операций.

При разработке КТП тщательно анализируются особенности данной операции и составляющих ее рабочих приемов и движений. При проектировании отдельных приемов труда особое внимание обращают на экономию движений: их естественность и свободный ритм, преобладание динамической работы над статической, непрерывность и плавность траекторий. Рекомендуется заменять длинные движения короткими, движения по вертикали — движениями по горизонтали с постоянным направлением. Очень важно так расчленить операцию на отдельные рабочие приемы, чтобы выполнение их можно было поручать рабочим с разной степенью навыка.

Можно разрабатывать карты трудовых процессов непосредственно на месте, однако более рациональным считается использование типовых КТП с привязкой их к местным условиям.

Карты трудовых процессов разрабатываются по единой методике. Каждая карта имеет наименование, определяющее трудовой процесс строительного производства, на который она разработана, и шифр. Например, шифр комплекта карт ККТ-4.1-1 означает, что в данный первый комплект входят работы, указанные в первом выпуске четвертого сборника ЕНиР.

На большинство трудовых процессов разработаны типовые КТП, состоящие из четырех разделов: 1 — «Область и эффективность применения карты»; 2 — «Условия и подготовка выполнения процесса»; 3 — «Исполнители, предметы и орудия труда»; 4 — «Технология процесса и организация труда». На объектах их необходимо только согласовать с местными условиями и сроками окончания работ.

Контрольные вопросы

1. Каковы цели, задачи и структура технологического проектирования?

2. Каковы виды строительных потоков и приемы их проектирования?

3. Расскажите о вариантном проектировании строительных процессов по показателям себестоимости, трудоемкости и продолжительности их выполнения.

4. Каковы виды, состав и принципы разработки технологических карт?

5. Расскажите о различиях между технологическими картами и технологическими схемами.

6. Расскажите о назначении карт трудовых процессов в строительном производстве.

ГЛАВА 5

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ГРУЗЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИХ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

5.1. Классификация строительных грузов и транспортных средств

Современное строительство тесно связано с перемещением значительного количества грузов на большие расстояния. Например, для возведения 1 м^3 промышленного здания в среднем необходимо перевезти 0,15 т грузов; в гражданском строительстве на 1 м^3 здания приходится 0,4 т перевозимых грузов. В итоге затраты на выполнение транспортных процессов составляют в строительной отрасли по стоимости до 25 % и по трудоемкости до 40 % всех затрат при возведении здания или сооружения.

Столь значительный удельный вес транспортных операций требует от ИТР строек пристального внимания к организации погрузочно-разгрузочных работ, подбору транспортных средств с учетом степени транспортабельности отдельных категорий грузов, выбору оптимальных схем движения грузопотоков и прочее.

Грузопотоком называется интенсивность перевозки грузов в тоннах по определенному участку транспортного пути в единицу времени. Сумма произведений грузопотоков по каждому грузу на расстояние перевозки составляет общий тонна-километраж.

В зависимости от физических характеристик строительные грузы принято подразделять на следующие группы: сыпучие (щебень, грунты); порошкообразные (цемент, гипс); тестообразные (бетонная смесь, раствор); мелкоштучные (кирпич, бутовый камень); штучные (блоки, плиты); тяжеловесные (элементы значительной массы, тяжелое оборудование); длинномерные (железобетонные и стальные колонны, фермы, трубы); крупнообъемные (блок-комнаты, контейнеры); жидкие (бензин, масла). Для каждого вида грузов характерны свои средства транспортирования.

Транспорт бывает рельсовый и безрельсовый, горизонтальный и вертикальный, внешний, внутрипостроечный и объектный. Внешним транспортом перевозят строительные грузы, поступающие на строительную площадку извне. Внутрипостроечный транспорт обеспечивает перемещение грузов по территории строительства, а объектный — непосредственно на объекте. В условиях индустриального строительства значительную часть грузов доставляют от предприятий строительной индустрии к рабочим местам, т. е. вне-

шний транспорт при необходимости можно использовать как внутрипостроечный.

Для перевозки грузов в строительстве используют следующие виды транспорта: автомобильный — наиболее распространенный (до 85 % перевозок); тракторный для перемещения тяжелых грузов, особенно в условиях бездорожья; железнодорожный для внешних перевозок (до 10 % всех перевозок) и реже — для внутриплощадных; воздушный для доставки грузов в труднодоступные районы с помощью большегрузных самолетов, вертолетов или специальных транспортных дирижаблей; водный для перемещения грузов по рекам и водоемам сплавным способом или буксировкой на баржах; специальные виды транспорта для внутрипостроечных и объектных перемещений строительных грузов (трубопроводы, канатные дороги, конвейеры и др.).

Вертикальное перемещение грузов в условиях строительной площадки в основном осуществляют монтажными кранами и подъемниками. Необходимость установки последних особенно возрастает в период отделочных работ, когда строительные материалы надо подавать на этажи через оконные или другие проемы.

В ряде случаев можно совместить транспортные процессы с технологическими, например в автобетономесителях совмещаются процессы приготовления бетонной смеси и ее перемещения. Использование транспортно-технологических средств при выполнении строительных процессов — одна из особенностей современного строительного производства.

5.2. Автомобильный транспорт и автодороги в строительстве

По сравнению с другими видами транспорта автомобильный имеет следующие достоинства: сравнительно небольшая доля капиталовложений и незначительные расходы на погрузочно-разгрузочные работы, возможность быстрой доставки грузов к местам их использования с соблюдением требуемой очередности.

Особенно явственно проявляются преимущества автомобильного транспорта при перевозке грузов на расстояние до 20 км. Именно этим объясняется тот факт, что автомобильные перевозки являются в строительной отрасли преобладающими.

К строительным площадкам грузы подвозят по дорогам общего пользования. Непосредственно к категориям строительных дорог относятся подъездные пути и внутрипостроечные дороги. От состояния этих дорог в первую очередь зависит бесперебойная подвозка материалов, конструкций, машин и оборудования в течение всего периода строительства.

Различают следующие типы дорог:

усовершенствованные капитальные (цементно- и асфальтобетонные, черные щебеночные, брусчатые);

усовершенствованные облегченные (щебеночные, гравийные, грунтоасфальтовые, устраиваемые на основании, укрепленном вяжущими материалами);

переходного типа (сборные, грунтощебеночные, грунтовые, укрепленные вяжущими материалами);

низшего типа (грунтовые, укрепленные щебнем или гравием).

Подъездные пути и внутрипостроечные дороги должны быть проложены до начала работ нулевого цикла, после вертикальной планировки и прокладки инженерных коммуникаций (водопровод, теплотрасса и т. п.). Исключения могут составлять сети мелкого заложения: электрические и телефонные кабели и др.

Внутрипостроечные дороги трассируют по кольцевой схеме или, при сложных стесненных условиях, со сквозным проездом. На незакольцованных и тупиковых участках должны быть предусмотрены разъездные и разворотные площадки. Такие же разъезды должны устраиваться в местах разгрузки материалов и конструкций (рис. 5.1.) Следует избегать размещения дорог над подземными коммуникациями или вблизи от них.

При прокладке внутрипостроечных дорог обычно руководствуются правилом — максимально использовать для нужд строительства постоянные дороги, для чего толщину бетонного слоя постоянных дорог увеличивают до 0,2 м, а верхний слой асфальтового покрытия укладывают после окончания строительных работ. Однако сеть постоянных дорог оказывается иногда не в состоянии обеспечить нужды строительства. Поэтому приходится прокладывать временные дороги несмотря на то, что их сооружение удорожает сметную стоимость строительства (иногда до 2 %).

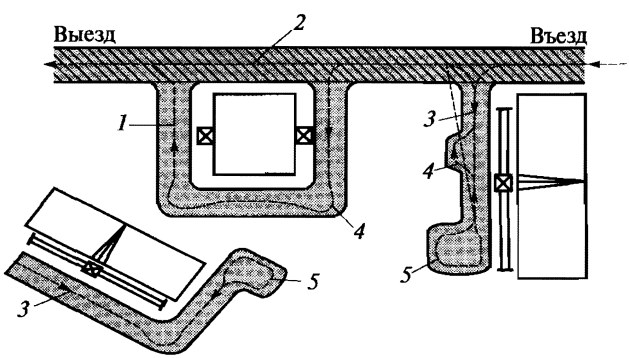


Рис. 5.1. Схемы внутрипостроечных дорог:

1 — кольцевая; *2* — сквозная; *3* — тупиковая; *4* — уширение дороги; *5* — разворот

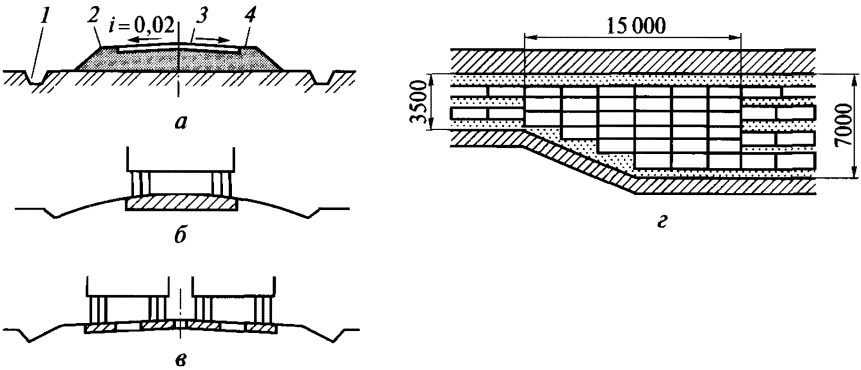


Рис. 5.2. Конструкции внутрипостроечных автодорог:

а — постоянной; *б*, *в* — временной из сборных дорожных плит; *г* — план уширения временной дороги из сборных плит; *1* — кювет; *2* — обочина; *3* — дорожная одежда; *4* — земляное полотно

Автомобильные дороги состоят из земляного полотна и дорожной одежды. Для отвода поверхностных вод дорогам придают двухскатный уклон (рис. 5.2, *а*). Дорожная одежда покрывает земляное полотно, воспринимая действие движущихся транспортных средств, и передает нагрузку на основание, которое является несущим слоем, обеспечивающим устойчивость дорожного покрытия.

Обычно дорожная одежда состоит из нескольких слоев: подстилающего песчаного слоя по земляному полотну; основания поверх подстилающего слоя; верхнего слоя — покрытия. Иногда покрытие состоит из двух слоев: несущего и слоя износа.

Дешевле всего обходится сооружение временной грунтовой автодороги, но для ее успешной эксплуатации требуются благоприятные геологические, гидрогеологические и погодные условия. К тому же по нормам по ней не допускается прохождение более трех автомобилей в час в одном направлении. Поэтому грунтовые автодороги, кроме периодического профилирования, часто требуют дополнительного укрепления.

Сейчас в городских условиях подъездные пути и внутрипостроечные дороги стали прокладывать из сборных железобетонных плит по песчаной прослойке толщиной 0, 1...0,25 м (рис. 5.2. *б*, *в*, *г*). Такие дороги просты в устройстве, одни и те же плиты могут быть использованы в течение длительного времени на нескольких строительных объектах.

При строительстве в сельских местностях и на неосвоенных территориях, особенно на слабых грунтах и в болотистой местности, иногда устраивают временные дороги с деревянным или металлическим настилом, а также лежневые и фашинные дороги.

Исходя из габаритных размеров автомобиля (2,5×3,8 м) ширина проезжей части автомобильной дороги должна быть не менее 3,5 м при однополосном движении и 6 м — при двухполосном, при радиусе закругления дороги 12 м. При использовании тяжелых машин грузоподъемностью 25...30 т и более ширина проезжей части увеличивается до 8 м. На криволинейных участках ширину дороги увеличивают, ее внешнюю кромку приподнимают, создавая односкатный уклон внутрь закругления.

При доставке крупногабаритных и длинномерных грузов ширина проезжей части при однопутном движении увеличивается до 5 м, а радиус закругления дороги — до 18 м.

В строительстве в качестве транспортных средств используются автомобили грузоподъемностью 1,5...40 т. Кроме одиночных автомобилей применяются автопоезда, состоящие:

из автомобиля и одного или нескольких прицепов;

автомобиля-тягача и полуприцепа.

Кроме автомобилей в качестве буксирных тягачей могут использоваться колесные или гусеничные тракторы.

По назначению средства автомобильного транспорта классифицируют на две группы: автомобили общетранспортного назначения (грузовые бортовые машины, самосвалы, автопоезда в составе автомобиля и прицепов) и специализированные автотранспортные средства (табл. 5.1).

Количество автомобилей N, требуемое для перевозки груза Q:

$$N = QT_{ц} / Tq,$$

где $T_{ц}$ — минимальное время одного рейса автомобиля; T — время работы транспорта; q — грузоподъемность автомашины.

Минимальное время одного рейса автомобиля:

$$T_{ц} = T_{п} + T_{пр} + T_{р} + T_{м},$$

где $T_{п}$, $T_{пр}$, $T_{р}$, $T_{м}$ — продолжительность погрузки, пробега, разгрузки, маневров соответственно.

Время пробега автомобиля в оба конца

$$T_{пр} = 2L / V,$$

где L — расстояние перевозки; V — средняя скорость движения транспорта.

Работа автотранспорта считается рациональной, если коэффициент использования его грузоподъемности в течение смены приближается к единице:

$$K_{гр} = Q_{ф} / (qn),$$

где $Q_{ф}$ — фактическая масса груза, перевезенного за смену, т; q — грузоподъемность автомобиля, т; n — число рейсов в смену.

Таблица 5.1

Виды и функциональное назначение автомобильного транспорта в строительстве

Эскиз	Наименование и назначение
	Бортовые автомашины общего назначения
	Автосамосвалы для перевозки растворных и бетонных смесей, а также материалов, не повреждающихся при сбрасывании
	Передвижные автобетоносмесители для перевозки растворных и бетонных смесей
	Автоцементовозы для перевозки порошкообразных сухих вяжущих материалов
	Полуприцепы общего назначения для перевозки элементов длиной до 12 м
	Прицепы общего назначения для перевозки элементов длиной до 6 м
	Полуприцепы-плитовозы для перевозки плит, свай, колонн
	Полуприцепы-панелевозы для перевозки стеновых панелей и перегородок
	Полуприцепы-балкофермовозы для перевозки длинномерных изделий, лесоматериала
	Трейлеры для перевозки блоков и сантехкабин
	Трейлеры для перевозки объемных блоков

В строительстве применяют две основные схемы автотранспортных перевозок — маятниковую и челночную.

При перевозке по маятниковой схеме используют автомобили с неотцепными звеньями, вместе с которыми у мест загрузки и разгрузки простаивают тягачи. Маятниковая схема бывает эффективна при наличии приобъектных складов или при массовом строительстве сооружений, состоящих из одинаковых конструктивных элементов. В последнем случае в транспортном цикле участвуют специализированные автопоезда. Каждый автопоезд или группа автопоездов перевозит изделия определенной номенклатуры с последующей их разгрузкой у строящихся однотипных объектов.

При челночной схеме тягач оставляет груженые прицепы под разгрузкой и возвращается за вновь нагруженными, т.е. число прицепов зависит от расстояния между предприятиями строительной индустрии и строящимися объектами.

Челночный метод позволяет доставлять материалы и конструкции на объект с минимальными затратами времени, так как простой тягача под погрузкой-разгрузкой исключаются. Потери времени на маневры с отцепкой-прицепкой транспортных средств составляют незначительную величину.

Обычно строительные организации заключают с автотранспортными предприятиями договоры по централизованной доставке грузов. Крупные строительные организации могут иметь собственный транспорт, находящийся в ведении транспортной конторы строительства, которая кроме эксплуатации всех автотранспортных средств обеспечивает их ремонт и подготовку к выходу на линию.

5.3. Железнодорожный транспорт

Железнодорожный транспорт применяется при возведении крупных промышленных объектов и гидротехнических сооружений, на предприятиях строительной индустрии и в карьерах по добыче песка, щебня и т.п. Использование железнодорожного транспорта оказывается экономически выгодным при дальности доставки грузов на расстояние более 200 км. Снижение дальности перевозки приводит к увеличению себестоимости строительной продукции.

Железные дороги подразделяются на дороги общей сети и строительные, нормальной колеи — 1 524 мм и узкой — 750 мм. Строительные железные дороги в свою очередь подразделяются на подъездные к строительным площадкам и внутрипостроечные. Для внутрипостроечных дорог радиус закругления колеи должен быть не менее 120 м, уклон — не более 4 %. Габаритные размеры подвижно-

го состава принимается 3,6×5,3 м для нормальной и 2,45×3,27 м для узкой колеи.

Железнодорожные пути состоят из нижнего строения (земляное полотно, мосты, трубы) и верхнего строения (балластный слой, шпалы, рельсы). Земляное полотно на насыпях и в выемках устраивается по-разному (рис. 5.3). Отвод атмосферных вод обеспечивается устройством кюветов, канав и т.п.

Проведение работ по устройству выемок, насыпей и откосов для земельного полотна осуществляется механическим или взрывным способом.

Для балластного слоя используется неразмываемый хорошо дренирующий материал: щебень, гравий, крупный песок и т.п.

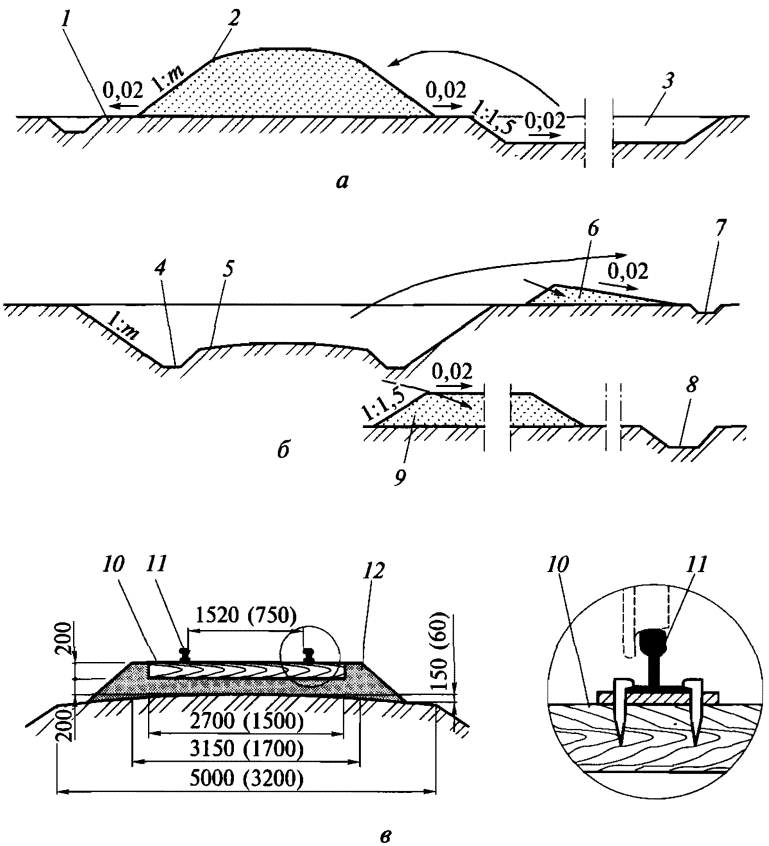


Рис. 5.3. Поперечные профили железнодорожного пути:

а — земляного полотна на насыпи; *б* — земляного полотна на выемке; *в* — верхнего строения (в скобках размеры для узкой колеи); *1* — берма; *2* — насыпь; *3* — резерв; *4* — кювет; *5* — бровка выемки; *6* — банкет; *7* — канава банкетная; *8* — канава нагорная; *9* — кавальвер; *10* — шпалы; *11* — рельсы; *12* — балластный слой

Толщина балластного слоя должна быть не менее 150 мм, ширина — на 200 мм больше длины шпалы.

Стальные рельсы соединяются нахлестками и болтами. Шпалы могут быть железобетонными или деревянными. С железобетонными шпалами рельсы соединяются болтами, с деревянными — костылями, через стальные прокладки (рис. 5.3, *в*). В целях предотвращения продольного смещения рельсов устанавливают противоугоны (металлические скобы), упирающиеся в шпалы.

Для внутрипостроечных путей главным образом используются сосновые шпалы, антисептированные креозотом. Расход шпал на 1 км пути составляет 1 300 — 1 900 шт. Для временных путей узкой колеи могут применяться металлические шпалы.

На территориях пунктов следования поездов, а также разъездов рельсы должны укладываться горизонтально, так как начало движения железнодорожных составов сопровождается значительным сопротивлением. На закругленных участках железных дорог отметки внешних рельсов должны превышать отметки внутренних.

Подвижной состав железных дорог состоит из средств тяги и прицепных средств. В качестве средств тяги в строительстве применяют паровозы, электровозы, тепловозы и мотовозы мощностью не менее 300 кВт. Наиболее часто используют тепловозы и мотовозы, имеющие по сравнению с паровозами более высокий коэффициент полезного действия. Они более удобны и экономичны в эксплуатации, так как не требуют расхода воды и управляются одним водителем.

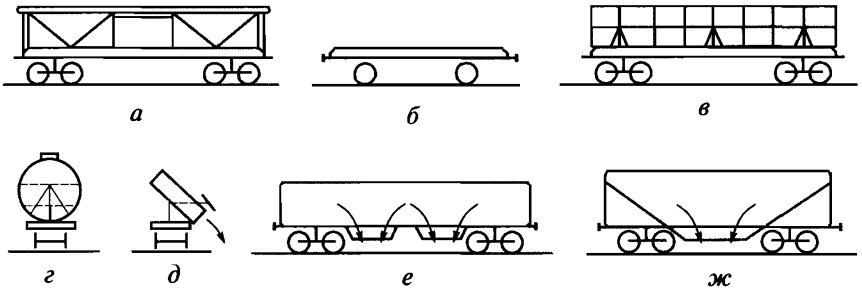
В качестве прицепных средств (рис. 5.4) используются: открытые платформы, вагоны-самосвалы (думпкары), полувагоны — гондолы и хопперы. Существуют специальные типы железнодорожных вагонов: цистерны для перевозки цемента и других сыпучих или наливных грузов, наклоняющиеся ковши для перевозки битума и др.

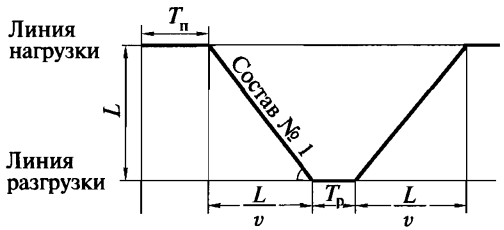
Основным эксплуатационным показателем участка железнодорожного пути являются его пропускная и провозная способности.

Пропускной способностью называется максимальное количество поездов, которое может быть пропущено по участку в единицу времени. *Провозная способность* — максимальное количество груза, которое может быть перевезено по участку в единицу времени.

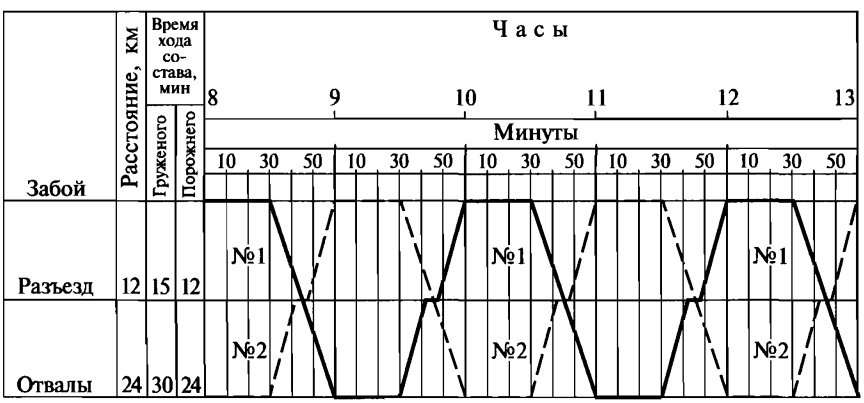
Для определения этих характеристик производят расчет продолжительности цикла $T_ц$ с учетом операций по погрузке и разгрузке вагонов ($T_п$, $T_р$) доставке грузов и возвращению порожних вагонов к месту погрузки (рис. 5.4, *з*):

$$T_ц = T_п + 2L/v + T_р,$$





з



и

Рис. 5.4. Виды подвижного железнодорожного состава и графики движения поездов:

а — четырехосный вагон; *б* — двухосная платформа; *в* — полувагон; *г* — цистерна; *д* — думпкар; *е* — гондола; *ж* — хоппер; *з* — график движения поездов по участку без разъезда со скоростью *v*; *и* — график движения поездов по участку с разъездом поездов (№ 1 — движение с грузом; № 2 — порожний ход)

где L — расстояние перевозки; v — средняя скорость движения поезда.

Число оборотов одного состава в смену $П_о$ и количество поездов N, необходимых для перевозки грузов в течение смены:

$$П_о = \frac{T_с}{T_ц};\ N = \frac{QK}{(П_о qn)},$$

где T_c — продолжительность работы поезда в смену; Q — требуемый объем перевозок; K — коэффициент неравномерности перевозки; q — грузоподъемность транспортной единицы; n — количество транспортных единиц.

Локомотив может оставаться в сцепе с составом во время полного цикла работы или, поставив порожний состав под погрузку, произвести сцепку с нагруженным ранее составом и буксировать его к месту разгрузки. Первая схема (маятниковая) на железнодорожном транспорте называется работой с несменными составами бригад, вторая (челночная) — со сменными составами.

Для увеличения пропускной способности на участках пути устраивают разъезды и составляют графики движения поездов, в соответствии с которыми порожние составы на разъездах пропускают груженые (рис. 5.4, *и*).

5.4. Тракторный, водный и воздушный транспорт

Для транспортных перевозок в строительстве используют как гусеничные, так и колесные тракторы, как в качестве отдельных буксировочных средств, так и агрегированных с трейлерами, землевозными и другими тележками.

При перевозках по дорогам с твердыми покрытиями предпочтение отдается колесным тракторам, как более скоростным и мобильным, не разрушающим дорожное покрытие. При перевозках в стесненных условиях и по неподготовленным грунтовым дорогам бывает гораздо выгоднее использовать гусеничные тракторы, имеющие лучшее сцепление с грунтом и лучшую проходимость.

В сырую и дождливую погоду это обстоятельство имеет решающее значение, так как гусеничные тракторы реализуют силу тяги, примерно равную их массе, в то время как колесные — вполовину меньше.

Основное преимущество тракторов состоит в том, что их можно с успехом использовать для перемещения разнообразных прицепных машин и механизмов.

Наибольшее распространение получила схема работы колесного тягача с тремя прицепами при доставке строительных конструкций на строительные площадки с предприятий строительной индустрии (заводов железобетонных изделий (ЖБИ), деревообрабатывающих комбинатов и др.). На заводе тягач осуществляет сцепку с несколькими гружеными прицепами, отвозит их на объект, забирает там освободившиеся после разгрузки завезенные предыдущим рейсом прицепы и буксирует их обратно на завод, где за это время должны быть нагружены прицепы для очередного рейса.

Цикл транспортирования, загрузки и разгрузки прицепов повторяется. Главным условием такой цикличной работы является

взаимная увязка работы всех звеньев цепи. График работы транспорта должен быть строго подчинен графику монтажа.

Водный транспорт может быть транспортным, грузовым, служебно-вспомогательным и техническим. Он применяется при перевозке грузов на большие расстояния по водным акваториям. Этим видом транспорта в особенно большом количестве перевозятся минерально-строительные грузы (песок, щебень) и лесные материалы. На стройки Крайнего Севера почти все материалы и оборудование завозят по воде в навигационный период.

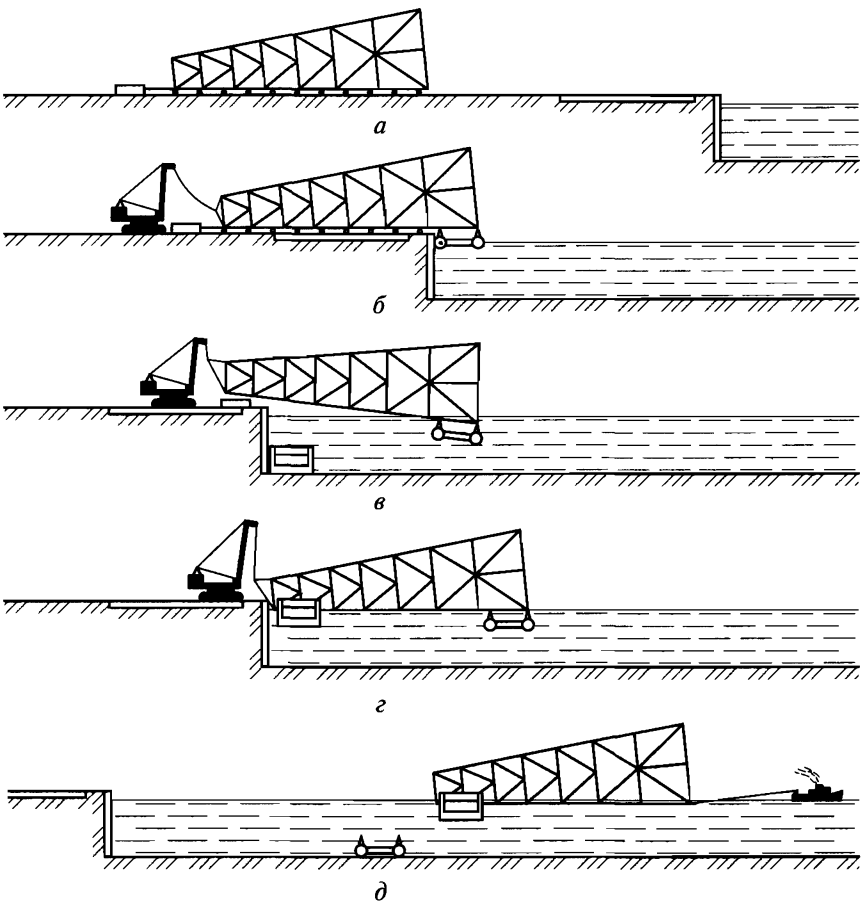


Рис. 5.5. Спуск и транспортирование по воде блока морской нефтяной вышки:

а — перемещение по стапелю; *б*, *в*, *г* — подведение понтонов; *д* — транспортирование к месту установки

В Сибири при лесозаготовках часто применяют сплавной способ транспортирования древесины поштучно, плотами или упаковками («сигарами»), буксируемыми катерами.

На баржах наряду с камнем, песком, гравием и другими карьерными материалами иногда транспортируют железобетонные, деревянные и другие строительные конструкции. Крупные конструкции в собранном виде могут перевозиться на понтонах.

На рис. 5.5 показаны схемы перемещения по стапелю, спуска на воду, подведения понтонов и транспортирования крупной металлической конструкции — блока морской платформы. Работы осуществлялись в следующей последовательности. Полностью собранный опорный блок перемещали по стапелю к воде. Подводили и закрепляли понтон, с помощью которого блок отрывали от стапеля. После окончания сдвижки выводили блок за кромку причала и опускали кранами на воду, а затем катером буксировали в море, используя свойства плавучести закрытых труб.

Перевозки по воздуху стоят дорого, и в этом отношении воздушный транспорт не может конкурировать с другими видами транспорта. Однако он бывает незаменим для доставки грузов в пункты, недоступные для других видов транспорта. Используются грузовые вертолеты, самолеты и дирижабли, что особенно рационально при строительстве в труднодоступных северных районах страны линий электропередач, газо- и нефтепроводов.

5.5. Устройство транспортных путей на вечномерзлых грунтах и в зимнее время

В зимний период процесс транспортирования грузов автотранспортом встречается с определенными трудностями по отношению к транспортным средствам и дорогам. На колеса автошин для лучшего сцепления с дорожным покрытием надевают цепи, при транспортных перевозках по дорогам низшего типа стараются преимущественно использовать автомашины с двумя ведущими мостами или автопоезда с тягачами повышенной проходимости.

При устройстве временных внутрипостроечных дорог предпочтение следует отдавать сборным железобетонным плитам, укладываемым по песчаной подсыпке, или заблаговременно в теплое время года устраивать переходные дорожные покрытия, укрепленные вяжущими материалами.

Около 50 % территории России относятся к районам вечной мерзлоты, которые отличаются большими запасами полезных ископаемых. Промышленному освоению этих районов должно уделяться повышенное внимание. Однако при прокладке подъездных дорог существенное препятствие строителям оказывают явления

сезонного замерзания и оттаивания верхнего (деятельного) слоя грунта.

Процесс замерзания-оттаивания грунта по существу сводится к замерзанию в холодное время содержащейся в нем воды с последующим ее оттаиванием в теплый период. Процесс находится в состоянии равновесия с некоторым сдвигом по времени.

В северных районах промерзший за зиму грунт не успевает за лето оттаять на полную глубину. Происходит постепенное промерзание грунта вглубь и образуется толща вечномерзлого грунта, достигающая местами нескольких сотен метров. Верхний (деятельный) слой грунта, меняющий свою температуру с минуса на плюс в зависимости от района может измеряться метрами или сантиметрами — толще к югу, тоньше к северу.

Сцементированный льдом слой вечной мерзлоты не пропускает воду, образующуюся в результате таяния и деятельного слоя почвы, поэтому при оттаивании несущая способность разжиженного слоя оказывается очень низкой из-за его полужидковязкого состояния. Положение усугубляется тем, что в районах вечной мерзлоты широко распространены торфяно-болотистые почвы.

Большую опасность представляют водяные выбросы «топики», замерзающие на проезжей части в виде ледяных наростов.

Причины появления «топиков» объясняют следующим образом. В местах снятия растительности (на дорогах) процесс оттаивания верхнего «деятельного» слоя грунта протекает интенсивнее, чем в местах, закрытых мхом, торфом и растительностью. Вода вырывается через волосяные водяные жилы, пронизывающие толщину грунта. Поскольку это явление происходит после окончания теплого периода, когда ночная температура наружного воздуха бывает ниже 0 °С, вода замерзает и образуются ледяные наросты.

В качестве мероприятий против таких ледяных образований предлагается устраивать «мерзлотные пояса», т.е. оголять от растительности полосы вдоль дороги. Тогда ледяные наросты образуются не на дороге, а на этих полосах, поскольку мерзлый слой там отогревается раньше, чем на отсыпанной дороге.

В основном методы строительства дорог в условиях вечной мерзлоты во избежании осадок грунта основаны на сохранении мерзлого слоя, однако могут быть использованы и другие способы:

после снятия верхнего «деятельного» слоя оголенные участки покрывают теплоизоляционным материалом (например, шлаком) и укрепляют щебнем. При эксплуатации дороги появляющиеся выбоины засыпаются щебнем с уплотнением;

осуществляют подвозку грузов в зимнее время по ледяным и снежным дорогам;

для транспортирования грузов в летнее время, когда дороги «плывут», устраивают подготовку из бревен и настила из досок или пластин (две коли шириной 0,75...1,0 м). Деревянные насти-

лы можно заменить накатником и одним-двумя слоям фашин или хворостяной выстилкой с засыпкой грунтом сверху.

5.6. Специальный внутрипостроечный транспорт

К специальным видам внутрипостроечного транспорта относятся ленточные конвейеры, канатные дороги, кабель-краны и трубопроводы.

Ленточные конвейеры применяются для транспортирования грунта, песка, щебня, бетонной смеси, а в некоторых случаях и мелкоштучных материалов — кирпича, камня и т.п.

Ленточные транспортеры представляют собой прорезиненную или стальную бесконечную ленту шириной 300...1 300 мм, охватывающую два барабана: один приводной, вращающийся от мотора и приводящий в движение ленту, и второй натяжной, создающий ее натяжение за счет пружинного устройства или пригруза.

На рис. 5.6, *а* приведена схема транспортирования песка по наклонной галерее бетонорастворного узла (БРУ). В приемный бункер галереи песок сталкивается с открытой площадки бульдозером, перегружается на первое — горизонтальное — звено конвейера, затем наклонным звеном подается на верхний — распределительный — транспортер и перегружается в расходные бункеры БРУ.

Верхние составные ролики придают ленте в период ее нахождения в грузовом положении желобчатый профиль. В нижнем (холостом) положении лента поддерживается цилиндрическими ро-

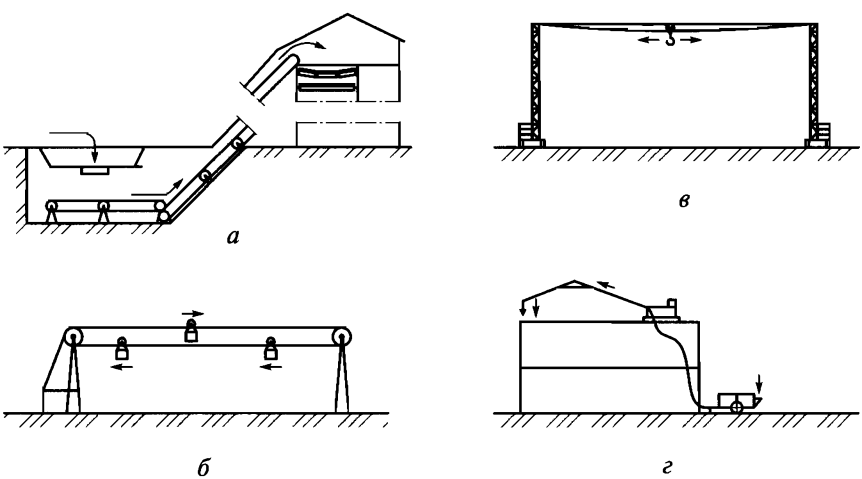


Рис. 5.6. Схемы работы специальных видов транспорта:
а — ленточного конвейера; *б* — канатной дороги; *в* — кабель-крана; *г* — трубопровода

ликами. В большинстве случаев используются гладкие ленты, однако при угле наклона транспортера, близком к углу скольжения перемещаемого материала, во избежание сползания груза, ленты должны иметь не гладкую, а ребристую поверхность.

Конвейерная система может состоять из большого количества отдельных звеньев и достигать длины в несколько километров. Так, роторный карьерный экскаватор для разработки песка и глины оборудуется конвейером длиной 3 км, который при необходимости может наращиваться дополнительными звеньями.

Подвесные канатные дороги применяются при необходимости перемещения грузов через различные препятствия и в горных условиях. Они бывают двух видов: одноканатными, в которых один и тот же канат является несущим и тяговым; двухканатными, когда один канат является несущим, а другой — тяговым.

По характеру движения вагонеток различают схемы: с кольцевым и маятниковым движением. При схеме с кольцевым движением (рис. 5.6, *б*) нагруженные и порожние вагонетки перемещаются по отдельным линиям. При схеме с маятниковым движением одна вагонетка перемещается в прямом и обратном направлениях.

Стальные канаты подвешивают на опорах, располагаемых через 100...1 000 м. Одним тяговым канатом можно обслужить участок дороги до 20 км.

Подвесные канатные дороги позволяют перемещать грузы по воздуху лишь в одном направлении. Места погрузки и разгрузки грузов ограничиваются узким коридором вдоль канатной дороги. При необходимости подачи материалов непосредственно в рабочую зону иногда применяют кабель-краны.

При монтаже конструкций промышленного предприятия без остановки технологического процесса иногда используется кабельный кран, состоящий из двух гусеничных кранов и двух А-образных пилонов (мачт) высотой до 40 м. При необходимости перемещения крана вдоль фронта работ пилоны приподнимаются механизмами главного подъема базовых гусеничных кранов.

Более удобным в работе является вариант, приведенный на рис. 5.6, *в*. По границам обслуживаемой зоны на рельсовые пути устанавливаются решетчатые мачты с пригрузом, между которыми натягиваются несущий, тяговый и подъемный канаты. Любая точка рабочей зоны может быть обслужена таким краном за счет подъема и опускания груза, перемещения тележки с грузовым крюком и синхронного перемещения обеих мачт по рельсовым путям.

Трубопроводный транспорт используется для перекачки тесто- и порошкообразных грузов. Техническими средствами трубопроводного транспорта являются: машины для перекачивания теста или порошка (бетононасосы, пневмонагнетатели); транспортные

коммуникации (трубы) и оборудование для распределения груза (рукава, поворотные колена, распределительные стрелы и др.).

На рис. 5.6, *г* приведена схема подачи бетонной смеси на перекрытие с использованием мобильного бетононасоса, трубопровода и распределительной стрелы. Основные преимущества такого способа транспортирования бетонной смеси:

горизонтальное и вертикальное перемещения смеси осуществляются одним механизмом без дополнительных перегрузок;

подача смеси в труднодоступные участки осуществляется без каких либо осложнений;

смесь при перекачке не теряет своих технологических свойств, так как постоянно перемешивается.

Более подробно трубопроводный транспорт полуфабрикатов будет рассмотрен в соответствующих разделах учебного пособия.

5.7. Организация погрузочно-разгрузочных работ

Машины, осуществляющие погрузочно-разгрузочные операции, подразделяются на группы: работающие независимо от транспортных средств и являющиеся частью транспортных средств. В первую группу входят краны, погрузчики, конвейеры, механические лопаты, пневматические разгрузчики и др. Ко второй группе относятся автомобили-самосвалы, транспортные приборы с саморазгружающимися платформами, средства для саморазгрузки и др.

Специальные погрузочно-разгрузочные и обычные краны используют при погрузке и разгрузке сборных конструкций, оборудования, материалов, перевозимых в пакетах, контейнерах и др. Краны, оборудованные специальными захватными приспособлениями и грейферами, могут работать на погрузке и разгрузке лесоматериалов, щебня, песка и других сыпучих мелкокусковых материалов.

С помощью погрузчиков уже сейчас выполняется примерно 15 % всего объема погрузочно-разгрузочных работ, что объясняется их высокой мобильностью и универсальностью. Наиболее широко в строительстве используют одноковшовые погрузчики, многоковшовые погрузчики и автопогрузчики. При необходимости для погрузки могут быть использованы экскаваторы.

Одноковшовые погрузчики (рис. 5.7) выпускают с передней разгрузкой ковша, с разгрузкой на сторону поворотом стрелы (полуповоротные) и с разгрузкой назад. Они используются для выгрузки и перемещения материалов на небольшие расстояния, подачи их к подъемно-транспортным машинам, загрузки приемных устройств или для различных вспомогательных работ.

Многоковшовые погрузчики (непрерывного действия) предназначены для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов.

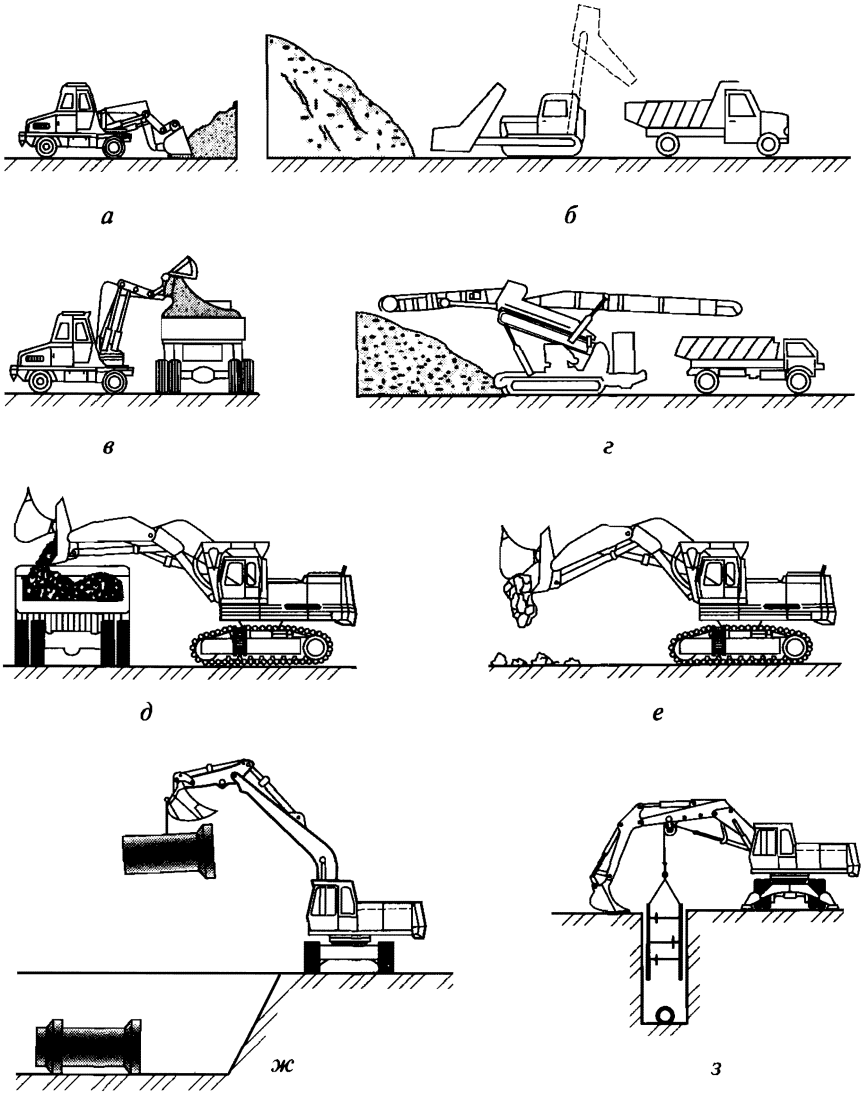


Рис. 5.7. Механизмы для погрузочно-разгрузочных работ:

а, *б*, *в* — одноковшовые погрузчики фронтальный, с задней разгрузкой, с челюстным ковшом соответственно; *г* — многоковшовый погрузчик; *д*, *е*, *ж*, з — экскаваторы при погрузке сыпучих и кусковых материалов, изделий и конструкций соответственно

К погрузочно-разгрузочным машинам непрерывного действия относятся также передвижные ленточные конвейеры, используемые при погрузке и разгрузке сыпучих, кусковых и мелкоштучных грузов.

Автопогрузчики в качестве рабочего органа имеют телескопический подъемник с вилочным подхватом, а в качестве сменного органа — ковш, зажимы для штучных грузов, крановую стрелу и др.

К саморазгружающимся транспортным средствам кроме автосамосвалов относятся цементовозы и саморазгружающиеся автомобили, которые имеют крановое оборудование.

В строительстве преобладают грузы в виде конструктивных элементов, однако все еще находят массовое применение мелкоштучные и штучные материалы и изделия. Для перевозки подобных строительных грузов, особенно тарно-упаковочных и штучных, наиболее целесообразно использовать пакеты и контейнеры.

Пакет — уложенная на специальный поддон партия груза. Пакеты должны быть сформированы так, чтобы на всех этапах перемещения сохранялась их форма.

Контейнер — объемное инвентарное многооборотное устройство. Различают контейнеры универсальные и специальные, предназначенные для перевозки определенного вида грузов: рулонных материалов, плитки, битумной мастики, обоев и др.

Пакетирование и контейнеризация позволяют резко снизить трудоемкость погрузочно-разгрузочных операций, способствуют лучшему использованию механизмов, обеспечивают лучшую сохранность перевозимых грузов, способствуют внедрению комплексной механизации в процесс погрузочно-разгрузочных работ.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию строительных грузов.
2. Каковы виды внутрипостроечного транспорта?
3. Расскажите об использовании постоянных и временных автодорог.
4. Как определить потребное количество транспортных средств при перевозке строительных грузов?
5. Дайте понятие о пропускной способности транспортного пути.
6. Каковы особенности устройства транспортных путей на вечномерзлых грунтах?
7. В чем отличие маятниковой схемы движения транспорта от челночной?

ГЛАВА 6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУНТА

6.1. Виды земляных сооружений. Способы переработки грунта

При строительстве зданий и сооружений выполняются различные виды процессов переработки грунта: планировка площадки, рыхление твердых или мерзлых грунтов, заглубление фундаментов, обратная засыпка, устройство постоянных, временных и вспомогательных земляных сооружений.

Постоянными называются земляные сооружения, которые после строительства эксплуатируются: каналы, дороги и т.д. *Временные* сооружения после окончания строительных работ ликвидируются: котлованы под фундаменты, траншеи под трубопроводы и т.д. Кюветы, водоотводные канавы являются *вспомогательными* земляными сооружениями.

Временные выемки шириной до 3 м и длиной, значительно превышающей ширину, нарывают *траншеями*. Выемку, длина которой не превышает десятикратной ширины, называют *котлованом*. Котлованы и траншеи имеют дно и боковые стенки или откосы. Временные выемки под транспортные магистрали, шахты, штольни и другие земляные сооружения, закрытые с поверхности, называются *подземными выработками*.

После устройства подземных сооружений и частей зданий грунт укладывают в пространство между боковой поверхностью сооружения и откосом котлована. Этот процесс называется обратной засыпкой «пазух».

По трудоемкости выполнения земляные работы составляют до 20 % всей трудоемкости возведения здания, поэтому процессы, связанные с переработкой грунта, всегда стремились механизировать. До 97 % объемов земляных работ в строительстве комплексно механизированы, однако при мелких рассредоточенных объемах работ, устройстве фундаментов в стесненных условиях, зачистке дна и откосов котлованов, устройстве дренажных канав в гористой местности еще применяется ручной труд.

Грунты можно разрабатывать механическим, гидромеханическим и взрывным способами.

Механический способ разработки заключается в отделении грунта от массива резанием с помощью землеройных или землеройно-транспортных машин.

Гидромеханический способ основан на размывании твердого грунта водяной струей или всасывании разжиженного грунта.

Взрывным способом в основном разрабатывают грунты, находящиеся за городом. Для этого в земляном массиве бурят скважины, в которые закладываются взрывчатые вещества (ВВ).

В промышленном и гражданском строительстве основным способом разработки грунтов является механический, а наиболее распространенными машинами: землеройные (экскаваторы); землеройно-транспортные (бульдозеры, скреперы грейдеры); рыхлительные (бульдозеры-рыхлители, дизель-молоты); транспортирующие (автосамосвалы); грунтоуплотняющие (катки, вибрационные трамбующие плиты и др.); специальные машины (буровые установки, копры и др.).

6.2. Классификация и основные строительные свойства грунтов

По своему строению грунты можно подразделить на сцементированные (или скальные) и несцементированные.

Скальные грунты состоят из каменных горных пород, с трудом поддающихся разработке взрыванием или дроблением. Скелет несцементированных грунтов обычно состоит из песчаных, пылеватых и глинистых частиц, в зависимости от содержания которых грунты называются: песок, супесь (супесок), глина (табл. 6.1).

В зависимости от содержания глинистых частиц глину называют *тощей* или *жирной*, в зависимости от трудоемкости разработки — *легкой* или *тяжелой*. Особо трудоемкая для разработки глина называется *ломовой*.

Таблица 6.1

Параметры и классификация грунтов

Параметр	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Угол естественного откоса при естественной влажности, °	25...30	30...40	40...50	40...45
Содержание частиц, %:				
глинистых	До 5	До 12	12...33	Более 33
песчаных	Более 80	Более 50	—	—
Оптимальная влажность уплотнения, %	8...12	9...15	12...20	19...23

Примечание. Прочерк означает, что параметр не нормируется.

К основным свойствам грунтов, влияющим на технологию и трудоемкость их разработки, относятся: плотность, влажность, сцепление, разрыхляемость, угол естественного откоса, удельное сопротивление резанию, водоудерживающая способность.

Плотностью называется масса 1 м^3 грунта в естественном состоянии (в плотном теле). Плотность несцементированных грунтов 1,2...2,1 т/м^3, скальных — до 3,3 т/м^3.

Влажность характеризуется степенью насыщения грунта водой и определяется отношением массы воды в грунте к массе твердых частиц грунта, выражается в процентах. При влажности более 30 % грунты считаются мокрыми, а при влажность до 5 % — сухими. Чем выше влажность грунта, тем больше трудоемкость его разработки. Исключение составляет глина. Однако при значительной влажности у глинистых грунтов появляется липкость, которая усложняет их разработку.

Сцепление — сопротивление сдвигу, для песчаных грунтов составляет 3...50 кПа, для глинистых — 50...300 кПа.

От плотности и силы сцепления между частицами в основном зависит производительность землеройных машин. Классификация основных видов грунтов по трудоемкости их механизированной разработки в зависимости от конструктивных особенностей используемых землеройных машин и свойств грунта приведена в табл. 6.2.

При разработке вручную грунты подразделяют на семь групп. Как при механизированной, так и при ручной разработке в состав первой группы входят легко разрабатываемые грунты, а последней — самые трудно разрабатываемые.

Грунт при разработке разрыхляется и увеличивается в объеме. Это явление, называемое *первоначальным разрыхлением* грунта, характеризуется коэффициентом первоначального разрыхления $K_р$, который представляет собой отношение объема разрыхленного грунта к объему в естественном состоянии. Уложенный в насыпь разрыхленный грунт уплотняется под влиянием массы вышележащих слоев грунта или механического уплотнения, движения транспорта, смачивания дождем и т.д.

Однако грунт значительное время не занимает того объема, который он занимал до разработки, сохраняя *остаточное разрыхление*, показателем которого является коэффициент остаточного разрыхления грунта $K_{о.р}$. Степени первоначального и остаточного разрыхления грунтов приведены в табл. 6.3.

Для обеспечения устойчивости земляных сооружений их возводят с откосами, крутизна которых характеризуется отношением высоты к заложению: $H/A = 1/m$ (рис. 6.1), где m — коэффициент заложения. Крутизна откоса зависит от угла естественного откоса α, при котором грунт находится в состоянии предельного равновесия.

Таблица 6.2

Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудоемкости их разработки механизированным способом

Наименование и характеристика грунтов	Средняя плотность в естественном залегании, кг/м³	Разработка грунта						Рыхление грунта бульдозерами-рыхлителями
		экскаваторами			скреперами	бульдозерами	грейдерами	
		одноковшовыми	траншейными цепными	траншейными роторными				
Глина:								
жирная мягкая без примесей	1 800	II	II	II	II	II	II	—
жирная мягкая с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора более 10 % по объему	1 900	III	—	III	II	II	—	—
тяжелая ломовая сланцевая, твердая карбонная	1 900...2 150	IV	—	IV	—	III	—	—
Грунт растительного слоя:								
без корней и примесей	1 200	I	I	I	I	I	I	—
с корнями кустарников и деревьев	1 200	I	II	II	I	II	—	—
Песок	1 600	I	II	II	II	II	II	—
Скальные грунты, предварительно разрыхленные	—	VI	—	—	—	—	—	VII
Суглинок:								

легкий и лессовидный с примесью щебня, гальки или строительного мусора до 10 % по объему	1 700	I	II	II	I	I	I	—
тяжелый без примесей и с примесью щебня, гальки или строительного мусора до 10 % по объему	1 750	II	—	II	II	II	—	—
то же, с примесью более 10 % по объему	1 950	III	—	IV	—	II	—	—
Супесь:								
без примесей, а также с примесью щебня, гальки или строительного мусора до 10 % по объему	1 650	I	II	II	II	II	II	—
с примесью щебня, гальки или строительного мусора более 10 % по объему	1 850	I	—	II	II	II	—	—
Строительный мусор рыхлый и слежавшийся	1 800	II	—	—	—	II	—	—
Торф с корнями толщиной до 30 мм	850...1 100	I	I	I	I	I	—	—
Торф с корнями толщиной более 30 мм	900...1 200	II	—	—	—	II	—	—
Чернозем и каштановый грунт:								
мягкий	1 300	I	I	I	I	I	I	—
отвердевший	1 200	II	II	II	II	II	III	—

Таблица 6.3

Показатели разрыхления грунтов

Наименование грунта	Первоначальное увеличение объема грунта после разработки, %	Остаточное разрыхление грунта, %
Глина ломовая	28...32	6...9
Гравийно-галечные грунты	16...20	5...8
Растительный грунт	20...25	3...4
Лесс мягкий	18...24	3...6
Лесс твердый	24...30	4...7
Песок	10...15	2...5
Скальные грунты	45...50	20...30
Солончак и солонец:		
мягкий	20...26	3...6
твердый	28...30	5...8
Суглинок:		
легкий и лессовидный	18...24	3...6
тяжелый	24...32	5...8
Супесь	12...17	3...5
Торф	24...30	8...10
Чернозем и каштановый грунт	22...28	5...7

Величина угла естественного откоса зависит от угла внутреннего трения, сцепления и давления вышележащих слоев грунта. При отсутствии сцепления предельный угол естественного откоса равен углу внутреннего трения. В грунтах, имеющих сцепление, угол естественного откоса изменяется от максимальной величи-

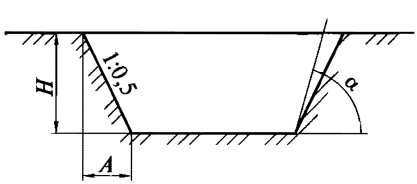


Рис. 6.1. Крутизна откоса

Таблица 6.4

Крутизна откосов в зависимости от вида грунта и глубины выемки

Грунт	Крутизна откосов (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпной неуплотненный	1 : 0,67	1 : 1	1 : 1,25
Песчаный и гравийный	1 : 0,5	1 : 1	1 : 1
Супесь	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
Суглинок	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,75
Глина	1 : 0	1 : 0,25	1 : 0,5
Лесс	1 : 0	1 : 0,5	1 : 0,5

ны в верхней части выемки или насыпи до минимальной — в нижней, приближаясь к углу внутреннего трения. В связи с этим откосы высоких насыпей и глубоких выемок устраивают с переменной крутизной, с более пологим очертанием внизу.

Нормативные значения крутизны откосов для временных земляных сооружений приведены в табл. 6.4. При глубине выемки более 5 м крутизна откосов устанавливается проектом. Откосы постоянных сооружений делаются более пологими, чем откосы временных сооружений, и бывают не менее чем 1 : 1,5.

Некоторые процессы переработки грунта связаны с пропусканием через него электрического тока (оттаивание, осушение электротоком). В этих случаях принимается во внимание такая характеристика, как электропроводность грунта. Так как минеральные частицы, входящие в состав грунта, обычно не являются проводниками, электропроводность грунта зависит от степени насыщения его водой. От влажности грунта также зависят его теплотехнические характеристики.

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

Дренирующая способность грунтов характеризуется коэффициентом фильтрации $K = 1 \ldots 150$ м/сут.

6.3. Подготовительные и вспомогательные работы

Виды подготовительных и вспомогательных работ. Такому сложному строительному процессу как переработка грунта, предше-

ствующему развороту всего строительного цикла, должно при подготовке строительства уделяться большое внимание.

Строительство новых, расширение и реконструкция существующих зданий и сооружений допускаются только после выполнения внешне- и внутриплощадочных работ.

К внешнеплощадочным работам относятся:

создание (при необходимости) материально-технической базы (карьеров, заводов, бетонорастворных узлов, автотранспортных хозяйств, центральных складов и т.п.);

обеспечение строительства временной жилой площадью;

подводка к строительной площадке дорог и коммуникаций;

К внутриплощадочным работам относятся:

ограждение участка строительства;

расчистка и осушение территории, снос строений;

создание опорной геодезической сети;

устройство внутрипостроечных дорог и коммуникаций, перетрассировка мешающих инженерных сетей;

устройство временных бытовых, складских, культурно-административных помещений.

Состав подготовительных мероприятий при реконструкции предприятий в значительной степени зависит от местных условий. Строители стараются максимально использовать имеющиеся инженерные сети, бытовые и административные службы часто размещают во временно освобождающихся помещениях, возводят здания, которые временно используют для нужд строительства и т.д.

Весь комплекс работ, называемый земляными состоит из основных, подготовительных и вспомогательных процессов.

Подготовительные процессы, выполняемые до начала основного процесса:

снятие растительного слоя;

разбивка плановых сетей, установка временных и постоянных геодезических знаков, реперов, обносок и выносок;

рыхление плотных грунтов для разработки их землеройными машинами.

К вспомогательным процессам, выполняемым как до, так и в процессе возведения земляных сооружений, относятся:

водоотлив, понижение уровня грунтовых вод и создание водонепроницаемых экранов;

искусственное закрепление грунтов различными средствами;

временное крепление откосов выемок и устройство постоянной одежды откосов насыпей и выемок.

Ограждение строительных площадок. В соответствии с нормативными требованиями территории строительных площадок в населенных местах обносятся ограждениями. В местах массового прохода людей ограждения должны быть оборудованы защитны-

ми козырьками. В качестве ограждений обычно используют деревянные, железобетонные или стальные сетчатые заборы.

Деревянные заборы рекомендуется собирать из инвентарных щитов на стойках, устанавливаемых на грунт или бетонные блоки.

Железобетонные заборы представляют собой тонкослойные панели, закрепляемые нижней частью в железобетонных стаканах, в верхней — путем сварки закладных деталей с аналогичными элементами соседних панелей.

Стальные заборы собираются из сеток с обрамлением из стальных уголков. Такие сетчатые рамы устанавливаются на бетонные блоки и соединяются между собой болтами.

Инвентарные сетчатые заборы стали в последнее время основным видом ограждений строительных площадок. Они отличаются долговечностью, небольшой собственной массой.

Расчистка площадки. При подготовке строительных площадок строительные организации обязаны по мере возможности сохранять сложившееся природное состояние почвы и срезать растительный слой лишь в местах непосредственного расположения строящихся зданий и сооружений.

При необходимости планировки всей площадки (например, территории строящегося завода) составляется проект вертикальной планировки и схемы перемещения земляных масс, руководствуясь которыми грунты выемок (рис. 6.2) могут одновременно с разработкой перемещаться и укладываться в тело планировочных насыпей.

Грунты планировочной выемки, оставляемые для обратной засыпки «пазух» подземных частей сооружений, резервируются в специально отведенных местах (буртах), где хранятся до последующего использования по назначению. В тех случаях, когда разрабатывается отдельный котлован или траншея, грунт, требующий-

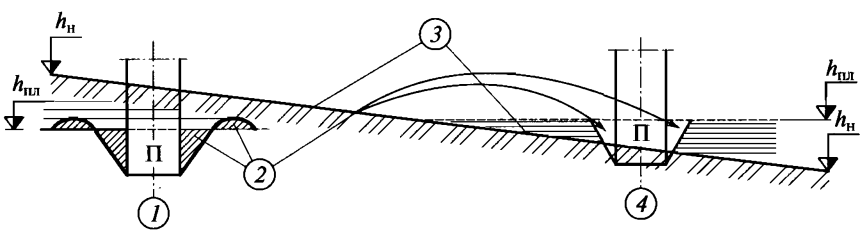


Рис. 6.2. Разграничение вертикальной планировки:

1 — разработка котлована на участке планировочной выемки; *2* — засыпка пазух зарезервированным грунтом; *3* — разработка грунта планировочной выемки с перемещением в насыпь; *4* — разработка котлована на участке планировочной насыпи; $h_н$ — уровень земли; $h_{пл}$ — уровень планировки; П — подземная часть здания

ся для обратной засыпки, укладывается во временный отвал вблизи бровки выемки, а избыточный грунт отвозится к месту укладки.

В соответствии с проектом подготовительных работ часть зеленых насаждений на строительной площадке защищают от повреждений и пересаживают на новые места. Деревья и кустарники, не подлежащие вырубке и пересадке, огораживают, а остальные сваливают тракторами или спиливают, толстые корни подрезают рыхлителями или бульдозерами, после чего пни корчуют с помощью тракторных лебедок (рис. 6.3).

Деревья диаметром до 25 см валят бульдозерами, кустарник срезают тракторами-кусторезами. Для раздробления крупных камней и расщепления больших пней иногда используют подрывные методы.

Снятый при планировке плодородный слой почвы используют в местах озеленения или отвозят в другие места для рекультивации земли. Комплекс работ по снятию, транспортированию и нанесению плодородного слоя почвы на малопродуктивные угодья в целях их улучшения носит название «землевание».

Мощность снимаемых плодородных и потенциально плодородных слоев устанавливается на основе оценки плодородия отдельных горизонтов почв. Обычно, если толщина плодородного слоя превышает 10 см, производится его снятие.

При планировке участков, используемых в дальнейшем под скверы или для зеленых насаждений, почвенный покров сохраняют.

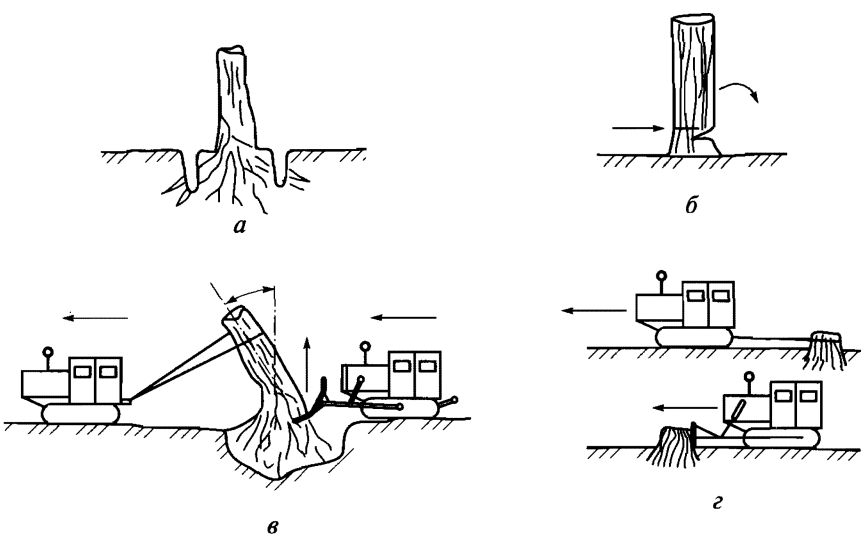


Рис. 6.3. Расчистка площадки от деревьев тракторами и бульдозерами: *а* — подрезка корней; *б* — спиливание; *в* — валка; *г* — выкорчевывание пней

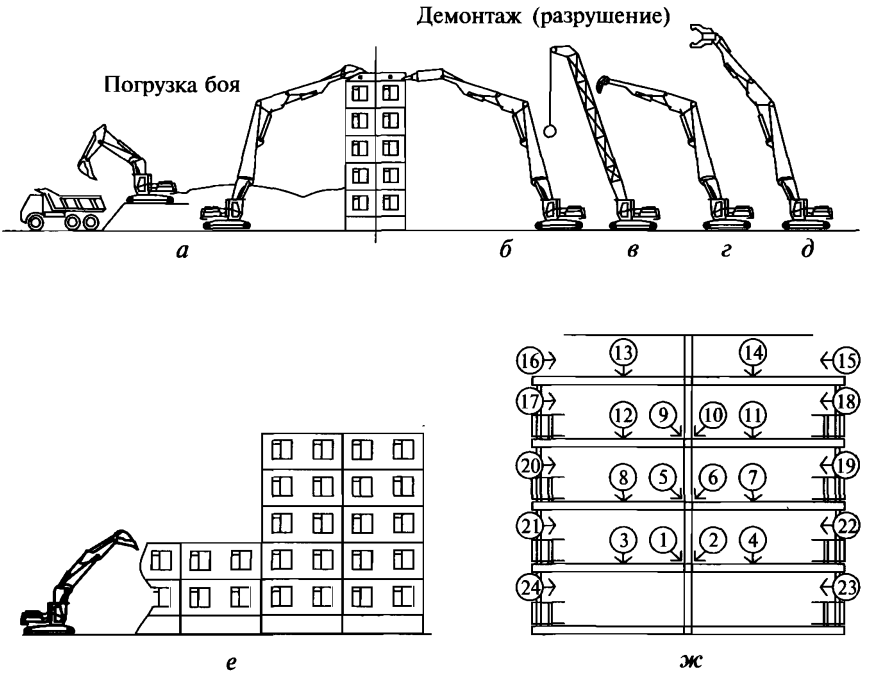


Рис. 6.4. Снос старых панельных домов с помощью экскаваторов, оборудованных:

а, *е* — ковшом; *б* — гидравлическим молотом; *в* — шар-бабой; *г* — разламывателем; *д* — гидроножницами; *ж* — последовательность разборки стен

Деревянные строения при сносе разбирают на элементы в целях дальнейшего использования пригодной древесины. При разборке каждый элемент должен быть предварительно раскреплен и занимать устойчивое положение. Металлические конструкции при разборке раскрепляют, а затем разрезают кислородными резаками. Железобетонные строения разбирают в соответствии со схемой сноса. В конструкциях предварительно оголяют арматуру, раскрепляют полученные отдельные блоки, режут арматуру и обламывают блоки. Наибольшая масса такого блока не должна превышать половины грузоподъемности крана при наибольшем вылете крюка.

Последовательность сноса строений принимается обратной последовательности монтажа. Сборные железобетонные конструкции, не поддающиеся поэлементному разделению, разрушают как монолитные. При разработке желательно использовать экскаваторы с различными эффективным навесным оборудованием (рис. 6.4). Например, оборудование «ножницы» на базе экскаватора КАТО НД 1500 GYS обладает усилием резания $2\,649 \cdot 10^{-3}$ Н.

Разбивка зданий и сооружений. На стадии подготовительных работ, выноса в натуру осей и отметок возводимых сооружений создается геодезическая плановая и высотная основа. В период строительства геодезическая опорная сеть используется для непосредственного обслуживания СМР, наблюдения за деформациями зданий и сооружений и других работ, связанных с обеспечением точности возведения зданий.

Вид опорной геодезической сети выбирают с учетом местных условий. На местности со «спокойным» рельефом рекомендуется использовать сети в виде строительной сетки и красных линий (см. рис. 3.1). В качестве высотного обоснования чаще всего используется строительная сетка, в которой совмещены пункты плановой и нивелирной разбивочных сетей.

Поэтому строительная сетка со сторонами 50...200 м, привязанная к государственной системе координат, является наиболее распространенным видом опорной геодезической сети. Опорные точки строительной сетки следует увязывать с генеральным планом строительной площадки. Возводимые здания рекомендуется располагать внутри фигур сетки.

Линии сетки желательно располагать параллельно основным осям возводимых зданий. Точки сетки должны быть расположены по возможности ближе к объектам, разбивка которых требует повышенной точности. Вершины сетки следует размещать так, чтобы они сохранились на весь период строительства.

Кроме строительной сетки фиксируется расположение разбивочной сети (внешней и внутренней) здания, которая определяет положение главных, основных и детальных осей здания (см. рис. 3.1).

Главные оси — две перпендикулярные линии, располагающиеся в плане симметрично по отношению ко всей фигуре. *Основные оси* определяют контур здания в плане. *Детальные оси* определяют плановое положение отдельных элементов конструкции.

Значительную часть точек, координаты которых определены при геодезических измерениях, обозначают на местности подземными или наружными геодезическими знаками.

Для закрепления детальных осей и второстепенных точек можно применять металлические костыли, обрезки труб и арматуры, дюбели, деревянные колья и др. Места закладки геодезических знаков указываются на стройгенплане ПОС.

До начала выполнения земляных работ осуществляют перенос проекта в натуру. Основой для разбивочных работ служит внешняя разбивочная сеть здания. При переносе положения точек проекта на натуру применяют способы прямоугольных и полярных координат (рис. 6.5) или засечек.

Способ прямоугольных координат применяют при наличии на строительной площадке строительной сетки или ранее возведенных зданий. Например, чтобы вынести на местность в натуру ось

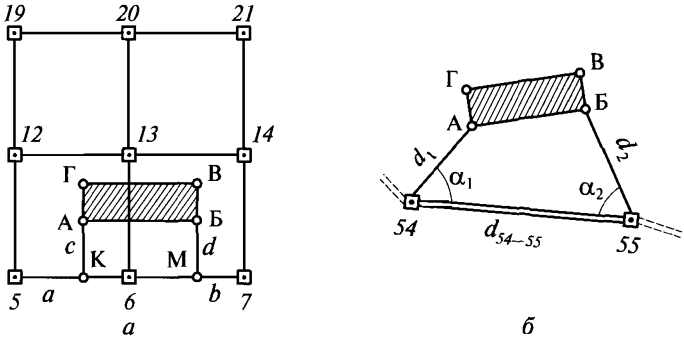


Рис. 6.5. Перенесение в натуру точек здания способом:
а — прямоугольных координат; *б* — полярных координат

АБ (рис. 6.5, *а*) из точек *5* и *7* откладывают отрезки *a* и *b*, а затем под прямым углом отрезки *c* и *d*.

Способ полярных координат используют при наличии достаточно густой опорной сети, сложной ситуации и значительной рассредоточенности проектных точек. Способ засечек целесообразно применять, когда от опорных точек до проектных невозможно измерить расстояние из-за существенных препятствий.

В зависимости от взаимного расположения проектных и опорных точек, заданной точности разбивки и степени сложности зданий или сооружений, эти способы целесообразно комбинировать.

Для закрепления на местности осей зданий и сооружений на расстоянии 3—4 м от кромки котлована (траншеи) устанавливают сплошную, угловую или створную обноску (рис. 6.6). Она устраивается на высоте 1,0...1,2 м от земли и может быть неинвентарной и инвентарной.

На обноску переносят отметки положения осей, фиксируют их гвоздями и натягивают осевую проволоку. Места пересечения проволок соответствуют точкам пересечения осей.

Вынесенные на обноску оси после отрывки выемки утрачиваются, поэтому на местности основные оси зданий фиксируют створными знаками (выносками), которые закрепляют в малодоступных местах кольями или металлическими штырями.

При разбивке траншей под инженерные сети в натуру выносят характерные точки трассы, привязывая их к опорным геодезическим пунктам и закрепляя обносками и выносками. Исполнительную схему выполняют до засыпки траншей.

Рыхление грунтов. Землеройные и землеройно-транспортные машины могут разрабатывать лишь грунты определенных групп (см. табл. 6.2). Например, одноковшовые экскаваторы в состоянии без предварительной подготовки разрабатывать грунты I...IV групп,

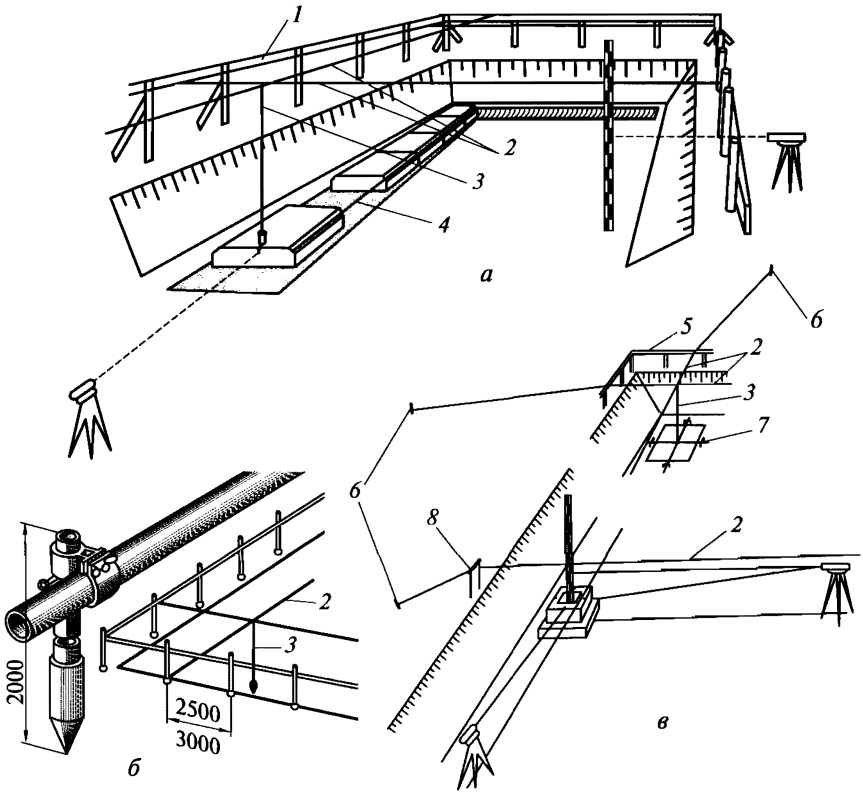


Рис. 6.6. Разбивка и закрепление осей:

а, *б* — с помощью неинвентарной и инвентарной обноски; *в* — инвентарными скобами; *1*, *5*, *8* — сплошная, угловая, створная обноски; *2* — осевая проволока; *3* — отвес; *4* — причалка; *6* — выноски; *7* — инвентарная скоба

бульдозеры — I...III, скреперы — I...II и т.д. Тяжелые и мерзлые грунты, а также грунты с примесями перед разработкой необходимо предварительно разрыхлять взрывным или механическим способом.

Взрывание грунтов. Взрывание применяют, используя взрывчатые вещества (ВВ) и средства взрывания. Можно ВВ укладывать на поверхность грунта (наружные заряды), но в большинстве случаев в грунте пробуривают отверстия — шпуры или нарезают щели, в которые закладывают заряды ВВ.

В качестве ВВ используют вещества, способные под воздействием удара или искры с большой скоростью изменять свое физическое состояние, образуя сильно сжатые газы и выделяя энергию, способную выполнять механическую работу.

По скорости взрывания ВВ подразделяются на инициирующие, бризантные и метательные; по агрегатному состоянию — на порошкообразные, прессованные и литые; по форме заряда — на сосредоточенные, плоские и удлиненные. Взрывание ВВ может производиться огневым или электрическим способом, а также с помощью детонирующего шнура.

Инициирующие ВВ (гремучая ртуть и др.) отличаются чрезвычайной чувствительностью к огню, удару, трению и по этой причине используются во взрывателях, детонирующих шнурах и т. п.

Бризантные ВВ (тротил, аммонит и др.) имеют высокую скорость взрывчатого разложения, но сравнительно небольшую чувствительность к ударам, искрам и трению, сравнительно безопасны в работе и достаточно широко распространены в строительстве в качестве зарядов.

Метательные ВВ (порох) имеют невысокую скорость взрывчатого разложения, и для рыхления грунтов применяются крайне редко.

К средствам взрывания относят приспособления для возбуждения взрыва: капсюли-детонаторы и электродетонаторы, огнепроводные и детонирующие шнуры, а также источники и проводники электрического тока: взрывные машинки, электрические батареи и аккумуляторы, электроосветительные сети и др.

Подготовленный к взрыванию заряд называется *горном*. В зависимости от расположения горна и эффекта взрыва различают заряды на выброс, на рыхление и на образование камуфлета — полости внутри тела грунта (рис. 6.7, *а—в*).

При рыхлении грунта взрывами необходимо так рассчитать мощность зарядов, места и глубину их расположения, чтобы избежать возможности образования камуфлетов и выбросов земли.

Шпуровые заряды в плане размещают по рядовой или шахматной схеме. Одиночные шпуровые заряды применяют для дробления камней (негабаритов), обычно составляющих 8...15 % от взорванного объема, а также для корчевки пней. После закладки ВВ верхнюю часть шпура заполняют забойкой — песчано-глинистой смесью, а затем песком или буровой мелочью (рис. 6.7, *г*, *д*).

Для образования выемок большого размера вместо шпуровых используют скважинные заряды, отличающиеся от шпуровых только тем, что для размещения зарядов выбуривают скважины большего диаметра и глубины, чем шпуры.

При взрывании скважинных зарядов может быть применена схема взрывания «Вертикальный вруб», по которой в поперечном направлении располагают пять рядов скважинных зарядов. Через 0,025 с после взрыва центрального ряда зарядов взрываются заряды средних рядов, а через 0,05 с — крайних рядов.

При рыхлении грунтов на больших площадях могут закладываться щелевые заряды (рис. 6.7, *е*, *ж*). Используя щели в качестве

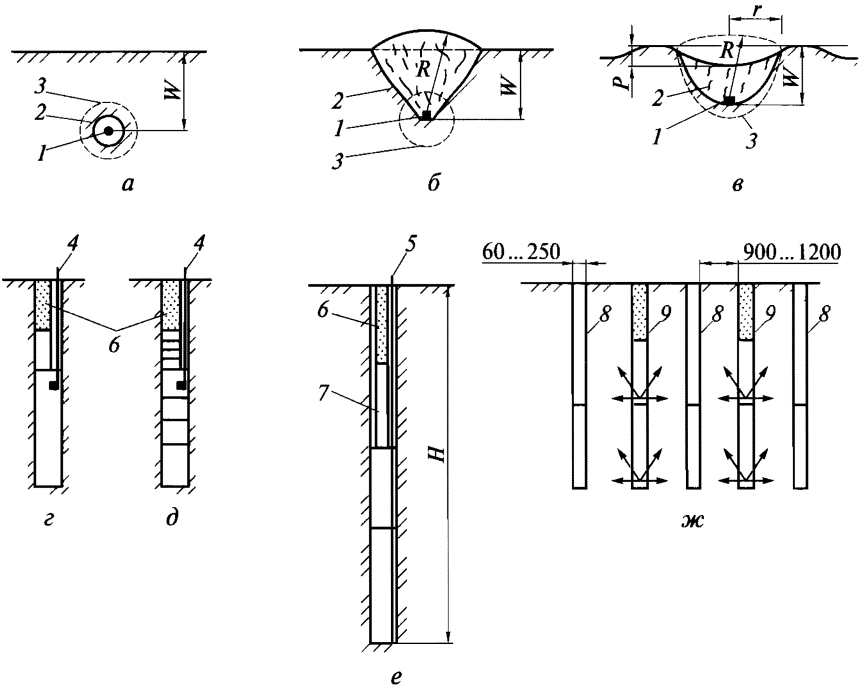


Рис. 6.7. Схема закладки зарядов ВВ:

а — на камуфлет; *б* — на рыхление; *в* — на выброс; *г*, *д* — шпуровых; *е*, *ж* — щелевых; *1* — патронированный заряд; *2* — зона полного разрушения грунта; *3* — зона деформации грунта; *4* — капсюль-детонатор; *5* — детонирующий шнур; *6* — забойка; *7* — заряд ВВ россыпью; *8* — компенсирующая щель; *9* — зарядная щель; *r* — радиус воронки взрыва или радиус рыхления (выброса); *R* — радиус окружности верхнего основания воронки; *W* — кратчайшее расстояние от центра заряда до обнаженной поверхности, или линия наименьшего сопротивления (ЛНС); *P* — глубина воронки взрыва; *H* — глубина скважины

дополнительных плоскостей скольжения можно значительно увеличить производительность труда и снизить расход ВВ.

Щели нарезаются буровыми или дискофрезерными машинами на глубину (0,9...0,95) *H*, из трех щелей заряжается только средняя, крайние и промежуточные щели служат для компенсации сдвига грунта во время взрыва и для снижения сейсмического эффекта взрыва. При взрывании грунт дробится, не повреждая стенок выемки.

Взрывные работы выполняются на участках, расположенных вдали от жилых и промышленных зданий при глубине разрыхления грунта не менее 1 м. Каждый участок разделяется на три захватки, на которых в последовательном порядке выполняются: подготовка захватки к взрыванию, взрывание и экскавация взорванного грунта.

Перед началом взрывных работ должна быть установлена площадь опасной зоны. Для укрытия взрывников, проводящих взрывы, технического персонала, присутствующего при этом, и для установки рубильника или взрывной машинки при электровзрывании устраиваются специальные блиндажи-убежища.

Сигналы о предстоящем взрыве подаются звуковые с помощью сирены, колокола и световые — днем красными флажками, а ночью — фонарями с красным светом.

Обнаруженные невзорвавшиеся заряды ВВ (отказы) необходимо ликвидировать до проведения каких-либо других работ в забое. Ликвидация отказов в шпурах производится взрыванием заряда ВВ в новом шпуре, пробуренном рядом и параллельно отказавшему шпуру на расстоянии не менее 30 см.

После ликвидации отказов, если таковые имели место, лицо надзора обязано тщательно осмотреть забой для выявления возможных обвалов, и только после устранения их допускаются рабочие для разборки взорванной породы.

Механическое рыхление. Это рыхление осуществляют за счет динамического или статического воздействия на слои грунта толщиной до 1 м. К динамическому воздействию прибегают при необходимости рыхления мерзлых и других высокопрочных грунтов. Различают рыхление раскалыванием и сколом.

Рыхление раскалыванием на глубину 0,5...0,7 м обычно осуществляют экскаватором с навесным молотом свободного падения. Для этого клин-молот подвешивают к стреле драглайна (рис. 6.8, *а*).

Стрелу устанавливают под углом не менее 60°, что обеспечивает достаточную высоту падения молота. При применении молотов свободного падения из-за динамической перегрузки быстро изнашиваются трос, тележка и отдельные узлы машины; кроме того, от ударного воздействия на грунт колебания его могут вредно воздействовать на расположенные вблизи сооружения.

Рыхление сколом применяют при глубине рыхления более 1,0 м. Дизель-молот является навесным оборудованием к экскаватору (рис. 6.8, *б*, *в*), трактору-погрузчику и трактору.

Рыхлить прочный грунт дизель-молотом можно по двум технологическим схемам. По первой схеме дизель-молот рыхлит слой, двигаясь зигзагом по точкам, расположенным в шахматном порядке с шагом 0,8 м. При этом сферы дробления от каждой рабочей стоянки сливаются между собой, образуя сплошной разрыхленный слой, подготовленный для последующей разработки. Вторая схема требует предварительной подготовки открытой стенки забоя, разрабатываемого экскаватором; после этого дизель-молот устанавливают на расстоянии примерно 1 м от бровки забоя и наносят им удары по одному месту до тех пор, пока не произойдет скол глыбы прочного грунта. Затем дизель-молот перемещается вдоль бровки, повторяя эту операцию.

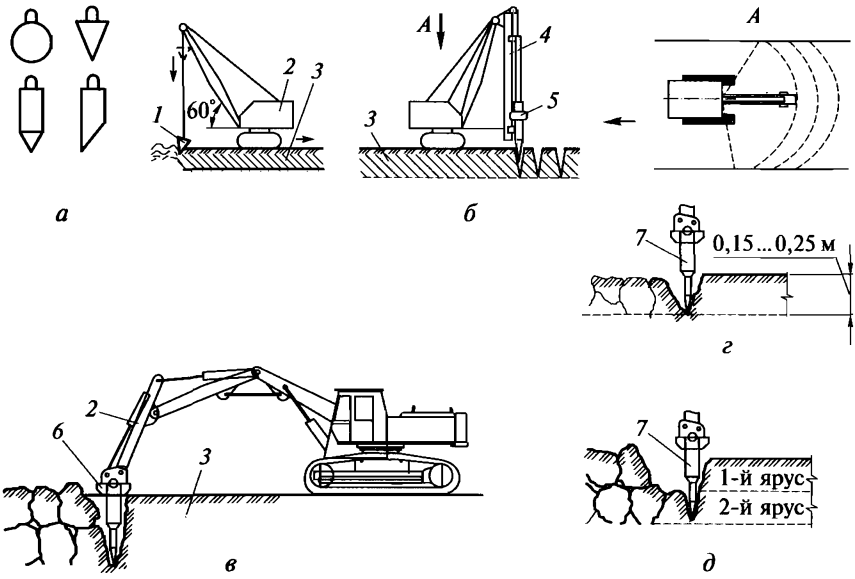


Рис. 6.8. Рыхление грунта динамическим воздействием:

а — молотом свободного падения; *б*, *в* — дизель-молотом и гидромолотом; *г*, *д* — разработка грунта на глубину 1-го и 2-го ярусов; *1* — молот; *2* — экскаватор; *3* — разрыхляемый слой грунта; *4* — направляющая штанга; *5* — дизель-молот; *6* — гидромолот; *7* — отбойный молоток

Ударные рыхлители хорошо работают в условиях, когда для грунта характерны не пластичные, а хрупкие деформации, способствующие его раскалыванию под действием удара.

При небольших и рассредоточенных объемах работ иногда для рыхления грунта применяют бурильные (отбойные) молотки, подключаемые к компрессорам, способным обеспечивать подачу 1 м^3 сжатого воздуха в минуту на молоток. Рабочие рыхлят грунт ярусами толщиной 0,15...0,25 м (рис. 6.8, *г*, *д*).

Статическое воздействие основано на создании в грунте режущего усилия. Для этого применяют специальное оборудование, у которого режущее усилие ножа создается за счет тягового усилия экскаватора или трактора-тягача. Чаще используются тракторы, которые могут производить послойную проходку грунта на больших площадях на глубину 0,3...0,4 м с помощью плугов.

В противоположность ударным статические рыхлители хорошо работают в условиях, когда пластические деформации в грунте значительны, а его механическая прочность понижена. Рыхлители такого типа могут быть прицепными и навесными — на заднем мосту трактора. Очень часто их используют (агрегируют) совмест-

но с бульдозером, который может в этом случае попеременно рыхлить и разрабатывать грунт (при поднятом рыхлителе).

В зависимости от мощности двигателя и механических свойств грунта число зубьев такого бульдозерно-рыхлительного агрегата колеблется от 1 до 5, причем чаще всего пользуются одним зубом. Рыхлят грунт параллельными (примерно через 0,5 м) проходками с последующими поперечными проходками.

Для повышения производительности бульдозерно-рыхлительных агрегатов предлагается придерживаться следующих рекомендаций:

рыхление по возможности производить под уклон;

при уборке разрыхленной породы для улучшения условий работы оставлять слой неубранной породы толщиной 5...7 см;

при рыхлении мерзлых грунтов удалять снежный покров.

Осушение площадки и рабочих мест. Отвод поверхностных вод (верховодки) обычно осуществляют за счет устройства водоотводных канав или обваловывания с нагорной части площадки (рис. 6.9, *а*).

При значительном притоке грунтовых вод устраивают открытые или закрытые дренажи. Открытые дренажи представляют собой канавы, на дно которых укладываются слои фильтрующего

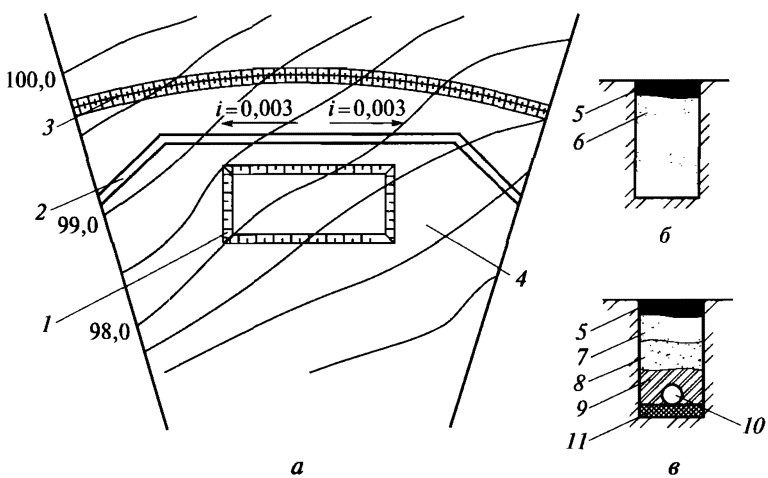


Рис. 6.9. Водоотвод с помощью:

а — обвалования площадки; *б* — обычного дренажа; *в* — дренажа с перфорированной трубой; *i* — уклон; *1* — котлован; *2* — водоотводная канава; *3* — земляное обволование; *4* — строительная площадка; *5* — местный грунт; *6* — дренирующий материал; *7*, *8* — соответственно мелко- и крупнозернистый песок; *9* — гравий; *10* — перфорированная (с отверстиями) труба; *11* — уплотнительный слой

материала: крупнозернистого песка, щебня или гравия. Закрытые дренажи (рис. 6.9, *б*, *в*) — это траншеи, разрабатываемые ниже уровня сезонного промерзания грунта и засыпаемые послойно фильтрующими материалами. По дну дренажа можно укладывать перфорированную трубу для отвода воды.

Для защиты от притока воды могут использоваться стенки из замороженного грунта или противофильтрационные экраны.

Искусственное замораживание (рис. 6.10, *а*) осуществляют с помощью охлажденного до отрицательной температуры раствора солей (хлористый кальций и др.). Для этого в пробуренные скважины опускают замораживающие колонки, состоящие из двух труб: внутренней и наружной с закрытым торцом. Между этими трубами пропускают солевой раствор (хладагент), охлажденный ниже требуемой температуры грунта. Грунт возле стенок наружной трубы замерзает и, постепенно увеличиваясь в диаметре, образует ледяную завесу.

Тиксотропный противофильтрационный экран (рис. 6.10, *б—г*) может быть устроен после забивки шпунта из металлических или деревянных пластин. Затем отдельные шпунтины-инъекторы постепенно извлекают, а на их место нагнетают раствор бентонитовой глины, обладающий водоотталкивающими свойствами.

Суспензия бентонитовой глины может нагнетаться в щели, прорезаемые специальными машинами — барами или подаваться через скважины под большим давлением с помощью водовоздушной струи. Суспензия размывает щель в грунте и заполняет ее.

Грунтобетонные стенки (рис. 6.10, *д*) устраиваются так. В грунт погружают буровые штанги с режущими и перемешивающими лопастями, через них нагнетается водоцементная суспензия. При обратном подъеме штанг с вращением лопасти раскрываются, грунт перемешивается с суспензией и в дальнейшем затвердевает, образуя противофильтрационную завесу.

При разработке выемок может применяться открытый отлив или искусственное понижение уровня грунтовых вод.

Осушение выемки открытым водоотливом применяется при небольшом притоке воды и заключается в том, что подошве выемки придается небольшой уклон (рис. 6.11) к огороженному приямку (зумпфу) размерами 1×1×1 м. Воду из приямков откачивают насосами: поршневыми при небольшом притоке воды; центробежными для чистой воды; диафрагмовыми для загрязненной воды.

Откачанная из зумпф-колодца вода отводится по трубам или лоткам. При большом притоке воды стенки котлованов крепят.

Несмотря на простоту и экономичность открытого водоотлива, проведение работ при этом способе может быть осложнено постоянным присутствием воды и возможным нарушением структуры грунта стенок. Поэтому часто приходится использовать искусственное понижение уровня грунтовых вод с помощью иглофильтров (рис. 6.12), погружаемых в грунт по периметру котлована.

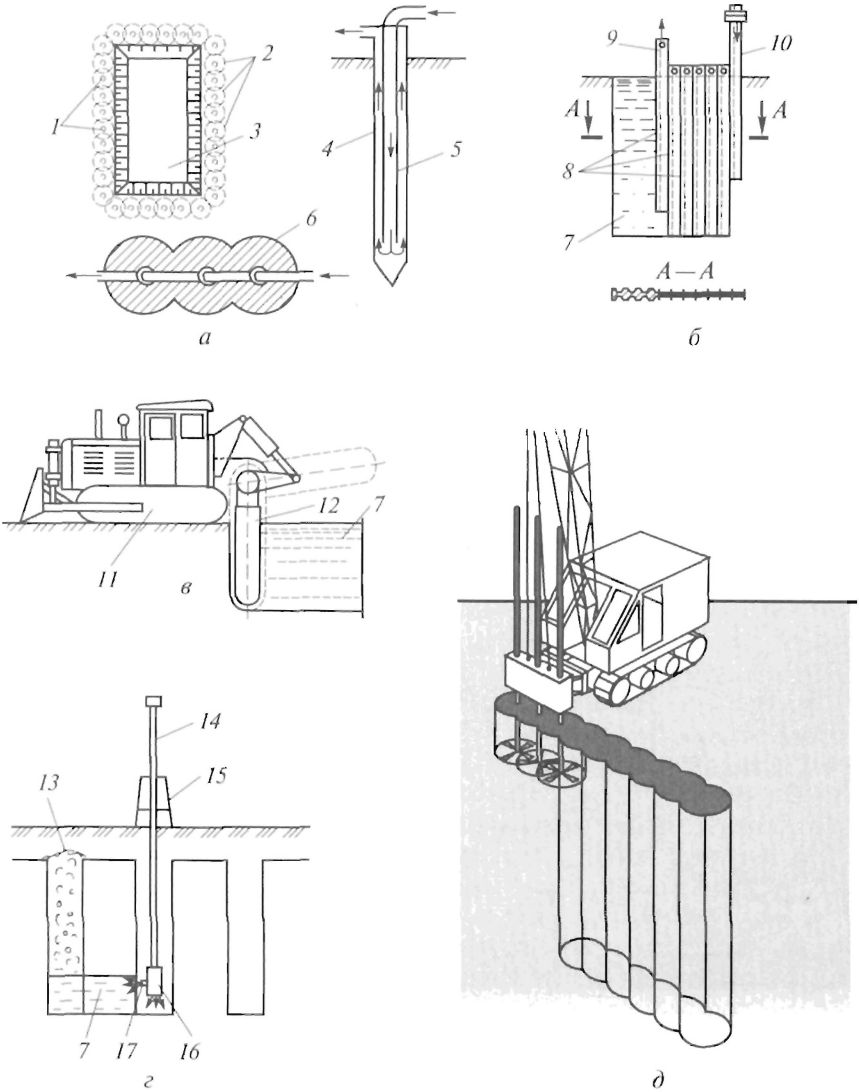


Рис. 6.10. Искуственное ограждение выемок от грунтовых вод:

а **— схема замораживания грунта;** ***б*** **— устройство противофильтрационного экрана с применением шпунтин-инъекторов;** ***в, г*** **— устройство противофильтрационного экрана с применением баровых машин и водовоздушной струи;** ***д*** **— устройство грунтобетонного экрана;** ***1*** **— замораживающие колонки;** ***2*** **— столбы смерзшегося грунта;** ***3*** **— котлован;** ***4*** **— наружная труба; 5 — внутренняя труба;** ***6*** **— поверхность замороженного грунта; 7 — суспензия;** ***8*** **— трубы для подачи суспензии;** ***9*** **— шпунтина, извлекаемая из грунта;** ***10*** **— шпунтина, погружаемая в фунт;** ***11*** **— трактор;** ***12*** **— рабочий орган с барами;** ***13*** **— вытесненный на поверхность грунт;** ***14*** **штанга;** ***15*** **— направляющая;** ***16*** **— инъекторная головка;** ***17*** **— мониторная головка**

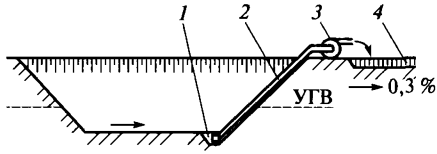


Рис. 6.11. Открытый водоотлив:

1 — зумф-колодец; *2* — рукав; *3* — насос; *4* — лоток

В легких иглофильтровых установках (ЛИУ) вода откачивается через одну трубу обычными методами, в эжекторных иглофильтровых установках (ЭИУ) каждый иглофильтр состоит из двух труб, вода, наоборот, закачивается и, проходя по специальному приспособлению — эжектору, создает разряжение воздуха (рис. 6.12, *в*, *д*).

Эжекторными иглофильтрами уровень грунтовых вод (депрессионная кривая) может быть понижен до 18 м, легкими — до 5 м. Поэтому легкие иглофильтры иногда ставят в два и три яруса.

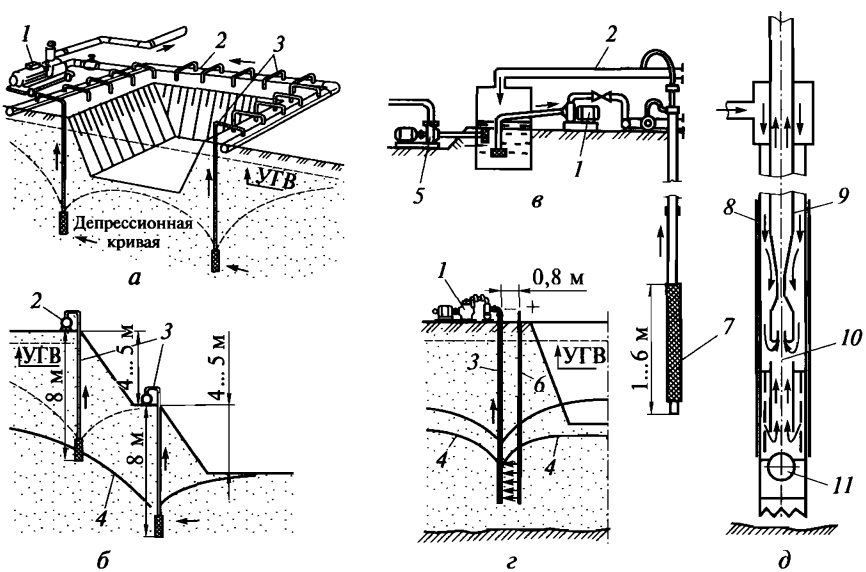


Рис. 6.12. Схемы иглофильтровых установок:

а — котлован с легкими иглофильтрами в один ярус; *б* — то же, в два яруса; *в*, *д* — эжекторная иглофильтровая установка и фильтровое звено; *г* — схема электроосушения; *1* — рабочий насос; *2* — водоотводный коллектор; *3* — иглофильтр; *4* — уровень грунтовых вод после осушения; *5* — низконапорный насос; *6* — стальной стержень (анод); *7* — фильтровое звено; *8* — труба наружная; *9* — труба внутренняя с эжекторным устройством; *10* — вакуум; УГВ — уровень грунтовых вод; *11* — шаровой клапан

В грунтах с низким коэффициентом фильтрации можно использовать явление электроосмоса, для чего необходимо на расстоянии 0,5...1,0 м от иглофильтров забить металлические стержни или трубы и подключить их к положительному полюсу источника постоянного тока (аноду), а иглофильтры — к отрицательному (катоду). От анода к катоду начинает идти направленный ток, под действием которого в грунте перемещается вода (рис. 6.12, *г*).

При необходимости понижения грунтовых вод на 20 м и более могут применяться колодцы с артезианскими насосами.

Искусственное укрепление слабых грунтов. При строительстве зданий на основаниях, не способных в естественном состоянии обеспечить требуемую прочность, устойчивость, водонепроницаемость, производят их искусственное укрепление различными физико-химическими способами: нагнетанием (инъекцированием) затвердевающих или вступающих в химическую реакцию с частицами грунта реагентов; тепловой или электрической обработкой грунтового массива; механическим воздействием в целях уплотнения грунта; комбинацией этих способов (например, электрохимической обработкой).

Химический способ (силикатизация) применяется при закреплении песчаных грунтов. Используется следующая технологическая схема выполнения процесса:

в грунт погружаются металлические трубы, имеющие перфорированные отверстия для нагнетания раствора;

под давлением 0,5...1,5 МПа в трубы нагнетается смесь жидкого стекла. Погружение инъекторов и нагнетание закрепляющих реагентов производится в шахматном порядке.

При закреплении мелких песков в грунт нагнетается раствор карбомидной смолы и соляной кислоты. Процесс нагнетания в этом случае носит название смолизация — после превращения частиц песка в камневидную массу скважины тампонируются (закупориваются) глиной или местным перемятым грунтом.

Термический обжиг применяют для закрепления суглинистых грунтов. Используется следующая технологическая схема:

на всю глубину закрепления грунта пробуриваются скважины;

в скважине сжигается топливо. Под воздействием раскаленных газов, имеющих температуру до 1 100 °С, вокруг скважины образуется столб обожженного грунта диаметром до 8 м и прочностью до 1 МПа. Таким способом можно укрепить грунт на глубину до 15 м.

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

Электрохимический способ отличается от электрического тем, что одновременно с электрическим воздействием в грунт вводят растворы химических добавок, увеличивающие проводимость тока. Интенсивность процесса закрепления грунта возрастает.

Цементация и битумизация заключаются в инъекцировании в грунт цементных растворов или разогретых битумов. Эти способы применяют для пористых грунтов с высоким коэффициентом фильтрации, а также трещиноватых скальных пород.

Процесс цементации пластичных и текучих грунтов получил новое развитие под названием «Геокомпозит». Особенность метода — уплотняющий раствор нагнетается через инъекторы в грунт на глубину 4...6 м под давлением, значительно превышающим нагрузку от возводимого сооружения. В процессе нагнетания раствора в слабых местах происходит гидроразрыв массива грунта и дальнейшее его уплотнение. Застывший раствор в радиусе до 5 м от инъектора образует армирующий каркас, напоминающий корни дерева, армирующим скелетом которого является затвердевший раствор, а «матрицей» — уплотненный грунт.

Технология процесса включает в себя два этапа:

устройство по периметру укрепляемого участка вертикального защитного экрана;

создание жесткого армированного массива на глубину 4...6 м от уровня поверхности грунта. Помимо улучшения водозащитных и прочностных характеристик грунты приобретают более однородные физико-механические свойства, так как под одним и тем же давлением нагнетания слабые грунты уплотняются в большей степени, чем более прочные.

Механический способ укрепления грунтов имеет следующие разновидности: поверхностное уплотнение укаткой, трамбованием или вибрированием и глубинное уплотнение за счет устройства грунтовых свай, песчаных дрен, грунтовых подушек.

Поверхностное уплотнение грунтов ведут при их влажности, близкой к оптимальной (см. табл. 6.1), при которой достигается наибольший эффект уплотнения. Уплотнение грунта производится послойно. Толщина слоя зависит от вида грунта и типа грунтоуплотняющих средств. Наиболее эффективно уплотнять связные грунты укаткой и трамбованием, а несвязные — вибрационным и комбинированным воздействиями (виброукаткой, вибротрамбованием и т.д.).

При поверхностном уплотнении грунта укаткой чаще всего используют пневматические катки с водяными балластными емкостями. При укатке связных грунтов рекомендуется использовать ребристые или кулачковые катки. Для уплотнения комковых связных грунтов могут быть использованы решетчатые катки. Для отделки поверхности, укатанной ребристыми, кулачковыми и ре-

шетчатыми катками, следует производить прикатку одним-двумя проходами катков с гладкими вальцами (рис. 6.13, *в*).

Трамбование грунта осуществляется при небольших объемах работ. Используются навесные трамбовки, подвешенные к стреле экскаватора, трамбующие машины, и пневмо- или электротрамбовки. Тяжелыми навесными трамбовками массой более 1 т часто уплотняют основание под фундаментную плиту на глубину до 1 м (рис. 6.14, *а*). Их поднимают краном с решетчатой стрелой и бросают с высоты 3,5...4,0 м. Способ прост, но требует длительной подготовки. При трамбовании экскаватор уплотняет полосу грунта шириной до 1,5R, где R — радиус вылета стрелы.

При подготовке оснований под столбчатые фундаменты может быть применен способ вытрамбовывания котлованов с уширением основания. Сущность этого способа состоит в том, что котлованы под отдельные фундаменты не отрывают, а вытрамбовывают на необходимую глубину, с последующим втрамбовыванием в дно получившегося углубления щебня, песка и т.п. После этого монолитные фундаменты бетонируют без опалубки в распор со стенками выемки.

Для вытрамбовывания котлованов под сборные фундаменты основания не уширяют, поэтому трамбовки должны ударять несколько раз (от 10 до 20) строго по одному месту. Для этого на стреле экскаватора устанавливается направляющая мачта длиной до 12 м и каретка, обеспечивающая скольжение трамбовки по направляющей мачте. Трамбовку изготовляют из листовой стали по форме будущего котлована высотой 1...3,5 м и заполняют бетонной смесью.

В результате вытрамбовывания под котлованом и вокруг него образуется зона уплотненного грунта, в пределах которой полностью исчезают просадочные свойства грунта, повышаются его прочностные характеристики.

Такой способ является достаточно простым и довольно эффективным, позволяющим сократить объемы земляных работ в 3—5 раз, снизить расход бетона и металла, уменьшить стоимость и трудоемкость выполнения процесса в 2—3 раза.

Трамбующие машины (рис. 6.14, *б*) обеспечивают эффективное уплотнение связных грунтов на глубину до 1м. Несвязные пес-

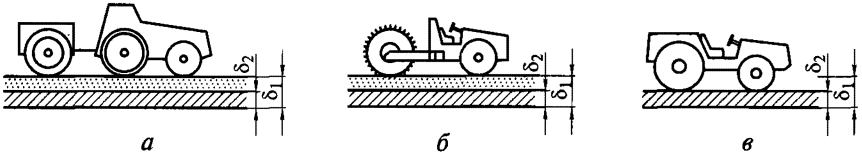


Рис. 6.13. Виды катков:

а — прицепной пневмоколесный; *б*, *в* — самоходные с кулачковыми и гладкими металическими вальцами; δ_1 и δ_2 — толщина слоев грунта до и после уплотнения

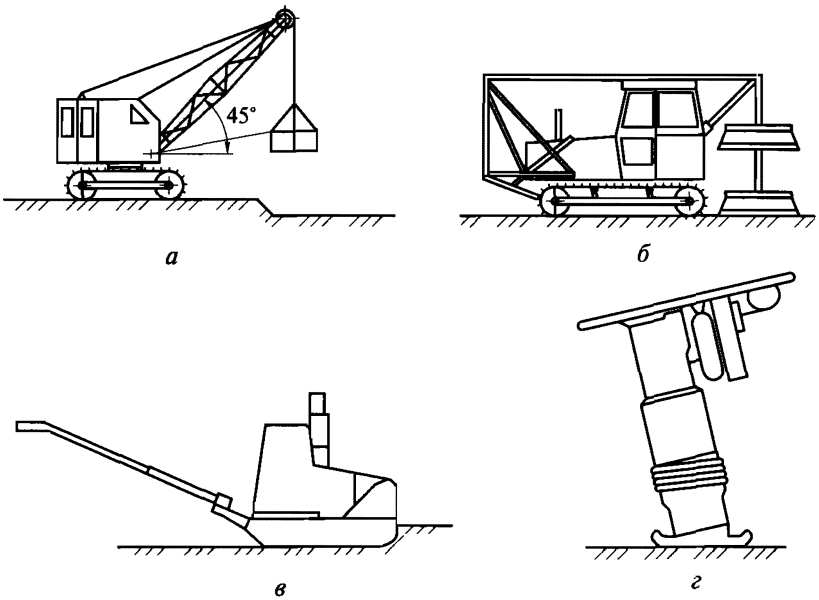


Рис. 6.14. Уплотнения грунтов:

а — навесными трамбовками; *б* — трамбующими машинами; *в* — самопередвигающимися виброплитами; *г* — пневмотрамбовками

чаные грунты, как правило, не трамбуют, так как вблизи от места трамбующего удара грунт разуплотняется.

Рабочим органом трамбующей машины служат две круглые плиты, подвешенные рядом на подъемных канатах сзади трактора. Плиты диаметром 1 м, массой до 1,5 т поочередно поднимаются канатами на высоту до 1,3 м и свободно падают на поверхность грунта.

Несвязные, малосвязные песчаные и обломочные грунты при ограниченных размерах уплотняемого участка на глубину до 0,5 м можно уплотнять виброплитами (рис. 6.14, *в*), рабочим органом которых является плита, вибрирующая под действием возбуждающих сил, развиваемых вибраторами.

Пневматическими и электрическими трамбовками (рис. 6.14, *г*) уплотняют грунты в стесненных условиях. Грунт предварительно должен быть разровнен слоями толщиной 0,1...0,2 м.

Грунт уплотняют полосами, перекрываемыми последующими проходками на 10 % ширины башмака. Число проходов по одному следу устанавливают опытным трамбованием в зависимости от требуемой проектом степени плотности грунта.

Устройство грунтовых подушек заключается в замене слабого грунта основания более прочным, для чего слой слабого грунта удаляют, отсыпают прочный грунт с послойным уплотнением.

Большого эффекта можно добиться, если после удаления слоя слабого грунта расстелить по дну котлована геосинтетическую сетку или объемную решетку и засыпать ее грунтом с последующим трамбованием. Полимерная сетка или решетка будет выполнять в грунте армирующую роль, повышать прочность основания, а также его устойчивость к воздействию агрессивных сред.

Устройство оснований способом отсыпки грунтовых подушек следует производить с соблюдением следующих требований:

отсыпка каждого последующего слоя разрешается только после проверки качества уплотнения предыдущего слоя;

не допускается отсыпка грунта на промороженный слой;

толщина отсыпаемых слоев должна приниматься в зависимости от данных, полученных при опытном уплотнении.

Глубинное виброуплотнение грунтов применяют при залегании слабого грунта на глубину 10...30 м. Сущность метода состоит в погружении в грунт подвешенного на стреле крана вибропогружателя с одновременной подачей воды под давлением 0,3...0,6 МПа; под действием собственной массы виброустановка погружается на заданную глубину.

Полный цикл (продолжительностью 15 мин) уплотнения песчаной толщи в одной точке состоит из 4—5 чередующихся погружений и подъемов виброустановки. Места погружений располагают через 2—3 м по квадратной или треугольной сетке.

Слабые водонасыщенные грунты (торфы и т. п.) можно уплотнить временной нагрузкой. Но такое уплотнение занимает длительное время. Для сокращения времени консолидации грунта используют вертикальные песчаные дрены. С помощью виброустановки в грунт погружают обсадную трубу с раскрывающимся инвентарным башмаком. В трубу засыпают песок и заливают водой с одновременным вибрированием трубы. Под воздействием вибрации насыщенный водой песчаный грунт становится подвижным и уплотняется.

После изготовления дрен завозят грунт и с помощью бульдозера укладывают его слоем расчетной толщины, выполняющим роль временной обжимающей нагрузки. Через 3...5 мес нагрузку удаляют и приступают к возведению фундамента.

Лессовые грунты можно уплотнять замачиванием, заливая водой предварительно пробуренные в дне котлована поглощающие скважины, заполненные дренирующим материалом, и поддерживая уровень воды в котловане на высоте 0,3...0,8 м.

Для ускорения процесса уплотнения в скважинах взрывают с интервалом в несколько секунд заряды ВВ, подвергая замоченный грунт многократному динамическому воздействию.

Временное крепление боковых стенок выемок. Обычно при возведении земляных сооружений их боковые стенки устраивают таким образом, чтобы угол откоса был меньше угла естественного

откоса. Однако очень часто, особенно в городских условиях, устроить откосы невозможно. Кроме того, при намокании, даже при правильно выполненных откосах верхняя часть выемки может обрушиться. Такие случаи происходят из-за того, что при намокании грунта его угол естественного откоса может резко измениться (например, у глины с 45 до 15°, у суглинка с 50 до 20° и т.д.).

В таких условиях необходимо наряду с ограничением притока воды укреплять стенки земляных сооружений (рис. 6.15).

В зависимости от вида и состояния грунта допускается отрывать временные выемки с вертикальными стенками без крепления на глубину не более:

1 м — в насыпных, песчаных и крупнообломочных грунтах;

1,25 м — в супесях;

1,5 м — в суглинках и глинах.

При большей глубине во избежание обрушения вертикальные стенки выемок следует укреплять. Установка креплений также обязательна при влажных грунтах и наличии грунтовых вод, так как даже пологие откосы могут сползти из-за разжиженности грунта.

Временные крепления должны быть прочными и устойчивыми, надежно воспринимать давление грунта и нагрузки от складируемых возле бровки материалов и машин без деформаций, легко собираться и разбираться, не стеснять рабочие места и обеспечивать безопасное ведение строительных процессов.

Конструкции креплений включают в себя забирку из досок или щитов и удерживающих их упоров. Элементы забирки могут устанавливаться горизонтально или вертикально, с просветами (прозорами) или плотно друг к другу. В трудных гидрогеологических

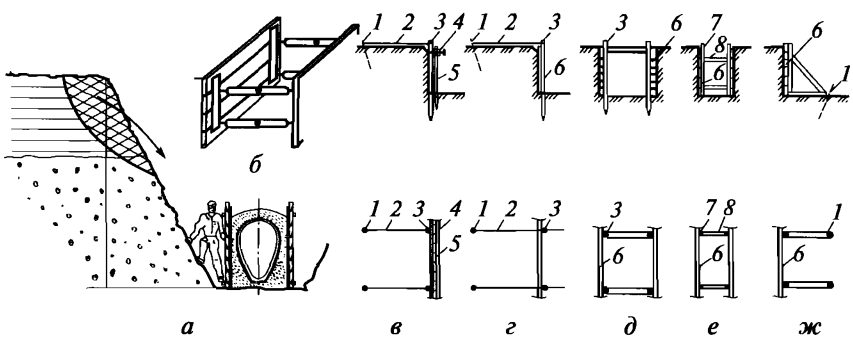


Рис. 6.15. Крепление грунта от обрушения:

а — схема обрушения верхней части откоса при намокании; *б* — инвентарные трубчатые распорные рамы; *в* — шпунтовое; *г* — консольное; *д* — консольно-распорное; *е* — распорное; *ж* — подкосное; *1* — анкерная свая; *2* — оттяжка; *3* — маячная свая; *4* — направляющая свая; *5* — шпунтовое ограждение; *6* — щиты (доски); *7* — стойки распорной рамы; *8* — распорка

условиях могут устраиваться сплошные забивные ограждения из деревянного или металлического шпунта.

В зависимости от способа удержания забирки в рабочем положений чаще применяют следующие типы креплений (рис. 6.15, *б—ж*): распорное, шпунтовое, консольное, консольно-распорное, распорное, подкосное.

Распорное (рамное) крепление — наиболее простое, применяется при устройстве траншей глубиной до 4 м в сухих или маловлажных грунтах. Оно состоит из стоек, досок или щитов и распорок, прижимающих доски или щиты к стенкам траншеи.

Наиболее эффективны инвентарные распорные рамы благодаря их малой массе и легкости монтажа. На необходимую ширину их устанавливают поворотом муфт с винтовой нарезкой.

При отрывке траншей распорные крепления устанавливают экскаватором непосредственно при отрывке выемки. Экскаватор устанавливает блоки и по мере углубления траншеи придавливает ковшом их верхние торцы (см. рис. 5.7).

Крепление консольного типа состоит из стоек, заземленных в грунте глубже дна выемки. Они служат опорами для щитов, непосредственно воспринимающих давление грунта. Крепление консольного типа целесообразно при глубине выемки до 5 м.

В траншеях значительной глубины используют консольно-распорное крепление, отличающееся от консольного тем, что между стойками в верхней их части устанавливают распорки, или консольно-анкерное (безраспорное), когда на значительном расстоянии от бровки на глубине около 3 м забивают якоря, к которым растяжками прикрепляют верхние концы консольных стоек.

Подкосные крепления применяют при отрывке котлованов значительных размеров в плане. Они состоят из щитов или досок, прижатых стойками и раскрепленными подкосами и упорами. Такие крепления применяют редко, так как они стесняют работы внутри котлована.

6.4. Определение объемов земляных масс

Объемы земляных масс подсчитывают многократно: в процессе проектирования — по чертежам, при выполнении строительных процессов — по натуральным замерам.

Объемы грунта измеряют кубическими метрами плотного тела. Для некоторых процессов (планировка и т.д.) объемы могут измеряться квадратными метрами поверхности.

Подсчет объемов разрабатываемого грунта сводится к определению объемов различных геометрических фигур. При этом допускается, что объем грунта ограничен плоскостями и отдельные неровности не влияют на точность расчета.

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

Объем котлована (рис. 6.16) вычисляют по формуле

$$V_к = \frac{H}{6}\left[(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1\right],$$

где H — глубина котлована; a, b — длины сторон котлована у основания; a_1, b_1, — длины сторон котлована поверху ($a_1 = a + 2Hm$; $b_1 = b + 2Hm$); m — коэффициент откоса.

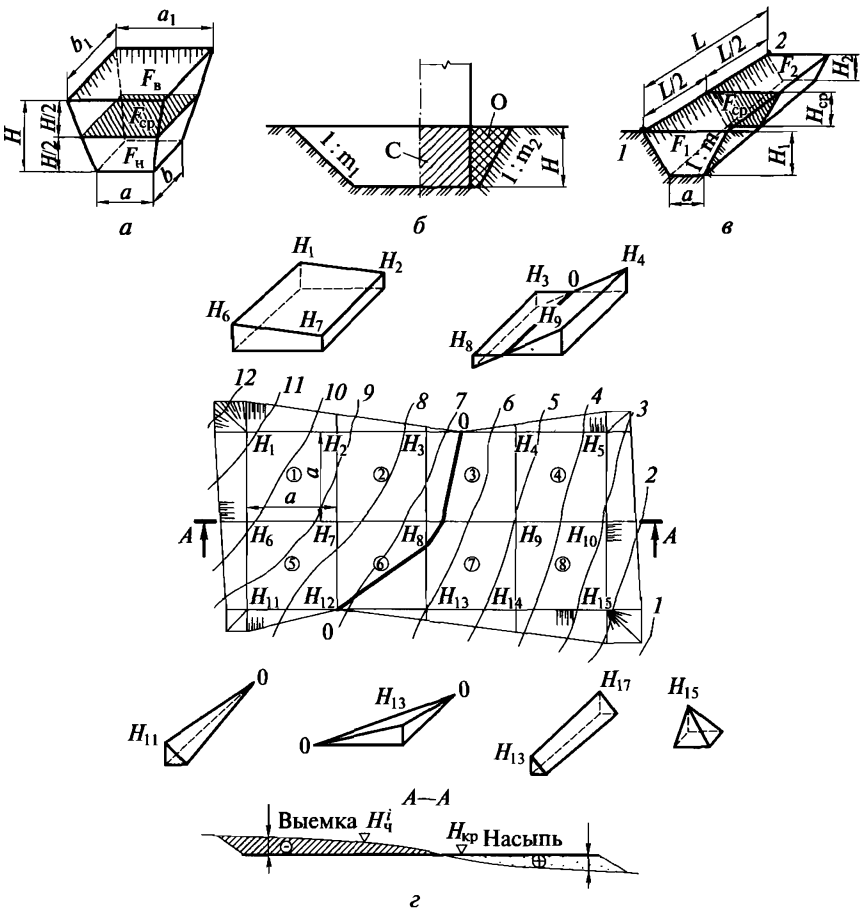


Рис. 6.16. Схемы определения объемов земляных работ:

а, *в* — геометрические схемы определения объема соответственно котлована и траншеи; *б* — разрез котлована; *г* — план площадки с откосами (с линией нулевых работ и схематическим представлением геометрических фигур для определения объемов разрабатываемого грунта); С — сооружение; О — обратная засыпка

При отрывке ям под отдельно стоящие фундаменты иногда используют формулу

$$V_к = \frac{H}{3}(F_н + F_в + \sqrt{F_н F_в}),$$

где $F_н$ и $F_в$ — соответственно площади котлована по дну и поверху.

Для определения объема обратной засыпки пазух котлована, когда объем его известен, нужно из объема котлована вычесть объем подземной части сооружения (рис. 6.16, *б*):

$$V_{об.з} = V_к - a'b'H,$$

где a', b' — размеры здания в плане.

При расчете объемов траншей и других линейно протяженных сооружений их продольные профили делят на участки между точками перелома. Для каждого такого участка объем траншеи вычисляют отдельно, после чего их суммируют. Так, объем траншеи на участке между пунктами *1* и *2* (рис. 6.18, *в*)

$$V_{1-2} = (F_1 + F_2)\ L_{1-2}/2 \text{ (завышенный)}$$

или

$$V_{1-2} = F_{ср} L_{1-2} \text{ (заниженный)},$$

где F_1, F_2 — площади поперечного сечения в соответствующих пунктах продольного профиля, определяемые как $F = aH + H^2m$; $F_{ср}$ — площадь поперечного сечения на середине расстояния L_{1-2}.

Более точно

$$V_{1-2} = [F_{ср} + m(H_1 - H_2)^2/12]L_{1-2}$$

или

$$V_{1-2} = [F_1/2 + F_2/2 - m(H_1 - H_2)^2/6]L_{1-2}.$$

Для получения объемов планировочных работ всю площадь на плане с горизонталями делят на элементарные участки, затем суммируют объемы работ по ним. В качестве элементарных участков обычно применяют квадраты со стороной 10...100 м. Чем спокойней рельеф местности, тем больше сторона квадрата.

В вершинах *i*-квадратов подсчитывают рабочие отметки

$$h_i = H_{кр} - H_ч^i,$$

где $H_{кр}$ — проектная отметка планировки (красная); $H_ч^i$ — отметка поверхности земли (черная). Рабочие отметки со знаком плюс указывают на необходимость устройства насыпи, отметки со знаком минус — выемки.

Между двумя вершинами с рабочими отметками разного знака всегда находят такую точку, в которой рабочая отметка равна 0, в этой точке не требуется никаких земляных работ. Расстояние от

этой точки до вершин, имеющих соответствующие рабочие отметки H_8 и H_9 (рис. 6.16, *г*), находят по правилу пропорциональности сторон подобных треугольников:

$$X_8 = aH_8/(H_8 + H_9),$$

где X_8 — расстояние нулевой точки от вершины, имеющей отметку H_8; a — сторона квадрата между вершинами с рабочими отметками H_8 и H_9.

Соединяя нулевые точки, получают линию нулевых работ, отделяющую зону планировочной выемки от зоны планировочной насыпи (линия 0—0 на рисунке 6.16, *г*). Объемы выемок или насыпей, заключенные в отдельных квадратах или в их частях, рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 6.5.

В том случае когда $H_{кр}$ не задана, имеется возможность выполнить планировочные процессы более экономично, соблюдая *нулевой баланс*, т.е. перераспределяя земляные массы на площадке, без завоза недостающего или вывоза лишнего грунта.

Отметка планировки в этом случае определяется по формуле

$$H_0 = \left(\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4\right)/4n,$$

где $\sum H_1$ — сумма черных отметок вершин, принадлежащих одному квадрату; $\sum H_2$, $\sum H_4$ — суммы черных отметок, общих соответственно для двух и четырех квадратов; n — число квадратов.

При установлении средней планировочной отметки необходимо учесть объем грунта дополнительных выемок и насыпей $V_{в.д}$ и

Таблица 6.5

Расчетные формулы для определения объемов при вертикальной планировке

Фигура	Расчетная формула
Целый элементарный квадрат	$V = F(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)/4$
Фигуры, отсекаемые нулевой линией:	
треугольник	$V = Fh_3/3$
трапеция	$V = F(h_4 + h_9)/4$
пятиугольник	$V = F(h_9 + h_{14} + h_{13})/5$
Элементы откосов:	
угловой типа четырехгранной призмы	$V = m^2h_{15}^3/3$
боковой типа призматоида	$V = ma(h_{13}^2 + h_{14}^2)/4$
боковой типа трехгранной призмы	$V = mah_{11}^2/4$

Примечание. F — площадь в плане соответствующей фигуры; m — коэффициент заложения откоса.

$V_{н.д}$, разрабатываемых на площадке, включая объемы откосов, а также разрыхление грунтов. Скорректированная средняя отметка планировки $H_{ср}$ при нулевом балансе:

$$H_{ср} = H_0 + \frac{V_в K_{о.р} + V_{в.д}(1 + K_{о.р}) - V_{н.д}(1 + K_{о.р})}{F + F_{в.д} K_{о.р}},$$

где $V_в$ — объем грунта выемки, м^3; $K_{о.р}$ — коэффициент остаточного разрыхления, выраженный в десятичных дробях; F — площадь площадки, м^2; $F_{в.д}$, $F_{н.д}$ — площади дополнительных выемок и насыпей, м^2.

После определения $H_{ср}$ вычисляют рабочие отметки h. При заданном уклоне площадки i корректируют рабочие отметки с учетом уклона и расстояния l до центра площадки:

$$h' = h \pm il.$$

Трудоемкость выполнения основных планировочных процессов зависит, кроме объемов земляных масс, от средней дальности перемещения грунта из выемки в насыпь. При определении средней дальности перемещения грунта в основном применяют метод статических моментов и средневзвешенных величин.

Методом статических моментов определяют координаты центров тяжести объемов выемки и насыпи, относительно прямоугольной системы координат, в качестве осей которой обычно принимают стороны планируемой площадки (Г—А и Г—В на рис. 6.17, *а*).

Суммарные статические моменты относительно той или иной оси получают как сумму моментов, найденных путем умножения объемов работ в каждом из элементарных участков на расстояние

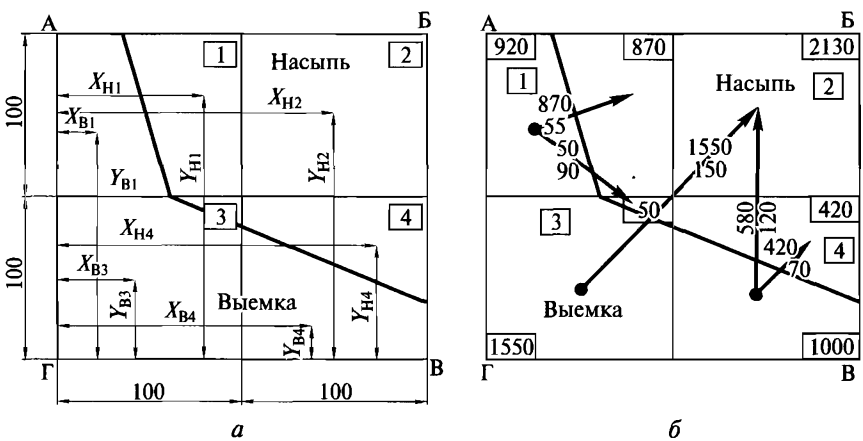


Рис. 6.17. Определение средней дальности перемещения грунта методами: *а* — статических моментов; *б* — средневзвешенных величин

от центра тяжести объема работ в пределах этого участка до оси координат. Координаты приведенных центров тяжестей объемов выемок и насыпей подсчитывают отдельно по формулам:

$$L_{вx} = \sum M_{вx} / \sum V_в;\ L_{вy} = \sum M_{вy} / \sum V_в;$$

$$L_{нx} = \sum M_{нx} / \sum V_н;\ L_{нy} = \sum M_{нy} / \sum V_н.$$

Средняя дальность перемещения грунта:

$$L_{ср} = \sqrt{(L_{вx} - L_{нx})^2 + (L_{вy} - L_{нy})^2}.$$

При определении средней дальности перемещения грунта по средневзвешенным величинам (рис. 6.17, *б*) определяют объемы перемещаемого грунта и фигуры в пределах элементарных площадок (квадратов). Намечают центры тяжести выемок и насыпей, направления и объемы перемещения грунта по принципу — из ближней фигуры — в ближнюю, из дальней — в дальнюю.

Средняя дальность перемещения грунта

$$L_{ср} = \sum V_i l_i / \sum V_i,$$

где V_i и l_i — объемы и расстояния перемещения грунта по элементарным площадкам соответственно. На рис. 6.17, *б*

$$L_{ср} = \frac{870 \cdot 55 + 50 \cdot 90 + 1550 \cdot 150 + 580 \cdot 120 + 420 \cdot 70}{870 + 50 + 1550 + 580 + 420} = 110 \text{ м}.$$

Для повышения оперативности и качества проектирования процессов переработки грунта можно с успехом использовать ЭВМ.

6.5. Технические средства для механической разработки грунта и области их применения

При разработке грунта в качестве ведущих машин обычно принимаются одноковшовые экскаваторы, оборудованные сменными ковшами: обратная лопата, прямая лопата, драглайн, грейфер, планировочным и погрузочным ковшом.

Выбору механизмов для разработки грунта должен предшествовать технико-экономический анализ их эффективности в конкретных условиях производства с учетом затрат материально-технических, энергетических и трудовых ресурсов, а также времени для полного выполнения технологического процесса. Рекомендации по применению одноковшовых экскаваторов, выявленные в результате практического опыта, рассмотрим на основании схем, приведенных на рис. 6.18:

Обратная лопата (рис. 6.18, *а*) — основной вид оборудования экскаваторов. При применении обратной лопаты за счет включения в работу всей массы экскаватора возникают большие усилия

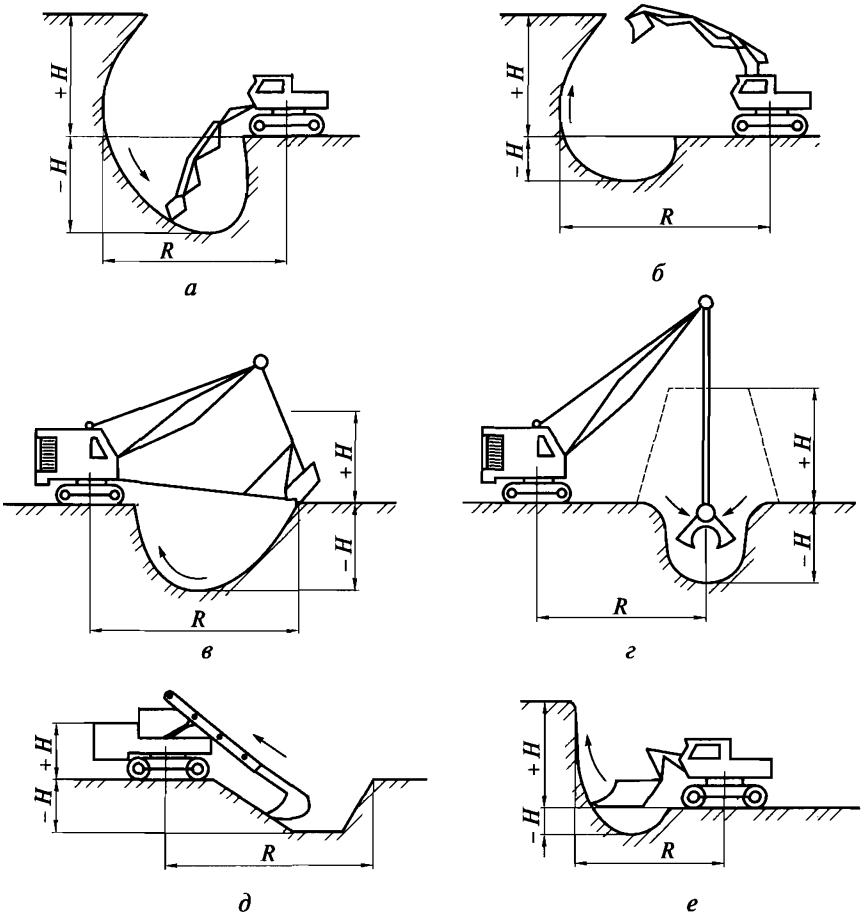


Рис. 6.18. Схемы работы экскаваторов циклического действия, оборудованных:

а, *б* — обратной и прямой лопатами; *в*, *г* — ковшами «драглайн» и «грейфер»; *д*, *е* — планировочным и погрузочным ковшами

резания. Экскаватор размещается выше забоя, что позволяет разрабатывать мокрые и обводненные грунты.

Прямая лопата (рис. 6.18, *б*) применяется при вскрышных работах и разработке выемок значительных размеров. В связи с разработкой грунта выше уровня стоянки ее можно использовать при отсутствии грунтовых вод или незначительном их притоке.

Драглайн (рис. 6.18, *в*) применяется при отрывке больших и глубоких котлованов (в том числе обводненных). За счет заброса ковша глубина и радиус копания оказываются значительно больше, чем у прямой и обратной лопат.

Грейфер (рис. 6.18, *г*) может применяться при разработке грунтов, расположенных ниже и выше стоянки экскаватора, при отрывке в мягком грунте глубоких и узких выемок, для погрузки и разгрузки сыпучих и кусковых материалов.

Планировочный ковш (рис. 6.18, *д*) наиболее эффективен при установке на экскаваторах с телескопической стрелой. За счет механизма выдвижения стрелы можно осуществлять разработку грунта, планировку и зачистку откосов и дна выемки.

Погрузочный ковш (рис. 6.18, *е*) применяется для разработки, погрузки, перемещения и складирования сыпучих и кусковых материалов. Экскаваторы, оборудованные погрузочными ковшами, за счет высокой проходимости и маневренности с успехом используются при разработке грунтов в стесненных условиях.

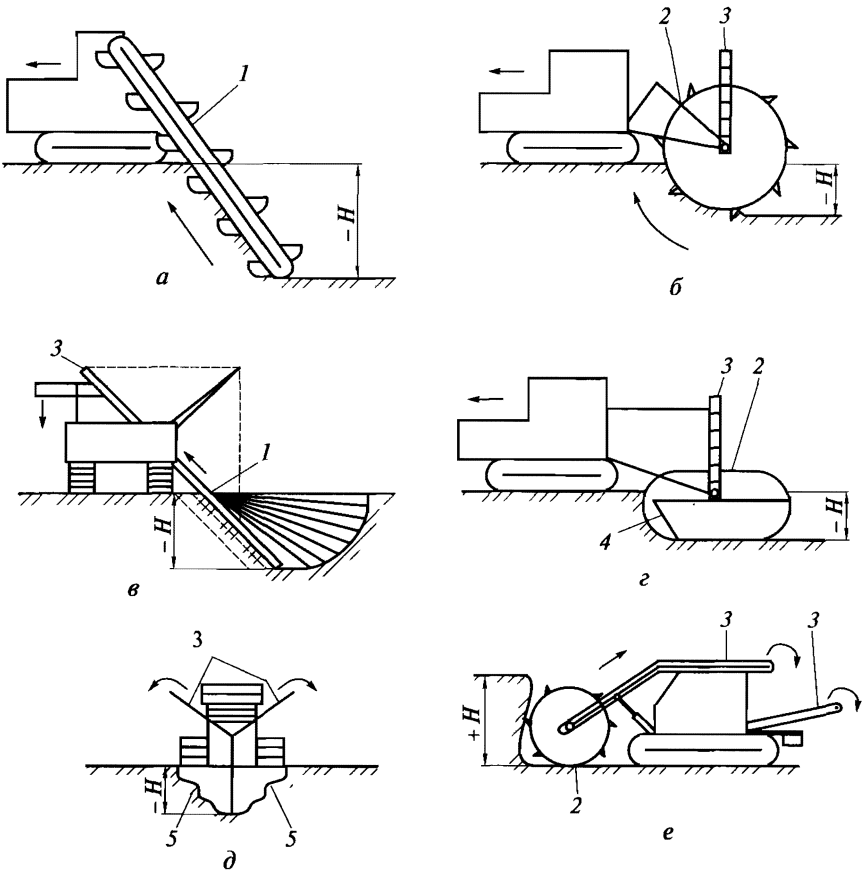


Рис. 6.19. Схемы работы экскаваторов непрерывного действия:

а, *б* — продольного копания цепного и роторного; *в* — поперечного копания; *г*, *д* — плужно- и шнекороторного; *е* — роторного стрелового; *1*, *2* — рабочие органы цепной и роторный; *3* — транспортер; *4* — плужный отвал; *5* — шнек

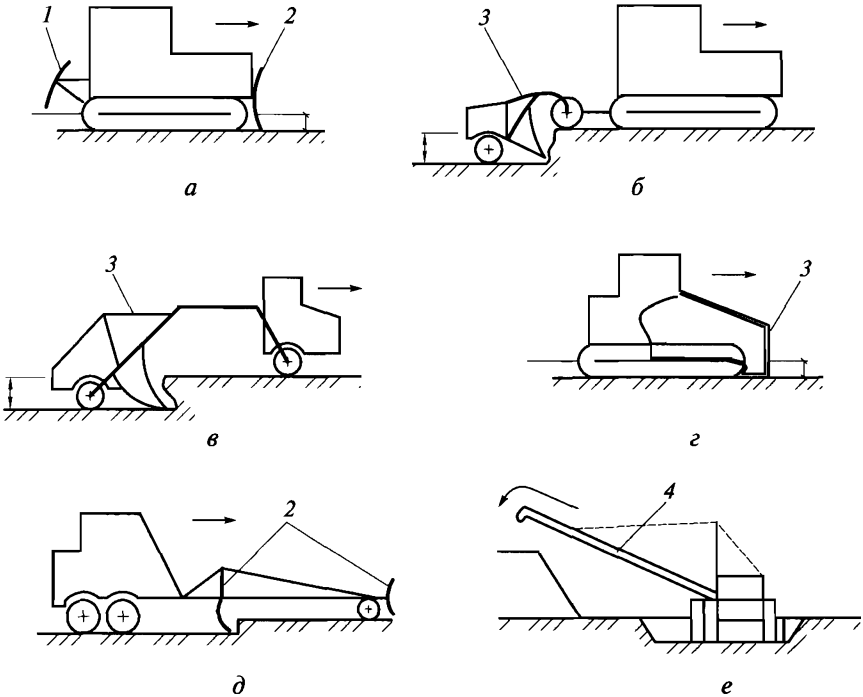


Рис. 6.20. Схемы работы землеройно-транспортных машин:

а — бульдозера; *б*, *в* — прицепного и самоходного скреперов; *г* — скрепера с ковшом перед кабиной; *д* — грейдера; *е* — грейдер-элеватора; *1* — рыхлитель; *2* — отвал; *3* — ковш; *4* — транспортер

При разработке выемок большой протяженности применяют экскаваторы непрерывного действия (рис. 6.19):

цепные экскаваторы продольного копания (рис. 6.19, *а*) используют при проходке траншей постоянного сечения. Экскаваторное оборудование в виде движущейся цепи с насаженными ковшами монтируется на базе колесных или гусеничных тракторов;

роторные экскаваторы продольного копания (рис. 6.19, *б*) обеспечивают отрывку траншей прямоугольного профиля глубиной до 3 м без дополнительных доработок;

экскаваторы поперечного копания (рис. 6.19, *в*) используют для работы в карьерах, а также при отрывке котлованов в мелиоративном строительстве и планировке откосов крупных земляных сооружений в немерзлых грунтах;

плужно-роторные (рис. 6.19, *г*) и двухроторные экскаваторы используют для копания каналов и траншей глубиной до 2 м;

шнекороторные экскаваторы (рис. 6.19, *д*) используют в мелиоративном строительстве. Благодаря их устройству осуществляется окончательное профилирование канала;

роторные стреловые экскаваторы (рис. 6.19, *е*) используют при вскрышных работах в карьерах. Их также привлекают для работы на крупных складах насыпных материалов, на подземных работах, возведении насыпей, дамб и плотин.

В качестве землеройно-транспортных машин используют бульдозеры, скреперы и грейдеры, способные разрабатывать и укладывать грунт в насыпь, а также проводить его планировку.

Бульдозеры (рис. 6.20, *а*) — универсальные землеройно-транспортные машины, способные разрабатывать грунт и перемещать его на расстояние до 100 м.

Скреперы прицепные (рис. 6.20, *б*) и полуприцепные применяются для разработки талых грунтов при дальности возки до 1 000 м.

Самоходные скреперы (рис. 6.20, *в*) применяют при планировочных работах, а также при разработке грунта с дальностью возки 1 000...2 000 м.

В самоходных скреперах с ковшом, расположенным впереди кабины (рис. 6.20, *г*), существенно повышается проходимость агрегата, что позволяет использовать их при работе в мокрых грунтах.

Прицепные и самоходные грейдеры (рис. 6.20, *д*) используют при планировочных и профилировочных работах на строительстве дорог и других объектов транспортного строительства.

Грейдер-элеваторы (рис. 6.20, *е*) применяют для разработки и отсыпки грунта в дорожном строительстве.

6.6. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами

Общие положения. Наибольший объем земляных работ в строительстве (45 %) выполняется одноковшовыми экскаваторами: на пневмоколесном ходу (стандартный ковш 0,15...0,65 м^3), на гусеничном ходу (стандартный ковш 0,25...2,5, реже до 4 м^3).

Индекс (марка) современного экскаватора содержит сведения о его основных характеристиках (рис. 6.21). Например, ЭО-3322АТ — экскаватор одноковшовый, универсальный, третьей размерной группы, на пневмоколесном ходу, с жесткой подвеской оборудования, модель 2, первая модернизация в тропическом исполнении.

Рабочую зону экскаватора, включая место стоянки транспортных средств, называют *забоем*, перемещение экскаватора при разработке грунта — *проходкой*. Значение перемещения экскаватора при смене места стоянки называется *длиной передвижки*. Забои бывают лобовыми и боковыми, проходки — продольными и поперечными. В зависимости от количества проходок по высоте выемки различают одно-, двух- и трехъярусную разработку грунта.

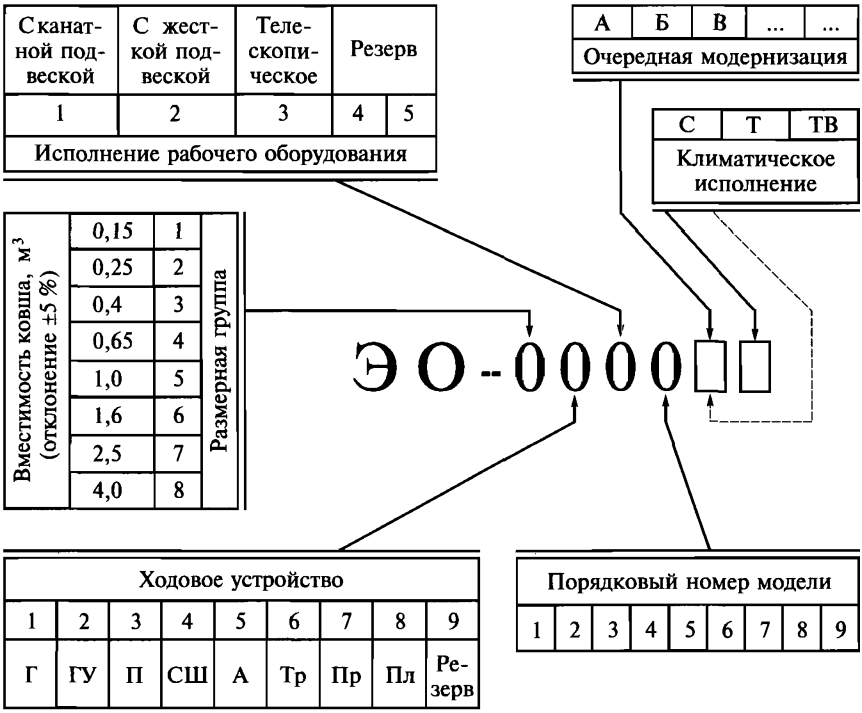


Рис. 6.21. Схема маркировки одноковшовых универсальных экскаваторов:

ЭО — экскаватор одноковшовый универсальный; С — северное исполнение; Т — тропическое исполнение; ТВ — тропическое влажное исполнение; Г — гусеничное ходовое устройство с минимально допускаемой поверхностью гусениц; ГУ — гусеничное ходовое устройство с увеличенной поверхностью гусениц; П — пневмоколесное ходовое устройство; СШ — специальное шасси автомобильного типа; А — шасси грузового автомобиля; Тр — трактор; Пр — прицепное ходовое устройство; Пл — плавучее ходовое устройство

Рабочий цикл экскаватора имеет пять основных операций: набор грунта, перемещение, разгрузка ковша в отвал или транспортное средство, обратный поворот, опускание ковша для последующего набора грунта. Для уменьшения времени цикла экскаваторщики при погрузке грунта в транспортное средство обычно совмещают четвертую и пятую операции, при отсыпке грунта в отвал — вторую и третью.

Производительность одноковшового экскаватора выражается следующей формулой:

$$П_э = TqK_н K_в / T_ц K_р,$$

где T — время работы машины; q — геометрическая вместимость ковша; $K_н$, $K_в$, $K_р$ — коэффициенты наполнения ковша, исполь-

зования времени в течение смены, разрыхления грунта соответственно; $T_ц$ — время цикла экскавации.

Производительность можно повысить за счет:

сокращения продолжительности цикла ($T_ц$), совмещая рабочие операции, уменьшая угол поворота стрелы при разгрузке, разрыхляя грунт в период перерывов в подаче транспорта и т.д.;

увеличения объема грунта, разрабатываемого за один цикл, в случае применения ковшей повышенной вместимости (q), более полного ($K_н$) их заполнения («с шапкой») и т.д.;

увеличения коэффициента $K_в$ в процессе сокращения простоев (своевременное проведение профилактических работ, представление фронта работ, подвозка горючих и смазочных материалов и др.).

Подбор экскаватора и транспортных средств. Экскаватор можно подобрать по объему работ, заданным срокам выполнения работ или требуемым характеристикам машин. При учете объема работ можно руководствоваться следующими данными:

Объем работ, V, м^3	До 1 500	1 500... 5 000	5 000... 15 000	15 000... 20 000	Более 20 000
Вместимость ковша, q, м^3	0,15...0,35	0,35...0,5	0,5...1,0	1,0...1,5	1,5...2,5
Длина передвижки, $L_п$, м	1,0...1,25	1,25...1,5	1,5...1,75	1,75...2,0	2,0...2,5

При заданном сроке выполнения работ подбирают машину, способную выполнить работу в срок, по производительности:

$$П_э \geq Q / T,$$

где Q — объем работ; T — заданный срок.

При выборе экскаватора по требуемым техническим характеристикам учитывают параметры машины и условия работы.

Работа при максимальных вылетах стрелы (R_{max}) приводит к быстрому износу машины, поэтому принимаются оптимальные рабочие параметры (R_0), составляющие 90 %, показанные на рис. 6.22:

$$R_0 = 0{,}9 R_{max}.$$

При работе экскаватора с погрузкой грунта в транспортные средства число требующихся самосвалов

$$N = (T_п + 2L / v + T_р + T_м) / T_п,$$

где $T_п$, $T_р$, $T_м$ — продолжительность погрузки, разгрузки, маневров самосвала; L — расстояние перевозки; v — средняя скорость движения автомашины. Продолжительность погрузки

$$T_п = Н_{вр} n Q_{фак} / 100,$$

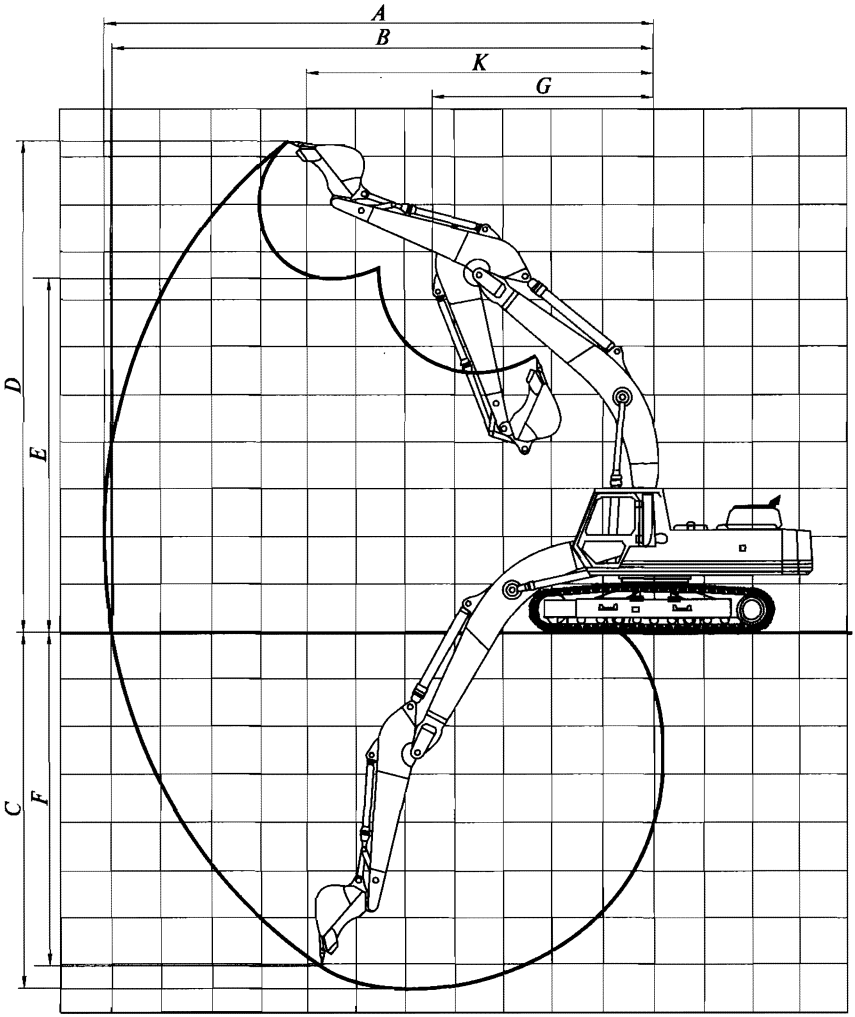


Рис. 6.22. Диаграмма основных технических параметров одноковшового экскаватора:

A — максимальный радиус резания; *B* — максимальный радиус копания; *C* — наибольшая глубина копания; *D* — максимальная высота копания; *E* — наибольшая высота разгрузки; *F* — наибольшая глубина резания; *G* — минимальный радиус разгрузки; *K* — радиус разгрузки при высоте *E*

где $Н_{вр}$ — норма времени на разработку грунта с погрузкой его в транспортные средства (ЕНиР Е2-1); *n* — количество ковшей, загруженных в самосвал; $Q_{фак}$ — объем грунта в ковше;

$$n = Q_с / \gamma Q_{фак},$$

где $Q_с$ — грузоподъемность самосвала; γ — плотность грунта.

Параметр

$$Q_{фак} = qK_н / K_р,$$

где q — геометрический объем ковша; $K_н$ — коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом, принимается равным от 1,0 до 1,2; $K_р$ — коэффициент разрыхления грунта (см. табл. 6.3).

При различных условиях выполнения технологического процесса стандартное рабочее оборудование экскаватора может быть заменено:

при повышенной прочности грунтов — установкой ковша меньшей емкости и более короткой стрелы;

при пониженной прочности грунтов — установкой ковша большей емкости и удлиненной стрелы;

при необходимости увеличения глубины копания — заменой стандартной рукояти стрелы удлиненной.

Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой (рис. 6.23), в основном используются при разработке выемок в сухих и маловлажных грунтах, что связано с необходимостью их съезда на дно выемки. Применяют лобовые или боковые проходки с погрузкой грунта в транспортные средства. Транспорт размещают под погрузку на расстоянии от экскаватора, превышающем радиус поворота его хвостовой части не менее чем на 1 м.

Для выезда и въезда транспорта устраивают наклонные пандусы. Длина заложения пандуса определяется по формуле

$$A = H / i,$$

где H — глубина выемки; i — уклон съезда, $i = 10...15\,\%$.

Набор грунта в забое стараются выполнять на средних радиусах резания; грунт набирают движением ковша снизу вверх максимально возможным по толщине слоем. При плотных грунтах ковш наполняют тонкой стружкой, возможно с повторным черпанием. В этом случае производительность экскаватора будет выше, чем при одиночном черпании и выбросе ковша с недобором.

Нормальная ширина проходки (см. рис. 6.23):

$$B = 2\sqrt{R_о^2 - L_п^2}.$$

Наряду с проходками нормальной ширины $(1,5...1,9)R_о$ могут применяться узкие до $1,5R_о$ и уширенные проходки $(2...2,5)R_о$. В зависимости от этого лобовые забои подразделяются на узкие, нормальные и уширенные. Из-за большого угла поворота стрелы, производительность экскаватора, работающего в узком забое, бывает ниже, чем при работе в нормальных и уширенных забоях.

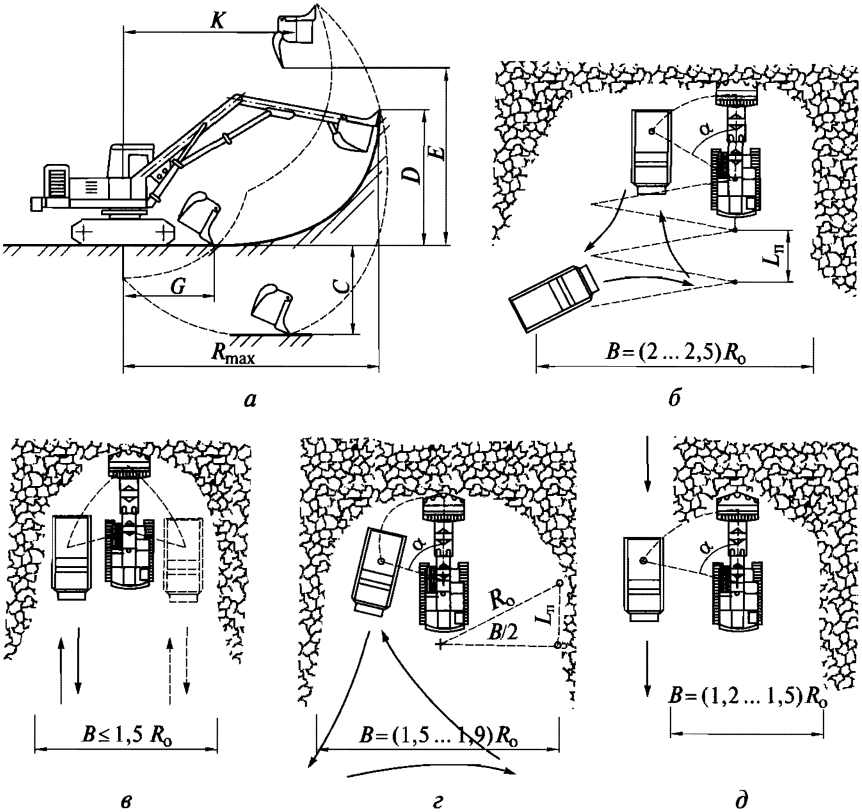


Рис. 6.23. Схемы разработки выемок экскаватором, оборудованным прямой лопатой:

а — общий вид; *б*, *в*, *г* — лобовые проходки узкая, нормальной ширины и уширенная соответственно; *д* — боковая проходка

При узкой и нормальной ширине забоя экскаватор перемещается прямолинейной осевой проходкой, при уширенной — по зигзагу. Разработку грунта в забое начинают со стороны выгрузки ковша, так как при обратном порядке ковш, двигаясь на выгрузку, будет задевать неотрытый на его пути грунт.

При глубоких выемках разработка ведется ярусами — уступами. Пионерная траншея (первая проходка) разрабатывается лобовым забоем. Дальнейшую разработку грунта рекомендуется выполнять боковыми проходками. Разработка грунта боковыми проходками (рис. 6.23, *д*) позволяет организовать непрерывное, сквозное движение транспортных средств, практически исключая их маневры. Транспорт подается под погрузку сбоку выработки, что уменьшает угол поворота стрелы экскаватора и способствует повышению

его производительности. Ширина боковой проходки оказывается меньше, чем лобовой нормальной на $(0{,}3...0{,}5)R_o$.

Недобор грунта может составлять при использовании обычного ковша 10 см, планировочного — 5 см. В случае перебора подсыпка должна быть выполнена местным грунтом с уплотнением до плотности грунта естественного основания или малосжимаемым грунтом с модулем деформации не менее 20 МПа.

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, разрабатывают выемки торцовыми (лобовыми) и боковыми проходками (рис. 6.24), располагаясь выше дна забоя, что позволяет использовать их при разработке увлажненных и мокрых грунтов, с погрузкой в транспортное средство или в отвал.

Транспорт может подаваться с одной или двух сторон. Глубина забоя определяется длиной рукояти стрелы. Ширина проходки при двухсторонней погрузке самосвалов $(1{,}6...1{,}7)R_o$, при односторонней — $(1{,}2...1{,}5)R_o$. При работе в отвал ширина проходки бывает меньше — $(0{,}5...0{,}8)R_o$.

При небольших и рассредоточных объемах земляных работ предпочтение следует отдавать экскаваторам на пневмоколесном ходу, оборудованным откидными упорами.

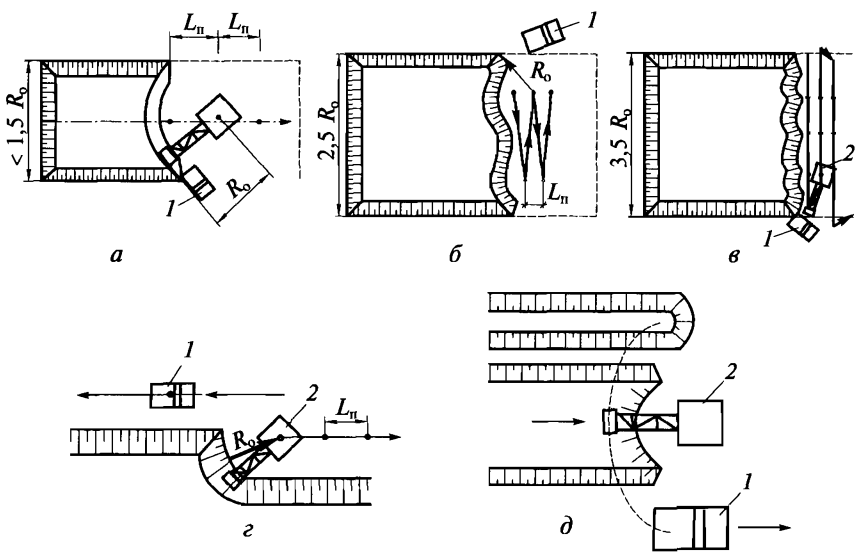


Рис. 6.24. Варианты проходки экскаватора, оборудованного обратной лопатой:

а — торцовая (лобовая); *б* — уширенная лобовая; *в* — поперечно-торцовая; *г* — боковая; *д* — торцовая с разгрузкой грунта в транспорт и в отвал; *1* — автосамосвал; *2* — экскаватор; $L_п$ — длина передвижки (1...2,5 м — расстояние, на которое передвигается экскаватор после разработки грунта с предыдущей стоянки)

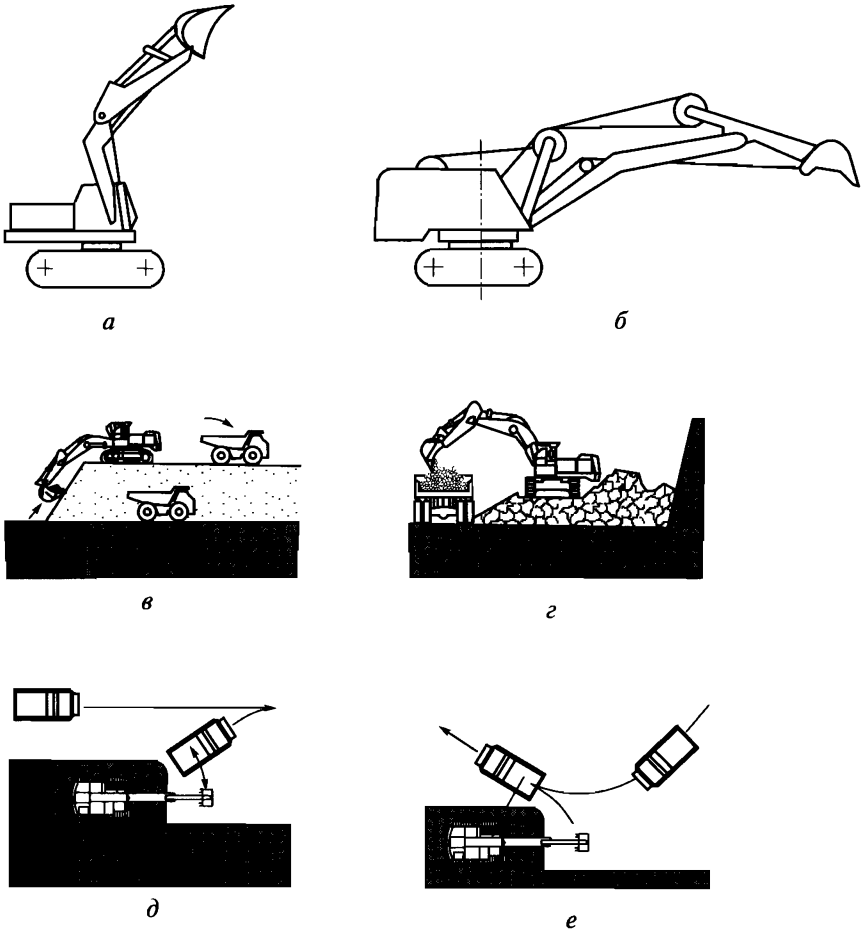


Рис. 6.25. Схемы разработки грунта экскаватором, оборудованным обратной лопатой:

а, *б* — с жесткой и гибкой подвеской; *в* — разработка грунта в материковом залегании с установкой транспорта выше и ниже стоянки экскаватора; *г* — разработка предварительно разрыхленного грунта; *д*, *е* — варианты подъезда автомашин

Для работы на слабых грунтах (заболоченных, переувлажненных и т. п.) обычно привлекают экскаваторы на гусеничном ходу с увеличенной опорной поверхностью гусениц, обеспечивающие низкое давление на грунт (0,017...0,02 МПа).

Сейчас на стройках используются экскаваторы, оборудованные обратной лопатой с жесткой и гибкой подвеской (рис. 6.25). Предпочтение, как правило, отдается боковым проходкам, автотранспорт при этом может подаваться под погрузку по верху или по дну выемки.

Экскаваторы с грейферным ковшом применяют при разработке узких и глубоких выемок (траншей, колодцев) в мягких и сыпучих грунтах, в том числе при высоком уровне грунтовых вод.

Экскаваторы с грейферным ковшом могут копать выемки с отвесными стенками, отгружая грунт в отвал или транспорт, а также производить обратную засыпку в стесненных условиях.

Ковш может быть закреплен на жесткой штанге или подвешен на решетчатой стреле экскаватора (рис. 6.26). В первом случае вре-

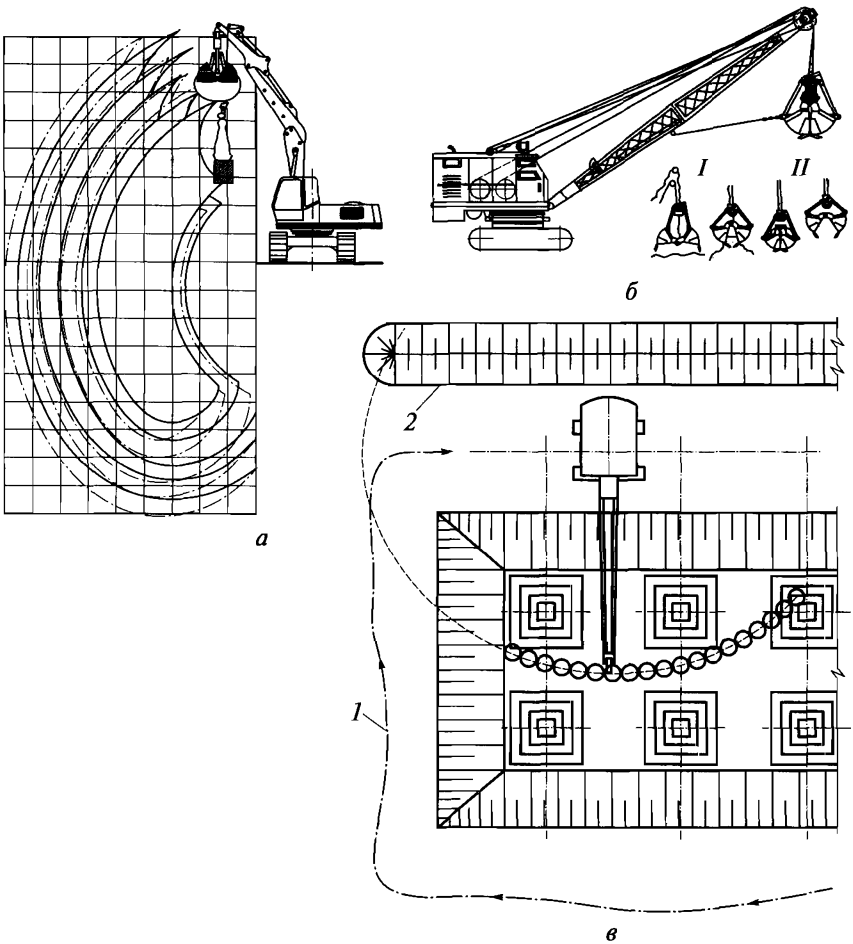


Рис. 6.26. Схемы разработки грунта экскаваторами, оборудованными грейферными ковшами:

а, *б* — установка грейфера на рукояти и решетчатой стреле; *в* — план участка работы; *I*, *II* — положение ковша при наборе грунта, подъеме и разгрузке грунта; *1* — путь экскаватора; *2* — отвал грунта перед послойным уплотнением

зание ковша в грунт осуществляется за счет гидравлических домкратов, с помощью которых можно разрабатывать плотные грунты независимо от массы грейфера.

Ковш, подвешенный на канатах, врезается в грунт за счет собственной массы и смыкает челюсти с помощью специальной полиспастной системы. Чем тяжелее ковш, тем глубже он врезается в грунт и тем более плотный грунт им можно разрабатывать, но тем меньше грунта им можно поднять при данной устойчивости экскаватора.

Гидравлическая система привода позволяет разрабатывать плотные грунты легкими ковшами, что дает возможность набирать в ковш больше грунта. В итоге производительность экскаватора с таким оборудованием значительно повышается.

Экскаваторами с гидравлическим приводом, оборудованными грейферными ковшами, емкостью 0,25...3,0 м^3, можно разрабатывать грунты I, II и III групп на глубину 25 м и более, для чего штанги грейферов удлиняют промежуточными вставками.

Для разработки грунта на глубине привлекают специальное оборудование, в котором штанги перемещаются внутри обоймы, навешенной на стрелу крана. Установки оснащаются плоскими широкозахватными грейферами, способными выбирать участки траншей длиной до 5 м и шириной до 1 м.

Драглайном разрабатывают грунт ниже уровня стоянки экскаватора. Эти экскаваторы могут иметь ковши емкостью до 20 м^3, однако в строительстве в основном используются машины, оборудованные ковшом емкостью 0,35...1,5 м^3 и стрелами длиной до 15 м.

Глубина и радиус копания грунта у драглайна значительно больше, чем у прямых и обратных лопат, по этой причине его используют для рытья сравнительно больших котлованов и траншей. Более того, длина стрелы драглайна может быть при необходимости увеличена дополнительными вставками (рис. 6.27).

Драглайн применяют при разработке грунта без съезда на дно выемки, поэтому наличие грунтовых вод на работу машины не влияет, использование драглайнов бывает особо эффективным при разработке больших выемок с высоким уровнем грунтовых вод.

При разработке мягких грунтов стандартный ковш с зубьями заменяют ковшом увеличенной емкости со сплошной режущей кромкой. Такими ковшами также удобно производить планировку площадей, зачистку и планировку откосов.

Как и экскаваторы, оборудованные обратной лопатой, драглайн может разрабатывать грунт в материковом залегании торцовой или боковой проходкой с разгрузкой в транспортные средства или в отвал. При торцовой проходке ось движения смещают от оси выемки в сторону транспортных путей (см. рис. 6.27).

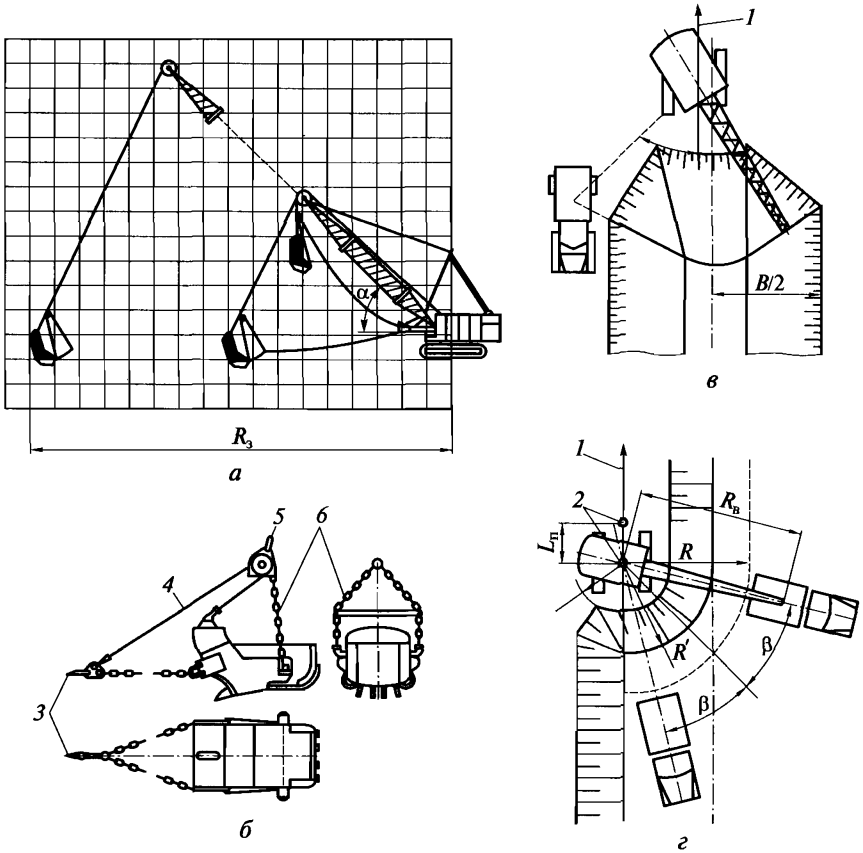


Рис. 6.27. Схемы разработки грунта драглайном:

а — общий вид; *б* — ковш драглайна; *в* — торцовая проходка; *г* — боковая проходка; *1* — ось движения экскаватора; *2* — места стоянок экскаватора; *3* — тяговый канат; *4*, *5* — опрокидывающий и подъемный канаты; *6* — подъемные цепи; $R_з$ — радиус заброса ковша

При работе экскаватора, оборудованного драглайном, процесс экскавации начинается с опускания ковша, которое происходит как свободное падение ковша под действием гравитационных сил (сил тяжести). Затем включается тяговый барабан лебедки, и ковш, врезаясь в грунт, набирает его стружкой до наполнения.

Поскольку ковш подвешен на канате, при загрузке его можно раскачать и забросить на расстояние R_3, превышающее длину стрелы, а при погрузке грунта использовать челночные способы работ.

Сущность челночных схем заключается в следующем: самосвалы устанавливают на дно резерва, выемки или котлована с таким

расчетом, чтобы погрузка в них грунта осуществлялась при минимальном угле поворота стрелы экскаватора. При этом различают две челночные схемы разработки и погрузки грунта:

набор грунта с боковых сторон; ковш проходит над кузовом в поперечном направлении с одной стороны на другую, как челнок, поэтому эта схема называется поперечно-челночной (рис. 6.28, *а*);

набор грунта перед задней стенкой кузова; ковш совершает челночное движение в продольном направлении, поэтому эта схема называется продольно-челночной (рис. 6.28, *б*).

Угол поворота стрелы экскаватора при поперечно-челночной схеме приближается к 20°, при продольно-челночной к 0°. Во время разгрузки движение ковша не прекращается, благодаря чему продолжительность цикла экскавации снижается на 20...26 %.

Обычно, после перехода на новую стоянку экскаватор начинает работать по поперечно-челночной схеме. По мере разработки грунта переходят на продольно-челночную схему.

Экскаваторы, оборудованные планировочными ковшами (стругами) (рис. 6.28, *в*) применяются для рытья выемок глубиною до

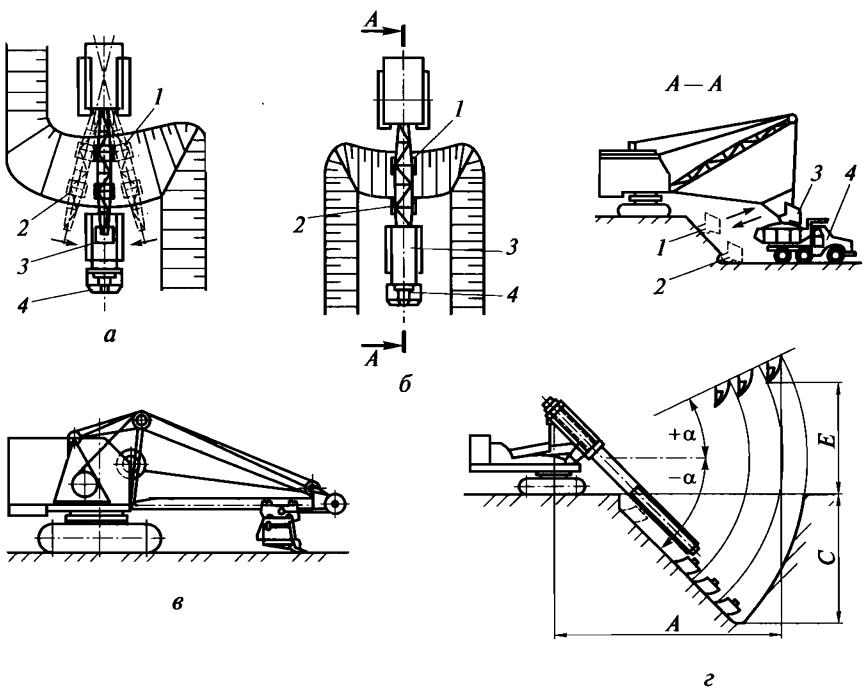


Рис. 6.28. Схемы разработки грунта:

а — поперечно-челночная; *б* — продольно-челночная; *в* — «от себя»; *г* — «на себя»; *1* — подъем ковша; *2* — опускание ковша при наборе грунта; *3* — разгрузка ковша; *4* — автосамосвал

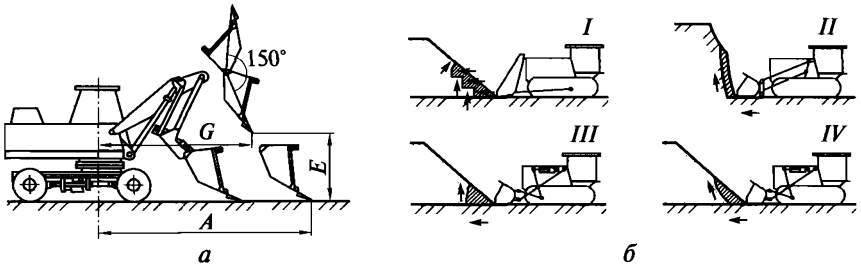


Рис. 6.29. Схемы разработки грунта одноковшовыми погрузчиками:
а — на пневмоходу; *б* — на гусеничном ходу

1,5 м, планировки площадей, дна и откосов котлована. Они могут послойно срезать грунт в радиусе 5,5...8,5 м, разгружать его в отвал или в транспортное средство на высоте 4—5 м.

Планировочный ковш отличается значительной шириной и чаще всего имеет режущую кромку без зубьев, способствующую более точному выполнению планировочных и зачистных процессов.

Недостатком планировочных ковшей (стругов) является их неэффективная экскавационная работа в качестве землеройного рабочего органа.

Экскаваторы с телескопической стрелой (рис. 6.28, *г*) работают по той же схеме, что и экскаваторы, оборудованные обратной лопатой. Это оборудование может с большим успехом использоваться как для зачистных, так и для обычных экскавационных работ, что является большим преимуществом при разработке мелких рассредоточенных земляных сооружений.

При использовании экскаваторов с телескопической стрелой стараются применять проходки с размещением транспортных средств на поверхности грунта.

Погрузчики, как и экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, работают выше уровня стоянки машины движением ковша от себя. Движение режущей кромки отвала по прямолинейной горизонтальной траектории позволяет планировать площадку.

Ковш наполняется ступенчатым, экскавационным, раздельным или совмещенным способами (рис. 6.29, *I—IV*) соответственно.

При ступенчатом способе несколько последовательных однократных внедрений ковша сочетаются с его подъемами. Экскавационный способ заключается в горизонтальном внедрении ковша на глубину $^1/_3$ днища с его последующим подъемом. При раздельном способе ковш внедряется в грунт на полную глубину, а затем запрокидывается. Совмещенный способ заключается в одновременном запрокидывании ковша в процессе поступательного движения погрузчика.

6.7. Разработка грунта экскаваторами непрерывного действия

У экскаваторов непрерывного действия (см. рис. 6.19) все операции по резанию, транспортированию и разгрузке грунта выполняются одновременно и непрерывно. Однако они могут успешно применяться лишь при достаточно большом объеме земляных работ.

Траншейные цепные экскаваторы продольного копания (см. рис. 6.19, *а*) обычно используют при проходке траншей под трубопроводы или кабели глубиной до 3,5 м. Иногда с торца трактора устанавливается барабан для пластмассовых труб или поворотный бульдозерный отвал, позволяющий использовать экскаватор на обратной засыпке траншеи после укладки кабеля или трубопровода.

Траншейные роторные экскаваторы (см. рис. 6.19, *б*) применяются главным образом в тех условиях, когда процессы выполняются на линейных выемках большой протяженности, вне населенных пунктов.

У *шнекороторных экскаваторов* (см. рис. 6.19, *д*) ротор вырезает первоначальную траншею по оси канала, а шнеки разрабатывают грунт вдоль откосов и смещают его к ротору.

Роторные стреловые экскаваторы (см. рис. 6.19, *е*) предназначены для проведения работ в грунтах с наличием каменистых включений. Основные области их применения — вскрышные работы, разработка крупных выемок, погрузочно-разгрузочные работы. Поворот роторной стрелы может осуществляться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Срезанный грунт через ленточный транспортер перегружается в транспортное средство.

До начала работы поверхность земли по трассе выемки планируют бульдозером. Ширина спланированной полосы должна быть не менее ширины хода экскаватора. После планировочных работ и разбивки продольной оси рытье выемки, как правило, начинают со стороны низких отметок продольного профиля навстречу уклону. При этом отвалы вынутого грунта следует размещать с одной стороны выемки (преимущественно с нагорной) для защиты от стока поверхностных вод и выполнения последующих монтажных работ.

При укладке трубопроводов плетями в связных грунтах разрешается разрабатывать траншеи на глубину до 3 м без креплений.

Для выдерживания определенного уклона дна траншеи и исключения влияния на глубину копания неровностей местности на многоковшовые экскаваторы устанавливают специальные приемные устройства, реагирующие на установленную копирную проволоку и лучевое воздействие лазера. При отклонении движения экскаватора от копирной проволоки или направления луча автоматически корректируется движение рабочего органа экскаватора.

6.8. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами

Землеройно-транспортные машины (скреперы, бульдозеры, грейдеры) за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой.

Сменную производительность скрепера и других ковшовых землеройно-транспортных машин определяют по формуле, м^3,

$$П_э = 60T_{см}qK_нK_в/(K_рT_ц),$$

где $60T_{см}$ — продолжительность смены, мин; q — объем грунта, перемещаемого за один цикл, м^3; $K_н$, $K_р$ — коэффициенты наполнения ковша (сохранения при перемещении) и разрыхления грунта соответственно; $K_в$ — коэффициент использования сменного времени; $T_ц$ — продолжительность цикла, мин:

$$T_ц = L_н/v_н + L_{п.г}/v_{п.г} + L_р/v_р + L_п/v_п + T_м,$$

где $L_н$, $L_{п.г}$, $L_р$, $L_п$ — длина пути нагружения, перемещения, разгрузки грунта и порожнего хода машины, м; $v_н$, $v_{п.г}$, $v_р$, $v_п$ — скорость движения машины при нагружении, перемещении грунта, разгрузке и порожнем ходе, м/мин; $T_м$ — время, затрачиваемое на маневры, мин.

Скреперы предназначены для копания и отсыпки грунтов в земляные сооружения с планированием слоями равномерной толщины.

При работе на непереувлажненных грунтах скреперы загружаются с «шапкой» и разгружаются полностью; эти же грунты, но высохшие и отвердевшие, необходимо предварительно разрыхлять плугами или рыхлителями. На переувлажненных грунтах работа скреперов малопроизводительна вследствие налипания грунта.

Длина пути наполнения ковша скрепера:

$$L_н = qK_н/(bh_1K_р),$$

где b, h_1 — ширина и толщина срезаемого слоя (стружки).

Длина пути разгрузки грунта:

$$L_р = qK_н/(bh_2),$$

где h_2 — толщина укладываемого слоя.

Применяют прицепные (с объемом ковша 3...10 м^3), полуприцепные (4...15 м^3) и самоходные (8...25 м^3) скреперы (рис. 6.30). Прицепные и полуприцепные скреперы эффективны при транспортировании грунта на расстояние до 1 000 м, самоходные — до 2 000м.

Самоходные скреперы в агрегате с быстроходными колесными тягачами могут применяться при дальности перевозки 3 000 м и более. Самоходные переднековшовые скреперы на гусеничном ходу

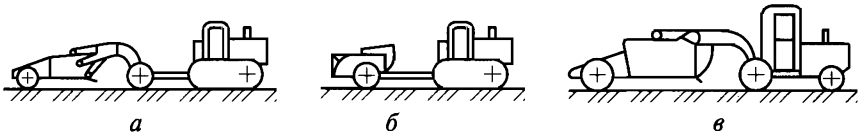


Рис. 6.30. Скреперы:

а — прицепной; *б* — полуприцепной; *в* — самоходный

(см. рис. 6.20, *г*), могут использоваться для разработки и перемещения как сухих, так и мокрых грунтов на расстояние 30...250 м.

Рабочим органом скрепера является ковш, снабженный ножами. Спереди ковш закрывается заслонкой для удержания набранного грунта, поднимаемой для его выгрузки.

Рабочий цикл скрепера состоит из последовательно повторяющихся операций:

порожний ход — ковш поднят, заслонка закрывает ковш;

загрузка ковша — ковш опущен, заслонка поднята, ножи врезаются и срезают стружку грунта толщиной до 0,35 м;

груженый ход — ковш поднят в транспортное положение, заслонка опущена и удерживает грунт в ковше, исключая его высыпание;

разгрузка ковша — заслонка поднята, ковш приспущен, грунт выталкивается из ковша разгрузочным устройством.

Набор грунта производят при прямолинейном движении скрепера или движении под уклон. При разработке плотных грунтов, применяют тракторы-«толкачи», число которых зависит от типа скреперов и дальности транспортирования (1 толкач на 2...6 скреперов).

Скреперы набирают грунт различными способами (рис. 6.31). Способ набора грунта постоянной толщины применяют при работе под уклон; клиновой стружкой — при разработке связных грунтов; гребенчатой и клевковой стружкой с переменным заглублением и выглублением ковша — при разработке сухих прочных грунтов.

При применении самоходных скреперов с ковшом, расположенным впереди кабины, за счет массы грунта вдвое увеличивается усилие резания, что позволяет набирать ковш стружкой постоянной толщины. Разгрузку ковша можно производить при движении обратным ходом за счет поднятия заслонок или выталкиванием грунта из ковша разгрузочным устройством.

В зависимости от характера возводимого сооружения, взаимного расположения мест разработки и укладки грунта и местных условий применяют следующие схемы движения скреперов: эллиптическую, спиральную, восьмеркой, зигзагообразную, челночно-поперечную и челночно-продольную (рис. 6.31, *д*—*к*).

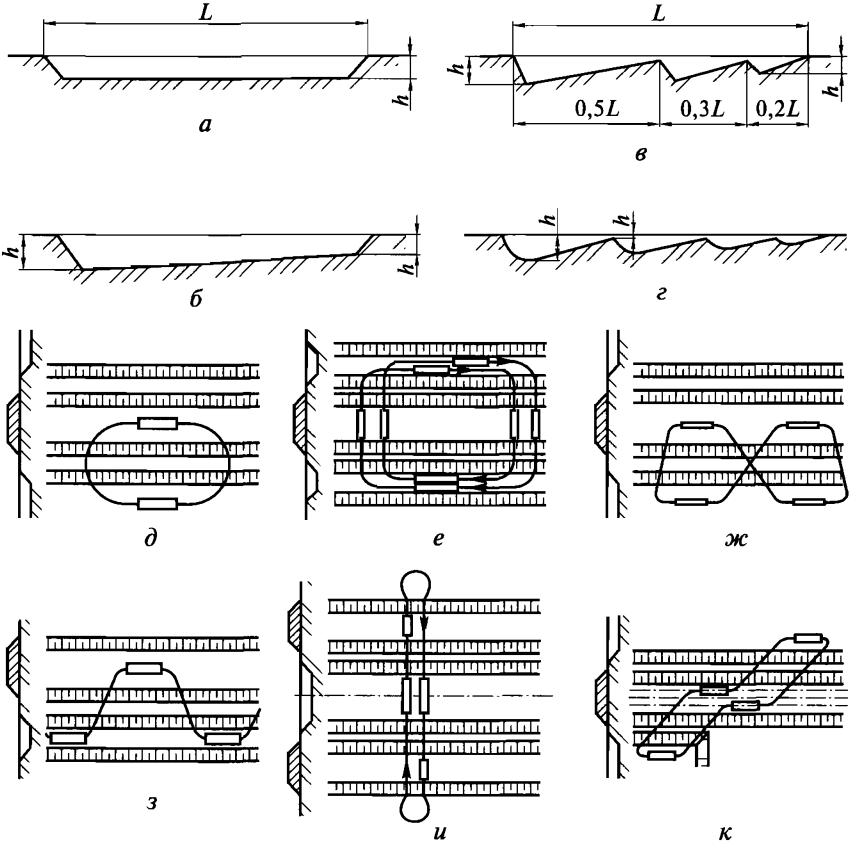


Рис. 6.31. Схемы срезания грунта скреперами и траектории их движения: *а*, *б*, *в*, *г* — срезание грунта постоянной величины, клиновым, гребенчатым и клевковым способом соответственно; *д*, *е*, *ж*, *з* — траектория движения эллипс, спираль, восьмерка, зигзаг соответственно; *и*, *к* — челночно-поперечная и челночно-продольная

Эллиптическая схема применяется при планировочных работах, на линейно-протяженном строительстве, когда не требуется устройства выездов или съездов.

Спиральная схема находит применение при возведении широких насыпей из двухсторонних резервов или выемок высотой или глубиной до 2,6 м. Так же как и эллиптическая, она не требует устройства съездов и выездов, поскольку отсыпка грунта производится перпендикулярно оси возводимого сооружения.

Схему движения скрепера восьмеркой применяют при тех же условиях, что и эллиптическую схему. Отличием является то, что скрепер при своем движении чередует правые и левые повороты, что улучшает технико-эксплуатационные показатели.

Зигзагообразную схему движения скрепера используют при возведении насыпей высотой до 6 м из резервов при длине захватки 200 м и более. При этом на 15 % повышается производительность скрепера по сравнению с эллиптической схемой.

Челночно-поперечную схему используют при возведении насыпей высотой до 1,5 м. Движение скрепера аналогично движению по эллипсу, но производительность работы повышается до 25 %.

Челночно-продольную схему применяют при возведении насыпей высотой до 6 м, с транспортированием грунта из двухсторонних резервов.

Скреперные работы следует проводить в две смены. Тяжелые грунты, а также грунты с примесями, разработка которых затруднена, предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки.

Бульдозеры (рис. 6.32) предназначены для послойного копания и перемещения грунтов к месту отсыпки, а также могут использоваться для разработки выемок глубиной до 1,5 м.

Бульдозеры используют для обратной засыпки, при вспомогательных и подготовительных работах, для штабелирования сыпучих материалов и их подачи к перерабатывающим агрегатам, для вскрышных работ, в качестве толкачей скреперов и т. п.

Работоспособность бульдозера определяется проходимостью базового трактора по грунтовым поверхностям с развитием необходимого для работы отвала тягового усилия. Резание грунта можно осуществлять по прямоугольной, клиновой или гребенчатой схемам (см. рис. 6.31), желательно под уклон.

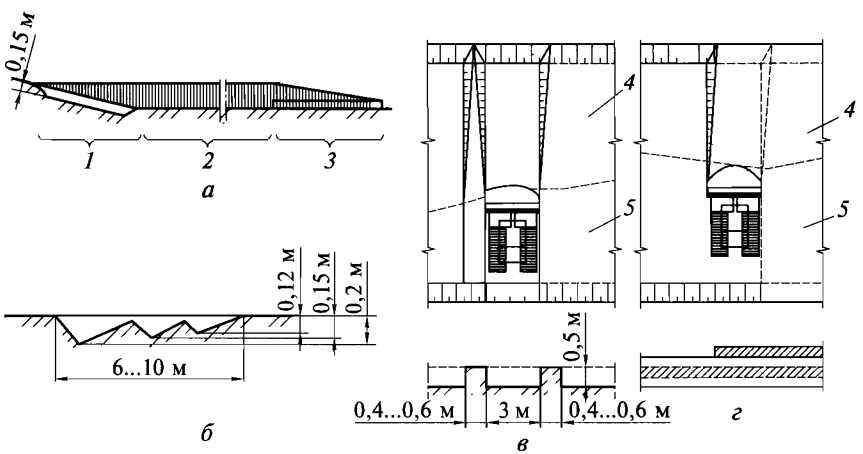


Рис. 6.32. Схемы резания и перемещения грунта бульдозером:

а — под уклон; *б* — на горизонтальном участке; *в* — траншейным способом; *г* — послойным способом; *1* — участок резания; *2* — участок перемещения; *3* — участок разгрузки; *4* — насыпь; *5* — выемка

Бульдозеры используются при перемещении грунта на расстояние до 100 м. Для уменьшения потерь грунта отвалы могут оборудоваться боковыми открылками и козырьками.

Разработку грунта бульдозером производят по прямой, боковой или восьмерочной схемам.

При схеме прямой разработки бульдозер производит набор грунта, перемещает его, разгружает и возвращается задним ходом в исходное положение. Такая схема целесообразна при планировке, а также при устройстве небольших выемок.

При схеме боковой разработки бульдозер в момент набора грунта движется параллельно отвалу, затем разворачивается, разгружается и возвращается задним ходом в исходное положение. Эту схему применяют при засыпке «пазух» и траншей.

Схему разработки по восьмерке применяют в том случае, когда насыпь находится между двумя выемками или выемка между двумя насыпями, при расстояниях перемещения грунта более 50 м.

При небольших объемах работ применяют бульдозеры мощностью до 100 л. с. (73,6 кВт). Для больших объемов, а также для твердых грунтов применяют бульдозеры мощностью до 250 л. с. (184 кВт).

Планировка площадок бульдозерами выполняется преимущественно траншейным и послойным способами.

При траншейном способе выемку разбивают на ярусы. Разработку каждого яруса ведут траншеями на ширину отвала, оставляя между ними полосы нетронутого грунта шириной 0,4...0,6 м. Эти валы срезают бульдозерами в последнюю очередь. Траншейный способ исключает значительные потери грунта при его транспортировании и поэтому является более производительным.

При послойном способе выемку разрабатывают слоями последовательно по всей ширине выемки. Этот способ прост и используется чаще, чем траншейный.

При перемещениях грунта на расстояние более 40 м применяют способ разработки с промежуточным валом, а также спаренную работу двух бульдозеров. Отсыпку грунта ведут послойно, начиная с более удаленной точки от места забора. Возвращается бульдозер в забой задним ходом без разворота машины.

Грейдеры (см. рис. 6.20) предназначены для планировочных и профилировочных работ при строительстве дорог, аэродромов и других линейных и площадных объектов. Их применяют также для зачистки и планирования откосов, насыпей, выемок, каналов; для разрушения (киркования) дорожных покрытий при ремонте; для очистки дорог от снега и льда.

Грейдеры используют на грунтах I...III групп и мелких каменных материалах на горизонтах выше уровня грунтовых вод.

Эффективность работы грейдеров обеспечивается при рабочих ходах протяженностью более 0,5 км. При меньшей протяженности участка увеличивается время на развороты машины.

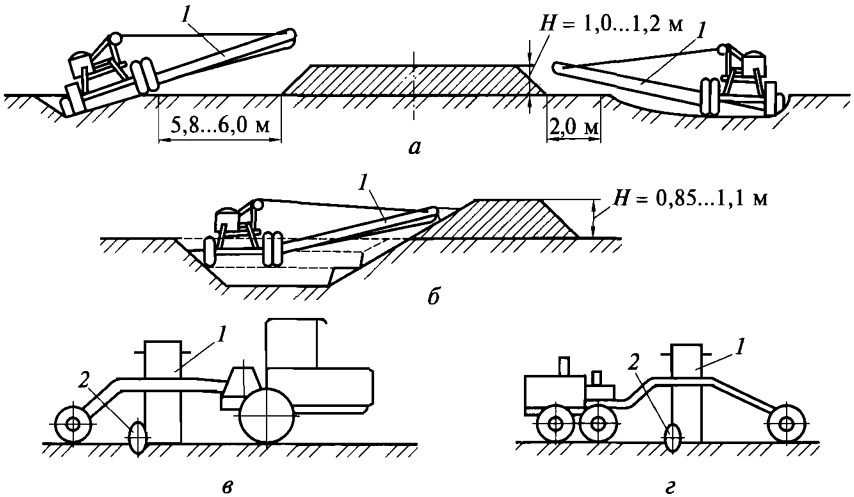


Рис. 6.33. Схемы работы и агрерирования грейдер-элеваторов:

а, *б* — сооружение дорожной насыпи и канала; *в*, *г* — полуприцепной и навесной грейдер-элеваторы; *1* — транспортер; *2* — плуг

Грейдеры подразделяют на прицепные и самоходные (автогрейдеры). Легкие, средние и тяжелые прицепные грейдеры могут выпускаться в полуприцепном исполнении, унифицированном с основной моделью прицепной машины.

Технологический процесс разработки грунта грейдером состоит из трех основных операций: нарезание грунта ножом отвала, перемещение и отделка, срезка откосов.

Возведение дорожных насыпей начинают с пробивки ножом отвала первой борозды по линии контура подошвы насыпи. После этого грейдер начинает срезать грунт от внешней или внутренней бровки резерва и укладывать его в насыпь. Грунт зарезают стружкой сечением 0,1...0,16 м^2 на первых проходках треугольной, на последующих — трапецеидальной формы.

Грейдер-элеваторы (рис. 6.33) применяются при копании грунта I...III групп на отметках выше грунтовых вод и отсыпке его в линейно-протяженные земляные сооружения. Они подразделяются на прицепные (к трактору) или навесные (на автогрейдеры).

Грейдер-элеваторами можно возводить насыпи высотой до 1,2 м, делать канавы глубиной до 1 м, производить планировку, а иногда и погрузку грунта в транспортные средства.

Для эффективной работы грейдер-элеваторов необходимы протяженности рабочих ходов 200...500 м. Толщина слоя грунта, снимаемая грейдером за один проход, составляет от 0,1 до 0,5 м, транспортер может перемещать грунт на расстояние до 9 м.

6.9. Укладка и уплотнение насыпей

Комплексный процесс переработки грунта (рис. 6.34) состоит из рабочих процессов: разработка, транспортирование, укладка и уплотнение. Как правило, он бывает комплексно-механизированным.

Для насыпи не рекомендуется использовать торф, грунты с примесью органических материалов и легкорастворимых солей.

Нижнюю часть насыпи желательно насыпать из плотных глин, а верхнюю — из песчаных грунтов. Не допускается прикрывать откос из дренирующего грунта недренирующими, а также производить укладку тех и других вперемежку, так как это может вызвать образование водяных мешков.

Кроме распространенной схемы, приведенной на рис. 6.34, для возведения насыпей можно применять землеройно-транспортные машины.

При отсыпке насыпей процессы выполняются поточными методами. На каждой из захваток последовательно укладывают, разравнивают и уплотняют отсыпаемые слои грунта.

Сухую поверхность смачивают поливочными машинами, при их отсутствии — резиновыми шлангами. Очень сухие поверхности за сутки до уплотнения заливают водой, переувлажненные — подсушивают и покрывают слоем сухого грунта.

Толщина отсыпаемого и уплотняемого слоя не должна превышать: при глинистом грунте 0,5 м, при супесчаном 0,8 м.

При толщине отсыпаемого слоя 0,3 м можно не применять специальных уплотнительных машин, так как сами машины уплот-

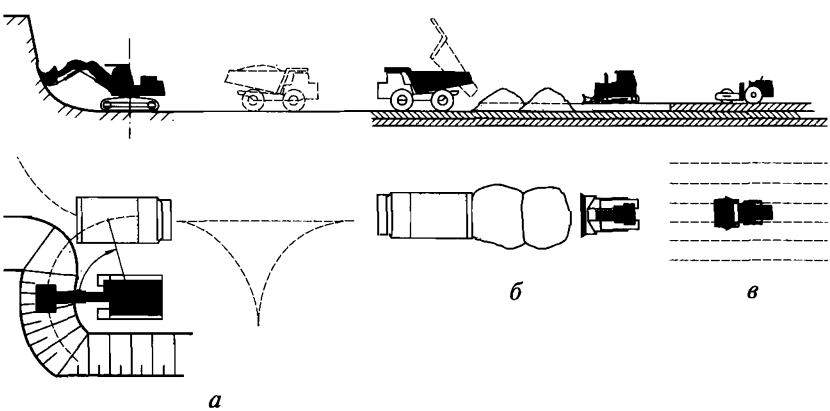


Рис. 6.34. Схема комплексного процесса переработки грунта:
а — разработка и транспортирование; *б* — разгрузка и разравнивание; *в* — уплотнение

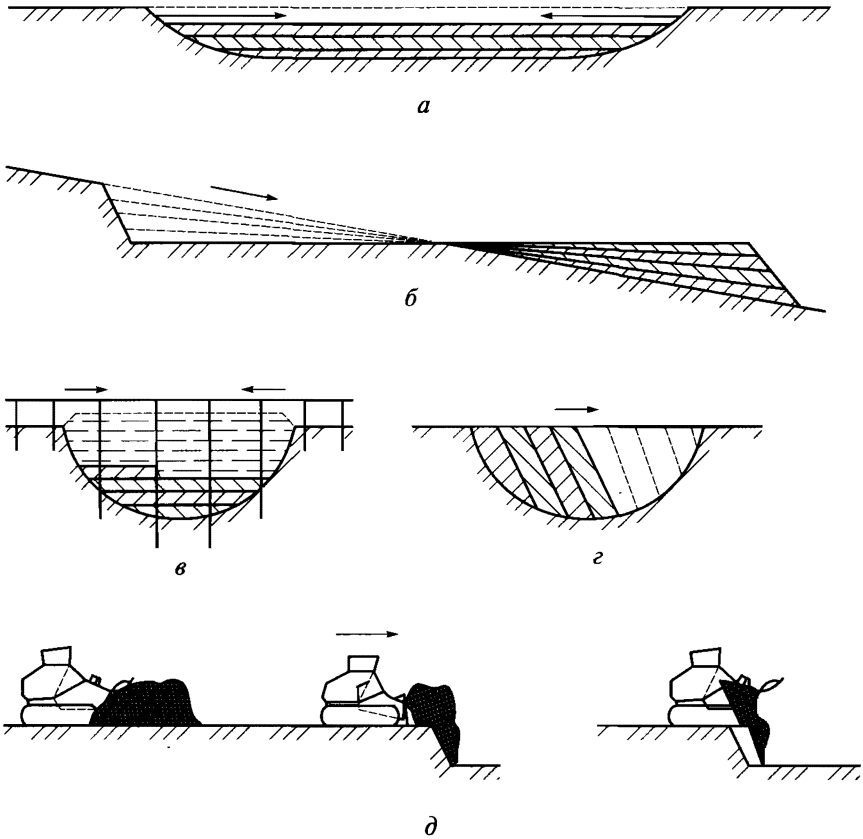


Рис. 6.35. Способы отсыпки насыпи:

а — послойный (горизонтальный); *б* — веерный; *в* — эстакадный; *г* — «с головы»; *д* — «с головы» с помощью скреперов, разгружающих грунт перед собой

няют грунт настолько, что осадка насыпи имеет незначительную величину.

Отсыпка грунта может вестись горизонтальными слоями, а также веерным, эстакадным способом и «с головы».

Горизонтальными слоями (рис. 6.35, *а*) ведут отсыпку на больших площадях. Грунт рекомендуется отсыпать с краев насыпи к середине — слои грунта, ограниченные с краев, лучше уплотняются. Однако при насыпях на слабых и переувлажненных основаниях до высоты 3 м грунт отсыпают от середины к краям, тогда вода отжимается к краям насыпи. После этого ведут уплотнение обычным путем.

Отсыпку рекомендуется вести так, чтобы транспорт при доставке грунта уплотнял ранее отсыпанные слои. В зависимости от

свойств грунта назначают по 6...12 проходов катка по одному месту.

При ориентации на естественную осадку грунта насыпь отсыпается с запасом по высоте до 9 %.

Подлежащие отсыпке участки делят на равновеликие площади (карты), размеры которых должны обеспечивать достаточный фронт работ. Увеличение фронта работ может привести к высыханию подготовленного к уплотнению грунта в жаркую погоду или, наоборот, к переувлажнению — в дождливую.

Веерным способом (рис. 6.35, *б*) обычно выполняют процессы с сохранением «нулевого» баланса. В зависимости от условий используют бульдозеры: по челночной схеме — при дальности перемещения до 40 м, по эллиптической — до 100 м.

При перемещении грунта на расстояние более 100 м целесообразно использовать скреперы в комплекте с бульдозерами.

Эстакадный способ (рис. 6.35, *в*) используется главным образом в период возведения дорожных насыпей при переходе оврагов, балок. Отсыпка, как правило, ведется автосамосвалами, для въезда которых на место отсыпки сооружаются эстакады. После окончания отсыпки эстакады разбираются, опорные стойки выдергиваются, производится досыпка и доуплотнение насыпи.

При отсыпке «с головы» (рис. 6.35, *г*, *д*) эстакады не сооружают. Отсыпку ведут перед собой. Для разработки и укладки грунта рекомендуется использовать скреперы с ковшом емкостью 7,7 или 9,5 м^3, расположенным впереди кабины, что позволяет производить отсыпку грунта с одновременным его уплотнением.

На больших площадках лучше применять круговую схему движения катком (рис. 6.36, *а*). Закончив укатку всей площади за один проход, проводят вторую, третью и последующие укатки. Каждая проходка должна перекрывать предыдущую не менее чем на 0,2 м.

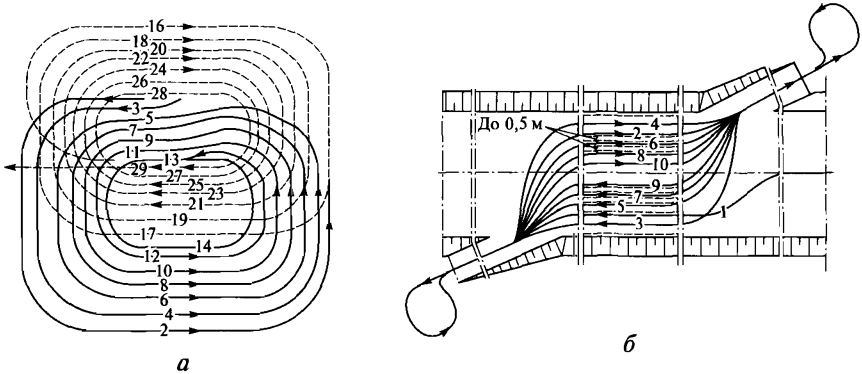


Рис. 6.36. Схемы движения катков при уплотнении насыпи:
а — круговая; *б* — челночная; 1...29 — нумерация проходов катка

Челночная схема (рис. 6.36, *б*) применяется при отсыпке узких насыпей, где исключается возможность разворота катка. Во избежание обрушения грунта насыпи первые две проходки вдоль откоса ведут на расстоянии не менее 1,6 м от бровки.

При устройстве насыпей или котлованов в ряде случаев необходимо уплотнять и укреплять откосы.

Укрепление откосов может производиться сплошной укладкой дерна, или укладкой его в клетку. В местах концентрации стока воды откосы могут защищаться бетонными или железобетонными плитами и устройством водоотводных лотков.

Степень уплотнения грунта контролируется лабораторными и полевыми испытаниями. В лабораториях плотность и влажность грунта определяют испытанием образцов, полученных с помощью цилиндров (колец) объемом 50...100 см^3 из шурфов, закладываемых в насыпи. В полевых условиях применяют менее точные, но оперативные способы контроля с помощью специальных плотномеров.

Для определения степени уплотнения грунта может быть применена установка для просвечивания грунта γ-лучами. Оптимальным является коэффициент уплотнения, равный 0,95...0,98.

6.10. Переработка грунта гидромеханическим способом

Выполнение гидромеханического процесса основано на свойстве быстротекущей воды размывать грунт и нести его частицы во взвешенном состоянии до тех пор, пока скорость воды не уменьшится до величины, при которой частицы грунта оседают на дно (0,3...0,03 м/с). Транспортирование гидросмеси в отведенные для этой цели места (карты намыва) осуществляется по напорным трубам, а также самотеком по лоткам или канавам.

Гидромеханическую разработку грунта осуществляют тремя способами: безнапорным размывом, гидромониторным размывом и землесосной разработкой.

Применение безнапорного размыва основано на подводе к карьеру стекающего с более высоких мест потока воды со скоростью, достаточной для размыва, в результате чего частицы грунта отрываются и вместе с водой перемещаются по уклону к месту укладки. Необходимо, чтобы скорость движения потока воды была больше размывающей скорости для данного грунта.

Способ довольно эффективен для легких грунтов и экономичнее других способов, но применение его ограничено, так как требуются особо благоприятные условия для применения.

При мониторном размыве грунт в надводном забое разрушают гидромонитором, который представляет собой стальной ствол с

насадкой и коленами, обеспечивающими вращение ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях для направления водяной струи. Гидромониторы монтируют на рамах, позволяющих перемещать их в забое. Вода поступает к гидромониторам по трубопроводу под значительным давлением (2,5...15,0 МПа).

Плотный грунт размывают, преимущественно встречным забоем (рис. 6.37, *а*), при котором обеспечивается высокая производительность гидромонитора из-за периодических обвалов грунта, нависающего над зоной подмыва (вруба). Пульпу следует направлять в обход гидромонитора.

При попутных забоях (рис. 6.37, *б*, *в*) производительность гидромонитора меньше, чем при встречном, но перемещается он по сухому грунту, а поток пульпы, приобретая от водяной струи достаточную начальную скорость, обеспечивает интенсивный сток.

Расстояние гидромонитора от забоя L зависит от рода грунта, но должно быть не менее высоты забоя H.

При землесосной (рефулерной) разработке гидромассу в подводных забоях засасывают плавучими земснарядами, представляющими собой баржу со смонтированным на ней земснарядом. Грунт со дна водоема всасывается трубой земснаряда, подвешенной к специальной стреле, соединенной с мачтой, установленной на барже.

При разработке плотных грунтов трубу земснаряда снабжают специальной вращающейся рыхлительной головкой. Расположе-

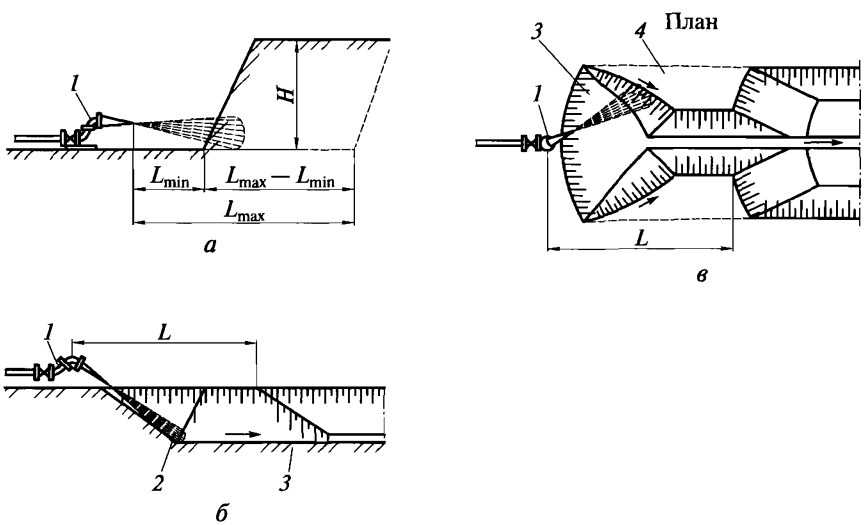
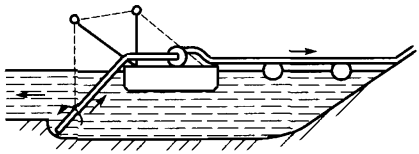
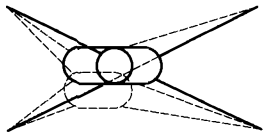


Рис. 6.37. Разработка грунта гидромонитором забоями:

а — встречным; *б*, *в* — попутным; *1* — гидромонитор; *2* — канава для отвода воды; *3*, *4* — последовательность разработки забоя



а



б

Рис. 6.38. Схема работы земснаряда:

а — разработка подводного забоя; *б* — схема передвижки землесосного снаряда папильонированием

ние четырех якорей по углам разрабатываемого участка позволяет перемещать земснаряд по всей его площади (рис. 6.38).

Насыпи из пульпы намывают слоями по 20...25 см. Возводимую насыпь разбивают в плане на карты-захватки, на которых поочередно выполняют намыв грунта и подготовительные работы к намыву следующего слоя. По контуру очередной карты бульдозером возводят земляной вал на высоту намываемого слоя пульпы и наращивают установленный ранее в пределах карты водосборный (дренажный) колодец с выпускной трубой.

При эстакадном способе подачи пульпы (рис. 6.39, *а*) магистральный трубопровод на участке намыва размещают на эстакаде, превышающей по высоте возводимую насыпь, и выдают из него пульпу поочередно на карты намыва.

При безэстакадном способе (рис. 6.39, *б*) магистральный пульпопровод укладывают вдоль основания возводимой насыпи. Через каждые 20...30 м на трубопроводе устанавливают выпускные патрубки, через которые пульпа поступает на карту намыва.

Возведение эстакады — дорогая и трудоемкая работа, но в дальнейшем дополнительные работы сводятся к минимуму, а сам процесс намыва значительно ускоряется. При безэстакадном способе стоимость и трудоемкость начальной прокладки трубопровода незначительны, но в дальнейшем приходится периодически наращивать и перемонтировать выпускные патрубки.

При намыве насыпей из хорошо дренирующих грунтов применяют (рис. 6.39, *в*) комплексный способ при котором пульпу выпускают из патрубков, расположенных на невысоких эстакадах. В результате образуются кучи, между которыми должен быть обеспечен свободный сток осветленной воды. В это время на другой карте перемещают грунт и послойно укладывают его бульдозером в насыпь.

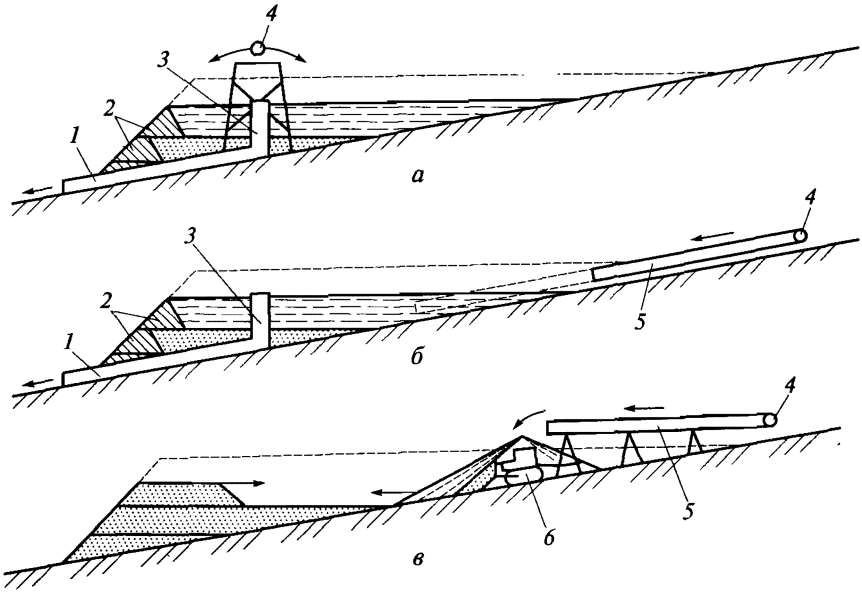


Рис. 6.39. Возведение насыпи намывом грунта:

а, *б*, *в* — эстакадным, безэстакадным и комплексным способами соответственно; *1* — водовыпускная труба; *2* — грунтовые валы; *3* — дренажный колодец; *4* — магистральный пульпопровод; *5* — выпускной патрубок; *6* — бульдозер

Возведение насыпей методом намыва обеспечивает значительную плотность грунта, в связи с чем к искусственному уплотнению грунта в этих случаях не прибегают, а придают насыпи небольшой (до 1,5 %) запас высоты на последующую усадку.

6.11. Бестраншейная разработка грунта

При прокладке подземных коммуникаций в густо застроенных местах, а также в местах пересечения дорог, при глубоком заложении трубопроводов и тоннелей применяют бестраншейные подземные (закрытые) способы работ, основными из которых являются: щитовая проходка, прокол, продавливание, горизонтальное бурение. Направление проходки контролируется лазерным лучом.

Щитовая проходка (рис. 6.40, *а*) часто осуществляется на значительной глубине механизированным или ручным способом под защитой стальной, открытой с торцов оболочки (щита), размеры которой равны сечению подземной выработки (штольни).

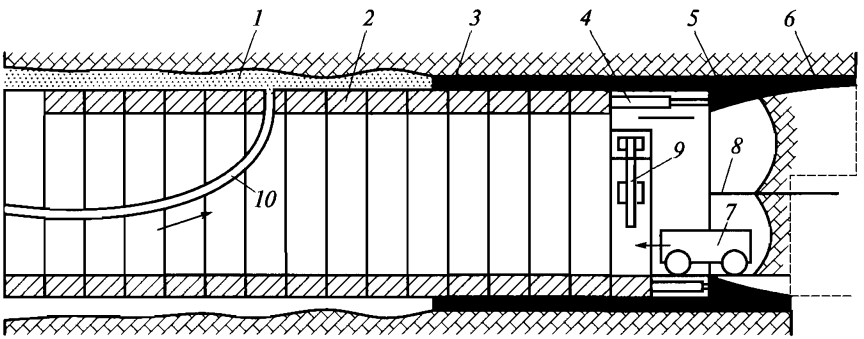
В передней верхней части щит имеет козырек, защищающий забой от обвалов. Козырек продвигается вперед под действием

домкратов, упирающихся по периметру щита в торец обделки, укладываемой сзади из отдельных бетонных, керамических или чугунных блоков-тюбингов с помощью специального механизма — эректора.

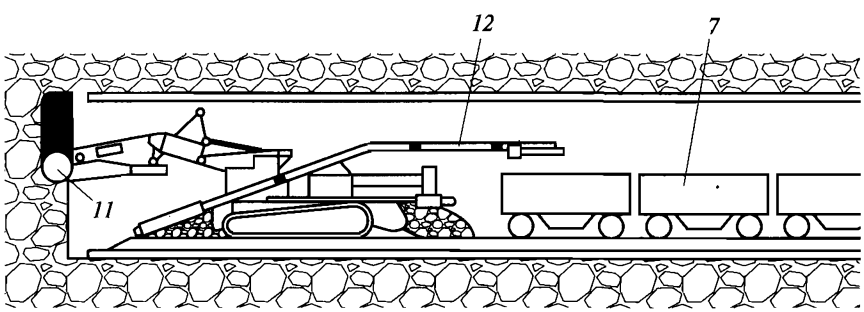
Продвижение щита производится после разработки и удаления грунта из забоя и установки следующего кольца обделки. В зазор между породой и установленными элементами обделки после продвижения щита через отверстия в тюбингах нагнетается цементно-песчаный раствор или пресс-бетонная смесь.

При разработке штолен большого диаметра используются механизированные проходческие щиты с роторными, штанговыми или экскаваторными рабочими органами. Разрушенный грунт загружается в вагонетки, ленточные транспортеры или трубопроводы и доставляется к устью выработки.

При устройстве штолен в устойчивых грунтах вместо оборудования щитовой проходки могут использоваться роторные стреловые экскаваторы, работающие без щитов (рис. 6.40, *б*).



а



б

Рис. 6.40. Проходка штолен глубокого заложения с помощью:

а — щита; *б* — роторного стрелового экскаватора; *1* — полость инъекции; *2* — обделка тоннеля; *3* — обойма; *4* — домкраты; *5* — щит; *6* — козырек; *7* — вагонетки; *8* — рабочая платформа; *9* — эректор; *10* — рукав растворонасоса; *11* — ротор экскаватора; *12* — транспортер

После разработки грунта на длину одного кольца укладывают очередное кольцо обделки в сборном или монолитном варианте. При большом заглублении выработки через шахту вагонетки или их кузова с грунтом поднимаются на дневную поверхность краном. При небольшом заглублении подачу материалов и вывоз грунта можно осуществить автотранспортом по пандусу.

Обычно щитопроходческие работы выполняют в три стадии. На первой (подготовительной) устраивают начальную (монтажную) шахту для спуска щита в забой, подводят электроэнергию, устанавливают вентиляцию и т. п. В начальной шахте устраивают свайный упор и монтируют на проектной отметке проходческий щит.

На второй стадии осуществляют разработку грунта, с передвижением щита и устройством обделки. На третьей стадии щит из штольни поднимают на поверхность, демонтируют технологическое оборудование и выполняют отделочные процессы.

Способ прокола (рис. 6.41, *а*) заключается в образовании в грунте отверстий за счет вдавливания в него трубы с коническим наконечником. Основное преимущество этого способа — внутрь трубы не попадают грунт и вода. В хорошо сжимаемых грунтах таким способом можно получать отверстия диаметром до 500 мм. Длина скважины при проколе может достигать 35...60 м.

Технологическая схема выполнения процесса:

отрывается котлован, на задней стенке которого устанавливается упор для домкрата;

монтируется рабочее оборудование и направляющие, опускается и устанавливается первое звено трубы с наконечником, превышающим по размеру сечения диаметр трубы на 30...50 мм;

вдавливается первое звено трубы, усилие от домкрата передается на торец вдавливаемой трубы через шомпол, в отверстия которого вставляется переставной стержень. После вдавливания трубы на величину хода поршня (штока) домкрата последний возвращается в первоначальное положение и оттягивает шомпол назад на ту же величину. Стержень переставляется в смежное заднее по ходу трубы отверстие в шомполе, труба проталкивается вновь и т. д.;

по окончании вдавливания одного звена устанавливается следующее, сваривается с предыдущим и проводится его вдавливание.

С помощью специальной конической насадки можно организовать гидропрокол легкоразмываемого грунта за счет использования энергии водяной струи, выходящей под давлением 2,5...5,0 МПа. При проходке в песчаных грунтах за счет использования дополнительных вибрационных воздействий на трубу можно осуществить вибропрокол, что существенно уменьшает силу трения при проколе в связи со снижением прочности связей между частицами грунта.

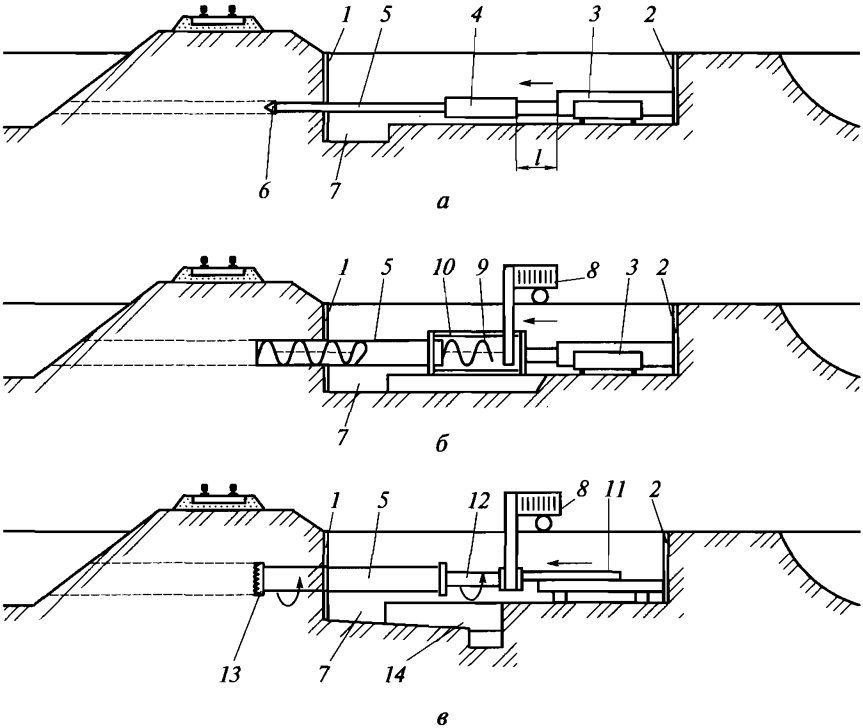


Рис. 6.41. Закрытые способы разработки грунта:

а — прокол; *б* — продавливание; *в* — горизонтальное бурение; *1* — крепление передней стенки рабочего котлована; *2* — упор, устанавливаемый на задней стенке рабочего котлована; *3* — гидравлический домкрат; *4* — шомпол; *5* — труба; *6* — конический наконечник; *7* — приямок для наращивания трубы; *8* — привод; *9* — шнековое устройство для извлечения грунта из трубы; *10* — рама, передающая давление; *11* — реечный домкрат; *12* — вращающийся шпиндель; *13* — режущая коронка; *14* — лоток и приямок для пульпы

В плотном грунте можно сначала проколоть пионерную скважину диаметром 90...150 мм, а затем расширить ее, последовательно протягивая в двух направлениях виброуширители диаметром от 150 до 500 мм. Доведя диаметр скважины до требуемого размера, в нее протягивают рабочую трубу.

Вдавливание труб диаметром до 1 800 мм, длиной до 80 м (рис. 6.41, *б*) производят с помощью домкратов. В грунтовый массив вдавливают трубу с открытым концом; грунт, попадающий в трубу, разрабатывают и удаляют челноками, ковшами или желонками, с помощью шнековой установки, а также вручную или размывом с последующей откачкой пульпы. Иногда продавливаемые трубы служат фильтрами (футлярами) для основных трубопроводов.

Технологическая схема вдавливания в основном аналогична схеме, применяемой при выполнении прокола.

После внедрения в грунт звена трубы (футляра) на расстояние, равное ходу домкрата (2...3 м), шток отводят назад, а в образовавшийся просвет вставляют нажимной патрубок соответствующей длины. После нового продвижения трубы на величину хода штока нажимной патрубок заменяют новым, более длинным.

Продвижение трубы и смену нажимных патрубков продолжают до тех пор, пока звено трубы не будет полностью вдавлено в грунт. После этого патрубки удаляют, а на их место укладывают новое звено трубы, приваривают его к вдавленному ранее, а затем продолжают все операции по продавливанию, пока первое звено не выйдет в приемном котловане по другую сторону перехода.

При большой протяженности трасса может быть разбита на участки длиной 30...80 м. На границах участков отрывают рабочие и приемные котлованы, из рабочих котлованов ведут проходку в направлении приемных (вначале в одну сторону, затем — в другую).

Скорость проходки продавливанием зависит от диаметра трубы, свойств грунта, способов его удаления и при обычных условиях составляет 2...3 м в смену. Чтобы повысить скорость проходки, применяют установки, у которых передача усилий осуществляется нажимными штангами, шомполами и траверсами.

Горизонтальное бурение (рис. 6.41, *в*) применяют при прокладке труб диаметром до 1 420 мм на расстояние до 60 м. Процесс может быть раздельным или совмещенным. В первом случае вначале бурят скважину, а затем прокладывают трубопровод; во втором — трубу прокладывают одновременно с бурением.

Скважина бурится режущей коронкой. Чаще всего ее насаживают на вал шнекового конвейера, за счет вращения которого грунт удаляется из трубы. Кроме того, грунт, размельченный буровой коронкой, может удаляться из трубы гидромеханическим способом.

Одним из способов устройства горизонтальных скважин является применение специальных пневмопробойников. Пневмопробойник представляет собой самодвижущуюся пневматическую машину ударного действия. Его корпус является рабочим органом, образующим скважину, а ударник, размещенный в корпусе, под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательные движения и наносит удары по корпусу, забивая его в грунт.

С помощью пневмопробойников типа «Крот» в грунте устраивают скважины диаметром 63...300 мм, длиной до 50 м. Пневмопробойник может продвигаться в грунте со скоростью до 80 м/ч. Имеются конструкции реверсивных пневмопробойников, которые могут выходить из пробитой скважины обратным ходом.

Разработан способ горизонтального «обратного бурения», при котором первоначально бурится пилот-скважина, а затем она расширяется пробуриванием в обратном направлении. Положение буровой головки в период бурения контролируется лазером, вынесение породы на поверхность осуществляется с помощью шнека или бурового раствора.

6.12. Особенности технологических процессов переработки грунта в экстремальных условиях

Общие положения. Экстремальными условиями следует считать: погодные — низкая или высокая температура, атмосферные осадки, сильный ветер; геологические и гидрогеологические — гористая или болотистая местность, высокий уровень грунтовых вод, значительный их приток в период разработки грунта; стесненность при выполнении технологического процесса, связанная с плотностью застройки или реконструкционными мероприятиями; наличие в земле ранее проложенных коммуникаций и др.

Эти обстоятельства, могут оказаться серьезными препятствиями при осуществлении технологического процесса. В некоторых случаях замерзание грунта может явится фактором, облегчающим процесс переработки грунта. Так, при разработке зимой водонасыщенных слабых грунтов могут быть исключены водоотлив или забивка шпунтового ограждения, может отпасть необходимость устройства откосов при разработке выемок и т.д.

Разработка мерзлого грунта. В связи с круглогодичностью современного строительного производства и географическим положением нашей страны строителям ежегодно приходится разрабатывать более 1 млн м^3 мерзлого грунта, что можно соизмерить со сплошной полосой земли по экватору (длина около 40 тыс. км), глубиной 1 м и шириной 25 м.

Отличительной особенностью мерзлого грунта является то, что замерзшая в нем вода крепко связывает минеральные частицы грунта между собой, превращая его в трудоемкий для разработки монолит. Трудоемкость разработки мерзлого грунта III группы по сравнению с талым увеличивается более чем в три раза, что вынуждает строителей производить дополнительную подготовку грунта, обзаводиться специализированными механическими средствами или модернизировать имеющийся парк землеройных машин.

Без предварительной подготовки может разрабатываться грунт, промерзший на глубину: до 0,1 м — скреперами и бульдозерами; до 0,15 м — экскаваторами-драглайнами; до 0,25 м — экскаваторами, оборудованными прямой лопатой, с ковшом вместимостью 0,5...0,65 м^3; до 0,4 м — то же, но более мощными экскаваторами. В остальных случаях грунт до разработки должен быть предвари-

тельно подготовлен одним из следующих способов: предохранением от промерзания, оттаиванием, рыхлением.

Предохранение от промерзания заключается в предварительной обработке или утеплении грунта. Для этого грунт после отвода поверхностных вод можно разрыхлять или вспахивать на глубину до 0,35 м, закрывать местными теплоизоляционными материалами (листва, хвоя, опилки и т. п.), а также устраивать снегозадержание.

Оттаивание грунта (рис. 6.42) может осуществляться сверху вниз, снизу вверх и по горизонтальному направлению.

Наиболее простым (но дорогостоящим) является огневой способ, при котором грунт оттаивает сверху вниз благодаря сжиганию на поверхности твердого или жидкого топлива.

Также грунт можно отогревать горизонтальными электродами. Для создания токопроводящих условий поверхность грунта покрывают опилками, смоченными в солевом растворе. Затем отогретый слой грунта становится проводником тока, а опилки способствуют сохранению тепла. Основным недостатком этого метода является большая потеря тепла в атмосферу.

Прогревание грунта снизу вверх можно осуществить, если погрузить вертикальные электроды ниже уровня промерзания грунта. Отогревание грунта происходит практически без теплопотерь, что выгодно отличает метод от рассмотренного ранее. Главный

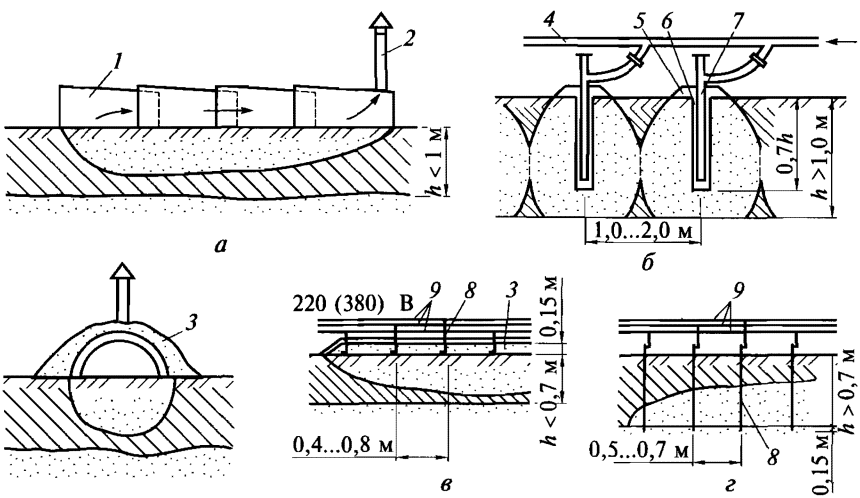


Рис. 6.42. Схемы оттаивания грунта:

а — огневым способом; *б* — паровым иглами; *в*, *г* — горизонтальными и вертикальными электродами; *1* — камера сгорания; *2* — вытяжная труба; *3* — слой грунта (опилок); *4* — паропровод; *5* — колпак; *6* — скважина; *7* — паровая игла; *8* — электрод; *9* — трехфазная электросеть; *h* — глубина оттаивания

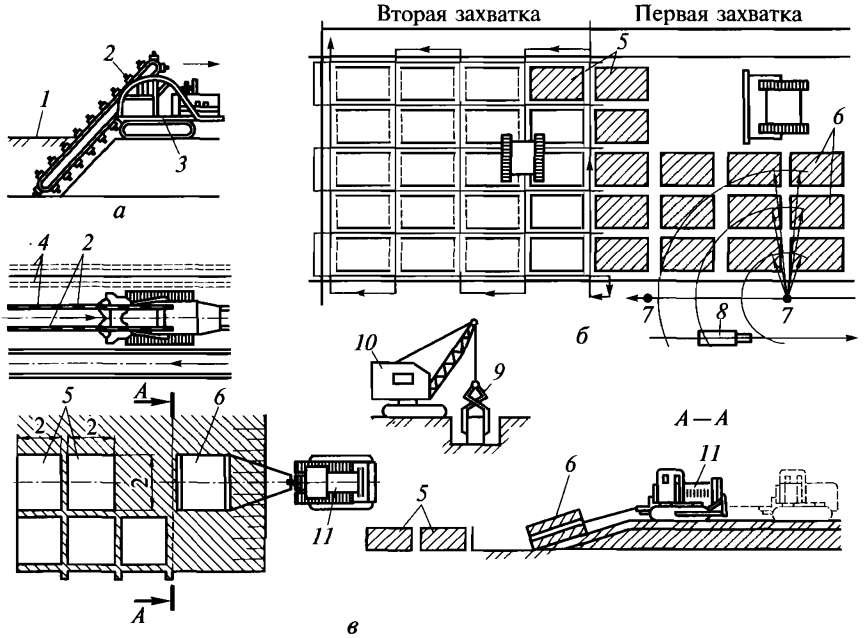


Рис. 6.43. Схемы блочной разработки грунта:

а — нарезка щелей баровой машиной; *б* — разработка котлована с извлечением блоков из забоя строительным краном; *в* — разработка котлована с извлечением блоков трактором; *1* — мерзлый слой грунта; *2* — режущие цепи (бары); *3* — экскаватор; *4* — щели в мерзлом грунте; *5* — нарезанные блоки; *6* — удаляемые блоки; *7* — стоянка крана; *8* — транспортное средство; *9* — клещевой захват; *10* — строительный кран; *11* — трактор

недостаток, ограничивающий его широкое распространение, — необходимость выполнения трудоемких подготовительных операций.

Примером отогревания грунта в радиальном направлении может служить оттаивание паровыми (водяными) иглами или электронагревателями. В первом случае пар или вода, проходя между двумя трубами, отдает тепло грунту через наружную трубу; во втором — внутри трубы располагают нагревательный элемент, который, нагревая поверхность трубы, отогревает грунт контактным способом.

Рыхление грунта может осуществляться взрывным или механическим способом. Особенности выполнения рыхления взрывами были рассмотрены в подразд. 6.3 настоящей главы.

Кроме рыхления мерзлые грунты иногда разрезают на блоки, с максимальными размерами в плане на 10...15 % меньше ширины ковша экскаватора. Крупные блоки затем удаляют краном или

трактором (рис. 6.43), мелкие — разрабатывают экскаваторами и вывозят со строительной площадки автосамосвалами.

Щели нарезают по двум взаимно перпендикулярным направлениям на глубину 0,7...0,8 глубины промерзания грунта.

В большинстве случаев используются баровые машины, рабочий орган которых состоит из врубовой цепи, смонтированной на базе трактора или траншейного экскаватора. Также могут быть использованы роторные экскаваторы, у которых ротор заменен фрезерующими дисками с зубьями, или дискофрезерные машины, являющиеся навесным оборудованием к тракторам. Однако предпочтение чаще всего отдается цепным машинам, у которых быстроизнашивающиеся детали — зубья заменяются сравнительно легко.

При разработке мерзлых грунтов скреперами и бульдозерами должен быть установлен следующий порядок:

верхняя мерзлая корка грунта должна быть разрыхлена бульдозерно-рыхлительными агрегатами, тяжелыми динамическими рыхлителями или взрывами;

работу по всей площади забоя следует проводить непрерывно, чтобы не было промерзания открытой поверхности забоя;

скреперы должны двигаться по диагонали с таким расчетом, чтобы мерзлотные пленки срезались одной стороной ножа.

При разработке вечномерзлого грунта наибольшее распространение получил способ послойного оттаивания в весенний период.

При реализации этого способа последовательно удаляют верхние слои грунта, оттаивающие под действием окружающей атмосферы. Основное условие — своевременное удаление очередного оттаявшего слоя грунта, так как, если он достигнет толщины 0,4...0,5 м, землеройные машины начинают вязнуть и даже опрокидываться.

Работа в условиях повышенных температур. Основными особенностями работ по возведению земляных сооружений в условиях жаркого климата являются учет пересушивания грунтов и специфического обслуживания машин.

Пересушенные связные грунты приобретают большую прочность, в результате чего возникает необходимость их предварительного рыхления. При разработке несвязных сухих грунтов вследствие их «текучести» снижается производительность машин из-за меньшего наполнения ковша и потерь при транспортировании.

Во избежание пересушивания грунты следует укрывать водонепроницаемыми пленочными покрытиями с присыпкой их защитным слоем грунта.

Работа землеройных и землеройно-транспортных машин в жаркое время, наряду с воздействием высокой температуры, осложняется запыленностью воздуха. Резко снижается работоспособность систем водяного и воздушного охлаждения дизельных и карбюра-

торных двигателей, а также гидравлических систем. В результате, двигатели внутреннего сгорания машин выходят из строя в 2—3 раза быстрее, чем определено нормативами.

Разработка водонасыщенных грунтов. При высоком уровне грунтовых вод разработку грунта можно осуществлять механизированным или гидромеханизированным способом. При механизированном способе грунт можно разрабатывать экскаваторами или бульдозерами по следующим схемам:

без водоотлива, с разработкой грунта под водой и выдачей его из под воды грейферами;

с открытым водоотливом или искусственным понижением уровня грунтовых вод.

Способ разработки и выдачи грунта из-под воды применяют в тех случаях, когда из-за большого притока воды трудно организовать водоотлив или водопонижение, а также случаях, когда условия разработки не позволяют использовать землеройные или землеройно-транспортные машины (большая глубина выемки, неустойчивое дно и т. п.). Обычно в таких условиях устанавливают у верхней бровки котлована экскаваторы с грейферными ковшами.

Открытый водоотлив осуществляют при незначительном притоке воды, при разработке скальных и полускальных грунтов и только в том случае, если приняты меры предосторожности от просадки фундаментов соседних зданий и сооружений.

Началу выполнения процессов по разработке грунта должны предшествовать расчеты по определению объема воды W, подлежащей откачке:

$$W = V + qt,$$

где V — объем воды в котловане, м^3; q — приток воды, м^3/ч; t — продолжительность осушения, ч.

В соответствии с расчетами назначаются типы и количество насосов, определяются расположение и уклоны (0,01...0,02) водосборных канав; размеры зумпф-колодцев из условий полного осушения при непрерывной работе насосов в течение 10 мин.

Открытый водоотлив может применяться в сочетании с водопонижением. При осушении глинистых грунтов следует применять вакуумирование или электроосушение. В этом случае наряду с насосным оборудованием используются вакуум-насосы и генераторы постоянного тока.

Разработку грунтов при устойчивой отрицательной температуре можно выполнять способом вымораживания. При этом способе поверхность грунта, разбивается на участки площадью 8...10 м^2.

Грунт разрыхляется отбойными молотками не на полную глубину — оставляется мерзлая корка толщиной 0,1...0,2 м, предохраняющая участок от фильтрации грунтовых вод. В дальнейшем,

когда оставленная неудаленной мерзлая корка вновь достигнет толщины 0,4...0,5 м, выборка грунта возобновляется.

Особенности выполнения процессов переработки грунта в стесненных условиях. При выполнении работ в условиях реконструкции или скученной застройки осуществляются те же операции, что и при строительстве новых объектов. Но операции выполняются в сложных условиях, что приводит к увеличению объемов ручного труда, снижению производительности, переходу на малогабаритное оборудование.

На рис. 6.44 показаны типы машин и оборудования для земляных работ, используемых в стесненных условиях.

Устройство выемок в большинстве случаев осуществляется с помощью серийно выпускаемых одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша 0,25...0,65 м^3, предпочтение при этом отдается экскаваторам на пневмоколесном ходу. Из-за стесненных условий разработку выемок с откосами в большинстве случаев вести не удается. Работы, как правило, проводят в огражденном шпунтом котловане. Поэтому рекомендуется применять экскаваторы со смещенной осью копания.

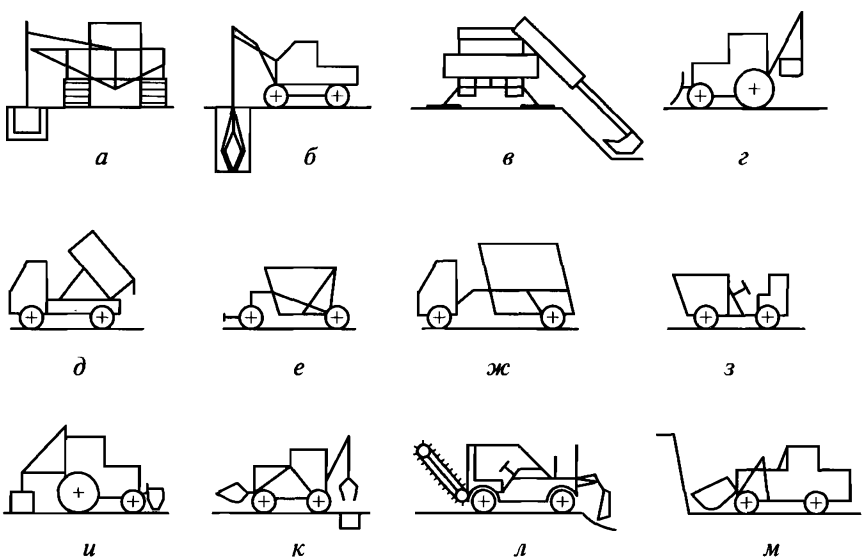


Рис. 6.44. Механизмы, применяемые для разработки грунта в стесненных условиях:

а, *б*, *в*, *г* — экскаваторы со смещенной осью копания, с грейферным и планировочным ковшом, с отвалом и экскавационным ковшом соответственно на базе колесного трактора; *д* — самосвал; *е* — прицепная тележка; *ж* — землевоз; *з* — мототележка; *и*, *к* — малогабаритные погрузчики с трамбовкой и грейферным ковшом; *л* — многоцелевой минитрактор; *м* — фронтальный одноковшовый погрузчик

Хорошо зарекомендовал себя на практике способ разработки грунта грейферным ковшом на телескопической штанге, позволяющим разрабатывать грунт у самого шпунта.

При разработке небольших выемок, требующих зачистки дна и откосов, могут применяться экскаваторы-планировщики.

Особой популярностью при работе в стесненных условиях пользуются экскаваторы на базе колесного трактора «Беларусь» с вместимостью ковша 0,15 или 0,25 м^3.

Наряду с широким распространением эти экскаваторы можно быстро перемещать с одного места на другое в сравнительно короткий срок и кроме реконструкционных использовать на многих хозяйственных работах.

При разработке в стесненных условиях грунт, как правило, вывозится. В качестве транспортных средств при работе экскаваторов обычно используются автосамосвалы. Если серийные автосамосвалы использовать нельзя, могут быть задействованы специализированные транспортные машины (рис. 6.44, *е—з*).

Разгрузка грунта при транспортировании землевозными тележками осуществляется назад или в стороны, землевозами — назад за счет опрокидывания ковша-кузова с подкаткой задних колес к передним, мототележками — вперед.

В последнее время стали часто эксплуатироваться малогабаритные погрузчики с ковшом вместимостью 0,4...0,5 м^3 и дополнительным рабочим оборудованием в виде обратной лопаты, плоского грейферного ковша и другого оборудования. Большой популярностью пользуются мини-погрузчики типа «Bobcat», со сменным оборудованием: отвалами, экскавационными ковшами, фрезерными дисками и др.

В то же время наряду с малогабаритными машинами очень эффективными остаются одноковшовые фронтальные погрузчики на пневмоколесном ходу. Возможность перемещения грунта в ковше на большие расстояния делает их работу в стесненных условиях особенно эффективной.

Основные способы выполнения технологического процесса пневмоколесными одноковшовыми погрузчиками: поворотный, челночный и смещенный (рис. 6.45).

При поворотном способе после наполнения ковша погрузчик перемещается с поворотом к транспортному средству, остающемуся неподвижным. Челночный способ характеризуется прямолинейными перемещениями относительно друг друга погрузчика и транспортного средства при погрузке грунта. При смещенном способе транспортное средство остается неподвижным вне пределов забоя, а погрузчик смещается и производит загрузку транспортного средства, после чего возвращается в забой.

Проведение работ в зоне действующих подземных коммуникаций следует осуществлять под непосредственным руководством

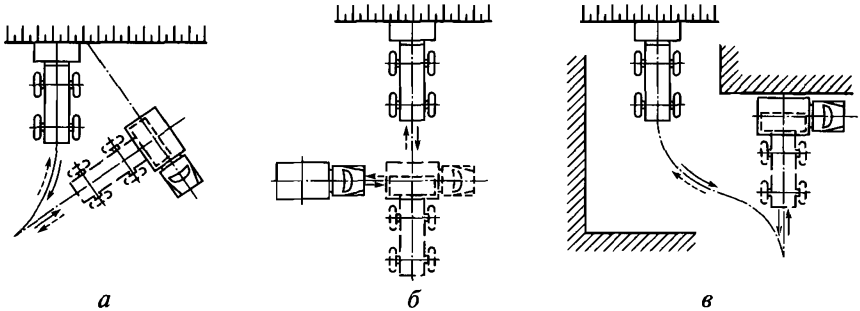


Рис. 6.45. Способы работы одноковшовых погрузчиков в стесненных условиях по поворотной (*а*), челночной (*б*), смещенной (*в*) схемам

прораба или мастера, а в охранной зоне кабелей или действующего газопровода, кроме того, под наблюдением работников электро- или газового хозяйства.

При обнаружении коммуникаций, не указанных в проекте, земляные работы необходимо приостановить для принятия мер по предохранению их от повреждения. При обнаружении взрывоопасных материалов земляные работы в этих местах следует немедленно прекратить до получения разрешения от соответствующих органов.

В непосредственной близости к электрокабелям, газопроводам, напорным водопроводам работы ведутся вручную без применения ударных инструментов. Грунт следует разрабатывать только лопатами.

6.13. Контроль качества работы и охрана окружающей среды

При устройстве земляных сооружений проверяют привязку, правильность разбивки осей, вертикальные отметки. Случайные переборы грунта заполняют грунтом, однородным вынутому, с последующим его уплотнением, или тощим бетоном.

На законченные части земляных сооружений, в том числе на скрытые работы, составляют акты, которые вместе с исполнительными чертежами, результатами лабораторных испытаний грунтов, и другими документами предъявляют приемной комиссии во время технической сдачи-приемки объекта.

Актируются следующие работы и элементы: устройство оснований под земляные сооружения, фундаменты, коммуникации; выполнение мероприятий по закреплению грунтов и подготовке оснований; конструкции, входящие в тело земляного сооружения; обратные засыпки, грунтовые подушки, насыпные основа-

ния под полы; мероприятия, необходимые для возобновления работ при перерывах более 1 мес при консервации и расконсервации работ.

Приемка насыпей и выемок заключается в проверке фактического положения земляного сооружения, его герметических размеров, отметок дна, устройства водоотвода, степени уплотнения грунтов.

Систематически должно проверяться выполнение мероприятий по охране природы: снятие и перемещение плодородного слоя почвы; защита буртов от эрозии, подтопления, загрязнения; надежное хранение горючих и смазочных материалов, а также других материалов, способных негативно воздействовать на природу.

Перечень основных мероприятий по технике безопасности при выполнении процессов, связанных с переработкой грунта, приведены в [10].

Контрольные вопросы

1. Каковы основные свойства грунтов, влияющие на трудоемкость их разработки?
2. Расскажите об обеспечении устойчивости грунтовых масс при устройстве насыпей и выемок.
3. Каковы основные виды подготовительных и вспомогательных работ при подготовке строительства?
4. Что такое искусственное укрепление слабых грунтов?
5. Каковы принципы подбора экскаватора при разработке земляной выемки?
6. Расскажите о механических способах уплотнения земляных насыпей.
7. Каковы особенности разработки водонасыщенных грунтов?
8. Расскажите о способах оттаивания мерзлых грунтов.

ГЛАВА 7

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ ПОГРУЖЕНИЯ ГОТОВЫХ СВАЙ И УСТРОЙСТВО НАБИВНЫХ СВАЙ

7.1. Назначение и виды свай

Назначение свай — устройство фундаментов зданий, опор мостов, эстакад, укрепление слабых грунтов, защита от воздействия грунтовых вод и обрушения грунта.

Таблица 7.1

Классификация свай

Показатель	Виды свай	Эскиз
Материал	Деревянные, бетонные железобетонные, стальные, грунтовые	
Расположение:		
в грунте	Вертикальные, наклонные, горизонтальные	
на поверхности	Одиночные, кусты, свайные ряды, свайные поля	
Характер работы	Сваи-стойки (опора на твердый грунт), висячие сваи (за счет сил трения), шпунты (при напоре грунтовой воды)	
Форма ствола	Цилиндрические, конические, в форме параллелепипеда или пирамиды с уширенной верхней или нижней частью	
Форма поперечного сечения	Квадратные, прямоугольные, многоугольные, круглые, сплошные и полые	
Способы погружения готовых свай	Забивка, завинчивание, вдавливание, погружение, с вибрацией или подмывом	Вода
Изготовление на месте	Трамбованные, штампованные, пневмонабивные, вибронабивные, буронабивные	Воздух

Сваи классифицируются по признакам, приведенным в табл. 7.1. Основное отличие по технологии изготовления: сваи, погружаемые в готовом виде; сваи набивные — изготовляемые на месте набивкой в скважину материалов.

Деревянные сваи бывают цельными, срощеными, клееными. Сращивание по длине деревянных свай обычно осуществляется с установкой в месте стыка заостренного «ерша» и металлического кольца. Железобетонные и стальные сваи наращивают с использованием болтовых и сварных соединений.

Одиночные сваи чаще всего используют в качестве опор для колонн. Кусты свай устраиваются в местах больших сосредоточенных нагрузок (опоры, устои мостов и т. п.). Рядовое расположение свай предпочтительнее при необходимости возведения ленточных фундаментов. Свайные поля используют при устройстве фундаментных плит.

По характеру передачи нагрузок на грунт различают сваи-стойки, опирающиеся на прочные грунты, залегающие под слоями менее прочных, и висячие сваи, передающие до 80 % нагрузки за счет трения между боковой поверхностью сваи и грунтом.

Чтобы распределить нагрузку по верху свай устраивают железобетонные плиты — ростверки.

Практикой подтверждено, что при наличие слабых грунтов рациональнее изготавливать свайные основания без выемки грунта, например забивать пирамидальные сваи, которые подобно объемному клину упрочняют грунт. В глинистых грунтах сваи большого диаметра лучше устраивать в буронабивном варианте, а при необходимости погружения свай на большую глубину — забивать металлические сваи, имеющие в сечении форму трубы, двутавра и т. п.

7.2. Технология забивки готовых свай

Основным методом погружения готовых свай является забивка. Для забивки применяют специальные установки — копры, состоящие из ходовой части, конструкции для удерживания и направления движения сваи, силового, вибрационного и водонапорного оборудования (при погружении свай с подмывом).

Копры оборудуют механическими, паровоздушными, дизельными или гидромолотами. Механические и паровоздушные молоты в массовом строительстве постепенно заменяют дизель-молотами из-за высокой производительности и простоты эксплуатации.

Копры на пневмоколесном шасси применяют для забивки легких коротких свай (длиной до 6 м) на рассредоточенных объектах, когда требуется быстрая перебазировка копра с объекта на

объект. Универсальные копры на рельсовом ходу используются, главным образом, при массовой забивке свай длиной более 12 м. В связи с тем, что в промышленном и гражданском строительстве в основном используются сваи длиной 6...10 м, наибольшее распространение на практике получили самоходные сваебойные установки на базе трактора, оборудованные молотом, складывающейся мачтой, рамой, механизмом для выравнивания стрелы, подтягивания, подъема и установки сваи в заданном положении.

Для предохранения сваи от разрушения на ее верхнюю часть надевают оголовник, внутренние размеры которого должны точно соответствовать размерам сваи, а между оголовником и сваей устанавливают амортизирующую прокладку.

Кроме специализированных копровых установок для погружения свай широко используются серийно выпускаемые универсальные экскаваторы. Для забивки свай экскаваторы оборудуют навесной стрелой-направляющей, прикрепляемой к крановой стреле (рис. 7.1, *а*). Таким образом за короткий промежуток времени эк-

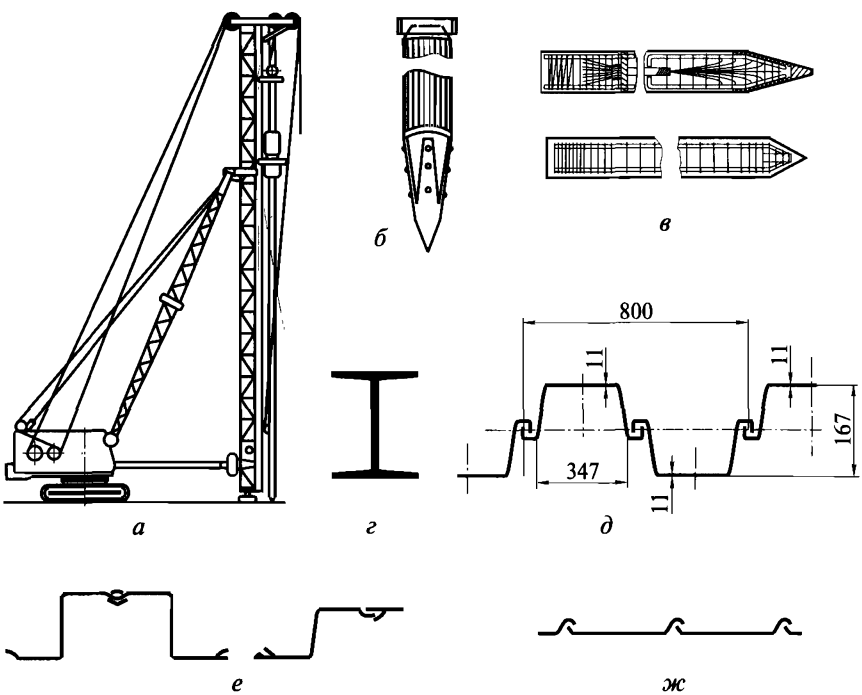


Рис. 7.1. Погружение готовых свай:

а — с помощью экскаватора, оборудованного навесной стрелой; *б* — деревянных; *в* — железобетонных; *г* — стальных; *д*, *е*, *ж* — стального шпунта корыто-образного профиля; *е* — то же, зетобразного профиля; *ж* — то же, плоского профиля

скаватор может быть превращен в машину, способную выполнять сваебойные операции по погружению свай и шпунтовых ограждений, основные виды которых приведены на рис. 7.1, *б—ж*.

Нижний конец деревянных свай заостряют и устанавливают металлические *башмаки*, защищающие острие сваи от повреждения при погружении, на верхнюю часть сваи надевают *бугель* — металлическое кольцо, предохраняющее сваю от «размочаливания» при ударах. Для предохранения от гниения деревянные сваи пропитывают антисептиком и располагают ниже уровня грунтовых вод.

Железобетонные сваи длиной более 6 м рекомендуется подвергать предварительному напряжению. Перед погружением железобетонные сваи пропитывают составами на основе нефтебитума. Металлические сваи и шпунтовые ограждения покрывают антикоррозийной обмазкой.

Забивка свай ведется до проектной отметки или до получения заданного проектом размера (отказа). Сваи, не давшие требуемого отказа, после «отдыха» продолжительностью 3—4 дня, подвергаются контрольной добивке. *Отказ* — нормируемая глубина погружения сваи от одного удара. Отказ измеряют с точностью до 1 мм. Осадку от одного удара в конце забивки сваи измерить трудно, поэтому отказ определяют как среднее значение при сериях ударов, называемых *залогом*.

При погружении свай дизель-молотами и паровоздушными молотами одиночного действия залог принимается равным 10 ударам, при погружении свай молотами двойного действия и вибропогружателями залог принимают равным числу ударов за 1 мин забивки. Расчетный отказ подсчитывается как среднее от трех последних залогов.

Технологическая схема подготовительных операций, осуществляемых до начала выполнения основного процесса, выглядит следующим образом:

разбивка положения свай, устройство обносок и путей передвижения копров;

поставка оборудования, доставка и раскладка свай;

пробная забивка, по результатам которой корректируются намеченные ранее схемы забивки.

Процесс погружения сваи складывается из следующих операций:

подтягивание и подъем сваи с одновременным заведением ее головной части в гнездо наголовника в нижней части молота;

установка сваи в направляющих в месте забивки;

забивка сваи сначала несколькими легкими ударами с последующим увеличением силы ударов до максимальной. Процесс забивки сваи считается законченным, если средний отказ не превышает расчетного. При отклонении положения сваи от вертика-

ли более чем на 1 % сваю выправляют подпорками, стяжками или извлекают и забивают вновь;

передвижение копра и срезание сваи по заданной отметке.

При забивке часть свай не удается погрузить до проектной отметки и их верхние части находятся на разных уровнях. Поэтому лишние части, так называемые «попы», срезаются: деревянные — пилами, стальные — газовыми резаками. Для срубки голов железобетонных свай используют дисковые пилы, специальные гидроножницы или установки компрессорно-вакуумного типа.

При забивке свая внедряется в грунт, раздвигая его частицы, в результате чего грунт вокруг сваи уплотняется, что должно быть учтено при назначении схем забивки. Распространены схемы забивки: рядовая, секционная, спиральная в направлении от краев участка к его середине и от середины участка к его краям (рис. 7.2).

Рядовую схему забивки применяют при строительстве линейных сооружений или устройстве свайных фундаментов рядами. В том случае, если в фундаменте чередуются вертикальные сваи с наклонными, то забивают вначале вертикальные, а затем наклонные сваи.

При секционной забивке вначале забивают несколько рядов свай на значительном расстоянии один от другого, а затем забивают сваи в образовавшихся ячейках.

При забивке свай концентрическими рядами от краев к центру (спиральная забивка) грунт в середине площадки уплотняется, поэтому такая схема забивки рекомендуется на участках со слабыми грунтами. При наличии на участке плотных грунтов грунт в середине площадки может настолько уплотниться, что забивка свай в центре спирали станет невозможной. В этом случае сваи необходимо забивать от центра к краям площадки.

При устройстве свайных фундаментов для зданий большой протяженности может быть сооружен специальный передвижной мост, по которому будет перемещаться копровая установка с мачтой. Поскольку мост перемещается по рельсам вдоль котлована, а

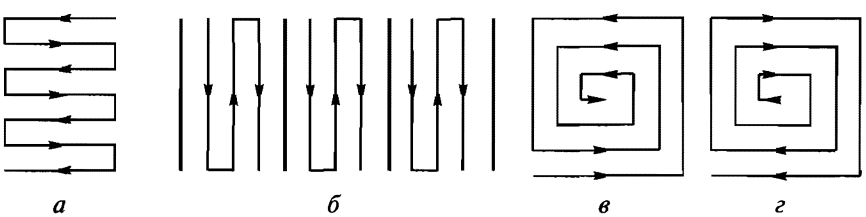


Рис. 7.2. Схемы проходок при погружении свай:
а — рядовая; *б* — секционная; *в*, *г* — спиральные

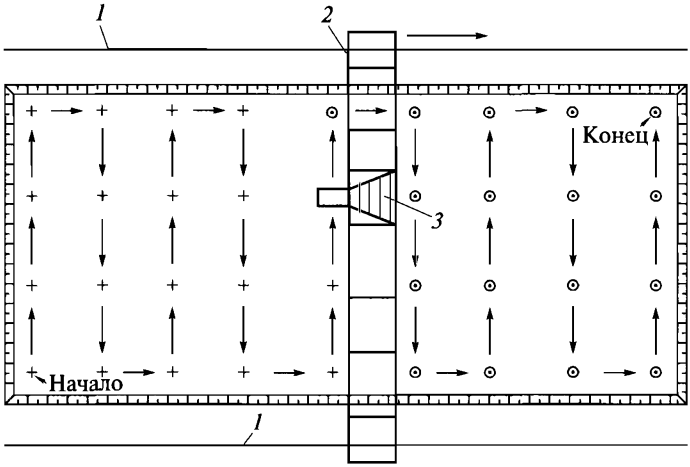


Рис. 7.3. Схема забивки свай мостовой сваебойной установкой:
1 — рельсовые пути; *2* — передвижной мост; *3* — копер

копер — поперек, это обстоятельство позволяет забивать сваи с большой степенью точности в любой точке котлована.

На рис. 7.3 приведена схема забивки свай копром, установленным на передвижном мосту. Стрелками обозначены направление перемещения моста копра и последовательность погружения свай.

При забивке свай на обводненных участках вокруг сооружаемого фундамента устраивают временные подмости на деревянных или винтовых сваях. На подмости укладывают рельсовые пути и устанавливают копер. По мере забивки свай подмости вместе с копровым оборудованием перемещают вдоль фронта работ.

При значительной глубине воды копры размещают на специальных плавучих установках (плашкоутах).

Для забивки тяжелых свай применяют передвижные копровые установки, размещенные на парных баржах или плашкоутах.

Сваи-оболочки после погружения в грунт заполняют бетоном. Для связи свай с подушкой ростверка в верхней их части устанавливают арматурные каркасы.

На реках с достаточно мощным и устойчивым ледяным покровом можно применить забивку свай со льда.

7.3. Погружение готовых свай безударными методами

Общие положения. Одним из недостатков забивных свай является их динамическое воздействие на соседние здания и людей.

Поэтому были разработаны безударные методы погружения готовых свай (рис. 7.4). К ним относятся: вибрационное и виброударное погружение, вдавливание и вибровдавливание, завинчивание, погружение с подмывом и с использованием электроосмоса, а также комбинированное использование этих методов.

Рациональность применения перечисленных методов определяется геологическими, климатическими и гидрогеологическими условиями выполнения работ, а также степенью технической оснащенности строительных организаций.

Вибрационный и виброударный методы. Эти методы основаны на свойствах грунтов уменьшать при вибрации угол внутреннего трения, что сопровождается уменьшением связи между частица-

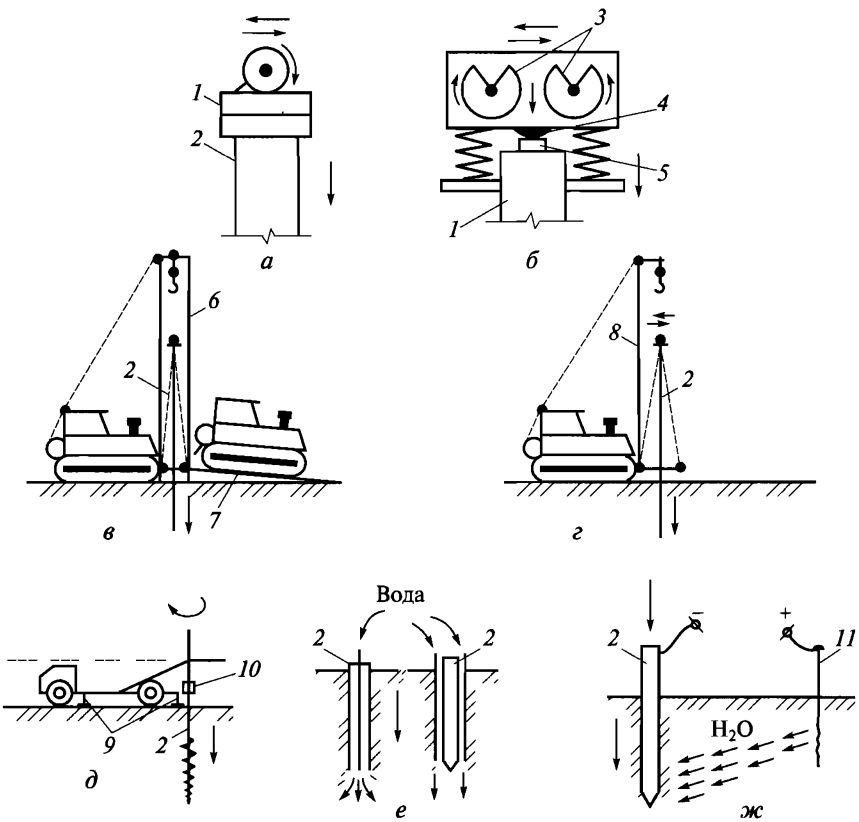


Рис. 7.4. Схемы безударных способов погружения свай:

а — вибрационный; *б* — виброударный; *в* — вдавливание; *г* — вибровдавливание; *д* — завинчивание; *е* — подмыв; *ж* — электроосмос; *1* — наголовник; *2* — свая; *3* — дебалансы; *4* — ударник; *5* — наковальня; *6* — направляющая рама; *7* — опорная плита; *8* — решетчатая мачта; *9* — аутригеры; *10* — рабочий орган; *11* — труба (анод)

ми грунта, сил сцепления между сваей и грунтом и, следовательно, уменьшением сил сопротивления погружению сваи в грунт.

Вибрационный метод применяется, главным образом, при опускании в малосвязных водонасыщенных грунтах шпунтовых ограждений, стальных трубчатых и железобетонных пустотелых свай, свай-оболочек и других свай, испытывающих при погружении небольшое лобовое сопротивление. Как показывает опыт, вибрационным методом можно опускать не только вертикальные, но и наклонные сваи.

Сваю погружают с помощью вибропогружателей, представляющих собой вибрационный механизм, подвешиваемый к рабочей мачте сваепогружающего агрегата или перемещающийся вдоль стрелы крана с помощью роликов.

Вибропогружатели сконструированы таким образом, чтобы вызываемые дебалансами вибраторов горизонтальные колебания взаимно ликвидировались, а вертикальные — суммировались. Это обеспечивает разрушение структуры грунта под пятой сваи и ее успешное погружение.

Для погружения свай небольшой массы (до 3 т) или металлического шпунта используют высокочастотные вибропогружатели (25 Гц и более). Тяжелые сваи погружают низкочастотными вибропогружателями (до 7 Гц) с повышенной амплитудой колебаний.

Рабочий процесс по вибропогружению свай и шпунтов состоит из следующих операций:

закрепление сваи в наголовнике вибропогружателя;

подъем вибропогружателя со сваей и переноска их к месту погружения;

погружение сваи в грунт до заданной отметки;

освобождение наголовника от погружаемой сваи и переноска его для закрепления на верхней части следующей сваи.

Виброударный способ погружения свай является более универсальным, чем вибрационный. Он заключается в одновременном вибрационном и ударном воздействии на погружаемую сваю с помощью вибромолота, вибровозбудителя. В целях эффективного воздействия на сваю масса вибровозбудителя должна составлять не менее 50 % массы погружаемой сваи.

Вибромолоты используются, главным образом, для забивки (и извлечения) в грунты различной плотности металлических свай длиной до 20 м и шпунта длиной до 13 м. Железобетонные сваи погружают вибромолотами в относительно слабые грунты.

Вращение двух дебалансов (рис. 7.4, *б*) сопровождается периодическими ударами ударника по наковальне, соединенной со сваей. Сила удара зависит от массы вибровозбудителя, жесткости пружинной подвески, величины зазора между вибровозбудителем и сваей и т.д.

За счет изменения этих показателей можно непосредственно на рабочем месте увеличить или уменьшить энергию удара по мере необходимости, т.е. использовать виброударный механизм с наибольшей эффективностью.

Погружение свай статическим вдавливанием. Такое погружение осуществляют с помощью установок, состоящих из двух тракторов, оборудованных опорной плитой, направляющей рамой, подвижным наголовником и системой полиспастов (рис. 7.4, *в*).

Трактор, оснащенный направляющей рамой, оборудуется грузоподъемной лебедкой, с помощью которой поднимаются и устанавливаются короткие сваи массой 2...3 т. На втором тракторе устанавливается тяговая лебедка, способная за счет массы трактора развивать усилия вдавливания до 350 кН.

Технологическая схема выполнения процесса вдавливания:

трактор устанавливается над местом погружения сваи и опускает на поверхность земли опорную плиту;

после выверки в проем мачты трактора устанавливается свая, на верхней части которой закрепляется наголовник;

на опорную плиту устанавливается пригрузочный трактор;

усилие от лебедки пригрузочного трактора передается на сваю, которая перемещается вниз по направляющим.

Для обеспечения надежности и точности установки в плотных грунтах могут устраиваться «лидирующие» направляющие скважины меньшего диаметра и глубины, чем погружаемая свая.

Погружение свай методом вибровдавливания основано на комбинированном действии вибрации и статической пригрузки от массы, которая передается погружаемой свае через систему блоков и полиспастов. Такой способ погружения является достаточно эффективным и характеризуется высокой производительностью.

Выпускаемые у нас агрегаты (рис. 7.4, *г*) предназначены для погружения свай длиной до 7 м. Вертикальные силы вдавливания складываются в результате воздействия масс сваи, вибропогружателя и части массы копровой установки.

Технологическая схема выполнения процесса погружения:

установка агрегата, выверка направляющей стрелы;

установка сваи на месте забивки;

погружение сваи за счет вибрации и воздействия массы трактора, передаваемых через систему блоков и полиспастов;

перевод агрегата на новую позицию.

Винтовые (анкерные) сваи. Применяют при устройстве сооружений, где может быть использована их способность сопротивляться выдергиванию. Большая несущая способность винтовых свай объясняется тем, что они имеют внизу широкие лопасти, диаметр которых в 2—2,5 раза превышает диаметр сваи.

В строительстве применяют стальные и комбинированные анкерные сваи, состоящие из железобетонного ствола и стального

винтового наконечника на 1—1,5 винта лопасти. Стальные сваи изготовляются в виде труб с винтовым наконечником или навитым на трубу стальным прутком. Их внутренняя полость может заполняться бетоном после погружения.

Железобетонные сваи могут быть сплошными или полыми. Поскольку они хуже, чем стальные, воспринимают усилия кручения, на них перед погружением надевают стальную съемную оболочку, соединяемую со стальными лопастями наконечника. Крутящий момент от завинчивающего рабочего органа передается к оболочке за счет специального патрона.

Сваи завинчиваются с помощью самоходных установок (рис. 7.4, *д*), смонтированных на базе автомобиля повышенной проходимости или автотягача. Перед началом работы рабочий орган переводится из транспортного положения в рабочее (под углом 45...90° к поверхности земли) и проводится завинчивание.

Конструкция рабочего органа позволяет втягивать внутрь трубы сваю и завинчивать ее в грунт на глубину до 8 м, а при необходимости — вывинчивать сваю из грунта.

По окончании погружения винтовой сваи до проектной отметки оболочку снимают со сваи и извлекают из грунта.

В практике строительства причалов, мостов и других крупных инженерных сооружений применяются винтовые сваи длиной 18...40 м. Завинчивание свай осуществляется с помощью кабестанов — специальных устройств, состоящих из подвижной части, передающей вращение свае, и неподвижной, служащей опорой.

Для выполнения операций завинчивания с двух сторон от будущего фундамента устраивают эстакады, по которым перемещается козловой кран. К грузовой тележке крана крепится кабестан. Таким образом, направление вращения сваи контролируется краном, а кабестан передает ей вращательное движение.

За рубежом для изготовления винтовых лопастей железобетонных свай стали применять стеклопластики. Эти материалы обладают большой механической прочностью, не подвержены коррозии, позволяют придавать лопастям формы, имеющие по грунту малый коэффициент трения.

Погружение свай с использованием подмыва и электроосмоса. Некоторые малосвязанные грунты, такие как песчаные, а также грунты с включениями щебня и галечника оказывают настолько сильное сопротивление погружению свай больших размеров, что забивка их связана со значительными трудностями даже при применении мощных сваебойных агрегатов.

Сваи в такие грунты забивают с подмывом струей воды. К острию сваи или подошве оболочки под давлением не менее 0,5 МПа подводят одну или несколько водяных струй. В результате размыва лобовое сопротивление грунта снижается, уменьшается сопротив-

ление грунта по боковой поверхности погружаемого элемента. Часто свая под действием собственной массы погружается в грунт.

Так как подмыв приводит к нарушению сцепления между частицами грунта, то за 1,0...1,5 м до проектной отметки сваю следует погружать ударным способом.

Несущая способность свай, погруженных с помощью подмыва и последующей добивки, эквивалентна несущей способности свай, погруженных ударным способом. Это объясняется тем, что песчаные грунты быстро уплотняются при встряске.

Для погружения свай методом подмыва применяют как центральный, так и боковой подмыв, когда подмывные трубки, диаметром 38...62 мм располагают по боковой поверхности симметрично относительно оси через 1,0...1,5 м.

При боковом подмыве отклонение свай от проектного положения может быть устранено регулированием напора воды в подмывных трубках.

При погружении с подмывом свай и свай-оболочек в песчаные грунты и на глубину более 20 м в зону подмыва рекомендуется нагнетать сжатый воздух. Нижние концы подмывных трубок следует располагать выше ножа свай на 0,5...1,5 м, воздухопроводных — на 1 м выше подмывных.

При сочетании вибропогружения с подмывом действие последнего прекращают, если острие сваи или сваи-оболочки не доходит на 1,0...1,5 м до проектной отметки. Дальнейшее погружение необходимо продолжать только вибропогружателем или вибромолотом до получения расчетного отказа.

Подмыв не допускается, если имеется угроза просадки близлежащих зданий и сооружений.

Ускорить процесс погружения свай можно путем использования электроосмоса. Сущность его состоит в том, что вокруг погружаемой сваи искусственно увеличивается влажность грунта и тем самым уменьшается сила трения. Для этого необходимо забить металлическую трубу или использовать смежную сваю и подсоединить ее к положительному полюсу генератора тока (аноду), а погружаемую сваю — к отрицательному (катоду).

Ток, перемещаясь от анода к катоду, вызывает перемещение влаги в грунте к погружаемой свае. По окончании забивки переувлажненное состояние грунта вокруг сваи ликвидируется в связи с переключением потенциала сваи. Влага от нее интенсивно перемещается к следующей погружаемой свае, подключенной к катоду.

Применение метода электроосмоса позволяет в несколько раз увеличить скорость погружения свай. При этом сокращается расход энергии, потребляемой двигателями рабочих органов (молотов и вибропогружателей).

Наибольший эффект от применения метода электроосмоса наблюдается при погружении свай в глинистые грунты. В песчаных

грунтах поверхность сваи смачивается грунтовыми водами, поэтому применение электроосмоса в них малоэффективно и нецелесообразно.

Железобетонные сваи и оболочки для лучшего прохождения тока должны быть с металлическими наконечниками и продольными полосами-электродами.

Погружение свай длиной 15...20 м в условиях сухих лессовидных и просадочных грунтов также связано с преодолением большого сопротивления. Для уменьшения его применяют: лидирующие скважины, устраиваемые буровым агрегатом на глубину 6...7 м; предварительное прокалывание скважин небольшого диаметра с последующим замачиванием грунта и др.

7.4. Устройство набивных свай

Сваи, погружаемые в готовом виде, обладают существенными достоинствами, так как заводское изготовление в определенной степени гарантирует получение высоких прочностных характеристик изделия. В связи с заводскими условиями производства сокращается расход материальных ресурсов, значительно сокращаются сроки сдачи объектов в эксплуатацию.

Однако выгоды от применения свай, изготовленных в заводских условиях, могут исчезнуть, если, например, грунтовые напластования на площадке располагаются неравномерно. Тогда при погружении готовых свай в результате неодинаковых отказов и значительного объема срубки голов свай («попов») большие материальные и трудовые ресурсы оказываются затраченными впустую.

Набивные сваи изготовляют непосредственно на площадке в проектном положении путем устройства скважин и заполнения их бетонной смесью или другими материалами. Их основные достоинства — рациональный расход материалов и трудовых ресурсов с учетом конкретных условий производства.

Возможно выполнение работ вблизи зданий и сооружений, поскольку они не сопровождаются значительными динамическими воздействиями на окружающую среду в отличие от погружения готовых свай.

Применяются многие виды набивных свай: вибро- и частотрамбованные, конические в выштампованном ложе и др. Появились такие типы свай, как пневмонабивные, песчаные, грунтовые, буронабивные, буроинъекционные.

Вибротрамбованные сваи (рис. 7.5) устраивают в сухих связных грунтах. В грунт погружают обсадную трубу с башмаком, предохраняющим ее внутреннюю полость от попадания грунта. Устанавливают загрузочный бункер, загружают порцию бетонной

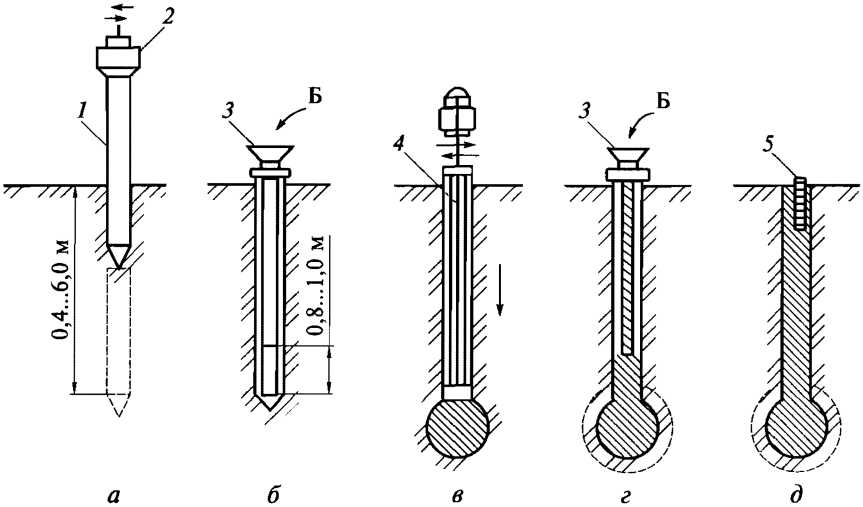


Рис. 7.5. Технологическая схема устройства вибротрамбованных свай:

а — устройство скважины; *б*, *г* — укладка бетонной смеси (Б); *в* — уплотнение бетонной смеси; *д* — окончание бетонирования; *1* — обсадная труба; *2* — вибропогружатель; *3* — загрузочный бункер; *4* — трамбующая штанга; *5* — арматурный каркас

смеси и трамбуют ее с помощью трамбующей штанги, подвешенной к вибропогружателю; при трамбовании образуется уширенная пята сваи. Укладывают и трамбуют следующие слои. Извлекают обсадную трубу при работающем вибропогружателе и устанавливают арматурный каркас для связи с ростверком.

Частотрамбованные сваи (рис. 7.6) образуются в результате забивки обсадной трубы диаметром до 600 мм с металлическим (обычно чугунным) башмаком, установки арматурного каркаса и укладки высокоподвижной бетонной смеси с одновременным подъемом обсадной трубы и возвратно-поступательными ударами молота.

Обсадные трубы погружаются через одну сваю, устройство пропущенных свай допускается не ранее достижения бетоном смежных свай 25%-ной проектной прочности.

Забивка обсадной трубы начинается с установки точно на место погружения башмака с гидроизолирующей канатной прокладкой. Труба вместе с закрепленным на ней наголовником и молотом (массой около 2,5 т) медленно опускается на башмак. Когда труба под собственной массой и установленным на ней оборудованием перестает погружаться в грунт, начинают ее забивку.

Если труба отклоняется от вертикального положения, ее забивку следует немедленно приостановить и изменением положения башни копра придать трубе снова вертикальное положение.

По окончании забивки, проверки положения трубы и отсутствия в ней воды и наплыва грунта устанавливают арматурный каркас и приступают к бетонированию.

При подъеме трубы бетонная смесь поступает в скважину, при опускании труба своим нижним утолщенным концом трамбует смесь, заставляя ее тем самым плотно заполнять скважину.

Удары молота автоматически отрегулированы таким образом, чтобы величина подъема трубы была больше величины ее погружения. Поэтому труба от последовательных ударов постепенно выходит из грунта — на 2,0...2,5 см при каждом ударе.

Некоторые зарубежные фирмы практикуют забивку обсадной трубы без башмака. Его роль выполняет пробка из сухой бетонной смеси, которая уплотняется трамбовкой, а после подъема трубы остается в грунте в качестве гидроизоляции сваи.

Конические сваи в выштампованном ложе (рис. 7.7) получают в процессе образования конической скважины после многократной забивки-извлечения стального конусообразного лидера с подсыпкой в образующееся углубление вначале щебня, а затем жесткого бетона. После выштамповывания конической скважины и установки арматурного каркаса выполняют бетонирование сваи.

За счет конусообразной формы ствола на сваю, изготовленную в выштампованной ложе, можно передавать более высокие нагрузки, чем на призматическую сваю, имеющую одинаковые с конусообразной длину и объем.

Технологическую схему процесса устройства сваи в выштампованном ложе можно представить следующим образом:

образование конической скважины путем забивки лидера;

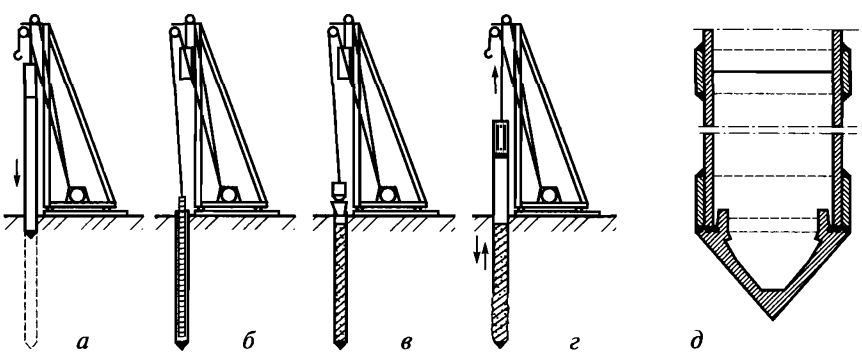


Рис. 7.6. Технологическая схема устройства частотрамбованных свай:

а — устройство скважины; *б* — установка арматурного каркаса; *в* — укладка бетонной смеси; *г* — извлечение обсадной трубы; *д* — нижняя часть обсадной трубы с теряемым башмаком

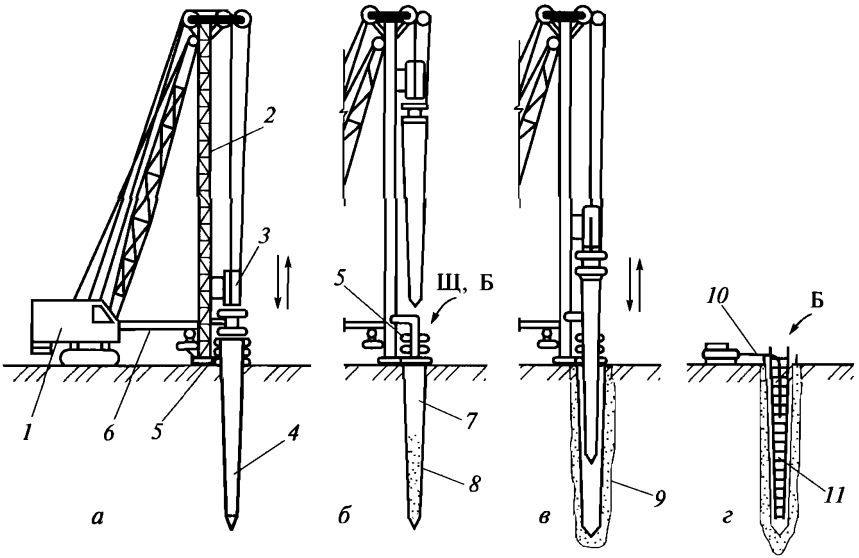


Рис. 7.7. Технологическая схема устройства набивных конических свай в выштампованном ложе:

а — образование конической скважины; *б* — заполнение скважины жесткой бетонной смесью или щебнем; *в* — выштамповывание конической скважины повторным погружением лидера; *г* — установка арматурного каркаса и бетонирование сваи; *1* — базовая машина; *2* — мачта; *3* — падающий груз; *4* — конический лидер; *5* — гидравлическое устройство для извлечения лидера; *6* — гидроцилиндр; *7* — коническая скважина; *8* — жесткая бетонная смесь или щебень; *9* — бетонная смесь, втрамбованная в стенки скважины; *10* — вибратор; *11* — арматурный каркас; Щ — щебень; Б — бетон

заполнение скважины щебнем и жесткой бетонной смесью с последующим выштамповыванием ложа;

установка арматурного каркаса и бетонирование сваи.

Пневмонабивные сваи устраивают в обводненных грунтах, для чего после бурения скважины устанавливают арматурный каркас, сжатым воздухом вытесняют грунтовую воду, порциями укладывают бетонную смесь методом пневматического бетонирования с одновременным подъемом обсадной трубы, в которой постоянно поддерживается повышенное давление воздуха (0,2...0,3 МПа).

Песчаные и грунтовые сваи (рис. 7.8) устраивают обычно в целях укрепления слабых грунтов. При изготовлении песчаных свай пользуются вибронабивным способом, для чего обсадную трубу с закрытым наконечником погружают и заполняют песком. При подъеме трубы с вибрированием кольцо наконечника трубы спадает и песок заполняет скважину.

Такой вид наконечника позволяет сберечь металл (другие типы наконечников при извлечении трубы теряются). Однако лепестковые наконечники малопрочны, негерметичны и при встрече с препятствиями разрушаются. Поэтому при устройстве песчаных и грунтовых свай в грунтах с каменистыми включениями предпочитают использовать теряемые стальные или чугунные башмаки.

Все основные операции по изготовлению вибропесчаных свай выполняются с использованием вибропогружателя, укрепленного на трубе-оболочке.

Обсадную трубу наконечником или башмаком устанавливают над местом устройства очередной сваи, включают вибратор и дают трубе опускаться под собственным весом в грунт. После погружения трубы на проектную глубину приступают к засыпке оболочки песком через боковое отверстие в верхней части трубы.

Далее приступают к извлечению оболочки при включенном вибраторе.

Если устроить скважину (см. рис. 7.8, *в*) бурением, а затем подать в нее водоцементную суспензию, то при обратном движении бура грунт перемешивается, насыщается водоцементной суспензией, затвердевает. Такие грунтобетонные сваи распространены в Европе из-за достаточной прочности и низкой себестоимости.

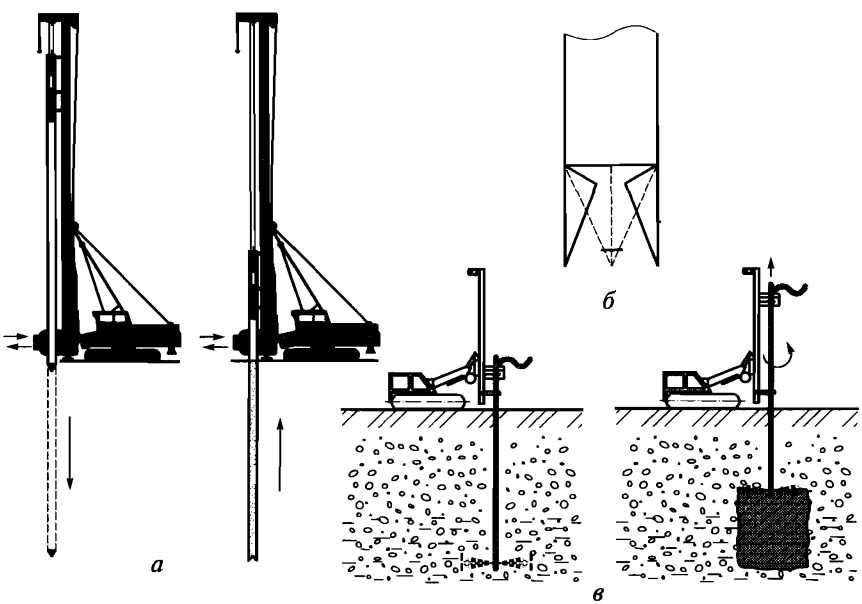


Рис. 7.8. Схемы устройства грунтовых свай:

а — устройство грунтопесчанных свай; *б* — раскрытие наконечника; *в* — изготовление грунтобетонных свай

Буронабивные сваи по сравнению с другими видами набивных свай распространены наиболее широко, что связано с их экономичностью и высокой несущей способностью.

В транспортном строительстве применяют буронабивные сваи диаметром более 2 м и длиной более 60 м. Однако в массовом промышленном и гражданском строительстве используют сваи диаметром 0,6...1,2 м, погружаемые на глубину до 35 м.

Технологический процесс устройства буронабивных свай включает в себя: бурение скважины (как правило с уширенной пятой),

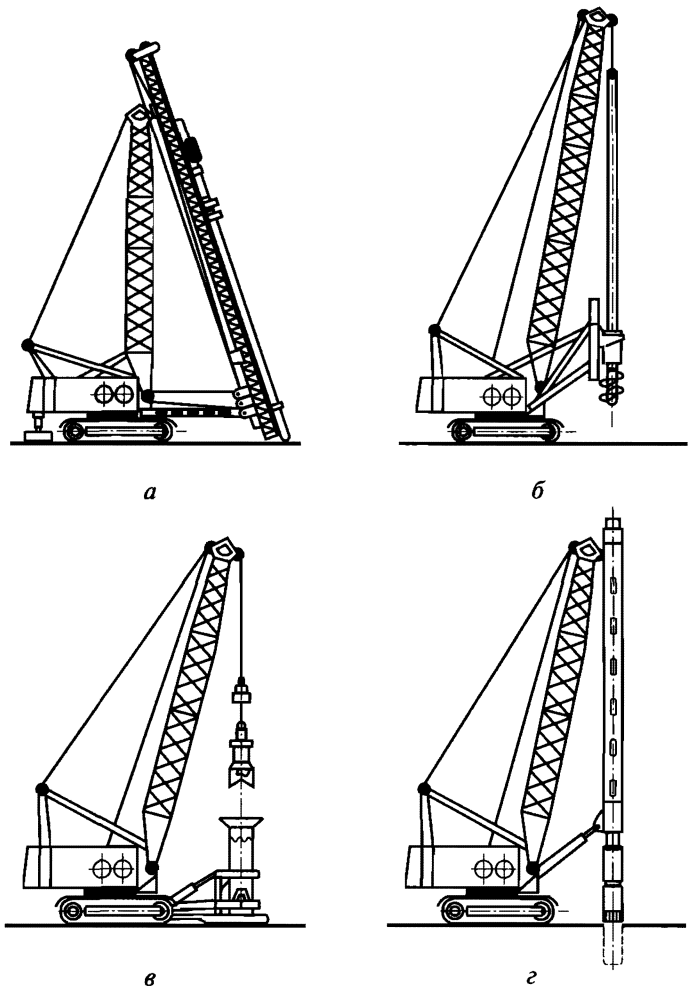


Рис. 7.9. Способы устройства скважин с применением:
а — забиваемого лидера; *б* — шнекового бура; *в* — грейферного бура; *г* — ковшового бура

армирование и бетонирование под защитой бентонитового раствора или обсадной трубы, а при благоприятных гидрогеологических и геологических условиях — без защиты.

Скважины под буронабивные сваи могут устраиваться выштамповыванием, вращательным или ударным бурением (рис. 7.9). Основное отличие машин для устройства скважин — способ извлечения грунта. При выштамповывании скважины с помощью лидера или обсадной трубы грунт не извлекается. Шнековый бур поднимает грунт благодаря вращению винтового шнека. В случае применения грейферных и ковшовых буров (см. рис. 7.9, *в*, *г*) грунт поднимается в закрытых буровых снарядах.

Существующие буровые машины в состоянии выбуривать с извлечением грунта скважины диаметром до 2 м на глубину до 40 м. Для бурения тяжелых пород на глубину более 40 м дополнительно подключают трубовкручивающие установки.

Сваи могут бетонироваться без обсадной трубы: в открытой скважине («сухой» способ) и с заполнением скважины напорной водой или глинистым раствором («мокрый» способ), а также с обсадной трубой: с извлечением и без извлечения грунта.

«Сухой» способ может быть применен лишь в устойчивых грунтах, в которых стенки скважины не обваливаются. Этот способ является более экономичным, но приемлемые для него условия выполнения работ встречаются нечасто.

«Мокрый» способ связан с необходимостью готовить, транспортировать, восстанавливать глинистый раствор, что загрязняет строительную площадку и затрудняет строительные работы.

Технология изготовления буронабивных свай с креплением стенок скважины обсадными трубами является универсальной и может быть применена практически в любых геологических и гидрогеологических условиях. Обсадные трубы могут погружаться гидродомкратами, забивкой или вибропогружением.

Технологический процесс устройства буронабивных свай «сухим» способом протекает по следующей схеме (рис. 7.10, *а*):

I — бурение скважины; *II* — удаление кондуктора; *III* — установка арматурного каркаса; *IV* — установка приемного бункера; *V* — укладка бетонной смеси с уплотнением вибратором, установленным на бетонолитной плите; *VI* — снятие бункера; *VII* — бетонирование верхней части сваи.

Бурение скважин чаще всего ведут шнековым или ковшовым буром, устье скважины от возможного обрушения грунта рекомендуется обсаживать металлическим патрубком.

Бетонирование свай осуществляют литой бетонной смесью подвижностью 16...20 см. По мере заполнения скважины бетонолитная труба извлекается, лишние секции трубы демонтируются.

Бетонная смесь поступает в приемную воронку трубы непосредственно из автобетоносмесителя или из приемного бункера.

Уплотнение смеси осуществляется вибраторами, укрепленными на приемной воронке бетонолитной трубы.

По окончании бетонирования ствола с помощью специального инвентарного кондуктора формуют верхнюю часть сваи, в зимнее время ее следует защищать от холода утеплителем.

При устройстве скважин в неустойчивых обводненных грунтах без обсадных труб применяют «мокрый» способ, т.е. крепят стен-

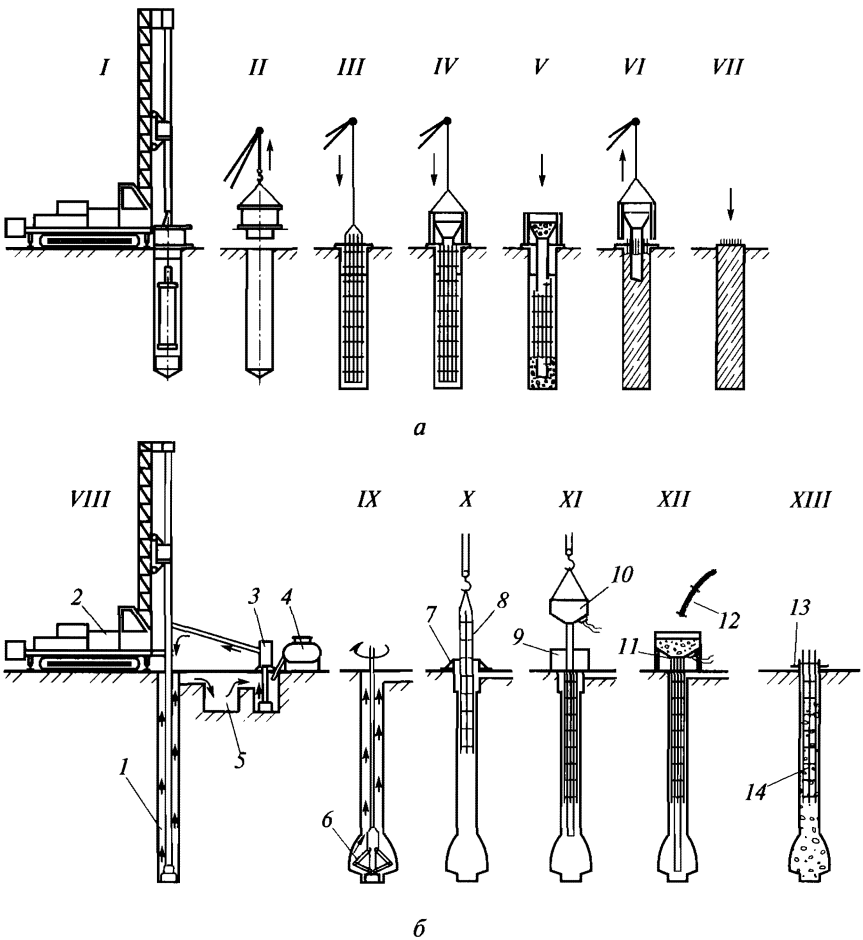


Рис. 7.10. Технологическая схема устройства буронабивных свай «сухим» способом (*а*) и «мокрым» способом (*б*):

1 — скважина; *2* — буровой агрегат; *3* — насосная установка; *4* — глиносмеситель; *5* — отстойник; *6* — уширитель; *7* — кондуктор; *8* — арматурный каркас; *9* — контейнер для пульпы; *10* — бетонолитная труба; *11* — клапан; *12* — рукав бетоновода; *13*, *14* — оголовок и тело сваи

ки скважины от обрушения за счет закачки в скважину столба воды или глинистого раствора.

Первый вариант является простым, но ненадежным, поэтому чаще предпочтение отдается закачиванию в скважину глинистого раствора, обладающего тиксотропными свойствами, т.е. превращающемуся в спокойном состоянии в гель, а при механических воздействиях — в жидкость.

Технологический процесс устройства буронабивных свай «мокрым» способом с использованием глинистого тиксотропного раствора протекает по следующей схеме (рис. 7.10, *б*):

VIII — устройство скважины; *IX* — уширение площади опирания сваи; *X* — установка арматурного каркаса; *XI* — установка бетонолитной трубы и бункера; *XII* — укладка бетонной смеси; *XIII* — формирование верхней части сваи.

Бурение ствола сваи ведут под защитой глинистого раствора плотностью 1,2...1,3 т/м^3, полученного из порошка бентонитовой глины, а при ее отсутствии — из местных комовых глин.

Циркулирующий в скважине раствор выносит шлам наверх и после очистки (ренегации) вновь закачивается в скважину. Находясь в скважине, раствор кольматирует (закупоривает) поры стенок скважины и предохраняет их от обрушения.

После бурения нижнюю часть скважины расширяют до 1,6... 3,5 м в диаметре за счет раскрытия при вращении ножей специального расширителя, закрепленного на буровой штанге. После освидетельствования скважины в ней монтируют арматурный каркас, способом подводного бетонирования укладывают бетонную смесь, одновременно поднимая бетонолитную трубу и демонтируя ее секции.

Соприкасающийся с глинистым раствором цемент из смеси не вымывается, и бетон после этого не теряет своей проектной прочности. Устройство буронабивных свай в обсадной трубе может выполняться с извлечением и без извлечения грунта. Закладку свай в обсадной трубе с извлечением грунта можно осуществлять в любых условиях, поэтому такая технология доминирует в передовых зарубежных строительных фирмах.

В технологии немецкой фирмы BAUER (рис. 7.11) сначала в погружателе устанавливают две нижних секции обсадной трубы. Затем погружают эти секции в землю.

Следующим этапом наращивают остальные секции обсадной трубы с одновременным их погружением. После погружения трубы, используя защитный кожух, выбирают грунт (рис. 7.11, *в*).

Используя лебедку установки, монтируют арматурный каркас и заливочное приспособление, а затем заливают бетонную смесь и извлекают трубу, демонтируя при этом ее промежуточные секции. Вынимают нижнюю секцию трубы из погружателя и перемещают установку на новое место.

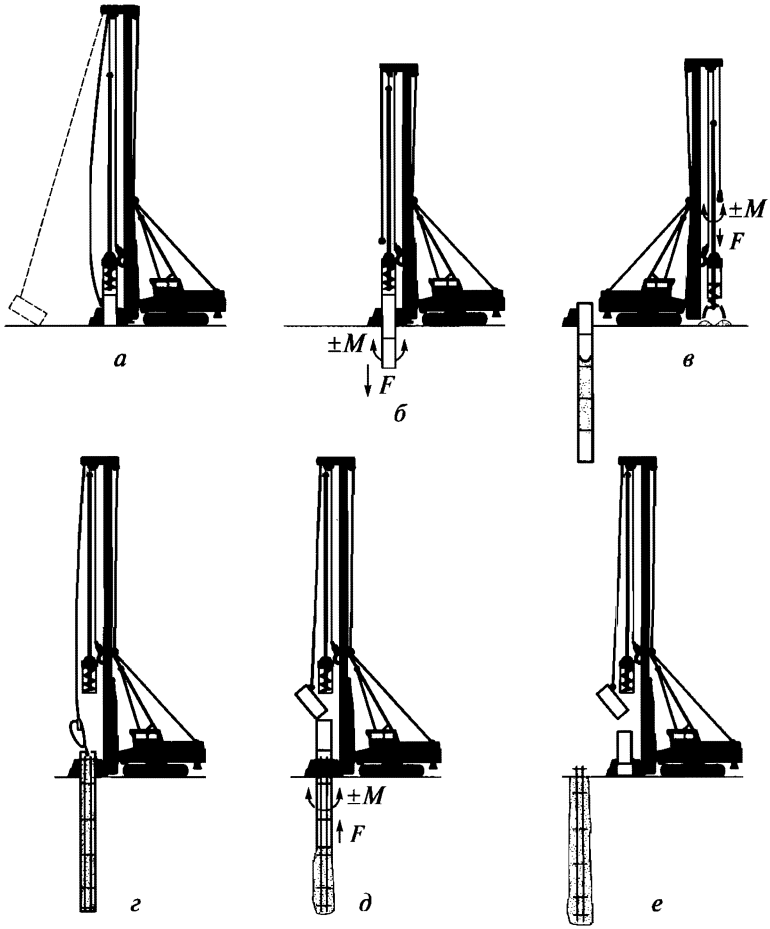


Рис. 7.11. Технологическая схема устройства буронабивных свай в обсадной трубе с извлечением грунта:

а — монтаж секций трубы; *б* — погружение и наращивание трубы; *в* — разгрузка грунта; *г* — установка арматурного каркаса и укладка бетонной смеси; *д* — извлечение трубы; *е* — демонтаж секций трубы; *M* — момент вращения; *F* — усилие

Кроме использования специального уширителя увеличение площади опирания сваи на грунт можно осуществить втрамбовыванием бетонной смеси в дно скважины и камуфляжным взрывом зарядов ВВ или серией гидравлических ударов на бетонную смесь через размещенные в ней электроды.

При устройстве набивных свай в слабых водонасыщенных грунтах можно применить способ устройства буронабивных свай с обсадной трубой без извлечения грунта.

На нижний конец обсадной трубы надевают наконечник, препятствующий попаданию земли внутрь погружаемой трубы. Используя крутящий момент и вдавливающее усилие оборудования, проводят погружение трубы в грунт.

Затем внутрь трубы устанавливают арматурный каркас и производят бетонирование ствола сваи с одновременным посекционным извлечением трубы. Стальной наконечник и бетонная масса отделяются от поднимаемой трубы и образуют в грунте будущую сваю.

Разновидность буронабивных свай — буроинъекционные (корневидные) сваи (рис. 7.12) — применяют как при реконструкции и усилении существующих зданий и сооружений, так и при устройстве в стесненных условиях новых фундаментов различных инженерных сооружений. Эти сваи изготовляют путем бурения скважин диаметром 50...280 мм глубиной до 50 м и заполнения их песчано-цементным или цементным раствором.

Оборудование для изготовления корневидных свай отличается небольшой массой и компактностью. При вращательном бурении в качестве рабочего органа следует использовать высокопрочные коронки, при пневмоударном — твердосплавные шорошки и долота, что позволит выбуривать скважины в любых грунтах, в каменной кладке, бетоне и железобетоне под любыми углами наклона.

По окончании бурения сжатым воздухом и струей воды очищают забой и стенки скважины от бурового шлама, устанавлива-

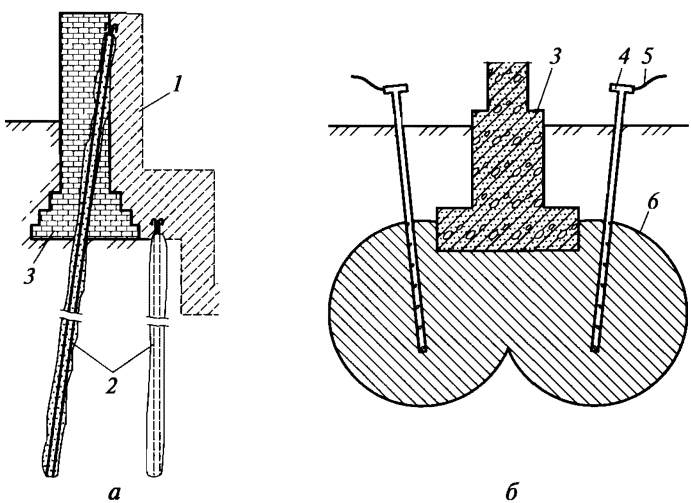


Рис. 7.12. Применение буроинъекционных свай при усилении:

а — фундамента; *б* — основания; *1* — вновь установленный фундамент; *2* — буроинъекционные сваи; *3* — существующий фундамент; *4* — инъектор; *5* — гибкий рукав; *6* — зона закрепленного грунта

ют арматуру и под давлением 0,3...0,6 МПа инъекцируют цементно-песчаный или цементный раствор с противоусадочными и пластифицирующими добавками.

В результате давления раствора диаметр скважины сваи может увеличиваться до 1,5 раз против расчетного, а в отдельных случаях могут образовываться местные уширения ствола сваи.

Фундаменты из буроинъекционных свай благодаря небольшим габаритам и массе буровых установок можно устраивать практически в любых условиях и районах.

Песчаные и супесчаные грунты оснований могут укрепляться путем бурения скважин, установки инъекторов и нагнетанием раствора жидкого стекла или карбомидной смолы (рис. 7.12, *б*). Такой способ позволяет передать на основание возрастающие нагрузки без замены существующих фундаментов.

7.5. Особенности погружения свай в мерзлые грунты

В зимних условиях, в зависимости от глубины промерзания грунта, применяют следующие способы погружения свай:

если толщина мерзлого слоя не превышает 0,7 м, используют более мощное сваебойное оборудование;

при толщине мерзлого слоя более 0,7 м бурят лидирующие скважины или протаивают грунт в местах расположения свай.

Для предотвращения замерзания грунта места погружения свай можно заблаговременно утеплять подручными материалами.

Вечномерзлые грунты в ненарушенном состоянии обладают высокой несущей способностью. Поэтому основная задача при погружении свай — внести в эти грунты как можно меньше раз-

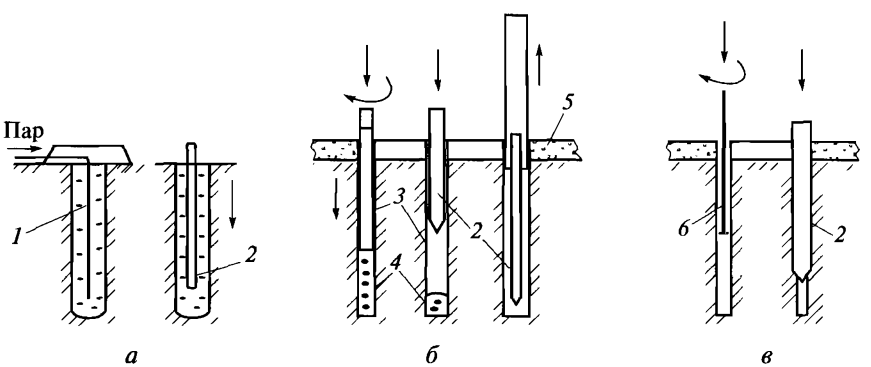


Рис. 7.13. Схемы погружения свай в вечномерзлые грунты:

а — в оттаянный грунт; *б* — в скважину с обсадной трубой; *в* — забивка в лидирующую скважину; *1* — паровая игла; *2* — свая; *3* — обсадные трубы; *4* — песчано-глиняный раствор; *5* — подсыпка; *6* — лидер

рушений, а в местах, где эти разрушения все же произошли, сваи должны быть как можно быстрее «вморожены» в грунт.

Существует два способа погружения свай в вечномерзлые грунты: в оттаянный грунт (рис. 7.13, *а*) или в пробуренные скважины. В первом случае грунт в местах погружения можно оттаивать с помощью паровых игл в первой половине рабочей смены, а во второй половине — проводить погружение. Как показывает практика, через несколько часов сваи прочно «вмерзают» в грунт скважины.

Погружение свай в пробуренные скважины можно выполнять с применением обсадной трубы и без нее. При выполнении работ с обсадной трубой (рис. 7.13, *б*) осуществляют: бурение скважины, установку обсадной трубы и закачивание песчано-глинистого раствора в объеме, необходимом для заполнения зазоров между стенками скважины и сваи после ее погружения; погружение сваи с выжиманием раствора; подъем обсадной трубы.

Работы без обсадной трубы (рис. 7.13, *в*) предусматривают: бурение лидирующей скважины диаметром меньше на 1—2 см диаметра сваи и забивку сваи с отжиманием грунта к стенкам сваи.

Применение лидирующих скважин позволяет повысить точность установки свай, обеспечивает погружение их на проектную глубину, предохраняет сваи от поломок при погружении.

7.6. Устройство ростверков

Ростверки устраивают из монолитного или сборного железобетона. В зависимости от видов свай и их расположения в грунте, ростверки могут быть высокими и низкими, в виде лент или плит.

Процесс возведения ростверка из монолитного железобетона мало чем отличается от традиционных схем бетонирования фундаментных плит. Особенность устройства ростверка — надежное соединение арматуры свай и каркаса ростверка, обеспечивающее их совместную работу, что особенно важно при пучении грунтов и сейсмических воздействиях на здание или сооружение.

При забивных сваях дополнительно выполняются трудоемкие операции по выравниванию верхних частей свай. Эти операции можно выполнять путем спиливания выступающих частей отрезными дисками или с помощью специальной установки с зубьями. Однако в большинстве случаев бетон приходится разрушать с помощью отбойных молотков, а оголенную арматуру — срезать автогеном.

Определенные затруднения возникают при устройстве ростверка над сваями, погружаемыми в обводненные грунты, особенно если вода выступает над поверхностью земли. Тогда приходится заби-

вать шпунтовые ограждения, устраивать земляную подсыпку или устанавливать инвентарный «бездонный ящик».

7.7. Контроль качества и приемка работ. Основные положения техники безопасности

Работы по устройству свайных фундаментов и шпунтовых ограждений относятся к числу скрытых работ, и судить об их качестве можно только по документам технической отчетности.

При приемке проверяют соответствие примененных материалов и изделий проекту, соблюдение технологии работ, несущую способность свай и их соответствие проектному положению.

Если возникают сомнения в несущей способности свай или если в проекте имеются специальные указания, то должны быть проведены испытания контрольной добивкой или статической нагрузкой. При контрольной добивке производят 3...5 ударов молота и определяют фактический отказ свай. Испытание статической нагрузкой выполняют гидравлическими домкратами, укладкой дополнительного груза, натяжными муфтами или лебедками.

Монтаж, демонтаж и перемещение копровых установок следует выполнять в соответствии со схемами, разработанными в технологических картах. При скорости ветра 15 м/с и более или грозе данные работы не допускаются.

Техническое состояние буровых вышек и копров необходимо проверять перед началом каждой смены. Каждый копер и буровая вышка должны быть оборудованы сигнализацией. Перед пуском их в действие необходимо подавать звуковой сигнал.

Во время спуска и извлечения обсадных труб лица, непосредственно не участвующие в выполнении данных работ, к буровой вышке не допускаются.

Перед началом осмотра копровой установки буровой инструмент должен быть поставлен в устойчивое положение, а двигатель выключен.

Пробуренные скважины при прекращении работ должны быть надежно закрыты щитами или ограждены. На щитах и ограждениях должны быть установлены предупредительные знаки и сигнальное освещение.

Передвижка копров должна производиться по спланированной площадке при опущенном молоте.

Состояние путей для передвижки копра следует проверять перед началом каждой смены. В процессе забивки свай и после работы копер необходимо закреплять противоугонными устройствами.

Одновременный подъем сваебойного молота и сваи не допускается.

При срезке забитых в грунт свай необходимо принимать меры, исключающие внезапное падение срезаемой части.

При забивке свай плавучим копром необходимо обеспечивать его расчаливание по якорям, закрепленным на берегу или на дне, а также связь с берегом с помощью плавучих средств или мостиков.

При производстве работ со льда площадка должна быть очищена от снега, пробитые во льду лунки должны быть закрыты щитами или ограждены.

Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию готовых и набивных свай.
2. Каковы способы погружения готовых свай?
3. Дайте понятие об отказе сваи.
4. В чем преимущества и недостатки набивных свай?
5. Каковы особенности устройства свай в вечномерзлых грунтах?
6. Каковы особенности выполнения свайных работ при реконструкции зданий и сооружений?

ГЛАВА 8

ТЕХНОЛОГИЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

8.1. Правила разрезки кладки

Камень — один из самых долговечных строительных материалов, о чем свидетельствуют дошедшие до нас памятники древнего зодчества, возведенные несколько тысячелетий назад.

В те времена обработка камня была очень трудоемкой, поэтому строители старались использовать камни большого размера. Так, в греческих постройках попадаются камни длиной 19 м.

Затем люди пришли к выводу, что можно применять камни гораздо меньшего размера, если правильно разделить каменную конструкцию на отдельные части. Так, каменная конструкция (рис. 8.1) может быть без ущерба для ее равновесия разрезана по колоннам на отдельные камни α, по балкам — на части *Mm*, *mn*, *nN*. Поэтому более поздние постройки стали возводить из камней меньшего размера, такое деление камней назвали *правильной разрезкой*, а возведение (складывание) конструкций из мелких камней — *каменной кладкой*. Затем камни стали скреплять между собой раствором песка с глиной, гипсом и другими вяжущими ма-

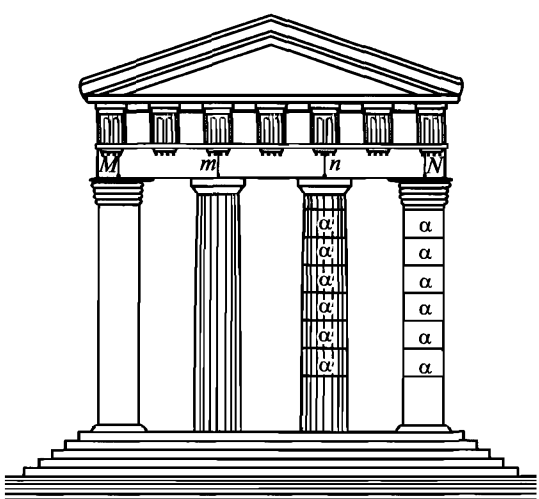


Рис. 8.1. Каменная конструкция с архитравным покрытием

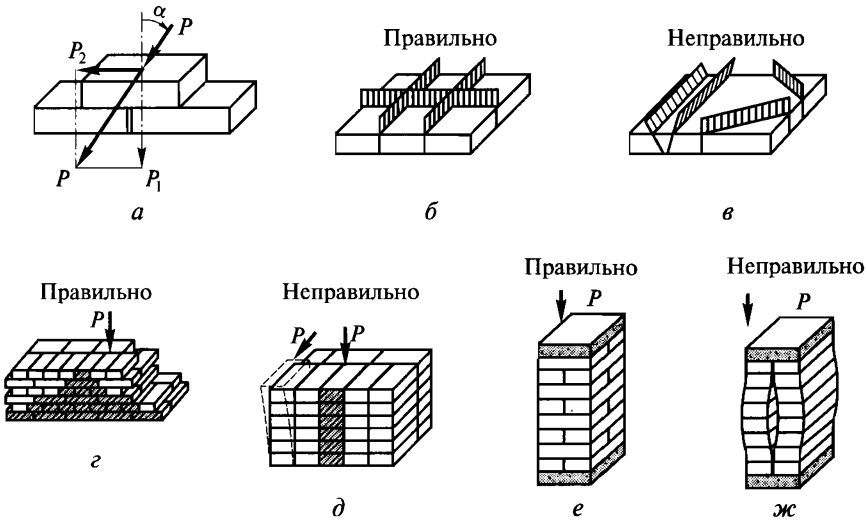


Рис. 8.2. Схемы к правилам разрезки кладки:

а — воздействие на кладку наклонной силы; *б*, *в* — членение рядов кладки на камни; *г*, *е* — кладка с перевязкой вертикальных швов; *д*, *ж* — кладка без перевязки швов

териалами. Так, на Кавказе применяли природную смесь гипса и глины — кавказскую гажу, в Греции — санторинскую землю, в Голландии и Германии — трасс и др. Особенно широко в качестве вяжущего материала для каменной кладки использовалась известь.

При возведении каменных построек в основном применяют камни, удобные для кладки, т.е. массой 4...5 кг, а в качестве вяжущего материала используют цемент. Камням придают такую форму, которая обеспечивает более плотное их прилегание друг к другу, — форму параллелепипеда.

Правильную разрезку кладки затем стали называть *правилами разрезки* (или *правилами укладки* камня). Были установлены три основных правила разрезки кладки (рис. 8.2).

Первое правило разрезки устанавливает, что ряды камней в кладке необходимо располагать параллельно друг другу и перпендикулярно действующей нагрузке. Наибольшие грани (постели) камней должны опираться на лежащий ниже ряд по всей плоскости. При кладке арок, подпорных стен допускается наклонное действие нагрузки, но угол наклона действующей силы не должен превышать 17°: $\alpha < 17°$ (рис. 8.2, *а*).

Второе правило разрезки предусматривает, что деление кладки в пределах каждого ряда необходимо производить системой плоскостей (вертикальных швов), перпендикулярных постелям камней. При этом поперечные швы должны быть перпен-

дикулярны наружной поверхности кладки, а продольные швы — параллельны ей. В кладке не должно быть клиновидных камней (включений), которые под действием нагрузки могут раздвинуть соседние камни и нарушить целостность конструкции (рис. 8.2, *в*).

Третье правило разрезки устанавливает, что вертикальные швы должны быть перекрыты (перевязаны) камнями через каждый ряд кладки, поскольку при совпадении вертикальных швов массив кладки представляет собой ряд столбов, находящихся под нагрузкой отдельно, что может привести к их расслоению.

8.2. Виды и конструкции каменных кладок. Системы перевязки

Каменные конструкции выполняют из природных или искусственных камней. Природные каменные материалы могут использоваться после предварительной обработки: колотыми и тесаными из твердых пород камня (гранит, мрамор), пилеными из мягких пород (туф, ракушечник), а также в необработанном виде: из рваного и постелистого бутового камня (известняка, песчаника), булыжного камня и др. (рис. 8.3).

Из искусственных каменных материалов наиболее широкое применение получили: кирпич глиняный полнотелый, пористый, пустотелый, лицевой и силикатный; пустотелые и поризованные керамические камни; мелкие бетонные и керамические блоки, масса которых допускает их укладку вручную.

В зависимости от вида применяемых каменных материалов кладка носит названия: кирпичная (сплошная и облегченная), мелкоблочная (из керамических и бетонных камней), тесовая, бутовая и бутобетонная. Разновидностями сплошной кирпичной кладки являются армированная, декоративная и кладка с облицовкой.

Для повышения прочности кладки и придания ей монолитности камни скрепляют между собой раствором, способствующим распределению усилий между камнями и предохраняющим кладку от продувания и проникновения влаги. Зазоры между смежными камнями, заполненные раствором, называются *швами*, а грани камней — *постелью*, *ложком* и *тычком* (рис. 8.4). Установлена средняя толщина горизонтальных швов 12 мм, вертикальных — 10 мм.

Ряд кладки, выложенный наружу ложками, является ложковым, а тычками — тычковым. Наружный и внутренний ряды называются соответственно наружной и внутренней верстами, а заполнение между ними — забуткой. При перерывах в кладке оставляется прямая или убежистая штраба.

Для кладки используют целые кирпичи, трехчетвертки, половинки и четвертки («собачки»). В связи с желательной укладкой в

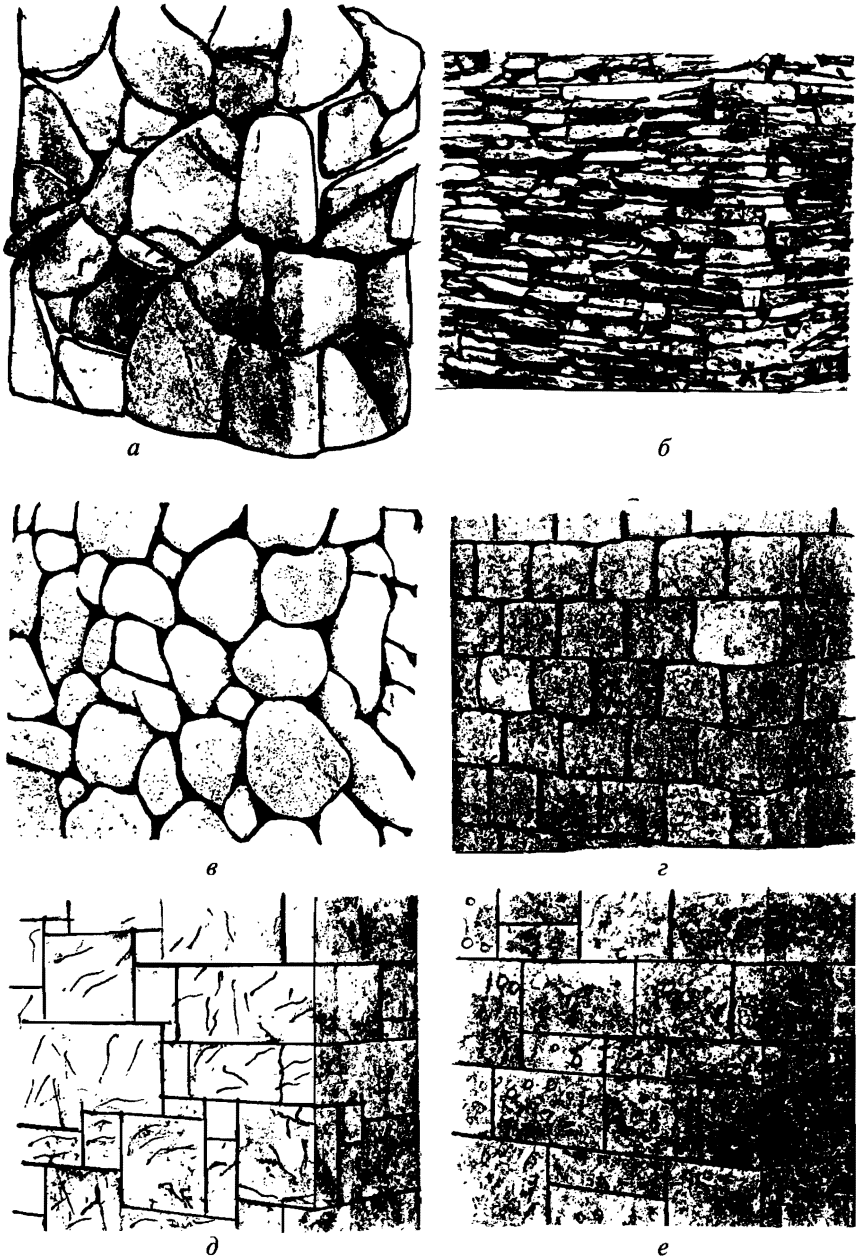


Рис. 8.3. Кладка из естественного камня:

а, *б*, *в* — необработанного бута рваного, постелистого (плитного), булыжника; *г*, *д*, *е* — обработанного колкой, теской, пилением

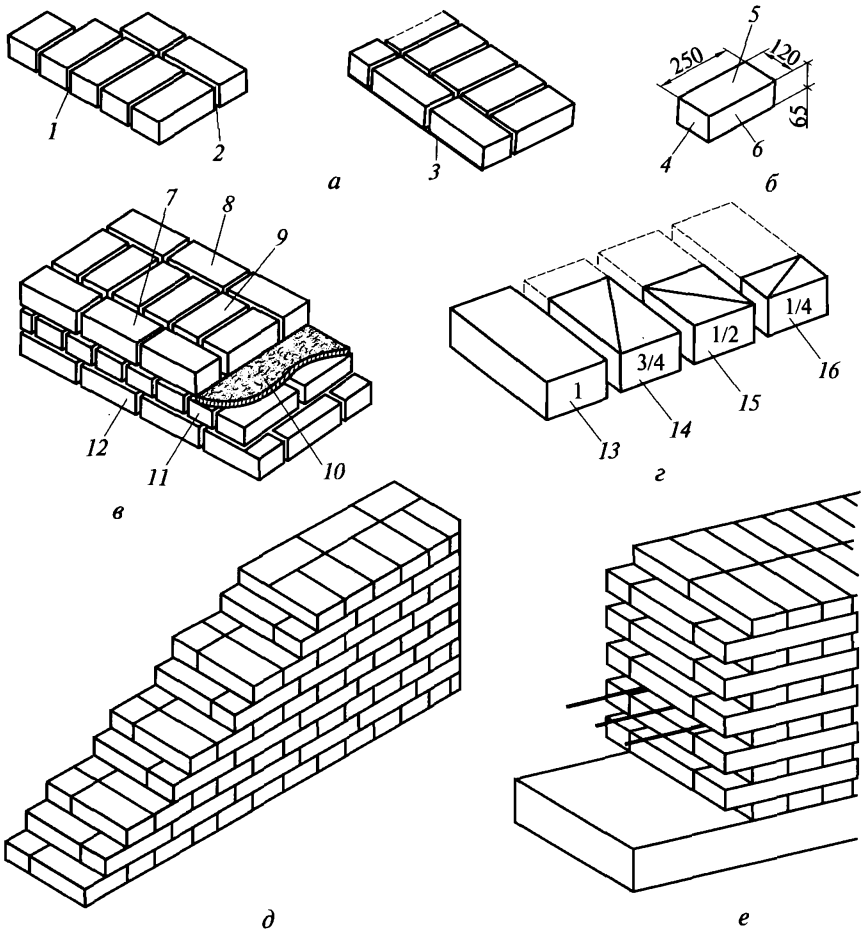


Рис. 8.4. Элементы кладки:

а — швы; *б* — грани кирпича; *в* — ряды; *г* — кирпичи; *д*, *е* — штрабы убежистая и прямая соответственно; *1*, *2* — швы вертикальные поперечные и продольные; *3* — шов горизонтальный; *4*, *5*, *6* — тычок, постель, ложок соответственно; *7*, *8* — наружная и внутренняя версты; *9* — забутка; *10* — растворная постель; *11*, *12* — ряды тычковый и ложковый; *13*, *14*, *15*, *16* — кирпичи — целый, трехчетвертка, половинка, четвертка соответственно

стену плашмя как можно большего количества целых кирпичей без расколки на части толщина кирпичной стены принимается кратной половине длины кирпича: 0,5 кирпича (120 мм), 1 кирпич (250 мм), 1,5 кирпича (380 мм), 2 кирпича (510 мм), 2,5 кирпича (640 мм), 3 кирпича (770 мм).

Если проектом предусмотрено оштукатуривание стены, то для лучшего сцепления штукатурки и кладки швы снаружи не запол-

няют раствором на глубину 10...15 мм. Такая кладка называется *кладкой впустошовку*. Если штукатурка или облицовка кладки не предусмотрены, то кладку ведут *под расшивку*, т.е. с полным заполнением швов и последующей их обработкой (расшивкой).

Расшивку швов желательно выполнять сразу после укладки очередных трех-четырех рядов кирпича и очищать ветошью или губкой. Расшивка швов кирпичной кладки сейчас применяется довольно широко, особенно при кладке наружной версты из лицевого кирпича и других облицовочных материалов.

Швам может быть придана различная форма: заглубленная, плоская (в подрезку), треугольная, закругленная. Основные виды расшивки горизонтальных швов показаны на рис. 8.5.

Стены могут быть сплошными (без проемов) и с проемами. Сплошные стены без конструктивных элементов и архитектурных деталей называются гладкими.

Кладку начинают и заканчивают тычковыми рядами, ведут с обязательной перевязкой вертикальных швов. С наружной стороны стены ряды кладки могут чередоваться: тычковые с тычковыми, ложковые с ложковыми, ложковые с тычковыми, тычковые со смешанными и смешанные со смешанными.

В зависимости от количества ложковых рядов, не перекрытых тычковыми, кладку называют одно-, двух-, трех- и пятирядной.

Чем больше смежных ложковых рядов, тем кладка менее прочная и трудоемкая, поскольку возрастает число продольных вертикальных рядов и уменьшается количество кирпичей, которые подвергаются колке на части.

Наиболее распространены системы перевязки кадки, показанные на рис. 8.6.

Однорядная система перевязки подразумевает чередование тычковых рядов с ложковыми. Разновидности однорядной системы перевязки следующие:

цепная, при которой через ряд по высоте кладки расположение всех швов повторяется и образуется рисунок в виде цепочки;

крестовая (русская) отличается от цепной тем, что швы ложковых рядов сдвигаются по вертикали; такая кладка отличается

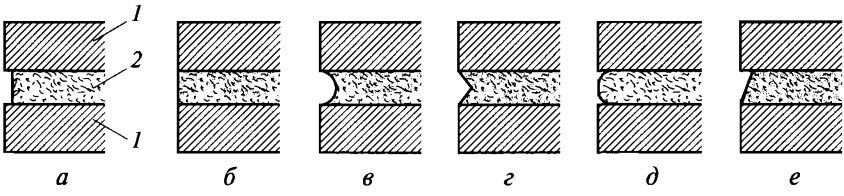
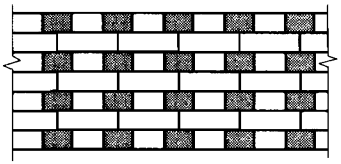
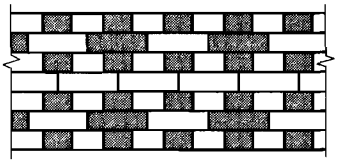


Рис. 8.5. Расшивка швов кирпичной кладки:

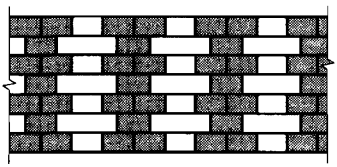
а — заглубленная; *б* — в подрезку; *в* — выкружкой; *г* — треугольная двухсрезная; *д* — выпуклая; *е* — односрезная; *1* — кирпич; *2* — раствор



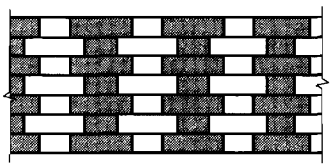
а



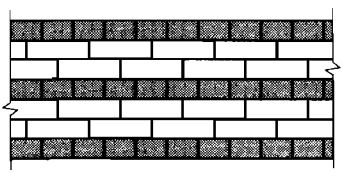
б



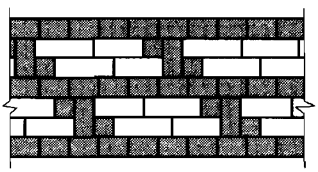
в



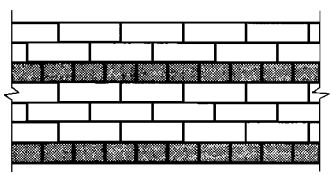
г



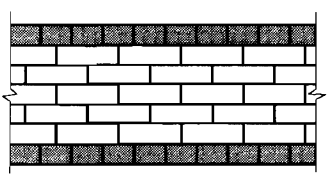
д



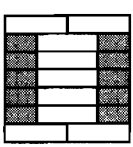
е



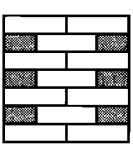
ж



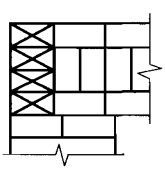
з



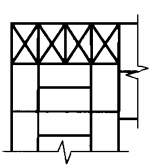
и



к

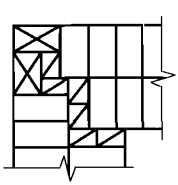


I

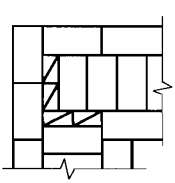


II

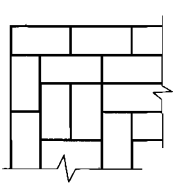
л



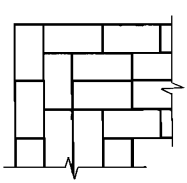
I



II



III и *V*



IV и *VI*

м

Рис. 8.6. Распространенные системы перевязки кладки:

а, б, в, г — однорядная: цепная, крестовая, голландская, готическая соответственно; *д* — двухрядная английская; *е* — двухрядная с вставными тычками; *ж* — трехрядная; *з* — пятирядная; *и, к* — разрезы стены при пятирядной и однорядной перевязке; *л, м* — раскладка кирпичей в углах при однорядной и пятирядной системах перевязки; *I—VI* — номера рядов

←

высокой прочностью. Название кладки связано с наличием рисунка в виде креста; раньше была распространена в России;

голландская (фламандская), при которой в ложковый ряд через кирпич вставляется тычок. Кладка не отличается высокой прочностью, но имеет привлекательный внешний вид;

готическая выполняется как голландская, но без тычковых рядов. Кладка с такой перевязкой свое название получила в связи с распространением в Европе готического стиля в архитектуре.

На разрезе стены при однорядной перевязке (рис. 8.6, *к*) видно, что все вертикальные швы перевязаны.

Двухрядная система перевязки имеет следующие разновидности:

английская, отличающаяся высокой сопротивляемостью горизонтальным сдвигающим усилиям;

с вставными тычками, характеризующаяся еще большей сопротивляемостью сдвигу.

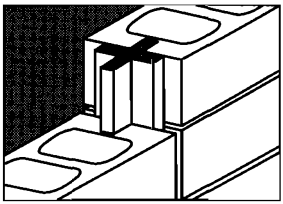
Трехрядная система перевязки применяется при кладке стен из пустотелого кирпича, а также при возведении из полнотелого кирпича узких простенков и столбов.

Пятирядная (американская) система перевязки наиболее широко распространена, поскольку при этой системе укладывается большое количество целых (не колотых) кирпичей. По этой причине повышается производительность труда, но прочность кладки оказывается ниже из-за наличия сквозных продольных вертикальных швов на пять рядов кладки (рис. 8.6, *и*).

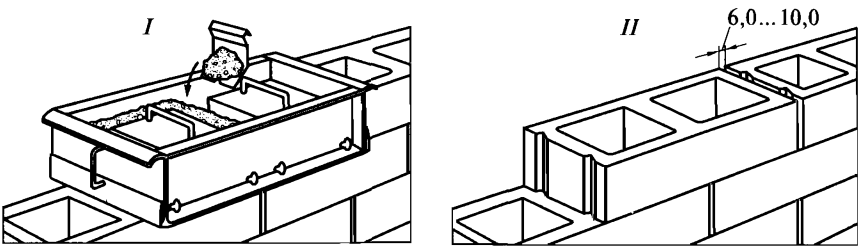
Рассмотрим раскладку кирпичей при возведении углов по однорядной и пятирядной системам перевязки (рис. 8.6, *л, м*). В первом случае на шесть рядов кладки приходится 24 кирпича — трехчетвертки, во втором — 2 таких кирпича.

При малоэтажном строительстве все более широкое применение находят искусственные мелкие керамические, цементно-песчаные, шлакобетонные блоки с проемностью до 51 %, а также блоки из ячеистых бетонов размерами от 390×190×188 до 1 000×375×700 мм, определяемыми возможностью их укладки вручную.

Кладку таких блоков ведут со смещением поперечных вертикальных швов в смежных рядах за счет использования основных и доборных блоков. Совпадающие из-за конструктивных особенностей стен вертикальные швы кладки могут укрепляться арматурой или пластмассовыми вставками (рис. 8.7, *а*).



а



б

Рис. 8.7. Кладка стен из пескоблоков:

а — с пластмасовой армирующей вставкой; *б* — с изготовлением в стене; *I* — заполнение формы; *II* — снятие формы

Толщина швов при кладке на обычных кладочных растворах принимается такой же, как при кладке из кирпича или керамических камней. Блоки, изготавливаемые по лицензионным технологиям, могут иметь шов толщиной 2 мм и соединяться друг с другом насухо или с помощью клея, поставляемого в требуемых количествах непосредственно на рабочие места.

Блоки из цементо-песчаной смеси могут формоваться непосредственно в стене (рис. 8.7, *б*) с помощью опалубочно-формовочного модуля, что упрощает строительство и снижает трудоемкость возведения стен. Они имеют гладкие боковые грани, что сокращает до минимума необходимость оштукатуривания кладки.

Технологические пустоты в кладке могут заполняться шлаком, керамзитом, минеральной ватой или другим утеплителем.

8.3. Материалы, приспособления, инструменты

Природные камни, добываемые с помощью камнерезных машин, чаще бывают размерами 490×240×188 и 390×190×188 мм. Кроме того, для обеспечения перевязки выпиливаются камни размерами $^1/_2$ и $^1/_3$ указанных выше размеров.

Размеры и характеристики основных искусственных керамических каменных материалов приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Основные параметры кирпича и мелкоблочных камней

Изделие	Размеры, мм	Прочность	Масса, кг	Теплопроводность, Вт/мК
Кирпич глиняный:				
полнотелый	250×120×65 250×120×88	М75...М150	3,9 4,7	0,75 0,75
пустотелый	250×120×65 250×120×88	М75...М150	2,8 3,2	0,70 0,70
поризованный с проемностью 42 %	250×120×65 250×120×88 250×120×138	М100...М150	2,3 3,2 3,6	0,35 0,35 0,30
Кирпич силикатный	250×120×65	М75...М200	3,9	0,75
Камни керамические пустотелые	250×120×140	М75...М150	6,8	0,25
Камни крупноформатные поризованные с проемностью 51 %	350×253×219 380×253×219 398×253×219 510×250×219	М100...М125	17,0 18,0 19,0 23,0	0,21 0,21 0,21 0,20

В зависимости от качества обжига глиняный кирпич называют *красным* (нормального обжига), *алым* и *полуалым* (не обожженный до нормальной кондиции), *железняком* и *полужелезняком* (передержанный при обжиге). Красный кирпич можно применять в любых видах конструкций; алый — там, где не требуется высокой прочности; железняк не может применяться, где требуется теска кирпича, но пригоден для кладки в сырых местах, например фундаментов.

При выборе огнеупорного и шамотного кирпича руководствуются строгим соблюдением размеров.

Для кирпича, применяемого в качестве облицовки кладки, указанные выше требования должны быть повышены. Чаще всего для облицовки применяют обычный полнотелый глиняный, лицевой, силикатный и офактуренный кирпичи.

Лицевой — обожженный глиняный (часто цветной) кирпич, имеющий привлекательный внешний вид и повышенную стойкость к атмосферным воздействиям, правильные размеры, без трещин и сколов граней и ребер (усенков).

Силикатный кирпич из известково-песчаной смеси является безобжиговым, поэтому почти всегда имеет четкую форму. Сохранившиеся до нашего времени памятники архитектуры в странах Ближнего Востока, в Греции, Японии свидетельствуют, что при эксплуатации в сухих условиях этот материал является не только эстетичным и прочным, но и долговечным.

Офактуренный слоем глазури кирпич также хорошо зарекомендовал себя в течение длительного времени. Его широко применяли арабы в VII—IX вв. После их ухода из Испании там осталось много памятников такого зодчества.

Сейчас кирпич, боковые грани которого офактурены под керамическую плитку, вновь стал применяться в качестве каменного материала для наружной (фасадной) версты. Для основного массива кладки рекомендуется применять пустотелый глиняный поризованный кирпич пустотностью до 42 % и крупноформатные поризованные керамические камни пустотностью до 51 %.

Выпускаются кирпич и камни марок М50, М75, М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300. Кирпич с горизонтальным расположением пустот может быть марок М25, М30, М50. Клинкерный кирпич, получаемый в результате высокотемпературного обжига, имеет марки М300 и М400.

Прочность кладки зависит от прочности камня:

$$R_{кл} = AR_к\,[1 - 0{,}2/(0{,}3 + R_р/2R_к)],$$

где A — коэффициент, зависящий от прочности камня; $R_р$ — прочность раствора; $R_к$ — прочность камня.

Даже если прочность раствора равна 0, кладка имеет прочность 33 % максимальной прочности.

Каменную кладку чаще всего ведут на строительном растворе. По виду вяжущих компонентов растворы бывают: цементные, гипсовые, известковые, глиняные и сложные (цементно-известковые, цементно-глиняные). В качестве заполнителей в растворах используются природные (горные, речные) и легкие искусственные (керамзитовые, шлаковые, пемзовые) пески. В первом случае раствор называют *тяжелым* (или *холодным*), во втором — *легким* (или *теплым*). Применение легкого раствора улучшает теплотехнические характеристики каменных конструкций.

На качество кладки влияют прочность, удобоукладываемость, водоудерживающая способность раствора.

Прочность каменно-кладочных растворов характеризуется результатами испытаний растворных кубиков со стороной 7,07 см. Марки кладочного раствора — М10, М25, М50, М100. Марки М150 и М200 могут применяться после соответствующих согласований. В зависимости от адгезионной прочности сцепления раствора с кирпичом кладка может быть отнесена к I, II или III категории.

Удобоукладываемость характеризуется погружением в раствор стандартного стального конуса (см). Для кладки из сплошных камней подвижность раствора (осадка конуса — ОК) должна быть 9...13 см, для кладки из пустотелых камней — 7...8 см. Водоудерживающая способность характеризуется способностью раствора препятствовать отделению воды. Для повышения этого параметра в состав цеметных растворов вводят известь, глину или органические добавки. Для того чтобы рабочая смесь была однородной, она должна доставляться к рабочим местам в сухом виде или в передвижных автобетоносмесителях. На рабочем месте следует иметь специальные приспособления для перемешивания раствора (электрифицированный инструмент).

В строительных растворах используется главным образом цемент. Древние строители для этих целей использовали гипс и известь, 80 % раствора египетской пирамиды Хеопса составляет гипс.

В дальнейшем, в связи с быстрым застыванием гипса строители в качестве вяжущего материала стали применять известь, которая обладает хорошей удобоукладываемостью, водоудерживающей способностью, прочностью. Однако по скорости набора прочности известь намного уступает цементу.

Гипсовые и известковые растворы применяются редко (при возведении неответственных конструкций). Глиняные растворы применяются при кладке печей. С использованием цементных растворов ведут кладку конструкций, находящихся во влажной среде. В остальных случаях рекомендуется использовать цементно-известковые и цементно-глиняные растворы.

Кирпич на строительную площадку доставляется автотранспортом в пакетах по 200...400 шт., уложенных на поддоны с перекрестной перевязкой или в «елку».

Кладочные растворы в виде полуфабрикатов или сухих смесей приготавливают на заводах или центральных бетоно-растворных узлах (БРУ) и доставляются на объект в мешках, бункерах, самосвалами или автобетоносмесителями.

Готовый раствор подают в растворных ящиках кранами. Сухую смесь можно замешивать на рабочем месте с помощью мобильных передвижных растворомешалок.

Все операции по укладке кирпича выполняются вручную. Попытки механизации этих работ пока не удались. Для качественного выполнения кладочных операций каменщик использует традиционные инструменты и приспособления: кельмы, лопаты, молотки-кирочки и др.

Для рубки кирпича используют гильотину массой около 35 кг и размерами 42×45×65 см (рис. 8.8). Нижний нож гильотины фиксируется на постоянный режим; раскалывающее усилие на кирпич передается при повороте рукоятки через верхний нож и систему рычагов. Несмотря на короткий ход ножа (около 6 мм) это-

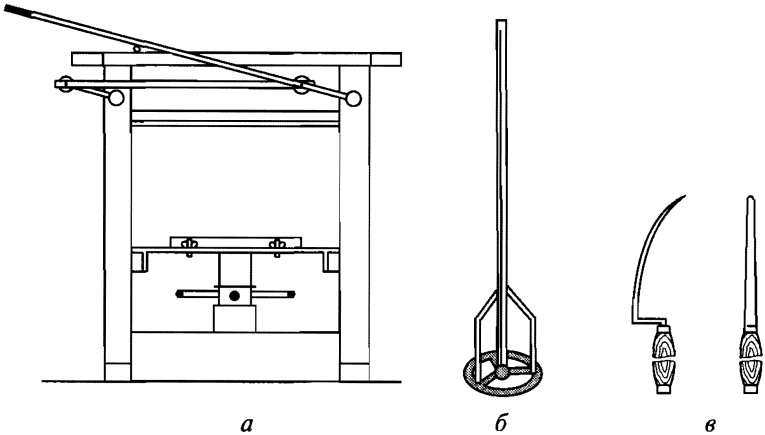


Рис. 8.8. Производственные инструмента каменщика:
а — гильотина для рубки кирпича; *б* — насадка-миксер; *в* — расшивки

го оказывается вполне достаточно, чтобы кирпич раскололся в необходимом направлении. При перемешивании расслоившегося раствора непосредственно на рабочем месте стали применять съемные насадки-миксеры к электродвигателям.

Качество кладки проверяют с помощью контрольно-измерительных инструментов, изображенных на рис. 8.9.

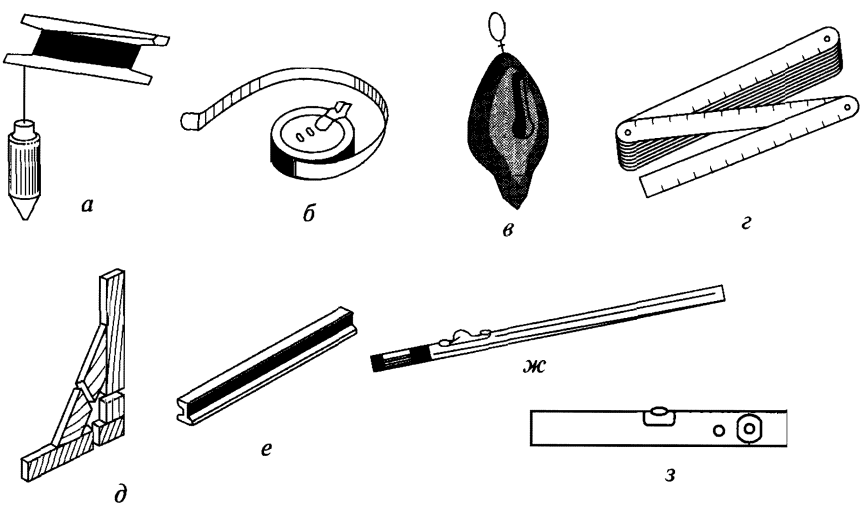
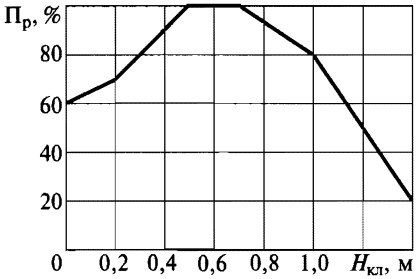
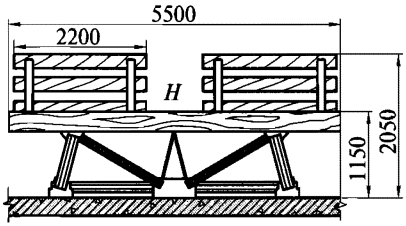


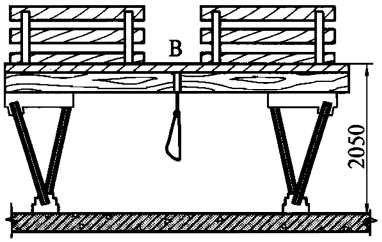
Рис. 8.9. Контрольно-измерительные инструменты каменщика:
а — отвес; *б* — рулетка; *в* — шнуроотбойное приспособление; *г* — складной метр; *д* — угольник; *е* — правило; *ж* — метростат; *з* — уровень

Рис. 8.10. График зависимости производительности труда каменщика от высоты кладки

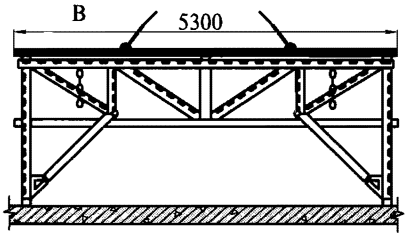




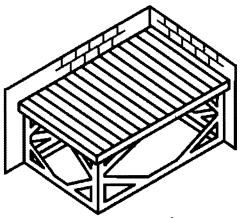
а



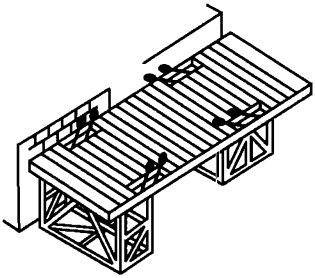
б



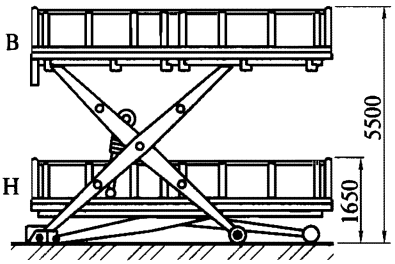
в



г



д



е

Рис. 8.11. Подмости:

а, *б* — шарнирно-панельные при кладке второго и третьего ярусов; *в* — инвентарно-блочные; *г* — площадки-подмости; *д* — универсальные пакетные; *е* — рычажные с гидроприводом; В, Н — верхнее и нижнее положения подмостей

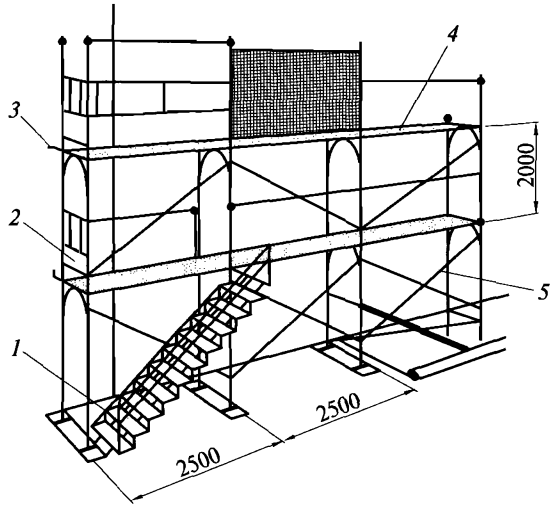


Рис. 8.12. Рамные леса с клиновыми соединениями:
1 — лестница; *2* — стойка; *3* — крюк; *4* — настил; *5* — диагональная связь

Отвесы, уровни, рулетки повсеместно используют при проверке качества выполнения кладки, несмотря на то что строители располагают сейчас более совершенными инструментами. Так, например, использование телескопического метростата (вертикальность положения прибора фиксируется вспыхиванием электрической лампочки) позволяет производить контроль качества кладки гораздо быстрее и точнее, вне зависимости от внешних условий.

При проверке горизонтальности рядов уровень ставят на правило и определяют отклонение кладки по горизонтали. При проверке вертикальности конструкций на один этаж применяют отвес массой 200...400 г или портативные лазерные приборы. При проверке наружных поверхностей в пределах нескольких этажей можно применять отвес массой 600...1 000 г. Окончательная проверка вертикальности углов здания должна проводиться теодолитом.

В процессе каменной кладки ее высота изменяется, вследствие чего изменяются условия выполнения процесса и производительность труда каменщиков (рис. 8.10).

Поэтому при выполнении процесса кладку рекомендуется делить на ярусы высотой 1,1...1,2 м, а при большей высоте кладки использовать для работы средства подмащивания. При возведении зданий с междуэтажными перекрытиями в качестве таких средств применяют подмости (рис. 8.11) — рабочие площадки в виде настилов шириной 2,5 м на опорах, на которых размещаются рабочие, материалы и инструменты. Обычно подмости устанавливаются внутри вдоль стен помещения (ленточное подмащивание). При

ширине помещений 7,5...8 м можно устраивать сплошное подмащивание. Основные требования к подмостям: удобство при работе и перестановках; возможность многократного использования (инвентарность); соответствование требованиям техники безопасности.

При кладке стен высотой более 5 м устанавливают леса с болтовыми и безболтовыми соединениями элементов (клиновыми, штыревыми и хомутовыми). Наиболее рациональны стоечные безболтовые, а также рамные леса с клиновым соединением (рис. 8.12).

Для устойчивости леса крепятся к стене анкерами и крюками, в первых двух панелях лесов от угла здания устанавливаются диагональные связи из труб. Высота лесов может достигать 118 м.

8.4. Выполнение кладки из камней правильной формы

Процесс каменно-кладочных работ с использованием кирпича состоит из следующих технологических операций: возведение углов, установка шнура-причалки, подача и раскладка кирпича, расстилание раствора, укладка кирпичей на подготовленную растворную пастель, проверка кладки, расшивка фасадных швов.

Кладку углов выполняет каменщик высокой квалификации, поскольку эта операция является наиболее ответственной и требует тщательности исполнения.

Кладка прямых углов должна начинаться взаимно перпендикулярным расположением целых кирпичей. В основном ее ведут с использованием цепной или пятирядной перевязки. Такие системы, как голландская, крестовая и другие, применяются при выполнении реставрационных и ремонтных работ.

При рассмотрении раскладки кирпичей в углах при однорядной и пятирядной системах перевязки можно прийти к заключению, что в первом случае кирпичи рациональнее укладывать порядным способом в такой последовательности: наружная верста, внутренняя верста, забутка, т.е. каждый лежащий выше ряд располагать после полной выкладки предыдущего. При использовании пятирядной системы перевязки рациональнее применять ступенчатый способ укладки кирпича, при котором вначале выкладывается один тычковый и пять ложковых рядов наружной версты и забутки. Смешанный способ подразумевает выполнение 7...10 рядов порядно, а затем использование ступенчатого способа.

Для соблюдения горизонтальности рядов кладки, причалки из шнура диаметром 2...3 мм устанавливают с обеих сторон стены, порядно для наружной версты, через 2...3 ряда — для внутренней, и ориентируют с помощью порядовок, скоб и др. (рис. 8.13).

Для устранения провисания под причалку через 4...5 м укладывают выступающие над кладкой кирпичи на растворе или дере-

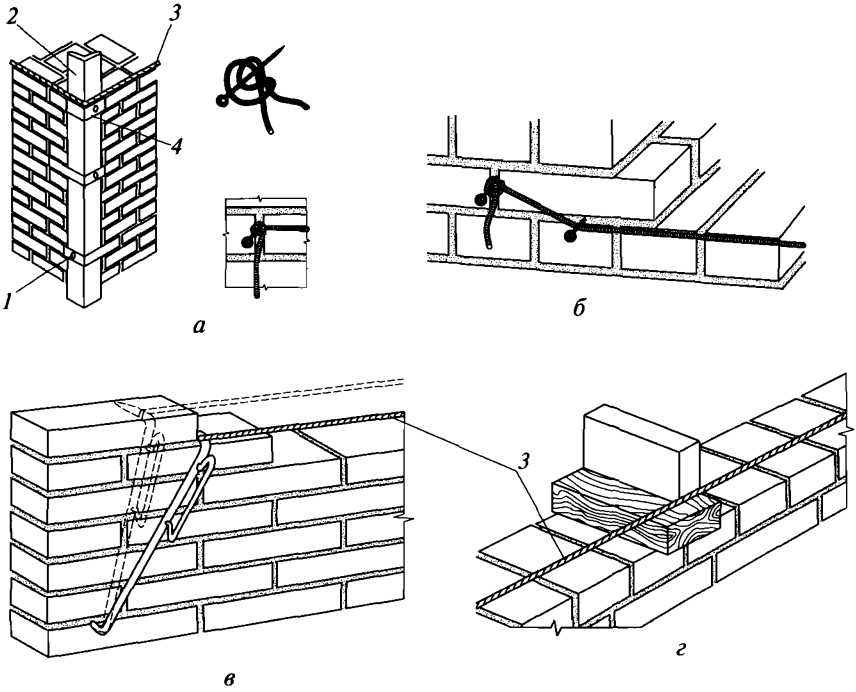


Рис. 8.13. Установка шнура-причалки с помощью:

а — порядовки; *б* — гвоздей; *в* — скобы; *г* — бруска: *1* — крюки-держатели; *2* — порядовка; *3* — причалка; *4* — хомуты

вянные бруски, по толщине равные толщине ряда. Сверху причалку прижимают кирпичом, установленным на ребро.

Порядовки из металлического уголка или деревянной рейки соответственно с помощью крюков-держателей или гвоздей прикрепляются к кладке в углах, пересечениях стен и на границах захваток, выверяются по теодолиту. На ребрах порядовок через 77 мм нарезаются деления, положение причалки фиксируется хомутами с пружинной защелкой.

Порядовки рациональнее всего применять при порядном способе выкладке углов.

При ступенчатом способе прикрепление причалки к маячной кладке чаще выполняют с помощью скоб или гвоздей. В первом случае причалку привязывают к длинному тупому концу скобы, короткий острый конец которой втыкают в шов кладки. Прикрепление причалки к гвоздям осуществляется двойной петлей.

Раскладка (наверстывание) кирпичей осуществляется подсобником как можно ближе к месту его укладки на половине стены, противоположной той, на которой будет расстилаться раствор.

Керамические камни и мелкие блоки наверстываются в один ряд вверх боковой гранью (на которую будет расстелен раствор). При кладке камни поворачивают, и вертикальные швы оказываются заполненными.

Раствор на стену подается в объеме, достаточном для укладки 5...10 кирпичей, так как при большей площади расстилания часто наблюдаются обезвоживание расстеленной растворной прослойки и последующее затем некачественное обжатие шва. При кладке впустошовку расстилание раствора производят по верхней грани кладки с отступлением от края стены на 20...25 мм, при кладке с полным швом — на 10...15 мм. Под забутку раствор расстилается сплошной лентой.

Укладку кирпича осуществляют способами: вприсык, вприжим, вприсык с подрезкой (рис. 8.14).

Способ вприсык используется при кладке забутки и верстовой части стен впустошовку. Каменщик при этом способе работает без кельмы и поэтому может укладывать кирпичи двумя руками. Для образования вертикального шва каменщик, держа кирпич наклонно, загребает часть расстеленного раствора, а затем, постепенно

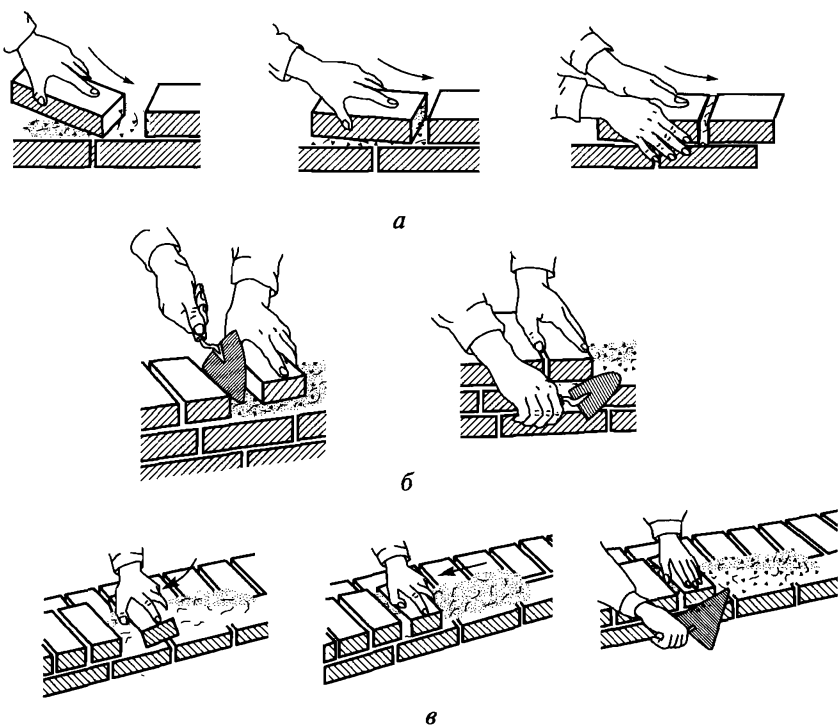


Рис. 8.14. Способы укладки кирпича:
а — вприсык; *б* — вприжим; *в* — вприсык с подрезкой

выправляя кирпич, прижимает его вместе с прилипшим раствором к ранее уложенному кирпичу и осаживает нажимом руки.

Способ вприжим применяют при необходимости полного заполнения наружных швов. Для образования вертикального шва каменщик кельмой разравнивает, загребает и прижимает раствор к ранее уложенному кирпичу, после чего постепенно вынимает кельму, продолжая прижимать торец кирпича.

Способ вприсык с подрезкой отличается от способа вприсык только тем, что излишки выдавленного раствора срезаются кельмой, как при кладке вприжим.

Кладка «под расшивку» выполняется с полным заполнением швов и подрезкой раствора.

Кладку столбов и простенков следует вести по трехрядной системе перевязки из целых кирпичей. Простенки шириной более 1 м допускается выкладывать по многорядной системе перевязки.

Для увеличения несущей способности сильно нагруженных столбов и простенков их через 4...5 рядов армируют металлическими сетками или стержнями. При армировании используют сварные прямоугольные или зигзагообразные сетки (рис. 8.15).

Толщина армированного шва должна превышать толщину сетки не менее чем на 4 мм (по 2 мм с каждой стороны). Зигзагообразные сетки располагают в двух смежных рядах кладки во взаимно перпендикулярном направлении. Способ армирования выбирают в зависимости от конструктивных особенностей элементов, действующих нагрузок и возникающих в кладке усилий.

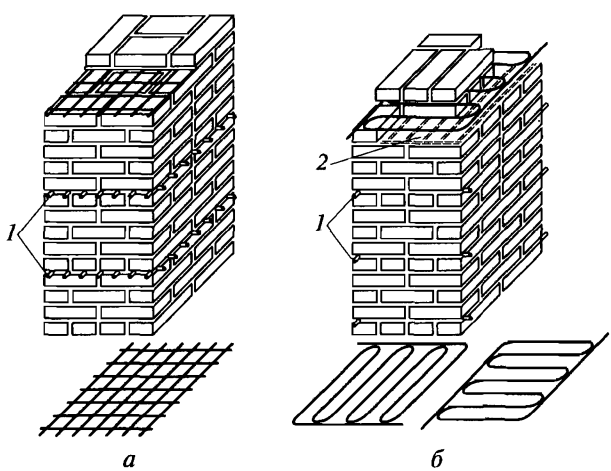


Рис. 8.15. Армирование кладки сетками:

а — прямоугольными; *б* — зигзагообразными; *1* — сетки; *2* — раствор

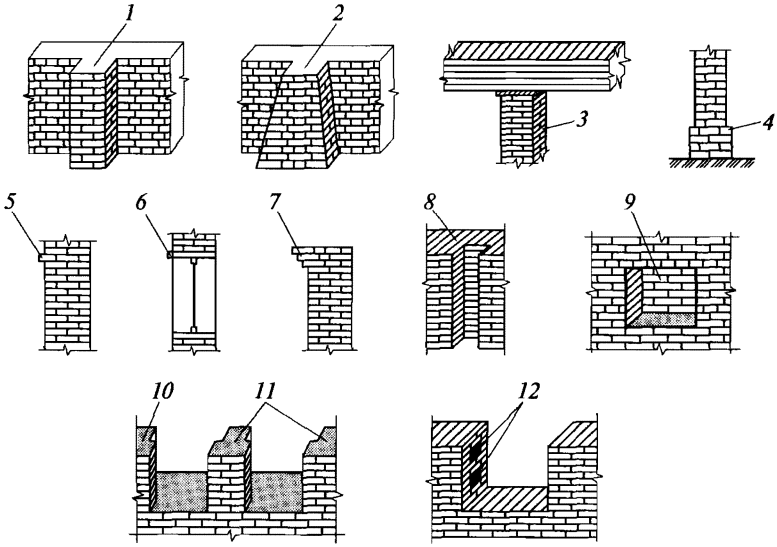


Рис. 8.16. Основные конструктивные элементы кладки:

1 — пилястры; *2* — контрфорсы; *3* — пилоны; *4* — обрез; *5* — поясок; *6* — сандрик; *7* — карниз; *8* — борозда; *9* — ниша; *10* — простенок; *11* — притолоки (четверти); *12* — бобышки (пробки)

Пилястры и контрфорсы (рис. 8.16) выполняют по ходу кладки. Пояски, сандрики, карнизы выкладывают по цепной системе перевязки из отборного целого кирпича. Свес каждого ряда кладки в карнизах допускается не более $^1/_3$ длины кирпича. При большом выносе карнизов применяют сборные элементы.

Кладку из керамических камней ведут с соблюдением тех же правил перевязки, что и при кладке кирпича. Кладку желательно выполнять по цепной системе перевязки с таким расчетом, чтобы наибольшее количество пустот располагалось вдоль стены.

Камни с несквозными пустотами укладывают пустотами вниз, а сквозные пустоты, если это предусмотрено проектом, засыпают сухими теплоизоляционными материалами. Последовательность выполнения операций при кладке из керамических камней и мелких блоков принимается такой же, как при кладке из кирпича.

Кладка из естественных камней правильной формы (тесовая) при массе камня до 32 кг выполняется вручную. Кладку ведут по одно- или двухрядной системе перевязки. Применяют те же приемы, что и при кладке мелких блоков.

При выполнении тесовой кладки из камней массой более 32 кг следует использовать краны или другие грузоподъемные механизмы. Камни предварительно укладывают на деревянные клинья или планки (рис. 8.17) и придают им проектное положение.

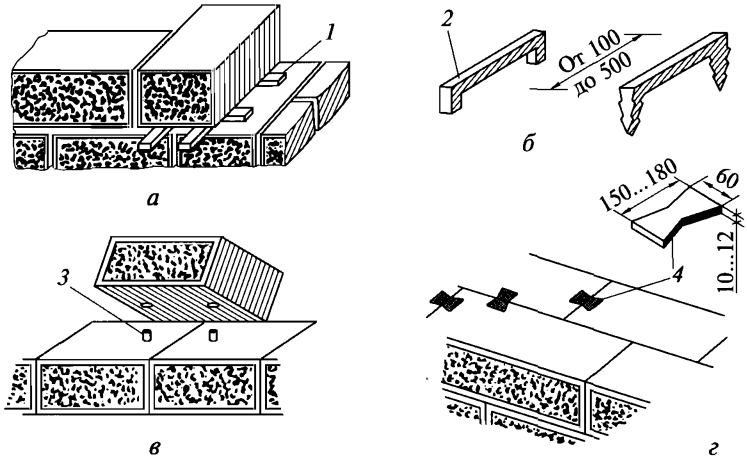


Рис. 8.17. Кладка из тесаного камня:

а — раскладка камней; *б*, *в*, *г* — варианты крепления камней: скобами, пиронами, планками в виде «ласточкиного хвоста»; *1* — клин; *2* — скоба; *3* — пирон; *4* — планка

Затем камни приподнимают, расстилают постель из цементно-песчаного раствора и устанавливают камни в проектное положение.

Вертикальные швы тщательно заполняют литым раствором (ОК > 12 см). Между собой камни связывают металлическими скобами, пиронами или планками и заполняют литым раствором на быстротвердеющем или напрягающем цементе (НЦ).

Кладку из блоков часто облицовывают лицевым или силикатным кирпичом. Для облицовки фасадных поверхностей стен используют отборный кирпич с правильными кромками и углами, предварительно подобрав по цвету и тону.

Наружные поверхности кладки можно облицовывать одновременно с кладкой стен или по готовой стене. Второй способ менее производителен и более трудоемок. Обычно полностью выложенные стены облицовывают не кирпичом, а другими облицовочными материалами: плитками, алюминиевой рейкой и т. п.

Как правило, кладку из обычного (модульного) кирпича выполняют по многорядной системе перевязки, связывая облицовочный слой с основным массивом кладки за счет тычковых рядов. Лицевой слой из кирпича толщиной 65 мм перевязывают с основной кладкой из полуторного кирпича.

В последнее время лицевую кладку стали выполнять с оставлением вентилируемых полостей.

Лицевой слой крепят к основной кладке чаще всего за счет установки металлических сеток в горизонтальные швы кладки че-

рез два ряда камней. Для компенсации вибрационных нагрузок вместо сеток могут устанавливаться амортизирующие анкеры.

Кроме кирпича в качестве облицовки могут применяться керамогранитные плиты, имитирующие натуральный камень.

Лицевой кирпич, применяемый в массовом порядке в строительстве, после увлажнения и высыхания наружной поверхности стены часто покрывается белесыми разводами (высолами) и доставляет немало хлопот при эксплуатации зданий.

Варианты защиты лицевого слоя кладки (в зависимости от результатов лабораторных исследований) следующие:

защита от проникновения влаги;

перевод водорастворимых солей в нерастворимые посредством смачивания реактивами с последующим оштукатуриванием;

окраска фасада водостойкими силикатными красками;

пропитка поверхностей гидрофобизирующей жидкостью.

8.5. Организация рабочего места и труда каменщиков

Рабочим местом каменщика называется площадка шириной не менее 2,5 м, на которой работает каменщик, располагаются материалы, инструменты и приспособления (рис. 8.18).

Рабочее место должно быть расположено так, чтобы обеспечить условия наивысшей производительности труда. Оно должно находиться в радиусе действия крана и иметь три зоны: рабочую, в которой перемещаются каменщики; материалов; транспортную для перемещения материалов и прохода рабочих.

В зоне материалов устанавливаются поддоны с кирпичом и ящики с раствором так, чтобы исключить непроизводительные движения рабочих. Для этого кирпич должен быть установлен перед глухим участком стены или простенком, а раствор — перед проемом. Количество материалов должно удовлетворять требованиям непрерывной работы в течение смены.

Кирпич на рабочее место подается на поддонах или в упакованном виде. Чтобы исключить возможность его падения рекомендуется использовать специальные футляры и захваты (рис. 8.18, *а*, *б*).

Раствор подают к рабочему месту в ящиках вместимостью 0,25 м^3. Желательно рабочие места оборудовать подводками электросети для подключения электрифицированного инструмента с насадками-миксерами для периодического перемешивания загустевающего раствора или установить мешалки для порционного замешивания раствора из сухой смеси.

При больших объемах работ и работе штукатуров для подачи кладочного раствора можно использовать растворонасосы.

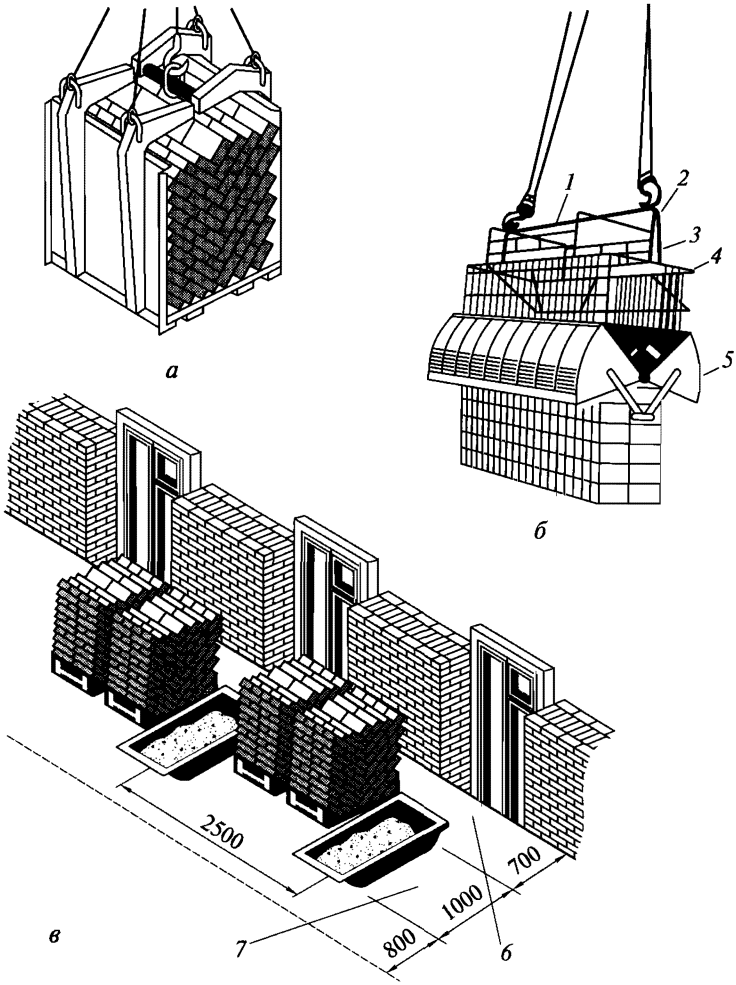


Рис. 8.18. Подъем кирпича с использованием:

а — захвата-футляра; *б* — зажимного захвата; *в* — установка на рабочем месте; *1* — труба-распорка; *2* — серьга; *3* — тяга; *4* — рама каркаса; *5* — челюсть; *6* — рабочая зона; *7* — зона расположения материалов

Работу организуют следующим образом: после окончания кладки яруса на одном участке каменщики переходят на другой, а на первом устанавливают подмости или монтируют сборные железобетонные элементы, лестницы, перекрытия и т. п.

Каменные здания и сооружения возводят звенья и бригады каменщиков, состоящие из рабочих различной квалификации. Каждый член звена выполняет операции, соответствующие его квалификации.

По числу человек звенья называют «двойка», «тройка», «четверка», «пятерка» и «шестерка». Количественный и квалификационный состав звена зависит от сложности кладки, толщины возводимой стены или сечения столба (рис. 8.19).

Поэтому, определяя состав звена, учитывают объем предстоящих работ и квалификацию каменщиков. Так, звено «двойку» назначают при кладке стен без утеплителя толщиной до 1,5 кирпича, столбов и перегородок. Каменщик ведет кладку наружной и внутренней версты, подсобник подает раствор и кирпич. В свободное время оба ведут кладку забутки.

При толщине стены более 1,5 кирпича (38 см) следует назначать звено «тройку», состоящее из каменщика и двух подсобников. Каменщик выкладывает наружную и внутреннюю версты, первый подсобник подает раствор и кирпич, второй — выкладывает забутку. При толщине стены 2...2,5 кирпича можно применять кладку «пятеркой»: два каменщика выкладывают наружную и внутреннюю версты, два подручных подают кирпич и раствор, третий подручный выкладывает кирпич в забутку.

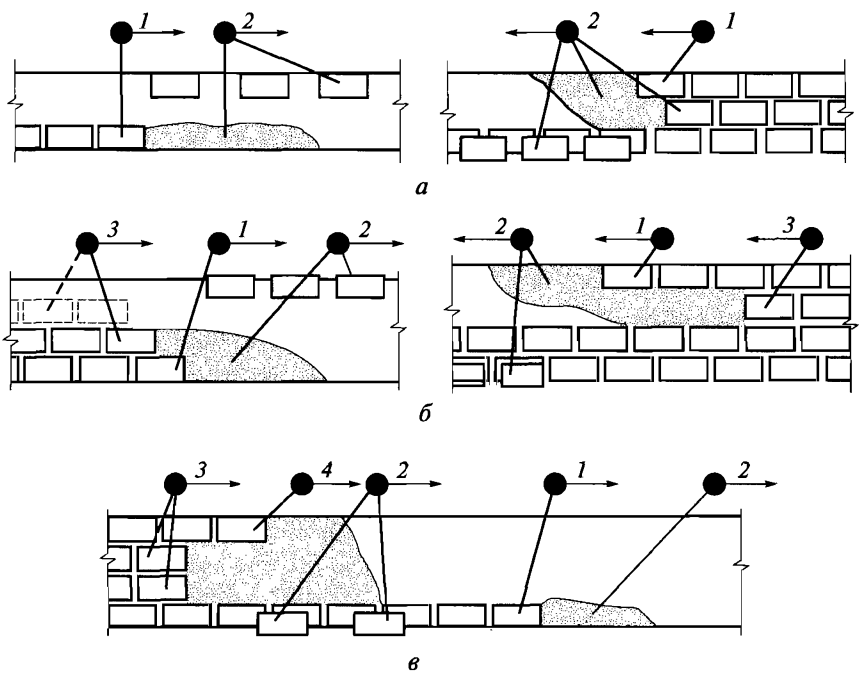


Рис. 8.19. Распределения обязанностей в звене:

а — «двойка»; *б* — «тройка»; *в* — «пятерка»; *1*, *4* — основные каменщики; *2* — подручные рабочие; *3* — каменщик подсобник

При организации поточно-конвейерного метода назначается звено «шестерка», состоящее из трех «двоек», двигающихся одно за другим через 2...3 м и соответственно выкладывающих наружную, внутреннюю версты и забутку. Каждый каменщик в звене укладывает кирпич и проверяет правильность кладки и ее качество, а подручный подает на стену кирпич и раствор.

При выкладке утепленных стен подручные дополнительно выполняют операции по укладке утеплителя.

8.6. Кладка перемычек, арок, дымовых каналов

Для перекрытия оконных и дверных проемов в основном применяют сборные (несущие и рядовые) перемычки из стандартных железобетонных элементов. Монтаж таких перемычек производят после окончания кладки второго яруса стен в следующем порядке: устанавливают крайние перемычки на захватке, натягивают между ними причалку, подливают под один уровень опорные поверхности в промежуточных проемах и монтируют промежуточные перемычки.

Сборные железобетонные перемычки устанавливаются краном, что отвечает требованиям индустриальности. Однако эти перемычки портят фасад кладки, а наклеиваемые на них плитки часто отлетают.

Поэтому для перекрытия проемов сейчас стали использовать керамобетонные перемычки (рис. 8.20), выполненные в виде керамического кожуха, заполненного бетоном В25 и армированного арматурой класса А-III диаметром 8, 10 и 12 мм в зависимости от длины перемычки. Такая перемычка хорошо сочетается с кирпичной кладкой, просто и быстро устанавливается.

Длина керамобетонной перемычки может быть от 1,0 до 2,3 м, масса — от 16 до 40 кг, что позволяет монтировать ее вручную. Особенностью установки является то, что после монтажа под перемычку необходимо установить временную стойку, которая мо-

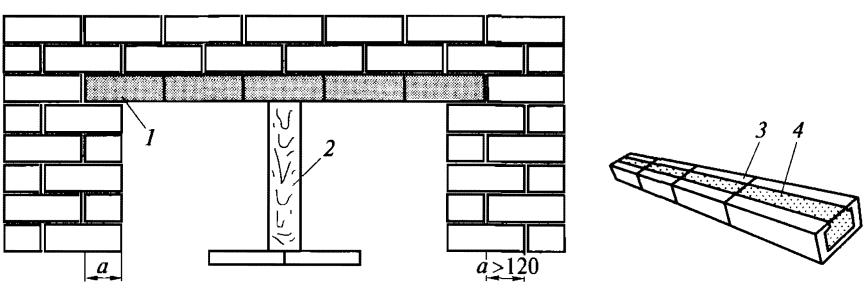


Рис. 8.20. Установка керамобетонных перемычек:

1 — перемычка; *2* — временная опора; *3* — керамический кожух; *4* — бетон

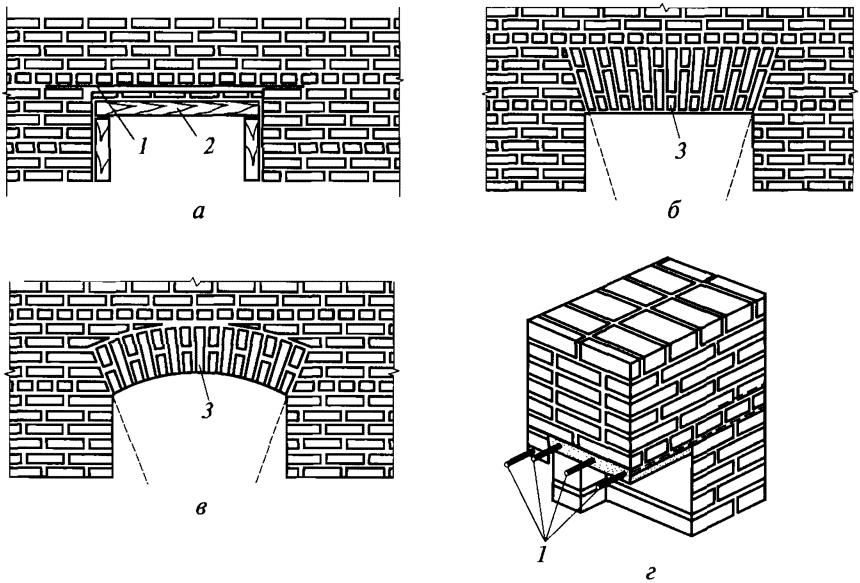


Рис. 8.21. Перемычки над оконными проемами:

а — рядовая; *б* — клинчатая; *в* — лучковая; *г* — вариант рядовой перемычки; *1* — арматура; *2* — опалубка; *3* — замковый кирпич

жет быть снята после набора раствором кладки необходимой прочности.

Кроме сборных на месте могут изготавливаться монолитные рядовые перемычки (рис. 8.21, *а*, *г*) с укладкой под нижние ряды кладки слоя раствора и втапливанием в него прутков арматуры.

Такие перемычки выкладывают по заранее установленной опалубке. Арматурные стержни пропускают на 1...1,5 кирпича за грань проема и часто загибают вверх в шов между кирпичами.

Кроме рядовых могут быть выложены клинчатые и лучковые перемычки (рис. 8.21, *б*, *в*). Их также выкладывают по заранее установленной опалубке, укладывая кирпичи на ребро или тычки с уширением швов вверху. После возведения перемычки выдерживают в течение 5...20 сут, а затем снимают опалубку.

Проемы шириной 2...4 м перекрывают балками или арками. Арки и своды (перекрытия пролетов зданий) выполняют как перемычки, по опалубке, с уширенным вверху швом и замковым кирпичом (рис. 8.22). Кладка арок выполняется от пят к замку порядно с перевязкой горизонтальных швов или отдельными кольцами с перевязкой между рядами по высоте арки. Криволинейные поверхности арки можно получить за счет применения лекального кирпича, но обычно это делается за счет изменения толщины шва — внизу не менее 5 мм, вверху не более 25 мм.

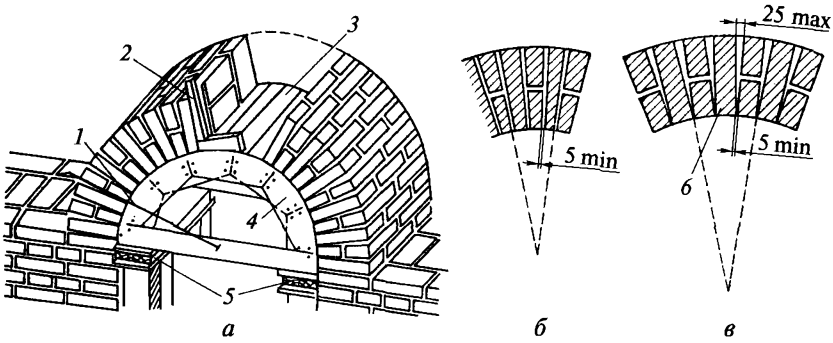


Рис. 8.22. Кладка кирпичных арок:

а — общий вид; *б* — подтесывание кирпича; *в* — образование клиновидных швов; *1* — шнур; *2* — шаблон-угольник; *3* — опалубка; *4* — кружала; *5* — клинья; *6* — замковый кирпич

Раскружаливание арки в зависимости от температуры выдерживания и марки раствора осуществляют через 5...20 сут.

Своды могут выкладываться отдельными арочными кольцами или сегментами на всю длину свода. Количество отдельных сегментов принимают в зависимости от количества звеньев рабочих, но направление кладки остается прежним — к замковому ряду.

Дымовые и вентиляционные каналы размещаются, как правило, во внутренних стенах. Кладка каналов ведется из отборного красного кирпича: выше чердачного перекрытия на цементно-известковом растворе, выше крыши — на цементном.

Швы кладки каналов и труб заполняются раствором, а с внутренней стороны затираются влажной тряпкой — шабруются.

Бытовые печи и камины выкладывают из глиняного кирпича на глиняном растворе. Промышленные печи и конструкции, работающие в условиях высоких температур, выкладывают из шамотного кирпича с раствором из огнеупорной глины.

8.7. Облегченная кладка

Облегченная кладка довольно широко практиковалась у нас в послевоенный период (1946—1964 гг.), что было связано с дефицитом стеновых материалов. Применялись, главным образом, два вида кладки: колодцевая и трехслойная.

Колодцевая кладка предусматривает образование в массиве стены вертикальных колодцев, разделенных каменными диафрагмами толщиной в полкирпича.

Трехслойная кладка состоит из двух ложковых стенок (верст) и внутренней части из легкого бетона или другого изоля-

ционного материала. Наружные слои связаны между собой горизонтальными кирпичами или тычковыми рядами, расположенными в одном уровне или в шахматном порядке

В связи с ужесточением требований к термическому сопротивлению ограждающих конструкций, возникла острая потребность в облегченных каменных конструкциях с высокими теплотехническими характеристиками.

С учетом практического опыта современного строительства утвердились следующие основные конструктивные решения эффективных каменных стен: колодцевая кладка, полнотелая кладка из термостойкого камня, трехслойная кладка с заполнением теплоизоляционным бетоном или плитным утеплителем.

Современная колодцевая кладка (рис. 8.23, *а*, *б*) может выполняться как с использованием традиционных конструктив-

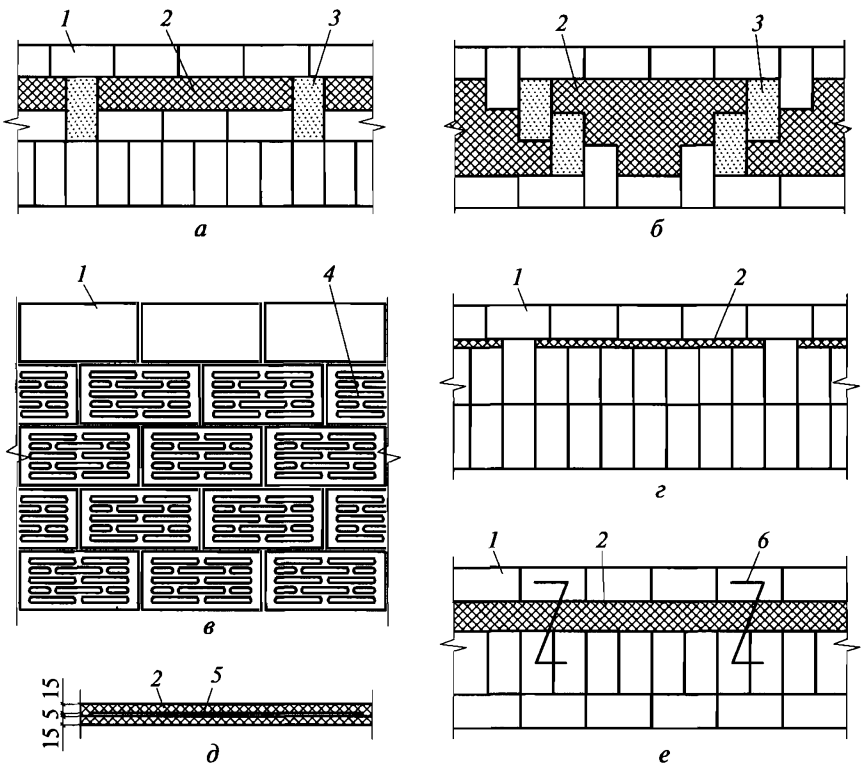


Рис. 8.23. Виды современных облегченных кладок:

а, *б* — колодцевая с обычными и ступенчатыми диафрагмами; *в* — полнотелая из кирпича «ТЕРМОЛЮКС»; *г* — с пенополистирольными вкладышами; *д* — конструкция вкладыша; *е* — трехслойная с плитным утеплителем; *1* — лицевые кирпичи; *2* — утеплитель; *3* — поризованные кирпичи; *4* — кирпич «ТЕРМОЛЮКС»; *5* — воздушная прослойка; *6* — металическая или пластмассовая связь

ных схем, так и со ступенчатым расположением кирпичных диафрагм. Общим для всех схем являются: наличие сквозных вертикальных диафрагм толщиной в полкирпича и защита утеплителя от конденсирования влаги, так как отсыревший утеплитель снижает свои теплоизоляционные свойства в несколько раз.

В качестве утеплителя может применяться пенополистирол, минеральная вата, а также монолитный ячеистый бетон. Для защиты утеплителя от увлажнения устанавливают пароизоляционный слой и предусматривают воздушный вентиляционный зазор.

Недостатком колодцевой кладки является наличие по вертикальным диафрагмам «мостиков холода». Поэтому диафрагмы следует выполнять из эффективного поризованного кирпича. По всему периметру наружных стен на уровне плит перекрытия и оконных проемов устраиваются армированные сеткой горизонтальные растворные диафрагмы, соединяющие наружную и внутреннюю версты кладки и служащие противопожарными рассечками.

Полнотелая кладка с облицовкой лицевым кирпичом выполняется по обычной, проверенной практикой технологии, не требующей применения специальных приспособлений.

Так, например, кирпич «ТЕРМОЛЮКС» (рис. 8.23, *в*) создан по принципу термоса с пятью воздушными прослойками. Во избежание затеканий раствора внутрь пустот, верхняя постель формуется сплошной, а перемычки, служащие для сохранения прочности изделия, располагаются в виде лабиринта.

Кирпичи в кладке ряда укладываются со сдвигом относительно соседних так, что тычковые стенки не образуют сплошных «мостиков холода». При большом количестве воздушных прослоек практически отсутствует конвекция воздуха в теле кладки и воздух работает с максимальным сопротивлением теплопередаче.

Кладка с уширенными швами (рис. 8.23, *г*, *д*) напоминает кладку с воздушными прослойками. Но в вертикальные продольные внутренние швы вставляются теплоизоляционные плиты или пенополистирольные вкладыши с замкнутыми воздушными прослойками. Соединение пенополистирольных пластинок друг с другом осуществляется на клею или по торцам с помощью клейкой ленты.

Трехслойная кладка (рис. 8.23, *е*) вполне отвечает требованиям по теплозащите. После выкладки капитальной стены на необходимую высоту устанавливают теплоизоляционные плиты и прижимают их фасадной верстой из лицевого кирпича. По мере возведения лицевого слоя устанавливают гибкие пластмассовые или металлические связи из нержавеющей стали.

В связи с появлением новых сверхлегких бетонов в последнее время получила развитие трехслойная кладка с монолитным заполнением ячеистым бетоном, пеноизолом, пенополистиролбетоном («Политермом»).

8.8. Кладка из камней неправильной формы

Из естественного массива с помощью механической обработки можно получить камни правильной формы. Однако в большинстве случае, особенно в сельской местности, используют не обработанные естественные бутовые и валунные камни.

Валуны применяют редко, главным образом в декоративных целях, предварительно расколотыми пополам.

Бутовый камень чаще всего заготавливают из известняка или песчаника. Различают рваный бут и постелистый (с двумя параллельными гранями).

Кладку из бутового камня подразделяют на «сухую», «под лопату», «под залив» и бутобетонную кладку.

«Сухая» кладка выполняется без раствора, но с применением всех остальных условий: рядами, с перевязкой швов и др. Она применяется для подпорных стенок, контрфорсов и других сооружений, где не требуется особая прочность массива, а главную роль играют масса каменной конструкции.

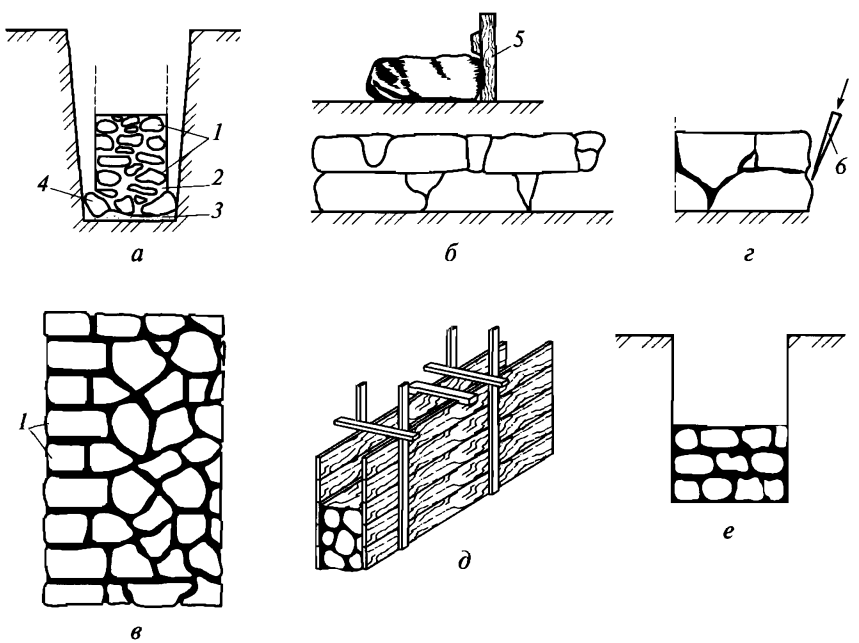


Рис. 8.24. Кладка из бутового камня:

а — «под лопатку»; *б* — «под скобу»; *в* — с расшивкой швов («циклопическая»); *г* — с приколкой лицевой версты; *д* — «под залив»; *е* — бутобетонная; *1* — верстовые камни; *2* — раствор; *3* — щебень; *4* — уширитель; *5* — шаблон-скоба; *6* — скарпель

Для заполнения промежутков и увеличения плотности кладки применяют песок, дресву и другие материалы.

Кладку «под лопатку» (рис. 8.24, *а—г*) рациональнее выполнять из постелистого или плитнякового бута, горизонтальными рядами высотой до 0,25 м, на пластичном растворе, из подобранных по высоте камней, с перевязкой швов так называемым верстовым способом, при котором лицевые камни в каждом ряду располагают поочередно ложковой и тычковой гранью. Чтобы уменьшить расход раствора и повысить прочность кладки, в промежутки между камнями на растворе плотно укладывают мелкий камень и щебень.

Фасадная часть кладки может выполняться с кирпичной облицовкой, перевязанной с основным массивом через каждые 4...6 рядов, или «прикалываться». «Приколка» заключается в том, что у верстовых камней, хотя и грубо, с помощью долота или скарпели, обтесываются лицевые грани и, в некоторой степени, — постели и усенки (ребра) камней. Кладка с приколкой не оштукатуривается.

Разновидностью этой кладки является мозаичная («циклопическая») кладка, в лицевую поверхность которой укладывают специально подобранные камни с целью создать между ними рисунок из шва. Часто швы делают выпуклыми и выделяют окрашиванием.

Кладку «под залив» (рис. 8.24, *д*) применяют для конструкций в зданиях высотой до 10 м, возводимых на непросадочных грунтах. При наличии слабых грунтов, кладку «под залив» ведут в опалубке, кладку в прочных грунтах — в распор с вертикальными стенками выемки. Камни укладывают без перевязки швов. Поэтому такая кладка проигрывает в прочности, но является менее трудоемкой.

Первый слой кладки высотой 0,2...0,25 м укладывают из крупных камней без раствора на уплотненное сухое основание обычно в распор со стенками и уплотняют трамбовками. Затем мелким камнем и щебнем заполняют (расщебенивают) промежутки и заливают жидким раствором. Последующие слои заливают таким же образом.

Кладка послойно может уплотняться поверхностными вибраторами до тех пор, пока раствор не проникнет во все пустоты. Эта операция позволяет повысить прочность кладки «под залив» на 20...30 % по сравнению с кладкой «под лопатку».

Бутобетонная кладка (рис. 8.24, *е*) от кладки «под лопатку» отличается отсутствием перевязки швов, от кладки «под залив» — тем, что промежутки между камнями заполняются не раствором, а бетонной смесью.

Процесс бутобетонной кладки состоит из следующих последовательно выполняемых операций. В котлован с вертикальными стенками или в опалубку укладывают слой бетонной смеси, толщиной до 25 см, на который помещают с зазорами 4...5 см слой

камня, примерно равный слою бетона. Камни втапливают в бетонную смесь не менее чем на половину высоты. На осаженный слой камня укладывают новый слой бетонной смеси и после вибрационного уплотнения в него вновь втапливают камни и т.д.

Конструкции из бутобетона возводят с соблюдением следующих правил:

размеры камней, втапливаемых в бетонную смесь, не должен превышать $^1/_3$ толщины возводимой конструкции;

втапливание камней следует производить непосредственно за укладкой бетонной смеси в процессе ее уплотнения;

перерывы в работе допускаются лишь после укладки ряда камней в последний (верхний) слой бетонной смеси;

возобновление работы после перерыва должно начинаться с укладки бетонной смеси.

Бутобетонная кладка имеет достаточно высокую прочность и менее трудоемка по сравнению с бутовой кладкой, но на нее расходуется большое количество цемента.

8.9. Каменная кладка в условиях низкой и высокой температур

Отрицательная температура существенно отражается на процессе ведения каменных работ. Каменщик под воздействием холода ведет кладку менее аккуратно. Изменяются свойства материалов, главным образом раствора, который при замерзании в отличие от других материалов увеличивается в объеме до 9%, а до замерзания быстро теряет подвижность и плохо заполняет узкие щели в кладке. В результате раствор не только теряет прочность, но также не обеспечивает должной монолитности кладки, что вызывает ее повышенную неравномерную деформативность после оттаивания.

Зимой при укладке теплого раствора на охлажденный кирпич из-за гравитации и градиента температур вода из раствора уходит в нижние кирпичи. Раствор обезвоживается, теряет подвижность и не обжимается верхним кирпичом. При дальнейшем охлаждении оставшаяся вода превращается в лед, увеличивается объеме, разрыхляя шов и препятствуя его сцеплению с кирпичами.

После оттаивания твердение раствора возобновляется, но из-за отсутствия должного количества воды процессы гидролиза и гидратации цемента протекают вяло, не обжатый при укладке раствор дает большую и неравномерную усадку. В результате зимняя кладка отличается от летней большей деформативностью и меньшей прочностью. При этом тем больше, чем раньше она была заморожена. С учетом этого разработан ряд методов выполнения каменных работ в зимнее время.

Метод замораживания заключается в том, что кладка ведется так же, как летом, но на подогретом растворе. При отрицательных температурах можно возводить не более четырех этажей (15 м), запрещено выполнять кладку из рваного бута. Раствор при укладке в среднем должен быть подогрет до абсолютной температуры наружного воздуха. Кирпич и камень должны укладываться по однорядной системе перевязки, с полным заполнением швов, а в углах и примыканиях укладывается арматура.

На время оттаивания должен осуществляться контроль за деформацией кладки а при необходимости — выполняться мероприятия по ее разгрузке и временному усилению (рис. 8.25).

Практика строительства показала, что если раствор в кладке до замерзания приобретает 20 % своей проектной прочности (критическая прочность), то этого достаточно для дальнейшей безопасной эксплуатации каменной конструкции. На этом явлении основан ряд методов каменных работ с применением любой системы перевязки кладки.

Кладка на растворах с противоморозными добавками может применяться при температуре окружающей среды до –35 °С. Это основано на свойстве растворов ряда солей не замерзать при отрицательной температуре, что обеспечивает условия твердения строительных растворов в определенных пределах при отрицательных температурах.

При температуре до –15 °С в строительные растворы вводят нитрит натрия ($NaNO_2$), при более низкой температуре — смесь из нитритов, нитратов и хлоридов, а также поташ (K_2CO_3). Однако, за исключением нитрита натрия, перечисленные соли обладают

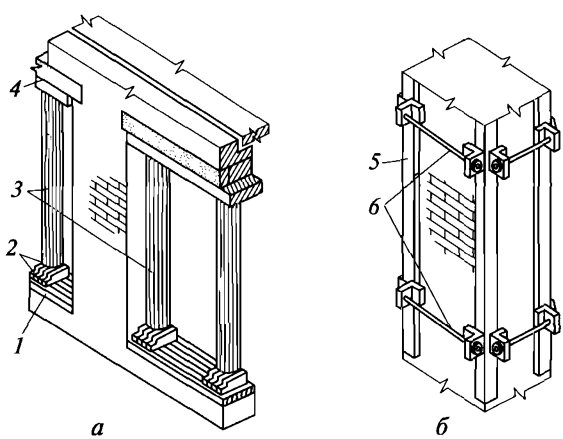


Рис. 8.25. Усиление каменной кладки в период ее оттаивания:

а — разгрузочными стойками; *б* — инвентарными металлическими хомутами; *1*, *4* — подкладки; *2* — клинья; *3* — стойки; *5* — уголок; *6* — стяжки

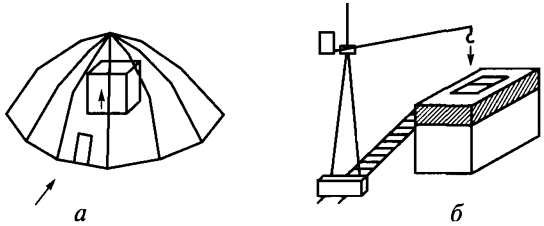


Рис. 8.26. Кладка в пленочных тепляках:

а — на все здание (Канада); *б* — на этаж (Германия). Стрелками показаны способы подачи материалов (подъемником и краном)

рядом отрицательных свойств (быстрое схватывание раствора, коррозия арматуры, высолы и гигроскопичность стен и т.д.), которые затрудняют их широкое использование, особенно при строительстве жилых зданий.

Прогрев кладки нагревательными устройствами (ТЭНы, калориферы и др.) можно осуществлять только изнутри закрытого помещения. При этом желательно, чтобы в это время кладка снаружи нагревалась солнечными лучами, поскольку в противном случае она может потерять равновесие в результате одностороннего отогревания.

Паропрогревание и электропрогревание кладки, а также применение быстротвердеющих растворов широкого распространения на практике не получили.

Применяющаяся в некоторых странах (Канада, Германия) кладка в тепляках под пленочным покрытием (рис. 8.26) создает условия работ, аналогичные летним. В нашей стране этот метод пока распространения не получил.

Жаркие и сухие условия на возведенную кладку влияют самым негативным образом. Из кирпича испаряется поровая влага, что сопровождается увеличением его общего водопотребления и возрастанием интенсивности «отсоса» влаги из раствора. Раствор, уложенный по поверхности таких кирпичей, мгновенно теряет свою подвижность, что не позволяет каменщику произвести качественное обжатие шва. Сцепление раствора с сухим камнем оказывается слабым, а монолитность кладки недостаточной.

Чтобы локализовать негативное влияние жарких условий на качество кладки из кирпича и мелких камней рекомендуется:

применять растворы, обладающие высокой водоудерживающей способностью, т.е. сложные растворы состава 1 : 1 : 6 ... 1 : 1 : 8 (цемент, известь или глина, песок);

применять кладочный раствор литой консистенции (ОК > 12 см) за счет введения добавок, не только повышающих пластичность раствора, но и сохраняющих ее при высокой температуре наружного воздуха;

при выборе вяжущих материалов учитывать влияние повышенной температуры на их сроки схватывания;

кирпич перед укладкой погружать в воду и удерживать до полного водонасыщения, перед укладкой раствора следует проводить смачивание ранее выложенного ряда кладки;

расстилать раствор не более чем на два кирпича при выкладке версты; не более чем на восемь кирпичей — при кладке забутки.

Места хранения материалов и рабочие места следует затенять навесами, емкости для воды, бункеры с вяжущим компонентом и заполнителями рекомендуется окрашивать белой краской.

8.10. Особенности выполнения каменно-кладочных работ при реконструкции зданий и сооружений

Все ремонтно-строительные работы, выполняемые при реконструкции зданий и сооружений, можно подразделить на следующие разновидности: разборка негодных конструкций; пробивка проемов, борозд, гнезд и отверстий; заделка трещин, проемов, ниш и гнезд; усиление конструктивных элементов.

Наиболее значительными по объему и трудовым затратам являются работы, связанные с разборкой и разрушением каменных конструкций.

Разборка может выполняться механизированным, гидромеханизированным, взрывным способом, а также с помощью расширяющейся при твердении смеси.

Большие массивы кладки в виде фундаментов, стен и других конструкций часто разрушают механизированным способом с помощью экскаваторов, оборудованных клин- и шар-бабами, гидро-и пневмомолотами. Небольшие по объему работы можно выполнять электрифицированным (отбойные молотки, бетоноломы) или ручным (ломы, кирки, кувалды) инструментом.

Гидромеханизированными и гидровзрывными способами можно разбивать большие массивы кладки. Особенно эти способы рациональны в условиях действующего предприятия, когда требуется, чтобы разборка не сопровождалась разлетом осколков.

Способ разрушения с применением расширяющихся при твердении смесей основан на действии напрягающих сил, возникающих при твердении смесей в предварительно пробуренных шпурах.

Этот способ также не сопровождается разлетом осколков, не вызывает динамического воздействия на расположенные рядом конструкции и поэтому может применяться для разрушения любых каменных массивов.

Пробивка проемов, борозд, отверстий, гнезд может осуществляться с помощью ручного или электрифицированного инстру-

мента, при реконструкции одноэтажных зданий с лесов, многоэтажных — с подмостей или перекрытий.

При пробивке нового оконного или дверного проема над ним с двух сторон стены вырубают борозды и устанавливают перемычки в виде стальных профилей, связанных болтами (рис. 8.27). Пустоты над перемычками заделывают цементным раствором и только после его затвердевания пробивают проем.

Пробивку проема выполняют порядно сверху вниз, применяя ручной или электрифицированный инструмент. Вместо металлических могут устанавливаться железобетонные перемычки.

Отверстия для трубопроводов и кабелей диаметром до 40 мм высверливают электросверлом или пробивают шлямбуром, при большем диаметре отверстия для пробивки используется скарпель или отбойный молоток.

Заделку проемов и крупных отверстий выполняют кирпичом или камнями правильной формы из того же материала, из которого выложена кладка, с обязательной перевязкой рядов и соответствующей разделкой швов. При этом особо тщательно должна быть заделана верхняя часть проема или отверстия.

При заделке небольших отверстий промывают поверхность кладки, подбирают и подгоняют отдельные кирпичи, после чего укладывают их на растворе. До укладки кирпичи желательно смочить во избежание «отсоса» ими влаги из раствора.

Трещины следует заделывать лишь после устранения причин трещинообразования и установки на трещины в нескольких местах гипсовых марок толщиной 6...10 мм.

При ремонте простенков смежные проемы закладывают кладкой на глиняном растворе или устанавливают в них временные

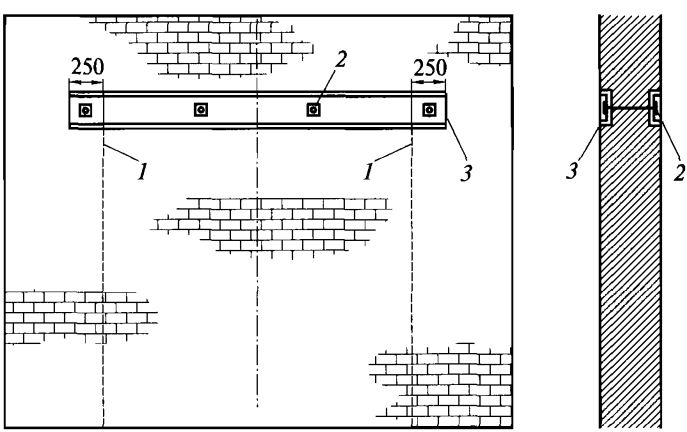


Рис. 8.27. Пробивка проемов в кирпичных стенах:
1 — контур проема; *2* — стяжной болт; *3* — стальная балка

стойки, воспринимающие нагрузки от лежащей выше кладки. Затем разбирают и заменяют разрушенную кладку простенка новой.

Необходимость и способы усиления каменных несущих и ограждающих элементов зависят от технического состояния кладки и предъявляемых к ней требований. При необходимости значительного усиления кладки можно применить сетчатое армирование с последующим торкретированием. Чтобы повысить несущую способность кладки в 1,5...2,5 раза ее включают в железобетонную, армоцементную или стальную обойму (см. рис. 8.25).

Для повышения устойчивости, пространственной жесткости и трещиностойкости каменных стен можно устраивать напряженные стальные пояса, представляющие собой накладной каркас из стальных профилей в уровне перекрытий. Пояса обнимают все здание и получают предварительное натяжение с помощью тяжей и резьбовых муфт. Для повышения устойчивости отдельных участков стен с двух сторон стены могут устраиваться местные, стальные накладки, соединяемые стальными тяжами из круглой стали.

8.11. Контроль качества каменных конструкций и основные положения техники безопасности

По мере возведения каменных конструкций осуществляется контроль правильности перевязки кладки, толщины швов, вертикальности, горизонтальности и прямолинейности поверхностей и углов.

Качество заполнения швов следует проверять не реже трех раз по высоте этажа. Вертикальность граней, углов кладки и горизонтальность ее рядов проверяют не реже двух раз на 1 м высоты кладки, а толщину швов — через 5...6 рядов.

По окончании кладки этажа необходимо выполнить геодезическую проверку горизонтальности и вертикальности конструкций.

При кладке стен зданий на высоту до 0,7 м от рабочего настила необходимо применять средства коллективной (ограждающие или улавливающие устройства) и индивидуальной (страховочные пояса и канаты) защиты. Независимо от расположения места работы каменщики обязаны быть в защитных касках.

По периметру здания обязательна установка наружных защитных козырьков — сплошного настила шириной 1,5 м по кронштейнам с подъемом от стены вверх под углом 20°. Первый ряд козырьков закрепляют до окончания кладки стен на высоте не более 6 м от земли, а второй устанавливают и затем переставляют через каждые 6...7 м по ходу кладки.

Каждый ярус стены следует выкладывать так, чтобы после устройства настила лесов и панелей междуэтажных перекрытий он был выше уровня рабочего места каменщика на 2...3 ряда кладки.

Рабочим запрещается находиться на разбираемых конструкциях, даже если они привязаны страховочными канатами к устойчивым частям здания.

Контрольные вопросы

1. Каковы преимущества и недостатки одно- и многорядной систем перевязки кладки?
2. Какова технология кладки арок и сводов?
3. Расскажите об особенностях кладки из камней неправильной формы.
4. Расскажите о методах утепления каменной кладки.
5. Расскажите о методах выполнения каменно-кладочных работ при низких температурах наружного воздуха.
6. Какие способы усиления каменных конструкций при ремонтно-реконструкционных работах вы знаете?

ГЛАВА 9

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

9.1. Общие положения

Трудно точно определить время начала применения бетона. Материал типа бетона знали и применяли еще жители Китая, Вавилона и Карфагена, этруски, древние греки, римляне. Бетонные основания под здания археологи нашли даже в дебрях лесов Мексики. По свидетельству историка Плиния, колонны египетского лабиринта за 3 600 лет до н. э. были сделаны из бетона, водоем в Спарте сооружен из гравия на очень прочном растворе, гробница этрусского царя Порсены — из монолитного бетона. Последними археологическими раскопками в Ганьсу (Китай) обнаружен бетонный пол, устроенный за 3 000 лет до н. э.

Главным образом из бетона построена Великая китайская стена (датированная 241 г. до н. э.). Но наибольшего развития искусство бетонных построек получило у римлян. Дошедшие до нас технические условия архитектора Витрувия рекомендуют вполне современные составы из щебня, извести и пуццоланы, но особое внимание обращается на качество приготовления растворной части «...три дня и три ночи беспрерывно должны перемешиваться растворы до употребления их в дело...».

В результате кусками отбитой штукатурки пользовались как столами, а римские постройки, возведенные еще до н. э., даже сейчас поражают своей смелостью и тщательностью исполнения (купол Пантеона в Риме, порты в Англии и т. д.).

Но в Средние века из бетона уже не строили. Люди забыли о нем. Современное название этот материал получил в честь французского садовника Бетона, повторно его открывшего.

В России бетон начал применяться с начала XIX в., когда были построены первые цементные заводы. В середине XIX в. бетон при укладке стали трамбовать, а для улучшения его прочности — усиливать деревянными или металлическими элементами (армировать).

В настоящее время бетонные конструкции без армирования применяются редко (полы, отмостки и подобные элементы, в которых бетон подвергается только сжатию), поскольку бетон плохо сопротивляется растяжению, а почти все несущие и ограждающие конструкции работают в условиях одновременного воздействия сжимающих, растягивающих сил и крутящих моментов.

Напряжения в растянутых зонах конструкций из бетона воспринимается уложенной в эти места арматурой (обычно из стали). Поэтому армированный таким образом бетон называется железобетоном. И хотя в настоящее время в качестве армирующего материала не всегда применяется сталь, это название сохранилось.

Строительный процесс по возведению монолитных железобетонных конструкций состоит из заготовительных и построечных процессов, технологически и организационно связанных между собой посредством транспортных операций (рис. 9.1).

Заготовительные процессы состоят из операций по изготовлению опалубки, арматуры, сборки арматурно-опалубочных блоков, приготовлению бетонной смеси.

К построечным процессам относят: монтаж опалубки и арматуры, укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном в процессе его отвердения, разборку опалубки после достижения бетоном требуемой прочности.

После разборки опалубка переставляется, складируется для ремонта. При бетонировании монолитных предварительно напряженных конструкций добавляются операции по предварительному натяжению арматуры.

Эффективность использования сборных, монолитных или сборно-монолитных конструкций определяют на основе технико-экономического анализа. Обычно применение монолитного железо-

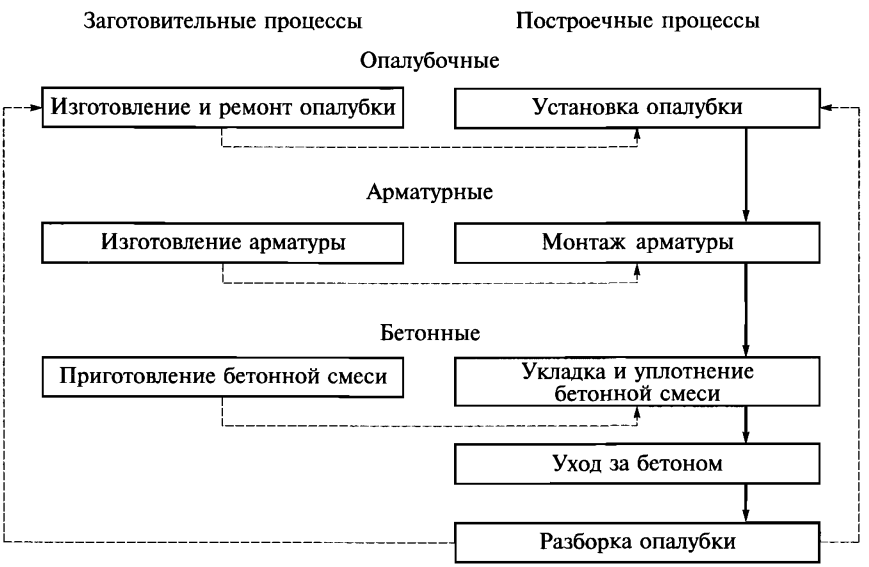


Рис. 9.1. Структурная схема комплексного процесса возведения монолитных железобетонных конструкций:

---→ — транспортные операции; ⟶ — последовательность операции

бетона оказывается более экономичным при устройстве фундаментов массой более 10 т, фундаментов под технологическое оборудование, силосов и опускных колодцев больших диаметров, конструкций зданий, возводимых в районах повышенной сейсмической активности или на просадочных грунтах.

Возведение монолитных железобетонных конструкций — довольно трудоемкий процесс. Трудоемкость возведения 1 $м^3$ монолитных железобетонных конструкций в среднем составляет 4...8 чел.-ч, в том числе на опалубочные работы приходится 40...45 %, на арматурные — 30...35 %, на бетонные — 20...25 %.

Снижение трудоемкости возведения монолитных железобетонных конструкций на основе совершенствования технологий и внедрения эффективных специализированных технических средств является одной из важнейших задач, стоящих перед строителями.

9.2. Опалубочные процессы

Требования к опалубке. Принципы расчета. Назначение опалубки — придание требуемой формы и размеров будущей конструкции, поэтому внутренние размеры опалубки должны строго соответствовать размерам изделия. Опалубка имеет временное назначение — в нее укладывают бетонную смесь и выдерживают до набора требуемой (распалубочной) прочности, а затем снимают.

Элементами опалубки являются: опалубочные щиты или отдельные элементы, крепежные устройства, поддерживающие элементы (леса). По материалу опалубка бывает: деревянной, стальной, комбинированной, железобетонной, пластмассовой, фанерной и картонной. Две последние разновидности должны обладать водостойкими качествами.

Опалубка должна удовлетворять следующим требованиям:

прочность, неизменяемость, правильность формы и размеров;

надежное восприятие нагрузок вертикальных (собственная масса опалубки, масса бетона, арматуры, людей и транспорта) и горизонтальных (боковое давление бетона, давление от сотрясения при выгрузке и вибрировании);

плотность поверхности (отсутствие щелей), исключение просачивания через нее цементного молочка;

способность обеспечивать требуемое качество бетонной поверхности;

химическая нейтральность, минимальная адгезия по отношению к бетону (за исключением несъемной опалубки);

возможность многократного использования (оборачиваемость) — чем выше оборачиваемость опалубки, тем ниже ее стоимость в расчете на единицу объема готовой продукции;

технологичность — удобство в работе, возможность быстрой установки и разборки (распалубливания), минимальное число типоразмеров.

Для снижения сцепления бетона с поверхностью опалубки (адгезии) последняя перед укладкой бетонной смеси покрывается специальными составами (смазками): пленкообразующими, водоотталкивающими (гидрофобизирующими), замедляющими схватывание и комбинированными. Составы и области применения смазок приводятся в справочниках по строительству.

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.

Собственную массу опалубки и лесов определяют по чертежам; плотность свежеуложенной бетонной смеси для обычного тяжелого бетона принимают равной 2 500 кг/м^3; для бетонов прочих видов — по фактическому весу; массу арматуры — в среднем 10 кН на 1 м^3 железобетонной конструкции; нагрузки от людей и транспортных средств при расчете палубы и настилов — 25 МПа, кружал и других конструктивных элементов — 15 МПа; нагрузки от вибрирования бетонной смеси — 20 МПа.

Нагрузки на боковую поверхность опалубки от сотрясений, возникающих при укладке бетонной смеси: с помощью лотка, хобота или бетоновоза — 40 МПа; при выгрузке из бадей — 40...60 МПа.

При применении термоактивной опалубки следует учитывать температурные нагрузки.

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

При расчете подбирают наиболее невыгодное сочетание нагрузок. Все требуемые нормативные данные по нагрузкам, коэффициентам перегрузок, сопротивлению применяемых материалов при изгибе, растяжении, сжатии и смятии приведены в [23].

Опалубочные системы, виды и области применения. В отечественном строительстве в основном применяется разборно-переставная опалубка из мелких (площадью до 3 м^2) и крупных деревянных, металлических и комбинированных рамных щитов.

Мелкощитовая опалубка может устанавливаться вручную при бетонировании фундаментов, колонн, перекрытий и других конструктивных элементов. При необходимости из мелких щитов можно собирать крупноразмерные панели или блоки и монтировать их с помощью кранового оборудования.

Особой популярностью сейчас пользуются мелкощитовые опалубки немецких фирм, отличия которых в основном заключаются в конструкциях соединительных элементов: замковых, клиновых, стяжных, винтовых и др. (рис. 9.2).

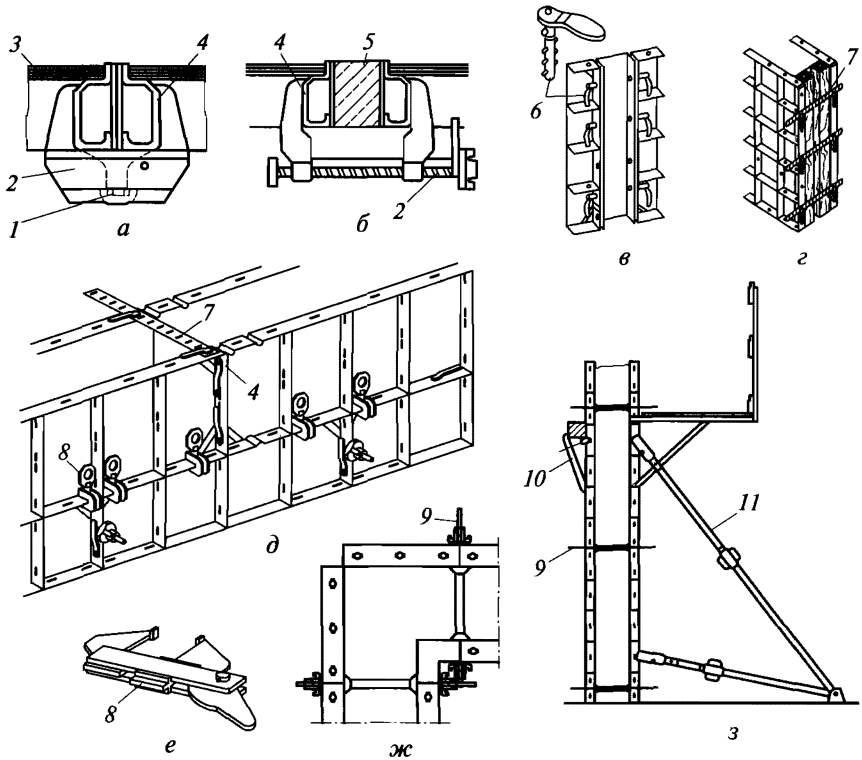


Рис. 9.2. Соединительные элементы опалубок:

а, *б*, *в* — замки: клиновой, универсальный, штифтовый соответственно; *г*, *д* — соединительные планки и струбцины для надстраивания опалубки; *е* — струбцина для соединения вертикальных элементов; *ж* — винтовые стяжные стержни; *з* — использование клиновой скобы и подкоса; *1* — клин; *2* — замок; *3* — палуба; *4* — рама; *5* — брус; *6* — штифтовый замок; *7* — соединительная планка; *8* — струбцина; *9* — стяжной стержень; *10* — клиновая скоба; *11* — подкос

Крупнощитовая опалубка размером 3...20 м^2 применяется при бетонировании стен и других монолитных конструкций с большой площадью опалубливания. При установке щитов увеличенного размера существенно снижается трудоемкость опалубочных процессов и улучшается качество поверхностей конструкции за счет уменьшения количества сопряжений.

Крупнощитовая опалубка размером на высоту помещения нашла широкое распространение при строительстве бескаркасных зданий с несущими стенами из монолитного железобетона. Установка и снятие такой опалубки осуществляются с помощью кранов, обслуживающих строительный объект.

Рассмотрим схемы различных опалубок (рис. 9.3).

Подвесная опалубка применяется для конструкций, армированных жесткими профилями или несущими каркасами.

Катучая (*передвижная*) *опалубка* используется для линейно-протяженных конструкций (своды, оболочки, туннели и т.д.). Такая опалубка возводится поэтапно: передвижение, подъем опалубки, опускание после бетонирования.

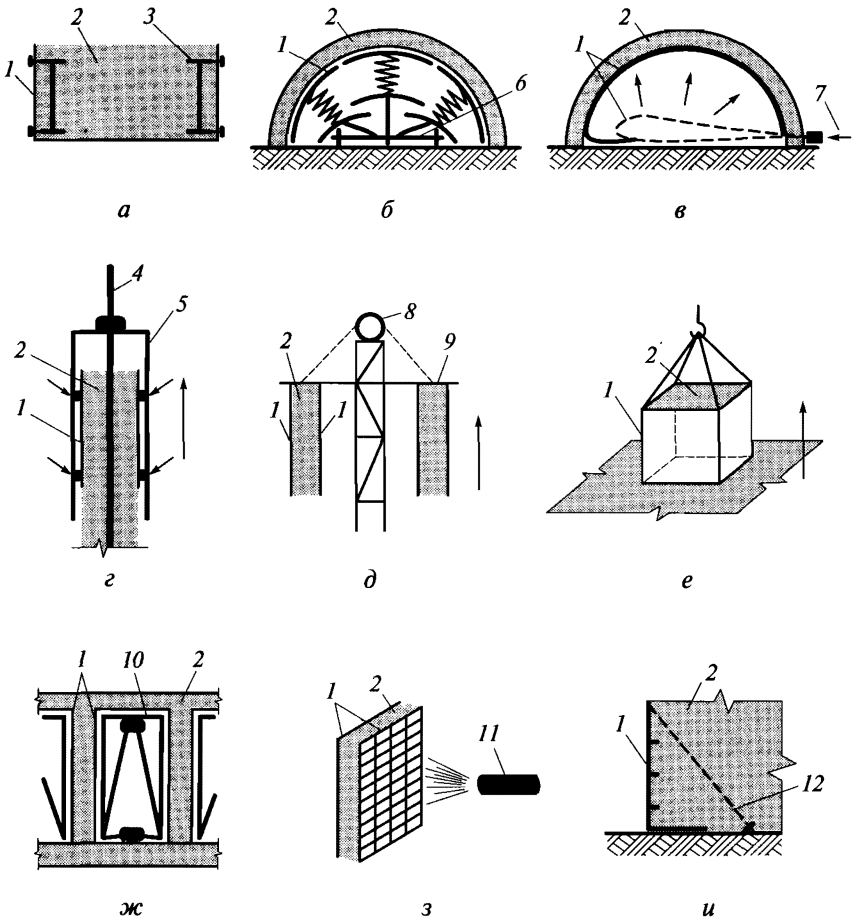


Рис. 9.3. Схемы различных опалубок, применяемых в строительстве:

а — подвесная; *б* — катучая; *в* — пневматическая; *г* — скользящая; *д* — подъемно-переставная; *е* — блочная; *ж* — объемно-переставная; *з* — армоопалубка; *и* — несъемная; *1* — опалубка; *2* — бетон; *3* — металлический профиль; *4* — металлический стержень; *5* — домкратная рама; *6* — тележка; *7* — воздух; *8* — лебедка; *9* — металлическое опорное кольцо; *10* — складная рама; *11* — сопло; *12* — растяжка

Для тонких и сложных по форме конструкций применяют *пневматическую опалубку*, выполняя операции: перемещение, накачивание, выпуск воздуха после бетонирования.

Высокие сооружения со стенками постоянного сечения требуют применения *скользящей опалубки*, которая постоянно поднимается, опираясь на арматурные стержни.

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

Блочная опалубка обычно применяется в виде стального неразъемного блока при устройстве массивных конструкций.

В монолитном домостроении применяют *объемно-переставные П- и Г-образные опалубки* (горизонтально и вертикально перемещаемые).

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

Конструкции, в которых бетонный массив образовывают опалубкой, возводят с применением *несъемной* опалубки.

Из опалубок, показанных на рис. 9.3, чаще других применяются объемно-переставная горизонтально перемещаемая (тоннельная), скользящая и блочная вертикально перемещаемая опалубки, разработанные отечественными и зарубежными строительными фирмами.

Разборно-переставная опалубка. Эта 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 м^2) 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 ординар-

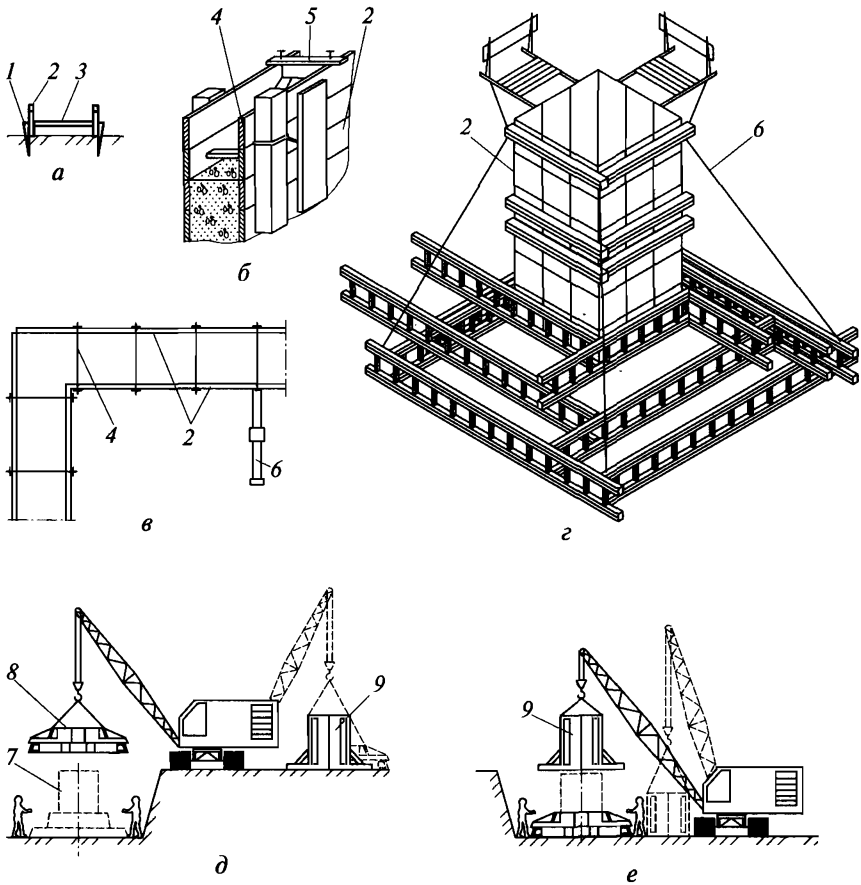


Рис. 9.4. Опалубка фундаментов:

а — дощатая в одну доску; *б* — дощатая из щитов; *в* — из рамных стеновых щитов; *г* — стальная унифицированная для ступенчатых фундаментов; *д*, *е* — монтаж блок-форм ступенчатого фундамента и подколонника; *1* — кол; *2* — опалубка; *3* — распорка; *4* — стяжное устройство; *5* — верхняя стяжная планка; *6* — подкос; *7* — арматурный блок; *8*, *9* — блоки опалубки и подколонника

ных досок, толщиной 40...50 мм, укрепленных забитыми в землю через 0,75...1,25 м кольями и распертыми распорками (рис. 9.4, *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 до укладки бетонной смеси (рис. 9.4, *б*). 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 (рис. 9.4, *в*).

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

Опалубку крупных столбчатых ступенчатых фундаментов также можно собирать на месте из щитовой инвентарной опалубки. Опалубку, представленную на рис. 9.4, *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 (рис. 9.4, *д*, *е*). 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.

Ведущими российскими производителями (ООО «Технокомбм» и др.) кроме алюминиевой выпускается легкая опалубка с размерами щита 0,6×0,9 м и массой 9 кг. Материалом для ее изготовления служат ударопрочные пластики АБС и УПС. Формы необходимого размера можно быстро собирать из таких щитов с помощью болтовых или штифтовых замков. Благодаря тому что пластик содержит антиадгезионные добавки, распалубка производится достаточно легко.

Наиболее технически сложными являются процессы изготовления и установки опалубки несущих конструкций наземной части здания (колонн, стен, перекрытий).

Опалубка прямоугольных колонн устраивается в виде коробов, состоящих из дощатых, стальных или комбинированных щитов (пластмассовые или фанерные щиты с металлической рамкой). Коробы из дощатых щитов (рис. 9.5, *а*) двух типоразмеров (закрывные и накрывные) через 0,4...0,7 м по высоте колонны ох-

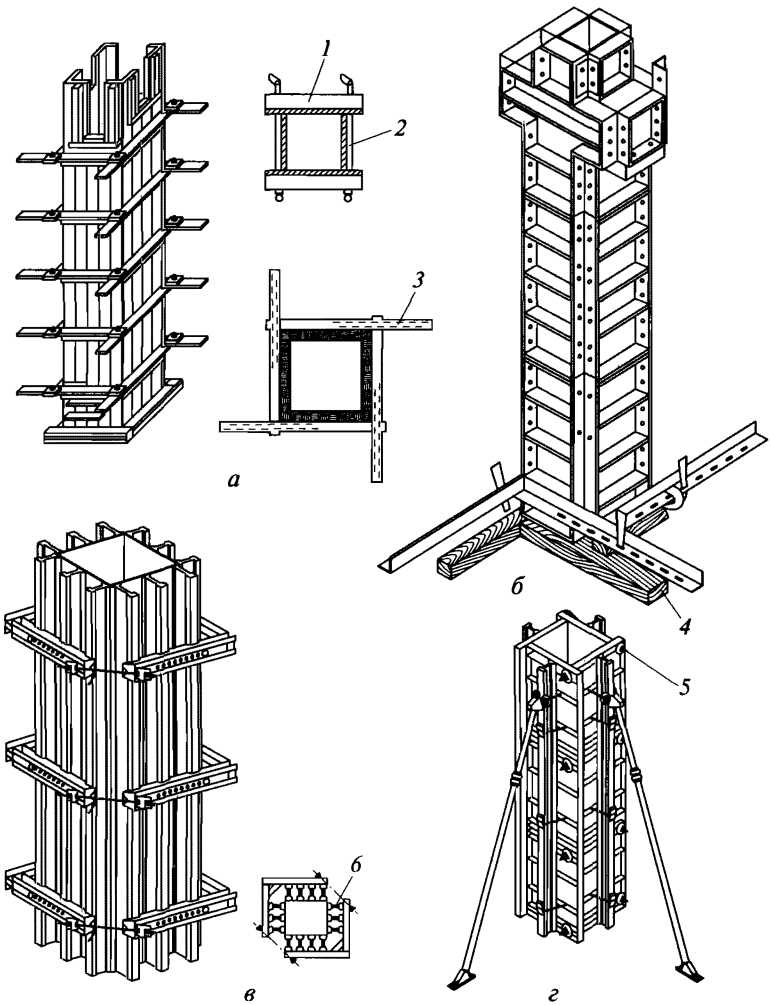


Рис. 9.5. Опалубка колонн:

а — деревянная; *б* — стальная; *в* — пластмассовая; *г* — фанерная; *1*, *2* — щиты накрывные и закрывные; *3* — хомут; *4* — рама; *5* — торцовое резьбовое соединение; *6* — затяжка

ватываются деревянными или стальными хомутами и закрепляются болтами или клиньями через одинарный или двойной ряд отверстий (при необходимости более точной установки). В верхней части щитов устраиваются вырезы для сопряжения опалубки колонн с коробами прогонов и балок.

При установке опалубки колонн из стальных щитов (рис. 9.5, *б*) их соединяют по торцам с помощью монтажных уголков, болтов и гаек. При возведении колонн небольшой высоты можно использовать инвентарные щиты на всю высоту колонны без дополнительной установки хомутов. Опалубку высоких колонн монтируют ярусами с установкой в местах стыков дополнительных креплений.

При насыщенном армировании, небольшом поперечном сечении колонны и высоте более 3 м один из щитов опалубки устанавливают после окончания бетонирования лежащего ниже яруса.

После геодезической проверки опалубку закрепляют подкосами, растяжками или обеспечивают пространственную жесткость другими способами.

Комбинированные щиты алюминиевой или стальной опалубки с пластмассовой или фанерной палубой часто устанавливают после предварительной сборки элементов, состоящих из двух опалубочных щитов с последующим соединением их затяжками (рис. 9.5, *в*). Другой вариант соединения щитов друг с другом по торцам резьбовыми или штифтовыми замками (рис. 9.5, *г*). Для этого торцы щитов должны быть оборудованы резьбой или штифтовыми гнездами, а боковые поверхности — системой отверстий.

Устойчивость опалубок такого вида обычно обеспечивается инвентарными телескопическими подкосами.

Опалубку балок и прогонов иногда устраивают традиционным способом — в виде коробов из деревянных щитов. Короб составляется из двух боковых стенок и вставляемого между ними днища и поддерживается снизу стойками, устанавливаемыми через 1,5... 2,0 м.

Различают две конструкции коробов. В первом случае для противостояния силам смещения от бокового давления бетонной смеси боковые щиты внизу удерживаются с помощью прибиваемых к оголовникам стоек прижимных досок, а вверху — поперечными деревянными или металлическими стяжками (рис. 9.6, *а*).

Во втором случае на оголовники стоек устанавливают металлические струбцины с перемещаемыми винтовыми упорами и кронштейнами, которые закрепляются в зависимости от ширины и высоты бетонируемой балки или прогона и воспринимают боковое давление бетонной смеси по всей высоте балки (рис. 9.6, *б*).

Опалубку ребристых перекрытий из деревянных щитов (рис. 9.6, *в*) сооружают в виде сплошной палубы, укладываемой на поперечины (кружала) из досок на ребро. Кружала опирают на подкружальные доски, прибиваемые к сшивным планкам боковых щитов.

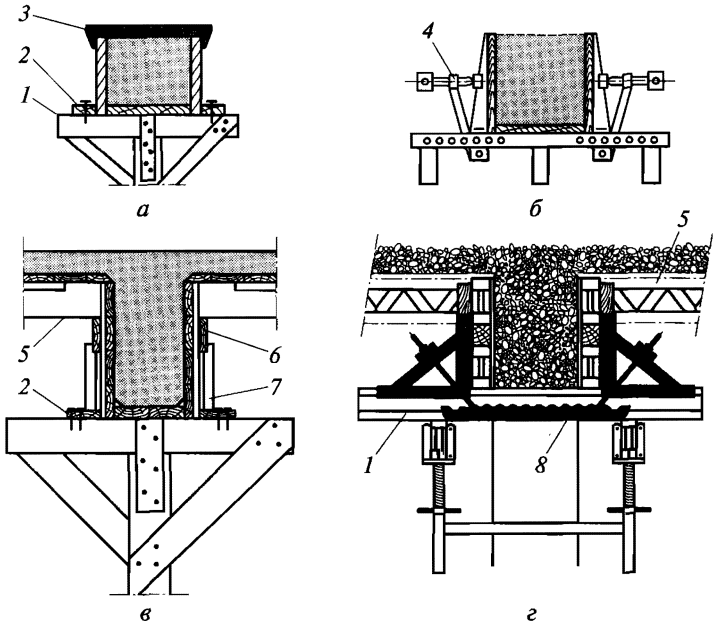


Рис. 9.6. Опалубка:

а, *б* — балок; *в*, *г* — ребристых перекрытий; *1* — оголовники стоек; *2* — прижимная доска; *3* — стяжка; *4* — винтовой упор; *5* — несущие элементы опалубки (кружала); *6* — подкружальная доска; *7* — подставка; *8* — конструкция крепления боковых стенок

Установка щитовой деревянной опалубки ребристого перекрытия является сложной и трудоемкой, поэтому она все в большей степени вытесняются фанерной и пластмассовой опалубкой, устанавливаемой на инвентарные металлические телескопические стойки. Существует множество конструкций такой опалубки. В качестве примера на рис. 9.6, *г* приведена конструкция опалубки ребристого перекрытия, используемая фирмой PERI.

Опалубку стен рекомендуется собирать из крупноразмерных деревянных или комбинированных щитов и фиксировать распорками, схватками и подкосами. Монтаж крупноразмерных щитов ведется краном, поэтому из унифицированных щитов предварительно собирают опалубочные панели размером на высоту и ширину стены. При возведении стен высотой более 2,5 м панели могут наращиваться на один или несколько ярусов (рис. 9.7, *а*).

Монтаж крупноразмерных щитов опалубки обычно выполняют с помощью монтажных кранов, подобранных из условий подачи бетонной смеси в бадьях. При использовании бетононасосов или других средств подачи смеси для установки опалубки могут быть использованы средства малой механизации или мобильные быстромонтируемые башенные краны грузоподъемностью 1,5...3,5 т.

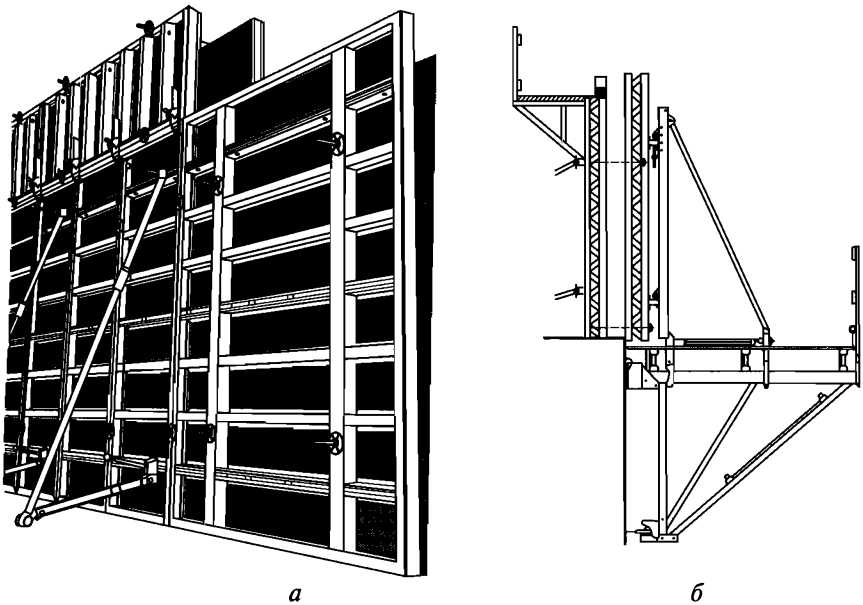


Рис. 9.7. Опалубка стен из крупноразмерных щитов:
а — внутренних (конструкция фирмы NOE); *б* — наружних (конструкция фирмы PERI)

При устройстве щитовой опалубки стен вначале устанавливают щиты с одной стороны, монтируют арматуру, а затем устанавливают опалубку с другой стороны и укрепляют щиты стяжками, болтами и подкосами. При установке опалубки наружных стен первоначально устанавливают внутреннюю опалубочную панель, выверяют ее с помощью теодолита, фиксируют в проектном положении с помощью подкосов и распорок, а затем уже без геодезической выверки устанавливают наружную панель с подмостями (рис. 9.7, *б*).

Перекрытия могут быть ребристыми и плоскими. В первом случае опалубка перекрытия состоит из опалубки балок и опалубки плит, во втором — из сплошной палубы с прогонами. В качестве поддерживающих устройств могут использоваться деревянные или металлические раздвижные стойки, а также кронштейны.

Установке опалубки ребристых перекрытий предшествуют: установка опалубки и арматурных каркасов колонн, раскрепление каждого опалубочного короба не менее чем двумя подкосами, вырезка в верхних частях щитов колонн отверстий для примыкания опалубки балок и обрамление их рейками.

Установка опалубки плоского перекрытия из комбинированных щитов с алюминиевым или стальным обрамлением может осуще-

ствляться вручную или краном. В первом случае (рис. 9.8, *а*, *б*) процесс протекает по такой технологической схеме:

устанавливаются телескопические металлические стойки;

укладываются сплошные или раздвижные ригели опалубки;

поверху или на нижние полки ригелей укладываются щиты опалубки.

Снятие опалубки после окончания бетонирования и набора бетоном распалубочной прочности производят после опускания опор в последовательности, обратной ее установке.

Опалубка перекрытия, устанавливаемая с помощь крана, предварительно укрупняется в блоки типа «Стол» требуемых размеров (на ячейку). С помощью такой опалубки можно бетонировать как плоские, так и ребристые перекрытия (рис. 9.8, *в*).

После выдерживания бетона перекрытия до требуемой прочности опалубка опускается за счет снижения высоты опор и переставляется на другое место (рис. 9.8, *г*).

Иногда, особенно при выполнении реконструкционных процессов, крупнощитовая опалубка перекрытия устанавливается не на стойки, а на заделываемые в стену кронштейны, оснащенные

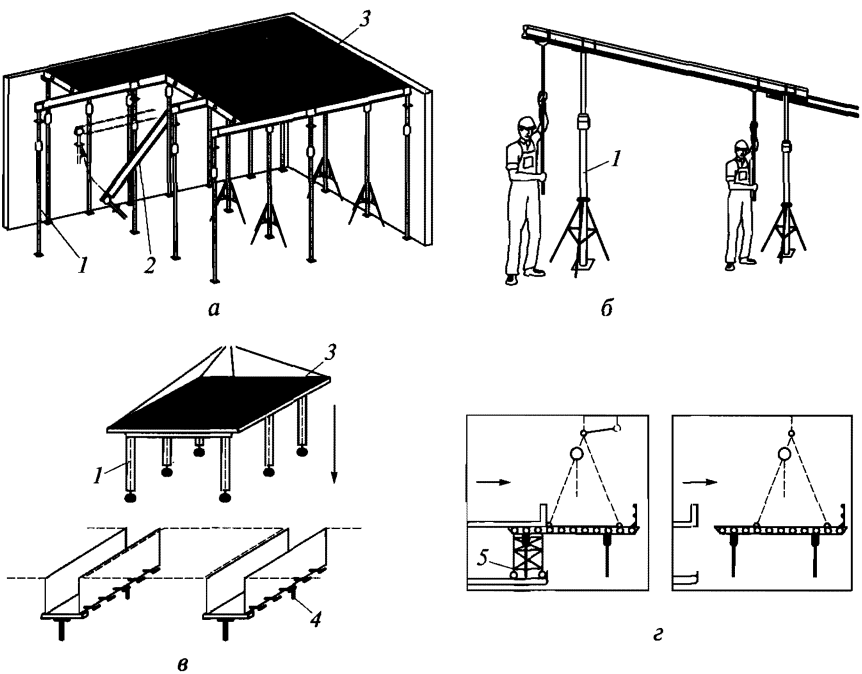


Рис. 9.8. Установка опалубки перекрытий из комбинированных щитов:
а, *б* — вручную; *в*, *г* — краном; *1* — стойка; *2* — ригель; *3* — палуба; *4* — штифтовый замок; *5* — тележка

винтовыми домкратами, за счет подъема-опускания которых она может выравниваться при установке и опускаться при перестановке.

Объемно-переставная опалубка. Устанавливается и снимается с помощью крана. Она бывает двух видов: горизонтально-извлекаемая (тоннельная) и вертикально-извлекаемая (блочная). Применение опалубки первого вида позволяет одновременно бетонировать стены и перекрытия. При использовании вертикально-извлекаемой опалубки можно бетонировать только стены и лишь после ее извлечения устраивать перекрытия (сборные, монолитные или сборно-монолитные).

Горизонтально-извлекаемая опалубка (рис. 9.9, *а*, *б*) чаще всего применяется при возведении монолитных поперечных стен и перекрытий многоэтажных жилых и административных зданий. Она собирается из П-или Г-образных секций и устанавливается в виде короба вдоль поперечных осей здания на всю его ширину. Боковые панели секций служат опалубкой стен, верхние — перекрытий. В промежутки между соседними секциями устанавливается

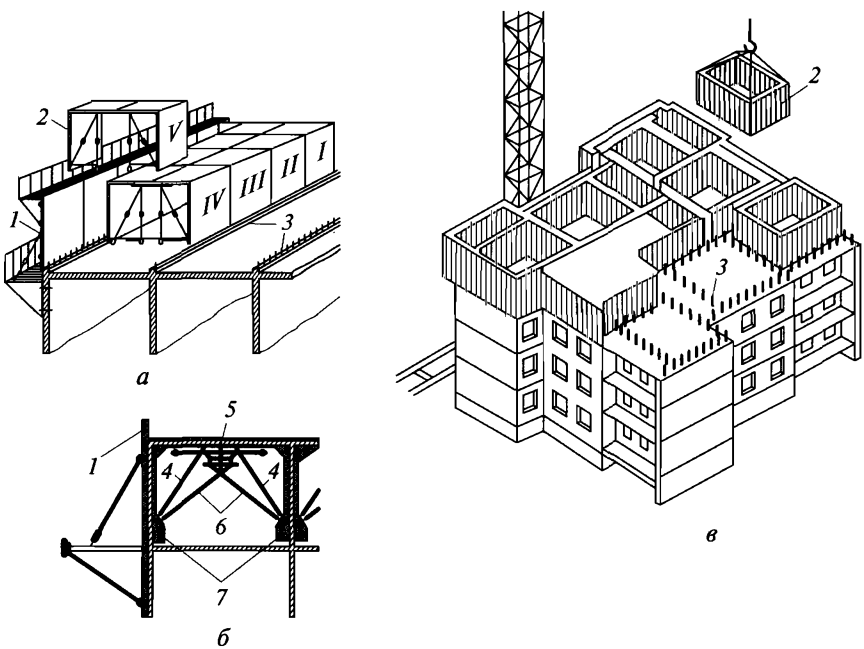


Рис. 9.9. Схемы установки объемно-переставной опалубки:

а, *б* — общий вид и отдельная секция горизонтально-извлекаемой опалубки; *в* — вертикально-извлекаемая опалубка; *I*—*V* — последовательность установки секций; *1* — щит торцовой стены; *2* — переставная секция; *3* — выпуски арматуры; *4* — Г-образные щиты; *5* — центральная вставка; *6* — регулируемые подкосы; *7* — домкраты

арматура и укладывается бетонная смесь, после уплотнения которой бетонируется перекрытие. Опалубкой торцовых стен служат с одной стороны — панели секций, с другой — наружные щиты, опирающиеся на навесные подмости.

Процесс установки опалубки на новом горизонте состоит из таких основных рабочих операций:

разбивка осей поперечных стен, разметка мест установки секций;

сборка П-образных секций;

установка краном собранных секций в последовательности, показанной на рис. 9.9, *а* (*I*... *V*).

Горизонтальность верхней палубы регулируется домкратами, вертикальность боковых панелей — подкосами и струбцинами.

Аналогичным образом подготавливают и устанавливают соседние блоки секций. Для увеличения оборачиваемости внутренние поверхности щитов часто оснащают обогревающими элементами.

После достижения бетоном распалубочной прочности опалубка может складываться и вывозиться из тоннеля по частям, но обычно ее демонтируют, не разбирая на составные элементы. Для этого сближают Г-образные щиты и отрывают их плоскости от бетона. Затем отдельными секциями или блоками по несколько секций выкатывают из забетонированного проема на соседние позиции или на специальные подмости, откуда краном переставляют на следующие участки (см. рис. 9.8, *г*).

Вертикально-извлекаемая опалубка (рис. 9.9, *в*) используется в тех случаях, когда стены здания возводятся в монолитном, а перекрытия в сборном или сборно-монолитном варианте.

Опалубка устанавливается и демонтируется краном. Она представляет собой замкнутые блоки размером на ячейку, состоящие из четырех стен и металлического каркаса. Опалубочные щиты также изготовляются из металла, палуба может быть как металлической, так и комбинированной. При установке опалубки опалубочные щиты выдвигаются в рабочее положение, а при извлечении сближаются к центру ячейки и отрываются от бетона.

Процесс, как правило, выполняется поточно. На рис. 9.10 представлена циклограмма поточного выполнения комплексного процесса бетонирования стен с использованием вертикально-извлекаемой опалубки и укладки сборного перекрытия.

Объект разбит на четыре равновеликих по трудоемкости захватки. Комплексный процесс возведения стен и перекрытия состоит из одного монтажного и четырех монолитных рабочих процессов: опалубливание, армирование, бетонирование, распалубливание. Время работы каждого звена на захватке (модуль цикличности) составляет два дня. Время выдерживания бетона в опалубке за счет термоактивной (греющей) опалубки сокращено до четырех дней.

Рис. 9.10. Организация поточного процесса устройства монолитных стен и сборных перекрытий:

1, *2* — установка опалубки и арматуры; *3* — бетонирование; *4* — распалубливание; *5* — укладка сборных плит перекрытия

Катучая опалубка. Катучая опалубка, как и тоннельная, относится к виду горизонтально-перемещаемых. Ее в основном применяют при бетонировании линейно-протяженных сооружений постоянного сечения (коллекторы, тоннели и т. п.). Чаще всего процесс бетонирования развивается по такой схеме: установка щитов, укладка бетонной смеси, отрыв опалубки и ее перемещение на новую позицию. Но может быть организовано непрерывное горизонтальное скольжение опалубочных щитов по поверхностям возводимой конструкции.

Бетонирование в периодически передвигаемой (переставляемой) опалубке, как правило, производится в две очереди: сначала днище, а затем — стены и перекрытие. В простейшей конструкции катучей опалубки проходного канала прямоугольного сечения секция внутренней опалубки состоит из стальных П-образных рам, обшитых палубой из досок толщиной 40 мм. Рамы смонтированы на тележке, перемещающейся по рельсовому пути.

Секция наружной опалубки состоит из П-образных рам с подкосами и разъемными ригелями.

Для распалубливания внутренней опалубки с помощью опускания центрального устройства, как бы переламывают горизонтальный щит, который тянет за собой вертикальные щиты. Затем вдвигают нижние горизонтальные балки.

Рамы наружной опалубки за счет шарнирных соединений могут поворачиваться при распалубливании, после чего на новую позицию секция опалубки переставляется краном.

Для непрерывного бетонирования стен методом горизонтального скольжения опалубочных щитов вдоль оси бетонируемой стены применяют специальные порталы (рис. 9.11, *а*). Вдоль стены портал перемещается по рельсовому пути с помощью лебедки или за счет автономного механического привода. Бетонирование производится ярусами высотой 1,2 м. В качестве подмостей используется настил с ограждениями на выносных консолях. Для приема бетонной смеси на рабочей площадке устанавливается бункер с вибратором.

После бетонирования первого яруса портал с опалубкой возвращается в исходное положение, поднимаются щиты и бетонируются второй, затем третий и последующие ярусы. Современные типы порталов позволяют перемещать опалубочные щиты длиной до 8 м для поярусного бетонирования стен высотой до 6 м.

Разновидностью непрерывно перемещаемой в горизонтальной плоскости опалубки являются горизонтальные скользящие штампы в виде отдельных секций, состоящих из внутренних и внешних опалубочных щитов, закрепленных на горизонтальной стреле механического агрегата (рис. 9.11, *б*). При вращении стрелы опалубка скользит по поверхностям бетонируемой конструкции.

После окончания бетонирования очередного яруса сооружения опалубку вместе со стрелой поднимают на отметку очередного яруса и регулируют в радиальном направлении.

Башню агрегата раскрепляют расчалками и наращивают специальным самоподъемным краном, установленным на площадке, прикрепленной к поворотной платформе стрелы.

При использовании таких агрегатов для возведения монолитных железобетонных градирен с площадью орошения до 1 500 м^2 срок их строительства составляет 3...4 мес. Строительство типовых монолитных градирен в щитовой опалубке с обстройкой трубчатыми лесами ведется один год.

Вертикально-скользящая опалубка. Эта опалубка получила распространение при строительстве высотных зданий и таких инже-

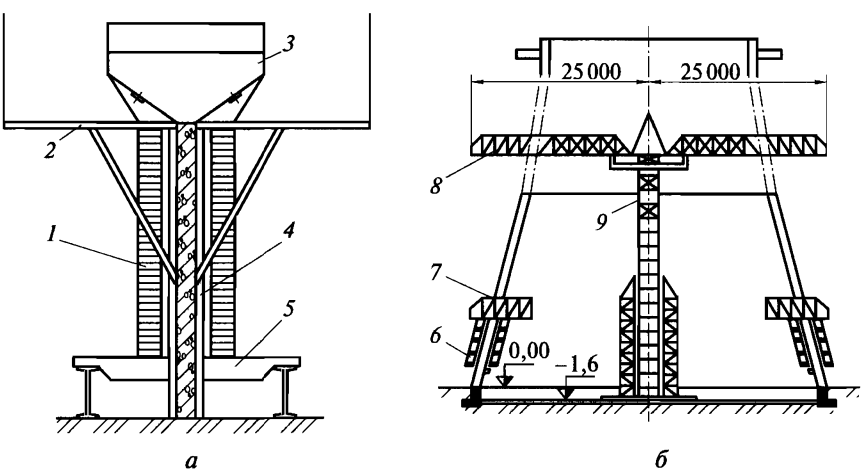


Рис. 9.11. Схемы горизонтального перемещения опалубки с помощью:

а — портала; *б* — механизированного агрегата; *1* — направляющая стойка; *2* — настил с ограждением; *3* — бункер с вибратором; *4* — щит опалубки; *5* — тележка; *6* — скользящий штамп; *7*, *8* — стрела на разных уровнях бетонирования; *9* — опора

нерных сооружений, как силосные башни, зерновые элеваторы, дымовые трубы, надшахтные копры и другие сооружения значительной высоты. Особенно эффективным является ее использование при возведении сооружений, имеющих небольшое количество проемов в прямоугольных или круглых в плане монолитных стенах постоянного сечения.

Отличительной особенностью опалубки является то, что она беспрепятственно скользит вверх по поверхности твердеющего бетона за счет домкратов, опирающихся на домкратные стержни (рис. 9.12).

При возведении большого количества однотипных сооружений опалубка, как правило, бывает металлической, в остальных случаях можно использовать щиты с поверхностью из деревянных клепок, водостойкой фанеры и пластмассы.

При конструировании скользящей опалубки должны быть соблюдены следующие параметры и условия:

толщина бетонируемой стены должна быть не меньше 0,12 м;

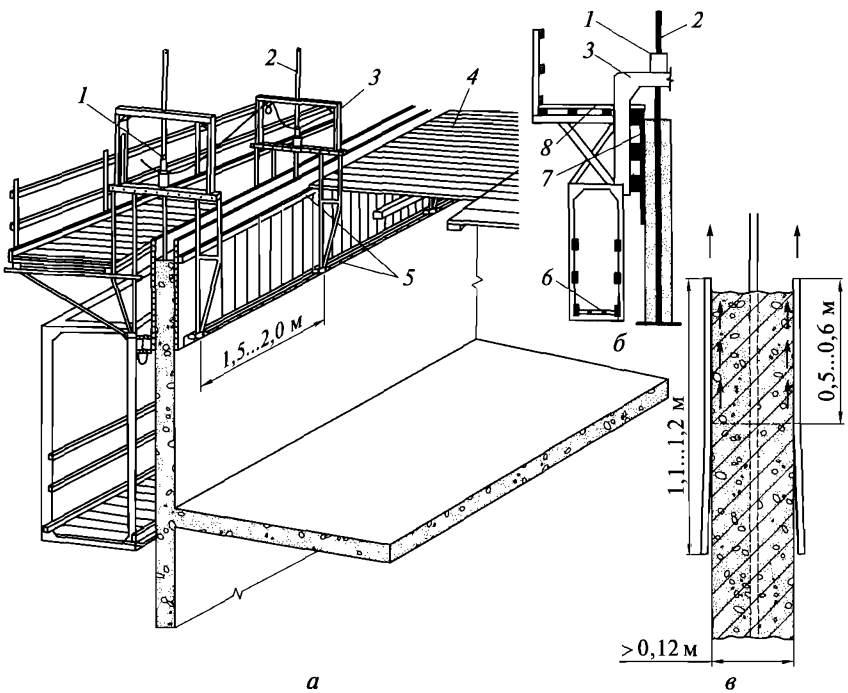


Рис. 9.12. Конструкция вертикально-скользящей опалубки:

а — общий вид; *б* — домкратная рама; *в* — контакт опалубки со стеной; *1* — домкрат; *2* — домкратные стержни; *3* — домкратная рама; *4* — рабочий настил; *5* — кружала; *6* — подмости для затирки поверхности стены; *7* — опалубка; *8* — козырек

опалубка внизу должна иметь зазор 5...7 мм (конусность) для облегчения ее подъема и предотвращения срывов бетона;

опалубка не должна жестко крепиться к кружалам, так как в результате проскальзывания домкратов возможно нарушение ее конусности;

высота опалубки должна быть 1,1...1,2 м (при меньшей высоте теряется устойчивость, при большей — имеет место излишнее утяжеление опалубки, поскольку она соприкасается с бетоном только в своей верхней части на протяжении 0,5...0,6 м);

поперечная связь домкратной рамы для удобства работы должна возвышаться над рабочим настилом не менее чем на 0,3 м;

стыкование соседних домкратных стержней по мере подъема опалубки должно осуществляться в разных уровнях.

Технологией бетонирования в скользящей опалубке предусматривается равномерный и плавный ее подъем одновременно по всему фронту сооружения с такой скоростью, чтобы при выходе из опалубки бетон сохранял приданную ему форму и не деформировался во время дальнейшего твердения вне опалубки.

Скорость подъема опалубки может достигать 3...4 м/сут.

Наружные подмости для затирки дефектов стен подвешивают после начала движения опалубки.

Подъемно-переставная опалубка. Такая опалубка (рис. 9.13) применяется при поярусном бетонировании высотных сооружений, чаще всего переменного сечения стенки по высоте (трубы, градирни, силосы, радио- и телебашни и другие сооружения большой высоты).

Опалубка представляет собой две оболочки (внешняя и внутренняя), собранных из металлических щитов, чаще трапециевидной формы, переставляемых по ярусам (с уменьшением их количества при уменьшении сечения сооружения по высоте).

Панели наружных стен (как правило, трапециевидной формы) имеют высоту 2,7 м, между собой соединяются болтами и по верхней кромке — металлическими накладками. Для стягивания наружной опалубки в местах расположения конечных панелей устанавливаются стяжные болты (рис. 9.13, *б*).

Панели внутренних стен имеют высоту 1,25 м, поэтому внутреннюю опалубку собирают из двух ярусов. Для жесткости и геометрической неизменяемости внутренней опалубки по верхним кромкам смежных щитов яруса крепятся металлические накладки, а в приваренные планки со скобками закладываются распорные стержни в количестве не менее двух пар по высоте щита.

Панели наружной опалубки подвешиваются к наружным кольцам. С помощью механизма радиального перемещения они могут передвигаться при уменьшении диаметра бетонируемого сооружения. Кольца вместе с рабочей площадкой, опалубкой и подвесными лесами крепятся к подъемной головке, с помощью которой

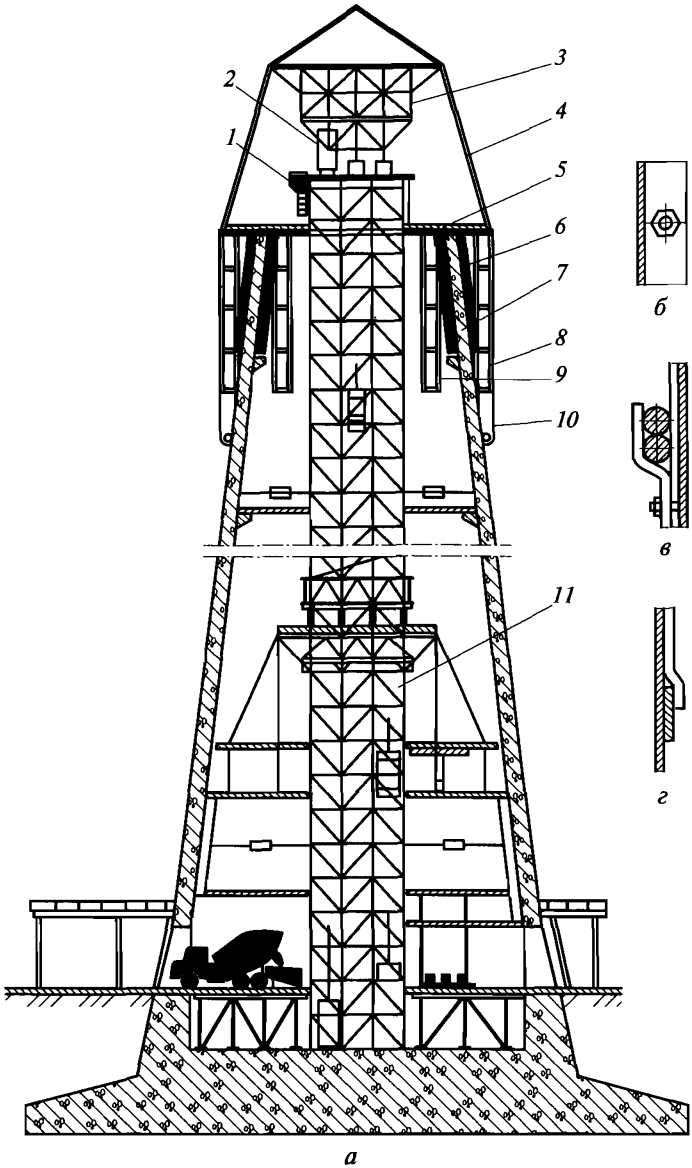


Рис. 9.13. Схема бетонирования трубы в подъемно-переставной опалубке:

а — общий вид; *б* — болтовое сопряжение наружних щитов; *в* — обеспечение жесткости за счет закладки стержней; *г* — сопряжение щитов по высоте; *1* — приемно-раздаточный бункер для бетонной смеси; *2* — ковш грузовой клети; *3* — подъемная головка; *4* — тепляк; *5* — рабочая площадка с несущими кольцами; *6* — панель наружной опалубки; *7* — панель внутренней опалубки; *8*, *9* — подвесные леса; *10* — «юбка» тепляка; *11* — шахтоподъемник

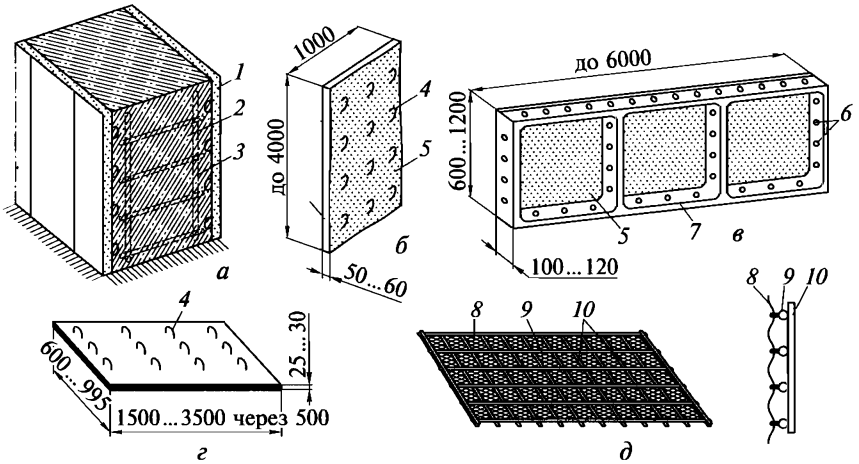


Рис. 9.14. Несъемная опалубка:

а — общий вид массива с опалубкой-облицовкой; *б* — железобетонная плита плоская; *в* — железобетонная плита ребристая; *г* — плоская армоцементная плита; *д* — армопакет; *1* — плита; *2* — бетон массива; *3* — армокаркас; *4* — анкерующие петли; *5* — шероховатая поверхность; *6* — отверстия; *7* — ребро плиты; *8* — тканая сетка; *9* — сварная сетка; *10* — прижимные прутки

осуществляется подъем опалубки по вертикали после окончания бетонирования очередных двух ярусов (2,5 м).

Несъемная опалубка. Эта опалубка после укладки и затвердевания бетонной смеси остается в теле забетонированной конструкции и выполняет функции облицовочного, декоративного и изоляционного слоев, иногда совмещая все эти функции. В качестве несъемной опалубки используются железобетонные, армоцементные или фиброцементные плиты, стальные листы или тканые металлические сетки. Для таких инженерных сооружений, как опоры мостов, может использоваться опалубка из естественного камня.

Несъемную опалубку в виде железобетонных плит (рис. 9.14) довольно часто используют в качестве наружных и внутренних слоев стен отпускных колодцев, тоннелей, подпорных стенок. Для лучшего сцепления с массивом плитам придается шероховатость поверхности, выпускается арматура в виде фермочек или петель, связываемых с рабочей арматурой бетонного массива.

Иногда применяют многослойные плиты, выполняющие одновременно функции опалубки, несущего, декоративного и гидро-теплоизоляционного слоев. В связи с повышенными требованиями к теплоизоляции стеновых ограждений получает распространение плитная двухсторонняя опалубка из тяжелого бетона с заполнением пространства между наружными и внутренними пли-

тами теплоизоляционно-конструктивным материалом — пено- или пластбетоном, ячеистым бетоном, политермом и т.п.

Армоцементную и металлическую опалубки с антикоррозийным покрытием применяют в виде плоских листов или профилированного настила толщиной 5...10 мм. Для обеспечения прочной связи с монолитом к тыльным поверхностям опалубки приваривают «усы» из круглой стали диаметром 12...16 мм.

Составляющие технологичности опалубки. *Оборачиваемость опалубки* (*многократное использование*) — это один из важнейших показателей ее технологичности, характеризующий степень соответствия применяемой опалубки условиям современного индустриального производства.

Продолжительность одного оборота опалубки $T_{о.о}$ обычно соответствует длительности цикла изготовления бетонной конструкции и может быть вычислена по формуле:

$$T_{о.о} = T_{у.о} + T_{у.б} + T_{в.б} + T_{с.о} + \sum T_{о.п},$$

где $T_{у.о}$, $T_{с.о}$ — продолжительность установки и снятия опалубки; $T_{у.б}$, $T_{в.б}$ — продолжительность укладки и выдержки бетона; $\sum T_{о.п}$ — продолжительность операций по подготовке опалубки.

Чем больше значения уделяют оборачиваемости опалубки, тем ниже оказывается ее стоимость, отнесенная к единице объема готовой конструкции. Так, например, если опалубка с удельной стоимостью C руб. на 1 м^3 бетона полностью изнашивается после первого же использования, то ее стоимость полностью войдет в стоимость забетонированной с ее помощью конструкции. Если же опалубка используется m число раз без дополнительных затрат на ее восстановление, то в стоимость каждого забетонированного с ее помощью 1 м^3 объема конструкции войдет лишь C/m руб.

Комплект современной опалубки может выдерживать 100...300 оборотов. Однако поддержание опалубки в рабочем состоянии требует некоторых расходов после каждого ее оборота в процессе последовательных серий бетонно-укладочных процессов.

При подготовке опалубки к очередному использованию обычно требуется провести следующие мероприятия:

выполнить ремонт поврежденных мест, которые могут возникнуть при предыдущей эксплуатации опалубки;

очистить палубу кружала и крепежные элементы от налипшего бетона;

покрыть противоадгезионной смазкой все поверхности опалубки (палубы), прилегающие к бетону;

покрыть части опалубки, не прилегающие к бетону, антикоррозийными составами.

Дополнительные затраты по отношению к первоначальным затратам на изготовление опалубки выражаются коэффициентом износа α, величина которого будет тем меньше, чем меньше бу-

дет расходоваться средств на периодическое восстановление опалубки в процессе ее последующей эксплуатации.

Так, если первоначальная удельная стоимость опалубки в расчете на 1 м^2 ее поверхности составляет K руб., то размер ее износа за один оборот составит αK руб., т.е. перед каждым последующим использованием на 1 м^2 этой опалубки необходимо будет дополнительно затратить αK руб.

Тогда при m-кратной оборачиваемости опалубки ее полная стоимость

$$\sum C = K + (m - 1)\alpha K,$$

а на каждый оборот

$$\sum C / m = ((1 - \alpha) / m + \alpha)K.$$

Например, удельная стоимость инвентарной деревянной опалубки при $\alpha = 0{,}1$ и $m = 10$: $\sum C / m = ((1 - 0{,}1) / 10 + 0{,}1)K = 19K$, т.е. в пять с лишним раз меньше, чем при применении необорачиваемой опалубки.

У стальной опалубки при $\alpha = 0{,}01$ и $m = 300$:

$$\sum C / m = (0{,}0033 + 0{,}1)K = 0{,}0133K,$$

т.е. в 75 раз меньше первоначальной стоимости.

Несмотря на высокую первоначальную стоимость применение такой опалубки оказывается более выигрышным.

Другим весьма важным показателем технологичности опалубки является трудоемкость ее установки и снятия с сохранением качественной поверхности бетона после распалубливания бетонной конструкции.

Установка опалубки. Трудоемкость установки опалубки $T_{у.о}$ может быть определена по формуле

$$T_{у.о} = T_з + T_и(1 + 0{,}01\nu(n - 1))/\nu,$$

где $T_з$ — трудовые затраты на смазку палубы, монтаж и демонтаж опалубки; $T_и$ — трудоемкость изготовления опалубки; ν — трудовые затраты на ремонт опалубки в процента от $T_и$.

Трудоемкость установки 1 м^2 скользящей опалубки в среднем составляет 0,7 чел.-ч, блочной — 0,5 чел.-ч, объемно-переставной — 0,25 чел.-ч. При этом следует учитывать, что скользящая опалубка после установки совсем не требует дополнительных затрат при дальнейшем использовании либо нуждается лишь в небольших дополнительных затратах, связанных, в основном, с неудовлетворительной организацией производства на строительной площадке.

Приведенные данные со всей очевидностью демонстрируют нецелесообразность использования опалубки из отдельных досок (табл. 9.1), применяемой еще в некоторых районах нашей страны,

Таблица 9.1

Трудоемкость применения щитовой опалубки в расчете на 1 м² поверхности, соприкасающейся с бетоном, чел.-ч

Деревянная		Фанерная	Пластмассовая	Стальная	Стеклопластиковая
из отдельных досок	из щитов				
1,70	0,62	0,45	0,40	0,39	0,25

особенно при возведении зданий и сооружений в сельской местности.

Снятие опалубки. Качество бетонной поверхности после снятия опалубки (распалубливания) зависит от состояния и вида опалубки и свойств применяемой бетонной смеси. Так, если палуба выполнена из стеклопластика, имеющего гладкую поверхность, то сцепление (адгезия) бетона с опалубкой будет незначительной. При снятии такой опалубки нарушений поверхностей бетонируемой конструкции происходить не будет.

Усилие отрыва опалубки от бетонируемой поверхности $P_{отр}$ можно определить по формуле

$$P_{отр} = K_о R_н F_{отр},$$

где $K_о$ — коэффициент, учитывающий жесткость опалубки (колеблется от 0,15 для мелкощитовой опалубки до 0,55 для блок-форм); $R_н$ — нормальное сцепление бетона с поверхностью опалубки; $F_{отр}$ — площадь отрыва палубы, м².

Силы адгезии можно уменьшить в несколько раз за счет использования для палубы гидрофобных материалов в комплексе с нанесением на их поверхность противоадгезионных покрытий и водоотталкивающих смазок. Из существующих смазок наиболее эффективными являются комбинированные смазки в виде так называемых «обратных эмульсий», замедляющих схватывание растворной части бетонной смеси в зоне ее контакта с опалубкой.

Большое значение для бездефектного распалубливания имеет применение специальных устройств.

При распалубливании первыми (через 2...3 сут) снимают боковые элементы опалубки. Для конструкций с пролетом до 6 м элементы опалубки, воспринимающие массу бетона, распалубливают при достижении бетоном 70 % проектной прочности; для конструкций с пролетом более 6 м — 80 %; для загруженных конструкций, в том числе от лежащего выше бетона, прочность бетона определяется ППР и согласовывается с проектной организацией.

Распалубливание каркасных конструкций многоэтажных зданий ведется поэтажно. Стойки перекрытия, находящиеся непо-

средственно под бетонируемым перекрытием, не снимают, а стойки, находящиеся под забетонированным ранее перекрытием, снимают, оставляя стойки безопасности через каждые 3 м. Опалубку удаляют полностью, если бетон достиг проектной прочности.

Контроль качества установки опалубки. При изготовлении и установке опалубки контролю подлежат:

применяемые материалы;

изготовленные элементы опалубки;

установка опалубки и соответствие ее конструкции проекту;

надежность закрепления опалубки.

Опалубка должна поставляться комплектно с элементами крепления и соединения, сопровождаться паспортом с руководством по эксплуатации. Поступающая на объект опалубка должна быть маркирована. Последовательность ее установки указывается в технологической карте или схеме организации опалубочных работ.

Место установки лесов должно быть очищено от мусора, снега и наледи. Поверхность земли должна быть спланирована срезкой верхнего слоя грунта. Подсыпать для этого грунт не разрешается.

При установке опалубки следует обращать особое внимание на вертикальность и горизонтальность элементов. Допускаемые отклонения не должны превышать значений, приведенных в [13].

9.3. Армирование конструкций

Виды арматуры и арматурных изделий. Арматурой называются стержни, профили, проволока и изделия из них, предназначенные для восприятия в железобетонных конструкциях растягивающих и знакопеременных усилий.

Арматура, применяемая для изготовления железобетонных изделий (рис. 9.15), подразделяется: по материалу — на стальную и неметаллическую; по способу изготовления — на стержневую, канатную и проволочную; по профилю — на круглую гладкую (класс А-I) и периодического профиля; по принципу работы — на ненапрягаемую и напрягаемую; по назначению — на рабочую, распределительную и монтажную; по способу установки — на сварную и вязанную в виде отдельных стержней, сеток и каркасов. Особую группу составляет так называемая «жесткая» арматура в виде тавров и других стальных профилей. Напряжение арматуры производится механическим и электромеханическим способом обычно на заводах на упоры, на площадке на бетон.

Процесс напряжения арматуры технически сложен, поэтому при монолитном бетонировании в основном применяется ненапрягаемая арматура.

Для более полного использования свойств металла арматуру можно упрочнять: термически (закалка), холодной вытяжкой,

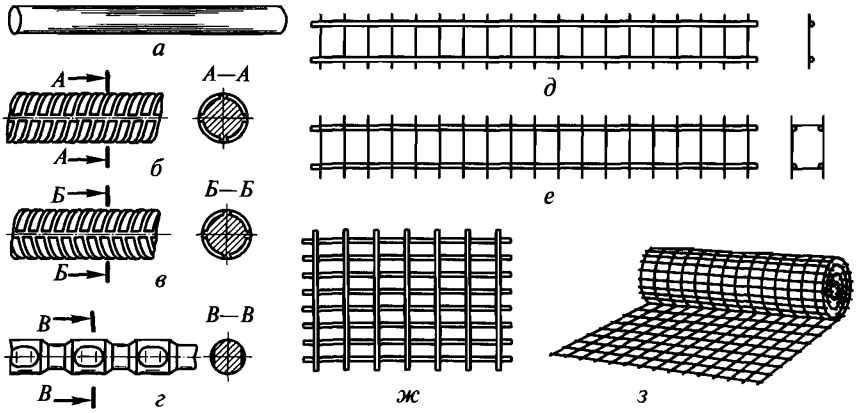


Рис. 9.15. Виды арматуры:

а — круглая горячекатаная сталь Ст3; *б* — горячекатаная сталь периодического профиля Ст5; *в* — горячекатаная сталь марок 25Г2С, 35ГС и 30ХГ2С; *г* — холодносплющенная сталь; *д* — плоский сварной каркас; *е* — пространственный каркас, собранный из двух плоских; *ж* — сварная плоская сетка; *з* — рулонная сетка

сплющиванием в холодном состоянии, волочением через отверстия диаметром, меньше чем у арматуры (волочение через фильеры).

Арматурная сталь в зависимости от механических качеств относится к различным классам: А-I, А-II, А-III, Ат-IV и др. Индекс «т» означает термически упроченную сталь.

Для каждого класса горячекатаной арматурной стали в зависимости от ее химического состава устанавливают определенные марки (Ст3, Ст5, 18Г2С и др.). Буквами обозначают составляющие, входящие в состав стали: Г — марганец, С — кремний и т.д., а цифрами — их процентное содержание. Например, в марке стали 18Г2С цифра 18 обозначает содержание углерода в сотых долях процента, цифра 2 — содержание марганца в процентах. Отсутствие цифры после буквы С означает присутствие этого элемента в количестве, не превышающем 1 %.

Для армирования предварительно напряженных конструкций кроме штучной высокопрочной арматуры применяют пучки и пряди, изготовляемые из высокопрочной проволоки диаметром 3 мм, и канаты из нескольких прядей.

Наряду со стальной арматурой для армирования бетона в ряде случае можно применять стеклопластиковую арматуру, которая не уступает по своей прочности стальной проволоке, имеет в несколько раз меньшую массу и большую, по сравнению со стальной арматурой, устойчивость к коррозийным воздействиям. Меньшие, по сравнению со сталью, модуль упругости, чувствитель-

ность к динамическим и температурным нагрузкам и сравнительная сложность изготовления пока ограничивают более широкое применение стеклопластиковой арматуры.

Неметаллическая арматура в виде отрезков длиной 2...3 см нашла применение при изготовлении «фибробетона» — материала, в который для увеличения трещиностойкости и прочности в качестве косвенного армирования вводятся и распределяются по объему обрубки стальной проволоки, стеклянных, асбестовых или синтетических волокон.

В строительстве широко используют арматурные сетки в виде плоских изделий и рулонов. Арматурные заводы выпускают арматурные сетки, изготовляемые из горячекатаной стали периодического профиля и холоднотянутой проволоки диаметром 3...7 мм. Промышленность выпускает также тканые сетки с ячейками 5...20 мм, предназначенные для армирования тонкостенных конструкций.

Для армирования балок, ригелей, прогонов выпускают плоские или пространственные арматурные каркасы.

Изготовление и установка ненапрягаемой арматуры. Арматурные изделия следует изготовлять на крупных заводах, поскольку при изготовлении арматуры в мелких цехах и на приобъектных полигонах в 3—5 раз возрастают затраты ручного труда, увеличиваются потери материала и стоимость продукции.

Процесс поэтапного изготовления арматурных изделий можно выразить следующей цепью: складирование, разматывание, правка, чистка, резка, гнутье, сварка и складирование готового изделия.

Разматывание из бухт, правку, чистку и резку легкой проволочной арматуры (диаметром до 10 мм) выполняют на автоматических правильно-отрезных станках.

Проходя через правильные ролики, арматура выпрямляется, очищается, а затем отрезается по размеру. Далее арматура гнется на приводных станках и сваривается стыковой или точечной контактной сваркой. Пластины и закладные детали могут привариваться с помощью рельефной или шовной сварки (рис. 9.16).

Правку тяжелой стержневой арматуры, поступающей в прутках, обычно выполняют на правильных плитах, чистят электрощетками и разрезают на станке-гильотине. Наращивание стержней осуществляют контактной стыковой сваркой, при изготовлении каркасов применяют дуговую или электрошлаковую сварку.

Дуговая сварка выполняется на переменном или постоянном токе, когда деталь присоединяется к положительному полюсу, в качестве источника тока используют выпрямитель или преобразователь, а при отсутствии источника электротока — передвижной сварочный агрегат, состоящий из генератора и двигателя внутреннего сгорания на бензине, керосине или другом топливе.

Основные виды сварочных соединений, выполняемые дуговой сваркой, приведены на рис. 9.17.

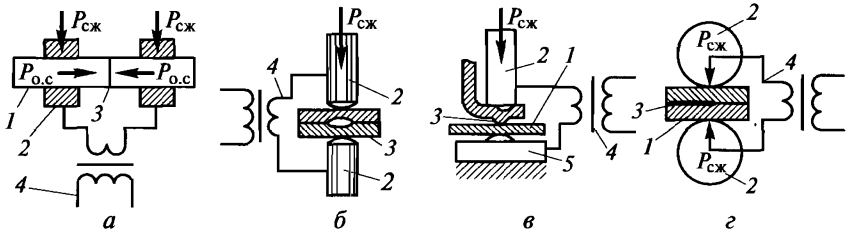


Рис. 9.16. Виды контактной сварки:

а — стыковая; *б* — точечная; *в* — рельефная; *г* — шовная; *1* — свариваемое изделие; *2* — электроды; *3* — свариваемый шов; *4* — источник питания; *5* — контактная плита; $P_{сж}$ — сила сжатия; $P_{о.с}$ — сила осевого сжатия

Дуговую сварку ведут при силе тока 250...350 А. При сварке холодноупрочненной стали во избежание «отпуска» применяют жесткие режимы сварки (короткая продолжительность при большой силе тока).

В условиях строительной площадки выполняются: приемка арматурных изделий, сортировка, складирование; подготовка к монтажу, при необходимости укрупнение и объединение в арматурно-опалубочные блоки; установка, выверка арматуры и окончательное соединение стыков; приемка работ с составлением акта скрытых работ.

При приемке арматурных изделий контролируют наличие бирок, следов коррозии, деформаций, соответствие размерам. Монтаж арматуры по возможности следует осуществлять укрупненными элементами с использованием кранов. Установка вручную допускается лишь при массе арматурных элементов до 20 кг.

Каркасы устанавливают при одной или двух открытых сторонах опалубки. Для предохранения каркасов от смещения их вре-

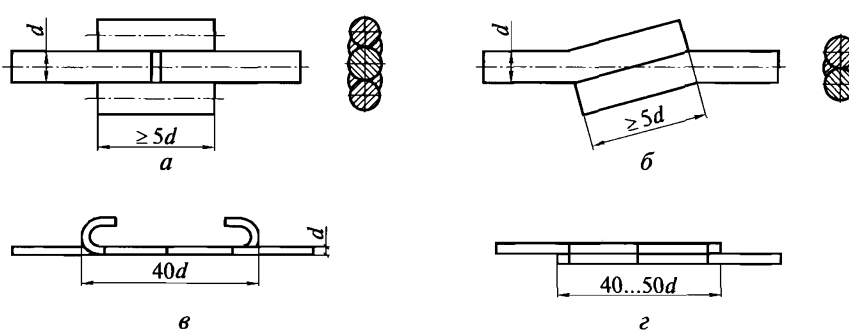


Рис. 9.17. Основные виды сварных соединений арматуры:

а, *б* — сваркой встык и внахлестку; *в*, *г* — вязка стержней гладкого и периодического профилей; *d* — диаметр арматуры

менно закрепляют. Крепления снимают по мере укладки бетонной смеси.

При армировании конструкций сетками и каркасами с диаметром арматуры до 32 мм их соединение может осуществляться с помощью сварки, вязки и без сварки нахлесткой (перепуском).

Наименьшие длины перепуска сварных сеток и каркасов из стержней диаметром (d) до 32 мм (число номинальных диаметров соединяемых стержней) в зависимости от класса арматуры приведены ниже.

Арматура	A-I, A-II	A-III, A-IIB	A-I, A-II	A-III, A-IIB
Длина перепуска, м	40*	50	35	40

* При классе бетона B12,5, остальные значения при классе бетона B15 и выше.

Широко практикуется вязка арматуры с помощью специальных крючков. Стержни сращивают внахлестку с перевязкой стыка в трех местах (по середине и по концам) отожженной стальной проволокой диаметром 0,8...1,0 мм. При стыковании стержней гладкого профиля в растянутой зоне должны отгибаться крюки.

При монтаже арматуры необходимо обеспечивать защитный слой бетона, т.е. расстояние между внешними поверхностями арматуры и бетона. Правильно устроенный защитный слой надежно предохраняет арматуру от коррозионного воздействия внешней среды.

Обеспечить проектные размеры защитного слоя бетона можно с помощью бетонных или металлических фиксаторов, которые привязывают к арматурным стержням. Особо высокими технологическими свойствами характеризуются надеваемые на арматуру пластмассовые кольца-фиксаторы. Во время установки пластмассовое кольцо благодаря присущей ему упругости немного раздвигается и плотно охватывает стержень.

При оформлении акта приемки смонтированной арматуры кроме проверки ее проектных размеров по чертежу контролируют качество выполненных работ; наличие и месторасположение фиксаторов; прочность сборки и расположение стыков арматуры. Сумма сварных и вязанных стыков в одном сечении при гладкой арматуре не должна превышать 25 %, при периодической — 50 %.

Армирование предварительно напряженных железобетонных конструкций. Железобетонные конструкции обладают невысокой трещиностойкостью, что объясняется слабым сопротивлением бетона растягивающим усилиям. Так, предельная растяжимость бетона не превышает 0,2 мм/м, в то время как напряжение в растянутой арматуре при таких деформациях бетона составляет всего 20...25 % ее расчетной прочности.

При полном использовании прочности арматуры бетон дает в зоне растяжения конструкции значительные трещины, что недо-

пустимо при эксплуатации подавляющего числа сооружений. Поэтому в таких случаях арматуру конструкции перед бетонированием растягивают, а после того как бетон приобретает необходимую прочность, усилие натяжения снимают и передают сжимающее усилие на бетон.

Прежде чем бетон при эксплуатационной нагрузке начнет работать на растяжение, в нем должно быть погашено предварительно созданное сжатие, что позволит увеличить нагрузку на конструкцию, по сравнению с конструкцией, армированной обычным способом. Технология изготовления предварительно-напряженных конструкций тесно связана с их конструктивным решением, видом напрягаемой арматуры, способом ее натяжения, устройствами для обжатия и другими технологическими особенностями.

В качестве напрягаемой арматуры применяют высокопрочную холоднотянутую проволоку классов В-I и Вр-II, арматурные пряди и канаты, стержневую горячекатанную сталь классов А-IV, А-V, А-VI, ..., Ат-VII.

Основные технологические особенности изготовления предварительно-напряженных конструкций: время натяжения арматуры, способ образования арматурного каркаса (пакета), способ натяжения арматуры и способ передачи напряжения на бетон.

По времени натяжения арматуры различают конструкции, в которых:

напряжение производится на упоры форм или стендов до бетонирования изделия. Такие конструкции, в основном, изготовляются на заводах;

арматура напрягается во время твердения бетона;

напряжение осуществляется на отвердевший бетон. Такие конструкции чаще изготовляют на строительной площадке.

При натяжении на упоры (рис. 9.18, *а*, *б*) арматуру напрягают и закрепляют на упорах металлических форм или формовочных стендов; затем конструкцию бетонируют и после приобретения бетоном необходимой прочности освобождают арматуру от закреплений; стремясь сократиться, она обжимает бетон конструкции.

Натяжение арматуры во время твердения бетона основано на расширении цемента после приобретения бетоном прочности порядка 10...20 МПа. В этот период расширяющаяся арматура имеет достаточное сцепление с бетоном, обжимает его и обеспечивает эффект самонапряжения.

При натяжении арматуры на бетон (рис. 9.18, *в*, *г*) сила натяжения передается набравшему прочность бетону и создает в нем сжимающие напряжения. Чтобы арматура могла свободно удлиняться при натяжении, ее располагают в каналах конструкции.

После натяжения арматуры для предохранения ее от коррозии в каналы нагнетают цементный раствор.

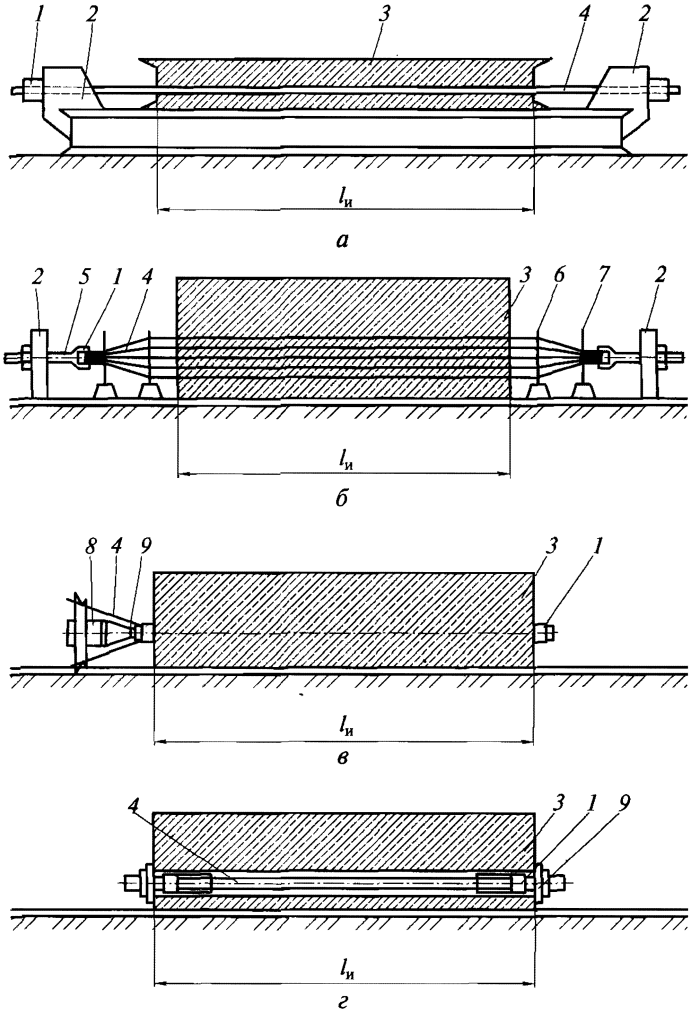


Рис. 9.18. Схемы механического натяжения арматуры:

а — на упоры формы; *б* — на упоры стенда; *в* — на бетон при использовании клинового анкера; *г* — на бетон при использовании гильзового анкера; *1* — зажим; *2* — упоры; *3* — изделие; *4* — напрягаемая арматура; *5* — захват с тягой; *6* — распределительная диафрагма; *7* — направляющая диафрагма; *8* — домкрат; *9* — анкер; $l_и$ — длина изделия

Способ образования арматурного каркаса имеет существенное значение в организации технологического процесса, так как от этого зависит выбор основного оборудования и натяжных устройств.

Различают линейное и непрерывное армирование.

Линейное напряженное армирование осуществляется одиночными проволоками и стержнями, а также группами проволок и стержней, соединенных в определенном порядке. Из отдельных проволок изготовляют пакеты, пучки и пряди.

Непрерывное напряженное армирование заключается в том, что арматурный каркас получают наматыванием непрерывной проволочной нити с необходимой силой натяжения.

Как линейное, так и непрерывное армирование применяют независимо от времени натяжения арматуры.

Способ натяжения арматуры определяет технологию армирования. Применяют четыре способа натяжения: механический, электротермический, электротермомеханический и химический.

Механическое натяжение арматуры осуществляется натяжными машинами и гидродомкратами, а также различными винтовыми и рычажными устройствами.

Электротермическое натяжение арматуры основано на использовании линейного расширения арматуры при ее нагревании электрическим током. Концы удлиняющейся арматуры закрепляют в захватах или анкерами, препятствующими сжатию арматуры при охлаждении, поэтому в ней возникают растягивающие напряжения.

Другой разновидностью электротермического натяжения является способ, основанный на предварительной обмазке арматуры слоем термореактивной смолы, способной при нагревании полимеризоваться, переходя в твердое состояние. После бетонирования и твердения бетона арматуру нагревают электрическим током до температуры 300 °С, при которой она удлиняется; одновременно полимеризуется и твердеет смола, обеспечивая прочное сцепление бетона с арматурой и закрепляя арматуру в натянутом состоянии.

Электротермомеханическое натяжение арматуры (рис. 9.19) применяется при непрерывном армировании намоточными машинами. Сущность этого способа заключается в том, что проволока, натягиваемая грузом или тормозным устройством на 30...50 % заданного напряжения, одновременно в процессе намотки нагревается электрическим током. Проволока, намотанная в горячем состоянии, при остывании напрягается до заданного значения.

Химическое натяжение арматуры осуществляется при использовании расширяющегося цемента. При расширении бетона в процессе твердения происходит удлинение связанной с ним арматуры.

Передача предварительного напряжения арматуры на бетон (обжатие бетона) может осуществляться тремя способами.

Основой первого способа является наличие достаточных поверхностных сил трения и сцепления бетона с арматурой. Сцепление и трение между бетоном и арматурой повышается путем

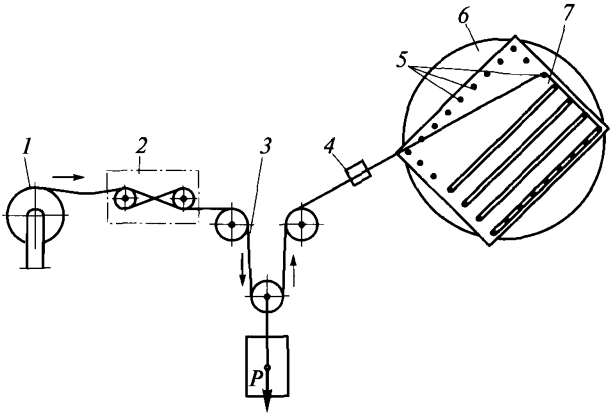


Рис. 9.19. Схема непрерывного натяжения арматуры:
1 — бухта; *2* — тормозное устройство; *3* — натяжная система; *4* — токосъемник; *5* — упорные штыри; *6* — поворотный стол; *7* — поддон-форма

дополнительной обработки арматуры: образованием вмятин на поверхности, свивкой прядей из двух-трех проволок, либо применением арматуры периодического профиля.

Второй способ передачи предварительного напряжения арматуры на бетон предусматривает сцепление бетона с арматурой, а также наличие дополнительных анкерных устройств на концах арматурных стержней, пучков, прядей или канатов.

Третий способ заключается в передаче усилий натяжения арматуры на бетон только через анкерные устройства, без учета сцепления бетона с арматурой.

Процесс предварительно-напряженного линейного армирования развивается в следующем порядке: заготовка арматурных элементов, бетонирование конструкции с образованием каналов для напрягаемых элементов, установка в замкнутые или открытые каналы арматурных элементов с анкерными устройствами, напряжение арматуры с последующим нагнетанием цементного раствора.

Механическое натяжение арматуры на бетон выполняют гидравлическими домкратами. Для этого в каналы конструкции протаскивают арматуру и проводят ее натяжение. Первоначально для обжатия прокладок, соединений, выпрямления арматуры и т.д. проводят натяжение с усилием, равным 10 % расчетного, и принимают его за нуль дальнейшего отсчета.

После предварительного обжатия плавно увеличивают натяжение арматуры ступенями по 3...5 МПа. Достигнув натяжения, равного 110 % расчетного, выдерживают натяжение на этом уровне 8...10 мин, а затем уменьшают его до расчетного.

При длине канала более 10 м натяжение рекомендуется проводить с двух сторон одновременно двумя домкратами. Сразу после натяжения арматуры в каналы нагнетают цементный раствор марки не ниже М300, приготовленный на безусадочном (расширяющемся) цементе.

При электротермическом напряжении на упоры арматурные элементы нагреваются электрическим током и удлиняются на величину Δl:

$$\Delta l = \alpha l(t_1 - t_0), \text{ или } \Delta l = \xi l / E,$$

где α — коэффициент линейного расширения стали; l — расстояние между наружными гранями упоров; t_1, t_0 — температура нагрева и начальная температура арматуры; ξ — предварительное напряжение арматуры без учета потерь; E — нормативный модуль упругости стали (для стержневой арматуры $2{,}1 \cdot 10^5$ МПа, для проволоки $1{,}8 \cdot 10^5$ МПа).

Нагретая арматура фиксируется на торцах форм или опорах с помощью зажимных устройств (клиновых или гильзовых зажимов, высаженных головок и др.), которые препятствуют ее укорочению при остывании, вследствие чего в ней возникают заданные напряжения.

Основные правила установки арматуры. В процессе заготовки арматурных стержней, сеток, каркасов и их установки контролируются:

качество арматурных стержней;

правильность изготовления и сборки сеток и каркасов;

качество стыков и соединений арматуры;

качество смонтированной арматуры.

Транспортирование и хранение арматурной стали следует осуществлять в соответствии с требованиями соответствующих стандартов. Поступающие на строительную площадку арматурная сталь, закладные детали и анкера при приемке должны подвергаться внешнему осмотру и замерам, а также контрольным испытаниям в случаях, оговоренных в проекте или специальных указаниях по применению отдельных видов арматурной стали, в случае сомнений в правильности характеристик арматурной сетки, закладных деталей и анкеров, отсутствии необходимых данных в сертификатах или паспортах заводов-изготовителей, а также при применении арматуры в качестве напрягаемой.

Установка арматурных изделий в опалубку должна осуществляться в соответствии с ППР. Для обеспечения правильности положения арматуры в бетоне должны использоваться специальные фиксаторы, которые обеспечивают заданную толщину защитного слоя, расстояние между отдельными арматурными сетками и каркасами.

Приемка арматуры должна оформляться в установленном порядке актом освидетельствования скрытых работ или актом на приемку арматуры ответственных конструкций.

9.4. Приготовление и доставка бетонных смесей

Бетонные смеси и требования к ним. Бетонная смесь состоит из вяжущего (обычно цемент), мелкого (песок) и крупного (щебень) заполнителей, воды и добавок, улучшающих свойства бетона. Номенклатуру и массу компонентов определяет строительная лаборатория исходя из требуемого проектом класса бетона и характеристик материалов.

Состав бетонной смеси может быть выражен двумя способами:

в виде соотношения по массе между количествами цемента (Ц), песка (П) и щебня (Щ). Например: 1 : 2 : 4 (Ц : П : Щ) при водоцементном отношении В / Ц = 0,6;

в виде расхода материалов на 1 м^3 уложенной бетонной смеси. Например: Ц = 300 кг, П = 600 кг, Щ = 1 200 кг, В = 180 кг.

При определении состава бетона учитывают необходимость достижения прочности в сроки, соответствующие графику выполнения работ, времени распалубливания и нагружения конструкции.

Прочность бетона $R_б$ зависит главным образом от трех факторов: количества цемента Ц, его активности $R_ц$ и водоцементного отношения В / Ц. При увеличении Ц и $R_ц$ конечная прочность бетона возрастает, при увеличении В / Ц — снижается. Кроме того, на прочность бетона оказывают влияние свойства заполнителей, способы перемешивания, доставки, укладки бетонной смеси и другие факторы.

Прочность бетона характеризуется его классом (B).

Чтобы приготовить бетонную смесь заданного качества, необходимо соблюдать точное отмеривание составляющих (дозирование), правильную технологию перемешивания и выдачи смеси.

Основным компонентом бетонной смеси является вяжущее, соединяющее все составляющие в единый монолит. Кроме цемента в качестве вяжущего могут быть использованы: синтетические смолы, жидкое стекло и другие материалы, обладающие клеящими свойствами.

Цемент поступает на стройку в мешках или россыпью. Первый затаривается в закрытых складах, для хранения второго строят специальные цементные силосы, которые следует оборудовать механическим беспыльным устройством погрузки-разгрузки.

Крупный и мелкий инертные заполнители перед применением следует рассортировывать по фракциям. Распространенные фракции: щебня — 5...10, 10...20, 20...40, 40...70 мм; песка и гравия — 0,15...0,63, 0,63...1,25, 1,25...2,5, 2,5...5 мм. Для бетонных смесей рекомендуется применять горный мытый крупный песок.

В качестве крупного заполнителя для обычного бетона применяют щебень, для легких бетонов — шлаки, туф, вспученный перлит и другие пористые заполнители.

Крупный заполнитель для бетонной смеси должен состоять не менее чем из двух фракций. Чем большее число фракций содержит заполнитель, тем меньше в бетоне оказывается пустот.

Специальные добавки, улучшающие свойства бетона, подразделяются на две группы. К первой группе относятся смеси: пластифицирующие, увеличивающие подвижность; стабилизирующие, предупреждающие расслоение; регулирующие схватывание; воздухововлекающие и пенообразующие; гидрофобизирующие и антикоррозийные; противоморозные и др. Они добавляются в количестве 0,1...2 % от массы цемента.

Ко второй группе относятся добавки, вводимые в количестве 5...20 % для экономии цемента: золы, шлаки и специальные добавки, повышающие плотность, жаростойкость и т.д.

Приготовление бетонных смесей. Приготовление бетонных смесей осуществляется на бетонных заводах и бетонно-растворных узлах (БРУ), инвентарных построечных и мобильных передвижных установках. Очень часто используют резервные мощности бетоносмесительных цехов заводов железобетонных изделий.

Бетонную смесь приготовляют по законченной или расчлененной технологии. При законченной технологии получают готовую бетонную смесь, при расчлененной — отдозированные составляющие, т.е. неперемешанную сухую смесь. По расположению оборудования различают одноступенчатую (вертикальную) и двухступенчатую (партерную) схемы подъема материалов.

При одноступенчатой схеме вяжущее и заполнитель поднимают наверх и распределяют по бункерам в соответствии с видом вяжущего и фракциями заполнителя. Проходя через дозаторы, отмеренные порции компонентов попадают в смесители, перемешиваются и подаются в виде готовой смеси в раздаточные бункеры.

При двухступенчатой схеме технологический процесс приготовления смеси разбит на две части. Вначале проводится дозирование компонентов, затем перемешивание и выдача готовой смеси.

Такая схема весьма удобна при потребности строительства в сухих смесях. В этих случаях отдозированная на первичной технологической нитке сухая смесь загружается в передвижные автобетоносмесители и перемешивается в пути следования с добавлением воды.

На заводах подача составляющих обычно осуществляется по одноступенчатой (вертикальной) схеме (рис. 9.20), а перемешивание бетонной смеси — принудительно, с использованием мощных тарельчатых смесителей. Цемент поднимается наверх цементпушками, винтовыми конвейерами или элеваторами, инертные заполнители — ленточными транспортерами.

Вниз материалы опускаются под действием собственной массы и, проходя через весовые дозаторы, попадают в бетоносмесители.

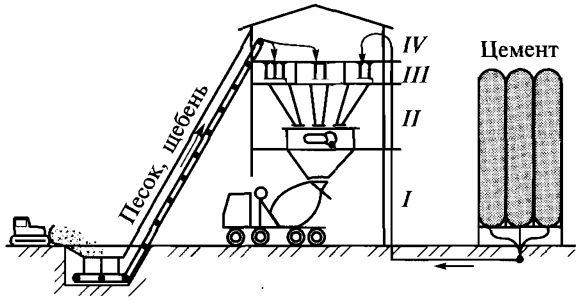


Рис. 9.20. Приготовление бетона с вертикальной системой подачи составляющих:

I — отделение выдачи смеси; *II* — дозаторно-смесительное отделение; *III* — бункерное отделение; *IV* — надбункерное отделение

Точность дозирования составляет 1 % для цемента, добавок, воды и 2 % для заполнителей.

Бетонные цеха при заводах ЖБИ обычно выпускают технологическую (для нужд завода) и товарную (для строительных организаций) бетонную смесь. Допускаемые расстояния перевозок смесей зависят от свойств вяжущего и дорожных условий. Они называются радиусом действия завода (R), составляют в среднем 25...30 км и определяются следующим неравенством:

$$R \le [t_1 - (t_2 + t_3 + t_4)]\,v/60,$$

где t_1 — начало схватывания цемента, мин; t_2, t_3, t_4 — продолжительность погрузочно-разгрузочных операций, транспортирования и укладки бетонной смеси, мин; v — скорость транспортирования, км/ч.

При возведении объектов из монолитного бетона все большее распространение получает практика приготовления бетонной смеси непосредственно на строительной площадке, в зоне действия монтажного крана. Популярностью пользуются инвентарные БРУ. Такие узлы (рис. 9.21, *а*) включают в себя: емкость для цемента, бункер, бетоносмеситель, дозаторы, автоматизированную систему загрузки и приготовления бетонной смеси.

Подача инертных заполнителей обычно осуществляется из звездообразных отсеков с помощью приспособления, имеющего решетчатую стрелу и ковш-драглайн. Установка монтируется на фундамент в виде плит, укладываемых на спланированную земляную поверхность без устройства котлована. Перебазировка такой бетонной установки осуществляется на трейлерах.

В связи с расширением перевозки бетонной смеси передвижными автобетоносмесителями представляют интерес облегченные станции заполнения смесителей отдозированными сухими компонентами бетонной смеси (рис. 9.21, *б*, *в*).

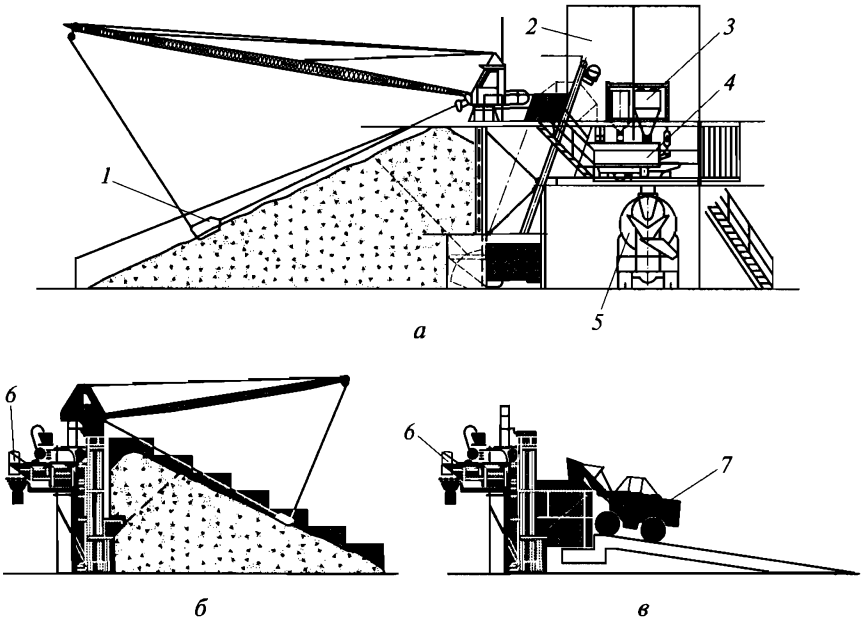


Рис. 9.21. Инвентарные построечные бетонорастворные узлы с приготовлением смеси:

а — по законченной технологии; *б*, *в* — по расчлененной технологии; *1* — скреперный ковш; *2* — бункерный блок; *3* — дозаторы; *4* — бетоносмеситель; *5* — автобетоносмеситель; *6* — расходный бункер сухой смеси; *7* — одноковшовый погрузчик

Загрузка цемента может производиться компрессорами. Склады песка и щебня могут устраиваться из сборных железобетонных ограждений, заборов и разделяться перегородками-отсеками.

Для загрузки заполнителей могут быть использованы скреперный ковш — драглайн, мобильная погрузочная машина с ковшом на телескопической стреле или одноковшовый погрузчик.

При небольшой потребности в бетоне вместо инвентарных БРУ могут применяться передвижные бетоносмесители гравитацион-

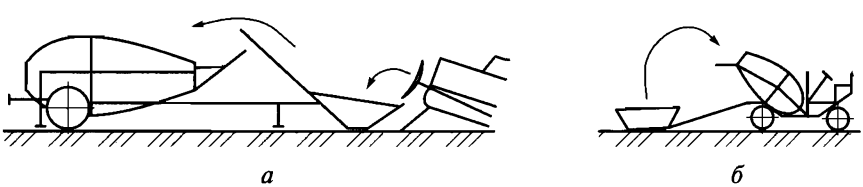


Рис. 9.22. Передвижные бетоносмесители гравитационного действия:

а — прицепной; *б* — самоходный

ного действия производительностью до 20 м^3/ч как с электрическим, так и с дизельным приводом (рис. 9.22).

С объекта на объект такие установки могут перевозиться как прицепы или перемещаться собственным ходом. Загрузка заполнителей может производиться как с помощью мобильной погрузочной машины, так и с помощью собственного скипового ковша.

Доставка бетонной смеси автотранспортом. Доставка бетонной смеси осуществляется по следующей схеме: прием из бетоносмесительной установки, транспортирование к объекту бетонирования, подача к месту укладки.

Всю транспортную схему можно разделить на две части: горизонтальную доставку смеси от БРУ и вертикальную — к месту ее укладки. В первом случае в качестве транспортных средств используют автосамосвалы, автобетоновозы, автобетоносмесители, а также бортовые автомашины, в кузов которых устанавливают бункеры, которые без перегрузки смеси подаются краном к месту ее укладки, во втором — краны и бетононасосы.

Без промежуточной перегрузки бетонную смесь укладывают при использовании автобетоносмесителя, оборудованного бетоноводом или транспортером.

Перевозка смесей автосамосвалами несмотря на широкое распространение (до 80 % объема бетона) не отвечает в необходимой мере современным требованиям по их сохранению.

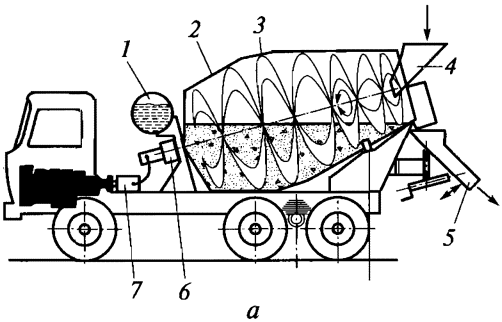
Более качественное транспортирование обеспечивается при использовании автобетоновозов с корытообразной формой кузова. Однако наилучшим способом транспортирования смеси следует считать использование автобетоносмесителей (рис. 9.23, *а*) с вместимостью барабана 3...12 м^3.

Автобетоносмеситель способен загружаться как готовыми бетонными смесями с побуждением их в пути, так и сухими отдозированными смесями. При загрузке сухих компонентов за 10...15 мин до прибытия транспорта на место в барабан подается вода и включается механизм перемешивания. На месте смесь в результате вращения барабана в обратную сторону выгружается с помощью разгрузочных устройств. После окончания работы барабан промывают, а из полученного шлама получают дополнительную (остаточную) бетонную смесь (рис. 9.23, *б*).

Применение автобетоносмесителей позволяет увеличить расстояние перевозки смесей без снижения их качества.

Доставка смеси трубопроводным транспортом. Этот транспорт является современным универсальным средством, способным перекачивать бетонную смесь в вертикальном и горизонтальном направлениях от места ее разгрузки на объекте (или приобъектной БРУ) к месту укладки.

Техническими составляющими трубопроводного транспорта являются машины для перекачивания бетонной смеси (бетонона-



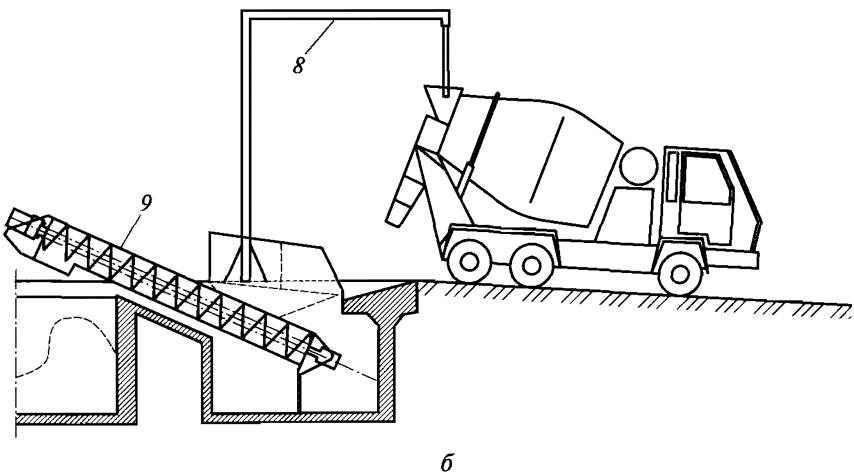


Рис. 9.23. Транспортирование бетонной смеси автобетоносмесителями:

а — разгрузка автобетоносмесителя; *б* — промывка барабана; *1* — бак для воды; *2* — барабан; *3* — лопасти; *4*, *5* — разгрузочные устройства; *6*, *7* — приводы смесительного барабана; *8* — штанга для промывки барабана; *9* — установка для подготовки остаточного бетона

сосы, пневмонагнетатели), транспортные коммуникации (бетоноводы) и оборудование для распределения смеси.

Бетононасосы, применяемые в строительстве, подразделяются на стационарные и передвижные, гидравлические и механические. Наибольшее распространение получили поршневые бетононасосы с маслогидравлическим приводом.

Бетононасос с маслогидравлическим приводом представляет собой двухцилиндровый механизм. Бетонная смесь поочередно засасывается в один из цилиндров, а оттуда поршнем подается в бетоновод; рабочий процесс механического бетононасоса заключается в возвратно-поступательном движении поршня и согласованной с ним работе всасывающего и нагнетательного клапанов.

Применение таких бетононасосов постепенно сокращается. Их вытесняют бетононасосы с маслогидравлическим приводом производительностью от 2 до 40 м^3/ч, способные перекачивать смесь на расстояние до 250 м по горизонтали и до 50 м по вертикали.

Бетоновод служит для перемещения бетонной смеси от бетононасоса к месту укладки. Он состоит из стальных трубчатых звеньев и отводных колен с углом поворота 90°, 45°, 22°30′ и 11°15′.

Звенья соединяют между собой с помощью быстроразъемных замков. В зависимости от производительности бетононасосов применяют бетоноводы с внутренним диаметром 80...203 мм.

Для распределения бетонной смеси применяют гибкие рукава, поворотные колена и распределительные стрелы.

Гибкие рукава используют при распределении бетонной смеси в радиусе до 8 м. Поворотные колена применяют для обеспечения перемещения свободного конца бетоновода по окружности.

Распределительная стрела (рис. 9.24, *а*) представляет собой специализированное оборудование для распределения бетонной смеси радиусом до 50 м. Она состоит из базового элемента в виде опоры или колонны, секционной стрелы, бетоновода с концевым рукавом и поворотного устройства.

В зависимости от длины стрелы бывают стационарными и прицепными, двух-, трех- и четырехсекционными.

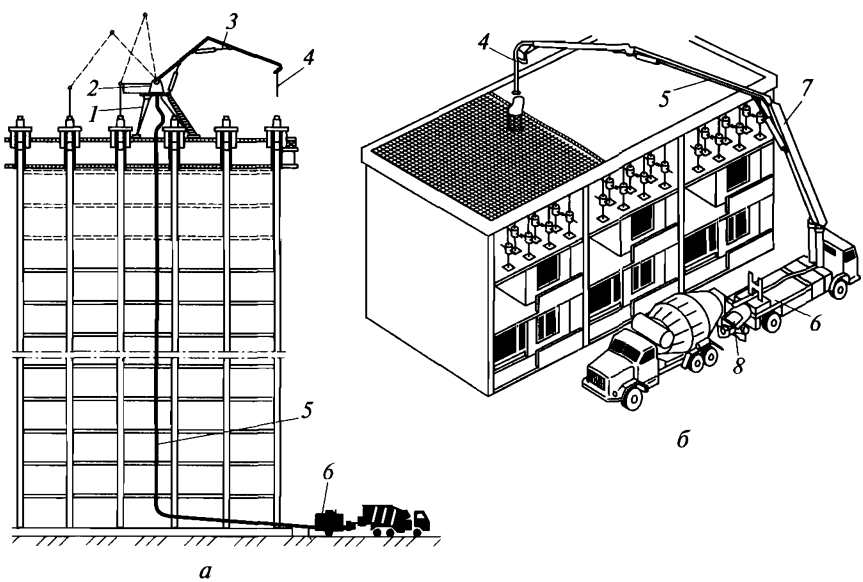


Рис. 9.24. Бетонирование с помощью:

а — распределительной стрелы; *б* — автобетононасоса; *1* — база; *2* — поворотное устройство; *3* — секционная стрела; *4* — концевой рукав; *5* — бетоновод; *6* — бетононасос; *7* — стрела автобетононасоса; *8* — приемное устройство

Автобетононасосы представляют собой сочетание бетононасоса с бетоноводом и распределительной стрелой (рис. 9.24, *б*). Автобетононасосы предназначены для подачи бетонной смеси к месту укладки по вертикали и горизонтали на расстояние 60 м и более. Наиболее эффективно использование автобетононасосов при необходимости частого перебазирования, бетонирования перекрытий, тонкостенных конструкций, отдельно стоящих фундаментов и т.д.

Оптимальная подвижность бетонной смеси, перекачиваемой автобетононасосами, ОК = 6...8 см, В/Ц = 0,4...0,6. В качестве крупного заполнителя рекомендуется применять щебень неостроконечной формы. Наибольший размер зерен крупного заполнителя должен быть не более 0,33 внутреннего диаметра бетоновода.

Перед началом транспортирования бетонной смеси трубопровод смазывают, прокачивая известковое тесто или цементный раствор. По окончании бетонирования бетоновод промывают водой под давлением и пропускают через него эластичный пыж. При перерыве более 30 мин смесь активизируют путем периодического включения бетононасоса; при перерывах более 1 ч бетоновод полностью освобождают от смеси.

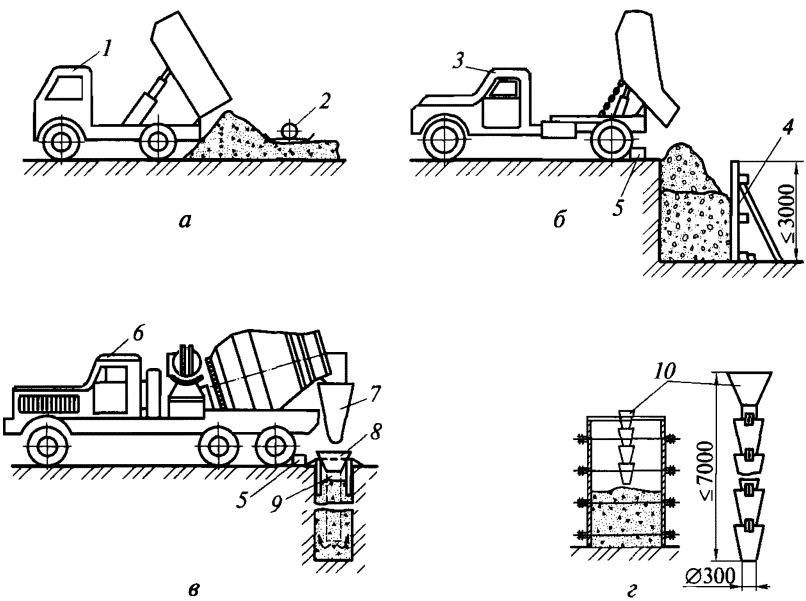


Рис. 9.25. Укладка бетонной смеси непосредственно в конструкцию:

а — при бетонировании полов; *б* — при бетонировании подбуток; *в* — при бетонировании буронабивных свай; *г* — при бетонировании массивных конструкций; *1* — автосамосвал; *2* — поверхностный вибратор; *3* — автобетоновоз; *4* — опалубка; *5* — отбойный брус; *6* — автобетоносмеситель; *7* — лоток; *8* — воронка; *9* — бетонолитная труба; *10* — хобот

Пневмонагнетатели применяются для транспортирования смеси с помощью сжатого воздуха на расстояние до 200 м, на высоту до 35 м. Пневмонагнетатель состоит из сварного корпуса, в верхней части которого имеется загрузочная воронка с герметичным затвором. В нижней части корпуса имеется горловина, к которой присоединяют бетоновод.

Сжатый воздух, подаваемый в верхнюю часть камеры, вытесняет смесь в горловину и выдавливает ее в бетоновод. При рабочем давлении 0,3 МПа бетонная смесь транспортируется со скоростью до 2,5 м/с. Чтобы погасить эту скорость, на конце бетоновода устанавливают гаситель, из которого через гибкий рукав или звеньевой хобот смесь подается в блок бетонирования.

Рациональная область применения таких установок — бетонирование труднодоступных участков зданий и сооружений.

Схемы подъема и выгрузки бетонной смеси. Доставленную на объект бетонную смесь проще всего сразу без перегрузки разгружать непосредственно в конструкцию (рис. 9.25), однако для этого необходимо, чтобы конструкция располагалась на уровне или ниже уровня земли. Для подъема транспорта выше конструкции сооружают транспортные эстакады.

Допустимая высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку неармированных конструкций составляет 6 м, колонн — 5 м, стен и слабоармированных конструкций — 4,5 м, густоармированных конструкций — 3 м, перекрытий — 1 м. При превышении этих расстояний спуск смеси должен осуществляться по желобам и виброжелобам, лоткам и хоботам, обеспечивающим медленное стекание смеси без расслоения.

Хобот (рис. 9.25, *г*) представляет собой трубопровод, составленный из конусообразных подвешенных друг к другу звеньев длиной 600...1 000 мм. Бетонная смесь, проходя через такой хобот, завихряется и дополнительно перемешивается. При большой глубине опускания смеси применяют виброхоботы, оснащенные вибраторами, а также промежуточными и концевыми гасителями.

При укладке бетонной смеси в котлованах могут быть задействованы лотки, вибролотки, вибропитатели, или ленточные транспортеры (рис. 9.26). Конвейерная укладка смеси непосредственно в конструкцию распространена в странах Северной Америки.

В Европе конвейерная укладка получила новый импульс в связи с началом выпуска автобетоносмесителей, оборудованных конвейерной лентой с радиусом поворота 12 м и углом поворота 260°, позволяющими укладывать смесь на глубине до 6,5 м (рис. 9.26, *б*). Техническая производительность агрегата 45 м^3/ч.

Существующие на сегодняшний день схемы подъема бетонной смеси к месту укладки, применяющиеся при возведении монолитных конструкций выше уровня земли, приведены на рис. 9.27.

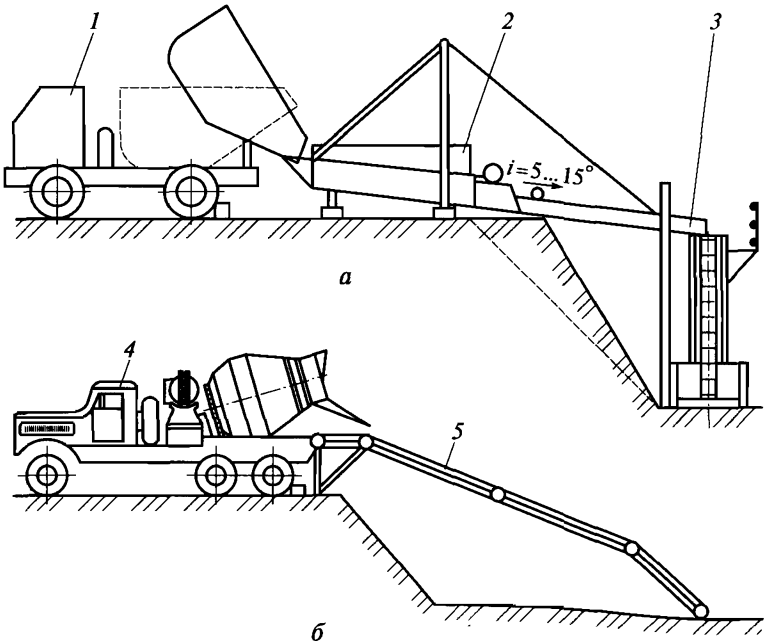


Рис. 9.26. Укладка бетонной смеси в подземной части здания с помощью: *а* — вибролотка; *б* — ленточного транспортера на передвижном бетоносмесителе; *1* — автобетоновоз; *2* — вибропитатель; *3* — вибролоток; *4* — автобетоносмеситель; *5* — транспортер

Схема «кран-бадья» (рис. 9.27, *а*) получила широкое распространение. По этой схеме доставленную смесь разгружают на объекте в бадьи и краном подают непосредственно в конструкцию. Бадья может перемещаться как вертикально на высоту 100 м и более, так и горизонтально, в зависимости от длины стрелы крана, что позволяет равномерно распределять смесь при укладке.

Схема «подъемник-контейнер» (рис. 9.27, *б*) используется в тех случаях, когда монтажный кран снимается и для подъема мелких грузов устанавливается строительный подъемник. Бетонная смесь поднимается подъемником и развозится по местам работ тачками или мототележками.

Подача транспортерами (рис. 9.27, *в*) в нашей стране применяется лишь в малоэтажном строительстве при бетонировании конструкций с небольшими размерами в плане. Применяются передвижные ленточные конвейеры длиной 6...15 м с гладкой или ребристой лентой шириной 400...500 мм.

Схема подачи смеси автобетононасосами (рис. 9.27, *г*) осуществляется в таком порядке: бетонная смесь доставляется с завода

или БРУ автобетоносмесителями, перегружается в приемный бункер автобетононасоса, по бетоноводу с помощью собственной распределительной стрелы подается к месту укладки и распределяется по горизонтали слоем требуемой толщины.

С помощью бетононасоса высокого давления на автоприцепе производительностью 10 м^3/ч...150 м^3/ч (рис. 9.27, *д*) смесь может подаваться на очень большую высоту (рекорд 432 м, 1985 г.). Распределение смеси чаще всего осуществляется с помощью распределительной стрелы на колонке модульной конструкции, переставляемой по этажам по мере бетонирования.

Схема подъема смеси по бетоноводу, смонтированному на стационарной распределительной стреле, показана на рис. 9.27, *е*. Длина стрел для трубчатых башен — до 35 м, для решетчатых — до 50 м.

Схема подачи смеси с помощью автобетоносмесителя PUMI, оборудованного бетононасосом показана на рис. 9.27, *ж*. Насос, стрела, смеситель и шасси образуют единое целое. Наибольшая длина стрелы 28 м. Такому агрегату часто отдается предпочтение при рассредоточенном строительстве на небольших объектах.

Многоцелевая пневмонагнетательная установка МИКСОКРЕТ, (рис. 9.27, *з*) обеспечивает подачу смеси на высоту до 75 м. Дозирование составляющих осуществляется с помощью комплектного дозирующего устройства, загрузка — вручную или скипом.

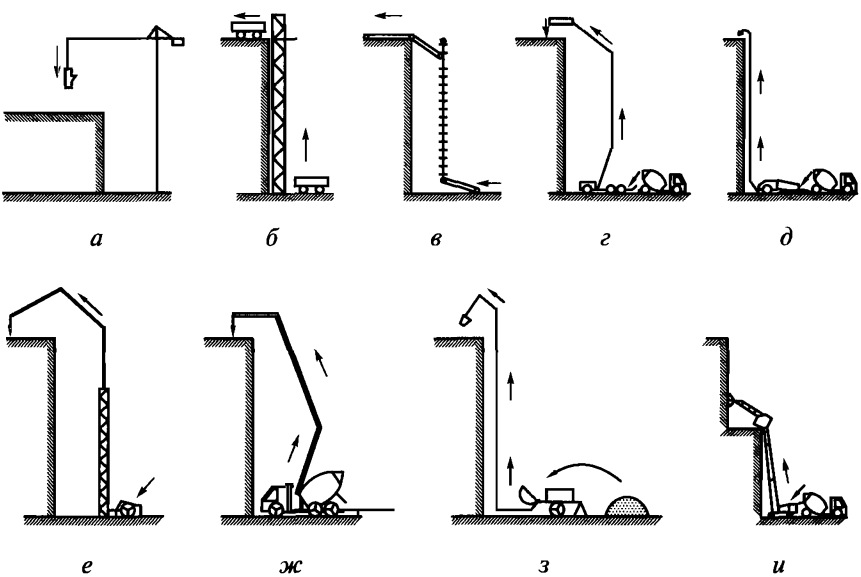


Рис. 9.27. Технологические схемы подачи и укладки бетонной смеси:

а — «кран-бадья»; *б* — «подъемник-контейнер»; *в* — транспортер; *г* — автобетононасос; *д* — бетононасос; *е* — распределительная стрела; *ж* — автобетононасос PUMI; *з* — пневмонагнетательная установка; *и* — бетон-шприц-машина

Схема подъема песчано-каменной смеси бетон-шприц-машиной (рис. 9.27, *и*) на высоту до 18 м применяется в исключительных случаях, когда требуется получение бетонных поверхностей с повышенными прочностными свойствами.

9.5. Укладка и уплотнение бетонной смеси

Процесс бетонирования. Подготовительные и вспомогательные операции. До начала выполнения бетонных работ должны быть проверены: точность установки опалубки и арматуры, наличие проектных строительных подъемов; правильность установки приспособлений для распалубливания, лесов и подмостей и т.д.

После застывания бетон с трудом поддается исправлению, поэтому следует строго соблюдать технологические схемы подготовительных и вспомогательных операций.

К подготовительным операциям относятся:

проверка надежности основания с составлением актов;

очистка опалубки от мусора, а арматуры — от ржавчины;

законопачивание щелей и заделка зазоров опалубки;

насечка скальных и бетонных оснований, очистка от мусора и цементной пленки путем промывки и просушки струей воздуха;

покрытие палубы смазкой;

каменные и бетонные поверхности рекомендуются покрыть цементным раствором толщиной 20...50 мм или коллоидным цементным клеем.

К вспомогательным операциям, осуществляемым по ходу бетонирования относятся:

устранение неполадок, возникающих при выполнении рабочего процесса;

установка и перемещение транспортных и грузоподъемных средств;

очистка и промывка трубопроводов при перерывах в подаче бетонной смеси и др.

Основные правила укладки бетонной смеси. При укладке бетонная смесь должна заполнить все промежутки между стержнями арматуры, между опалубкой и арматурой, чтобы в результате твердения был получен каменный монолит заданной прочности, плотности и однородности. Такой результат может быть достигнут лишь при соблюдении определенных правил бетонирования и выполнения технологических операций.

1. При укладке бетонная смесь должна отвечать требованиям проекта по марочной прочности и подвижности, рекомендациям строительной лаборатории по составу и иметь расслоение не более 6 %.

2. Укладка бетонной смеси производится «на себя», как правило, по всей площади, горизонтальными слоями толщиной *h*:

$$h < Qt/A;\ t = t_{н.схв} - t_у,$$

где Q — интенсивность подачи смеси, м^3/ч; t — максимально допустимый срок до перекрытия слоя ранее уложенного бетона, ч; A — площадь бетонируемой конструкции, м^2; $t_{н.схв}$, $t_у$ — время начала схватывания и продолжительности укладки смеси, ч.

3. При укладке бетонной смеси толщина слоя не должна превышать нормативную глубину, установленную для применяемых средств уплотнения. Укладка каждого лежащего выше слоя должна производиться до начала схватывания предыдущего, что исключает возникновение слабосвязных швов по высоте конструкции.

При укладке бетонный слой, во избежание обламывания кромок, не должен доходить 5...7 см до верха опалубки.

4. Допустимая продолжительность перерывов между укладкой смежных рядов бетонной смеси устанавливает строительная лаборатория в зависимости от состояния бетона. При превышении продолжительности установленного перерыва бетонирование должно быть прекращено, шов огражден. Бетонирование может быть продолжено по достижению бетоном прочности не менее 1,5 МПа.

5. Фундаменты под оборудование, а также конструкции, воспринимающие динамические нагрузки при эксплуатации, и предварительно напряженные конструкции должны бетонироваться полностью без перерывов в бетонировании.

6. В процессе и по окончании бетонирования должны приниматься меры против сцепления бетона с пробками, элементами креплений, извлекаемыми в дальнейшем анкерами и др.

7. При укладке должна соблюдаться нормативная высота свободного сбрасывания смеси. При выгрузке смеси из бадьи расстояние от нижней кромки бадьи до поверхности ранее уложенного бетона не должно превышать 1 м.

8. Толщина защитного слоя бетона в плитах и стенах должна быть не менее 10...15 мм, в балках и колоннах — не менее 25...30 мм. Низ фундаментов должен иметь толщину защитного слоя 30 и 70 мм (без бетонной подготовки основания). Кроме того, она должна быть не менее диаметра арматуры, а для преднапряженных конструкций — не менее двух диаметров. Обеспечение толщины достигается постановкой фиксаторов или прокладок.

Уплотнение бетонной смеси. При укладке бетонная смесь находится в рыхлом состоянии, между отдельными элементами крупного заполнителя имеются свободные пространства. При механических воздействиях бетонная смесь переходит из рыхлого состояния в состояние структурной жидкости и благодаря уменьшению трения между частицами приобретает подвижность, заполняя все изгибы опалубки.

После снятия механического воздействия прочность структуры смеси восстанавливается. Поэтому бетонную смесь при укладке

Таблица 9.2

Типы вибраторов для уплотнения бетонной смеси

Тип вибратора	Принципиальная схема (→ направление колебаний, ⇒ движение аппарата)	Область применения	Глубина воздействия в направлении колебаний, см	Возмущающая сила, кН	Производительность, $м^3/ч$	Длительность вибрирования, с
Трамбовочный		Фундаменты, подстилающие слои	Менее 20	Менее 2	1...10	15...30
Глубинный (вибробулава)		Фундаменты, массивы, колонны, балки, стены, покрытия	Менее 50	1...10	3...30	10...35
Глубинный (с гибким валом)		Густоармированные конструкции	Менее 40	2...38	5...30	20...50

Наружный		Колонны, стены	Менее 30	1...20	1...5	1...300
Поверхностный		Полы, покрытия, дороги	Менее 40	2...60	5...40	36...66
Вибрационные пакеты		Массивы	Менее 50	4...15	3...30	10...35

следует подвергать механическому уплотнению. Исключение может составлять литая смесь, которая способна заполнить промежутки опалубочной формы без дополнительного воздействия.

При укладке в конструкции бетонную смесь, кроме вибрирования, можно уплотнять штыкованием и трамбованием. При укладке смеси торкретными установками или пневмонагнетателями смесь уплотняется от воздействия высоконапорной струи. Доминирующим среди этих методов является виброуплотнение, при котором бетонной смеси сообщают частые вынужденные колебания, в результате происходит более плотная укладка заполнителя.

В зависимости от вибрационных параметров различают: низкочастотные (до 3 500 мин$^{-1}$), среднечастотные (3 550...9 000 мин$^{-1}$), высокочастотные (10 000...20 000 мин$^{-1}$) вибраторы.

Низкочастотные вибраторы применяют при бетонировании массивных конструкций, высокочастотные — тонкостенных.

Качество конструкции во многом зависит от правильного выбора оптимального режима вибрирования смеси. Недостаточная продолжительность вибрирования может привести к неплотной укладке бетонной смеси, а излишняя — к расслоению.

Продолжительность вибрирования определяют по табличным данным (табл. 9.2). Визуально она может быть установлена по прекращению оседания смеси и выделения пузырьков воздуха, появления на ней цементного молока.

По способу передачи колебаний на бетон различают вибраторы: передающие на смесь вертикально-направленные колебания — трамбовочные и поверхностные (площадки, рейки); передающие горизонтальные колебания — глубинные с вибробулавой и гибким валом, наружные и пакет глубинных вибраторов.

Глубинные вибраторы передают колебания за счет эксцентриков (дебалансов), насаженных на их вал. Радиус действия зависит от подвижности смеси и составляет 25...50 см.

Поверхностные площадные вибраторы и виброрейки состоят из электродвигателей, прикрепленных к металлическим площадкам или профилям (чаще швеллерам), имеющим рукояти для их перестановки и перемещения. Площадные вибраторы устанавливают на уплотняемую бетонную смесь, а виброрейки — на направляющие, между которыми укладывают смесь.

Радиус действия поверхностных вибраторов до 40 см. Наружные вибраторы, укрепляемые на опалубке, передают бетонной смеси колебания через опалубку на глубину до 25 см.

Область применения вибраторов зависит от размеров и формы бетонируемой конструкции, степени ее армирования и интенсивности бетонирования. Внутренние вибраторы типа булавы применяют для уплотнения бетонной смеси, укладываемой в массивные конструкции, а внутренние с гибким валом — в густоармированные конструкции. Поверхностными вибраторами уплотняют

верхние слои бетона при бетонировании тонких плит и полов. Наружными — смесь в густоармированных тонкостенных конструкциях.

При уплотнении бетонных смесей вибраторами должны соблюдаться следующие правила:

особенно тщательно следует прорабатывать густоармированные места, у стенок опалубки и в углах;

шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия R (рис. 9.28). При поверхностных вибраторах провибрированная зона должна перекрываться на 100 мм;

укладка бетонной смеси должна производиться горизонтальными слоями толщиной до $1{,}25h$ (h — размер рабочей части глубинного вибратора). При уплотнении смеси поверхностными вибраторами толщина слоя не должна превышать 0,12; 0,25; 0,4 м при наличии в конструкции двойной, одиночной арматуры и отсутствии армирования соответственно;

укладка каждого лежащего выше слоя должна производиться до начала схватывания предыдущего. При вибрировании вибраторы следует погружать в ранее уложенный слой на 5...10 см;

опирание при работе вибраторов на опалубку, арматуру и закладные детали не допускается.

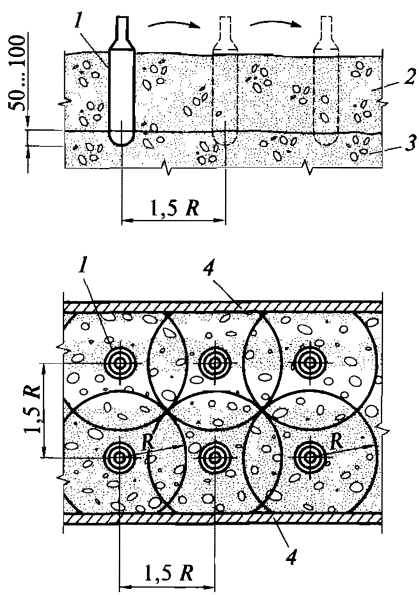


Рис. 9.28. Правила укладки и уплотнения бетонной смеси:

1 — рабочая часть вибратора; *2* — укладываемый слой бетона; *3* — ранее уложенный слой бетона; *4* — опалубка

Иногда при укладке бетонных смесей используют такие способы уплотнения, как штыкование и трамбование.

Штыкование ведут вручную с помощью шуровок (металлических стержней). Из-за трудоемкости его применяют в исключительных случаях — при бетонировании тонкостенных и густоармированных конструкций, а также при использовании высокоподвижных (с осадкой конуса более 10 см) и литых смесей, чтобы избежать их расслоения при вибрировании.

Трамбование ведут ручными и пневматическими трамбовками при укладке жестких бетонных смесей, а также в тех случаях, когда применять вибраторы невозможно из-за отрицательного воздействия вибрации на расположенное вблизи оборудование.

Однородность уплотнения бетонной смеси можно контролировать с помощью датчиков сопротивления в виде цилиндрических щупов, располагаемых по толщине укладываемого слоя.

Устройство рабочих швов. Для получения монолитности рекомендуется укладку бетонной смеси осуществлять непрерывно. Однако иногда из-за перерывов в бетонировании приходится устраивать рабочие швы.

При перерывах, превышающих сроки схватывания цемента, бетонирование прекращают и огораживают слой бетона щитками. Бетонирование возобновляют лишь после того, как ранее уложенный бетон наберет прочность не менее 1,5 МПа, т.е. будет способен воспринимать без разрушения незначительные динамические воздействия.

Места контакта старого и нового бетона должны быть минимальны по протяженности. Перед укладкой смеси их очищают водной или воздушной струей, обнажают крупный заполнитель щетками или пескоструйными аппаратами. Очищенную поверхность стыка перед бетонированием покрывают цементным-песчаным раствором состава 1 : 3.

Рабочие швы являются менее прочным местом конструкции, поэтому их рекомендуется устраивать перпендикулярно оси бетонируемых элементов в сечениях, где они не могут отрицательно влиять на прочность конструкции (рис. 9.29).

В колоннах рабочие швы следует устраивать на уровне верха фундамента, у низа балок, подкрановых консолей, капителей колонн; в рамных конструкциях — у верха вута между стойками и ригелями рам; у балок, монолитно соединенных с плитами, — на 20...30 мм ниже отметки нижней поверхности плиты; у плоских плит — в любом месте параллельно меньшей стороне плиты. Места устройства швов в сложных инженерных сооружениях и конструкциях указываются в проекте.

В отдельных балках рабочие швы допускаются в пределах средней части пролета. При бетонировании ребристых перекрытий: если бетонировании идет в направлении, параллельном второстепен-

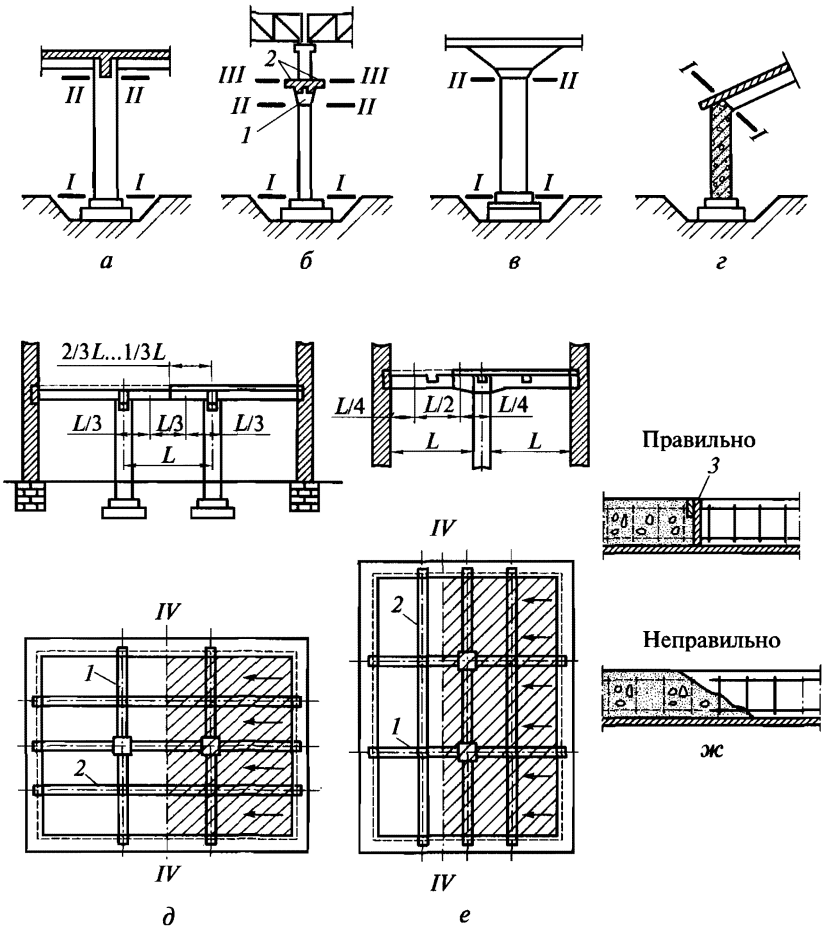


Рис. 9.29. Расположение рабочих швов:

а — при бетонировании колонн и балок ребристого перекрытия; *б* — при бетонировании колонн с подкрановыми балками; *в* — при бетонировании колонн с безбалочным перекрытием; *г* — при бетонировании стойки и ригеля рамы; *д* — при бетонировании ребристого перекрытия в направлении, параллельном балкам; *е* — при бетонировании в направлении, параллельном прогонам; *ж* — детали устройства рабочего шва; *1* — прогоны; *2* — балки; *3* — доска; *I—I*, *II—II*, *III—III*, *IV—IV* — места устройства рабочих швов

ным балкам, рабочий шов допускается в пределах средней трети пролета; при бетонировании в направлении, параллельном главным балкам, — в пределах двух средних четвертей пролета балок и плит. В безбалочных перекрытиях рабочие швы делают в середине пролета плиты.

9.6. Технологические особенности бетонирования отдельных массовых конструкций

Методы укладки бетонной смеси выбирают с учетом типа конструкции, ее расположения, климатических условий т.д.

Фундаменты и массивы могут бетонироваться с разгрузкой смеси непосредственно в опалубку или с помощью виброжелобов, бетононасосов, бадьями с помощью кранов.

При бетонировании малоармированных фундаментов применяют жесткие смеси. Для экономии цемента можно укладывать камни размером 120...200 мм («изюм») в объеме 20...25 %. В зависимости от высоты фундамента бетонная смесь может подаваться через верх опалубки или по периметру ступеней. В труднодоступных местах смесь может подаваться с помощью виброхобота.

Бетонные полы укладывают на подготовку из тощего бетона, разделяя бетонируемую площадь маячными досками на полосы шириной до 3 м. Бетонирование полос ведут через одну (рис. 9.30).

Промежуточные полосы бетонируют после набора бетоном прочности в смежных полосах. Перед бетонированием снимают маячные доски и в соответствии с проектом оформляют рабочие швы.

Бетонную смесь разгружают на месте бетонирования выше уровня маячных досок, разравнивают лопатами, а затем с помощью виброрейки (вибробруса) уплотняют полосу, перемещая виброрейку по маячным доскам.

Если по бетонной подготовке укладывают бетонные или асфальтовые полы, ее поверхность после прохода виброрейки оставляют шероховатой для лучшего сцепления с верхними слоями. При этом чистый пол необходимо укладывать непосредственно за бетонной подготовкой, не допуская ее полного затвердевания.

При бетонировании больших площадей могут применяться бетоноукладочные машины, которые, двигаясь, оставляют за собой готовую полосу пола.

При бетонировании силовой (густоармированной) плиты пол разбивают на отдельные участки (карты) и без перерывов укладывают и уплотняют на всю высоту плиту карты.

Поверхность плит выравнивают по маякам. В местах примыкания стен и опирания колонн бетон оставляют шероховатым, с устройством в отдельных случаях рифления или насечки.

Для бетонирования колонн применяют бетонные смеси с осадкой конуса 6...8 см. Колонны высотой до 5 м бетонируют на всю высоту, более 5 м — ярусами до 2 м, с загружением бетонной смеси и ее уплотнением через боковые окна в стенках короба.

Бетонирование прогонов, балок и плит следует начинать после бетонирование колонн и первоначальной осадке в них бетона. Уплотнение смеси производят внутренними вибраторами при необхо-

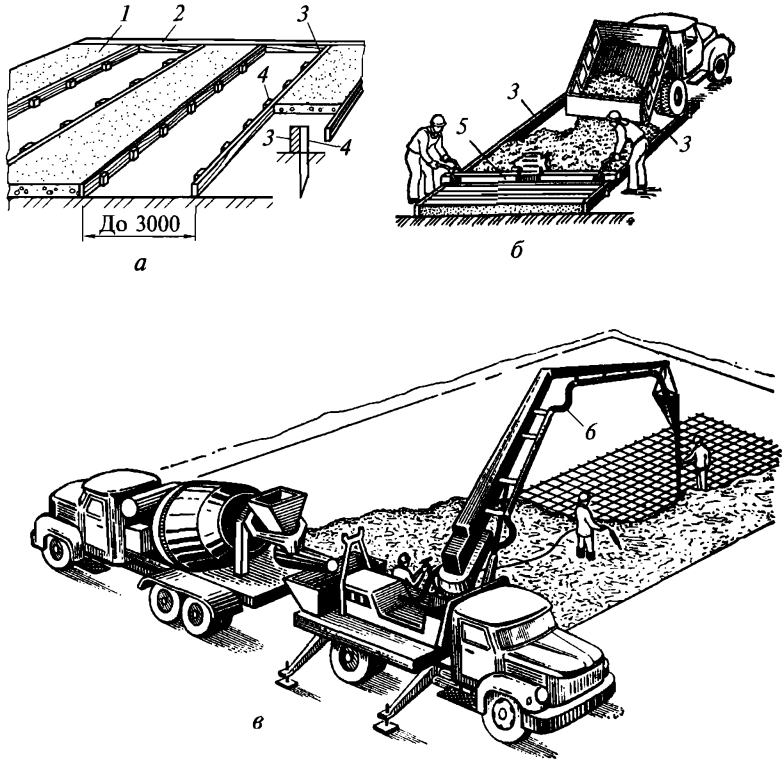


Рис. 9.30. Бетонирование:

а, *б* — бетонной подготовки и пола; *в* — силовой плиты; *1* — бетонная полоса; *2*, *3* — поперечная и продольная доски; *4* — колья; *5* — виброрейка; *6* — бетоновод

димости оснащенными наконечниками. Плиты перекрытия бетонируют на всю толщину и уплотняют поверхностными вибраторами.

Арки и своды пролетом менее 15 м бетонируют одновременно с двух сторон от пят к замку. Своды пролетом более 15 м бетонируют отдельными участками, одновременно на трех участках в замке и у пят. После этого бетонируют отдельные полосы. Между ними оставляют усадочные зазоры по 20...30 см, которые заделывают малоподвижной бетонной смесью через 5...7 сут после бетонирования полос. Затяжки сводов и арок перед бетонированием подтягивают.

9.7. Уход за бетоном и снятие опалубки

После укладки бетонной смеси в наружных слоях бетона появляются трещины, поэтому открытые поверхности бетонных кон-

струкций должны быть защищены от прямого воздействия солнечных лучей и ветра влагоемкими покрытиями.

Твердеющий бетон также следует предохранять от ударов и сотрясений, так как в неокрепшей структуре бетона могут появиться внутренние трещины. Поэтому в начальный период твердения бетону необходимо обеспечить условия, благоприятные для гидратации цемента и способствующие нарастанию его прочности.

В сухую и теплую погоду бетон, приготовленный на портландцементе, следует поливать в течение 7 сут, на глиноземистых цементах — 14 сут. При температуре воздуха выше 15 °С первые 3 сут рекомендуется поливать бетон с интервалом в 3 ч днем и один раз ночью, в последующие дни — не реже трех раз в сутки. При средней суточной температуре наружного воздуха 3 °С бетон можно не поливать.

Процесс смачивания бетона может быть исключен вообще, если сразу после укладки покрыть его поверхность защитной пленкой (мембраной) с помощью пульверизатора, что позволит задержать в свежеуложенном бетоне до 70 % влаги.

По свежеуложенному бетону запрещено движение людей, установка опалубки и лежащих выше конструкций до тех пор, пока бетон не наберет минимальную прочность 1,5 МПа.

При достижении бетоном прочности, при которой может быть обеспечена сохранность углов, граней и поверхностей конструкции, проводится снятие боковых элементов опалубки. Требуемая прочность бетона при этом должна быть не менее 0,2...0,3 МПа. Чаще всего боковые щиты опалубки снимают через 2...3 сут.

При нагрузке на конструкцию менее 70 % от нормативной минимальная распалубочная прочность должна составлять: для плит пролетом до 3 м и несущих конструкций пролетом до 6 м — 70 % от проектной, для конструкций с пролетами более 6 м и конструкций с напрягаемой арматурой — 80 % от проектной, при нагрузке более 70 % от нормативной опалубку следует снимать после набора бетоном проектной прочности.

Снятие опалубки и несущих элементов (раскружаливание) должно осуществляться плавно, путем осторожного отрыва палубы от бетонной поверхности специальными приспособлениями, с использованием клиньев, винтов, домкратов цилиндров с песком и других поддерживающих устройств (рис. 9.31) с таким расчетом, чтобы не повредить бетон и сохранить опалубку для дальнейшего использования с минимальными затратами на восстановление.

Опоры, поддерживающие опалубку, опускают одновременно во избежание перекосов. Нагруженные деревянные стойки рубить или спиливать запрещено. Необходимо предварительно установить под низ стоек клинья, цилиндры с песком и т. п.; при использовании инвентарной опалубки предпочтение чаще всего отдают домкратам или винтовым устройствам.

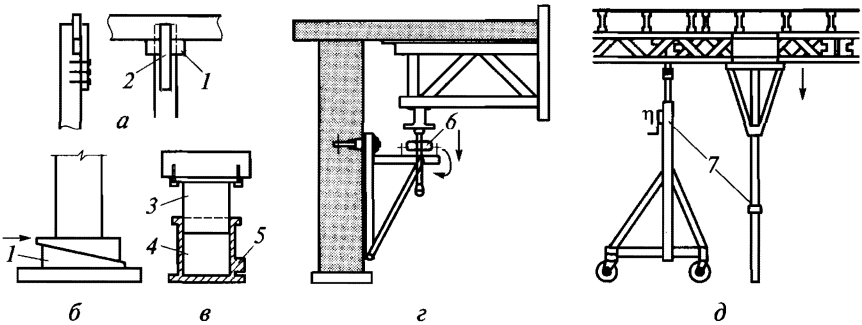


Рис. 9.31. Приспособления для раскружаливания опалубки:

а — клинья на стойках под прогонами; *б* — парные клинья под стойками; *в* — цилиндр с песком; *г* — винтовая муфта; *д* — домкраты; *1* — клинья; *2* — накладка; *3* — поршень из твердой древесины; *4* — цилиндр с песком; *5* — отверстие с пробкой; *6* — винтовая муфта; *7* — домкраты

Снятие опалубки с конструкций перекрытий многоэтажных зданий ведут поэтажно; стойки, находящиеся непосредственно под бетонируемым перекрытием, удалять не разрешается; стойки перекрытия, находящегося ниже, оставляют под всеми балками и прогонами, имеющими пролет более 4 м, на расстоянии до 3 м друг от друга (стойки «безопасности»). Опорные стойки «безопасности» остальных лежащих ниже перекрытий могут быть удалены лишь тогда, когда прочность бетона в них достигнет проектной величины.

Для сокращения сроков распалубливания монолитных конструкций и, соответственно, длительности технологических циклов их возведения необходимо интенсифицировать сроки твердения вяжущего (цемента), что может быть достигнуто за счет применения следующих мероприятий:

использовать запас собственной теплоты бетона при экзотермической реакции гидратации вяжущего;

дополнительно подать тепло бетону извне за счет использования «греющей» опалубки;

использовать при приготовлении бетонной смеси быстротвердеющие глиноземистые цементы;

ввести в состав бетонной смеси минеральные добавки-ускорители твердения.

При твердении цемента выделяется большое количество теплоты. Повышение температуры бетона увеличивает активность воды, содержащейся в бетонной смеси, ускоряет процесс ее взаимодействия с частицами цемента и формирования структуры бетона.

Для того чтобы полнее использовать внутреннюю теплоту, выделяемую при твердении цемента, необходимо ограничить отток

теплоты из бетона в атмосферу, что сократит технологический процесс бетонирования и позволит увеличить оборачиваемость опалубки.

Чтобы ограничить отток теплоты нужно использовать опалубку, отличающуюся низкой теплопроводностью. Этим требованиям отвечает фанерная и пластмассовая опалубка, покрытая с тыльной стороны эффективным утеплителем — слоем пенополиуретана.

У «греющей» опалубки теплота, выделяемая при прохождении электрического тока, передается контактным путем поверхностям бетонируемой конструкции. Расположенные с тыльной стороны опалубки нагревательные элементы (греющие кабели и провода, сетчатые и ленточные нагреватели и т.п.) обеспечивают дополнительный нагрев бетона и ускоряют процесс его твердения.

За счет применения быстротвердеющих цементов срок твердения бетона и соответственно распалубливания конструкции, могут уменьшиться, по данным [6] в 1,5—2 раза.

Основной эффект от применения добавок-ускорителей твердения — сокращение времени формирования структуры бетона. При введении в состав бетона этих добавок заряд клинкерных частиц уменьшается, что приводит к уменьшению в начальный период слоя адсорбируемой ими воды и создает предпосылки для создания более прочного и плотного бетона за меньший период времени.

Однако при использовании добавок-ускорителей твердения следует учитывать степень их отрицательного воздействия на бетон, свойственного некоторым из них, — корродирующее влияние на арматуру, быстрое схватывание бетонной смеси и др.

9.8. Особенности выполнения процессов бетонирования при реконструкции и ремонте

При реконструкции зданий и сооружений могут выполняться самые разнообразные виды строительных работ: разрушение старых железобетонных конструкций, усиление отдельных элементов или частей сооружений для дальнейшего использования, возведение новых конструкций. Условия выполнения процессов при этом могут быть осложнены действующим технологическим оборудованием, если предприятие продолжает выпускать продукцию, население не отселено из своих квартир, учащиеся продолжают учиться в реконструируемом учебном заведении и т.д.

При полной остановке предприятия технология возведения железобетонных конструкций мало чем отличается от рассмотренной ранее, за исключением некоторой стесненности, ограниченности в изготовлении и транспортировании бетонной смеси и арматуры, условий подъезда и др.

Приходится использовать более производительные бетоноукладочные машины, мостовые краны, малогабаритное крановое оборудование, учитывать необходимость соблюдения сроков монтажа технологического оборудования и связанного с этим ускоренного набора прочности бетоном.

В условиях действующего предприятия приходится учитывать существующий распорядок работы предприятия: сменность, условия поставок сырья и отгрузки готовой продукции, наличие свободных «окон» в течение смены и т.д. Часто большую сложность представляют подбор и размещение строительных механизмов, использование имеющегося в цехах оборудования без ущерба их технологической деятельности, доставка и размещение опалубки, арматуры, армоопалубочных блоков, вяжущих, крупных и мелких заполнителей, их затаривание и хранение на производственных площадях и т.п. Приходится обращать особое внимание на условия выдерживания бетона в условиях повышенных температур в действующих цехах, особенно если бетон укладывается тонким слоем при усилении железобетонных конструкций.

Непосредственному проведению основных реконструкционных работ предшествует разборка старых негодных конструкций.

В зависимости от объемов разборки эти работы могут выполняться ручным, полумеханизированным, механизированным, термическим, гидравлическим или буровзрывным способами. Особенности выполнения этих работ при разборке каменных конструкций были рассмотрены в подразд. 8.10.

При усилении железобетонных конструкций чаще всего устраивают обоймы, рубашки, наращивания (рис. 9.32), состоящие из арматуры и слоя бетона толщиной до 0,3 м.

При небольших объемах работ и невозможности использования электрифицированного инструмента насечку поверхностей допускается выполнять вручную. Перед бетонированием поверхность должна быть тщательно очищена от пыли и промыта водой.

Находящаяся в пригодном состоянии старая арматура очищается от коррозии и обдувается сжатым воздухом. Рекомендуется очищать арматуру способом гидроабразивной обработки, используя для этого оборудование для торкретирования. В стесненных условиях можно использовать малогабаритные пескоструйные аппараты с вакуумным пистолетом. При небольших объемах работ для очистки арматуры применяют ручные пневматические металлические щетки. Новая арматура усиления устанавливается обычными способами.

При усилении колонн монолитной обоймы по периметру колонны устанавливают арматуру и инвентарную щитовую опалубку. Обойму рекомендуется бетонировать методом инъецирования (рис. 9.32, *г*). Для этого в опалубочных щитах должны быть предусмотрены инъекционные отверстия.

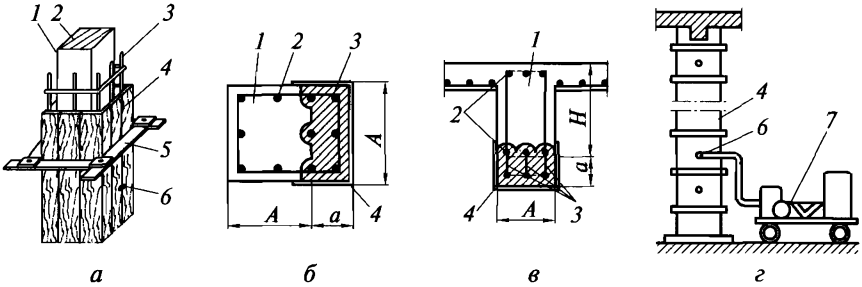


Рис. 9.32. Усиление колонн и балок:

а — обоймой; *б* — способом бокового наращивания; *в* — обетонкой нижней части балки; *г* — инъецированием бетонной смеси; *1* — усиливаемый элемент; *2* — существующая арматура; *3* — дополнительная арматура; *4* — опалубка; *5* — инвентарный металлический хомут; *6* — отверстие для инъецирования; *7* — передвижная инъекционная установка

Обойма охватывает усиливаемый элемент (балки, ригели, колонны) с четырех сторон. Рубашки, представляющие собой трехстороннее усиление и наращивание — увеличение сечения конструкции с какой-либо ее стороны слоем монолитного бетона, применяются для усиления балок, ригелей, колонн, стен и плит перекрытия.

Обоймы и рубашки армируют замкнутой по горизонтали арматурой и вертикальными стержнями, устанавливаемыми в растянутой зоне усиливаемого элемента. В сжатой и нейтральной зонах элементов арматуру устанавливают конструктивно.

При выполнении усиления приходиться выполнять ряд технологических работ: снятие слоя бетона, подготовку поверхности, армирование, нанесение бетонной или растворной смеси, уход за бетоном в период его твердения и отделку поверхности усиления.

Снятие защитного слоя и удаление его отслонений производят рубильными или фуговальными электрическими молотками.

Подготовка поверхностей усиливаемой конструкции заключается в придании ей необходимой шероховатости. Этот вид работ обычно осуществляется с помощью перфораторов или отбойных молотков со специальными насадками.

9.9. Специальные методы бетонирования

Обычно применяемые методы бетонирования монолитных железобетонных конструкций, рассмотренные в подразд. 9.6, могут оказаться неэффективными, неэкономичными или даже неприемлемыми в конкретных инженерно-геологических и производственных условиях. В этих случаях часто применяют специальные

методы, к которым относятся: бетонирование в скользящей опалубке, вакуумирование, напорное бетонирование и иньекцирование, раздельное и подводное бетонирование, бетонирование литьем и вибронагнетательным методом, цементирование и др.

Метод возведения стен в скользящей опалубке (рис. 9.33) часто применяют при бетонировании стен компактных в плане высотных инженерных сооружений и зданий высотой не менее 10 этажей. Возводить в скользящей опалубке стены зданий меньшей высоты считается экономически нецелесообразным.

Технология возведения стен в скользящей опалубке отличается последовательным, без перерывов, одновременным выполнением трех процессов: подъема опалубки, армирования и укладки бетонной смеси. При этом скорость непрерывного подъема опалубки должна быть такой, чтобы выходящий из опалубки бетон не растекался, был достаточно твердым, но в то же время легко заглаживался терками и не имел сцепления (адгезии) с опалубкой.

Скорость подъема опалубки и, следовательно, бетонирования стены составляет 0,15...0,25 м/ч, что при правильно заданных составах бетонной смеси и режимах ее укладки исключает срывы бетона, появление каверн, раковин и других его дефектов.

Домкратные стержни обычно устанавливаются через 1,5...2,0 м друг от друга, но при больших проемах их группируют в простенках или местах пересечений стен. Конструкции опалубки в этом случае должна быть обеспечена необходимая жесткость.

По ходу бетонирования стен в скользящей опалубке перекрытия можно устраивать после окончания бетонирования каждого этажа, с отставанием на 2—3 этажа или после возведения всей коробки здания.

Наиболее технологичным решением является одновременное устройство монолитных перекрытий и стен. По окончании бетонирования стен очередного этажа скользящая опалубка поднимается с таким расчетом, чтобы низ внутренних щитов опалубки находился на отметке верха будущего перекрытия (см. рис. 9.33).

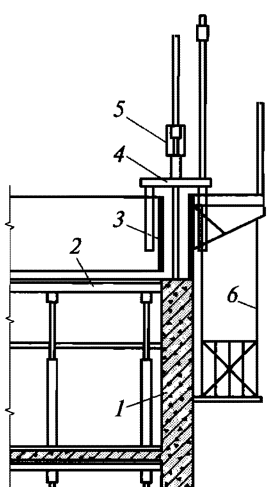


Рис. 9.33. Бетонирование стен в скользящей опалубке с одновременным устройством перекрытий:

1 — бетонируемая стена; *2* — опалубка перекрытия; *3* — опалубка стены; *4* — домкратная рама; *5* — домкрат; *6* — подвесные подмостки для затирки стен

После этого устанавливают инвентарную опалубку на стойках, опирающихся на перекрытие нижнего этажа, производят армирование и бетонирование перекрытия обычными методами.

После укладки бетонной смеси в перекрытие бетонируют стены очередного этажа с использованием скользящей опалубки.

Процесс бетонирования в скользящей опалубке протекает следующим образом. Бетонная смесь марки М200...М300, приготовленная на высокомарочном цементе, чистом песке и мытом щебне мелких фракций, подается бетононасосом непосредственно в стену или по схеме «кран-бадья» мелкими порциями через воронки в стену и на рабочий настил по фронту укладки, откуда затем укладывается лопатами в опалубку.

Укладка смеси должна идти равномерно и непрерывно по всей длине стены слоями толщиной до 0,25 м. Подвижность смеси при уплотнении вибраторами с гибким валом принимается 6...8 см. Смесь, замешанная с пластифицирующими добавками, может иметь литую консистенцию (ОК > 12 см).

Освобождающиеся от опалубки стены с кавернами немедленно затираются или торкретируются с навесных подмостей.

Вакуумирование свежеуложенной бетонной смеси осуществляют в целях ее уплотнения за счет отсоса лишней влаги и воздуха. Для получения требуемой подвижности в бетонную смесь при изготовлении вводится в 3—5 раз больше воды, чем требуется для гидратации цемента. При твердении бетона к 28-дневному возрасту в нем остается лишь небольшая часть воды в связанном состоянии, а остальная испаряется, оставляя в теле бетона поры, понижающие его прочность, непроницаемость и морозоустойчивость.

При уплотнении бетонной смеси вибрированием удаляется лишь незначительная часть химически несвязанной воды. Удаление из смеси 25 % воды вместе с частью воздуха может быть достигнуто, если произвести отсасывание воды из бетона путем разрежения воздуха у его поверхности. На этом принципе (разности атмосферного давления и давления под вакуум-приборами) и основано уплотнение бетонной смеси вакуумированием.

В *методе вибровакуумирования* эффективно сочетаются вибрирование и вакуумирование бетонной смеси в процессе укладки — при бетонировании сначала производится уплотнение уложенной бетонной смеси путем вибрирования и вслед за этим ее вакуумирование, что повышает прочность бетона на 15...20 %, позволяет снизить расход цемента на 20...30 %.

Для извлечения влаги из горизонтальных поверхностей (перекрытия, полы и т.д.) применяют вакуум-щиты и вакуум-маты (рис. 9.34). Несмотря на то что щит — жесткий короб, а мат — гибкая ткань, по конструкции они представляют собой закрытые полости, в которых создается разряжение воздуха за счет его откачки.

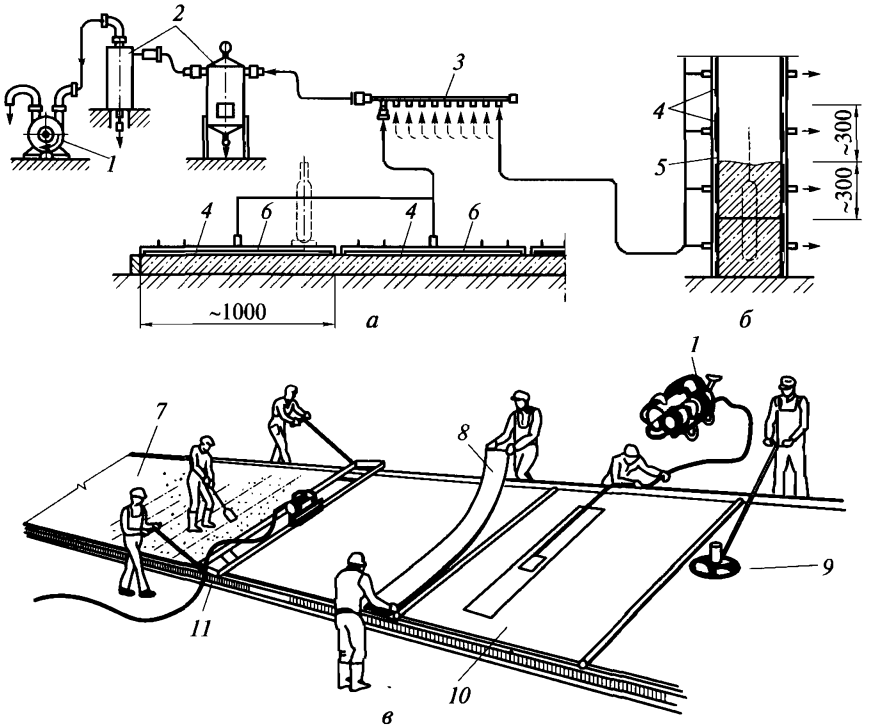


Рис. 9.34. Схемы вакуумирования горизонтальных и вертикальных бетонных поверхностей с использованием вакуум-приборов:

а — щитов; *б* — опалубки; *в* — матов; *1* — вакуум-насос; *2* — водосборники; *3* — коллектор; *4* — вакуум-полости; *5* — вакуум-опалубка; *6* — вакуум-щиты; *7* — бетонная смесь; *8* — фильтрующее полотно; *9* — затирочная машина; *10* — вакуум-мат; *11* — виброрейка

Для извлечения воды из вертикальных поверхностей служит вакуум-опалубка (рис. 9.34, *б*). Она изготовляется в виде обычной опалубки, имеющей изолированные вакуум-полости. Для отсасывания воды из внутренних слоев в тело бетона заглубляются вакуум-трубки. Общее для всех вакуум-приборов — по периметру они тщательно изолируются герметическими прокладками.

Вакуум-щиты изготовляются из водоустойчивой фанеры толщиной 10...12 мм. Снизу щит имеет вакуум-полость, закрытую двумя проволочными или пластмассовыми сетками: внутренней с крупными ячейками и тканой наружной, обтянутой фильтровальной тканью.

Для получения из обычной опалубки вакуум-опалубки опалубочные щиты оборудуют изолированными вакуум-полостями.

Вакуум-маты состоят из фильтрующих полотен, покрываемых сверху плотной газонепроницаемой синтетической тканью, снабженной штуцером и отсасывающим шлангом.

Вакуумирование начинают через 15 мин после окончания бетонирования. Продолжительность вакуумирования зависит от степени разрежения в вакуумных полостях (350...650 мм рт. ст.), плотности и подвижности бетонной смеси, толщины конструкции и температуры смеси при укладке.

Напорное бетонирование заключается в нанесении на опалубку или обрабатываемую поверхность одного или нескольких слоев цементно-песчаного раствора (торкрет) или бетонной смеси (набрызг — или шприц-бетона) под действием струи сжатого воздуха при давлении до 0,6 МПа со скоростью более 100 м/с. Благодаря этому раствор (бетон) после затвердевания приобретает повышенную плотность.

Области применения торкретирования — ремонт разрушенных бетонных конструкций, исправление дефектов, заделка швов водоотстойных и других сооружений, где требуется плотный, водонепроницаемый и износостойкий бетон.

Торкретирование выполняют сухим и мокрым способами.

При сухом способе (рис. 9.35, *а*) в установку (цемент-пушку) загружается сухая смесь состава 1 : 3...4,5, смешивание которой с водой осуществляется в сопле перед нанесением на стену или опалубку.

Большое значение при торкретировании имеет правильно назначенное водоцементное отношение (В / Ц = 0,32...0,37), так как при меньшем В / Ц наблюдается недостаточное смачивание сухих составляющих, при большем — оплывание уложенного слоя.

Торкретная установка состоит из двухкамерной цемент-пушки, компрессора, водяного бака, сопла, воздухоочистителя, материальных и водяных шлангов.

При выполнении процесса особое внимание обращается на соблюдение требований техники безопасности: сопло следует держать на расстоянии 0,7...0,1 м перпендикулярно обрабатываемой поверхности и перемещать круговыми движениями.

При многослойном покрытии каждый следующий слой (горизонтальный толщиной до 15 мм, вертикальный — до 25 мм) наносят с интервалом, достаточным для упрочнения предыдущего слоя.

При мокром способе (рис. 9.35, *б*) торкретирование смеси выполняют без подачи воды в сопло, что обеспечивает более высокую производительность, но менее высокие прочностные характеристики торкретного слоя. Основными техническими средствами при этом способе являются пневмонагнетатели.

Технологическая схема торкретирования мокрым способом:

загрузка, подготовка и подача смеси в камеру;

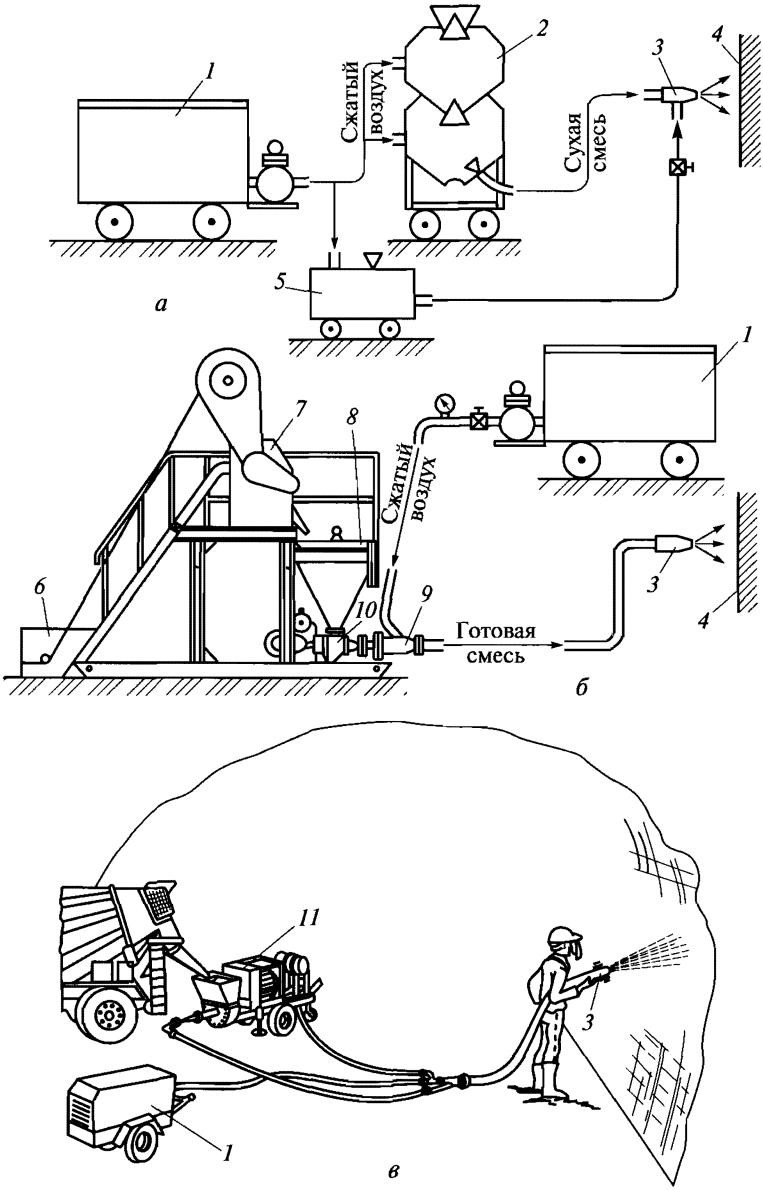


Рис. 9.35. Напорное бетонирование:

а — сухим способом; *б* — мокрым способом; *в* — с помощью многоцелевого бетононасоса; *1* — компрессор; *2* — цемент-пушка; *3* — сопло; *4* — стена; *5* — водяной бак; *6* — скиповый подъемник; *7* — растворосмеситель; *8* — вибросито; *9* — смесительная камера; *10* — растворонасос; *11* — многоцелевой компактный бетононасос

перемешивание, нагнетание смеси к соплу сжатым воздухом;
нанесение готовой смеси на торкретируемую поверхность.

При укладке бетонной смеси мокрым способом используют установку «Пневмобетон», а также импортные пневмонагнетатели и бетон-шприц-машины. Отдозированная бетонная смесь с гравием или щебнем крупностью до 25...30 мм подается под давлением 0,4...0,6 МПа в смесительную камеру. Перемешанная и увлажненная смесь со скоростью около 100 м/с выходит из сопла в виде распыленного факела и набрызгивается на обрабатываемую поверхность.

При нанесении шприц-бетона руководствуются правилами нанесения торкретных слоев сухим способом. Направление нанесения смеси на вертикальные поверхности — снизу вверх.

Традиционное торкретирование характеризуется высокой стоимостью, значительно более высокой трудоемкостью и невысокой производительностью. По этой причине оно применяется тогда, когда другие методы оказываются недостаточно эффективными.

Однако выпускаемые сейчас многоцелевые бетононасосы (рис. 9.35, *в*), смонтированные на автоприцепе, являются вполне конкурентоспособными и успешно используются.

В последнее время обычный Торкрет стал вытесняться «экобетоном», технология которого характеризуется высокой скоростью вылета бетонной смеси (до 200 м/с) в герметично замкнутой системе с водно-аэрозольной средой, практически исключающей отскок и обеспечивающей экологическую чистоту рабочего процесса.

Иньекцирование применяют главным образом при ремонтных работах и при заделке дефектов в бетоне, выявляемых после его распалубливания. Обычно это бывает из-за некачественного вибрирования в густоармированных местах и в местах контакта старого и нового бетона.

При заделке таких мест в подлежащее бетонированию пространство закладывают перфорированные металлические трубки; через 2...3 сут после бетонирования по этим трубкам под давлением 0,6...0,8 МПа нагнетается цементный клей, который заполняет все трещины и пустоты и обеспечивает монолитность и плотность бетонируемой части монолитной конструкции.

Этот метод также применяют при заполнении каналов предварительно напряженных конструкций с целью обеспечить сцепление арматуры с бетоном и одновременно защитить ее от коррозии.

Цементно-песчаный раствор нагнетают в канал растворонасосом через специальные отверстия или анкерную пробку.

Цементирование бетоносмесительным способом (см. рис. 7.8) получает в настоящее время широкое развитие при подготовке оснований и устройстве фундаментов под малоэтажные (1 — 2 эта-

жа) здания. Метод основан на смешивании расчетного количества цемента, грунта и воды с помощью бурового оборудования.

Основным механизмом при выполнении процесса цементации является мобильная бурильно-крановая машина, оборудованная пустотелой буровой штангой. На нижнем конце штанги насажен смесительный бур с режущими и перемешивающими лопастями. В полость буровой штанги через ее верхний конец подводится трубопровод растворонасоса и нагнетается водоцементная суспензия.

После затвердения цементно-грунтового столба получают сваю, соответствующую по прочности свае из обычного бетона класса В12,5. При необходимости получения ленточного фундамента устраивают сплошной ряд свай.

Метод раздельного бетонирования (рис. 9.36) заключается в раздельной укладке в опалубку крупного заполнителя и раствора, занимающего пустоты между частицами заполнителя. Такой способ применяют при бетонировании в условиях интенсивного притока грунтовых вод и сложных гидрогеологических условиях.

Раздельное бетонирование может осуществляться гравитационным и инъекционным способами. При гравитационном способе раствор проникает в промежутки между камнями крупного заполнителя сверху, под действием сил тяжести; при инъекционном — через трубы-инъекторы под давлением, создаваемым нагнетателем. Гравитационный способ требует меньших затрат трудовых и материально-технических ресурсов, при инъекционном — формируется более плотная и прочная структура бетона.

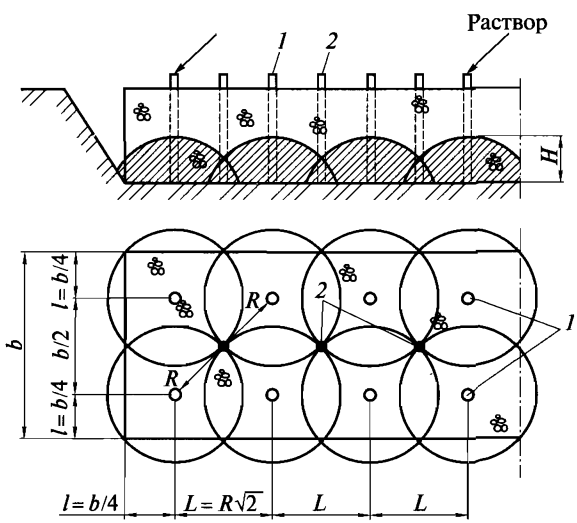


Рис. 9.36. Размещение труб и инъекционных отверстий при раздельном бетонировании:

1 — инъекционные трубы; *2* — контрольные трубы

Крупный заполнитель до нагнетания в него раствора должен быть хорошо уплотнен, для чего можно использовать гравиенагнетатели или вибраторы. Нагнетаемый под давлением высокопластичный раствор обеспечивает заполнение даже мелких пор и трещин, в которые бетонная смесь проникнуть не может.

К недостаткам метода раздельного бетонирования следует отнести необходимость применять раствор с высоким В/Ц и, следовательно, некоторый перерасход цемента. Однако этот недостаток может быть устранен при использовании *метода вибронагнетания*, когда одновременно с нагнетанием раствора осуществляется его глубинное вибрирование с помощью вибробулав.

Опалубка должна заполняться бетонной смесью за несколько приемов (ярусами) с вибрационной проработкой каждого слоя. В плане конструкция может быть разбита на отдельные блоки, разделенные временными металлическими перегородками. Бетонная смесь в этих случаях может нагнетаться под давлением насосными установками и уплотняться этими раздельными перегородками, на верхних торцах которых следует установить вибраторы с таким расчетом, чтобы плоскости вращения эксцентриков вибраторов были перпендикулярны к плоскости перегородок.

Подводное бетонирование — укладка бетонной смеси под водой без водоотлива выполняется при возведении монолитных конструкций, располагаемых в водоемах или грунтах с высоким уровнем грунтовых вод. Особенностью процесса является предотвращение свободного падения бетонной смеси через слой воды и предохранение ее от размывания.

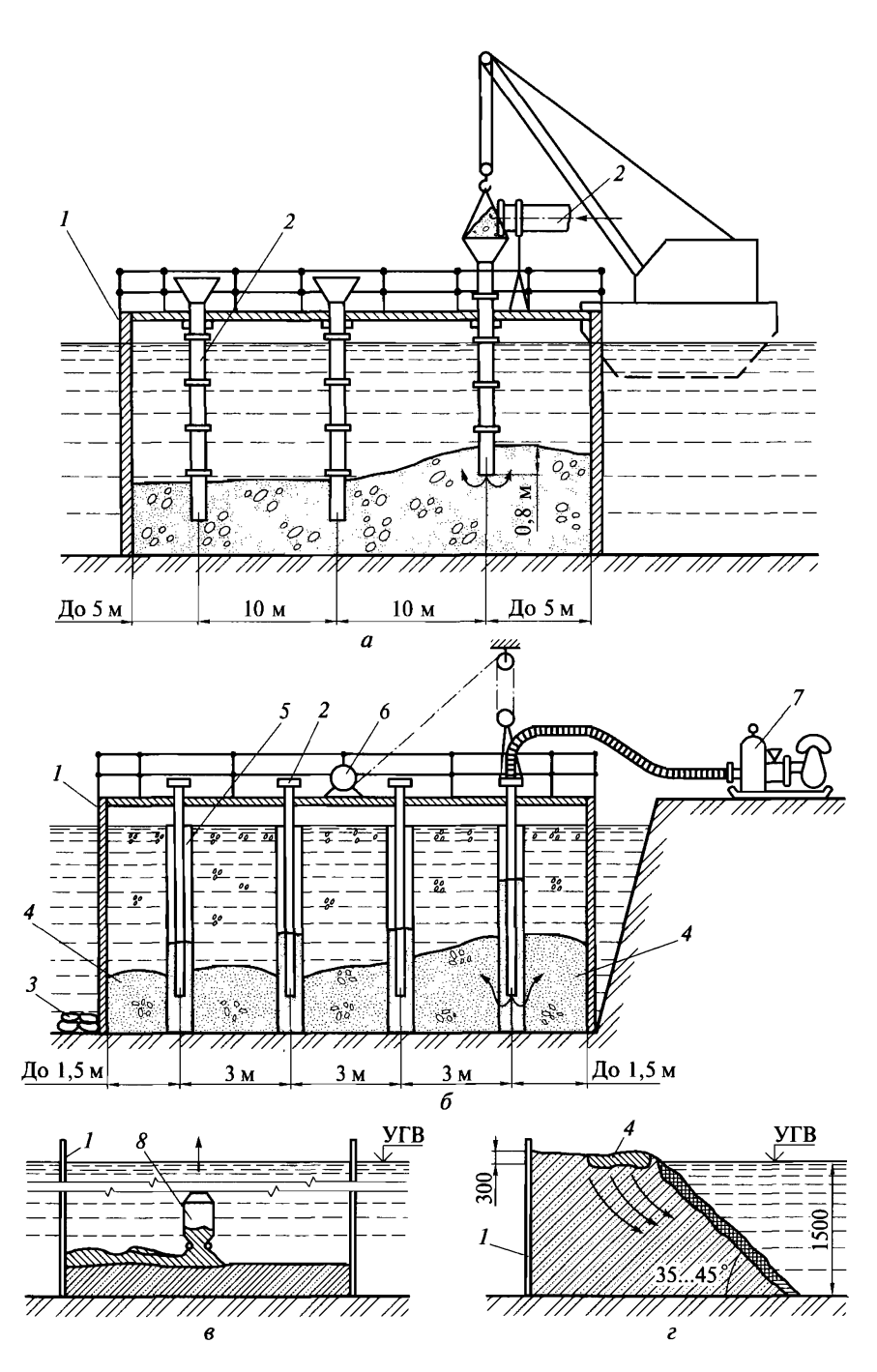
Подводное бетонирование можно выполнять различными методами: вертикально перемещаемой трубы (ВПТ), восходящего раствора (ВР), укладкой бункерами, втрамбовыванием бетонной смеси.

Метод вертикально перемещаемой трубы имеет наибольшее распространение и может быть применен при бетонировании на глубинах от 1,5 до 50 м. Бетонирование этим методом осуществляют в котловане, обычно огражденном от проточной воды шпунтом, служащим одновременно и опалубкой для укладки бетонной смеси (рис. 9.37, *а*).

Для подачи смеси устанавливают стальные трубы диаметром 200...300 мм, состоящие из отдельных звеньев длиной до 5 м на быстроразъемных водонепроницаемых фланцевых соединениях. Трубы подвешивают к крану или к лебедкам.

Рис. 9.37. Подводное бетонирование методами:

а — вертикально перемещаемой трубы; *б* — восходящего раствора; *в* — укладкой смеси бункерами; *г* — втрамбовыванием бетонной смеси; *1* — ограждение; *2* — труба; *3* — каменисто-щебеночная отсыпка; *4* — раствор (бетонная смесь); *5* — шахта; *6* — лебедка; *7* — растворонасос; *8* — бункер


1
2
2
0,8 м
До 5 м
10 м
10 м
До 5 м
а
5
2
6
7
1
4
4
3
До 1,5 м
3 м
3 м
3 м
До 1,5 м
б
1
8
УГВ
в
4
УГВ
300
1500
1
35...45°
г

Для бетонирования применяют смесь марки не ниже М300, подвижностью 6...10 см (с вибрированием) и 16...20 см (без вибрирования), приготовленную с обязательным введением пластификаторов. Смесь должна укладываться непрерывно. При вынужденных перерывах укладку бетонной смеси возобновляют после достижения бетоном прочности 2,0...2,5 МПа.

Сущность метода ВПТ заключается в том, что бетонная смесь подается через воронки, установленные на верхних торцах постепенно поднимаемых труб. В начале бетонирования трубы опускают до дна с минимальным зазором, допускающим свободный выход смеси. В полость трубы вводят пыж из мешковины, который под тяжестью загружаемой бетонной смеси опускается к основанию трубы, предохраняя бетонную смесь от вымывания цемента.

Бетонная смесь выходит из трубы и растекается в радиусе до 6 м. Нижний конец трубы постоянно заглублен в смесь на 0,8 м.

Бетонная смесь будет выходить из трубы, если ее масса будет больше гидростатического давления, возникающего в уровне низа трубы, и сил трения о стенки трубы. Это условие обеспечивается соответствующим превышением (h) воронкой уровня воды в водоеме:

$$h = r - 0{,}6H,$$

где r — радиус действия трубы; H — глубина воды.

Перемещение бетонной смеси по трубам облегчается и интенсивность бетонирования заметно возрастает при вибрировании воронки и трубы навесными вибраторами.

Заданные свойства укладываемой бетонной смеси при этом методе не ухудшаются, так как она поступает под слоем ранее уложенной смеси. По окончании бетонирования на отметке, превышающей проектную на 2 %, верхний размытый слой бетона удаляют.

Метод восходящего раствора бывает безнапорным и напорным (при высоте бетонирования блока более 10 м) и заключается в том, что в каменную наброску или гравийно-щебеночную отсыпку через установленные трубы диаметром до 100 мм нагнетают под давлением цементо-песчаный раствор подвижностью 12...15 см, или цементное тесто. Раствор поднимается снизу вверх, вытесняя из пустот в наброске воду и воздух, и создает монолит (рис. 9.37, *б*).

Бетонирование методом ВР может производиться с установкой заливочных труб в ограждающих шахтах. В пространство, огражденное опалубкой, устанавливают шахты с решетчатыми стенами. Затем производят отсыпку крупного заполнителя.

По окончании отсыпки в шахты опускают трубы указанного выше диаметра для заливки раствора, или цементного теста. Рас-

текание раствора в крупном заполнителе происходит под давлением столба раствора, а напор в трубах не используется.

Метод ВР имеет ряд преимуществ по сравнению с методом ВПТ: вместо бетонного завода применяется растворная установка меньшей производительности; транспортирование бетонной смеси заменяется раздельной подачей крупного заполнителя и раствора, что уменьшает опасность расслоения бетонной смеси.

Но имеются и недостатки: повышенный расход цемента, необходимость тщательного подбора состава раствора, увеличенное количество труб, недостаточно надежное заполнение пустот.

Этот метод обычно применяют на глубинах до 20 м, когда по условиям производства работ или по размерам бетонируемой конструкции невозможно или экономически нецелесообразно применять метод ВПТ, при возведения конструкций в стесненных условиях, при бетонировании сооружений с густым армированием.

Метод укладка бункерами (рис. 9.37, *в*) применяется при бетонировании монолитных конструкций из бетона класса В20 под водой на глубине более 20 м. Основными требованиями, предъявляемые к технологии выполнения процесса, являются: исключение свободного сбрасывания смеси через слой воды, а также ее разравнивание горизонтальными перемещениями бункера.

Выполнение процесса начинается с установки опалубки-ограждения и подготовки надежного основания. Бетонную смесь, помещенную в бункер, опускают под воду и раскрывают разгрузочные отверстия бункера при минимальном отрыве днища от поверхности уложенного бетона.

Внешне схема укладки бетонной смеси бункерами похожа на широко распространенную схему укладки «кран-бадья». Отличие состоит в том, что раскрытие бункера осуществляется под водой, а также конструкцией самого бункера.

Бункер закрыт сверху и имеет уплотнение по контуру, что препятствует проникновению воды внутрь и вытеканию цементного теста из бункера наружу. Бетонная смесь при разгрузке имеет минимальную площадь контакта с водой.

Метод отличается технологической простотой, допускает укладку бетонной смеси на неровное основание с большими углублениями и возвышениями.

Метод втрамбовыванием (рис. 9.37, *г*) заключается в укладке бетонной смеси на островок с последующим распространением ее в блоке втрамбовыванием или вибрацией в уложенный ранее еще не схватившийся слой. Применяют этот метод при глубинах воды до 1,5 м для конструкций, бетонируемых до отметки, расположенной выше уровня воды.

Применяется бетонная смесь марки не ниже М300 подвижностью 5...7 см. Пионерный бетонный островок создают в одном из углов блока с помощью трубы или специальной бадьи, выводя

его не менее чем на 30 см выше поверхности воды. Подводный откос островка, с которого начинается втрамбовывание, должен образовать при этом под водой угол 35...45° к горизонтали. Новые порции бетонной смеси втрамбовывают в островок не ниже 20...30 см от уреза воды. Этот прием обеспечивает защиту от прикосновения с водой новых порций бетонной смеси. Втрамбовывание производят равномерно с интенсивностью, не нарушающей процесса твердения уложенного бетона.

9.10. Бетонирование в экстремальных климатических условиях

Общие сведения. Если в обычных условиях бетон на 28 сут достигает своей стабильной прочности, то при низких и высоких температурах климатические условия начинают негативно влиять на характер физико-химических процессов, происходящих в твердеющем бетоне.

Экстремальными климатическими условиями считаются: зимние — среднесуточная температура воздуха снижена до 5 °С, в течение 1 сут падает ниже 0 °С; сухие и жаркие — средняя температура в 13 ч дня оказывается выше 25 °С, максимальная — выше 30 °С, при относительной влажности воздуха менее 50 %.

При отрицательных температурах вода превращается в лед и, как твердое тело, в химическое соединение с цементом не вступает; бетон не твердеет. Одновременно в бетоне развиваются силы внутреннего давления, вызванные увеличением (примерно на 9 %) объема воды при превращении ее в лед. При раннем замораживании бетона его неокрепшая структура не может противостоять этим силам и нарушается. При последующем оттаивании лед вновь превращается в жидкость, и реакция твердения возобновляется, однако нарушенные связи в бетоне полностью не восстанавливаются, при этом, чем позднее бетон был заморожен, тем ближе к нормальной будет его прочность (рис. 9.38, *а*).

Замораживание бетона сопровождается образованием вокруг арматуры и заполнителя ледяных пленок, которые увеличиваются в объеме и отжимают от них цементное тесто. Эти процессы снижают прочность бетона, его сцепление с арматурой и долговечность.

При твердении бетона в условиях жаркого климата под воздействием высоких температур ускоряется реакция гидратации цемента. Однако под влиянием быстрого обезвоживания, теплового расширения компонентов, усадки бетона и других физических факторов в еще не окрепшем бетоне развиваются деструктивные явления, резко снижающие его конечную прочность (рис. 9.38, *б*).

Особенности технологии бетонирования при отрицательных температурах окружающей среды. Если бетон до замерзания приобре-

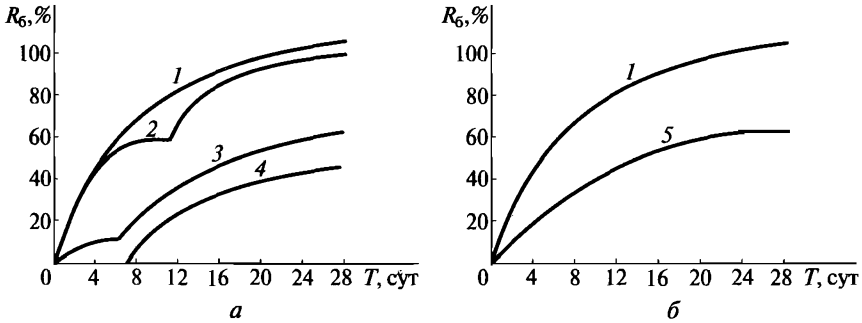


Рис. 9.38. Графики нарастания относительной прочности бетона, выдержаного при температуре:

а — отрицательной; *б* — положительной; *1* — эталон 15 °С; *2* — бетон, замороженный в возрасте 7 сут; *3* — бетон, замороженный в возрасте 1 сут; *4* — бетон, замороженный в возрасте 6 ч; *5* — бетон, выдержанный при температуре 40 °С и относительной влажности 40 %

тает определенную прочность, то упомянутые выше процессы не оказывают на него неблагоприятного воздействия. Минимальная прочность, при которой замораживание для бетона не опасно, называется *критической* и зависит от класса бетона, вида и условий эксплуатации конструкции и составляет для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой при бетонах класса: В7,5...В10 — 50 % проектной прочности; В12,5...В25 — 40 %; В30 и выше — 30 %; для бетонов, загружаемых после распалубливания расчетной нагрузкой, — 100 %. Для конструкции с предварительным напряжением арматуры критическая прочность должна быть не менее 80 %.

При выполнении бетонных работ в зимнее время одновременно решаются две взаимосвязанные задачи: технологическая (обеспечение необходимого качества бетона к заданному сроку) и экономическая (обеспечение минимального расхода материальных и энергетических ресурсов).

Технологическую задачу решают путем применения методов выдерживания бетона. Чтобы обеспечить достойное решение экономической задачи производят учет денежных средств.

При бетонировании в зимних условиях применяют специальные способы приготовления, подачи, укладки и выдерживания бетона.

При приготовлении бетонной смеси ее температуру искусственно повышают за счет подогрева заполнителей и воды. Заполнители можно подогревать паровыми регистрами, в установках с продувкой дымовых газов через слой заполнителя, горячей водой.

Общую продолжительность перемешивания смеси увеличивают не менее чем на 25 % по сравнению с летними условиями.

Транспортирование бетонной смеси следует осуществлять от места приготовления до места укладки по возможности быстрее, в закрытой утепленной и подогретой таре, без перегрузок. Для дальних перевозок более целесообразным может оказаться доставка на объект сухих бетонных смесей в автобетоносмесителях, затворения их горячей водой и перемешивания перед укладкой в опалубку.

Места погрузки и выгрузки бетонной смеси должны быть защищены от ветра и утеплены. Основание, на которое укладывается смесь, а также способ укладки должны исключить возможность ее промерзания.

Бетонирование следует вести без перерывов, ранее уложенный слой бетонной смеси должен быть перекрыт до того, как его температура окажется ниже предусмотренной ППР.

В практике зимнего бетонирования нашли применение следующие методы выдерживания бетона после укладки:

выдерживание бетона с применением химических добавок, снижающих температуру замерзания воды и ускоряющих твердение бетона;

использование начального теплосодержания смеси и экзотермического тепловыделения цемента, сопровождающего твердение бетона;

внесение в бетон тепла внешними источниками тепловой энергии.

Указанные методы могут применяться комплексно.

Выдерживание в искусственных укрытиях (*тепляках*). В связи с появлением за рубежом в последнее время новых пленочных покрытий выдерживание бетона в тепляках стало применяться в более широких масштабах, так как за счет «пленочного» эффекта в них создаются комфортные условия для твердения бетона.

Пленочные тепляки могут устраиваться на отдельные конструкции, на этаж и даже полностью на все здание (см. подразд. 8.9). Эффективность искусственных тепляков может быть повышена при использовании в качестве укрытий пневматических конструкций.

Метод «термоса». Внутренний запас теплоты в бетоне создается за счет подогрева бетонной смеси и теплоты, выделяемой при химической реакции экзотермии цемента до того момента, когда в какой-либо части забетонированной конструкции температура упадет до 0 °С. Чтобы сохранить тепло в бетоне на длительный срок, необходимо после укладывания смеси в конструкцию сразу же после уплотнения покрыть все открытые части бетона слоем теплоизоляции.

Температура бетонной смеси обычно бывает в пределах 20...35 °С, при более высокой температуре она теряет подвижность, при температуре ниже 20 °С смесь быстро замерзает.

Применение метода «термоса» наиболее эффективно при выдерживании массивных конструкций с модулем поверхности $М_п$ до шести:

$$М_п = \sum S / V,$$

где $\sum S$ — суммарная площадь охлаждаемых поверхностей конструкции; V — объем конструкции.

Все расчеты по определению необходимой начальной температуры бетонной смеси $t_{б.н}$, продолжительности остывания бетона r, необходимого термического коэффициента теплопередачи опалубки и теплоизоляции K, расхода цемента Ц и других показателей осуществляются на основании уравнения теплового баланса, по которому количество теплоты в бетоне должно соответствовать ее расходу при остывании конструкции до 0 °С:

$$c\gamma(t_{б.н} - t_{б.к}) + ЦЭ = K М_п r(t_{б.ср} - t_{н.в}),$$

где c, γ — удельная теплоемкость и плотность бетона; $t_{б.к}$ — температура бетона к концу остывания; Э — удельное тепловыделение цемента; $t_{н.в}$ — температура наружного воздуха; $t_{б.ср}$ — средняя температура остывания конструкции, определяемая по эмпирической зависимости:

$$t_{б.ср} = t_{б.н} / (1{,}03 + 0{,}181 М_п + 0{,}06 t_{б.н}).$$

Продолжительность выдерживания бетона методом «термоса» должна быть достаточной для достижения как минимум критической прочности, т.е. теплота, необходимая для первоначального твердения бетона, должна сохраняться в нем, по крайней мере, 5...7 сут. Поэтому рекомендуется замешивать бетонную смесь на высокомарочных, высокоэкзотермичных и быстротвердеющих цементах, а опалубку тщательно утеплять.

Оптимальные значения параметров при выдерживании бетона методом «термоса» могут быть выбраны с помощью математического моделирования. При этом в качестве критерия оптимальности обычно принимают минимальную себестоимость 1м^3 монолитных конструкций.

Метод «термоса» может оказаться достаточно эффективным и для конструкций с модулем поверхности 8...10, если осуществить ускорение твердения смеси или понижение точки замерзания воды в бетоне за счет введения в смесь противоморозных добавок — ускорителей твердения, а также если существенно повысить первоначальную температуру бетонной смеси в момент ее укладки за счет кратковременного электроразогрева.

Метод «термоса» с противоморозными добавками-ускорителями. Твердение бетона происходит в результате термосного выдерживания в сочетании с продолжительным воздействием химических добавок. Метод является достаточно надежным и экономичным.

В качестве добавок, понижающих температуру замерзания бетонной смеси, используются нитрит натрия (НН) и более сложные по составу соединения, такие как нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК) и др.

При применении «метода горячего термоса» (рис. 9.39) доставляемая на объект теплая бетонная смесь разогревается в специальном бункере или непосредственно в кузове автосамосвала до температуры 60...80 °С, укладывается в утепленную опалубку, уплотняется, укрывается теплоизоляционным покрытием и выдерживается обычным методом «термоса» или с дополнительным обогревом.

Предварительный разогрев бетонной смеси ведут при напряжении тока 380 и реже 220 В в течение 10...15 мин, для чего доставленную порцию бетонной смеси включают в электрическую цепь переменного тока в качестве сопротивления.

Разогрев смеси непосредственно в опалубке исключает преждевременную потерю подвижности, а повторное вибрирование сводит к минимуму возможности структурных повреждений, возникающих при форсированном электроразогреве.

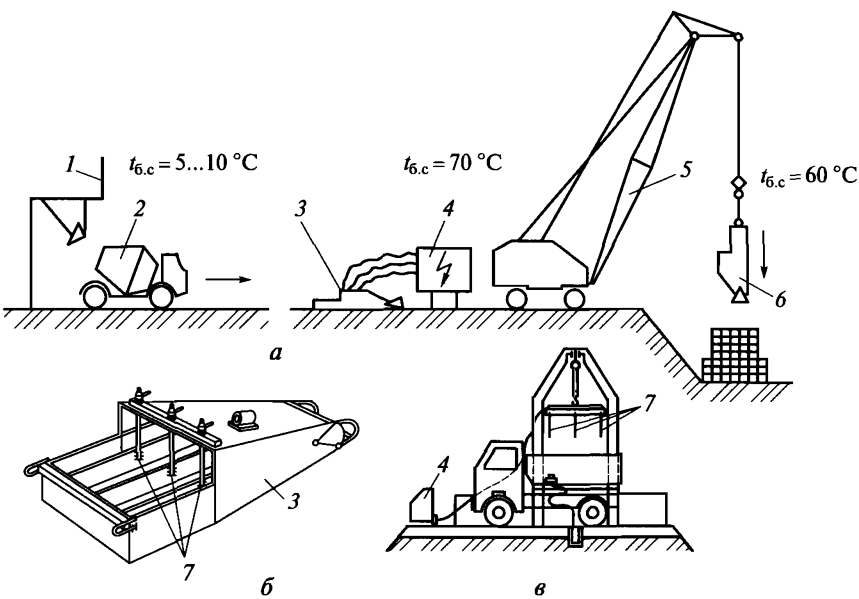


Рис. 9.39. Бетонирование конструкций с предварительным разогревом бетонной смеси:

а — схема бетонирования; *б* — разогрев смеси в электробадье; *в* — разогрев смеси в кузове автомашины; *1* — БРУ; *2* — передвижная бетономешалка; *3* — электробадьи; *4* — распределительное устройство; *5* — кран; *6* — укладка смеси; *7* — электроды; $t_{б.с}$ — температура бетонной смеси

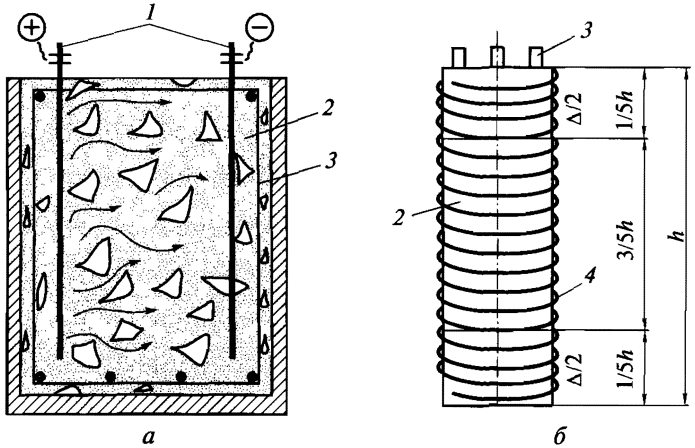


Рис. 9.40. Электропрогрев бетона:

а — электродный; *б* — индукционный; *1* — электроды; *2* — прогреваемая конструкция; *3* — арматура; *4* — кабель; Δ — шаг; *h* — высота навивки кабеля

Электропрогрев бетона. Чаще всего осуществляется при бетонировании среднемассивных конструкций, но может также использоваться при выдерживании тонкостенных конструкций. Сущность электропрогрева заключается в повышении температуры уложенного бетона до максимально допустимой и поддерживание ее в течение времени, за которое бетон набирает критическую или заданную прочность. Метод электропрогрева можно разделить на три группы: электродный прогрев, индукционный прогрев и электрообогрев с использованием различных электронагревательных приборов.

Электродный прогрев (рис. 9.40, *а*) основан на свойстве свежеуложенной бетонной смеси пропускать электрический ток и, как любой проводник тока, превращать электрическую энергию в тепловую.

Количество теплоты Q, выделяемой в бетонную смесь при прохождении электрического тока, зависит от силы тока I, омического сопротивления бетонной смеси R и времени прогрева T:

$$Q = 3{,}6 I^2 RT.$$

Для этих целей может быть использован сетевой ток, но в большинстве случаев применяют переменный ток пониженного напряжения 50...100 В. Для подведения электрической энергии к бетону используют поверхностные (пластинчатые, полосовые, плавающие) и внутренние (стержневые, струнные) электроды.

Пластинчатые электроды — стальные пластины, примыкающие к бетонной поверхности. В результате токообмена между

противоположными пластинами прогревается весь объем конструкции.

Полосовые электроды — стальные полосы шириной 20...50 мм, нашитые на поверхности опалубки. В зависимости от схемы включения в цепь они могут прогревать весь объем (сквозной прогрев) или только наружные поверхности конструкции (периферийный прогрев).

Плавающие электроды применяют для прогрева верхних поверхностей конструкций. Их втапливают на 2...3 см в свежеуложенный бетон и присоединяют к разноименным фазам электрической сети.

Стержневые электроды диаметром 6...12 мм устанавливают в тело бетона перпендикулярно открытой поверхности конструкции. После окончания прогрева стержни остаются в теле бетона.

Струнные электроды устанавливают в центре конструкции вдоль продольной оси и подключают к одной фазе, а рабочую арматуру или металлическую опалубку (деревянную с обшивкой сталью) — к другой. Этот вид электродов применяют для прогрева конструкций, длина которых во много раз больше их поперечного сечения (балки, колонны и пр.).

Индукционный прогрев (рис. 9.40, *б*) применяют при бетонировании густоармированных конструкций. При этом методе используется теплота, выделяемая в арматуре или стальной опалубке в период нахождения их в электромагнитном поле, создаваемом индукционной катушкой, которая укладывается в виде изолированного провода вокруг бетонируемого изделия по наружной поверхности опалубки.

Проходя по такому проводу, переменный электрический ток создает переменное электромагнитное поле. В находящемся в этом поле металле возникают вихревые индукционные токи, нагревающие арматуру или стальную опалубку. Последние контактным путем отдают теплоту бетонируемой конструкции.

Индукционный прогрев может быть применен при любой температуре воздуха. Бетонная смесь укладывается после установки индуктора, что позволяет предварительно отогреть арматуру.

В качестве индуктора используются кабели и изолированные провода. Сечение проводов и число витков определяют расчетом.

Обогрев различными электронагревательными приборами в настоящее время используют гораздо чаще, чем электродный или индукционный прогрев. При этом способе теплота контактным путем передается поверхностям конструкции, а затем распространяется в теле бетона за счет его теплопроводности.

Наибольшей популярностью пользуется обогрев с помощью термоактивной жесткой греющей опалубки и гибких покрытий (ТАГП).

Поверхность греющей опалубки (рис. 9.41, *а*, *б*) изготовляется из металлических или фанерных листов. С противоположной стороны палубы устанавливают электрические нагревательные элементы — греющие провода или кабели, сетчатые или углеродные ленточные нагреватели, токопроводящие покрытия и т. п. Наиболее эффективным считается применение нагревательных кабелей, помещенных в термостойкую изоляцию, состоящую из асбестоцементных листов и утеплителя, прикрытых защитным листом.

Полоски металлической сетки в сетчатых нагревателях изолируют прокладками из асбестовых листов и дополнительной теплоизоляцией из минераловатных плит.

Греющую опалубку применяют при возведении тонкостенных и среднемассовых конструкций и при замоноличивании узлов железобетонных элементов в сборном строительстве. Часто в качестве греющей используется обычная инвентарная опалубка с палубой из стали или фанеры после соответствующего переоборудования. В зависимости от конкретных условий строительства потребная удельная мощность, подводимая к греющей опалубке, может колебаться от 0,5 до 2 кВ · А/м^2.

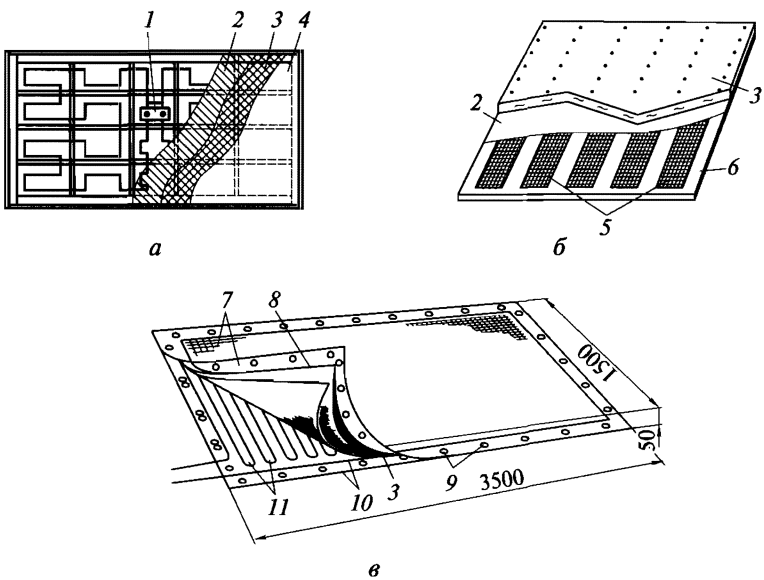


Рис. 9.41. Электрообогрев бетона с помощью:

а, *б* — греющей опалубки с греющими кабелями и сетчатыми нагревателями; *в* — ТАГП; *1* — греющий кабель; *2* — асбестовый лист; *3* — утеплитель; *4* — защитный стальной лист; *5* — нагреватели; *6* — защитный лист; *7* — защитный чехол; *8* — алюминиевая фольга; *9* — отверстия для крепления покрытия; *10* — листовая резина; *11* — греющий провод

Термоактивное гибкое покрытие (ТАГП) применяют при обогреве подготовок под полы, покрытий, перекрытий и т. п. Основой такого покрытия (рис. 9.41, *в*) является стеклохолст, к которому прикрепляют углеродные ленточные нагреватели или греющие провода. В качестве теплоизоляции используют стекловолокно с экранирующим слоем из фольги, в качестве гидроизоляции — прорезиненную ткань.

С помощью таких покрытий можно обеспечить нагрев бетонной поверхности до 50 °С, располагая гибкие нагревательные элементы на горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностях и скрепляя их друг с другом с помощью зажимов или предусмотренных для этого отверстий для пропуска тесьмы.

По окончании работы с покрытием на одном месте его снимают, очищают и для удобства транспортировки сворачивают в рулон.

При выполнении бетонных работ внутри закрытого помещения иногда используется теплый воздух, нагретый калориферами и перемещаемый вентиляторами. Однако такой способ обогрева бетона является дорогостоящим и малоэффективным.

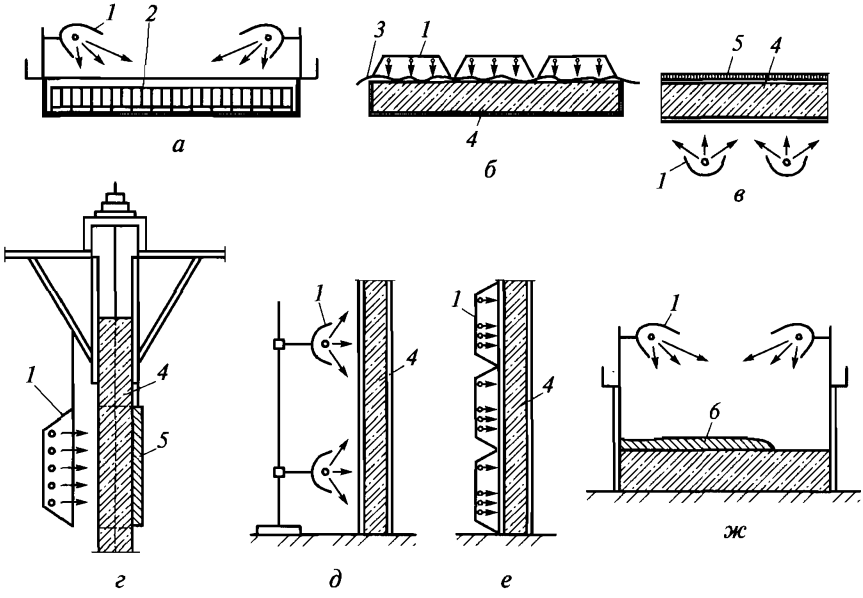


Рис. 9.42. Схемы инфракрасного нагрева:

а — обогрев арматуры плиты; *б*, *в* — термообработка бетона плиты (сверху и снизу); *г* — локальная термообработка бетона при возведении высотных сооружений в скользящей опалубке; *д*, *е* — термообработка бетона стен; *ж* — тепловая защита укладываемой бетонной смеси; *1* — инфракрасная установка; *2* — арматура плиты; *3* — синтетическая пленка; *4* — термообрабатываемый бетон; *5* — теплоизолирующий мат; *6* — укладываемая бетонная смесь

Инфракрасный нагрев. В монолитном строительстве такой нагрев (рис. 9.42) используют: при отогреве арматуры, промороженных оснований и бетонных поверхностей; тепловой обработке стен высотных сооружений, возводимых в скользящей опалубке; термообработке и тепловой защите бетона стен, перекрытий, плит возводимых в деревянной, металлической или конструктивной опалубке. Инфракрасный нагрев, как правило, применяют в тех случаях, когда применение контактных методов затруднено.

Теплота от источника инфракрасных лучей к нагреваемому телу передается мгновенно, без участия какого-либо переносчика теплоты. Поглощаясь поверхностями облучения, инфракрасные лучи превращаются в тепловую энергию.

Для бетонных работ в качестве генераторов инфракрасного излучения применяют трубчатые излучатели. Для создания направленного лучистого потока излучатели заключают в плоские или параболические рефлекторы.

Выбор способа выдерживания бетона при зимнем бетонировании монолитных конструкций проводят путем экономического сравнения с учетом рекомендаций СНиП, приведенных в табл. 9.3.

Технология бетонирования монолитных конструкций в условиях сухого и жаркого климатов. Общие сведения. Высокая температура окружающей среды вызывают резкое замедление или даже прекращение гидратации цемента, быстрое обезвоживание бетона за счет интенсивного испарения воды и образование в его теле капилляров, направленных в сторону испаряющей поверхности, что ухудшает поровую структуру бетона и снижает его прочностные характеристики (рис. 9.43).

Особую опасность представляет ранняя поверхностная усадка, сопровождающаяся растрескиванием поверхности, коррозией арматуры, расшатыванием структуры бетона вследствие расширения-сжатия попавшей в него воды Поэтому при выполнении бетонных работ в условиях повышенной температуры основным условием получения доброкачественного бетона является применение таких методов и приемов приготовления, транспортирования, укладки и выдерживания бетона, которые могли бы локализовать негативное влияние на его структуру интенсивного обезвоживания.

Приготовление бетонной смеси. Для бетонов монолитных конструкций, бетонируемых в условиях жаркой погоды и частого циклического нагрева, рекомендуется применять быстротвердеющие портландцементы марок не ниже М400 с содержанием основной составляющей цемента — трехкальциевого силиката (C_3S) не менее 50 % и трехкальциевого алюмината (C_3A) не более 8 %. Для бетонов В22,5 и выше следует применять цементы, марка которых превышает марочную прочность бетона не менее чем в 1,5 раза.

Таблица 9.3

Выбор наиболее экономичного метода выдерживания бетона при зимнем бетонировании монолитных конструкций (СНиП 3.03.01—87)

Вид конструкции	Метод бетонирования	Минимальная температура, °С
Массивные бетонные и железобетонные фундаменты, блоки и плиты с модулем поверхности до 3	Термос.	–15
	Термос с применением ускорителей твердения бетона.	–25
	Термос с применением противоморозных добавок	–25
Фундаменты под конструкции зданий и оборудование, массивные стены и т. п. с модулем поверхности 3...6	Термос, в том числе с применением противоморозных добавок и ускорителей твердения.	–15
	Обогрев в греющей опалубке.	–25
	Предварительный разогрев бетонной смеси.	
	Обогрев в греющей опалубке, периферийный электропрогрев	–40
Колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, свайные ростверки, стены, перекрытия с модулем поверхности 6...10	Термос с применением противоморозных добавок, обогрев в греющей опалубке нагревательными проводами, предварительный разогрев бетонной смеси, индукционный нагрев.	–15
	Обогрев в греющей опалубке, нагревательными проводами и ТАГП с применением противоморозных добавок	–40
Полы, перегородки, плиты перекрытий, тонкостенные конструкции с модулем поверхности 10...20	Обогрев в греющей опалубке нагревательными проводами и ТАГП с применением противоморозных добавок	–40

Бетонная смесь, приготовленная на таких цементах, имеет высокий темп твердения и меньшую способность к влагоотдаче, что позволяет сокращать продолжительность последующего ухода за бетонной конструкцией. Применение в качестве вяжущих шлакопортландцемента, глиноземистого и пуццоланового цементов не может обеспечить конструкции требуемую долговечность.

В качестве крупного заполнителя рекомендуется применять пористые материалы с повышенным водопоглащением (керамзит

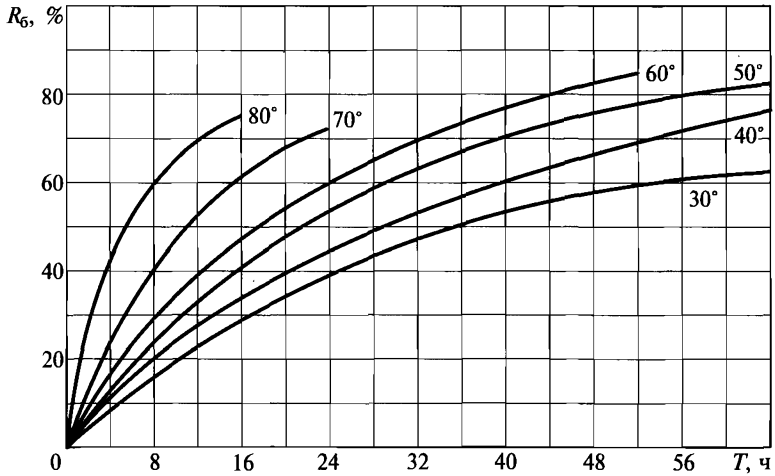


Рис. 9.43. График нарастания прочности бетона на портландцементе М400...М500 при изменении температуры выдерживания в интервале 30...80 °С

и др.) и до замешивания доводить их до полного водонасыщения. По мере высыхания цементного камня в процессе твердения вода из пор заполнителя постепенно будет мигрировать в направлении цементного камня и создавать благоприятные условия для твердения бетона.

Чем выше температура бетонной смеси, тем ниже ее начальная консистенция. Поэтому для обеспечения требуемой подвижности смеси в жаркую погоду необходимо любыми мерами снижать ее начальную температуру. Это можно достичь за счет предварительного охлаждения компонентов и воды, а также хранения их в емкостях, имеющих теплозащиту, окрашеных в светлые тона или расположенных в закрытых помещениях.

Бетоносмесители также необходимо устанавливать в закрытых помещениях или защищать от прямого воздействия солнечных лучей. Продолжительность перемешивания бетонной смеси, предназначенной для бетонирования монолитных конструкций в жаркое время, следует увеличивать на 30...50 %.

Крупный заполнитель обычно охлаждают путем смачивания водой или обдуванием потоком воздуха от вентилятора. Желательно использовать воду из прохладных источников и защищать водопровод от нагревания. При возможности к массе воды затворения можно добавить до 50 % льда.

Для охлаждения песка применяют пароэффекторные установки, с помощью которых понижается давление, влага из песка испаряется, отбирая тепло и охлаждая мелкий заполнитель.

Подвижность бетонной смеси при повышении температуры среды корректируют введением дополнительного количества пластификаторов портландцементов.

Нормативами рекомендуется вводить в состав бетонной смеси такие пластифицирующие добавки, как С-3, полипласт СП-3.

Транспортирование бетонной смеси. Основной задачей в период транспортирования бетонной смеси от места приготовления до места укладки является сохранение ее подвижности и удобоукладываемости в условиях высокой температуры.

Готовую бетонную смесь следует транспортировать в закрытой утепленной таре, желательно в автобетоносмесителях, имеющих термоизоляцию кузова и барабанов, окрашенных в светлые тона. Во избежание быстрого обезвоживания должно быть ограничено время перевозки и сведены к минимуму перегрузки. Не рекомендуется подавать смесь на открытых транспортерах, по длинным лоткам и желобам.

Чтобы обеспечить требуемую подвижность смеси при укладке применяют следующие способы транспортирования:

доставляют готовую бетонную смесь в автобетоносмесителях с дополнительным побуждением ее в пути следования;

загружают в автобетоносмесители сухие компоненты. Подачу воды и перемешивание осуществляют за 10...15 мин до прибытия на место укладки;

осуществляют раздельную доставку цемента, крупного и мелкого заполнителя. Бетонную смесь готовят на месте в приобъектных бетоносмесителях или автобетоносмесителях.

Выбранный способ транспортирования смеси должен быть наиболее экономичным для конкретных условий производства.

Укладка бетонной смеси. До начала бетоноукладочных работ необходимо защитить места укладки бетонной смеси от солнечных лучей. При температуре бетонной смеси выше 25 °С необходимо принять меры по немедленной укладке ее в опалубку. Любые задержки при укладке смеси приводят к ее недостаточному уплотнению, что отрицательно сказывается на качестве уложенного бетона и долговечности бетонируемой конструкции.

В связи с потерей бетонной смесью подвижности в жаркую погоду при уплотнении значительно возрастает напряженность в работе вибраторов, что требует увеличения их резервного количества.

В очень жаркие дни бетонирование рекомендуется проводить в конце второй половины дня и в ночные часы, что позволяет значительно улучшить условия укладки бетона.

Перед укладкой смеси поверхность палубы, контактирующая с бетоном, должна быть увлажнена.

Желательно использовать теплоизолированную опалубку, не склонную к капиллярному отсосу влаги из бетонной смеси (ме-

таллическую, пластиковую, стеклопластиковую или стеклоцементную) и не имеющую щелей, пропускающих воду.

Поскольку районы с жарким климатом в большинстве случаев относятся к сейсмически активным, способы соединения арматуры применяются такие, которые гарантируют стабильные показатели временного сопротивления разрыву на уровне прочности арматурной стали и в то же время позволяют возможные кратковременные деформации.

Арматуру диаметром более 20 мм рекомендуется соединять встык ванной сваркой под флюсом в съемных формах, а распределительную арматуру и арматурные сетки соединять вязкой.

Укладку бетонной смеси рекомендуется осуществлять с помощью бетононасоса. Бетонирование следует вести без перерывов, обращая особое внимание на качество подготовки рабочих швов и тщательно уплотняя каждый слой уложенной бетонной смеси, чтобы снизить испарение воды.

При появлении на поверхности уложенного бетона трещин вследствие пластической усадки допускается его повторное поверхностное вибрирование не позднее чем через 1 ч.

Выдерживание бетона. Уход за свежеуложенный бетонной смесью следует начинать сразу же после ее укладки и осуществлять до приобретения бетоном не менее 70 % проектной прочности.

Практикуемый периодический полив водой открытых поверхностей твердеющих бетонных или железобетонных конструкций не должен допускаться, так как при высоких температурах воздуха и низкой относительной влажности поливка бетона способствует возникновению через 10...15 мин после этого термического удара, вызывающего интенсивную потерю влаги, появление растягивающих напряжений, ухудшение прочности структуры бетона и его долговечности.

При достижении бетоном прочности 0,5 МПа его выдерживают следующими способами:

под слоем влагоемкого постоянно увлажняемого покрытия;

под слоем в 3...5 см воды (метод «водяного бассейна»);

под защитой постоянно увлажняемого слоя песка или опилок;

под светопрозрачными пленочными материалами или саморазрушающимися полимерными пенами.

В районах с ограниченными ресурсами воды последний способ (безвлажностный) во многих случаях оказывается экономически наиболее целесообразным. Для этого свежеуложенный бетон покрывают легкими стальными переносными каркасами, обтянутыми прозрачной поливинилхлоридной пленкой толщиной не менее 0,2 мм; при должном обеспечении герметичности такие пленки пропускают лучистую солнечную энергию, предотвращают потерю бетоном воды и создают условия, близкие к твердению бетона в пропарочных камерах.

Достаточно эффективным способом ухода за свежеуложенным бетоном является напыление пленкообразующих составов, которые после высыхания образуют влагоудерживающее покрытие.

Обезвоживание бетона можно свести к минимуму за счет интенсификации процесса твердения, для этого в состав бетонной смеси можно ввести ускорители твердения, использовать безусадочные цементы, а также применить электротепловую обработку бетона.

Возможно применение комплексного метода, при котором бетон с химическими добавками-ускорителями обогревается одним из рассмотренных выше методов. В этом случае следует ожидать значительного ускорения процесса твердения бетона.

9.11. Контроль качества бетонирования и требования техники безопасности

При выполнении технологических процессов бетонирования в любых условиях должно контролироваться:

состояние лесов, опалубки и арматуры;

качество укладываемой бетонной смеси, соблюдение правил ее выгрузки, распределения и уплотнения;

соблюдение принятого в ППР порядка бетонирования и правил устройства рабочих швов;

своевременность и правильность отбора проб для изготовления контрольных образцов бетона.

Результаты контроля фиксируются в журнале бетонных работ.

Для определения прочности бетона одновременно с укладкой бетонной смеси должны готовиться и выдерживаться в тех же условиях, что и бетон бетонируемых конструкций, контрольные образцы, отвечающие требованиям ГОСТ 10180—90.

Для каждого класса бетона изготовляют серию из трех образцов-близнецов на следующее количество бетона: для крупных фундаментов под конструкции — на каждые 100 м^3; для массивных фундаментов под технологическое оборудование — на каждые 50 м^3; для каркасных и тонкостенных конструкций — на каждые 20 м^3.

Прочность бетона, укладываемого в экстремальных условиях, кроме обычных испытаний контролируют путем раздавливания дополнительного количества образцов, изготовленных у места укладки.

Для получения более реальной картины прочностных характеристик бетона из тела конструкций могут выбуриваться керны, которые в дальнейшем испытывают на прочность.

Наряду со стандартными лабораторными методами оценки прочности бетона в образцах применяют косвенные неразруша-

ющие методы оценки прочности непосредственно в сооружениях. Такими методами, широко применяемыми в строительстве, являются *механический*, основанный на использовании зависимости между прочностью бетона на сжатие и его поверхностной твердостью, и *импульсный*, основанный на измерении скорости распространения в бетоне ультразвуковых волн и степени их затухания.

При механическом методе контроля прочности бетона используют эталонный молоток Кашкарова (рис. 9.44, *а*). Молоток устанавливают шариком на бетон и наносят удар по его корпусу. Шарик нижней частью вдавливается в бетон, а верхней — в стальной эталонный стержень, оставляя и на бетоне, и на стержне отпечатки. После измерения диаметров этих отпечатков $d_б$ и $d_э$ находят их отношения и с помощью тарировочных кривых (рис. 9.44, *б*) определяют прочность поверхностных слоев бетона на сжатие.

При ультразвуковом импульсном методе используют специальные ультразвуковые приборы типа УП-4 или УКБ-1, с помощью которых определяют скорость прохождения ультразвука через бетон конструкции. По градуировочным кривым скорости прохождения ультразвука и прочности бетона при сжатии определяют прочность бетона при сжатии в конструкции. При определенных условиях (постоянство технологии, идентичность исходных материалов и т. п.) этот метод обеспечивает вполне приемлемую точность контроля.

При выполнении бетонирования монолитных конструкций исполнителям приходится принимать участие в работе механических и электромеханических установок (краны, бетононасосы), контактировать с открытыми электрическими сетями и работать электрифицированным инструментом (вибраторы), поэтому тре-

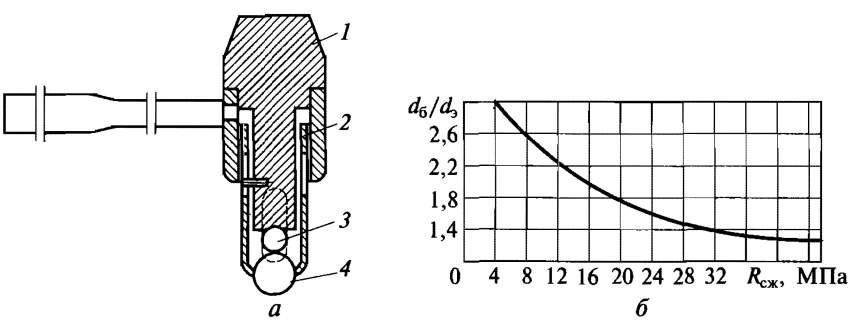


Рис. 9.44. Неразрушающий механический метод контроля прочности бетона:

а — эталонный молоток Кашкарова; *б* — график для определения прочности бетона; *1* — корпус; *2* — подпружиненный стакан; *3* — эталонный стержень; *4* — шарик

бования техники безопасности при выполнении бетонных работ отличаются большой сложностью и разнообразием.

Основные положения техники безопасности при выполнении бетонирования.

1. Опалубка должна изготовляться и применяться в соответствии с указаниями, приведенными в ППР. Каждый последующий ярус опалубки следует устанавливать только после закрепления нижнего яруса. При этом запрещается размещение на ней оборудования и материалов, не предусмотренных ППР, а также пребывание людей, не участвующих в работе.

2. Разборка опалубки должна выполняться с разрешения производителя работ, а особо ответственных конструкций — с разрешения главного инженера или технического директора.

3. Элементы каркасов арматуры необходимо пакетировать с учетом условий их подъема, складирования и транспортирования. При выполнении работ по натяжению арматуры не допускается пребывание людей на расстоянии ближе 1 м от арматурных стержней, натягиваемых домкратами или нагреваемых электротоком.

4. Монтаж, демонтаж и ремонт бетоноводов, а также удаление из них задержавшегося бетона (пробок) допускается только после снижения давления до атмосферного.

5. Ежедневно перед началом укладки смеси необходимо проверять состояние тары, опалубки и средств подмащивания.

6. При уплотнении бетонной смеси вибраторами не допускается перемещать их за шланги. При перерывах в работе вибраторы должны отключаться.

7. Для предотвращения электротравматизма зона прогревания бетона электродами должна быть ограждена, на ней должны быть установлены знаки безопасности, предупредительные сигналы, организовано освещение в ночное время.

8. В качестве токопроводящих и греющих проводов рекомендуется применять кабели или изолированные провода, проложенные в резиновом шланге. Не допускается прокладка проводов по земле или слою опилок, после каждого перемещения электродов и проводов следует визуально проверять их исправность.

9. При применении противоморозных химических добавок следует избегать с ними открытого контакта, а в случае применения в качестве добавок хлорида и поташа, соблюдать правила, предусмотренные при работе с химическими кислотными и щелочными веществами.

10. При электродном прогревании включение и выключение тока, наблюдение за подогреванием, устранение неполадок и контроль за изменением напряжения и силы тока осуществляются круглосуточно дежурными электромонтерами и контролерами температуры.

Контрольные вопросы

1. Каковы области применения различных типов опалубочных систем?
2. Какие виды напрягаемых арматурных изделий вы знаете?
3. Как организуется доставка бетонной смеси автомобильным транспортом?
4. Изложите основные правила укладки бетонной смеси.
5. Как организуется уход за бетоном и сроки снятия опалубки?
6. Какие методы укладки бетонной смеси под водой вы знаете?
7. Каковы условия достижения бетоном критической прочности при зимнем бетонировании?
8. Как осуществляется бетонирование в условиях сухого и жаркого климата?

ГЛАВА 10

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

10.1. Общие положения

Под *монтажом* понимается сборка и установка строительных конструкций из предварительно изготовленных элементов. Такая сборка и установка проводится с применением грузоподъемных механизмов (кранов). Если сборка осуществляется вручную, то она обычно носит другое название: укладка, настилка и т. п.

Монтажные методы при возведении сооружений начали применять еще на заре развития человечества. Так, дошедшие до нас культовые сооружения — мегалиты (рис. 10.1, *а*) возводились методом подсыпки: насыпали грунт, закатывали камень, грунт убирали.

Аналогичным методом пользовались древние египтяне при строительстве пирамид из каменных блоков массой до 15 т. Камням придавали форму куба; в окрестностях Асуана и сейчас можно найти такие готовые, отбракованные ранее, блоки.

Обработанные блоки переправляли на лодках на другой берег Нила, везли по специально проложенной дороге к подножию будущей пирамиды, где производили тонкую приколку, а их лицевые поверхности шлифовали с помощью песка и воды.

Чтобы поднять блоки, египтяне сооружали наклонную насыпь с углом подъема около 15° (рис. 10.1, *б*). По мере того, как строилась пирамида, подсыпку увеличивали. На санях камни тащили наверх и с помощью рычагов устанавливали на место. Чтобы уменьшить трение саней о грунт, трассу смачивали водой.

По окончании строительства пирамиду, начиная сверху, покрывали лицевыми блоками, а наклонную насыпь постепенно разравнивали.

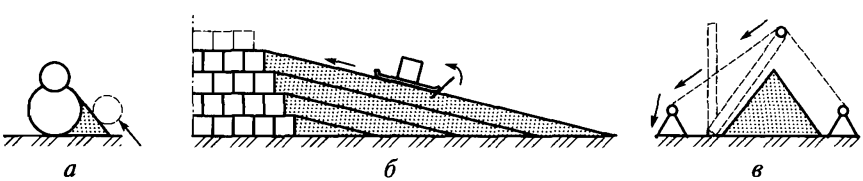


Рис. 10.1. Применение метода подсыпки при возведении:
а — дольмена; *б* — пирамиды; *в* — колонны

Колонна массой 650 т и высотой 40 м на Дворцовой площади в Санкт-Петербурге (рис. 10.1, *в*) также была установлена с использованием насыпного холма. На холм затаскивали колонну, нижний конец которой фиксировали на фундаменте. Затем, используя лебедки, колонну из наклонного положения переводили в вертикальное.

С появлением эффективных грузоподъемных механизмов монтажные процессы стали одними из основных строительных процессов, и если до 30-х гг. XX в. основной фигурой на стройке был каменщик, то сейчас это монтажник.

Как показывают статистические данные, удельный вес монтажных работ в строительстве каждый год увеличивается на 1,5...2 %. По мере совершенствования организационно-технологических факторов объемы и роль монтажа строительных конструкций будут еще больше возрастать, сопровождаясь снижением массы отдельных блоков, доведением их до максимальной заводской готовности.

Этому способствует постоянно возрастающее применение мощных кранов, способных поднимать на большую высоту грузы массой 500 т и более. Совершенствуются методы монтажа. В возрастающих масштабах применяются средства дистанционного управления монтажными процессами и роботизация монтажных операций.

Как и все комплексные строительные процессы, монтажный состоит из основных, подготовительных и транспортных рабочих процессов. Результатом выполнения монтажных процессов может быть как строительная продукция в виде готового сооружения, так и элементы строительной продукции или строительной конструкции, например лестницы или перекрытия оконных проемов в зданиях с кирпичными стенами. Схема комплексного технологического процесса монтажа строительных конструкций приведена на рис. 10.2.

Приведенная схема является обобщающей и в каждом конкретном случае может быть уточнена по фактическому выполнению отдельных процессов и операций.

При выполнении монтажных работ большое значение имеют технологичность конструкций и схема монтажа.

Технологичность — степень приспособленности конструкции к условиям изготовления, транспортирования и монтажа с минимальными затратами средств, труда и материалов. Технологичность конструкции при монтаже называется *монтажной технологичностью* и оценивается коэффициентом технологичности $K_т$, отражающим увеличение (или уменьшение) стоимости (а иногда и трудоемкости) установки конструкции по сравнению с эталонным вариантом $C_э$:

$$K_т = 1 + \Delta C / C_э,$$

где ΔC — увеличение (уменьшение) расчетной стоимости (трудоемкости) возведения конструкции.

Рассматриваемый вариант считается экономичным, если $K_т > 1$. Иногда приходится учитывать другие частные показатели технологичности:

коэффициент равновесности конструкций $K_р$, выражающий отношение средней массы монтируемых элементов к максимальной;

коэффициент расчлененности сооружений на монтажные единицы $K_р'$, выражающий отношение количества укрупненных монтажных элементов к их общему количеству;

коэффициент укрупнения конструкций $K_у$, характеризующий отношение общей массы сборных элементов к их количеству;

коэффициент блочности конструкций $K_б$, выражающий отношение массы конструкций, объединенных в блоки, к общей массе элементов.

Могут учитываться такие показатели, как степень заводской готовности, степень технологичности монтажных стыков и другие показатели. Основными составляющими технологичности являются сходность элементов по массе и размерам, рациональное укрупнение, соответствующее возможностям изготовления, транспор-

Рис. 10.2. Схема комплексного технологического процесса монтажа строительных конструкций

тирования и монтажа; требуемая и имеющаяся возможности точности изготовления монтажных элементов.

Организационно монтаж может быть осуществлен по двум схемам: со склада (с мест раскладки) и с транспортных средств. В первом случае сборные элементы разгружаются на приобъектный склад или у места установки, откуда монтажным краном устанавливаются в проектное положение. Во втором — разгрузка и монтаж осуществляется как один цикл: с транспортного средства на место установки без перегрузки на приобъектный склад. Это позволяет ускорить выполнение монтажных работ, сократить затраты труда монтажников, эффективнее использовать краны, сократить территорию монтажной площадки и т.д. Однако не всегда выгодно использовать основной монтажный кран и задерживать на площадке транспортные средства. Для решения рациональности монтажа с транспортных средств («с колес») определяют стоимость этого варианта (C_1) и сравнивают со стоимостью монтажа со склада (C_2): $C_2 > C_1$:

$$C_1 = at_м + ct_м;\ C_2(a + b)t_р + ct_м,$$

где a — стоимость 1 маш.-ч автомобиля; $t_м$ — продолжительность монтажа, ч; c — стоимость 1 маш.-ч монтажного крана; b — стоимость 1 маш.-ч разгрузочного крана; $t_р$ — продолжительность разгрузки, ч.

При выполнении монтажных работ в качестве грузоподъемных механизмов, как правило, используются краны.

Часовая производительность кранов определяется формулой

$$П_к = 60 Q_к K_г K_в / T_ц,$$

где $Q_к$ — грузоподъемность крана, т; $K_г$, $K_в$ — коэффициенты использования крана по грузоподъемности и времени соответственно; $T_ц$ — время, затрачиваемое на один цикл работы, мин.

Анализируя формулу, можно определить пути повышения производительности кранов:

повышение $K_г$ путем увеличения массы поднимаемых конструкций за счет укрупнения и группового подъема элементов;

повышение $K_в$ за счет снижения потерь времени на технологические перерывы, улучшения организации труда и трудовой дисциплины;

снижение $T_ц$ за счет сокращения доли ручного труда, повышения квалификации машиниста и рабочих, использования специальных монтажных средств.

Коэффициент использования крана по грузоподъемности

$$K_г = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{Q_{li}},$$

где q_i — масса монтируемых элементов; Q_{li} — грузоподъемность крана при вылете стрелы l.

Продолжительность монтажного цикла

$$T_ц = t_{стр} + t_{под} + t_{уст} + t_{выв} + t_з + t_{оп},$$

где $t_{стр}$ — время строповки сборного элемента; $t_{под}$ — время подъема на монтажный горизонт, численно равное частному от деления высоты подъема H на среднюю скорость подъема груза $V_{ср}$, $t_{под} = H / V_{ср}$; $t_{уст}$ — время установки; $t_{выв}$ — время выверки; $t_з$ — время закрепления; $t_{оп}$ — время операции (время перемещения крюка с монтажного горизонта до места складирования конструкции).

10.2. Классификация методов монтажа сборных конструкций

В зависимости от производственных условий монтаж может осуществляться методами, технологические схемы выполнения которых приведены на рис. 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 и 10.7.

По степени укрупнения конструкций перед установкой различают: поэлементный и блочный монтаж, монтаж укрупненными модулями и в целом виде (см. рис. 10.3).

Поэлементный (отдельными элементами) монтаж наиболее распространен в строительстве. Преимущество — не требует сложных подготовительных работ. Недостаток — большое число подъемов.

Блочный монтаж — монтаж блоками из нескольких элементов. Преимущество — полностью используется грузоподъемность крана, сокращается количество работ на высоте. Недостатки — требуются краны большой грузоподъемности, площадки и оборудование для сборки.

Монтаж *укрупненными модулями* и монтаж в *целом виде* — сборка сооружения осуществляется в нижнем положении. Подъем и

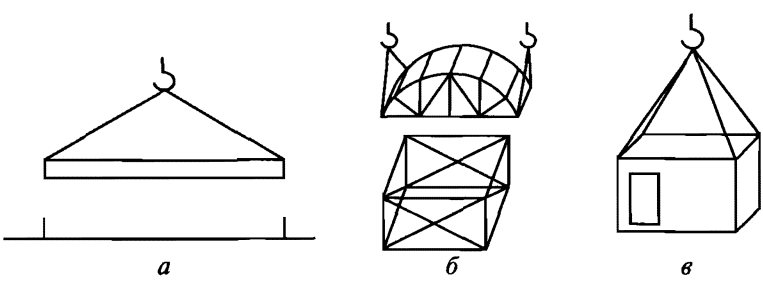


Рис. 10.3. Виды монтажных процессов в зависимости от степени укрупнения конструкций:

а — поэлементный; *б* — блочный; *в* — укрупненными модулями

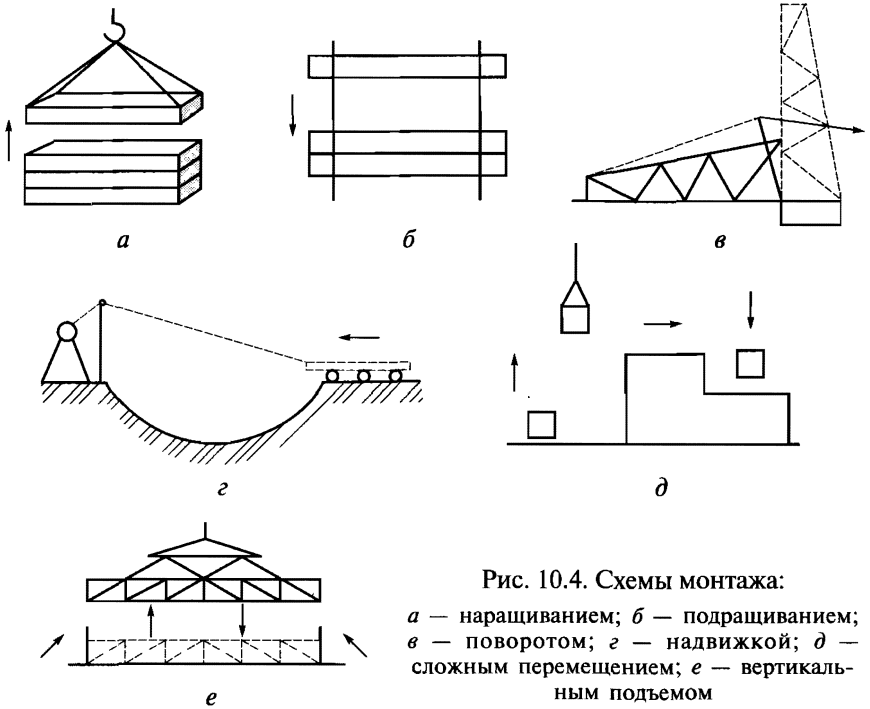


Рис. 10.4. Схемы монтажа:

а — наращиванием; *б* — подращиванием; *в* — поворотом; *г* — надвижкой; *д* — сложным перемещением; *е* — вертикальным подъемом

установка в полностью законченном виде. Преимущество — исключаются работы на высоте. Недостатки — наличие необходимого оборудования.

По направлению монтажа элементов и конструкций различают: наращивание, подращивание, поворот, надвижка, сложное перемещение и вертикальный подъем (см. рис. 10.4).

Наращивание — направление монтажа снизу вверх. Наиболее массовый, простой и достаточно надежный метод.

Подращивание — направление монтажа сверху вниз. Поднимается и закрепляется верхняя конструкция, затем — конструкция, располагаемая ниже и т.д. Преимущество — поэтажные работы выполняются внизу. Недостаток — подъем ограничен пятью этажами здания.

Поворот — конструкция собирается на земле, ставится на шарнир, поворачивается. Преимущество — работы по сборке проводят на земле. Недостаток — техническая сложность исполнения.

Надвижка — конструкция собирается в стороне от опор, затем надвигается. Преимущество — сборка осуществляется в стороне, в благоприятных условиях. Недостаток — сложное исполнение.

Сложное перемещение — конструкция поднимается, перемещается и опускается на место установки через преграды.

Вертикальный подъем — конструкция поднимается, подводятся опоры, конструкция опускается на опоры.

В зависимости от последовательности установки монтажных элементов различают: раздельный, комплексный и комбинированный монтаж (см. рис. 10.5).

Раздельный (*дифференцированный*) *монтаж* — вначале устанавливают один вид элементов затем другой и т.д. Преимущество — монтажная оснастка не меняется. Недостаток — требуются дополнительные связи для устойчивости нераскрепленных конструкций.

Комплексный (*сосредоточенный*) *монтаж* — устанавливают все конструкции одной ячейки, затем другой и т.д. Преимущество — не требуется дополнительных связей. Недостаток — частая смена монтажного оборудования.

Комбинированный (*смешанный*) *монтаж* — сочетание раздельного и комплексного. Преимущество — можно одновременно использовать несколько монтажных механизмов. Недостаток тот же, что и при раздельном методе.

По виду применяемых монтажных поддерживающих устройств различают: монтаж на сплошных подмостях, полунавесную сборку (с опорой в отдельных местах) и навесную сборку (см. рис. 10.6).

Монтаж на сплошных подмостях, поддерживающих конструкцию до окончания всего процесса. Преимущество — надежность

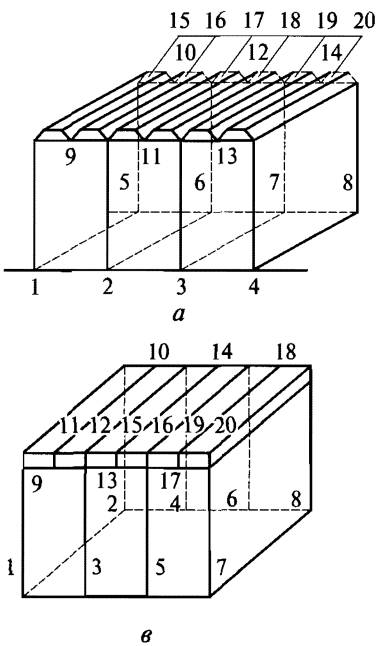


Рис. 10.5. Виды монтажных процессов в зависимости от последовательности установки отдельных элементов:

а — раздельный; *б* — комплексный; *в* — комбинированный

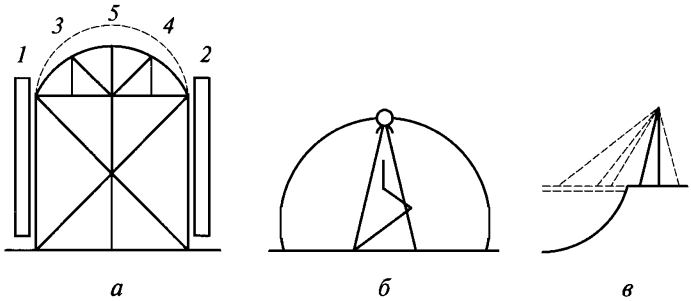


Рис. 10.6. Сборка большепролетных конструкций:

а — на сплошных подмостях; *б* — полунавесная; *в* — навесная; *1—5* — последовательность установки элементов

опоры. Недостатки — сложная конструкция опор, требует значительных затрат трудовых и материальных ресурсов.

Полунавесная сборка — в процессе монтажа (до соединения) отдельные элементы опираются на временные опоры. Преимущество — простая конструкция опор. Недостаток — временные опоры поддерживают ограниченное количество элементов.

Навесная сборка — элементы подвешиваются к ранее смонтированным системам. Преимущество — возможность устраивать перекрытия на большой высоте. Недостаток — техническая сложность.

По способу установки в проектное положение различают свободный, ограниченно-свободный, принудительный и безвыверочный монтаж (см. рис. 10.7).

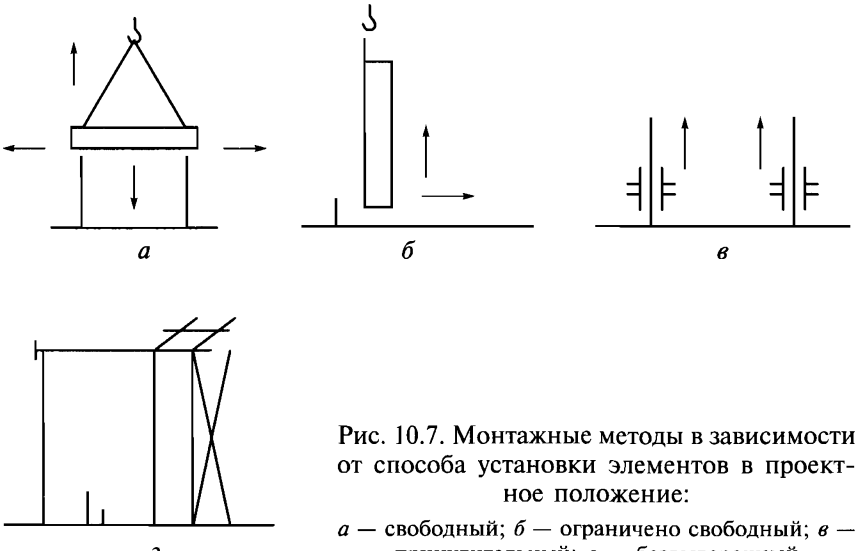


Рис. 10.7. Монтажные методы в зависимости от способа установки элементов в проектное положение:

а — свободный; *б* — ограничено свободный; *в* — принудительный; *г* — безвыверочный

Свободный — (без ограничения) монтаж-наводку осуществляют монтажники. Недостаток — продолжительный срок установки.

Ограниченно-свободный монтаж — с применением приспособлений, облегчающих наводку элемента (упоры, фиксаторы и т.д.) Преимущество — сокращается время установки по сравнению со свободным методом. Недостаток — низкая скорость наводки.

Принудительный (трафаретный) монтаж — элементы устанавливаются с помощью кондукторов. Преимущество — повышается скорость и точность монтажа.

Безвыверочный монтаж — конструкции и элементы устанавливают без выверки, с помощью манипуляторов, гнезд, штырей и т.д.

При выборе метода монтажа проводят технико-экономический анализ, принимая во внимание срок выполнения работ, трудоемкость и стоимость, наличие монтажного оборудования, надежность установки и соблюдения правил техники безопасности.

10.3. Технологическое обеспечение точности монтажа конструкций

От точности установки элементов в значительной степени зависят эксплуатационные и прочностные характеристики зданий. Поэтому точности выполнения операций при установке сборных конструкций всегда придавалось большое внимание.

Контроль точности установки сборных элементов при их временной выверке допускается осуществлять с помощью таких измерительных инструментов как отвес, ватерпас, рулетка. Окончательная выверка должна обязательно производиться с геодезическим контролем точности установки с помощью теодолита и нивелира, а при строительстве высотных зданий и сооружений — с привлечением лазерной и вычислительной техники.

С внедрением индустриальных методов строительства геодезическое сопровождение стало неотъемлемой частью монтажа.

В процессе установки строительных конструкций геодезическая служба выполняет следующий комплекс геодезических работ:

передачу разбивочных осей и отметок с последующей разбивкой на перекрытиях, разметкой необходимых установочных рисок, определение монтажного горизонта и др.;

контроль точности установки элементов;

контроль за смещениями и деформациями конструкций

При вынесении высотных отметок на цоколь здания или на дно котлована нивелир устанавливают между репером и точкой, куда переносят отметку (точка *А* на рис. 10.8, *а*). Абсолютная проектная отметка считается от уровня Балтийского моря:

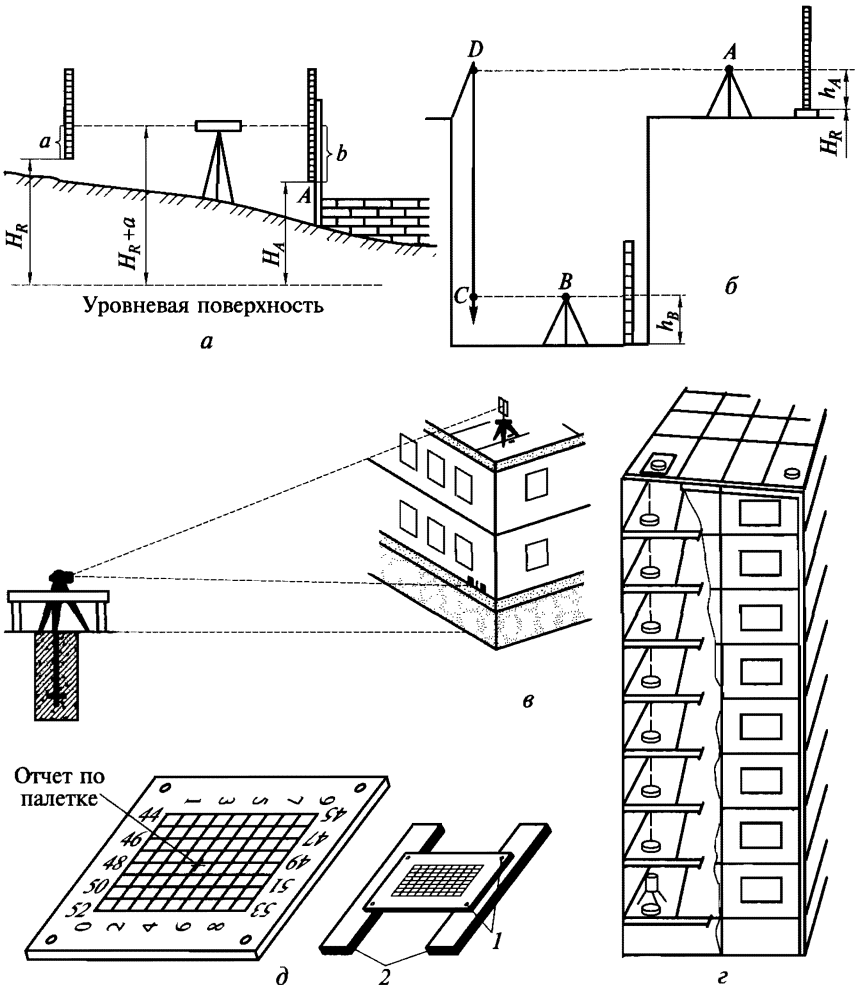


Рис. 10.8. Схемы передачи точек и отметок:

а — на цоколь здания; *б* — в глубокие котлованы и высокие части здания; *в*, *г* — способами наклонного и вертикального проектирования; *д* — палетка для прибора вертикального проектирования; *1* — места крепления; *2* — подставки

$$H_A = H_R + a - b,$$

где H_R — отметка репера или настенной марки; a и b — отсчеты по рейке соответственно над репером и точкой A.

При вынесении отметки на дно котлована рейку ставят на кол, забитый в дно. Кол подбивают до выполнения условия

$$b = H_R - H_A + a.$$

При глубоких котлованах используют два нивелира (рис. 10.8, *б*). Опускают мерную ленту *ДС*, нижним нивелиром засекают отметку h_B, верхним — h_A:

$$H_B = H_R + h_A - ДС - h_B.$$

Отметки на лежащие выше этажи передают аналогичным образом. Перенос осей с исходного на монтажный горизонт осуществляют способом наклонного или вертикального проектирования, соответственно с помощью теодолитов и зенит-приборов. При наклонном проектировании теодолит устанавливают по линии переносимой оси, наводят на визирную цель, затем переносят положение оси на перекрытие и отмечают риской (рис. 10.8, *в*).

Способ вертикального проектирования (рис. 10.8, *г*, *д*) применяют при строительстве зданий высотой более 12 этажей, а также в стесненных условиях строительства. Для этого в перекрытиях над проецируемыми точками должны быть оставлены технологические отверстия. Зенит-прибор устанавливают на исходном горизонте, центрируют над пересечением осей; визирная ось приводится в отвесное положение и проецируется на палетку из оргстекла.

От перенесенных осей разбивают места установки элементов.

Монтажный горизонт на каждом этаже устанавливают с помощью нивелира. За расчетный монтажный горизонт принимают наименьший отсчет по рейке (отметка наивысшей точки). Уровень монтажного горизонта закрепляют установкой маяков.

Контроль за возведением строительных конструкций ведется от пунктов внутренней разбивочной сети на горизонте, который по мере возведения здания переносят на лежащие выше этажи.

При монтаже стеновых блоков и панелей с помощью теодолитов и нивелиров производят выверку угловых и маячных элементов, а при монтаже остальных можно ограничиться отвес-рейками и причалками. Полный инструментальный контроль в этих случаях осуществляется при составлении исполнительной схемы.

Колонны высотой до 5 м можно также временно выверять с помощью отвес-рейки. Точность выверки более высоких колонн контролируют теодолитом по верхним и нижним рискам в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Во время строительства здания может быть организованно наблюдение за осадками конструкций, для чего устанавливают стенные осадочные марки. По этим маркам систематически проверяют смещение конструкций относительно ближайшего репера.

На крупных стройках при возведении конструкций иногда используется лазерная техника. Принцип применения лазерных систем заключается в размещении на исходном уровне здания специальных отражателей, а параллельно продольной оси здания — лазерных геодезических инструментов.

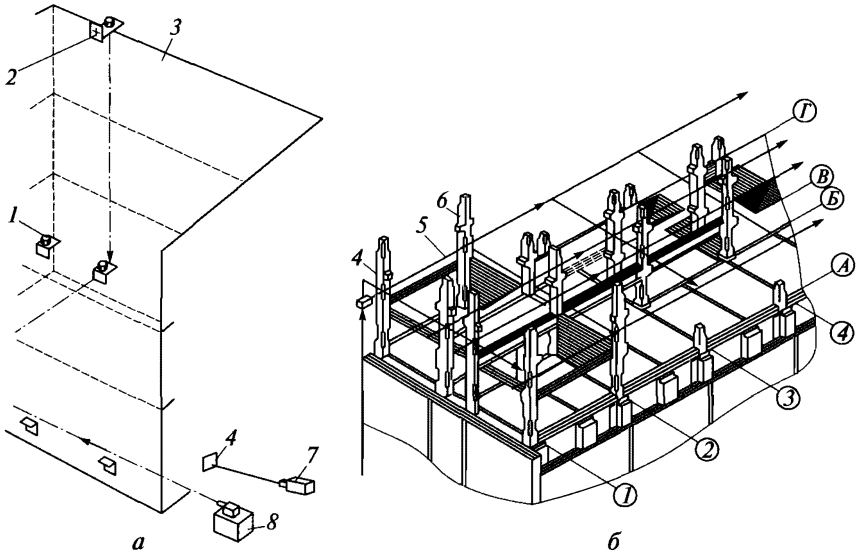


Рис. 10.9. Использование лазерной техники для контроля геометрических параметров установки конструктивных элементов в многоэтажных каркасных зданиях в проектное положение:

а — принципиальная схема; *б* — схема распространения луча лазера по каркасу здания; *1* — оптические призмы преломления луча лазера; *2* — контрольная марка на конструктивном элементе каркаса; *3* — возводимое сооружение; *4* — оптические отражатели; *5* — луч лазера; *6* — монтируемая колонна; *7* — оптические квантовые генераторы; *8* — лазер

Лазерный луч, проходя через отражатели, попадает на приемную аппаратуру (рис. 10.9). Точность измерения лазерными приборами не зависит от расстояния, поэтому есть все основания полагать, что в будущем лазерная техника займет место на всех стройках России.

10.4. Грузоподъемные монтажные машины и механизмы

Виды грузоподъемных механизмов и области применения. При монтаже сборных конструкций могут быть применены различные виды грузоподъемных механизмов (рис. 10.10). Однако предпочтение отдают башенным и стреловым кранам.

К самоходным стреловым кранам относятся автомобильные, пневмоколесные, на шасси автомобильного типа, гусеничном и тракторном ходу.

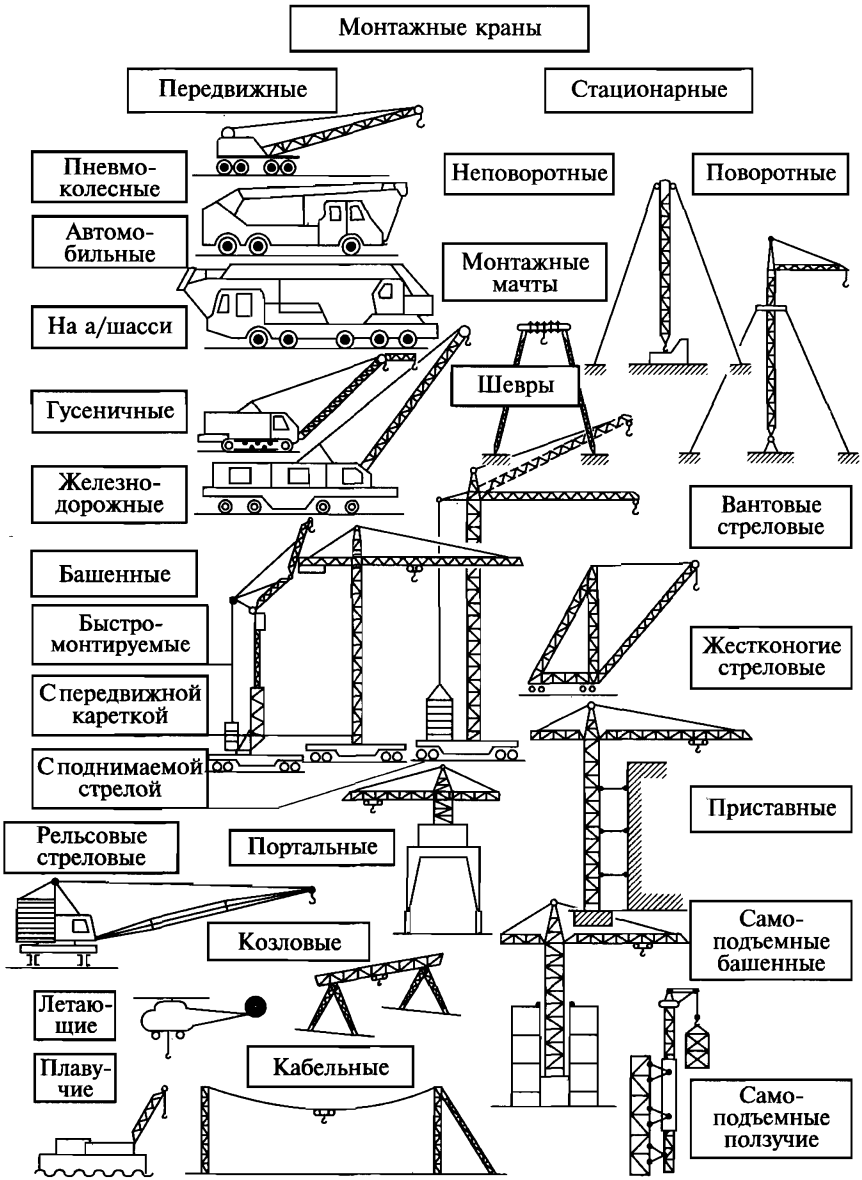


Рис. 10.10. Виды грузоподъемных механизмов

Автомобильные краны выпускаются грузоподъемностью до 25 т. По типу оборудования они могут быть с гуськом и без гуська, с башенно-стреловыми и с телескопическими стрелами.

Автокраны могут быть задействованы при монтаже элементов небольшой массы на рассредоточенных мелких объектах, но главным образом используются при выполнении погрузочно-разгрузочных операций. Преимуществом этих типов кранов является их высокая мобильность и маневренность.

Пневмоколесные краны грузоподъемностью 12...250 т могут с успехом применятся при монтаже фундаментов, несущих конструкций малоэтажных зданий, заглубленных и подземных инженерных сооружений. Однако для их эффективной работы требуется подготавливать на объекте специальные полосы движения.

Краны на автошасси грузоподъемностью до 1 000 т, с высотой подъема крюка до 150 м являются наиболее популярным видом грузоподъемного оборудования.

Краны имеют гидравлический привод, телескопические стрелы, могут оборудоваться удлинителями, что позволяет монтировать элементы на вылете стрелы 85 м и более. Краны, кроме высокой мобильности и грузоподъемности, отличаются производительностью и удобством эксплуатации.

Гусеничные краны, по сравнению с другими, имеют самое малое удельное давление на грунт, обладают высокой проходимостью.

Для увеличения вылета стрелы у гусеничных кранов широко применяются дополнительные устройства — гуськи и клювы со вспомогательным крюком, балочные стрелы и специальные жесткие и вильчатые оголовки.

Преимуществом этих кранов является высокая проходимость и работа без выносных опор, недостатком — неудовлетворительная мобильность.

Стреловые железнодорожные краны применяют главным образом при выполнении монтажных и ремонтных работ при обслуживании действующих предприятий с разветвленными железнодорожными путями.

Грузоподъемность кранов может достигать 30 т, вылет стрелы — 28 м. Краны способны передвигаться по рельсовому пути нормальной железнодорожной колеи.

Башенные краны в промышленном и гражданском строительстве применяются очень широко, что объясняется такими их привлекательными качествами, как простота и надежность в эксплуатации, хороший обзор крановщиком монтажной зоны, возможность обслуживания больших площадок.

Башенные краны подразделяются на два вида: с поворотной и неповоротной платформой. К первому виду относятся краны грузоподъемностью до 20 т, противовес у которых располагается внизу. Ко второму — краны, у которых противовес располагается вверху. Они применяются при монтаже зданий повышенной этажности.

Кроме передвижных башенных кранов для монтажа высотных зданий могут применяться *приставные краны*, прикрепляемые к

зданиям связями через 30 м, начиная с 40-метровой высоты. Связи переставляются по высоте в процессе строительства здания. Внизу краны крепятся к фундаментам.

Передвижные-приставные краны являются промежуточной группой. В начале строительства они передвигаются по крановым путям вдоль здания, а затем, при монтаже на высоте более 60 м, крепятся к зданию и работают в режиме приставных кранов, прикрепляясь внизу к подкрановым путям.

Одной из модификаций башенных кранов являются *рельсово-стреловые краны.* Эти краны предназначены, в основном, для монтажа конструкций при выполнении работ «нулевого» цикла, но могут быть использованы и при монтаже малоэтажных зданий. После их демонтажа на освободившиеся подкрановые пути могут быть установлены башенные передвижные краны.

Некоторые строительные фирмы для монтажа конструкций зданий малой и средней этажности стали использовать *быстромонтируемые самоскладывающиеся башенные краны* на автомобильных шасси, перемещаемые с объекта на объект своим ходом или в виде прицепа к автомобилю.

Грузоподъемность таких кранов обычно составляет 3...5 т, вылет стрелы 20...30 м, но некоторые краны снабжаются 50-метровой стрелой и имеют грузоподъемность 10...12 т.

Козловые краны предназначены преимущественно для монтажа оборудования промышленных предприятий и сборных транспортных сооружений, но иногда используются при монтаже зданий из объемных блоков. Грузоподъемность таких кранов составляет 10...200 т, пролеты — 18...56 м, высота подъема груза — 10...42 м.

Остальные краны, изображенные на рис. 10.10, относятся к специальным и применяются в специфических условиях.

Выбор кранов. При существующем многообразии типов и марок кранов довольно трудно выбрать схему работы и марку монтажного крана, наиболее приемлемого в конкретных условиях работы. Исходными данными для выбора являются размеры и объемно-планировочное решение здания, параметры и рабочее положение грузов, метод и технология монтажа, условия выполнения работ. При этом кроме базовых моделей кранов необходимо также рассматривать и их модификации с различными видами сменного оборудования.

При выборе кранов сначала подбирают их типы и марки, по техническим характеристикам отвечающим предъявленным требованиям, затем определяют наиболее экономически выгодный вариант.

По техническим параметрам башенные краны проще всего выбирать аналитическим способом (рис. 10.11), определяя грузоподъемность $Q_к$, высоту подъема стрелы $H_с$ и вылет стрелы L при ширине здания B:

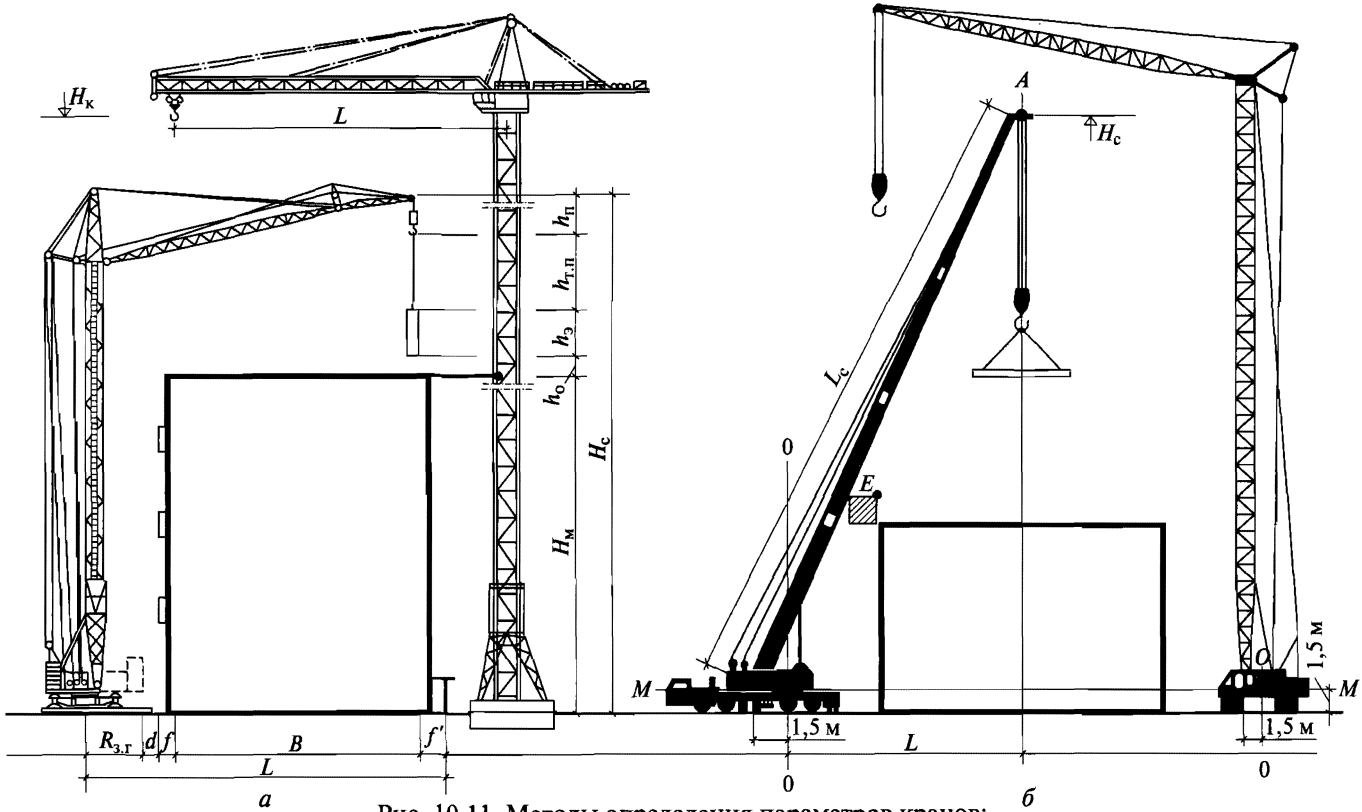


Рис. 10.11. Методы определения параметров кранов:

а — башенных; *б* — стреловых

$$Q_к \geq q_э + q_{т.п} + q_{м.п} + q_у;$$

$$H_с \geq H_м + h_о + h_э + h_{т.п} + h_п;$$

$$L \geq B + f + f' + d + R_{з.г},$$

где $q_э$ — масса элемента; $q_{т.п}$ — масса такелажных приспособлений (стропы, траверсы); $q_{м.п}$ — масса монтажных приспособлений (подмости, стремянки); $q_у$ — масса элементов усиления; $H_м$ — высота монтажного горизонта от уровня стоянки крана; $h_о$ — высота подъема элемента над опорой, равная 1 м; $h_э$ — высота (толщина) монтируемого элемента; $h_{т.п}$ — высота (длина) такелажного приспособления; $h_п$ — высота палиспаста, равная 2 м; f, f' — расстояния от осей до выступающих частей здания; d — расстояние между выступающей частью здания и хвостовой частью крана при его повороте, принимаемое равным 1 м; $R_{з.г}$ — радиус, описываемый хвостовой частью крана при его повороте (задний габарит), ориентировочно принимаемый равным 3,5 м для кранов грузоподъемностью до 5 т; 4,5 м — от 5 до 15 т; 5,5 м — более 15 т.

Для стреловых кранов грузоподъемность и высоту подъема стрелы также находят по формулам, а вылет стрелы L и длину стрелы $L_с$ проще определить графически (см. рис. 10.11), для чего в выбранном масштабе нужно вычертить контуры монтируемого сооружения, оси расположения монтируемого элемента и стрелы крана. Последняя должна пройти через точки A на высоте $H_с$ и E на расстоянии 1,0 м от крайней точки контура по горизонтали и вертикали.

Выше уровня стоянки крана на 1,5 м проводят линию $M—M$ до пересечения с осью стрелы, затем от этой точки откладывают по горизонтали 1,5 м (в зависимости от точки закрепления нижней части стрелы крана), определяющее расположение вертикальной оси вращения крана 0—0. Требуемые параметры крана определяются по чертежу в масштабе.

При выборе кранов с гуськом или с башенно-стреловым оборудованием по горизонтали на высоте $H_с$ в масштабе откладывают длины гуськов 3...10 м или маневровых стрел.

По определенным такими способами параметрам подбирают две-три марки монтажных кранов разных типов с различной конструкцией ходовых устройств, технические характеристики которых превышают определенные расчетами параметры.

Наиболее экономически выгодный вариант выбирают на основании подсчета стоимости аренды кранов, подобранных предыдущими расчетами.

Стоимость аренды крана:

$$А_ц = C_{мч} T_ч + \sum Е,$$

где $C_{мч}$ — стоимость 1 маш.-ч эксплуатации крана.

Время работы крана на объекте, ч,

$$T_ч = \sum Q / П_к,$$

где $\sum Q$ — общая масса элементов, подлежащих монтажу; $П_к$ — средняя часовая производительность крана.

Единовременные затраты

$$\sum Е = Е_1 + Е_2 У + Е_3 Д_п,$$

где $Е_1$ — стоимость перебазировки крана; $Е_2$ — стоимость замены основной стрелы, установки дополнительного гуська или балочной стрелы; У — количество замен и установок; $Е_3$ — стоимость устройства 1 м подкранового пути, полосы движения или фундамента под приставной кран; $Д_п$ — протяженность подкрановых путей, полос движения (для пневмоколесных кранов) или количество фундаментов.

Общая масса элементов Q подсчитывается по схеме здания.

Учитывая определенную таким образом стоимость аренды, выбирается наиболее целесообразный вариант.

10.5. Выполнение транспортных и подготовительных работ при монтаже строительных конструкций

При *доставке* сборных конструкций и элементов нужно соблюдать следующие требования:

исключить возможность повреждения элементов;

не перевозить элементы прочностью менее 70 % проектной прочности;

соблюдать установленные габариты по высоте и длине.

Основной вид горизонтального транспорта при перевозке сборных элементов — автомобильный.

Обычно перевозят:

элементы длиной до 6 м — на бортовых автомобилях грузоподъемностью 5...12 т;

элементы длиной до 12 м — на автомобилях с прицепом грузоподъемностью 7,5...25 т;

элементы длиной до 20 м — на автомобилях с прицепом грузоподъемностью 9...18 т;

объемные блоки — на трейлерах грузоподъемностью до 40 т;

стеновые панели, фермы, балки, плиты — на спецмашинах (панеле-, фермо-, плитовозы) грузоподъемностью до 35 т.

В горизонтальном положении транспортируются: колонны, балки, плиты перекрытий, лестничные марши и площадки.

В вертикальном или слегка наклонном положении перевозятся фермы и балки покрытия, стеновые панели и перегородки.

Деревянные конструкции, ввиду их малой жесткости, часто транспортируются в разобранном виде — пакетами.

Металлические конструкции обычно перевозят в виде отдельных отправочных марок, что связанно с их преимущественно централизованным изготовлением.

Обязательным условием транспортирования является соблюдение установленных дорожных габаритов. Без специального разрешения можно перевозить конструкции, если высотный габарит груженого транспортного средства не превышает 3,8 м, ширина — 2,5 м и свесы — 2 м. Длина автопоезда не должна превышать 20 м при наличии одного прицепа и 24 м — при двух и более прицепах.

Разгрузка сборных элементов производится складским краном или основным монтажным. При большом объеме разгрузочных работ такие операции предпочтительнее осуществлять складскими кранами (автомобильным или пневмоколесными), не отвлекая монтажный кран от основных работ.

Складирование сборных элементов может осуществляться на промежуточной площадке, под навесом, на приобъектном складе или непосредственно у места установки.

Железобетонные элементы в своем большинстве не требуют закрытого складского хранения, не боятся атмосферных осадков. Поэтому их обычно складируют на открытых, освещенных, спланированных с учетом стока воды и посыпанных (во избежание грязи) галькой или щебнем приобъектных складах в зоне действия монтажного крана по принципу: тяжелые элементы — ближе к местам подачи, легкие — дальше.

Положение при складировании элементов — близкое к проектному. Проходы устанавливаются шириной не менее 0,7 м: поперечные — через два ряда, продольные — через 25 м. Порядок складирования основных сборных элементов показан на рис. 10.12.

Металлические элементы чаще всего доставляются на промежуточные склады для укрупнительной сборки. Склады оборудуют специальными стеллажами или стендами.

Опыт ведущих строительных фирм показывает, что объемы строительных материалов, подлежащих складированию, необходимо сокращать до минимума за счет контейнеризации, увеличения степени их заводской готовности и установки «с колес».

Запас необходимых сборных конструкций должен быть достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения монтажных работ. В зависимости от организации работ он может колебаться от нуля до полного объема, необходимого для строительства.

Приемка сборных конструкций заключается в проверке: соответствия количества изделий сопроводительным документам; наличия марки отдела технического контроля (ОТК); отсутствия повреждений, деформаций, сколов; качества поверхностей; рас-

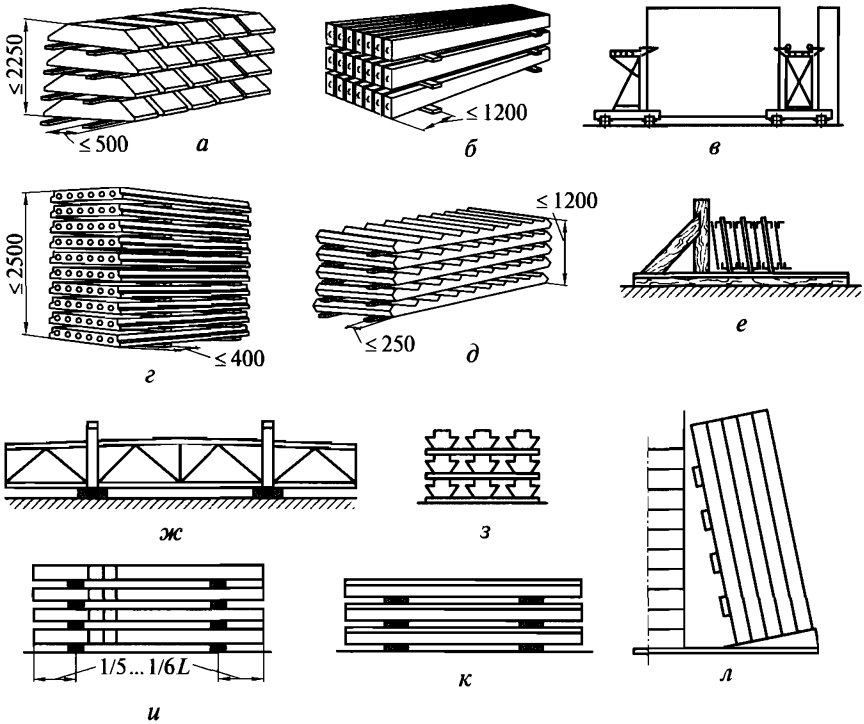


Рис. 10.12. Складирование сборных элементов:

а, *б* — фундаментов и балок в штабелях; *в* — перегородок в кассетах; *г*, *д* — плит перекрытий и лестничных маршей в штабелях; *е*, *ж* — стальных конструкций, прислоненных к упорам-стойкам; *з*, *и*, *к* — ригелей, колон, подкрановых балок в штабелях; *л* — стеновых панелей, прислоненных к пирамидам

положения закладных деталей; допускаемых отклонений размеров изделий.

Поставляемые сборные металлические конструкции сопровождают сертификатами, а железобетонные — паспортами. На каждую отгрузку конструкций завод выписывает накладную.

Элементы несущего каркаса (колонны, подкрановые балки, фермы и балки покрытий, ригели и др.) проверяют поштучно. Остальные элементы проверяют в выборочном порядке.

При обнаружении отклонений от проектных размеров, а также других дефектов составляют акт с вызовом в необходимых случаях представителей завода и транспортной организации. На основании этого акта решается вопрос о возможности использования дефектных конструкций или их исправления

Принятые конструкции сортируют, укладывают по маркам и регистрируют в журнале или комплектовочной ведомости. Восста-

новление дефектной маркировки и нанесение осевых рисок при их отсутствии осуществляют на складах до монтажа конструкций.

Наиболее часто встречающиеся дефекты металлических конструкций — погнутость отдельных стержней, фасонок в монтажных узлах, а также изгиб всего элемента.

Наиболее часто встречающийся дефект железобетонных конструкций — сколы поверхности бетона в пределах защитного слоя и покрытие закладных деталей цементной пленкой.

Укрупнение сборных конструкций производят в целях улучшения их технологичности или в тех случаях, когда из-за габарита или массы конструкцию невозможно привезти в целом виде.

Укрупнительную сборку производят непосредственно у мест установки в зоне действия монтажных механизмов или на специальных сборочных площадках. По первому варианту обычно укрупняются сборные железобетонные и металлические конструкции, по второму — типовые металлические конструкции.

Из железобетонных конструкций чаще всего укрупняют фермы пролетами более 18 м и высокие колонны многоэтажных зданий; из металлических — высокие колонны, фермы, подкрановые балки большой массы, блоки покрытия размером на ячейку.

Место укрупнительной сборки в зоне монтажа может быть оборудовано на проектных отметках (на подмостях) или на стеллажах, стендах и кондукторах. При этом желательно, чтобы высота выполнения сборочных операций была на уровне 0,8 м.

Укрупнение железобетонных колонн высотой на несколько этажей выполняют с использованием специальных кондукторов корытообразного профиля, которые затем, во избежание поломки при подъеме, поворачивают вместе с помещенными в них колоннами.

Железобетонные фермы, состоящие из двух половинок (рис. 10.13), укрупняют в следующем порядке. Каждую половинку фермы краном устанавливают на специальные передвижные стенды, кондукторы и роликовые опоры с небольшим зазором в стыке. Затем обе части фермы с помощью регулировочных винтов кондукторов и струбцин сближают до проектного зазора в стыке, выверяют по нижнему, затем — по верхнему поясу.

По окончании сварки производят обетонирование стыков с нагнетанием раствора или бетонной мелкофракционной смеси.

При сборке железобетонных конструкций с предварительным натяжением (рис. 10.13, *а*, *в*):

проверяют проходимость каналов нижнего пояса, наклеивают на торцы каналов герметизирующие шайбы;

с помощью челнока протягивают в каналы напрягаемую арматуру и доводят размеры зазоров стыков до проектных;

сваривают и заделывают стыки элементов;

производят натяжение «на бетон» и заанкеривают арматуру;

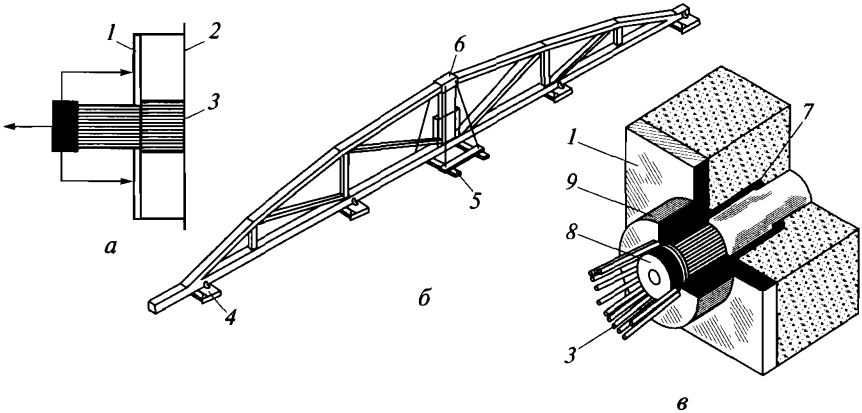


Рис. 10.13. Укрупнение сборной железобетонной фермы:

а, *в* — торцы фермы при натяжении и заанкеривании канатной арматуры; *б* — общий вид фермы при укрупнении; *1* — распределительный лист; *2* — торец фермы; *3* — напрягаемая арматура; *4* — роликовая опора; *5* — кондуктор; *6* — струбцина; *7* — патрубок; *8* — анкерная пробка; *9* — анкерная колодка

после промывки и продувки канала через отверстия в анкерных пробках и патрубки, выходящие по длине канала на боковую поверхность конструкции, нагнетают раствор марки М400;

срезают выступающие концы арматуры, заделывают торцовые гнезда, покрывают открытые металлические поверхности антикоррозионными составами.

Укрупнение металлических ферм, колонн и подкрановых балок, как правило, выполняют на сборочных площадках в горизонтальном положении с использованием стационарных стеллажей.

При возведении значительных по размерам одноэтажных промышленных зданий может быть применено укрупнение блоков покрытия, состоящих из двух металлических стропильных ферм, соединенных связями, прогонами и штампованным настилом.

Такое укрупнение рациональней осуществлять на конвейерных линиях, представляющих собой отдельные посты, размещенные на рельсовых путях, по которым перемещаются укрупняемые на каждом посту блоки.

Временное усиление конструкций производят в тех случаях, когда нет уверенности, что при подъеме будет обеспечена их прочность. В основном это относится к монтажу металлических ферм пролетом более 24 м, пояса которых могут оказаться недостаточно устойчивыми.

Ферма представляет собой конструкцию, плохо работающую из плоскости, при кантовке она может деформироваться, поэто-

му фермы рекомендуется поднимать, используя специальную траверсу, которая накладывается с помощью крана.

Если по каким-либо причинам нельзя применить строповку, обеспечивающую устойчивость узлов и поясов фермы, то временно усиливают узлы и один из поясов. Чаще всего к нижнему или верхнему поясу фермы на расстоянии 0,8...1 м друг от друга закрепляют болтами или хомутами пластины, трубы или швеллеры.

В двухветвых колоннах, которые в процессе монтажа поворачивают, опирая на конец одной ветви, для предотвращения деформации решетки между ветвями устанавливают временные распорки.

В элементах железобетонных цилиндрических оболочек, армоцементных сводов и некоторых других конструкций на период монтажа могут устанавливаться временные затяжки и схватки, предотвращающие появление чрезмерных усилий.

Чтобы обеспечить безопасные условия труда рабочих на высоте, монтируемые конструкции обустраивают подмостями, люльками, ограждениями и другими временными монтажными и такелажными приспособлениями, некоторые разновидности которых приведены на рис. 10.14. Монтажные приспособления оснащаются стальными или капроновыми канатами, выполняющими роль расчалок, оттяжек. Для облегчения выверки и крепления сборных элементов используют распорки, подкосы, тяги.

В местах примыкания балок и ферм на колонны навешивают площадки с ограждением, совмещенные с лестницами. Для безопасного прохода монтажников вдоль ферм и подкрановых балок натягивают страховочные канаты, за которые монтажники закрепляют карабины страховочных поясов. К крайним плитам покрытия прикрепляют временные ограждения.

Средства, обеспечивающие удобство монтажных работ при возведении гражданских зданий, приведены на рис. 10.15. По конструкции их можно разделить на передвижные, приставные, навесные и переставляемые. При выполнении технологических процессов на высоте до 20 м предпочтение отдается автовышкам и передвижным вышкам, транспортируемым в виде прицепа к автомобилю.

Подготовка конструкций к монтажу заключается в обеспечении их безопасного подъема и подачи к месту монтажа.

При подготовке конструкций необходимо:

проверить марки конструкций, установить их фактическую массу, отметить положение центра тяжести;

осмотреть исправность болтов и петель, проверить наличие бирок с указанием даты их испытаний;

проверить размеры конструкций, нанести недостающие осевые и другие риски, необходимые для точной установки элемента;

на элементы, по виду которых трудно определить места расположения рабочей арматуры, нанести соответствующие метки;

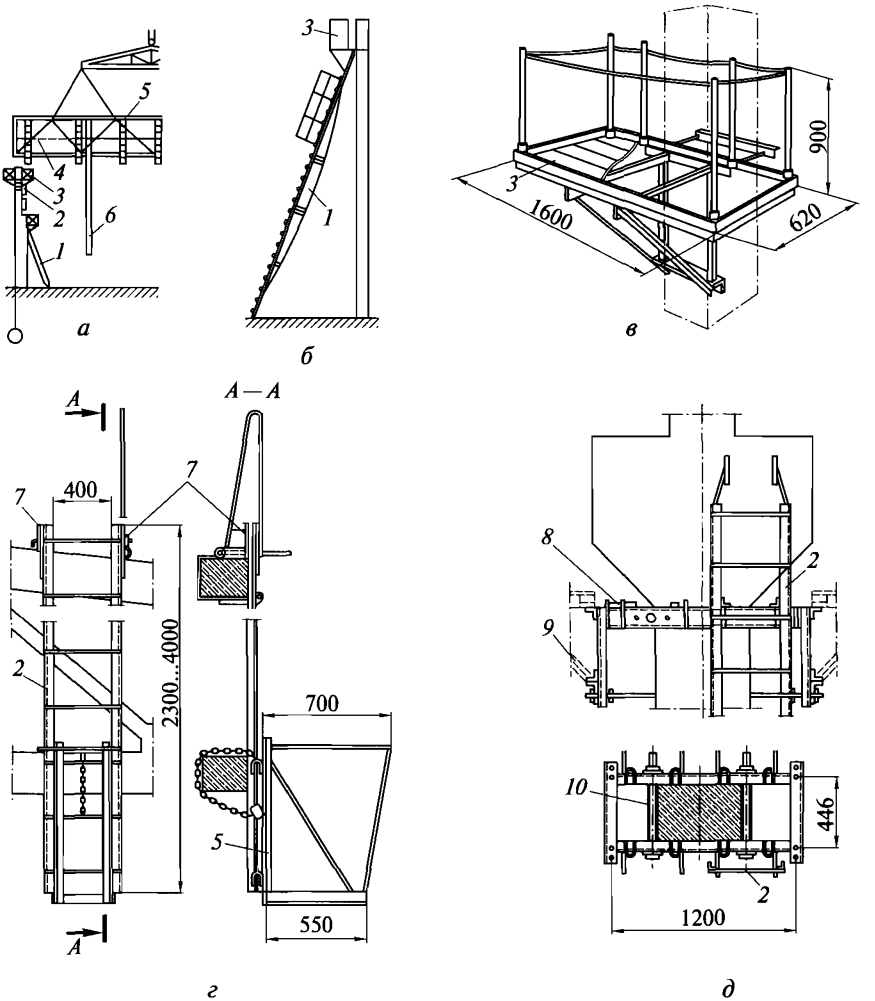


Рис. 10.14. Обустройство конструкций промышленных зданий:

а — общий вид; *б* — приставная лестница; *в* — навесная подмость; *г* — люлька с лестницей для навески на ферму; *д* — навесная лестница на колонну, закрепляемая хомутами; *1* — приставная лестница; *2* — навесная лестница; *3* — навесные подмости; *4* — страховочный канат; *5* — навесные люльки; *6* — инвентарные распорки; *7* — элементы навески; *8* — хомуты; *9* — площадка; *10* — тяги хомута

оснастить длинномерные конструкции не менее чем двумя оттяжками для предотвращения их раскачивания при подъеме;

проверить надежность мест опирания и прочность стыков ранее установленных конструкций.

При подготовке средств механизации к работе стреловые краны оснащаются оборудованием в виде вставок и удлинителей стрел,

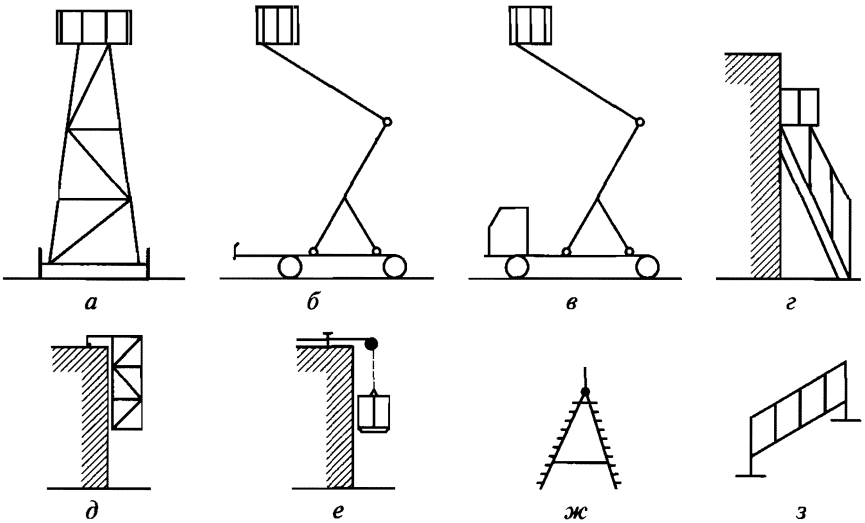


Рис. 10.15. Схема монтажных приспособлений, обеспечивающих безопасность работ при возведении гражданских зданий:

а, *б*, *в* — передвижные башни, вышки, автовышки; *г* — приставные лестницы; *д*, *е* — навесные площадки и люльки; *ж* — стремянки; *з* — ограждения

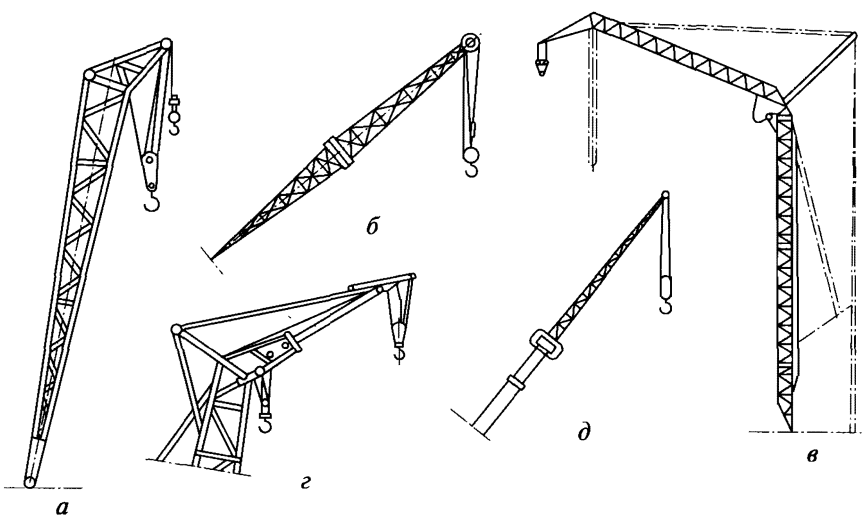


Рис. 10.16. Стреловое оборудование кранов:

а, *б* — стрелы с жестким оголовником и универсальная; *в* — башенно-стреловое оборудование; *г* — гусек; *д* — удлинитель телескопической стрелы

а также гуськами, позволяющими увеличивать вылет крюка при небольшом наклоне стрелы (рис. 10.16).

Значительно расширена область применения стреловых кранов с телескопическими стрелами и башенно-стреловым оборудованием, что позволяет применять их при монтаже конструкций зданий высотой до четырех этажей, осуществлять установку сборных элементов через ранее смонтированные конструкции и вести монтаж, не заходя в монтируемый пролет здания.

При монтаже элементов зданий высотой более четырех этажей обычно используются передвижные башенные краны.

При установке элементов зданий высотой 1...5 этажей стали использовать мобильные безрельсовые башенные краны, французской фирмы Potain и немецкой Liebherr. Краны буксируются в качестве прицепов к автомашинам, в требуемом месте на площадке 3×3...6×6 м устанавливаются на выдвижные упоры, а затем, при необходимости, с минимальными затратами труда и времени перекатываются на новое место.

Автокраны и краны на шасси автомобильного типа могут быть перебазированы своим ходом. Пневмоколесные и гусеничные стреловые краны грузоподъемностью до 25 т могут перемещаться своим ходом, на буксире или на трейлере без разборки.

При массе более 25 т стреловые краны перевозятся трейлерами с разборкой на основные части. Стрелу, гуськи, вставки перевозят отдельно, соблюдая установленные габариты перевозок.

Средние и легкие башенные краны с объекта на объект транспортируются полностью в собранном и сложенном виде на одноосных прицепах или подкатных тележках. Тяжелые и некоторые средние краны перевозят укрупненными элементами на двух соосно расположенных подкатных тележках.

Монтаж и демонтаж башенных кранов осуществляют методом самоподъема: с помощью собственных лебедок или методом укрупненной сборки верхних частей с помощью стрелового крана и использования лебедок монтируемого крана для последующего подращивания башни.

Мобильные быстромонтируемые безрельсовые башенные краны осуществляют подъем-опускание башни и стрелы за счет собственных механизмов. Схема выдвижения башни и стрелы быстромонтируемым краном Potain GMR 326C приведена на рис. 10.17.

Приставные башенные краны монтируют и демонтируют с помощью специальных инвентарных приспособлений, входящих в комплект крана в виде монтажных мачт или вантовых домкратов, системы лебедок и полиспастов. Самоподъемные краны разбирают на блоки, размеры и масса которых позволяют спускать их с возведенного здания с применением лебедок, мачт и вертолетов.

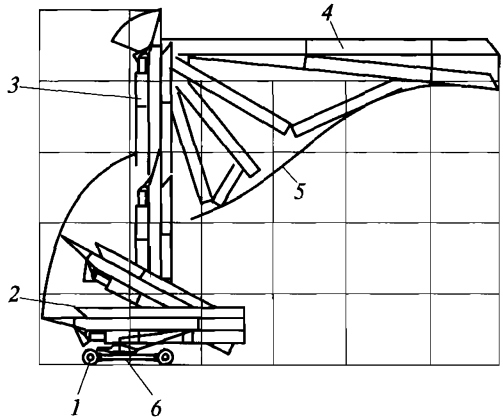


Рис. 10.17. Схема монтажа-демонтажа быстромонтируемого безрельсового башенного крана:

1 — выдвижные упоры; *2* — транспортное положение крана; *3*, *4* — башня и стрела в рабочем положении; *5* — перевод стрелы в рабочее положение; *6* — транспортная тележка-прицеп

Выполнение монтажных работ связано с применением различных приспособлений (монтажной оснастки), обеспечивающих безопасные условия труда. К элементам оснастки относятся приспособления для подъема (такелаж) и для выверки и закрепления конструкций.

Приспособления для подъема — стропы, траверсы и захваты. При выверке и временном закреплении используются клинья, расчалки, распорки, кондукторы, подкосы, тяги и др.

Основными элементами большинства такелажных приспособлений являются стальные, пеньковые или капроновые канаты.

Канаты, используемые в такелажных приспособлениях, подбирают по указанному в ГОСТ разрывному усилию с учетом коэффициента запаса прочности, принимаемого для стропов, огибающих груз, — 8, при примыкании к грузу без огибания — 6.

При проверке пригодности такелажных приспособлений перед выполнением монтажных работ в первую очередь необходимо обращать внимание на то, чтобы на канатах не было петель или узлов, выпучивания прядей или перекруток, признаков поверхностного износа, порванных прядей или отдельных проволок.

10.6. Технология основного монтажного цикла

Строповка. Эта операция по прикреплению конструкции к крюку грузоподъемного устройства должна выполняться рабочими, про-

шедшими специальную подготовку и имеющими удостоверение такелажников.

Для строповки и подъема строительных конструкций используются грузозахватные приспособления в виде стропов, траверс и захватов. Требования к грузозахватным приспособлениям:

надежность захвата, исключающая возможность падения груза;

удобство и простота в эксплуатации, универсальность;

обеспечение минимальных усилий в поднимаемых элементах;

обеспечение во время подъема положения монтируемой конструкции, близкое к проектному.

Такелажная оснастка должна быть испытана пробной нагрузкой, вдвое превышающей ее паспортную грузоподъемность, и оборудоваться специальными бирками, указывающими на подъем какого груза по массе рассчитана оснастка и дату ее испытания.

Стропы (рис. 10.18) могут быть жесткими и гибкими, изготавливаемыми из отдельных кусков канатов или цепей. Распространены гибкие стропы, изготовленные из стальных шестипрядевых канатов: одноветвевые — простейшие, универсальные и облегченные; многоветвевые.

Простейший строп — кусок каната, которым поднимаемый груз обвязывают и закрепляют к крюку грузоподъемного механизма.

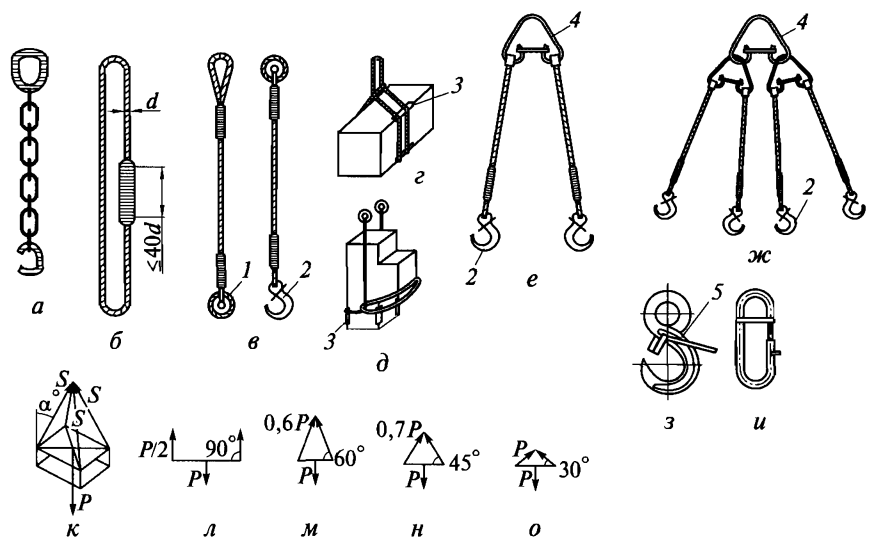


Рис. 10.18. Разновидности стропов:

а — одноветвевой цепной; *б* — универсальный; *в* — облегченные с коушем; *г*, *д* — увязка элементов в обхвате с огибанием; *е*, *ж* — двух- и четырехветвевой строп; *з* — крюк; *и* — карабин; *к—о* — усилия в стропах (S), в зависимости от угла строповки; *1* — коуш; *2* — крюк; *3* — подкладка; *4* — скоба разъемная; *5* — скоба предохранительная

Такие стропы применяют при подъеме тяжелых грузов, если одной или двух нитей каната недостаточно.

Универсальный строп — петля с зажимом или сплеткой не менее чем на 40*d* (диаметров каната). Такие стропы широко применяют при монтаже, однако они имеют недостаток: такелажнику приходится подниматься к узлу крепления стропа для расстроповки.

Облегченный строп представляет собой кусок каната, на концах которого крепятся крюки, карабины или петли. Несмотря на то что изготовить облегченные стропы сложней, чем универсальные, в строительстве они применяются чаще. Облегченные стропы обычно применяют и для строповки грузов в обхват.

Многоветвевые стропы — основной вид стропов в строительстве. Они могут быть двух-, четырех- и шестиветвевыми. Наиболее популярным является четырехветвевой строп типа «Паук».

Чтобы использовать четырехветвевой строп для подъема конструкции в наклонном положении, две ветви стропа наращивают облегченными стропами или используют специально подобранные тяги-удлинители. При строповке длинномерных конструкций, поднимаемых в горизонтальном положении, к ним прикрепляют не менее двух оттяжек, которые помогают монтажникам удерживать конструкцию от раскачивания.

При определении усилия S в ветвях стропа и подборе диаметра каната для стропа учитывают массу поднимаемого груза P, число фактически работающих ветвей n, а также угол наклона ветвей к вертикали α (рис. 10.18, *к*):

$$S = P/(0{,}75n\cos\alpha),$$

где 0,75 — коэффициент, учитывающий неравномерность натяжения ветвей.

При подборе каната для стропа учитывают коэффициент запаса $K_з$ (см. подразд. 10.5), величина которого находится в пределах 6...8.

Назначение слишком больших углов наклона ветвей стропов к горизонту ведет к потере полезной высоты подъема крюка монтажного механизма (рис. 10.18, *л—о*), а слишком малых — к появлению больших расчетных усилий в ветвях и монтируемых элементах. Поэтому при подъеме конструкций обычно принимают углы наклона ветвей к горизонту в рабочем положении от 45 до 60°. Реже эти углы доводят до 30°, под еще меньшим углом ветви стропов располагать нельзя.

При подъеме большеразмерных элементов в них могут возникать значительные сжимающие усилия, поэтому наряду со стропами в строительстве находят применения такие такелажные устройства, как траверсы и захваты.

Траверсы (рис. 10.19, *а—е*) представляют собой балки из металлического профиля (чаще двухтаврового) или треугольные свар-

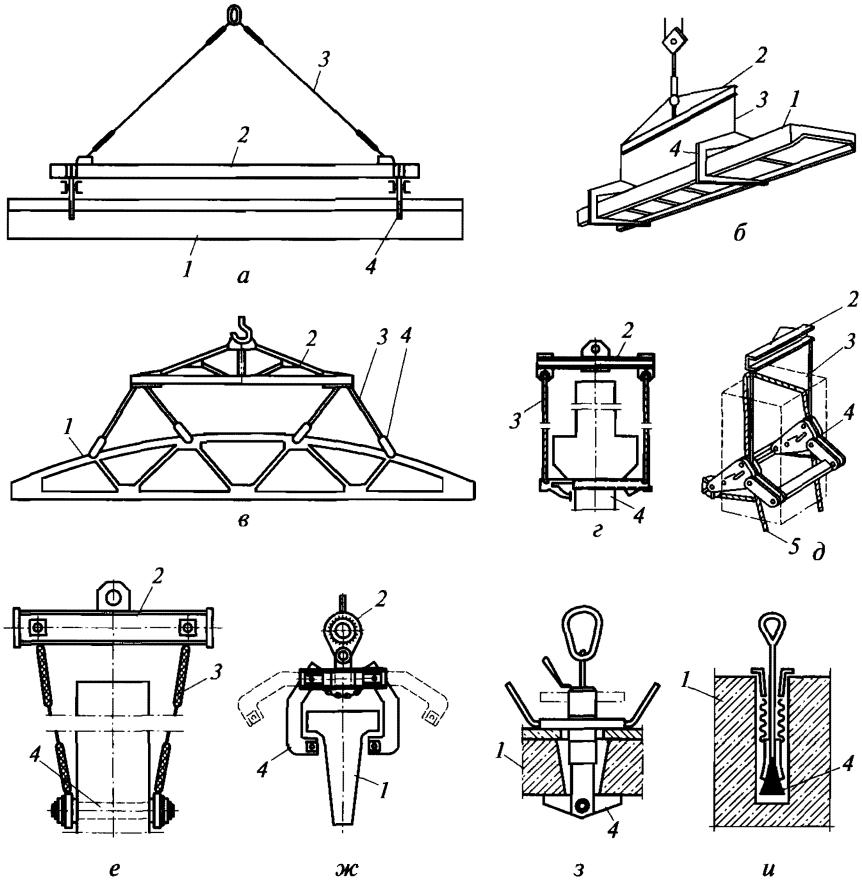


Рис. 10.19. Грузозахватные приспособления:

а, *в* — траверсы балочная и ферменная; *б* — балочная траверса с вилочными захватами; *г*, *д*, *е* — траверсы для подъема колонн с рамочным, фрикционным и штыревым захватом соответственно; *ж*, *з*, *и* — захваты клещевой, клиновой, цанговый соответственно; *1* — поднимаемая конструкция; *2* — траверса; *3* — гибкие стропы; *4* — захваты; *5* — система расстроповки

ные фермы, на концах нижних поясов которых установлены захватные устройства.

Для подъема колонн применяют траверсы длиной 1,0...1,5 м, при монтаже ферм и других крупноразмерных элементов — траверсы длиной 4...12 м. Траверсы бóльшего размера используются редко, поэтому их изготавливают по специальным чертежам.

Ветви стропов траверс обычно находятся в положении, близком к вертикальному, и перебрасываются через блоки, что обеспечивает равномерную передачу нагрузки на точки захвата.

Расчет траверс ведут по методике расчета ферм, а их подбор — по каталогу унифицированных такелажных устройств.

Захваты (рис. 10.19, *ж*, *з*, *и*) — элементы строповочных устройств, служащие для непосредственного зацепления монтируемых элементов. По конструкции их можно подразделить на механические, электромагнитные и вакуумные. В строительстве распространены механические захваты, действующие по методу зацепления или фрикционного зажима.

Одноветвевые стропы сами являются захватами. С их помощью можно осуществить беспетлевую строповку путем обхвата элемента или использования его выступающих опорных частей.

Многоветвевые стропы оборудуются захватами в виде крюков и карабинов (см. рис. 10.18). Для предохранения от самопроизвольной расстроповки на крюки стропов устанавливают предохранительные скобы.

В большинстве случаев сборные железобетонные конструкции стропят за монтажные петли. При беспетельной строповке рекомендуется применять специальные и опорные захваты. К таким захватам относятся: вилочный, рамочный, фрикционный, штыревой, клещевой, клиновой и цанговый (см. рис. 10.19, *в*—*и*).

Вилочный захват служит для подъема плоских горизонтальных конструкций — плит перекрытия, профилированного настила, лестничных маршей; рамочный используют для подъема колонн с консолями; фрикционный — при подъеме гладких колонн, не имеющих выступов и вутов; штыревой — для подъема конструкций, в которых предусмотрены монтажные или другие отверстия; клещевой — для подъема двухтавровых железобетонных конструкций, а также профилированных металлоконструкций.

Клиновой и цанговый захваты применяются в тех случаях, когда в конструкции оставляется отверстие или гнездо.

Расстроповка конструкций часто является довольно сложной и ответственной операцией, особенно если осуществляется на высоте и для ее выполнения рабочий должен находиться на подмостях или смонтированной ранее конструкции. С одной стороны, такая операция представляет опасность для монтажника, с другой — снижает его производительность труда и удлиняет крановые операции. Поэтому при расстроповке конструкций желательно использовать средства дистанционного управления операцией, находясь на земле или в кабине крана.

Электромагнитные захваты применяют при монтаже металлических конструкций, вакуумные — при подъеме тонкостенных конструкций сравнительно небольшой массы. Широкого распространения такие виды захватов не имеют.

Подъем и подача сборных конструкций. Эти крановые операции, как и другие монтажные операции, требуют участия рабо-

чих. Это участие заключается в наземном контроле за подъемом элементов, подаче необходимых звуковых или знаковых сигналов крановщику, развороте поднимаемых элементов на земле и в воздухе, удержании их в требуемом положении и др.

Подъем может быть простым и сложным; непрерывным и циклическим; осуществляемым подтягиванием, выталкиванием и поворотом.

На складе или на транспортном средстве сборные элементы находятся в положении, удобном для хранения и перевозки. Поэтому нередко до подъема элементы предварительно перемещают в положение, удобное для подъема (рис. 10.20).

Подъем конструкции следует выполнять в два приема — сначала поднять ее на 0,2...0,5 м от земли и убедиться в надежности строповки, а затем подать команду о продолжении подъема. В случае если после выполнения первого подъема обнаружились неполадки в строповке, конструкцию опускают и устраняют недостатки.

Все сигналы о подъеме и перемещении конструкции с земли или транспортного средства подаются стропальщиком, а на зда-

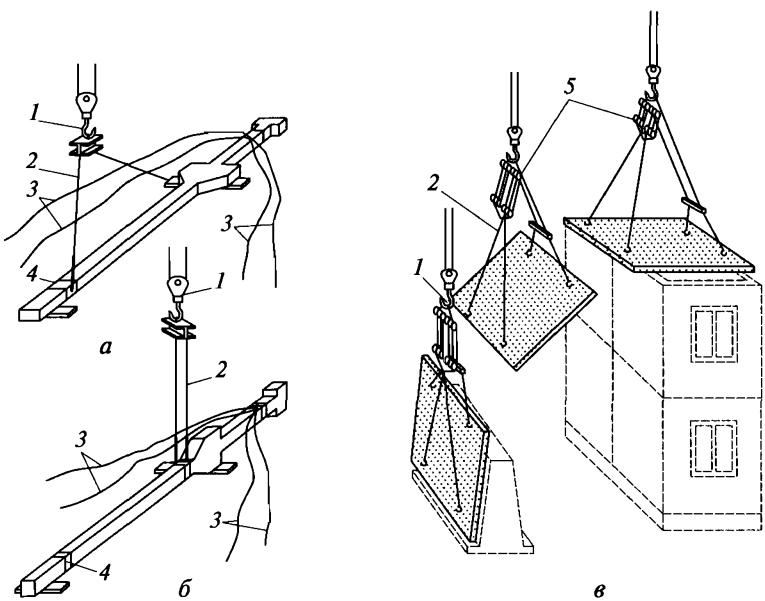


Рис. 10.20. Перекантовка сборных элементов до начала и в процессе подъема:

а, *б* — поворот колонны на ребро и строповка для подъема; *в* — поворот панели перекрытия в процессе подъема; *1* — крюк крана; *2* — стропы; *3* — расчалки; *4* — хомуты для перекантовки; *5* — универсальное грузозахватное устройство с кантователем

нии — бригадиром или звеньевым. Если между стропальщиком и звеньевым отсутствует зрительная связь, то могут быть выделены специальные сигнальщики.

Установка. Это операция по обеспечению проектного положения конструкции, включающая в себя ее наведение и посадку.

Подъем конструкции прекращают на высоте, превышающей на 0,5...1,0 м монтажный горизонт, после чего застропленную конструкцию при необходимости разворачивают и медленно осаживают (насаживают) на место установки, ориентируясь по нанесенным рискам или установленным фиксаторам.

Посадка конструкции — операция, завершающая наведение и обеспечивающая проектное положение устанавливаемой сборной конструкции. В результате этой операции должен быть получен полный контакт опорной части конструкции с местом ее опирания. Посадку производят по рискам и другим ориентирам с учетом допускаемых отклонений.

В зависимости от степени свободы перемещения конструкции по отношению к ее проектному положению различают свободную, ограниченно-свободную и принудительную установку (рис. 10.21).

Выверка и закрепление. Это операции по обеспечению точности установки конструкции в соответствии с ее проектным положением. Закрепить элемент можно только после его выверки. Поэтому продолжительность монтажного цикла на 50...80 % зависит от того, насколько быстро выполняются эти операции.

Выверку проводят визуально или инструментально, удерживая конструкцию с помощью крана, кондуктора или других поддерживающих устройств. В отдельных случаях выверку не проводят или выполняют с помощью автоматизированных устройств.

Визуальную выверку выполняют при достаточной точности опорных поверхностей и торцов конструкций. При этом могут использоваться отвесы, стальные рулетки, линейки, шаблоны и т. п.

Инструментальная выверка — наиболее распространенный вид проверки положения смонтированной конструкций в плане, высотном и вертикальном положении. При такой выверке используют теодолиты, нивелиры, лот-приборы, лазерные и другие устройства.

Безвыверочная установка распространена при монтаже металлических конструкций. Основным ее условием является примене-

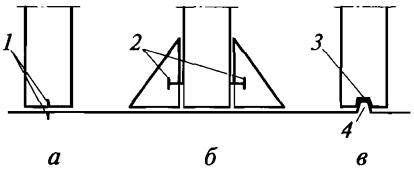


Рис. 10.21. Установка колонн:

а — свободная; *б* — ограниченно свободная; *в* — принудительная; *1* — риски; *2* — винты кондуктора; *3* — гнездо; *4* — выступ опоры

ние конструкций с повышенным классом точности размеров в монтажных стыках. Это позволяет устанавливать, например, стальные колонны с фрезерованными торцами в проектное положение, исключая выверку по высоте и вертикали.

Автоматизированная выверка предусматривает установку и выверку конструкций с использованием автоматических устройств.

Временное закрепление монтируемых конструкций практикуется довольно часто. Без временного закрепления могут устанавливаться массивные конструкции с широкой опорной частью и низким расположением центра тяжести, положение которых не изменяется под действием временных нагрузок и случайных воздействий. Статически неустойчивые конструкции, т. е. подавляющее большинство, в целях быстрого освобождения монтажных средств закрепляются временными приспособлениями.

Приспособления для временного закрепления элементов (рис. 10.22) могут быть жесткими и гибкими (подкосы и расчалки), индивидуальными и групповыми.

Индивидуальные средства (клинья, расчалки, фиксаторы, одиночные кондукторы) применяются для закрепления одиночных статически неустойчивых монтажных элементов и конструкций.

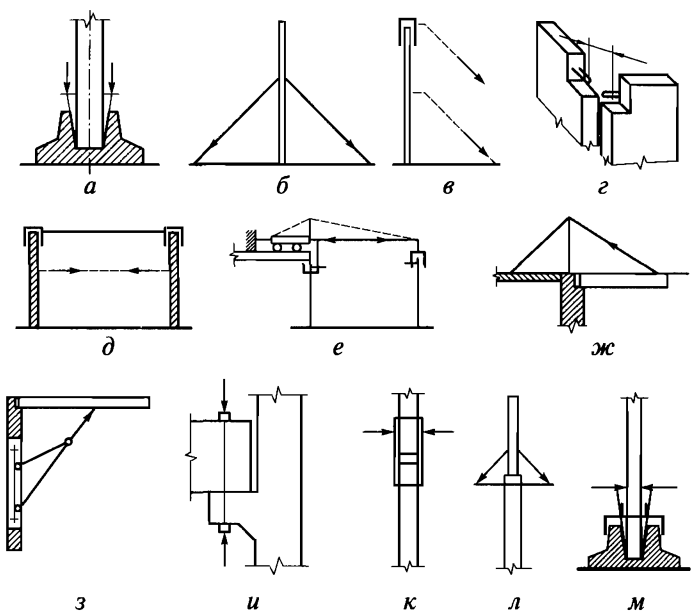


Рис. 10.22. Временное закрепление элементов и конструкций:

а — клиньями и вкладышами; *б* — расчалками; *в* — покосами; *г* — раздвижной скобой; *д* — штанг-шаблоном; *е* — распорками; *ж*, *з*, *и* — варианты крепления консольных плит специальными приспособлениями и хомутами; *к*, *л*, *м* — кондукторами

Групповые средства крепления предусматривают закрепление нескольких монтажных элементов одновременно, а также одной конструкции на нескольких опорах.

После инструментальной проверки и составления исполнительной схемы геодезического контроля точности установки конструкций производят окончательное закрепление стыков электросваркой, постановкой болтов или заклепок.

Сварка. Это основной вид соединения сборных элементов. Наибольшее распространение получила дуговая сварка.

Соединение стыков сборных элементов можно осуществлять за счет сварки закладных деталей — металлических пластин толщиной 10...12 мм или выпусков арматуры, в зависимости от взаимного расположения которых соединения называются стыковыми, нахлесточными, угловыми, тавровыми и др. (рис. 10.23).

Обычно при электродуговой сварке предпочтение отдается металлическим электродам с обмазкой. Сварку стержней диаметром

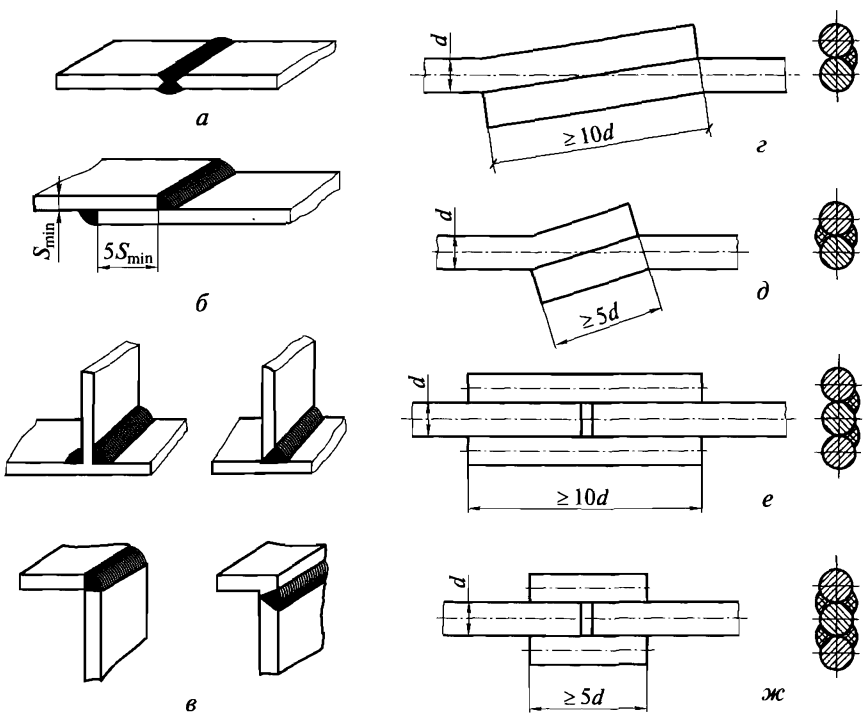


Рис. 10.23. Основные виды сварных соединений и швов:

а, *б*, *в* — соединения пластинок встык, внахлестку, под углом; *г*, *д* — соединения арматуры нахлесткой; *е*, *ж* — соединения арматуры встык с накладками; *d* — диаметр арматуры; *S* — толщина деталей

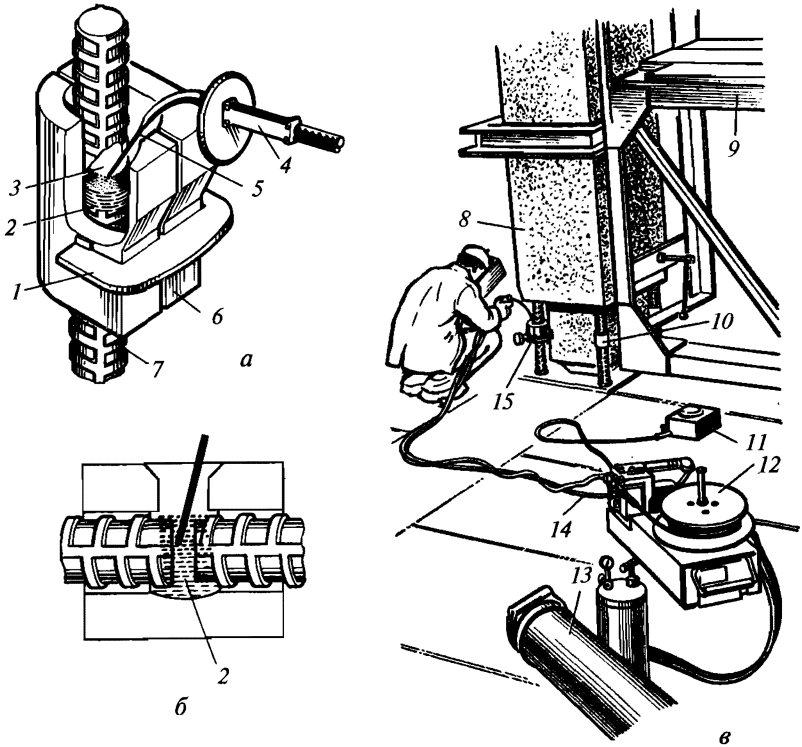


Рис. 10.24. Полуавтоматическая сварка арматуры стыков:

а, *б* — ванная сварка вертикальных и горизонтальных стыков; *в* — сварка в среде защитного газа; *1* — скоба; *2* — шлаковая ванна; *3* — стык; *4* — держатель; *5* — электродная проволока; *6* — полуформы; *7* — арматура; *8* — колонна; *9* — кондуктор; *10* — сваренный стык; *11* — реостат; *12* — катушка со сварочной проволокой; *13* — баллон с газом; *14* — шланг; *15* — свариваемый стык

более 20 мм рекомендуется осуществлять в съемных формах (ваннах), в которых металл сохраняется в жидком состоянии.

В формы засыпают порошок (флюс), который, расплавляясь под действием высокой температуры, защищает металл шва от контакта с атмосферным воздухом. Такая сварка называется ванной (рис. 10.24), она может вестись в ручном и полуавтоматическом режиме.

Технологическая последовательность операций сварочного процесса такова: устанавливают две полуформы и скрепляют скобкой; засыпают флюс; под флюсом зажигают дугу и производят сварку; форму снимают через 5...10 мин после окончания сварки.

Заделка стыков. Это конечная монтажная операция. Монтажные соединения сборных элементов подразделяются на стыки, узлы и швы:

стык — место соединения крайних частей элементов, обычно двух, например торцов колонн;

узел — место соединения нескольких сборных элементов, например двух подкрановых балок и колонны;

шов — место примыкания друг к другу сборных элементов по длине или ширине, например смежных плит перекрытий.

На практике все указанные выше соединения обычно называются стыками. При подсчете стыки и узлы нормируют поштучно, швы — погонными метрами. Различают стыки: несущие и ненесущие; жесткие и шарнирные; сухие, замоноличенные и смешанные.

Сухие стыки в основном выполняют при монтаже металлических конструкций на болтах, заклепках или электросваркой. При монтаже сборных железобетонных конструкций такие соединения встречаются реже. В качестве примера можно привести показанные на рис. 10.25, *а* стыки подстропильных ферм с стропильными, колонн с подкрановыми балками и стропильными фермами.

Замоноличенные стыки — промежутки между элементами, заделанные бетоном или раствором. К таким соединениям относятся, например, стыки между блоками стен подвала и плитами перекрытия или стык колонны с фундаментом стаканного типа.

Смешанными стыками соединяют большинство сборных железобетонных конструкций. После сварки или соединения болтами полости между установленными элементами заполняют мелкофракционной бетонной смесью или раствором. Различают стыки открытого и закрытого типов. Стыки открытого типа — панелей перекрытия с ригелями и рядовых блоков (рис. 10.25, *б*, *г*), замоноличивают после установки опалубки.

Закрытые стыки (рис. 10.25, *в*, *д*) часто замоноличивают без опалубки. При заделке стыков зимой принимают дополнительные меры для обеспечения прочности соединения.

Основными операциями при заделке стыков железобетонных конструкций являются: защита арматуры и закладных деталей от коррозии, герметизация и утепление (распространяются на стыки наружных стеновых панелей и блоков), замоноличивание раствором или бетонной смесью.

Антикоррозионную защиту металлических связей сборных элементов можно осуществлять: за счет омоноличивания стыка; нанесением лакокрасочных (полимерных) покрытий; металлизацией — покрытием металлом, имеющим более низкий, по сравнению со сталью, электрический потенциал; использованием комбинированного металлизационно-лакокрасочного покрытия.

Особенности нанесения антикоррозийных покрытий рассматриваются в подразд. 12.5.

Замоноличивание стыков. Это более трудоемкий технический процесс, чем сварка и антикоррозийная защита. Бетонные повер-

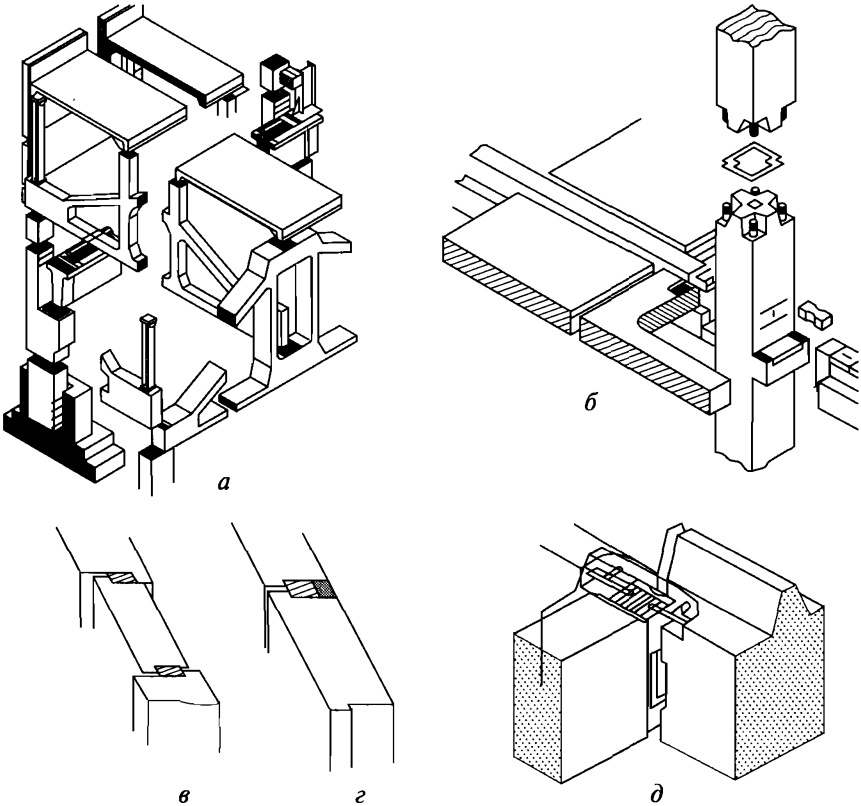


Рис. 10.25. Стыки конструкций зданий:

а, *б* — промышленных одно- и многоэтажных; *в*, *г* — крупноблочных; *д* — панельных

хности стыкуемых элементов должны быть очищены от грязи и мусора, промыты водой или обдуты струей сжатого воздуха. При необходимости должна быть произведена насечка поверхностей.

Для замоноличивания стыков рекомендуется бетон не ниже класса В22,5. В целях более плотного заполнения пустот размер щебня должен быть не более $^1/_3$ наименьшего размера сечения стыка и $^3/_4$ наименьшего расстояния между стержнями арматуры.

Подвижность смесей для замоноличивания должна быть в пределах 6...8 см. Для улучшения удобоукладываемости в смеси рекомендуется вводить пластифицирующие добавки.

Обычно заделку стыков выполняют после монтажа или параллельно ему на смежных захватах. Бетонная или растворная смесь может подаваться в стык вручную, но более предпочтительной является механизированная подача с использованием бетоно- или

растворонасосов (рис. 10.26), пневмонагнетателей и многоцелевых установок.

Смесь, уложенную обычным путем, уплотняют глубинными, а изредка наружными вибраторами. Учитывая небольшие размеры зазоров в соединениях, применяют глубинные вибраторы с вибронаконечниками размера 28 или 38 мм. При отсутствии таких вибраторов смесь можно уплотнять обычными вибробулавами с надеваемыми на них металлическими полосами (рис. 10.26, *в*). Смесь литой консистенции может уплотняться вручную штыкованием.

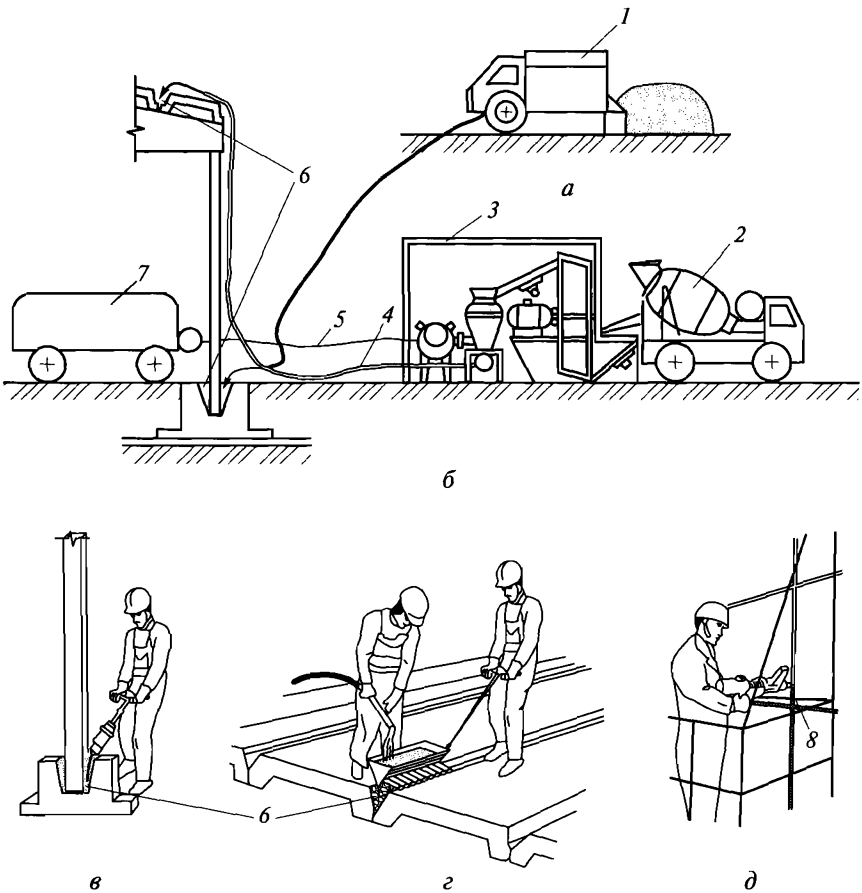


Рис. 10.26. Схемы замоноличивания и герметизации стыков с помощью:

а — передвижных бетонорастворонасосов с ручной загрузкой составляющих; *б* — установки «Пневмобетон»; *в* — глубинного вибратора с наконечником; *г* — приспособления для распределения смеси; *д* — электрогерметизатора; *1* — передвижной бетонорастворонасос; *2* — передвижной автобетоносмеситель; *3* — установка «Пневмобетон»; *4* — материальный шланг; *5* — воздушный шланг; *6* — место укладки бетона; *7* — компрессорная станция; *8* — герметизируемый шов

Передача монтажных нагрузок на стыки допускается после достижения бетоном прочности не менее 70 % от проектной;

При полной сварке монтажных соединений и соответствующих указаниях в проекте допускается монтировать конструкции нескольких этажей (ярусов) зданий без замоноличивания стыков.

Герметизация стыков наружных панелей и блоков заключается в укладке в зазоры пористых прокладок и нанесении уплотняющих мастик. В качестве прокладок применяют гернитовые, пороизоловые, неопреновые или резиновые жгуты, а также наклеивают защитные водоотбойные ленты. В качестве уплотняющих мастик используют эластичные смеси на основе каучука и вулканизатора с высокой адгезионной способностью.

Для *утепления* стыков применяют вкладыши из эффективного утеплителя. С наружной стороны стык герметизируют мастикой с помощью пневматических шприцев или электрогерметизаторов (рис. 10.26, *д*), располагаясь в люльке, на вышке или подвесных подмостях. Мастику наносят валиком непрерывным равномерным слоем толщиной 10...20 мм, который затем специальной расшивкой плотно прижимают к краям шва.

На весь комплекс операций по заделке стыков следует составлять акты освидетельствования скрытых работ. Выполнение изоляционных процессов должно фиксироваться в журнале работ.

10.7. Монтаж конструкций подземных частей зданий

Фундаменты. До монтажа сборных фундаментов осуществляют разбивку мест их установки и устраивают обноски (см. рис. 6.6).

В стесненных городских условиях обноску могут не устраивать, а оси зданий фиксировать обрезками арматуры, заделываемыми в цоколи соседних зданий.

При монтаже ленточных фундаментов от оси отмеряют расстояние, соответствующее проектному положению до наружной грани фундаментной ленты и натягивают причалку, по которой ориентируют укладку фундаментных подушек. Положение осей под колонны фиксируют колышками, инвентарными скобами. Горизонтальность основания проверяют нивелиром или рейкой и уровнем, укладываемыми на основание в различных направлениях.

Выбор схем монтажа определяется конкретными условиями строительства и имеющимся парком строительных машин. Для выполнения монтажных операций по установки фундаментов чаще всего используются самоходные стреловые краны или башенные рельсовые краны (нулевики).

Краны на гусеничном и пневмоколесном шасси могут размещаться на дне котлована или перемещаться вдоль верхней бровки по периметру котлована. В первом случае при движении крана по центру пролета или на расстоянии $d_{смещ}$ от краевой оси вылет стрелы крана (рис. 10.27) можно определить по формулам:

$$L = \sqrt{\frac{П^2 + Ш^2}{4}};\ L = \sqrt{d^2_{смещ} + \frac{Ш^2}{4}},$$

где П, Ш — размеры монтируемой ячейки здания.

Во втором случае, когда размещение монтажного крана на дне котлована нецелесообразно (переувлажненные грунты, частое расположение фундаментов и др.), наименьшее допустимое расстояние К по горизонтали от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры крана может быть выбрано из табл. 10.1.

Рельсовые стреловые краны используют в случаях, когда монтаж элементов подземной и надземной частей здания может быть организован без значительного перерыва в работе. После выполнения обратной засыпки крановые пути переносят ближе к зданию.

Если характеристики башенного крана позволяют выполнять монтаж элементов обеих частей здания без перекладывания крановых путей, то оба процесса выполняют одним краном.

Ленточные фундаменты устанавливают на песчаную подсыпку толщиной 10...15 см в следующей последовательности: угловые блоки, через 15 м — маячные, между ними — промежуточные. На песчаных грунтах подсыпку не делают. Отверстия для коммуникаций (трубы водопровода, канализации др.), образуемые путем раздвижки соседних блок-подушек, перекрывают ле-

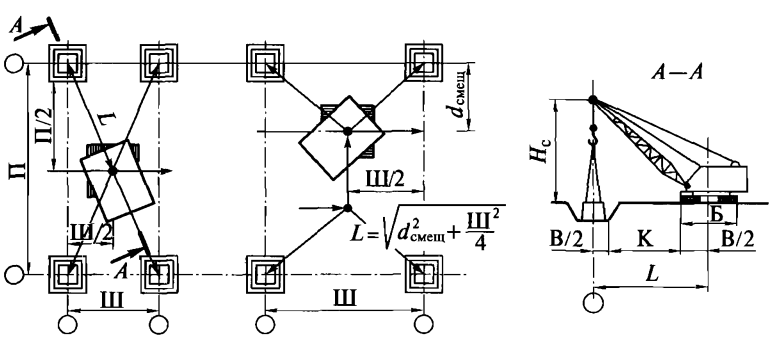


Рис. 10.27. Определение размерных характеристик стреловых кранов при монтаже фундаментов:

П — пролет; Ш — шаг колон; В — размер подошвы выемки; Б — база крана; К — расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры крана; H_c — высота подъема стрелы; L — вылет стрелы

Таблица 10.1

Наименьшее допустимое расстояние К по горизонтали от подошвы до ближайших опор крана, м

Глубина выемки, м	Грунт ненасыпной				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лессовый сухой
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	3,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5	3,5

жащими выше стеновыми блоками. Пропуски, оставленные для прокладки трубопроводов, после укладки труб заделывают бетонной смесью.

При шаге колонн до 6 м обычно разрабатывают траншеи, поэтому оставленная для обратной засыпки земля (рис. 10.28) затрудняет раскладку фундаментов и стимулирует организацию монтажа фундаментов «с колес». При шаге колон более 6 м монтажный процесс может быть организован как «с колес», так и с предварительной раскладкой. Фундаменты рекомендуется устанавливать на место без предварительной выверки. Расстояния между фундаментами и размеры стаканов проверяют шаблонами, рисками отмечают положение разбивочных осей.

При временном креплении колонн с помощью расчалок или подкосов (рис. 10.29) стыки замоноличивают за один прием; при креплении клиньями или клиновыми вкладышами — за два приема: до нижнего уровня клиньев, а после достижения бетоном заделки 25 % прочности клинья или клиновые вкладыши извлекают и стык домоноличивают.

Блоки стен подвалов. Устанавливают по схеме раскладки. Маячные блоки устанавливают по теодолиту, соблюдая соосность в углах, местах примыканий и пересечений стен. Монтаж блоков стен подвала ведут по причалке, натянутой между маячными блоками по их внутренней грани (рис. 10.30) после проверки соответствия проекту уложенных ранее блоков, устройства горизонтальной гидроизоляции и подготовки монтажного горизонта.

Блоки устанавливают по рискам, соблюдая при этом перевязку швов не менее чем на $^1/_4$ длины блока. Операции по установке блоков осуществляют в такой последовательности:

в расстеленный по рамке слой раствора толщиной до 20 мм втапливают два маяка и два клина с таким расчетом, чтобы блок на них стоял, слегка наклонившись наружу;

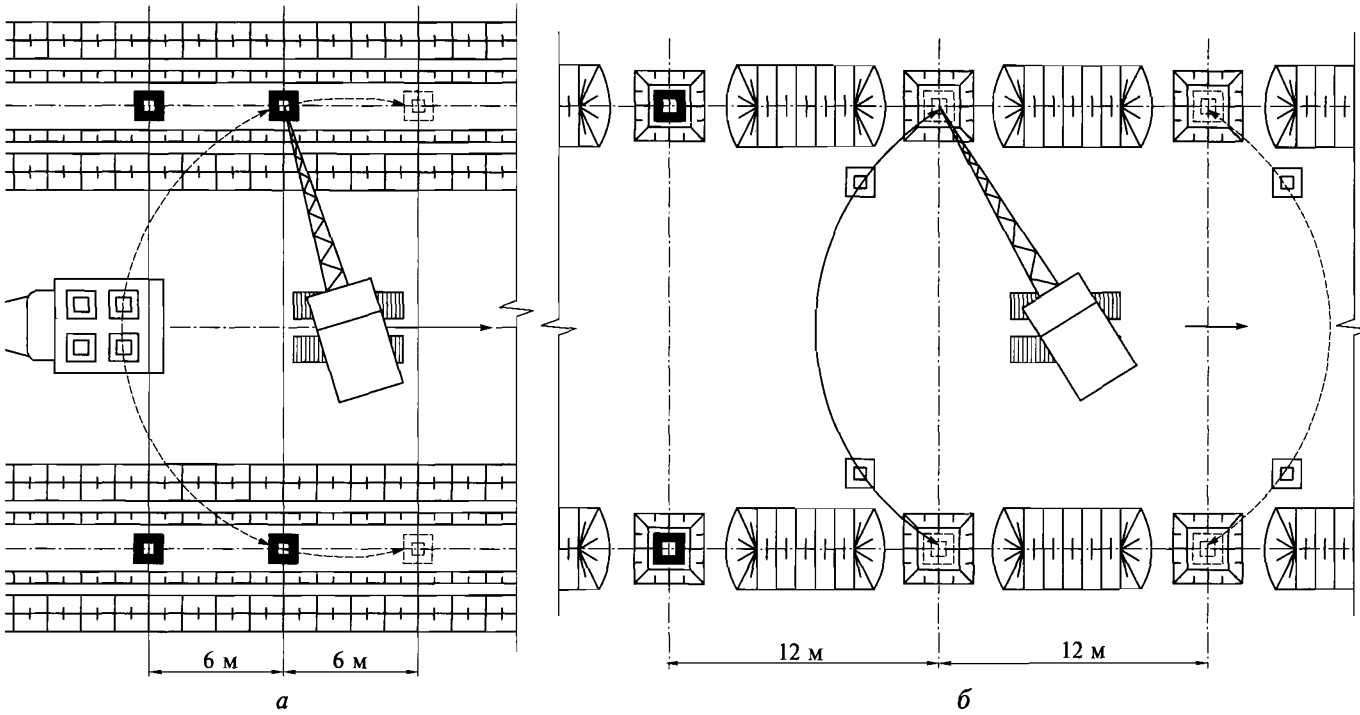
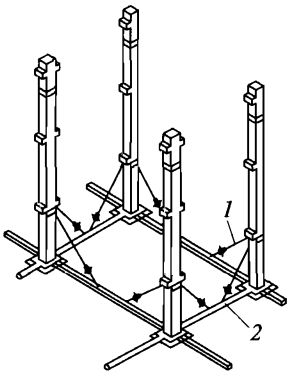
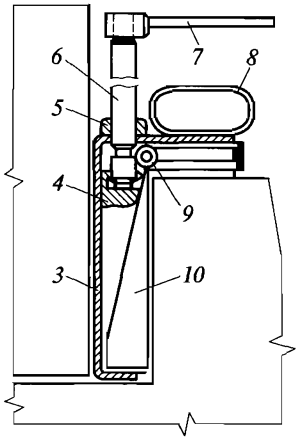


Рис. 10.28. Монтаж столбчатых фундаментов:

а — с транспортных средств; *б* — с предварительной раскладкой элементов



а



б

Рис. 10.29. Временное закрепление колонн в стаканах фундаментов с помощью:

а — подкосов; *б* — клиновых вкладышей; *1* — подкос; *2* — опорная балка; *3* — корпус; *4* — бобышка; *5* — гайка; *6* — винт; *7*, *8* — ручки; *9* — шарнир; *10* — клин

выверяют блок в горизонтальной плоскости с помощью монтажного лома, в вертикальной — за счет вытаскивания клиньев. Подбивка клиньев приводит к образованию щели;

заполняют горизонтальные и вертикальные швы.

После кладки блоков стен подвала по всему периметру может укладывается верхний армированный пояс. Засыпку пазух рекомендуется выполнять после устройства перекрытий над подвалом. Засыпка до устройства перекрытий может быть допущена только при условии обеспечения устойчивости стен подвала.

Панели цокольного или технического этажа. Монтируют свободным или ограниченно-свободным методом с использованием подкосов и штанг. Перед установкой панелей должны быть:

срезаны монтажные петли фундаментных блоков;

определена проектная отметка положения низа собираемых стеновых панелей (монтажный горизонт);

проведена разметка мест установки панелей;

подготовлен комплект монтажного оснащения.

Монтаж панелей чаще осуществляют ячейками с опережающей установкой панелей наружных стен в следующем порядке:

выравнивают монтажный горизонт;

размечают места установки панелей, укладывают слой раствора с втапливанием маяков из расчета — два на панель;

устанавливают цокольные панели. Для их временного крепления используют подкосы, анкеры, штанги и т.д. Последователь-

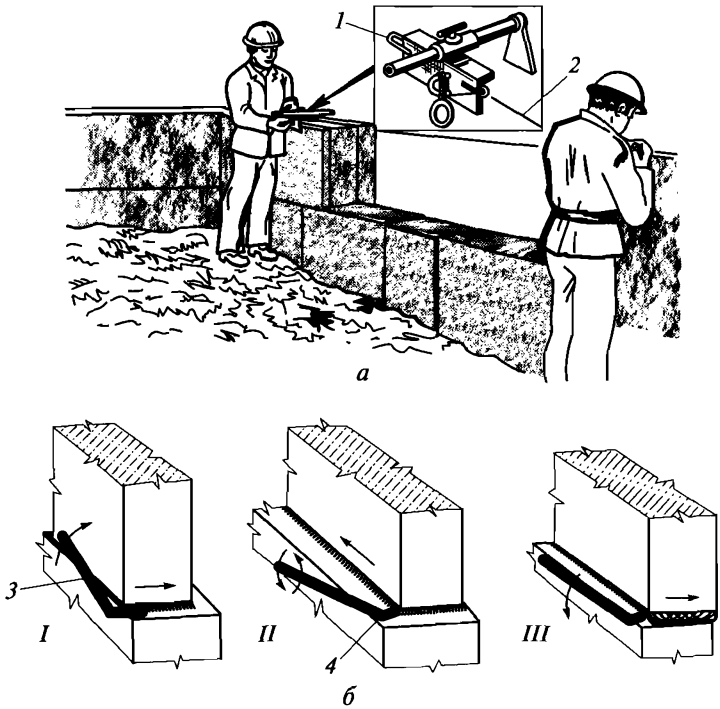


Рис. 10.30. Монтаж стен подвала:

а — установка причалки; *б* — рихтовка блоков монтажным ломом; *I* — лапой от себя; *II* — лапой в сторону; *III* — лапой на себя; *1* — скоба; *2* — причалка; *3* — монтажный лом; *4* — лапа монтажного лома

ность установки элементов определяется необходимостью создания геометрически замкнутых устойчивых систем и ячеек.

В качестве анкеров могут быть использованы железобетонные блоки. После установки панелей монтируют элементы входа и укладывают плиты или панели перекрытия с параллельным демонтажом монтажной оснастки и анкерных блоков.

Вертикальную гидроизоляцию выполняют после монтажа стен. Панели перекрытия начинают укладывать от лестничного проема. Обратную засыпку и уплотнение пазух производят после высыхания гидроизоляционного покрытия.

10.8. Установка железобетонных конструкций одноэтажных зданий

Колонны. Колонны одноэтажных зданий, как правило, монтируют в целом виде, устанавливая в стаканы столбчатых или плит-

ных фундаментов. Масса колон может превышать 20 т, высота — 20 м. Колонны высотой более 10,8 м оснащаются навесными лестницами.

Для установки колонн в основном используются стреловые краны: на пневматическом шасси при наличии бетонной подготовки, на гусеничном ходу — при работе с грунта. Определение технических характеристик монтажных кранов в большинстве случаев проводят графоаналитическим методом, для чего с использованием плана ячейки здания рассматривают расположение крана при центральной осевой проходке или со смещением к фундаментам на расстояние $d_{смещ}$ (рис. 10.31), что сокращает вылет стрелы крана при подъеме тяжелых колонн.

Вылет стрелы L при расположении крана внутри ячейки размерами П — пролет и Ш — шаг колонн определяется по формулам:

$$L = \sqrt{\frac{П^2 + Ш^2}{4}} \text{ или } L' = \sqrt{d^2_{смещ} + \frac{Ш^2}{4}};$$

$$L_с = \sqrt{(L - 1{,}5)^2 + (H_с - 1{,}5)^2}.$$

Остальные характеристики определяют в соответствии с методикой, рассмотренной в подразд. 10.4.

До монтажа определяют отметки глубин стаканов и длины колонн, предназначенных для установки в данные стаканы, с тем чтобы отклонение в размерах колонн можно было погасить толщиной подливаемого в стаканы растворного слоя.

Монтаж колонн может осуществляться с транспортных средств или с мест раскладки, для чего колонны раскладывают на деревянных подкладках с таким расчетом, чтобы они не препятствовали перемещению крана (рис. 10.32, *а*, *б*).

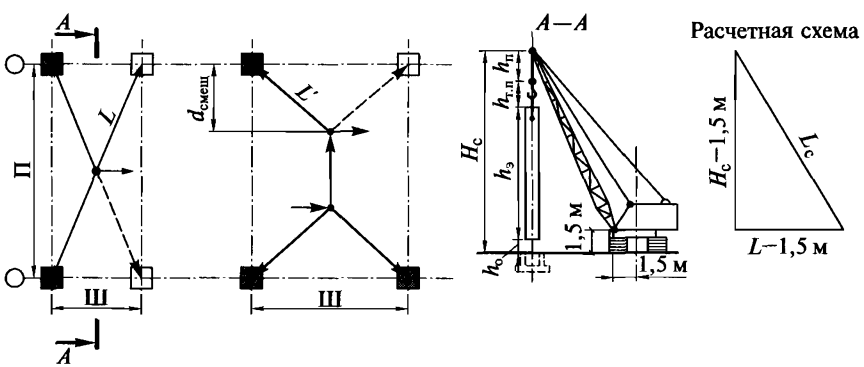


Рис. 10.31. Определение графическим способом технических характеристик крана для монтажа колонн:

П, Ш — размеры ячейки здания (пролет и шаг колонн)

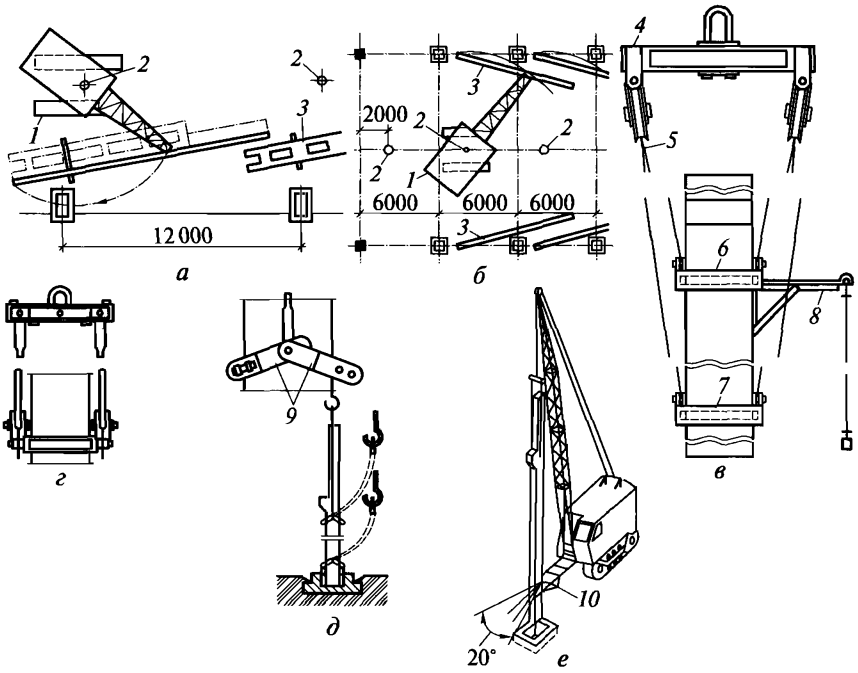


Рис. 10.32. Монтаж железобетонных колонн:

а, *б* — схемы раскладки колонн и движения крана; *в*, *г* — схемы строповки колонн; *д* — установка колонн с использованием фрикционного захвата; *е* — вилочное устройство для повышения точности монтажа колонн; *1* — кран; *2* — стоянка крана; *3* — колонны; *4* — траверса; *5* — гибкий строп; *6*, *7* — рамки; *8* — штыревой фиксатор; *9* — фрикционный захват; *10* — вилочный манипулятор

Место строповки колонны и центр опоры фундамента желательно располагать на одной окружности, описываемой радиусом, равным вылету крюка крана с его монтажной стоянки.

Строповку колонн осуществляют с использованием коротких траверс с рамочными, штыревыми или фрикционными захватами, оборудованными системами дистанционной расстроповки (рис. 10.32, *в*, *г*, *д*), что исключает подъем рабочего к месту страповки после выверки и закрепления колонны. Для лучшего ориентирования колонны при ее наведении могут использоваться жесткие манипуляторы, устанавливаемые на кране (рис. 10.32, *е*).

Для временного закрепления и выверки колонн могут использоваться одиночные кондукторы, но в большинстве случаев предпочтение отдается клиньям или клиновым вкладышам. Клинья с небольшим углом заострения применяют при необходимости подвижки опорной части колонны, с большим заострением — при изменении ее вертикальности. Железобетонные клинья оставляют в теле бетона. Деревянные и стальные клинья вынимают после

обетонировки нижней части стыка и набора бетоном 25 % проектной прочности. После этого производится окончательное замоноличивание стыков.

Клиновые вкладыши (см. рис. 10.29, *б*) вынимают после набора бетоном замоноличивания 70 % проектной прочности.

При высоте колонн более 8 м и массе, превышающей 5 т, дополнительно к клиновым вкладышам применяют средства временного крепления в виде расчалок, прикрепляемых к соседним фундаментам или специальным анкерам (для крайних колонн).

Окончательную выверку колонн контролируют методом наклонного проектирования по верхним и нижним рискам двумя теодолитами во взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 10.33). Для контроля вертикальности ряда колонн можно использовать так называемый способ бокового нивелирования, т.е. на расстоянии 0,5...1,0 м от оси ряда колонн устанавливают теодолит; прикладывая торец линейки или малой геодезической рейки к боковым граням колонн, по теодолиту отмечают расстояние *а*.

Железобетонные подкрановые балки. В зависимости от шага колонн железобетонные подкрановые балки могут быть длиной 6 или 12 м. Первые при строповке захватывают двухветвевыми стропами за петли, канатами «в обхват» или специальными клещевыми захватами (см. рис. 10.19).

Балки длиной 12 м поднимают с помощью траверсы. В последнее время железобетонные балки длиной 12 м повсеместно заменяют стальными, обладающими гораздо меньшей массой, что облегчает их установку и закрепление.

При выгрузке балки укладывают на прокладки или стойки под углом к оси колонн. Такое положение дает возможность производить обработку торцов балок перед подъемом.

Подкрановые балки устанавливают безвыверочным методом или с последующей выверкой. Перед установкой балки на консоль колонны между анкерными болтами укладывают компенсаторы в виде металлических прокладок толщиной 6...10 мм. Набор таких прокладок позволяет произвести выверку балок по вертикали.

Монтаж балок осуществляют методом «на весу». После проверки правильности положения относительно контрольных рисок балки фиксируют анкерными болтами или электроприхваткой.

После укладки и временного закрепления балок выполняют геодезическую проверку их положения в плане и по высоте. Расположение осей и отметки подкрановых балок можно определять прямой съемкой с подмостей или боковым нивелированием. После окончательной выверки балки крепят вверху с колоннами за счет стальных планок, привариваемых к закладным деталям.

Железобетонные конструкции покрытия. Их монтируют по схеме: установка одной-двух ферм и перекрытие ячейки плитами покрытия. Контроль установки ферм можно осуществлять по визир-

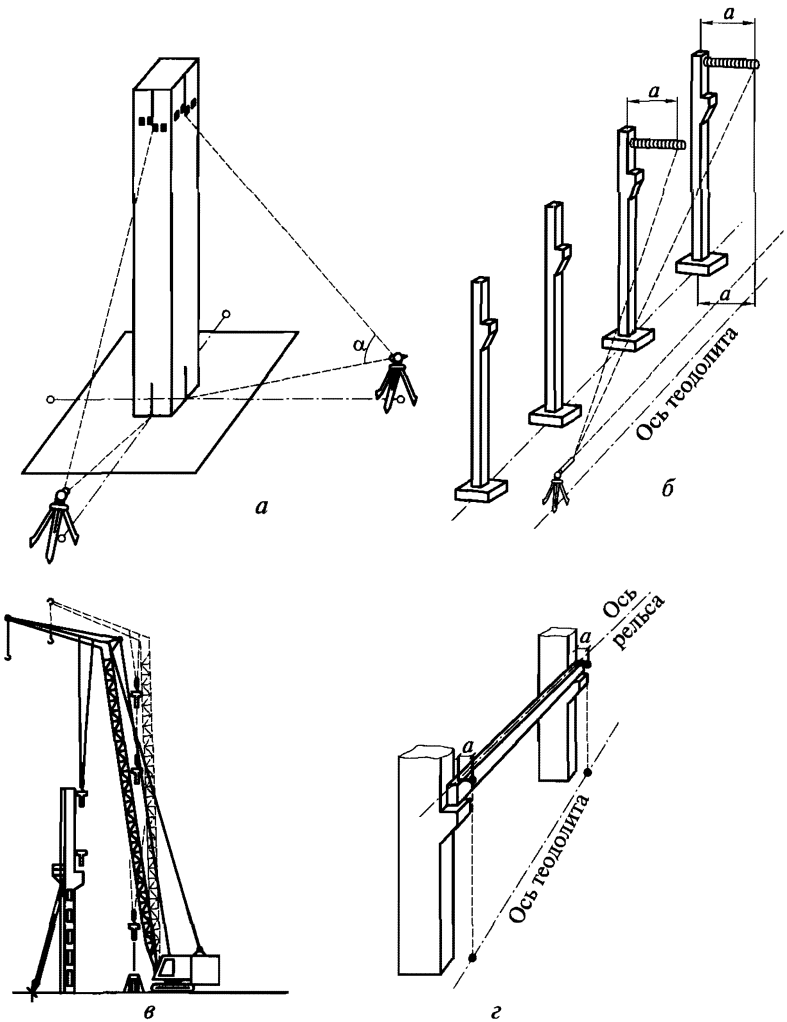


Рис. 10.33. Установка и выверка железобетонных конструкций:

а — колонн с помощью двух теодолитов; *б*, *г* — то же, ряда колонн и подкрановых балок методом бокового нивелирования; *в* — схема процесса подъема и установки подкрановой балки

ной оси, для чего на оголовок крайней колонны устанавливают теодолит без штатива и проектируют ось на все промежуточные оголовки колон.

При монтаже плит покрытия используется стандартный гусек длиной 4...6 м на стреле крана, подобранного для установки ферм. Вылет стрелы L определяется по расстоянию до центра наиболее удаленной плиты шириной $b_п$ (рис. 10.34, *а*):

$$L = \sqrt{Ш^2 + \left(\frac{П}{2} - \frac{b_п}{2}\right)^2},$$

где Ш и П — размеры ячейки здания (шаг и пролет).

Монтаж элементов покрытия можно выполнять непосредственно с транспортных средств или после предварительной раскладки

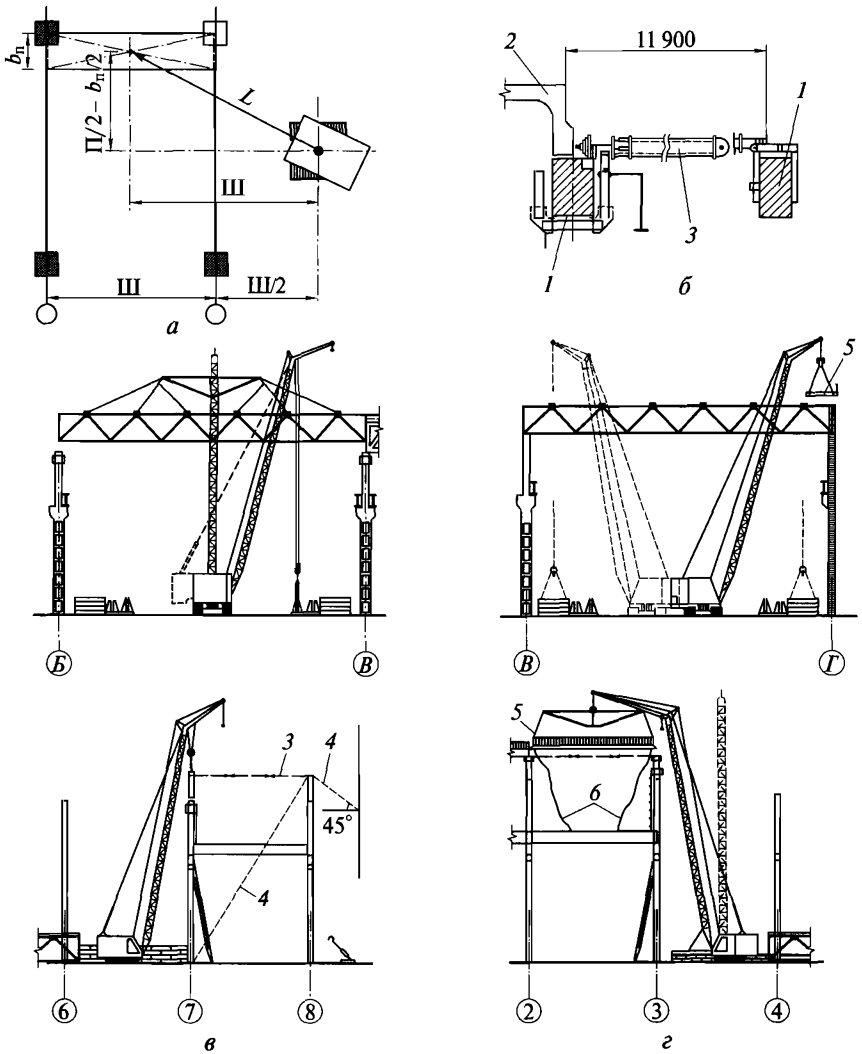


Рис. 10.34. Схемы монтажа ферм и плит покрытия:

а — определение вылета стрелы крана; *б* — узлы закрепления распорки; *в*, *г* — монтаж ферм и плит покрытия; *1* — ферма; *2* — плита перекрытия; *3* — распорки; *4* — расчалки; *5* — ограждения; *6* — оттяжки

вдоль пролета с таким расчетом, чтобы монтажный кран мог устанавливать их с одной стоянки, без дополнительных передвижений.

Устойчивость ферм в процессе монтажа обеспечивают с помощью специального крышевого кондуктора или инвентарных распорок длиной 6 и 12 м (рис. 10.34, *б*, *в*), закрепляемых струбцинами на верхних поясах монтируемой и уже установленной ферм. Фермы пролетом 18 м скрепляются одной распоркой, пролетом 24 и 30 м — двумя.

Первую с торца здания ферму крепят не менее чем двумя парами расчалок, прикрепленных к фундаментам соседних колонн и переставным инвентарным якорям. Так же как распорки, расчалки снимают по мере укладки и приварки плит покрытия (рис. 10.34, *г*). Одновременно с фермами устанавливают все постоянные связи.

В целях обеспечения проектного положения плиты покрытия следует укладывать по разметке, нанесенной на верхние пояса ферм. Приварка закладных деталей плит должна осуществляться не менее чем в трех узлах их опирания на верхние пояса ферм (балок).

Для перекрытия ячеек зданий с шагом колонн 12 м и более плоские железобетонные плиты, в связи с их большой массой, являются малоэкономичными по расходу материальных ресурсов, а при установке требуют привлечения мощного грузоподъемного оборудования. Как показывает практика, гораздо эффективнее такие производственные площади перекрывать оболочками, собранными из плит криволинейного очертания.

Оболочки из гнутых однотипных сборных плит могут собираться на уровне земли с последующим подъемом их в целом виде или наверху, на проектных отметках (рис. 10.35). Второй вариант стал основным при перекрытии одноэтажных промышленных зданий железобетонными оболочками.

При такой организации технологического процесса используется главным образом бескондукторная сборка оболочек с опиранием на несущие балки или фермы.

Укрупнение 6-метровых плит в панели размером 3×12 или 3×18 м производят на земле или на специальных стендах. Монтаж панелей выполняется с использованием временных монтажных затяжек и грузозахватных устройств, исключающих возникновение значительных монтажных напряжений.

В качестве временных опор при монтаже используются стойки, устанавливаемые на расстоянии $^1/_4$ пролета. Стойки и затяжки снимаются после достижения бетоном замоноличивания 70 % проектной прочности.

Стеновые панели. Устанавливают после монтажа каркаса всего здания или отдельной его части. Монтаж стен из панелей длиной

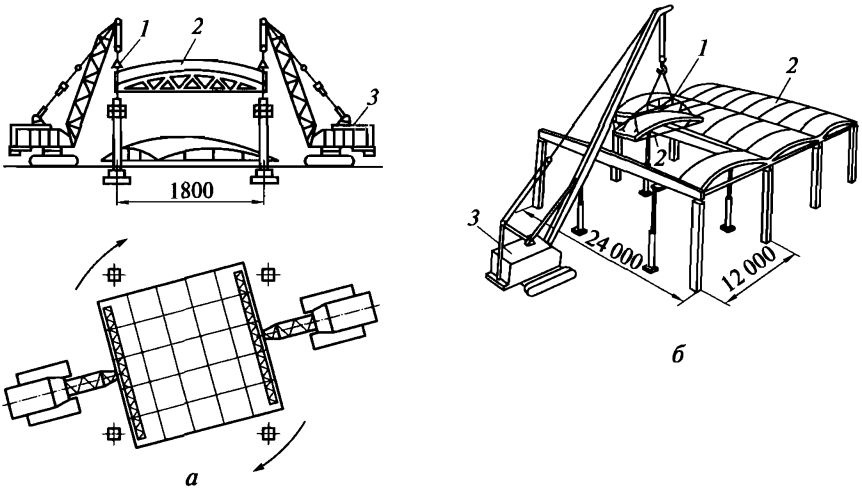


Рис. 10.35. Перекрытие ячеек одноэтажных промышленных зданий оболочками, собираемыми из плит криволинейного очертания:

а — подъем в целом виде; *б* — сборка на проектных отметках; *1* — траверса; *2* — оболочка; *3* — кран

6 и 12 м и высотой от 0,6 до 1,8 м ведут самостоятельным потоком, используя в качестве грузоподъемного оборудования обычные краны на пневмоколесном или гусеничном ходу, а также краны со специальным башенно-стрелковым оборудованием, оснащенные перемещающимися рабочими подмостями (рис. 10.36).

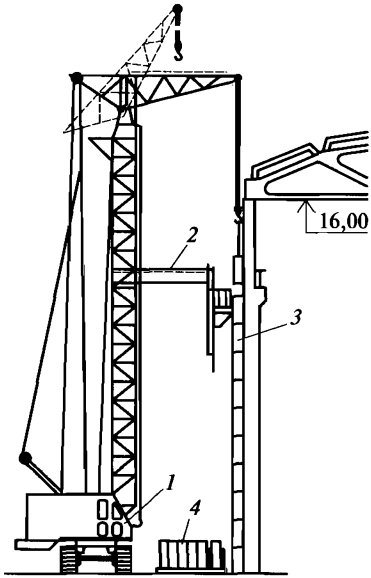
Монтажные краны перемещаются по периметру здания с наружной его стороны. Ширина монтажной зоны зависит от места расположения крана, кассет и вылета стрелы крана L:

$$L = R_{з.г} + l_m + b_к + f,$$

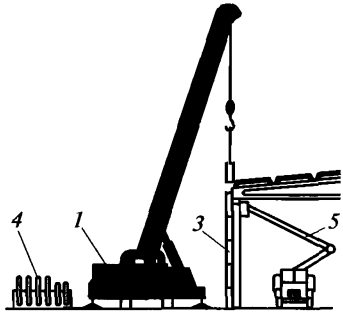
где $R_{з.г}$ — задний габаритный размер крана (радиус вращения хвостовой части крана); l_m — расстояние между кассетой и стеной или краном, равное 1 м; $b_к$ — ширина кассеты (для шести панелей принимается равной 3,5 м); f — расстояние от оси до выступающей части здания в плане.

При применении стреловых кранов ширина монтажной зоны составляет 7...18 м. При расположении крана между кассетой и монтируемой стеной размер монтажной зоны может быть уменьшен на 4,5 м,

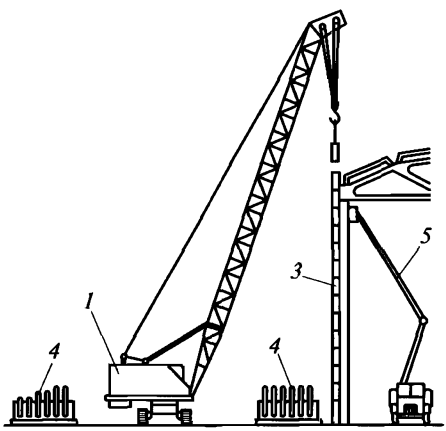
При установке стеновых панелей стреловыми кранами с внутренней части здания для удобства работы монтажников к колоннам приставляют стремянки с ограждениями. При большой высоте здания в качестве рабочих мест монтажников рекомендуется использовать монтажные гидроподъемники на автомобилях (два



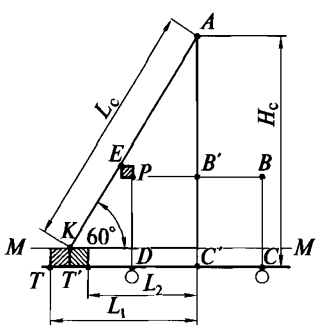
а



б



в



г

Рис. 10.36. Монтаж стеновых панелей:

а — специальным краном; *б* — краном на автошасси; *в* — гусеничным краном; *г* — расчетная схема монтажа; *1* — кран; *2* — площадка крана; *3* — стена; *4* — кассета для стеновых панелей; *5* — автовышка

подъемника, устанавливаемых в местах соединения стеновой панели с колоннами монтируемой ячейки здания).

Технологический процесс установки стеновых панелей одноэтажных промышленных зданий включает в себя такие составляющие:

разгрузка панелей с установкой в кассеты;

установка панелей в проектное положение;

электросварка монтажных стыков;

герметизация и заливка горизонтальных и вертикальных швов;

расшивка швов после монтажа панелей.

Для монтажа всех видов железобетонных конструкций одноэтажных промышленных зданий современными кранами на автошасси с телескопической стрелой можно рекомендовать упрощенный графический способ определения параметров крана (рис. 10.36, *г*).

Для этого в принятом масштабе вычерчивают контур здания или ячейки. Определяют положение точки E (1 м от крайней точки контура по горизонтали и вертикали). Определяют положение оси $M—M$ (1,5...2,5 м от уровня стоянки). Через точку E под углом 60° проводят прямую AK (наиболее рациональное расположение стрелы крана при работе). Определяют положение оси вращения крана (на расстоянии 1,5 м по горизонтали от K). Измеряют длины линий AC', $TC'(T'C')$, AK и, соответственно, высоту подъема стрелы, вылет и длину стрелы.

10.9. Монтаж железобетонных конструкций многоэтажных зданий

Железобетонные каркасы. Железобетонные каркасы многоэтажных зданий, за небольшим исключением, состоят из колон, балок (ригелей) и плит (панелей) перекрытий.

Колонны нижнего этажа обычно опираются на фундаменты стаканного типа, на остальных этажах стыкуются друг с другом на высоте 0,6...0,7 м от уровня пола. Торцы колонн соединяются сваркой металлических оголовков или выпусков арматуры, ригели и плиты свариваются по закладным деталям (см. рис. 10.25).

Для повышения технологичности колонны по длине могут увеличиваться до двух и более этажей, лестничные марши объединяться с полуплощадками и др.

Колонны нижнего этажа устанавливают в стаканы с использованием клиньев и клиновых вкладышей по технологии монтажа колонн одноэтажных промышленных зданий. При монтаже колонн с помощью подкосов между фундаментами укладывают опорные балки, закрепляют хомуты с подкосами и за счет муфт временно выверяют и закрепляют колонны (см. рис. 10.29).

Для монтажа колонн последующих этажей рекомендуется применять при колоннах на один этаж одиночные, а при колоннах на 2...3 этажа — групповые кондукторы (рис. 10.37). При монтаже колонн на нескольких этажей могут быть использованы шаблон-кондукторы, закрепляемые на двух ранее смонтированных колоннах жесткой ячейки и на вершинах двух устанавливаемых колонн. Стенки жесткости до сварки временно закрепляют подкосами.

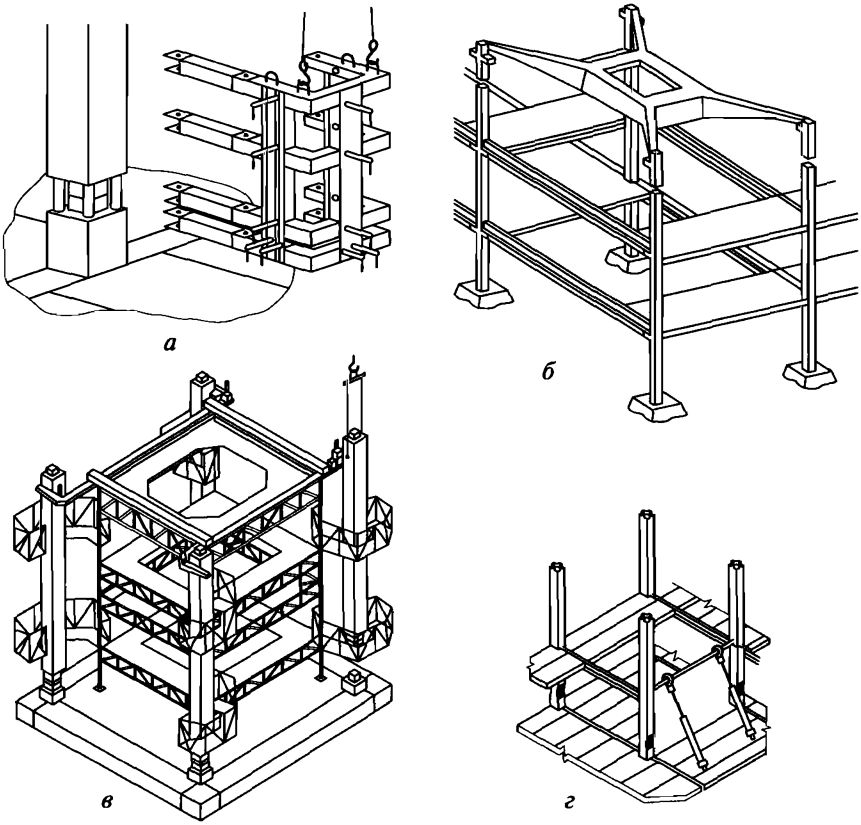


Рис. 10.37. Монтаж конструкций многоэтажных каркасных зданий с использованием:

а, *в* — одиночного и группового кондукторов; *б* — шаблона-кондуктора; *г* — подкосов

При применении одиночных кондукторов обычно практикуется раздельная (дифференцированная) установка в пределах захватки колонн, ригелей, связевых и рядовых плит перекрытия. При использовании групповых кондукторов технологический процесс выполняется в следующем порядке:

устанавливают кондукторы (через ячейку) и монтируют колонны, закрепляя и выверяя их винтами хомутов;

после сварки и заделки стыков колонн укладывают и закрепляют сваркой ригели и связевые плиты первого и второго ярусов;

укладывают плиты перекрытия в пролетах между кондукторами и переставляют кондукторы на следующие позиции;

устанавливают недостающие элементы в свободных ячейках;

В целях сокращения времени монтажа иногда применяют монтажные конструкции в виде плоских Н- или П-образных рам (рис. 10.38). Монтаж каркаса из плоских рам включает в себя следующие технологические операции:

установка, выверка и раскрепление подкосами с помощью специальных установщиков центральной базовой рамы;

монтаж рядовых рам начиная от базовой. Для повышения точности установки в нижних частях стоек предусмотрены штыри-фиксаторы, а верхняя часть рам фиксируется горизонтальными связями;

установка диафрагм жесткости, перегородок и т.д.;

укладка плит и панелей перекрытия.

После выполнения сварочных и антикоррозийных работ производят омоноличивание стыков, используя инвентарную опалубку в виде щитов, а также специальную пресс-опалубку (рис. 10.39).

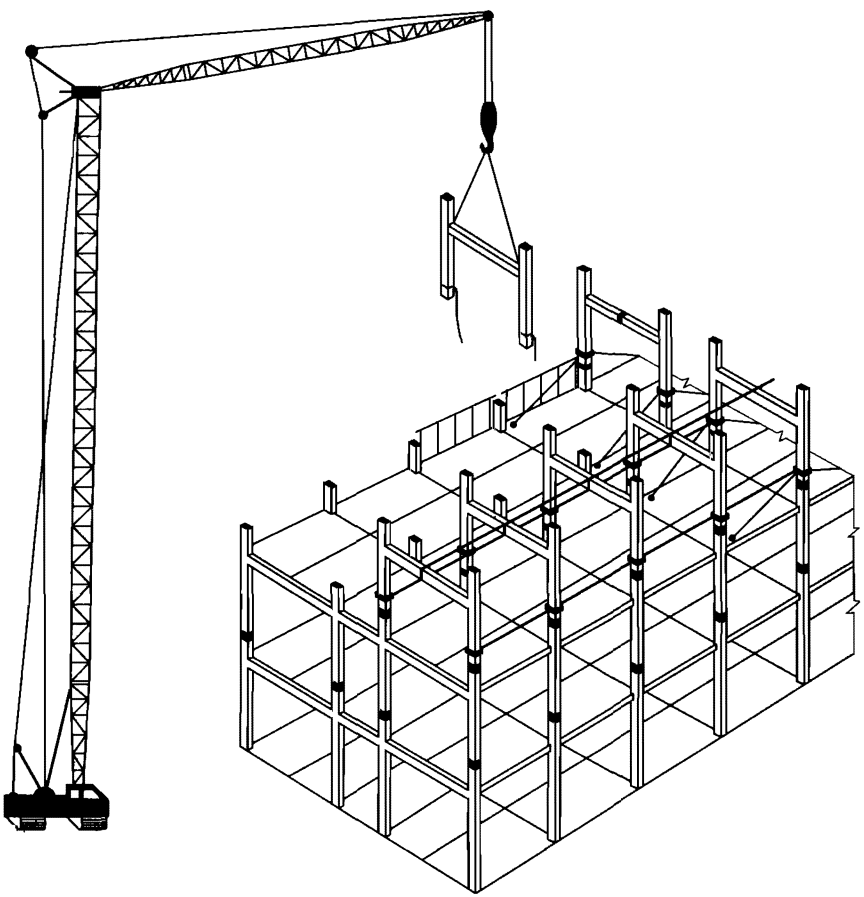


Рис. 10.38. Схема монтажа плоских Н-образных рам

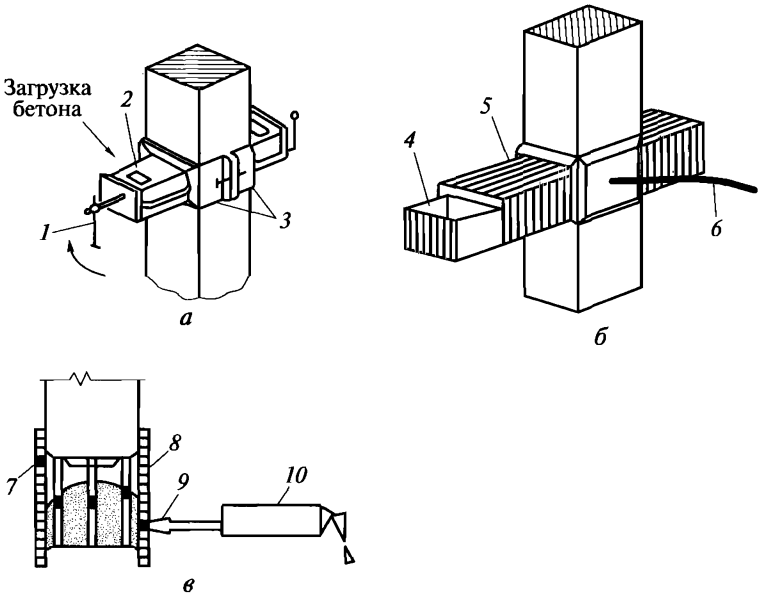


Рис. 10.39. Виды опалубки для заделки стыков:

а — пресс-опалубка; *б* — вакуум-опалубка; *в* — опалубка с нагнетанием раствора; *1* — механический домкрат; *2* — камера нагнетания; *3* — разъемные элементы; *4* — загрузочная камера; *5* — шлюзовая камера; *6* — вакуум-привод; *7* — контрольное отверстие; *8* — щиты опалубки; *9* — штуцер; *10* — ручной растворонасос

Внутренние стеновые панели. Часто выполняют роль диафрагм жесткости. Их монтируют в промежуток времени между сваркой стыков колонн и укладкой ригелей и плит перекрытий, размещаемых над ними (см. рис. 10.37). Стеновые панели устанавливают на слой раствора, выверяют и временно закрепляют с помощью подкосов, а затем сваривают с колоннами.

Монтаж наружного стенового ограждения ведут с отставанием по времени от монтажа несущих конструкций на один ярус, что связано с необходимостью закрепления стыков колонн.

Наружные стеновые панели. Могут устанавливаться по захваткам или по примеру всего здания. По захваткам рекомендуется устанавливать навесные панели с использованием траверсы (рис. 10.40, *а*).

Балка траверсы с помощью захвата прикрепляется к плите перекрытия, что позволяет освобождать стропы крана. Затем с помощью ручных талей панель выводится в проектное положение. После закрепления панели освобождают крюки талей, снимают траверсу и подают ее к месту строповки новой панели.

Простеночные панели устанавливают между струбцинами с откидными хомутами (рис. 10.40, *б*). Расстроповка панели допускается только после проектного закрепления ее нижней части.

При монтаже панелей, опирающихся на плиты перекрытия (рис. 10.40, *в*), могут быть использованы монтажные манипуляторы.

Заделка стыков панелей протекает по следующей схеме:

устраивают растворную постель с таким расчетом, чтобы при установке панели раствор не выдавливался в полость, предназначенную для размещения уплотнительной прокладки;

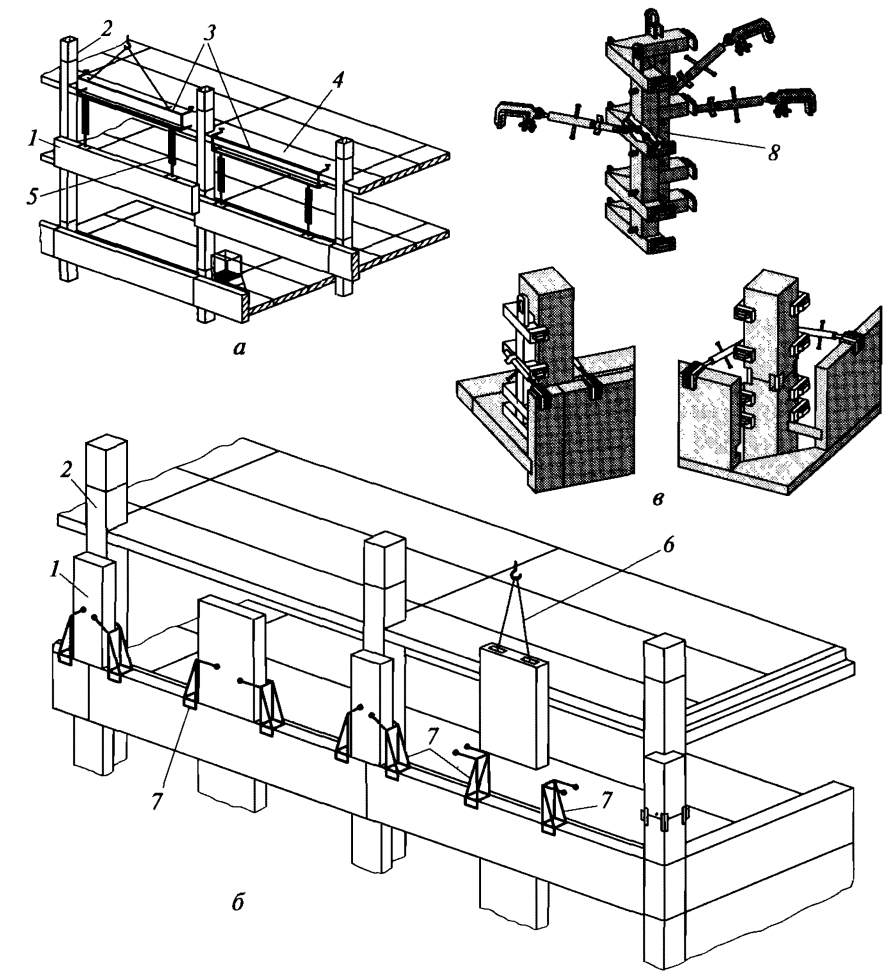


Рис. 10.40. Схемы установки стеновых панелей:

а — навесных; *б* — простеночных; *в* — опирающихся на панель перекрытия; *1* — стеновая панель; *2* — колонна; *3* — траверса; *4* — панель перекрытия; *5* — поддерживающее приспособление; *6* — строп; *7* — струбцина; *8* — манипулятор для установки панелей

производят конопатку, замоноличивание и расшивку швов между соседними панелями. Если проектом предусмотрены водозащитные прокладки, ленты и термовкладыши, то выполняют эти работы до замоноличивания швов;

с фасадной стороны уплотняют стыки упругими шнурами и герметизирующими мастиками, устанавливают водоотбойные ленты, прокладки, водоотводящие фартуки и т. п.

Из бескаркасных зданий распространение получили крупнопанельные и крупноблочные, а также здания из объемно-блочных конструкций. Наиболее массовым видом бескаркасных жилых и общественных зданий являются крупнопанельные с поперечными и продольными несущими стенами.

Крупнопанельные здания. Панели наружных стен таких зданий обычно устанавливают свободным методом с временным закреплением подкосами. При установке панелей внутренних стен предпочтителен ограниченно-свободный монтаж от базовой панели.

Наиболее ответственным технологическим процессом является установка наружных панелей в связи с предъявляемыми к ним дополнительными требованиями по водо-, тепло- и атмосферо-устойчивости.

Монтаж наружных стеновых панелей развивается по следующей технологической схеме:

на перекрытие переносят оси здания, рисками фиксируют места установки конструкций, определяют монтажный горизонт, укладывают деревянные и растворные марки (две под каждую панель);

праймируют (грунтуют) рабочие грани панелей и приклеивают упругий (обычно гернитовый) шнур (рис. 10.41); под устанавливаемую панель расстилают растворную постель, не покрывая

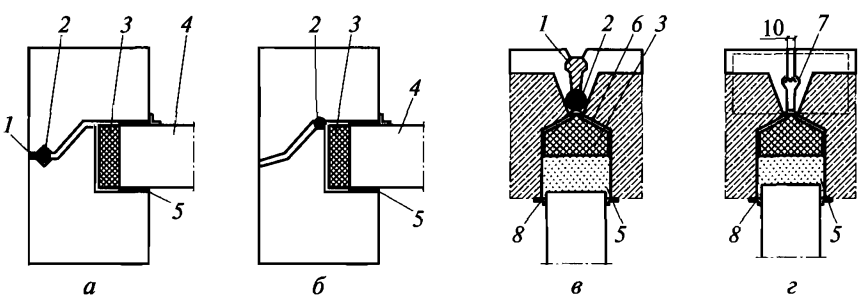


Рис. 10.41. Схемы закрытых и открытых стыков наружных несущих панелей:

а, *б* — горизонтальных; *в*, *г* — вертикальных; *1* — герметизация из нетвердеющей мастики; *2* — уплотняющая прокладка (шнур); *3* — утеплительный вкладыш; *4* — плита перекрытия; *5* — раствор (бетон); *6* — защитная лента; *7* — водоотбойная лента; *8* — опалубка

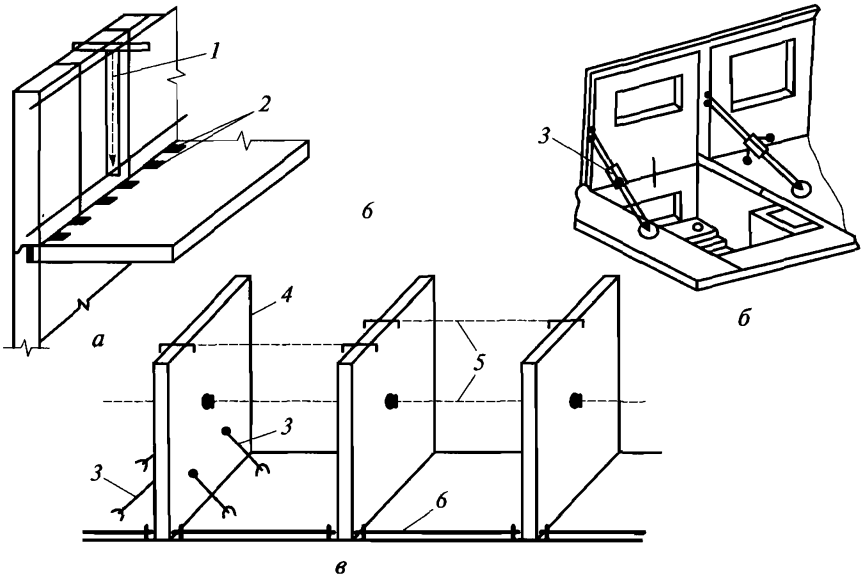


Рис. 10.42. Установка и выверка стеновых панелей с помощью:

а — угловых шаблонов и линейки отвеса; *б*, *в* — подкосов, штанг-шаблонов; *1* — линейка-отвес; *2* — шаблоны; *3* — подкос; *4* — базовая панель; *5* — штанг-шаблоны; *6* — лента с фиксаторами

при этом шнура. В вертикальный закрытый стык (с заделываемым устьем) насухо заправляют упругую прокладку;

устанавливают «на весу» стеновую панель. Отклонения панели в плане исправляют монтажными ломами. Выверку по вертикали производят укороченными подкосами, ориентируясь на рейку или линейку-отвес (рис. 10.42, *а*, *б*);

снимают стропы, производят подштопку горизонтального шва и проектное закрепление панели сваркой;

в открытый вертикальный стык сверху вводят водоотбойную ленту с таким расчетом, чтобы раскрытие крайних гофр было обращено к фасаду;

на внутренние поверхности вертикального стыка наклеивают герметизирующую ленту, устанавливают утеплительные вкладыши и изолируют их синтетической пленкой;

устанавливают опалубку и производят омоноличивание вертикального стыка.

Монтаж внутренних панелей часто производят по технологической схеме, применяемой при установке внутренних стеновых панелей в каркасных зданиях. Но кроме установки свободным методом с выверкой подкосами используют ограниченно-свободный метод с применением стальной ленты с фиксаторами (упо-

рами) и штанг-шаблонов. В качестве базового элемента может быть использован кондуктор-установщик или тщательно выверенная базовая панель (рис. 10.42, *в*).

Как базовые элементы можно использовать шахты лифтов, стены лестничной клетки или поперечные несущие стены. По перекрытию раскатывают стальные ленты с отверстиями, в которых закрепляют упоры, фиксирующие положения низа поперечных стеновых панелей. Верх или среднюю часть панелей фиксируют от базового элемента горизонтальными связями.

Наличие постоянного размера между фиксирующими устройствами связей или штанг обеспечивает принудительное приведение верха стеновой панели в проектное положение, и выверка панели по вертикали не производится.

Крупноблочные здания. Крупные блоки выгружают на приобъектный склад и устанавливают поэлементно. Монтаж «с колес» не применяется, поскольку детали для крупноблочных зданий обычно поставляются с нескольких заводов ЖБИ.

Монтаж стеновых блоков и других конструкций крупноблочного здания (рис. 10.43) осуществляют по следующей схеме:

переносят на этаж монтажный горизонт и разбивочные оси, размечают положение сантехнических кабин и других элементов;

устанавливают угловые и через 10...15 м — маячные блоки, по внутренним граням которых на высоте 0,7...1,0 м натягивают причальный шнур;

монтируют простеночные блоки и блоки торцовых стен, выверяя их по причалке и рейке-отвесу и делая «подштопку» раствором;

по истечении времени, необходимого для затвердевания раствора, между простеночными устанавливают подоконные блоки;

монтируют блоки внутренних стен, блоки-перемычки, перегородки, сантехнические кабины, лестничные марши и другие элементы;

начиная от лестничной клетки укладывают плиты перекрытия.

Рабочий процесс по установке блока состоит из следующих технологических операций:

подготовка места для укладки растворной постели — смачивание опорной поверхности, установка на растворе (примораживание) двух деревянных или растворных марок;

укладка растворной постели;

втапливание двух деревянных клиньев с таким расчетом, чтобы установленный затем блок был наклонен наружу;

установка блока на подготовленную постель с выверкой по шнуру-причалке, осадкой клиньев и перемещением (при необходимости) блока монтажной лапой;

сварка закладных деталей и заделка швов.

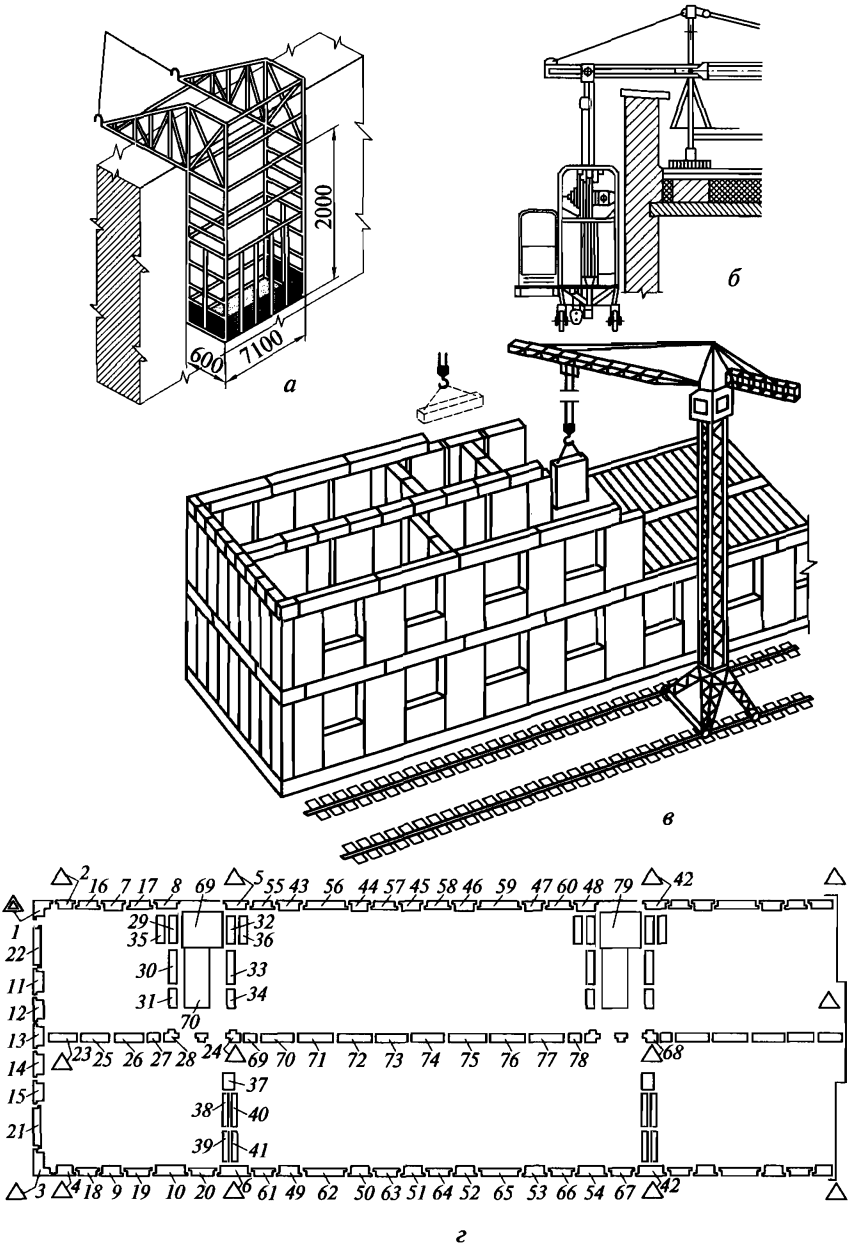


Рис. 10.43. Монтаж сборных конструкций крупноблочных зданий:

а, *б* — заделка стыков блоков с навесных площадок или люлек; *в* — монтаж несущих и ограждающих конструкций; *г* — последовательность установки элементов

Заделку вертикальных закрытых стыков подоконных и внутренних стеновых блоков выполняют раствором или мелкозернистой бетонной смесью, загружая ее сверху и уплотняя вибратором с гибким валом. Стыки наружных стеновых блоков заделывают теплым бетоном или обычным тяжелым бетоном, но с установкой теплоизоляционных вкладышей. Опалубку убирают после того, как бетон в стыках наберет не менее 50 % проектной прочности.

С фасада стыки наружных стен герметизируют упругими прокладками и расшивают нетвердеющими мастиками с навесных площадок или люлек (см. рис. 10.43).

Здания из объемных блоков. Практика укрупнения блоков привела к внедрению объемно-блочного домостроения — сборке зданий из изготовленных и оборудованных в заводских условиях объемных элементов. По конструктивному использованию различают блоки типа «стакан», «колпак», «лежачий стакан» (рис. 10.44).

При возведении зданий из объемно-блочных элементов значительно упрощаются операции по выверке и монтажу, особенно если при установке отсутствуют работы по стыковке коммуникаций. Широко распространен способ монтажа двух параллельных рядов объемных блоков в пределах одного этажа.

Объемные блоки могут устанавливаться через ячейку, а промежутки между ними — заполняться стеновыми панелями (рис. 10.44, *д*), что благотворно отражается на себестоимости продукции.

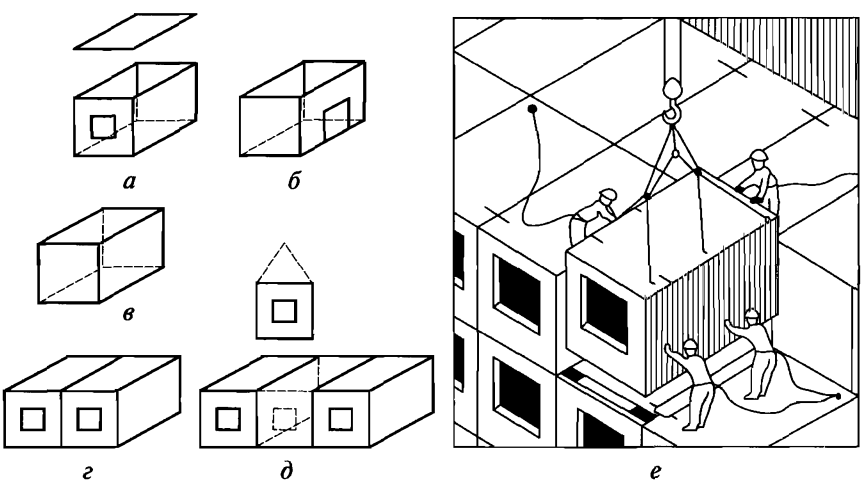


Рис. 10.44. Монтаж объемных блоков:

а, *б*, *в* — конструкции блоков «стакан», «колпак», «лежачий стакан»; *г*, *д* — установка блоков вплотную друг к другу и через ячейку; *е* — работа монтажников по наведению и установке блока

Блоки монтируют поэтажно — «на себя». Более рационально сначала установить объемные блоки на весь этаж, а затем уже доборные элементы. Стыки между блоками заделывают изоляционными материалами, а швы по фасаду — герметиками и мастиками.

Блоки монтирует монтажное звено в составе двух такелажников, трех монтажников и сварщика-монтажника (см. рис. 10.44). Продолжительность установки торцовых блоков увеличивается по сравнению с монтажом рядовых блоков в 2—3 раза.

Ствол мусоропровода собирают по ходу возведения здания с отставанием на один этаж. Установленную трубу выверяют по вертикали и закрепляют клиньями в отверстии лестничной клетки. Стык зачеканивают сначала паклей, а затем раствором.

Вентиляционные блоки монтируют после возведения стен на высоту этажа. Два монтажника, устанавливая блок, следят за точным совмещением каналов у верхнего и нижнего боков. Отклонение в плане и от вертикали монтажники устраняют, перемещая блок ломиками. После сварки закладных деталей выполняют расстроповку и зачистку полостей каналов от попавшего раствора.

Санитарно-технические кабины устанавливают по слою песка на перекрытии в такой последовательности: подготавливают, стропят и подают кабину к месту установки; очищают место установки кабины и устраивают постель из песка; принимают, ориентируют и устанавливают кабину; перемещают кабину в проектное положение и расстроповывают. Санитарно-технические кабины в плане устанавливают по рискам (рис. 10.45, *а*). При установке кабин канализационные и водопроводные стояки тщательно совмещают с соответствующими стояками расположенных ниже кабин. Подсоединение стояков производят через монтажный люк, не заходя в кабину. Выверку кабин по вертикали выполняют с помощью рейки-отвеса. Выверку в плане производят ломиками при натянутых стропах. Для расстроповки используют лестницы-стремянки.

Лифтовые шахты устанавливают на предварительно расстеленную растворную постель в такой последовательности:

снимают щиты, закрывающие отверстие лифтовой шахты, проверяют, огражден ли дверной проем;

устраивают растворную постель под элементы шахты лифта. С одной из длинных сторон шахты в постель втапливают две марки, верх которых соответствует монтажному горизонту, а с противоположной стороны — два клина, верх которых должен находиться несколько выше отметки монтажного горизонта;

устанавливают шахту, совмещая риски, нанесенные на стенки шахты и плиты перекрытия;

ориентируясь по рейке-отвесу и постепенно выталкивая клинья, придают лифтовой шахте проектное положение (рис. 10.45, *б*), после чего проводят расстроповку конструкции;

с некоторым отставанием от монтажного цикла закрепляют положение конструкции, сваривая закладные детали.

До снятия стропов необходимо проверить совместимость порожка лифтовой шахты и пола предлифтовой площадки.

Перемычки в зданиях с каменными стенами укладывают на растворную постель после завершения кладки простенков. Несущие

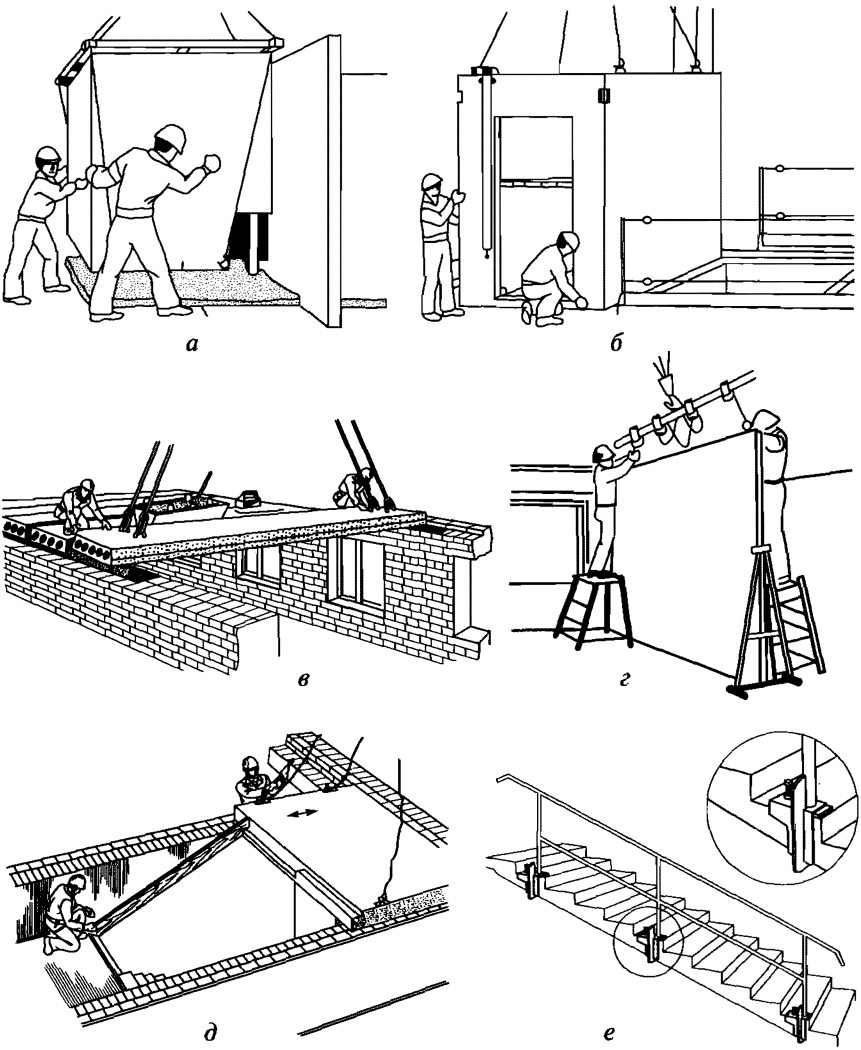


Рис. 10.45. Установка сборных железобетонных элементов:

а, *б* — объемных сантехнических кабин и лифтовых шахт; *в* — плит перекрытия; *г* — перегородок; *д*, *е* — разметка мест установки и ограждение лестничных маршей

перемычки стропят за монтажные петли и устанавливают краном. Рядовые перемычки можно устанавливать вручную. Укладывая перемычки, проверяют точность их установки по вертикальным отметкам, глубину заделки концов и горизонтальность.

До установки *прогона* проверяют отметки и горизонтальность железобетонных подушек и опорных площадок колонн. Прогоны укладывают на растворную постель, на внутренних опорах закрепляют электросваркой, в наружных стенах — анкерами.

Монтаж *плит перекрытий* (рис. 10.45, *в*) выполняют после завершения кладки, установки перегородок, подготовки под полы. До монтажа опорные поверхности стен проверяют нивелиром и при необходимости выравнивают стяжкой.

При укладке первой плиты два монтажника находятся на подмостях, а затем на перекрытии, располагаясь по одному у опор монтируемой плиты. Они принимают поданную плиту, разворачивают ее при необходимости и наводят на опорные поверхности стены. При укладке следят, чтобы потолок помещения был горизонтальным, перепады по высоте не превышали 3 мм. Если уложенную конструкцию необходимо переложить, ее поднимают, очищают от раствора и укладывают заново.

Швы между плитами заделывают раствором, а места сопряжения со стенами и торцы — бетоном или раствором. Смежные плиты скрепляют между собой за монтажные петли.

При опирании пустотных настилов на наружные стены пустоты в них обязательно заполняют бетонными пробками или легкой бетонной смесью на глубину до 120 мм. Также заделывают пустоты в плитах, опирающихся на внутренние стены, начиная с третьего перекрытия от верха здания и ниже, и в перекрытиях, над которыми расположено 10 и более этажей. Такая заделка необходима для предохранения опорных частей опорных плит перекрытия от разрушения под давлением верхних этажей.

Крупноразмерные перегородки (рис. 10.45, *г*) устанавливают краном, выверяют с помощью рейки-отвеса, временно закрепляют монтажными опорами. До начала монтажа *лестничных площадок* проверяют их размеры, укладывают слой раствора и краном подают лестничную площадку. Уложив площадку, проверяют ее горизонтальность и вертикальность с площадками нижних этажей. Расстояние между площадками проверяют деревянными шаблонами, имеющими форму косоура (рис. 10.45, *д*).

После выверки положения площадок монтируют *лестничные марши*. Лестничный марш подают с помощью четырехветвенного стропа с двумя укороченными ветвями, придающими при подъеме наклон. При укладке марша проверяют точность опирания на полки площадок и горизонтальность ступеней. После расстроповки сваривают закладные детали и устанавливают временные ограждения марша и площадки.

К монтажу *балконных плит* приступают по всей длине захватки после возведения стен и укладки перекрытия над этажом. Временное крепление балконных плит выполняют с помощью инвентарных устройств или раздвижных стоек-упоров, опирая их на балконные плиты нижних этажей.

10.10. Монтаж металлических конструкций

Не умаляя достоинств таких материалов, как бетон или камень, следует признать, что в связи с высокими прочностными характеристиками металлические конструкции по сравнению с ними имеют меньшие массу и размеры.

В отличие от сборных железобетонных изделий узловые сопряжения металлических конструкций имеют более жесткие допуски и требуют более тщательного исполнения.

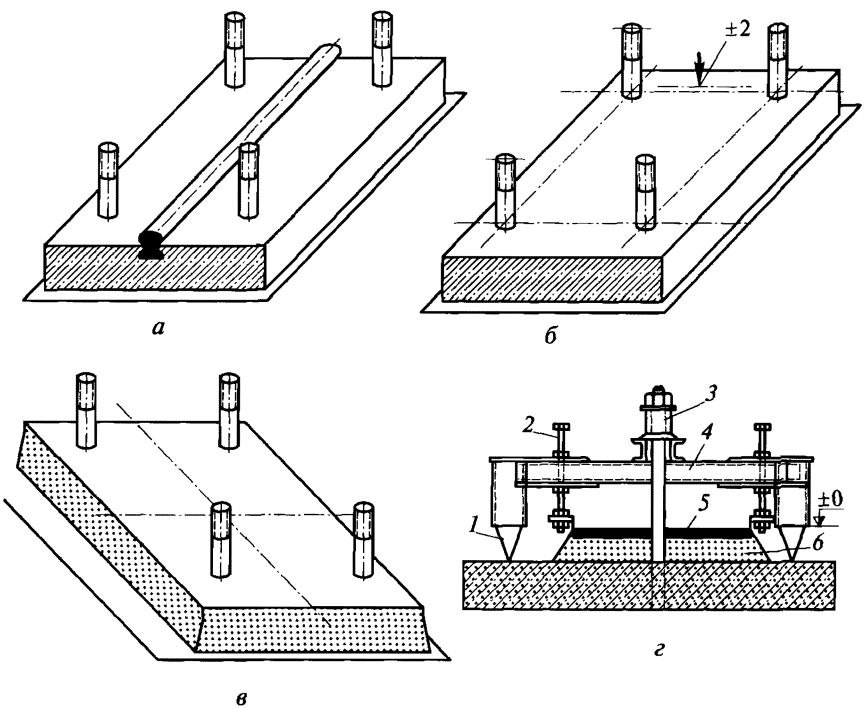


Рис. 10.46. Фундаменты под металлические колонны:

а — с опорными ребрами; *б* — с выверенной бетонной опорой; *в* — с подлитыми строганными опорными плитами; *г* — выверка опорной плиты с помощью кондуктора; *1* — опоры; *2*, *3* — выверочный и анкерный болты; *4* — рама, *5* — опорная плита; *6* — подливка

Работы по монтажу металлических конструкций проводят в соответствии с утвержденным ППР, в котором наряду с общими требованиями должны быть предусмотрены:

мероприятия, обеспечивающие требуемую точность монтажа, пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и монтажа;

последовательность установки конструкций в проектное положение; степень их укрупнения и безопасные условия труда; особенности технологии установки и закрепления.

Фундаменты под стальные колонны. Их часто изготовляют из монолитного железобетона. В опорные поверхности фундаментов заделывают анкерные болты с нарезкой для навинчивания гаек. Расширения отверстий под болты (клюзы) позволяют за счет некоторого отгиба болтов исправлять неточность их установки. Для предотвращения сминания на резьбу анкерных болтов перед монтажом надевают конические насадки.

Опорные поверхности фундаментов могут быть подготовлены тремя способами:

с установкой и выверкой опорных ребер;

тщательным выравниванием бетонного фундамента;

установкой и подливкой стальных опорных плит.

При первом способе (рис. 10.46, *а*) вертикальность установки колонны выверяют путем ее наклона в нужную сторону. После достижения колонной вертикального положения гайки на анкерных болтах затягивают, а под башмак подливают цементный раствор.

Положение отметок опорных поверхностей бетонных фундаментов с отклонениями не более 2 мм (рис. 10.46, *б*) достигается путем закладки фрезерованных опорных деталей. При такой подготовке опорных поверхностей установка колонн заключается в совмещении рисок и закреплении башмаков анкерными болтами.

На фундаменты, имеющие в качестве опорных поверхностей выверенные и подлитые предварительно строганые плиты (рис. 10.46, *в*, *г*), колонны устанавливают безвыверочным способом. Для этого, установив кондуктором опорные плиты, выполняют их подливку раствором и наносят осевые риски.

Одноэтажные колонны. Одноэтажные колонны небольшой массы монтируют «на весу», с переводом их из горизонтального положения в вертикальное в воздухе за счет строповки выше и ниже центра тяжести (рис. 10.47, *а*). Для захвата колонн рекомендуется использовать захватные скобы.

Для подъема тяжелых колонн используют метод «поворота» (рис. 10.47, *б*). Строповка колонн в этом случае осуществляется выше центра тяжести. Колонну предварительно упирают нижним концом в фундамент и поворачивают, упираясь в него и одновременно изменяя вылет крюка крана. При легких фундаментах, когда имеется опасность их сдвижки, устанавливают страховочные лебедки.

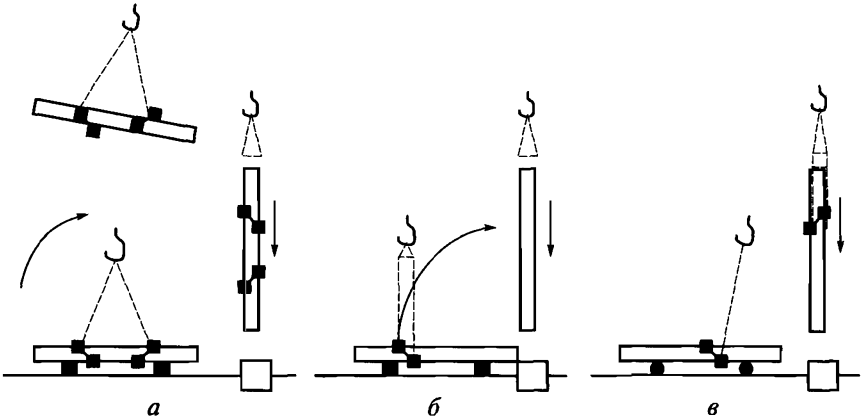


Рис. 10.47. Методы подъема колон:
а — «на весу»; *б* — «поворотом»; *в* — «скольжением»

Для подъема особо тяжелых колонн может быть применен метод «скольжения» (рис. 10.47, *в*), когда низ колонны при подъеме скользит по земле. Для уменьшения сил трения под пяту колонны укладывают катки, металлические листы или используют специальные тележки. Для страховки скольжения база колонны может регулироваться тросом тормозной лебедки.

При монтаже одноэтажных зданий с металлическими конструкциями обычно применяют метод секционной сборки, т. е. монтируют все элементы ячейки или секции, а затем переходят к сборке следующей секции.

До установки ферм и связей устойчивость колонн обеспечивают затяжкой гаек анкерных болтов и дополнительной установкой расчалок в направлении узких сторон башмаков колонн. Устойчивость колонн высотой более 15 м кроме этого обеспечивается установкой дополнительных расчалок вдоль рядов колонн.

При шарнирном опирании колонны раскрепляют вдоль и поперек ряда. Дополнительные связи могут быть сняты только после установки ферм и постоянных связей.

После окончательной установки и закрепления колонн производят обетонировку мест их соединения с фундаментами.

Колонны многоэтажных зданий. Как правило, их изготовляют с фрезерованными торцами и устанавливают друг на друга без выверки по высоте. Колонны высотой на два или три этажа могут укрупняться непосредственно на объекте.

В связи с небольшой массой их можно монтировать «на весу», используя для строповки рамочные или штыревые захваты в комплексе с укороченной траверсой (рис. 10.48, *а*).

Установленную колонну до снятия стропов раскрепляют анкерными болтами. При отсутствии башмаков колонны раскрепляются подкосами, а также временными или постоянными связями.

Колонны устанавливают на строганые плиты, совмещая риски на опорных плитах с рисками на оголовках колонн, выверяют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, закрепляют болтами, после чего окончательно сваривают стыки.

Подкрановые балки. Их изготовляют двухтаврового типа. Балки длиной до 12 м монтируют в целом виде. Строповка балок проводится в двух точках с помощью полуавтоматического стропа путем обхвата балки или соединения с ней через скобы, закрепляемые в отверстиях верхней полки балки.

Балки необходимо монтировать сразу же после установки колонн, так как они выполняют роль жестких распорок, обеспечивающих колоннам их устойчивость в плоскости ряда.

Подкрановые балки пролетом 18 м и более изготовляют из 2... 4 частей. В зависимости от грузоподъемности крана их устанавливают целиком, после укрупнения, или отдельными частями с опиранием на временные опоры (рис. 10.48, *б*).

На опоры устанавливают домкраты, с помощью которых совмещают монтажные стыки частей балок. После оформления стыков домкраты снимают, временные опоры выводят из-под балки, временные расчалки, удерживающие колонну, снимают и используют при установке следующей колонны.

Установленную балку прикрепляют к колонне, выверяют и соединяют болтами с ранее установленной балкой. Одновременно с монтажом подкрановой балки устанавливают и закрепляют постоянные связи и тормозной настил, проверяют положение оси балки, наносят монтажные риски.

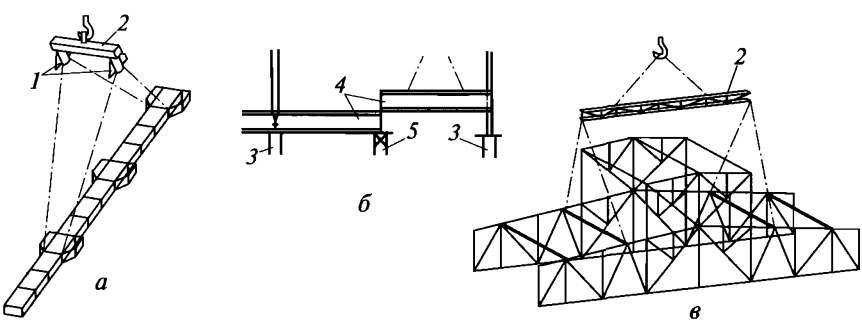


Рис. 10.48. Укрупнение и установка конструкций:

а — многоэтажных колон; *б* — подкрановых балок; *в* — ферм; *1* — блоки; *2* — траверса; *3* — колонна; *4* — части подкрановой балки; *5* — временная опора

При применении балок со строганой нижней кромкой и установке их на строганые опорные плиты консолей колонн необходимость выверки балок по высоте отпадает. В других случаях для выверки балок используют листовые подкладки.

Иногда балки монтируют в виде объемных блоков, состоящих из двух подкрановых балок и тормозных конструкций. Такой блок не требует сложной выверки, что позволяет устанавливать на поднимаемые подкрановые балки крановые рельсы.

В процессе установки металлические подкрановые балки выверяют по схеме, применяемой при установке железобетонных балок (см. рис. 10.33). После установки всех несущих конструкций в пролете выполняют повторную (окончательную) выверку и закрепление подкрановых балок и рельсов по проекту.

Металлические балки и прогоны в гражданских зданиях в большинстве случаев бывают таврового или двухтаврового сечения.

Их монтаж осуществляют теми же методами, что и монтаж железобетонных конструкций. При укладке балки устанавливают опорными частями на консоли колонн или приваренные к ним опорные фасонки, временно закрепляют монтажными болтами и после выверки окончательно скрепляют с колоннами сваркой. С колоннами круглого сечения балки соединяют с помощью фасонок на болтах или на сварке.

Покрытие. Покрытие одноэтажных зданий чаще всего состоит: из подстропильных, стропильных и фонарных ферм, горизонтальных и вертикальных связей, панелей покрытия или профнастила.

Первая стропильная ферма раскрепляется расчалками, прикрепляемыми к временному якорю и соседним фундаментам. Вторая ферма скрепляется с первой двумя-тремя распорками, а также фиксируется расчалками. Последующие фермы скрепляют с ранее установленными распорками. Связи по поясам ферм устанавливают сразу после их выверки.

В фонарных зданиях стропильные фермы чаще всего устанавливаются вместе с фонарями. Наиболее рациональным методом установки ферм и фонарей является их укрупнение на земле в пространственные блоки, состоящие из двух ферм с фонарями, соединенных распорками и связями (рис. 10.48, *в*).

В подъеме и установке блока участвует звено монтажников, состоящее из шести человек: два монтажника, находясь на земле, удерживают блок от раскачивания, четыре монтажника, находясь в люльках у опорных узлов ферм, участвуют в посадке блока на опоры.

Фермы обычно находятся на большой высоте. Подъем монтажников к местам строповки ферм бывает далеко не безопасным, поэтому для расстроповки необходимо применять те приспособления, которые не требуют подъема людей для снятия стропов, т.е. приспособления с дистанционным управлением.

Плиты покрытия в бесфонарных зданиях рекомендуется укладывать по традиционной схеме — в направлении от краев к коньку симметрично с двух сторон. При наличии фонаря — от краев к фонарю, затем по фонарю от свеса к коньку.

Покрытия промышленных и гражданских зданий с легким металлическим каркасом чаще устраивают из оцинкованного стального или алюминиевого профилированного настила (профнастила) с плитным утеплением из минеральной ваты, пенополистирола или пенополиуретана (рис. 10.49). Обязательным условием такой конструкции является проветривание.

Укладка профнастила ведется в направлении от края пролета к середине. Между собой листы стыкуются внахлестку и крепятся к прогонам болтами-саморезами, электрозаклепками или пристрелкой дюбелями.

В качестве облегченного покрытия используют «сэндвич-панели» полной заводской готовности, с гладкой или гофрированной поверхностью, утеплителем из пенополистирола, с расчетной толщиной S и 9-мм напылением слоя пенополиуретана.

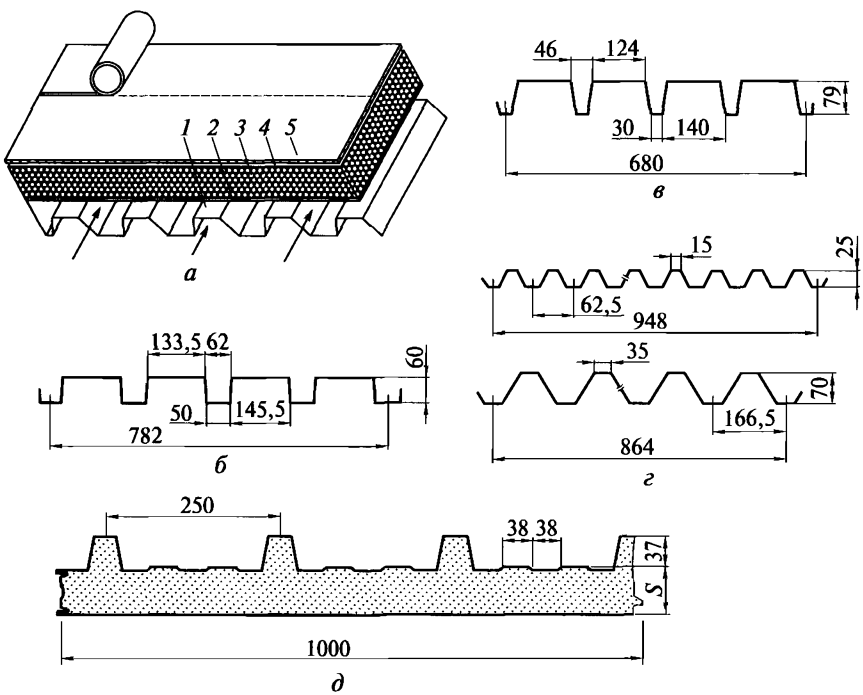


Рис. 10.49. Легкие металлические покрытия промышленных зданий:

а — общий вид покрытия; *б*, *в* — стальной профнастил; *г* — алюминиевый профнастил; *д* — кровельная «сэндвич-панель»; *1* — профнастил; *2* — пароизоляция; *3* — утеплитель; *4* — стяжка; *5* — кровельное покрытие

Кровельные «сэндвич-панели» заводят при укладке выступами в пазы ранее уложенных панелей. В стык укладывают теплогидроизоляционные прокладки. К основанию панели крепятся болтами-саморезами и кляммерами. Укладка панелей ведется обычными способами в последовательности, принятой при укладке железобетонных плит.

Широкое распространение легких металлических конструкций с эффективным утеплителем позволило внедрить в практику строительства конвейерно-блочный монтаж, т.е. сборку на земле законченных блоков покрытия размером на ячейку и подъем их на проектную отметку кранами или специальными установщиками.

Готовые блоки доставляются в зону монтажа и устанавливаются в проектное положение одним из следующих способов:

монтаж с помощью низкого или высокого установщика;

подъем и установка блока с помощью крана;

подъем выталкиванием и надвижка в проектное положение.

Наиболее простым и легко реализуемым способом является способ с использованием низкого установщика, перемещаемого по уложенным цеховым путям для мостовых кранов (рис. 10.50).

Технологическая схема монтажного процесса выглядит следующим образом:

внизу собирают объемные блоки размером 12×18...36 м, состоящие из ферм, связей и покрытия;

в межферменном пространстве блока устанавливают оборудование и коммуникации (трубопроводы, воздуховоды и др.);

очередной блок перемещают в зону монтажа, помещают на установщик и надвигают на свое место.

Основное достоинство метода — сокращение верхолазных работ и перенос сборочных операций в полустационарные наземные условия, что благоприятно сказывается не только на производительности труда, но на качестве и безопасности монтажных работ.

Стеновые ограждения. Их выполняют из легких панелей или блоков. Применявшиеся ранее железобетонные панели вытесняются поро- и пеноблоками, «сэндвич-панелями» и т.п.

Вопросам индустриальности наиболее полно отвечают навесные трехслойные «сэндвич-панели» (рис. 10.51), состоящие из двух гладких или гофрированных, стальных или алюминиевых листов толщиной 0,5...0,7 мм и расположенного между ними эффективного плитного утеплителя из минеральной ваты или пенополистирола, толщина которого S варьируется в зависимости от района строительства и требований теплозащиты.

В последнее время в нашей стране освоен выпуск фасадных «сэндвич-панелей» шириной 1 м и длиной до 12 м, по размеру соответствующих шагу колонн ячеек промышленных и граждан-

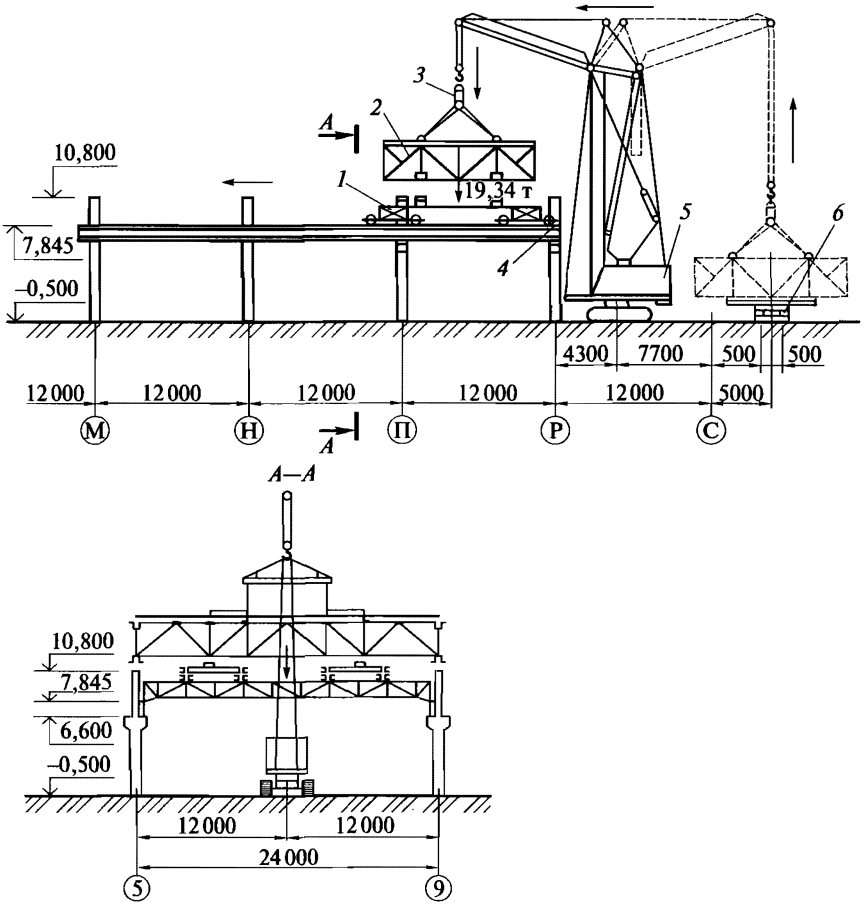


Рис. 10.50. Схема конвейерно-блочного монтажа покрытия:

1 — установщик; *2* — блок покрытия; *3* — траверса; *4* — временный тупик; *5* — кран; *6* — железнодорожная тележка

ских зданий. Установка панелей может осуществляться как горизонтальными, так и вертикальными рядами.

В связи с небольшой массой их монтаж может выполняться с помощью автокрана. В связи с заменой сварных соединений болтовыми можно полностью исключить «мокрые» процессы по заделке стыков, что является немаловажным обстоятельством, особенно при выполнении работ в зимнее время.

Фасадные «сэндвич-панели» не требуют дополнительной отделки на объекте, так как покрыты краской или напылением слоя пенополиуретана толщиной до 10 мм.

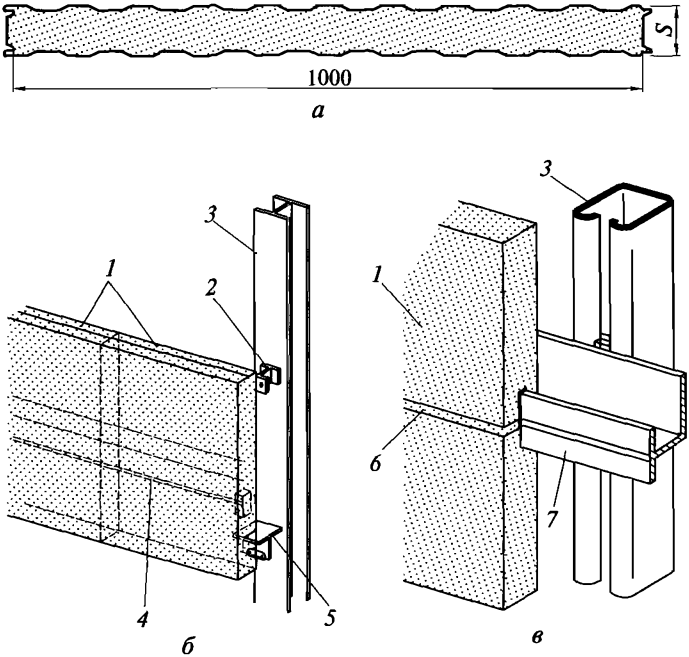


Рис. 10.51. Монтаж стеновых «сэндвич-панелей»:

а — поперечное сечение; *б* — установка панели с болтовым креплением; *в* — установка панели с безболтовым креплением; *1* — стеновые панели; *2* — болтовые крепления; *3* — колонны; *4* — тяга; *5* — опорный столик; *6* — герметический шов; *7* — опорный прогон

На рис. 10.51 приведены варианты болтового и безболтового закрепления «сэндвич-панелей». В первом случае показана бескрановая установка мелких стеновых плит с алюминиевым оформлением и утеплением из пенополиуретана. Плиты стянуты жесткими стальными тягами в конструкцию длиной 6 м и установлены на опорные столики колонн.

Во втором случае «сэндвич-панели» длиной, равной шагу колонн, заводят пазом в алюминиевые прогоны и прижимают сверху прогонами следующего яруса. Швы герметизируют нетвердеющими мастиками и уплотнительным шнуром.

Кроме установки стенового ограждения из «сэндвич-панелей» в готовом виде может быть применена их поэлементная сборка, заключающаяся в установке металлического кассетного профиля, заполнении пространства между его ребрами плитным утеплителем, установке с наружной стороны стены облицовки в виде профилированного настила с полимерным покрытием, металлического сайдинга или фасадных панелей.

Большеразмерные конструкции. Их можно собирать на проектных отметках из отдельных элементов, а также на земле с последующим переводом в проектное положение в целом виде.

В зависимости от типа, массы и размеров высотной конструкции применяют следующие методы монтажа: подъем цельнособранной конструкции, поворот вокруг опорного шарнира, возведение конструкции наращиванием с использованием самоподъемного крана (рис. 10.52, *а*) и подращиванием.

Основным методом возведения большепролетных металлических конструкций является метод полунавесной сборки. Так, балки и арки больших пролетов в местах стыков опирают на временные опоры, которые затем переставляются на новые места. Купола обычно монтируют с опиранием несущих элементов на центральную временную опору. При пролетах до 50 м в качестве такой опоры можно использовать башню монтажного крана.

Монтаж структурных покрытий часто осуществляют собранными на земле блоками размерами 12×18, 18×18, 24×24 м. На рис. 10.52, *б* приведена схема перекрытия здания зального типа размером в плане 54×60 м структурными блоками с профнастилом раз-

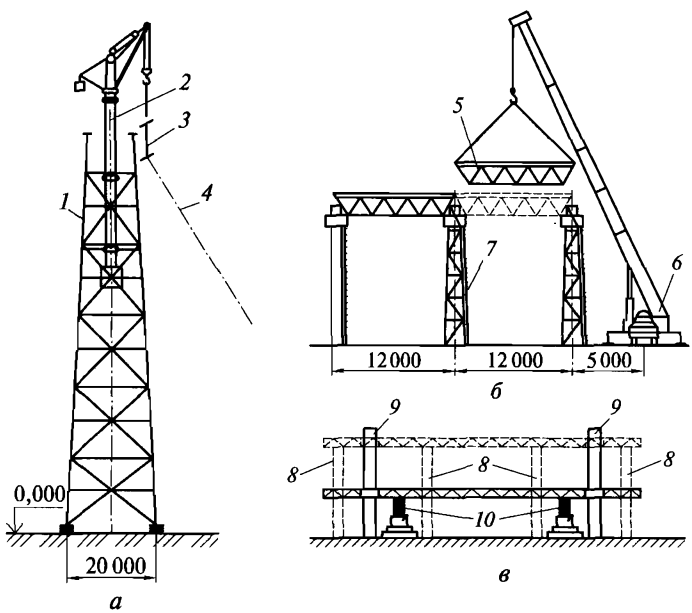


Рис. 10.52. Монтаж большеразмерных металлических конструкций:

а — высотных; *б*, *в* — большепролетных, собираемых на проектных отметках и на земле; *1* — высотное сооружение в период монтажа; *2* — самоподъемный кран; *3* — монтируемый элемент; *4* — оттяжки; *5* — монтируемый блок; *6* — стреловой кран; *7* — временные опоры; *8* — постоянные опоры; *9* — направляющие; *10* — выталкиватели

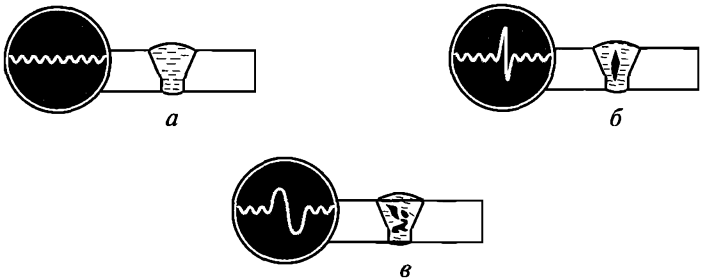


Рис. 10.53. Характер кривых на экране осциллографа при дефектах в сварных швах:

а — без внутренних дефектов; *б* — раковина; *в* — включения

мером 12×18 м. Для подъема и установки блоков используют стреловой кран на шасси автомобильного типа.

Монтажные работы выполняют в такой последовательности: сборка структурного блока и подача его на монтажную площадку, установка блока на временные опоры, подъем и установка двух следующих блоков, сварка стыков блоков и предварительное натяжение их нижних поясов, снятие и перестановка временных опор.

Монтаж укрупненных металлических конструкций можно осуществлять методом вертикального подъема двумя синхронно работающими кранами или выталкиванием собранного на земле покрытия гидравлическими выталкивателями (рис. 10.52, *в*).

Соединения металлических конструкций (МК) бывают сварными, заклепочными и болтовыми. Сварные соединения могут быть стыковыми, нахлесточными, угловыми, тавровыми и др. (см. рис. 10.23). Наружные дефекты сварки могут быть выявлены внешним осмотром готового сварного изделия: отклонения в размерах швов и соединений, наплывы, подрезы, непровары, свищи, наружные трещины и др.

Внутренние дефекты определяют в результате механических испытаний, методами ультразвуковой дефектоскопии и просвечивания рентгеновскими или γ-лучами. О наличии дефектов судят по характеру кривых на экране осциллографа (рис. 10.53).

Заклепки устанавливаются в холодном или горячем виде, ручной или машинной клепкой, соединением внахлестку или встык. Их располагают в рядовом или шахматном порядке. Отверстия должны быть на 1...2 мм больше диаметра заклепки.

Наибольшее расстояние между заклепками принимается в растянутой зоне — 16 диаметров, в сжатой зоне — 12 диаметров.

Болтовые соединения могут применяться в качестве постоянных и временных монтажных, стягивающих элементы до сварки и

клепки. В отличие от сварки и клепки операции по установке болтов просты и не требуют сложного оборудования. Устанавливают болты в порядке, аналогичном заклепочным соединениям, с помощью монтажных ключей или гайковертов.

10.11. Изготовление и монтаж деревянных конструкций

Древесина в нашей стране была и является одним из основных строительных материалов из-за ее широкого распространения и хороших строительных свойств. Недостатки древесины (возгораемость, предрасположенность к загниванию) легко устраняются с помощью хорошо известных технологических операций: сушки, пропитки, обмазки и др.

В современных условиях при изготовлении деревянных конструкций следует использовать материалосберегающие технологии:

снижать потери древесины при транспортировании и хранении;

использовать не только ствол, но также корни и крону, получая деготь, скипидар и другие вещества;

полнее использовать отходы переработки древесины, получая древесно-стружечные плиты (ДСП), древесно-волокнистые плиты (ДВП), фанеру и др.;

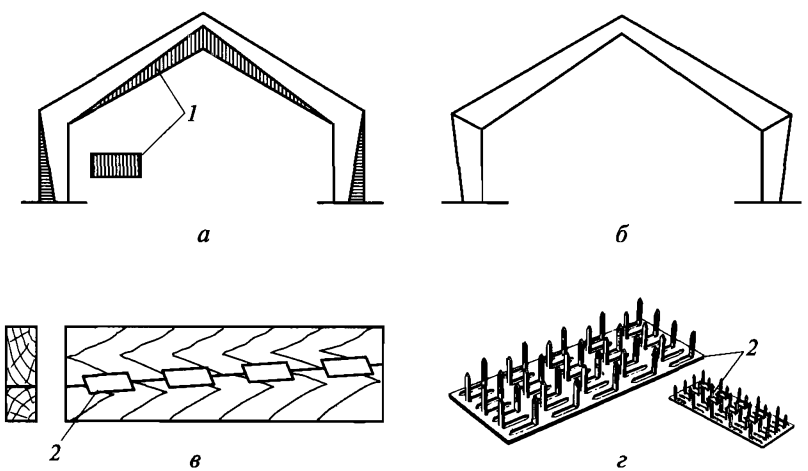


Рис. 10.54. Экономный расход древесины:

а, *б* — потери и экономия при обычной и конической распиловке кряжа; *в* — балка, составленная из конических элементов; *г* — гвоздевые пластины; *1* — перерасход древесины; *2* — гвоздевая пластина; *3* — алюминиевая стыковочная деталь

использовать древесину мягких пород за счет заполнения ее клеток полимерами, получая модифицированную древесину, отличающуюся повышенной прочностью;

использовать коническую распиловку бревен, склеивание и сплачивание пиломатериала по современным технологиям.

На рис. 10.54 показаны современные способы использования пиломатериала, в том числе заготовленного с конической распиловкой, с помощью специальных гвоздевых пластин.

Значительным достижением последнего времени стала разработка технологии изготовления оцилиндрованных бревен, клееных и профилированных брусьев, позволившей перевести возведение стен деревянных зданий на индустриальные рельсы.

Соединения деревянных элементов выполняют в тех случаях, когда возводимая конструкция имеет большую длину, ширину или толщину. Соединения должны быть надежными и прочными в процессе эксплуатации, технологичными в изготовлении, выполнены с тщательной подгонкой в месте соединения. Распространены такие соединения, как сплачивание, сращивание, наращивание, соединение под углом.

Деревянные стены подразделяются на бревенчатые (рубленые), брусовые, каркасные, щитовые и панельные.

Бревенчатые стены собирают из горизонтальных рядов — венцов с прокладкой мха, пакли, других изоляционных материалов.

Для устойчивости через 1,5...2,0 м венцы скрепляют между собой шипами (шкантами) или металлическими нагелями (рис. 10.55). Вследствие усушки древесины стены дают осадку, достигающую $^1/_{20}$ их высоты. Поэтому над промежуточными опорами, оконными и дверными коробками оставляют зазоры на осадку.

Первый ряд (оклад) устанавливают с врубкой вполдерева, остальные венцы сопрягают в узлах в чашку или лапу.

При укладке венца очерчиванием определяют глубину паза и размер врубки угла; с нижней стороны каждого бревна венца вырубают полукруглый паз, врубку угла, сверлят отверстия под шипы; расстилают паклю и устанавливают бревна венца.

При устройстве стен из оцилиндрованных бревен (рис. 10.55, *д*) венцы скрепляются болтами, паклю заменяют пенополистирольной лентой, а в бревнах прорезают пазы для образования организованных трещин.

Брусовые стены собираются из изготовленных на заводе брусьев с деталями их сопряжений. Применяются брусья размерами 10×10...20×20 см. Брусовые стены из-за их эстетичности часто устраивают без обшивки, покрывая их специальными лаками. Распространенные сечения брусьев и врубки углов приведены на рис. 10.56.

Каркасные стены собирают из отдельных элементов или легких каркасных блоков (рис. 10.57, *а*), временно раскрепляя подпорка-

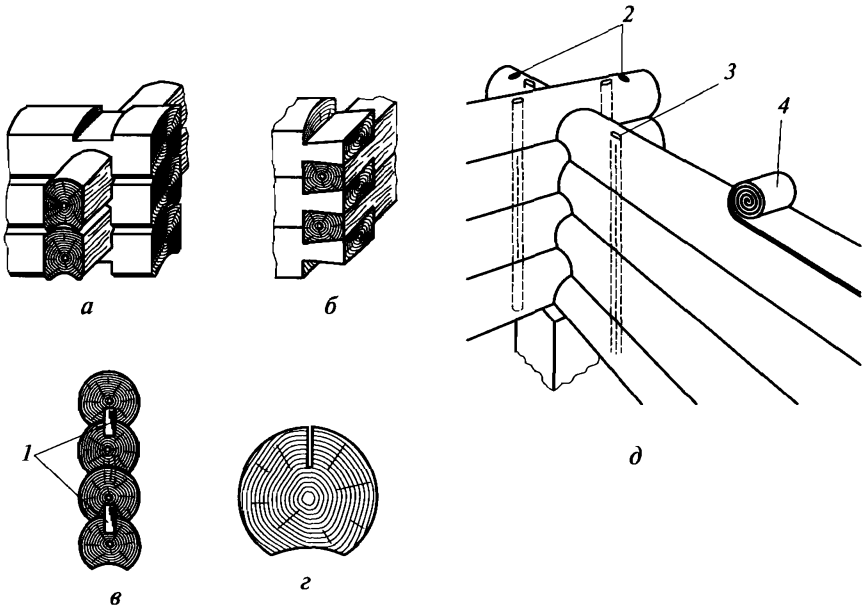


Рис. 10.55. Возведение бревенчатых стен:

а, *б* — рубка угла в чашку и в лапу; *в* — сплачивание венцов деревянными шкантами; *г* — прорезка паза для организованной трещины; *д* — укладка оцилиндрованных бревен; *1* — шканты; *2* — болты; *3* — нагель; *4* — теплоизоляционная лента

ми, а затем постоянно — верхней обвязкой. Обшивку каркасов снаружи выполняют цементно-стружечными плитами, сайдингом или обшивочными досками. Пространство между обшивками заполняют утеплителем. Для предупреждения проникания к утеплителю водяных паров его защищают пароизоляционным пленочным или рулонным слоем гидроизоляции.

В последнее время для наружной обшивки каркасов стали использовать клееные плиты «Термобрик» с эффективным утеплителем. Наружная поверхность плит состоит из тонких пластинок, имитирующих кирпичную кладку.

При малоэтажном строительстве стены можно возводить из щитов или панелей (рис. 10.57, *б*), что позволяет превратить процесс возведения стен в монтажный, состоящий из следующих операций: установка нижней обвязки, монтаж щитов или панелей наружных стен и перегородок, укладка верхней обвязки, укладка щитов (панелей) перекрытий.

Для утепления панелей применяются современные теплоизоляционные материалы URSA, PAROC, пенополистирол. В качестве пароизоляции используется полиэтилен, пароизол или пленка

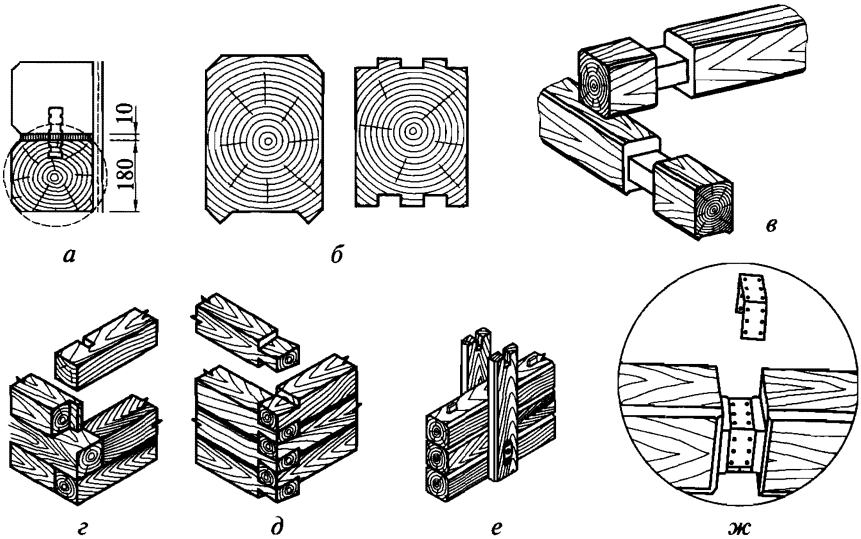


Рис. 10.56. Элементы брусовых стен и способы их соединения:

а, *б* — брусья прямоугольного и профилированных сечений; *в*, *г*, *д* — рубка угла в чашку, впритык и в лапу; *е* — установка сжимов; *ж* — соединение брусьев наращиванием

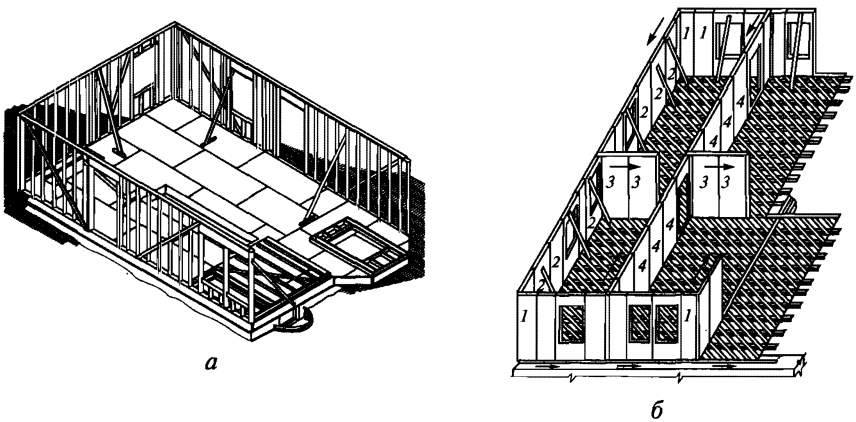


Рис. 10.57. Устройство легких деревянных стен:

а — каркасных; *б* — панельных; *1*, *2* — наружние стеновые панели; *3*, *4* — панели внутренних стен

TYVEK. Влагостойкость цементно-стружечных плит позволяет наружную отделку стен ограничивать покрытием краской.

Мансарды в последнее время стали неотъемлемой частью деревянных зданий, так как такая легкая конструкция позволяет увеличивать полезную площадь помещения без дополнительных затрат на усиление фундаментов и других несущих конструкций.

В индивидуальном строительстве наибольшее распространение получили мансарды, устраиваемые под двух- и четырехскатными кровлями (рис. 10.58). Особой популярностью пользуются мансарды с четырехскатной «ломаной» кровлей, при которой обеспечивается высота потолка более 1,5 м.

Приемлемые размеры мансарды определяют, вписав ее на чертеже в полуокружность с радиусом, равным половине ширины здания с выносимым свесом. Чтобы изменить высоту потолка, центр окружности нужно поднять или опустить по отношению к уровню перекрытия. При этом наряду с изменением высоты потолка изменяются размеры стропильных ног, а также элементов рамы и фермы, образующих ширину пролета.

Заготовку элементов и сборку рам каркаса мансарды можно проводить на земле, а затем поднимать рамы в готовом виде, закреплять их верхней обвязкой и раскосами, устанавливать боковые стропила. Можно сооружать каркас на месте.

Фермы мансарды обычно изготовляют на земле, поднимают на перекрытие и устанавливают, раскрепляя раскосинами.

Продольную жесткость мансард обеспечивают подкосами и продольными брусьями, поперечную — врубками стропильных ног с затяжками и коньковыми накладками.

Клееные конструкции формируют из маломерного пиломатериала, часто в сочетании с бакелизированной (водостойкой) фанерой. Такие конструкции применяют при покрытии сельскохозяйственных производственных зданий, спортивных и других большепролетных сооружений. Клееные конструкции могут быть армированы, иногда с предварительным натяжением.

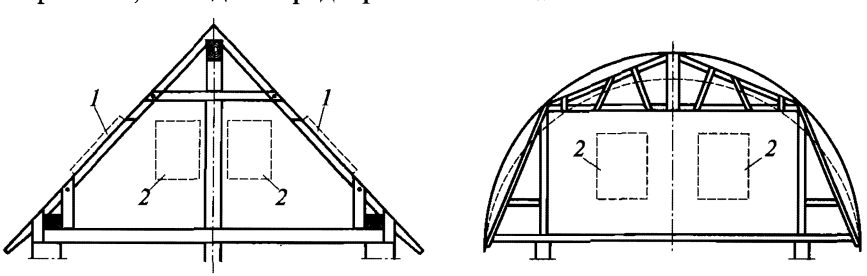


Рис. 10.58. Устройство мансард в деревянных домах при кровле:
а — двухскатной; *б* — четырехскатной; *1* — мансардные наклонные окна; *2* — мансардные вертикальные окна

Технология монтажа клееных деревянных конструкций практически мало чем отличается от технологической схемы монтажного процесса при установке железобетонных или металлических конструкций. Исключениями являются мероприятия по их защите от увлажнения, пакетная доставка, предупреждение вмятин в местах обхвата стропами и др.

При установке большепролетных клееных конструкций чаще всего используют метод полунавесной сборки. Популярной является схема монтажа трехшарнирных клееных арок, состоящих из двух полуарок. Каждую полуарку заводят пятовым шарниром на опору и путем поворота устанавливают на временную опору до совмещения замковых отверстий верхнего шарнира.

После установки на опоры обеих полуарок монтажники, находясь на земле и металлических лесах, закрепляют верхние и нижние шарниры, временно раскрепляют расчалками первую установленную арку, а каждую последующую связывают с предыдущей связями и распорками. После закрепления стыков, установки связей и панелей покрытия арки раскружаливают и по рельсам передвигают опору под следующую арку.

Довольно часто монтажными опорами служат передвижные металлические леса, состоящие из установленной на рельсы цен-

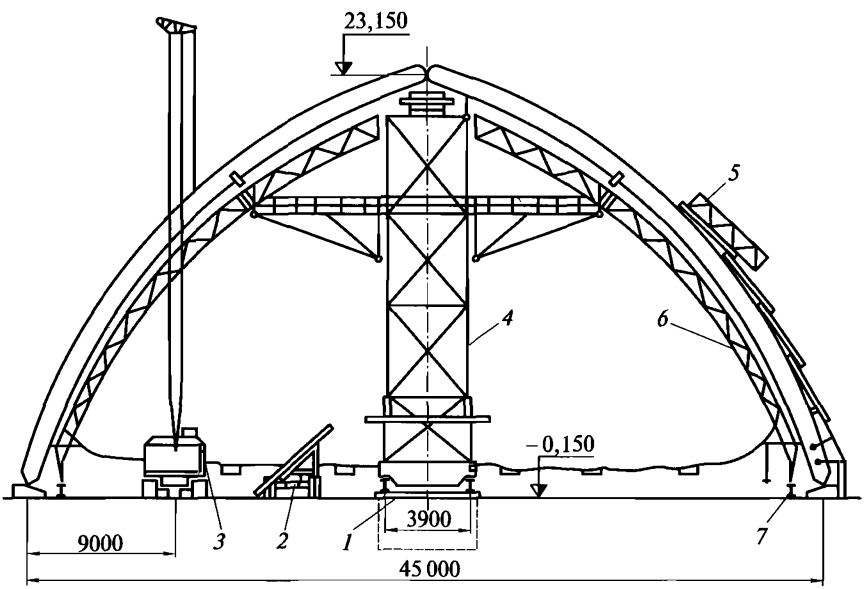


Рис. 10.59. Схема монтажа большепролетных клееных деревянных арок:

1 — рельсовый путь; *2* — транспортное средство; *3* — монтажный кран; *4* — катучая телескопическая монтажная опора; *5* — подмости для монтажа покрытия; *6* — боковые монтажные поддерживающие устройства; *7* — катучая опора

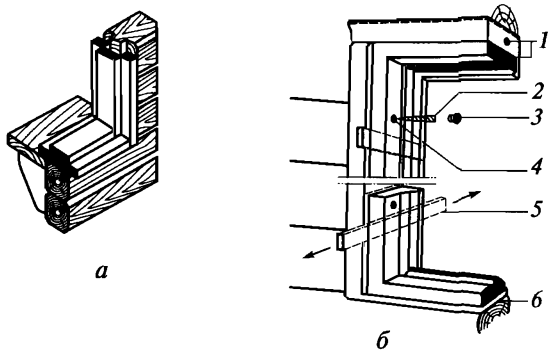


Рис. 10.60. Заполнение оконных проемов:

а, *б* — установка и выверка оконного блока; *1* — припуск на осадку; *2* — шуруп; *3* — пластмассовая крышка; *4* — отверстие; *5* — установочные клинья; *6* — оконная коробка

тральной опоры и присоединенных к ней двух монтажных полуарок, опирающихся нижними концами на катучие опоры (рис. 10.59).

Клееные арочные конструкции могут монтироваться блоками, состоящими из двух полуарок. Сборка такого блока осуществляется на земле в специальных кондукторах.

Наряду с клееными конструкциями для перекрытия больших пролетов могут быть применены легкие составные балки или фермы, изготовленные с использованием гвоздевых пластин и стыковочных деталей (см. рис. 10.54). В жесткую конструкцию бруски или доски соединяют с помощью гидравлического пресса.

Столярные изделия из древесины в последнее время стали заменять пластмассовыми и металлическими. Однако древесина попрежнему остается надежным материалом.

В сборных панельных зданиях дверные и оконные блоки устанавливают на заводе, в каменных стенах прикрепляют к пробкам в кладке с помощью шурупов или заостренных ершей. Вместо конопачения щели между дверной коробкой и стеной заполняют монтажной пеной — макрофлексом.

В деревянных стенах коробки часто устраивают на гребни, нарубаемые в венцах, образующих проемы. Окончательно оконные блоки закрепляют только после выверки их вертикальности и горизонтальности (рис. 10.60).

В США и Канаде очень широкое распространение получило так называемое модульное строительство (mobil homes), при котором модули — кубики будущего строения изготавливаются на предприятии из «сэндвич-панелей» и монтируются на месте.

В отличие от традиционных зданий, здания состоящие из модулей, могут при необходимости перевозиться на новый земельный участок и за короткий срок устанавливаться на этом месте.

Очевидно, что в скором времени эти «нетрадиционные» дома будут у нас широко использоваться при возведении коттеджей и т. п.

10.12. Монтажные работы в экстремальных условиях

Под экстремальными условиями выполнения работ понимаются неординарные климатические условия (отрицательная или высокая положительная температуры среды), а также ограничения, накладываемые на ремонтно-реконструкционные работы.

Особенности выполнения монтажных работ при низкой и высокой температуре окружающей среды. Отрицательная и высокая положительная температуры в первую очередь отражаются негативным образом на технологических операциях по закреплению и заделке стыков конструкций, особенно тех, которые воспринимают расчетные усилия.

При закреплении металлических конструкций зимой с помощью сварки повышается скорость охлаждения, увеличивается вероятность появления трещин в швах. Однако качественную сварку при низких температурах можно получить, соблюдая следующие рекомендации:

защита рабочего места сварщика от ветра и снега;

применение наиболее пластичных электродов с основным фтористокальциевым покрытием;

зачистка поверхностей и предварительная просушка электродов;

подогрев околошовной зоны до температуры 150...250 °С;

увеличение силы сварочного тока.

Сварочные работы при температуре окружающего воздуха от –30 до –50 °С следует проводить по специальной технологии.

Элементы металлических конструкций могут вмерзнуть в грунт или в лед, перед подъемом их необходимо отогревать и выдалбливать. Правку деформированных деталей следует производить в горячем состоянии при температуре 800...1 200 °С. Применять ударные воздействия на сталь при температуре ниже –25 °С **запрещается**.

Если закрепление элементов производится на прихватках, то их размер может составлять 70...80 мм, катет шва — 4...5 мм.

При заделке стыков железобетонных конструкций применяют безобогревный, обогревный и комбинированный способы.

Безобогревный способ основан на применении бетонных смесей с противоморозными добавками-ускорителями твер-

дения бетона. Наибольшее распространение на практике получили нитрит натрия $NaNO_2$ и поташ K_2CO_3, но на применение этих солей при заделке стыков имеется ряд ограничений.

Так, обе эти соли нельзя применять при защите закладных деталей алюминиевым покрытием; в стыках, соприкасающихся с агрессивными средами; в условиях повышенной влажности; в условиях периодического нагревания конструкции выше 60 °С, воздействия динамических нагрузок, токов высокого напряжения, переменных магнитных полей и т.д.

Безобогревный способ может быть применен лишь при заделке стыков железобетонных конструкций, которые выдерживают довольно длительное время в условиях небольших морозов.

Обогревный способ применяют в том случае, если задержка в выполнении монтажного процесса недопустима. Предусматривается предварительный отогрев стыка до температуры не ниже 10 °С и последующая его тепловая обработка до приобретения бетоном замоноличивания 50 % проектной прочности — при нерасчетных стыках, 70 % — при расчетных стыках, 100 % — при стыках, загружаемых расчетной нагрузкой до оттаивания.

При применении обогревного способа класс бетона заделки повышается на одну ступень, а бетонную смесь подогревают до 40 °С электродным, инфракрасным, индукционным, кондуктивным методами.

Электродный прогрев используют при бетонировании стыков фундаментов стаканного типа с колоннами и крупных блоков. Все открытые поверхности прогреваемых соединений для снижения тепло- и влагопотерь укрывают полимерной пленкой и утепляют опилками, шлаком или матами из минеральной ваты.

Инфракрасный прогрев (рис. 10.61, *а*, *б*) позволяет прогревать стыкуемые элементы и бетон заделки с использованием одного оборудования, что определяет его высокую эффективность.

Стыки заделывают и прогревают по ходу монтажа во взаимной технологической увязке. Для создания направленного лучистого потока излучатели заключают в рефлекторы типа колпаков.

Индукционный прогрев (см. рис. 9.44, *б*) рекомендуется использовать при прогреве малообъемных и густоармированных стыков. Этот способ особенно эффективен при зачеканке узких зазоров, сильно насыщенных металлом, и прогреве стыков колонн железобетонных каркасов многоэтажных зданий.

Кондуктивный прогрев с использованием греющей опалубки также применяют в целях предварительного нагрева стыкуемых поверхностей и прогрева уложенного бетона. Греющая опалубка может иметь различные форму и конструкцию. Чаще всего она бывает в виде асбестошиферных кассет (рис. 10.61, *в*, *г*) с проложенной между ними нихромовой проволокой, электронагревателями, греющими проводами и т.п.

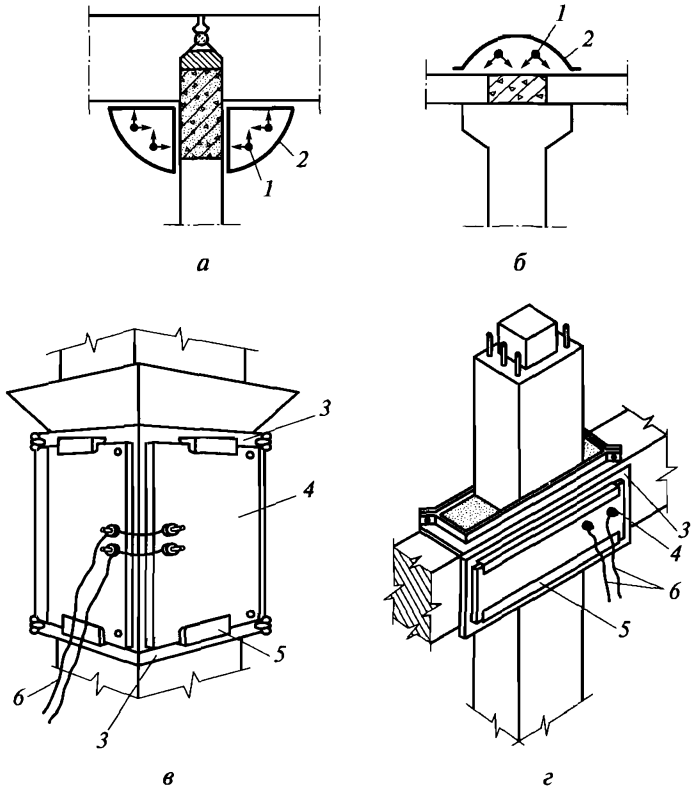


Рис. 10.61. Прогрев стыков сборных железобетонных конструкций:

а, *б* — инфракрасным излучением; *в*, *г* — кондуктивным способом; *1* — инфракрасный излучатель; *2* — отражатель; *3* — металлическая опалубка; *4* — греющая кассета; *5* — уголок; *6* — изолированные провода

Чтобы отказаться от предварительного отогрева стыкуемых элементов иногда используют комбинированный способ, который предусматривает тепловую обработку бетона заделки с введением в состав бетонной смеси противоморозной добавки.

При хранении железобетонных элементов, монтируемых в зимнее время, должны быть приняты меры, исключающие обледенение их поверхностей и коррозию закладных деталей. Температура изоляционных мастик при нанесении их при отрицательных температурах наружного воздуха должна соответствовать рекомендациям, приводимым в ТУ заводов-изготовителей. При отсутствии соответствующих указаний она должна составлять: для нетвердеющих мастик 30...40 °С, для отверждающих 15...20 °С.

В районах с жарким климатом производственные затруднения, которые возникают при выполнении монтажных работ, также в основном связаны с устройством стыков:

в связи с значительными суточными и сезонными перепадами температуры в заклепочных и болтовых соединениях должны быть предусмотрены компенсирующие устройства;

в связи с быстрым обезвоживанием бетонной смеси ее следует приготавливать с введением суперпластифицирующих добавок;

смесь должна укладываться в утепленную опалубку.

Особенностью организации выполнения монтажных работ в районах с жарким климатом является необходимость увеличенного по времени обеденного перерыва. Кроме того, места приготовления бетонной смеси, сборки конструкций и рабочие места необходимо защищать от прямого воздействия солнечных лучей за счет устройства навесов, установки передвижных щитов и т. п.

По достижении бетоном заделки прочности 0,5 МПа последующий уход за ним заключается в обеспечении влажностного состояния поверхности за счет устройства влагоемкого покрытия и постоянного поддерживания его во влажном состоянии.

Из соображений обеспечения условий, благоприятных набору наибольшей прочности бетона, даже при непосредственном интенсивном воздействии солнечной радиации бетон заделки должен нагреваться и остывать со скоростью до 10 °С/ч.

Демонтаж и монтаж сборных элементов при реконструкции зданий. При реконструкции и ремонте кроме обычных работ выполняют: усиление существующих несущих элементов, демонтаж негодных и монтаж новых несущих конструкций.

Неразбираемые сборные железобетонные конструкции чаще всего усиливают обоймами, рубашками, наращиванием, используя металлические профили и затяжки (см. рис. 9.32).

Металлические конструкции усиливают путем увеличения их сечения, подведением разгружающих опор, усилением стыковых соединений конструкций и их элементов, предварительным натяжением гибкими затяжками и т. п.

Демонтаж и монтаж конструкций может быть организован по раздельной и комплексной схемам. В первом случае вначале демонтируют все элементы, подлежащие замене, обеспечивают устойчивость соседних конструкций и элементов всего здания, а затем монтируют новые элементы. При комплексной схеме работы по демонтажу и монтажу совмещают, соблюдая условия, обеспечивающие достаточную прочность и устойчивость смежных конструкций и сооружения в целом.

Для выполнения демонтажных и монтажных работ привлекаются специальные, рассчитанные на эксплуатацию в стесненных условиях, короткобазовые стреловые краны, кабельные краны,

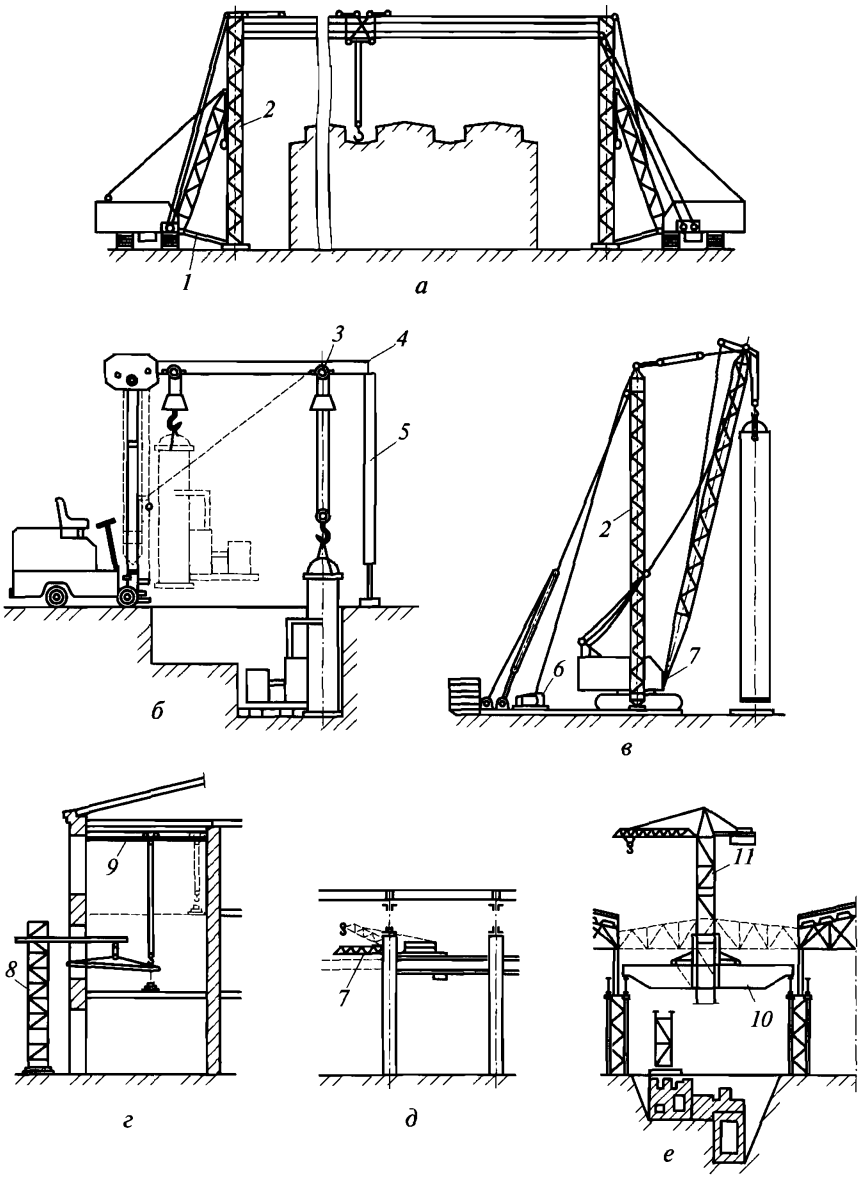


Рис. 10.62. Грузоподъемное оборудование, используемое при реконструкции зданий:

а — самоходный кабель-кран; *б* — передвижная кран-балка; *в* — кран с шевром; *г* — кран подъемник; *д*, *е* — мостовые краны, оснащенные стреловым и башенно-стреловым оборудованием; *1* — распорка; *2* — шевр; *3* — тельфер; *4* — кран-балка; *5* — откидная опора; *6* — лебедка; *7* — решетчатая стрела; *8* — кран-подъемник; *9* — монорельс; *10* — мостовой кран; *11* — башенный кран

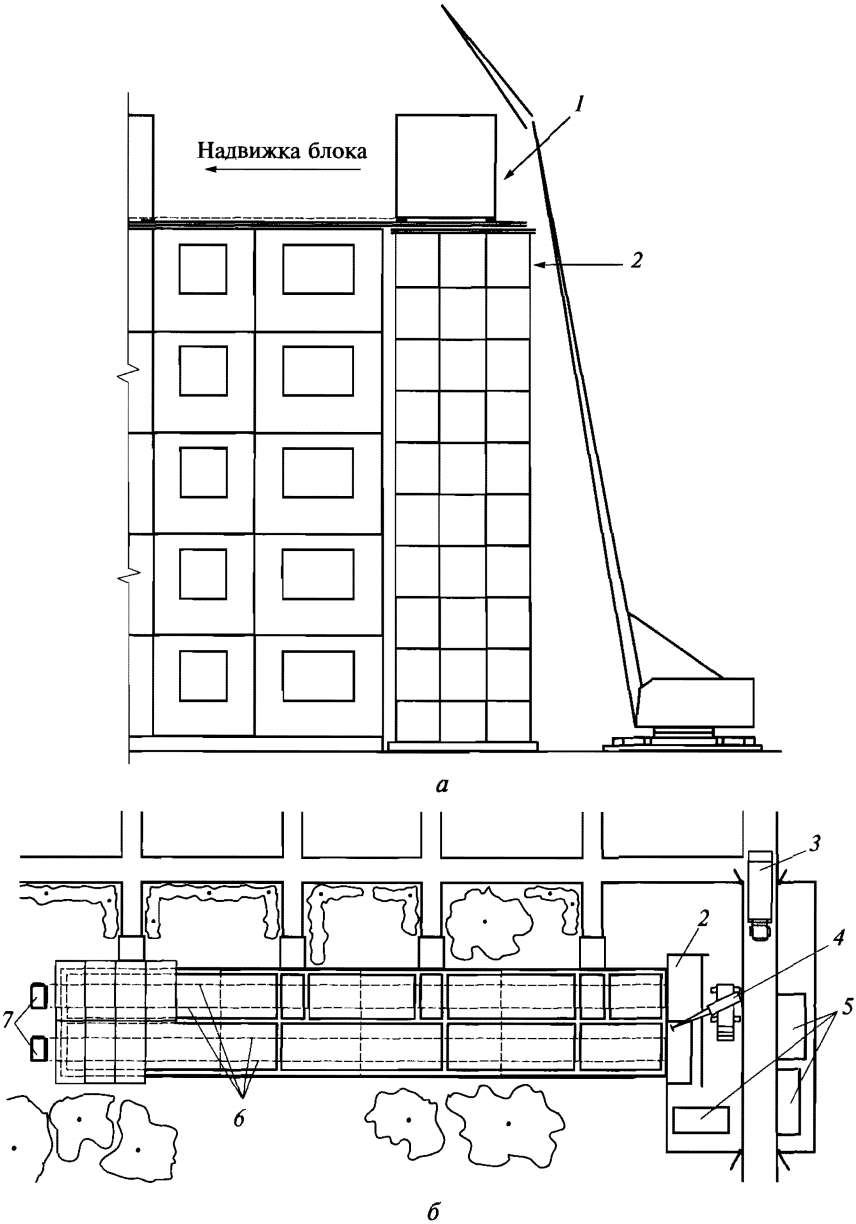


Рис. 10.63. Конвейерная сборка мансардных этажей:

а — фрагмент фасада; *б* — план площадки; *1* — монтируемая блок-комната; *2* — эстакада; *3* — трейлер; *4* — кран; *5* — сборная площадка; *6* — тяги; *7* — лебедки

краны-подъемники, дериккраны. При реконструкции производственных цехов часто используются мостовые краны, оборудованные стреловой или сменной башенно-стреловой частью, и др.

Схемы работы некоторых серийных и специальных грузоподъемных устройств и механизмов, приспособленных для выполнения демонтажных и монтажных работ в стесненных условиях, показаны на рис. 10.62. В местах, недоступных для подхода обычных грузоподъемных средств, могут быть задействованы грузовые вертолеты.

При проведении реконструкционных работ проводят частичную или полную замену конструкций поэлементно или предварительно укрупненными блоками.

Второй вариант часто применяют при реконструкции старого жилого фонда путем надстройки мансардных этажей.

Чтобы использовать существующие фундаменты без дополнительного усиления каркас мансардных блок-комнат изготовляют из металлических профилей и обшивают термоструктурными, полистиролбетонными панелями или «сэндвич-панелями» с эффективным утеплителем.

Надстройка здания мансардными этажами подразделяется на два технологических процесса — изготовление блоков и их установка. При небольших расстояниях транспортирования блоки рекомендуется изготовлять на заводах ЖБИ, в случае удаленности объектов на расстояние более 25 км — на полигоне в непосредственной близости от места монтажа.

Монтаж блоков может осуществляться «на весу» мощными кранами на спецшасси, способными с помощью телескопических стрел поднимать и монтировать конструкции массой 10 т и более.

Однако более предпочтительным представляется монтаж методом надвижки (рис. 10.63), при котором с одного торца здания устанавливается эстакада из усиленных строительных лесов, с другого — лебедки.

Стреловым краном мансардные блоки в два ряда устанавливаются на эстакаду и по специальным направляющим лебедками надвигаются к противоположному торцу здания. Такой метод выполнения монтажных работ является наиболее безопасным и не требует вывода жителей из квартир, поскольку над самим домом крановых операций не производится.

10.13. Контроль качества и основные положения техники безопасности при монтаже

Для обеспечения требуемого качества работ при входном контроле проверяют соответствие сборных конструкций и деталей тре-

бованиям проекта с учетом допускаемых отклонений. В противном случае составляется рекламация, которая вместе с забракованной продукцией отправляется на предприятие-изготовитель.

Операционный контроль должен осуществляться по схемам и картам операционного контроля качества. К контролю должны привлекаться специалисты строительной лаборатории, геодезических и других служб. При приемке выполненных работ должна быть представлена следующая техническая документация:

исполнительные чертежи с внесенными изменениями и документы об их согласовании;

заводские сертификаты, технические паспорта на стальные, железобетонные и деревянные конструкции;

исполнительные геодезические схемы положения конструкций;

журналы работ, акты скрытых работ;

документы о контроле качества сварных соединений;

акты испытания конструкций (если таковые предусмотрены).

Допустимые отклонения при проверке качества работ и приемке установленных конструкций приведены в [23].

Допуск к монтажу конструкций могут получить лица, имеющие удостоверение на право выполнения работ и достигшие 18 лет, обученные по специальной программе, прошедшие медицинский осмотр, инструктажи по технике безопасности и пожарной безопасности.

К верхолазным работам (на высоте более 5 м) допускают специально обученных монтажников — мужчин в возрасте от 18 до 60 лет, прошедших медицинский осмотр, имеющих тарифный разряд не ниже 3-го и стаж монтажных работ не менее одного года.

Стропальщики и сварщики обучаются по специальным программам Госгортехнадзора.

В рабочее время они должны иметь при себе удостоверение на право выполнения работ.

Основными средствами для создания условий безопасной работы на высоте являются настилы, подмости и ограждения, защитные сетки, монтажные каски, страховочные канаты и пояса.

При ветре силой более шести баллов работу прекращают, а кран закрепляют противоугонным приспособлением.

Монтажные лебедки для подъема грузов испытывают один раз в год под нагрузкой, в 1,25 раза превышающей рабочую, а лебедки для подъема людей — статической и динамической нагрузками, превышающими их грузоподъемность в 1,5 и 1,1 раза соответственно.

Съемные грузозахватные приспособления через каждые 6 мес осматривают и испытывают нагрузкой, в 1,25 раза превышающей их номинальную грузоподъемность. Совмещение монтажа с какими-либо другими работами по одной вертикали в пределах монтажного участка **запрещается**.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о видах грузоподъемных механизмов, применяемых в строительстве.
2. Как осуществляется подбор кранов по техническим параметрам?
3. Каковы различия в технологии монтажа столбчатых и ленточных сборных фундаментов?
4. Расскажите об особенности монтажа металлических конструкций.
5. Как осуществляется демонтаж колонн, балок и стен при реконструкции зданий?
6. Каковы особенности монтажа стен из оцилиндрованных бревен?
7. Каковы особенности выполнения монтажных работ при низкой температуре?

ГЛАВА 11

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА КРОВЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

11.1. Общие положения

Кровля предохраняет сооружение от механических и атмосферных воздействий, поэтому она должна быть прочной и долговечной, водонепроницаемой, морозо- и термостойкой. Довольно часто роль кровли не ограничивается защитными функциями и она оказывается важным декоративным элементом здания.

По виду материалов кровли бывают рулонными, мастичными, асбестоцементными, черепичными, стальными и деревянными. Технологические процессы по устройству кровель называются кровельными.

Комплексный процесс устройства кровли состоит из подготовительных, основных и сопутствующих им транспортных процессов.

К подготовительным и транспортным процессам относятся:

подготовка оснований и мест примыкания покрытия к парапетам, фонарям, вентиляционным шахтам и другим выступающим частям;

устройство водостоков, санитарно-технических стояков и т. п.;

обделка кровельной сталью карнизов, свесов и других мест;

снабжение объекта необходимыми материалами и оборудованием.

11.2. Подготовка основания

Основаниями под кровлю могут быть: монолитные или сборные плиты, цементно-песчаные или асфальтобетонные стяжки, металлические листы, настил из досок или фанеры и др. Основания с уклоном до 2,5 % называются плоскими, более 2,5 % — скатными.

Наиболее распространенными являются цементно-песчаные или асфальтовые стяжки (рис. 11.1), которые кроме водостойкости должны обладать достаточной прочностью и трещиностойкостью.

На теплоизоляции из плитных и монолитных материалов располагают цементно-песчаную стяжку из раствора М50 толщиной 15...20 мм. На засыпных утеплителях стяжку делают из раствора

М50...М100 толщиной 10...30 мм. Раствор укладывают по направляющим рейкам (через одну) полосами шириной 2...3 м. Промежуточные полосы заполняют после набора ранее уложенным раствором прочности не менее 1,5 МПа. Стяжки уплотняют, поверхность заглаживают. Швы, образующиеся после удаления направляющих реек, заполняют мастикой.

Стяжки из асфальтобетона допускается устраивать только по несжимаемым утеплителям при уклонах кровли до 2,5 %.

Деревянное основание выполняют в виде разреженной обрешетки или сплошного настила из фанеры или антисептированных досок, прибитых под углом 45° к несущему настилу. Стыки досок и листов фанеры необходимо располагать на балках или лагах.

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

Для предохранения рулонного ковра от температурно-усадочных деформаций в стяжках устраивают швы шириной 5...10 мм,

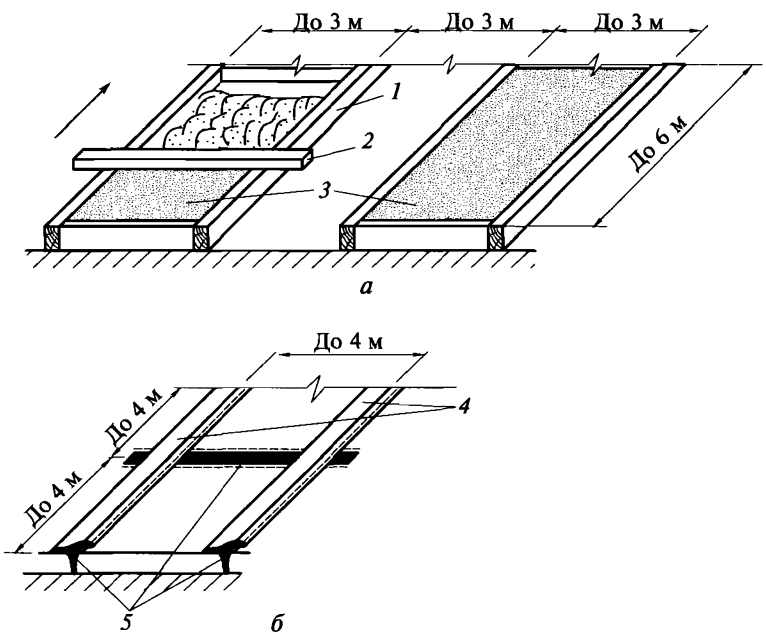


Рис. 11.1. Устройство швов в стяжке:

а — цементно-песчаной; *б* — асфальтовой; *1* — рейка-опалубка; *2* — рейка-правило; *3* — раствор; *4* — приклеенные с одной стороны полоски гидроизоляционного материала; *5* — клеящая мастика

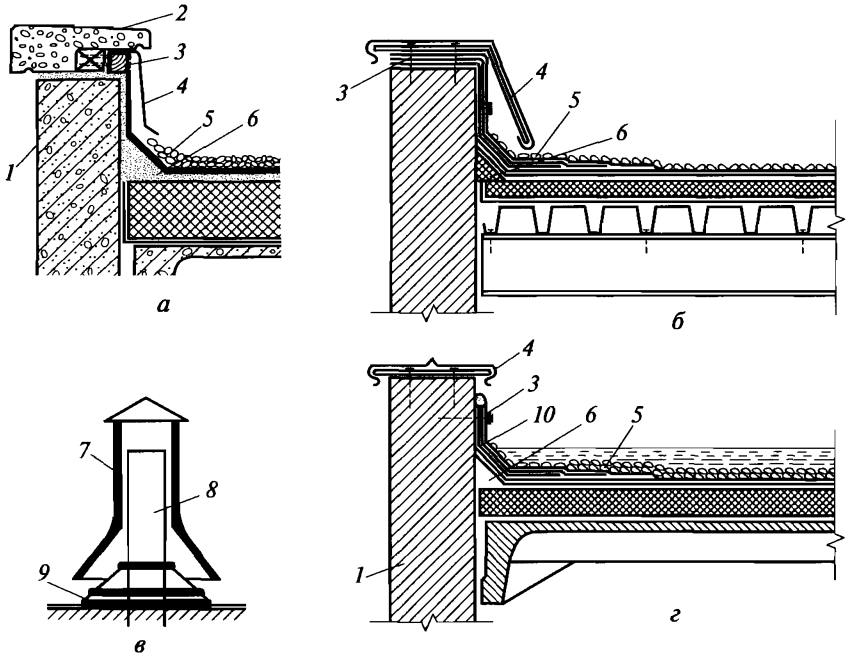


Рис. 11.2. Варианты примыканий рулонных и мастичных кровель:

а, *б* — к парапетам с карнизной плитой и без плиты; *в*, *г* — при мастичной и водонаполненной кровлях; *1* — парапет; *2* — карнизная плита; *3* — анкера; *4* — металлический фартук; *5* — защитный слой гравия; *6* — закругление угла; *7* — пластмассовый колпак; *8* — вытяжная труба; *9* — резиновый фланец; *10* — дополнительные рулонные слои

разделяющие поверхность на участки размером не более 6×6 м при применении цементно-песчаного раствора и не более 4×4 м — асфальтобетона. Швы необходимо закрывать полосками рулонного материала шириной 150 мм, точечно приклеенными с одной стороны.

В местах примыкания стяжки к вертикальным поверхностям на высоту не менее 100 мм под углом 45° устраивают переходные борты или устанавливают резиновые фланцы (рис. 11.2).

Перед наклейкой рулонного ковра основание должно быть просушено, очищено от пыли и загрунтовано. Бетонные и цементно-песчаные основания грунтуют слоем холодной битумной или битумно-полимерной грунтовки, деревянные — горячей мастикой.

Грунтовку желательно наносить на свежеуложенный раствор, что улучшает ее впитывание и исключает поливку водой в период твердения. В основаниях должны быть заделаны швы между сборными плитами, устроены температурно-усадочные швы.

11.3. Устройство рулонных (мягких) кровель

Рулонная кровля часто растрескивается и отслаивается, поэтому от качества ее укладки во многом зависит долговечность других конструкций здания или сооружения. Согласно статистическим данным до последнего времени средний удельный вес рулонных (мягких) кровель составлял около 58 % площадей, а при возведении производственных зданий доходил до 90 %.

Сейчас возросла доля индивидуального строительства, при котором в качестве кровельных покрытий используются штучные и листовые материалы (черепица, асбестоцементные листы и т.п.). Поэтому объем применяемых мягких кровель значительно уменьшился.

Тем не менее в большинстве регионов России такие материалы как рубероид и толь, а также пергамин и толь-кожа, пока еще занимают ведущее место среди рулонных материалов.

Перечисленные материалы отличаются низкой стоимостью, но они ненадежны и недолговечны. Через три-четыре года рубероидные и толевые кровли требуют ремонта, что объясняется их невысокой гнилостойкостью, интенсивным старением битумного и дегтевого связующих в условиях солнечной радиации и мороза.

С 1998 г. введен запрет на использование обычных рулонных материалов. Поэтому большинство крупнейших производителей мягкой кровли перешли на выпуск аналогов рубероида, модифицированных по следующим направлениям:

модификация (изменение) вяжущего за счет образования полимербитумного композита часто с одновременным увеличением битумно-полимерного слоя на нижней стороне материала;

замена картона стеклянной или синтетической основой;

пропитка стеклоосновы полимерами (серии Поликров);

использование новых видов бронирующих посыпок;

применение композиционных (многослойных) материалов, что позволяет обустраивать кровлю за один прием.

Кроме стекловолокнистой и синтетической основ может использоваться алюминиевая или медная фольга. Располагаясь на лицевой поверхности рулона, фольга служит не только основой, но защищает битумный слой от солнечных лучей и придает кровле эстетичность.

В связи с тем что сейчас уделяется повышенное внимание проветриванию кровель, налажен выпуск рулонных материалов с двойной основой — из фольги и стеклоткани, между которыми оставляют воздушные каналы для отвода водяных паров.

Для удаления влаги кровли со сплошным наклеиванием рулонного ковра стали заменять «дышащими» кровлями (рис. 11.3), в которых:

устраивают сквозные проветриваемые каналы, полосовую или точечную приклейку ковра к основанию;

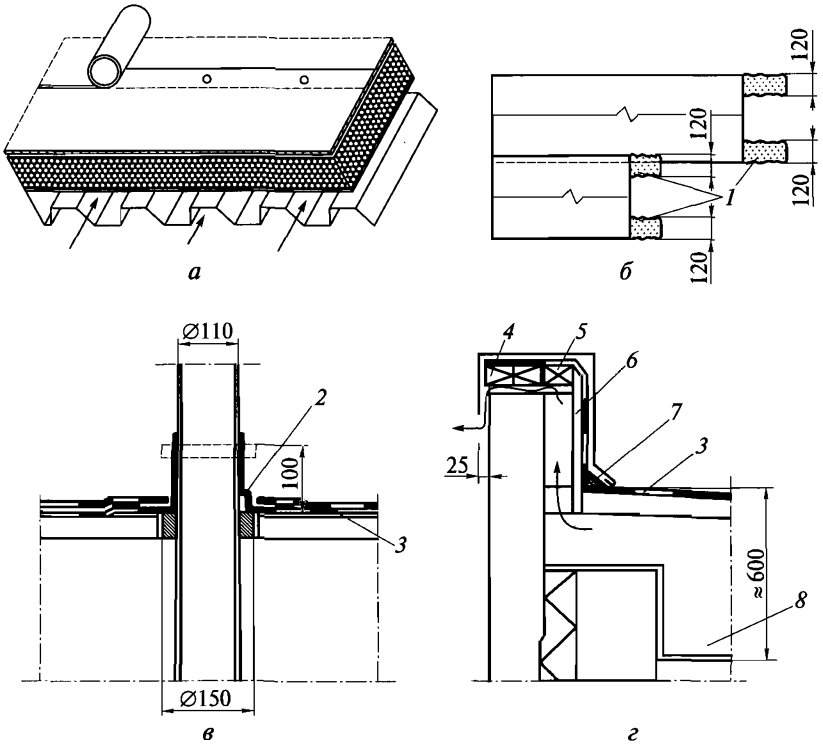


Рис. 11.3. Элементы «дышащей» рулонной кровли:

а — утеплитель со сквозными каналами; *б* — полосовая приклейка рулона; *в*, *г* — примыкания ковра к вытяжной трубе и парапету; *1* — мастика; *2* — резиновый фланец; *3* — рулонный ковер; *4* — доска; *5* — брусок; *6* — фанера; *7* — трехгранный брусок; *8* — теплоизоляция

укладывают нижний слой из перфорированного кровельного материала;

соединяют воздушные прослойки кровельного ковра и утеплителя с воздухом на карнизах, примыканиях и вытяжных трубах-флюгарках.

В связи с неполной площадью полосового или точечного приклеивания ковер сверху пригружают балластом из гальки, плиток и т. п. На кровлях, которые не могут нести дополнительную нагрузку в виде балласта, рулонные материалы прикрепляют анкерами.

Наклеивание рулонных материалов осуществляют с помощью кровельных мастик или подплавлением нижней плоскости «наплавляемого» рубероида, покрытой более толстой коркой связующего. В последнее время стали внедрять самоклещиеся модифицированные кровельные материалы («Техноэласт», «Барьер»).

Приклеивание обычного рубероида вручную (рис. 11.4) осуществляют с помощью горячей или (чаще) холодной битумной мастики состава 4 : 4 : 2 (битум, растворитель, наполнители).

Горячая мастика доставляется на объект в специальной таре или автогудронаторах и подогревается; холодная — привозится на строительную площадку и используется по необходимости.

Для приклеивания модифицированного рубероида используют полимерные, битумные или битумно-полимерные мастики. Битумно-полимерные мастики часто содержат добавку каучука, придающую кровельному материалу эластичность на морозе. Мастики, как правило, должны быть заводского изготовления.

Количество слоев в кровле зависит от уклона крыши. При уклоне 10...25 % кровли рекомендуется выполнять двух- или трехслойными, при уклоне 2,5...10 % — трехслойными и при плоских кровлях (уклон до 2,5 %) — четырех- или пятислойными (при эксплуатируемых кровлях).

Для устройства плоских кровель следует применять биостойкие рулонные материалы — филизол, экофлекс, а в кровельные мастики добавлять антисептики. Применение модифицированных рулонных материалов и битумно-полимерных мастик позволяет уменьшить количество слоев в кровельном покрытии (до двух вме-

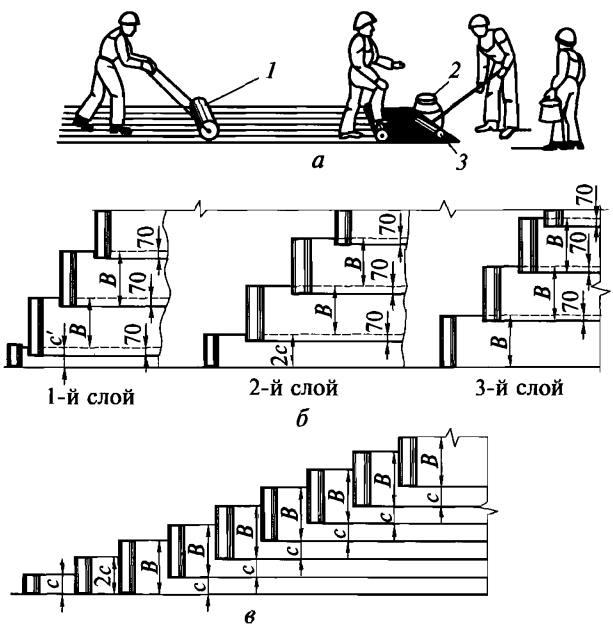


Рис. 11.4. Укладка рулонного ковра вручную:

а — общий вид; *б*, *в* — послойным и ступенчатым способами; *1* — каток-прикатчик; *2* — расходный бачок; *3* — ковш-шпатель; *B*, *c* — ширина рулона

сто четырех-пяти), а ряд фирм наладили выпуск многослойных композиционных материалов (два слоя стеклоткани и три слоя модифицированного битума), которые позволяют получать рулонную кровлю за один проход.

В разжелобках, ендовах, примыканиях и других ответственных местах наклеивают дополнительные слои гидроизоляционного материала, располагая их как под основным ковром, так и поверх его.

Перед наклейкой полосы для нахлестки материалов рекомендуется освободить от посыпки, а рулоны выдерживать в раскатанном состоянии в течение суток или перекатывать в другую сторону.

В европейских фирмах распространена поставка рулонного материала, намотанного на полые пластмассовые цилиндры: исключаются деформация и склеивание материала и отпадает необходимость в его перемотке. При использовании холодной мастики посыпку обычно не снимают, так как она растворяется входящим в состав мастики растворителем.

До наклейки рулонного ковра необходимо подготовить основание — с помощью сжатого воздуха очистить его от загрязнений, вручную или с помощью форсунок нанести огрунтовочный состав, при необходимости ускорить его сушку путем обдувания теплым воздухом. По асфальтовой стяжке без указаний в проекте огрунтовку не производят.

На крышах с уклоном более 15 %, а также при небольших площадях крыш рулонный ковер настилают вручную с разбежкой стыков в смежных слоях и нахлестыванием полотнищ на 70...100 мм.

При уклоне кровли до 15 % полотнища раскатывают (начиная снизу) перпендикулярно стоку воды, при уклоне более 15 % — параллельно ему. В первом случае полотнища наклеивают с переводом на противоположный скат на 100...150 мм, во втором — на 200...250 м.

В зависимости от условий выполнения операций полотнище рулонного ковра настилают послойным или ступенчатым (одновременным) способом (рис. 11.4, *б*, *в*). Первый способ чаще используют в тех случаях, когда погодные условия диктуют необходимость скорейшего укрытия всей кровли. Ступенчатый способ существенно сокращает перемещение рабочих по уже уложенной кровле, поэтому он является более привлекательным в летних условиях.

При значительных объемах работ на крышах с уклоном до 15 % рулонные материалы рекомендуется укладывать с помощью комплекта специальных машин. Операции выполняют в технологической последовательности, приведенной на рис. 11.5, *а*.

Для очистки основания от мусора и пыли используют компрессор и пылесос, при необходимости сушки основания устанав-

ливаются конвекторы, вентиляторы или тепловые пушки. Огрунтовку основания также выполняют механизированным способом с помощью пневмоустановки, работающей от компрессора (рис. 11.5, *б*). Время высыхания грунтовки не должно превышать 12 ч.

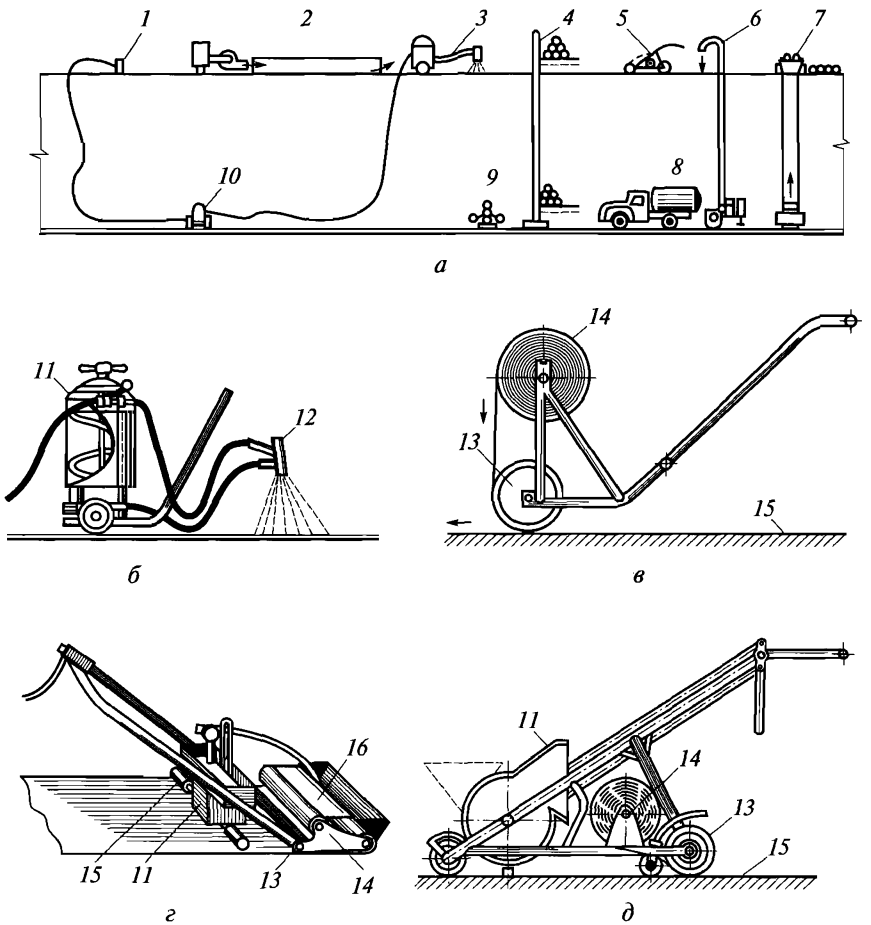


Рис. 11.5. Механизация кровельных работ, основанных на приклеивании рулонов мастикой:

а — схема комплексной механизации; *б* — пневмоустановка для огрунтовки основания; *в* — каток-раскатчик; *г*, *д* — наклеечные машины, соответственно наносящие мастику на рулон или основание; *1*, *2*, *3* — механизмы обеспылевания, просушки, огрунтовки основания соответственно; *4* — механизм подъема рулонов; *5* — механизм наклейки ковра; *6*, *7* — механизмы подачи мастики и гравия для защитного слоя; *8* — автогудронатор; *9* — станок для очистки и перемотки рулонов; *10* — компрессор; *11* — бак с мастикой; *12* — форсунка; *13* — каток; *14* — рулон; *15* — накатанное полотнище; *16* — бачок с щелевидным отверстием и мастикой

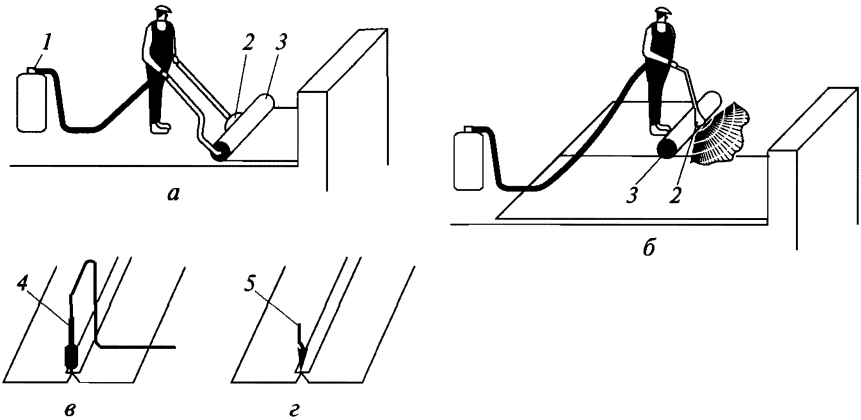


Рис. 11.6. Укладка наплавляемого рулонного материала вручную:

а, *б* — первого и последующего рядов; *в*, *г* — повторный прогрев кромок и проверка герметичности шва; *1* — газовый баллон; *2* — газовоздушная горелка; *3* — укладываемый материал; *4* — сменная насадка; *5* — кельма (мастерок)

Применение наклеечных машин (рис. 11.5, *в*, *г*, *д*) позволяет комплексно механизировать процессы и операции по устройству рулонного ковра, значительно повысить производительность труда, снизить расход мастики и обеспечить высокое качество работ.

Замена картона стеклоосновой и увеличение слоя битума на нижней стороне рулонных материалов, кроме улучшения их эксплуатационных качеств, коренным образом изменяет сложившуюся технологию выполнения процесса — операция по расстиланию мастики заменяется подплавлением нижней стороны расстилаемого рулона и частично верхней поверхности уложенного ранее ковра.

Чтобы избежать слипания материала в процессе транспортирования и хранения, нижнюю поверхность рулонов защищают оклеечной бумагой или пленкой. Перед укладкой бумага сдирается, пленка сжигается при подплавлении связующего.

Процесс наклейки «наплавляемой» мягкой кровли (рис. 11.6) протекает по следующей схеме: огрунтовка цементно-песчаной стяжки раствором битумной композиции состава 1 : 2...3 (битум, растворитель); размотка и примерка нескольких рулонов материала, при необходимости — подрезка, затем скрутка обратно в рулоны и присоединение концов размером 150...200 мм к перекрытию с помощью горелки; раскатывание рулонов с одновременным разогревом основания и нижнего покровного (приклеивающего) слоя до капельно-жидкого состояния с последующим плотным прижатием материала к основанию с помощью прика-

тывания катком массой до 100 кг; повторный прогрев образовавшихся швов и их герметизация (рис. 11.6, *в*, *г*).

При разогреве наплавляемого материала не допускается расплавление всей толщи вяжущего слоя. Разогрев можно выполнять как открытым пламенем газовой горелки, так и горячим воздухом, нагреваемым фенами или инфракрасными облучателями. При этом необходимо учитывать, что при разогреве следует применять насадки различной мощности в зависимости от температуры воздуха и толщины материала. Для удаления посыпки нахлесты полотен (продольные шириной 7...10 см; поперечные — 10...15 см) следует разогревать.

Наплавляемые рулоны обычно приклеивают послойно-ступенчатым способом, для чего приклеивают концы 5...7 рулонов с одной стороны, скатывают полотнища обратно в рулоны и последовательно осуществляют их разогрев и наклеивание.

При устройстве «дышащих» кровель перфорированные рулоны приклеивают по всей поверхности.

Механизация наклеивания наплавляемых рулонных материалов непрерывно совершенствуется. Так, вместо горелок с открытым пламенем для наклеивания стали применять инфракрасные облучатели. Для ремонтных операций, осуществляемых без снятия старого рулонного ковра, может быть использован регенератор мягкой кровли, основанный на разогреве и спекании старого рулонного ковра путем инфракрасного облучения.

Достаточно широкое распространение в Европе получила установка, смонтированная на тележке и снабженная баллонами с пропан-бутаном (рис. 11.7). Разогрев наклеиваемого полотнища и основания осуществляется газовой горелкой. Скорость перемещения раскаточного устройства определяется по времени, которое необходимо для разогрева мастичного слоя материала.

Полотнища можно наклеивать так, как показано на рис. 11.7, *б*, *в*. На основание и нижнюю часть раскатываемого рулона наносят растворитель (сланцевый лак, кукерсоль и др.). При воздействии растворителя покровные слои рубероида превращаются в мастику, которая склеивает полотнища. После укладки рулона полотнище прикатывают.

Средняя сменная производительность при наклейке обычного рулонного ковра составляет 50 м^2/чел., при наклейке наплавляемого рубероида — 75 м^2/чел. Для повышения производительности до 100 м^2/чел. можно использовать газопламенный способ (рис. 11.7, *г*), при котором в сопле струя горячего газа расплавляет порошок битума и набрызгивает его на поверхность.

На кровлях с уклоном до 10 % поверх рулонного ковра устраивают защитный слой из посыпок на мастике. Для посыпок используют сланцевые, керамические и пластмассовые крошки, гравий и другие минералы, стойкие к атмосферным воздействиям.

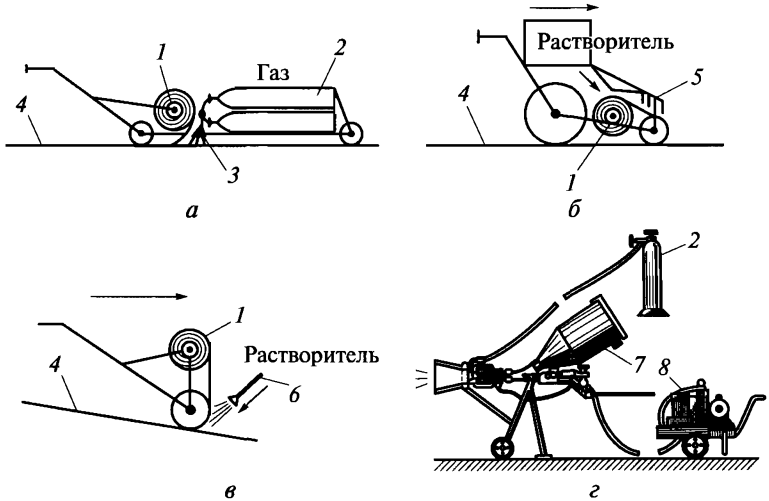


Рис. 11.7. Механизация работ, основанных на расплавлении мастики непосредственно на рабочем месте:

а — при устройстве кровли из направляемого рубероида с разогревом мастики форсунками; *б* — при устройстве кровли из направляемого рубероида с разжижением растворителем; *в* — при устройстве кровли из направляемого рубероида при уклоне кровли 6...10 %; *г* — при газопламенном напылении мастики; *1* — рулон; *2* — баллоны с газом; *3* — факел; *4* — раскатанное полотнище; *5*, *6* — щетка и удочка для смачивания полотнища; *7* — бачок с битумным порошком; *8* — компрессор

Для защиты верхнего слоя рулонного материала от солнечной радиации иногда используют лакокрасочное покрытие белого (серебристого) цвета или устраивают верхний слой из фольгоизола.

Совершенствование кровельного ковра из рулонных материалов привело к созданию мембранных покрытий из полимерных материалов, обладающих высокой прочностью на растяжение.

По конструкции мембраны могут быть двух- и многослойными. В первом случае мембрана состоит из верхней полиэтиленовой пленки и нижнего синтетического слоя на основе каучука, защищенного антиадгезионной водорастворимой пленкой. В случае нарушения сплошности полиэтиленовой пленки (прорывы, проколы и т.п.), дальнейшую водозащиту принимает на себя каучуковая основа.

В мембране с многослойным армированием стекловолокно располагают между слоями нетканого полиэстерного полотна. Стабильность размеров в такой мембране обеспечивается упрочненным стекловолокном, а хорошая эластичность — полиэстером.

Полотнища мембран разворачивают из рулонов или подают на крышу в сложенном виде и укладывают на основание за один

проход. Стыковка отдельных полотнищ может выполняться с помощью самоклеящихся лент, клеевых или механических креплений.

С помощью мембран устраиваются как обычные, так и «дышащие» кровли. Укладка может производиться как на вновь подготовленное основание, так и на существующий ковер.

Существует три способа укладки мембранных покрытий (рис. 11.8):

приклейка к основанию с помощью мастик;

свободная укладка ковра с дальнейшим пригрузом балласта;

механическое крепление с помощью устройств и саморезов.

Сплошное приклеивание мембраны чаще всего осуществляется в местах со сложной конфигурацией. Простые по форме основания можно обклеивать полосовым или клеточным способом. Для наклейки полотнищ используют полимерно-битумные или полимерные мастики (унимаст, поликров и др.). При наклейке места нахлестов шириной 7...10 см обезжиривают, грунтуют разжиженным раствором мастики, покрывают полосами стеклоткани и тремя-четырьмя слоями обрезинивающей мастики.

В России с 2002 г. стала использоваться самоклеящаяся полимерно-битумная мембрана типа Indentene, поставляемая в рулонах 1×20 м. Полосы материала соединяются между собой и с основой при помощи клеевого слоя, временно защищенного силиконовой бумагой.

Укладка мембран без приклеивания к основанию является наиболее экономичным и универсальным способом устройства кро-

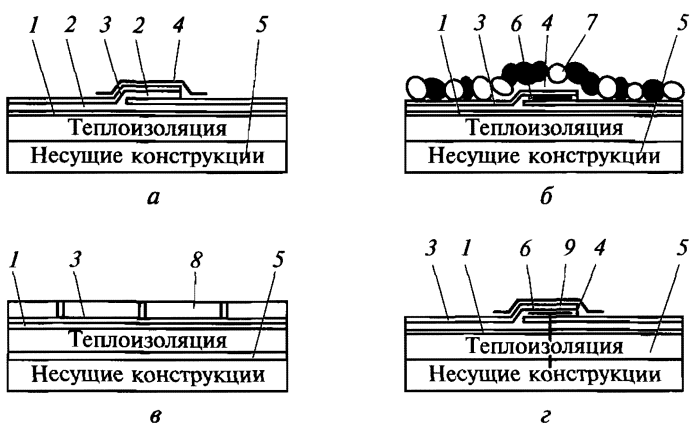


Рис. 11.8. Система крепления мембран:

а — клеевая; *б*, *в* — с балластом из гравия и плиток; *г* — механическая с помощью анкеров; *1* — стяжка; *2* — праймер; *3* — мембрана; *4* — стеклоткань; *5* — пленочная пароизоляция; *6* — самоклеящая лента; *7* — окатанный гравий; *8* — балласт из плиток; *9* — анкер

вельного покрытия. Однако этот способ может быть применен лишь при гидроизоляции кровель с уклонами скатов, не превышающими 15 % и обладающими достаточной несущей способностью, чтобы выдерживать дополнительную нагрузку от балласта.

После свободной укладки мембранного покрытия нахлесты армируются стеклотканью, обрезиниваются и пригружаются окатанным гравием или бетонным плитками. Во избежание повреждения мембрана может быть защищена слоем геотекстиля. При использовании такой системы влага, находящаяся под ковром, может свободно испаряться и удаляться через установленные аэраторы.

Чтобы увеличить срок службы свободно уложенных мембранных покрытий иногда устраивают так называемые инверсионные кровли, в которых утеплитель в виде плит с выбранной четвертью кромки располагается над гидроизоляционным слоем.

Наряду с низкой теплопроводностью такой утеплитель должен обладать высокой прочностью, долговечностью, отсутствием водопоглощения. Простейшим исполнением инверсионной кровли является мембрана с гравийной засыпкой по дренирующему слою из геотекстильного материала, уложенного по плитам.

Системы механического крепления (рис. 11.8, *г*) применяются при устройстве мембранных кровель, которые не могут нести нагрузку в виде балласта. Кромка мембраны прикрепляется к основанию с помощью анкеров, заклеивается праймером или самоклеящей лентой, армируется стеклотканью и обрезинивается мастикой.

При использовании однослойных пленочных материалов также применяют метод наклейки или свободной укладки с пригрузом.

В первом случае используют следующую технологическую схему:

на предварительно огрунтованное основание раскатывают полотнище пленки и перегибают вдоль рулона;

на основание и отогнутую часть полотнища наносят слой мастики;

укладывают смазанную половину полотнища на основание с нанесенным мастичным составом и прикатывают катком с мягкой обкладкой;

аналогичным образом наклеивают вторую половину полотнища;

наносят мастику на предварительно обезжиренные склеиваемые кромки полотнища и прикатывают места нахлестки.

При свободной укладке:

раскатывают полотнища на основание и склеивают их между собой с последующей герметизацией швов в местах нахлестки;

поверх пленки расстилают слой стеклоткани, стеклорогожки с точечной приклейкой к кровельному ковру;

по распределительному слою рассыпают пригрузочный гравийный слой и прикатывают места нахлестки катком массой 2...5 кг;

свободные кромки полотнищ закрепляют дюбелями.

Производя текущий ремонт рулонных кровель, определяют места нарушений рулонного ковра, убирают или отгибают рулонный материал, очищают от пыли и грязи, производят повторное приклеивание и вновь закрывают поврежденный участок, иногда заменяя верхний слой. Воздушные мешки прокалывают, выпускают воздух, вводят в полость растворитель и укатывают место ремонтируемого участка.

В последнее время строительными организациями России стала использоваться ресурсосберегающая технология восстановления гидроизоляционных свойств битумосодержащих рулонных кровель под названием ROOF. Цель технологии — превратить за счет прогрева старый рубероидный ковер в плотный обезвоженный монолит. Производительность такого ремонта достигает 100 м^2 кровли в смену, а себестоимость — ниже обычной в 3—5 раз.

Технологический процесс ремонта кровли развивается по следующей схеме:

очистка участков, пробивка вертикальных каналов и смачивание с их помощью участков пластификатором;

прогрев рубероидного ковра специальными термоэлектрическими аппаратами марки ЭВН и удаление из него межслойной влаги;

сваривание разрозненных полотнищ рубероидной кровли между собой за счет расплавления пропиточного состава и склеивающих мастик.

В результате использования описанной технологии создается монолитная мембрана без трещин, вздутий, складок, отличающаяся повышенной стойкостью к атмосферным воздействиям.

11.4. Устройство мастичных (наливных) кровель

Мастичная кровля представляет собой литой гидроизоляционный ковер типа мембраны, формируемой прямо на поверхности крыши. Это покрытие в течение длительного срока эксплуатации должно сохранять надежность и долговечность при различных механических и климатических воздействиях, быть устойчивым в кислотных, щелочных, солевых и других агрессивных средах.

Обеспечить все требования, предъявляемые к мастичным кровлям, невозможно без использования в их составе комплекса полимеров. Поэтому сейчас при устройстве мастичных кровель используют главным образом холодные жидковязкие полимерно-битумные композиции, в состав которых входят смолы, каучуки, минеральные наполнители и технологические добавки.

По построению гидроизоляционного ковра мастичные кровли могут быть неармированными, армированными стеклосеткой, стеклотканью или стекловолокном и комбинированными с защитным или подстилающим покрытием из рулонных материалов.

Особенности устройства оснований и подготовки их под мастичные кровли аналогичны особенностям кровель из рулонных материалов. Основным требованием является отсутствие зыбкости.

Отсутствие стыков и швов, простота и надежность устройства узлов и примыканий являются основными достоинствами мастичного покрытия. В качестве недостатка следует отметить сложность получения пленок гарантированной толщины, особенно при больших уклонах и недостаточно ровных поверхностях кровли.

Кроме того, наличие сплошного ковра затрудняет выход паров и создает опасность возникновения в покрытии воздушных пузырей. Поэтому доля распространения мастичных кровель в общем объеме пока еще исчисляется несколькими процентами.

При устройстве *неармированной кровли* мастику или эмульсию наносят после огрунтовки основания и оклейки рулонными стекломатериалами стыков, швов, воронок и других деталей кровли. Мастики наносят в 3...4 слоя пневматическим напылением, а также вручную кистью или валиком с раздельной сушкой каждого слоя.

Толщина слоев мастичного ковра зависит от вида мастики и составляет 2...4 мм в стабилизированном (высохшем) состоянии.

Армированные стеклосеткой или стеклотканью мастичные кровли предпочитают устраивать из однокомпонентных, отверждающихся воздухом, холодных битумно-резиновых мастик.

После высыхания грунтовки катком-раскатчиком расстилают стеклосетку с нахлесткой 70...100 мм и на нее пистолетом-распылителем наносят слой мастики. В таком же порядке наносят и остальные слои, с той разницей, что полотнища стеклосетки в каждом последующем слое укладывают в перекрестном порядке (рис. 11.9, *а*).

Количество армирующих слоев зависит от уклона кровли.

Мастичные кровли, армированные рубленым стекловолокном, также устраивают из битумно-полимерных мастик. Мастики наносят механизированно (рис. 11.9, *б*) специальными пистолетами-распылителями, обеспечивающими смешивание рубленого стекловолокна и мастики (эмульсии) при нанесении на поверхность. Основной гидроизоляционный ковер выполняют из 3...4 слоев толщиной по 0,7...1,0 мм. Каждый следующий слой наносят после высыхания предыдущего.

По технологии раздельного нанесения мастики и армирующего слоя стекловолокно длиной 15...20 мм рассыпают по поверхности пистолетом-распылителем после нанесения мастичного слоя.

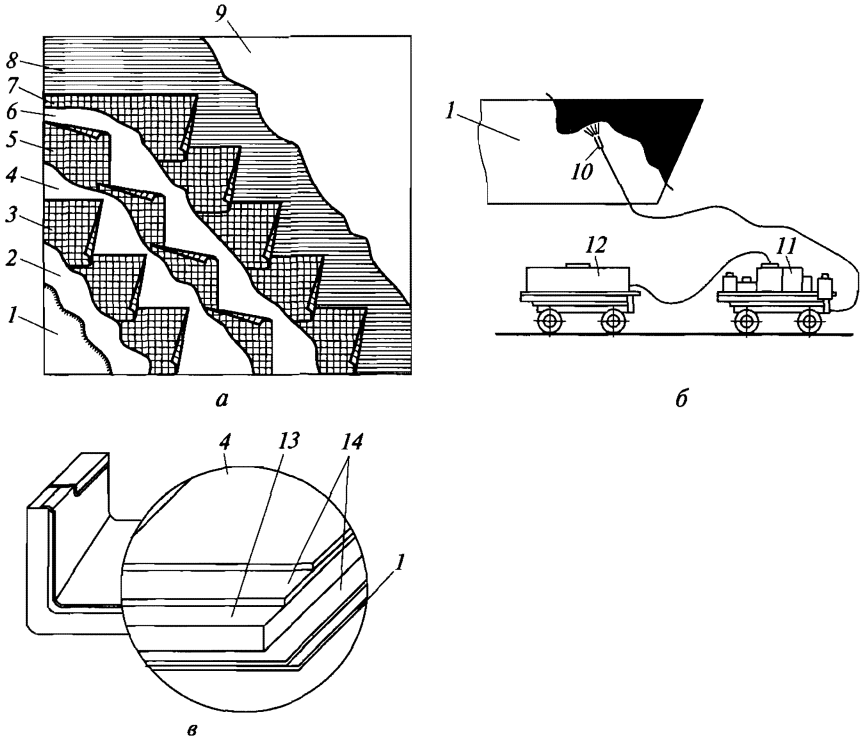


Рис. 11.9. Устройство мастичных и комбинированных кровель:

а — последовательность выполнения работ; *б* — механизация работ; *в* — конструкция комбинированной кровли с однослойным армированием; *1* — основание; *2* — огрунтовка; *3*, *5*, *7* — слой стеклохолста; *4*, *6*, *8* — мастика; *9* — защитный слой гравия; *10* — форсунка; *11* — пневмоустановка для подачи мастики; *12* — транспортное средство; *13* — рулонная основа; *14* — праймер

В комбинированных кровлях нижние слои можно устраивать из мастик, а верхние — из рулонных материалов, что позволяет использовать для нижних слоев менее долговечные мастики.

Внедряемые в последнее время комбинированные кровли (рис. 11.9, *в*) с однослойным рулонным армированием, располагаемым внизу (например системы «Поликров»), сочетают в себе преимущества рулонного и наливного покрытий и одновременно лишены их недостатков. Использование недовулканизированной рулонной основы в силу ее пластичности позволяет значительно снизить требования к подготовке поверхности основания, т.е. существенно упростить и удешевить процесс изготовления покрытия.

Рулонная основа создает изоляционный слой с гарантированной толщиной и возможностью полосовой приклейки для выхода

паров, а дополнительное многослойное мастичное покрытие создает монолитную пленку, устраняющую проблему многочисленных швов и герметичности примыканий и одновременно служащую отличной защитой основы от атмосферных воздействий.

Появление мастик с высокими адгезионными свойствами способствовало внедрению мастичных покрытий с одним армирующим слоем — в непросушенный грунтовочный слой втапливают один слой стеклоткани, а затем равномерно покрывают ее слоями мастики и присыпки. Весь процесс может быть разбит на отдельные частные потоки — армирование, напыление мастики, устройство присыпки.

Часто защитный слой мастичных кровель устраивают из гравия, втопленного в мастику, или алюминиевой краски.

11.5. Настилка кровель из листовых материалов

Кровли из листовых материалов настилают при устройстве скатных крыш с уклоном более 6 %. К таким кровельным материалам относят: волнистые асбестоцементные листы, кровельную сталь, металлочерепицу, еврошифер, плоские и волнистые листы из стеклопластика и сотового поликарбоната. В гражданском, храмовом и коттеджном строительстве кроме стальных стали применять медные, алюминиевые и цинк-титановые листы.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов. Среди кровельных покрытий из листовых материалов этот вид кровки получил наиболее широкое распространение. Применяют листы: усиленного профиля марки ВУ (6-волнистые, размерами 1 000×2 800×8 мм), унифицированного профиля марки УВ (6-волнистые, размерами 1 125×1 750×6 и 1 125×1 750×7,5 мм) и средневолнистого профиля марки СВ (7- и 8-волнистые, размерами 980×1 750×6 и 1 300×2 000×6 мм соответственно). Ко всем видам листов волнистого профиля выпускаются фасонные детали — коньковые, угловые, лотковые и переходные.

Волнистые асбестоцементные листы до сих пор являются основным кровельным материалом в индивидуальном и сельскохозяйственном строительстве, что связано с их невысокой стоимостью.

Для повышения долговечности и придания эстетичности асбестоцементные листы покрывают окрасочными составами или окрашивают в массе. Окрасочный слой снижает водопоглощение и увеличивает срок службы листов на 30...50 %.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов устраивают по железобетонным, стальным и деревянным прогонам на зданиях любого назначения. Деревянную обрешетку выполняют так, чтобы каждый лист опирался на два-три бруска (рис. 11.10). Железо-

бетонные и металлические прогоны располагают с учетом длины листов: листы длиной 1 750 мм опирают на два прогона по однопролетной схеме, а длиной 2 000 мм — на три прогона.

Листы укладывают со смещением нахлестки в смежных рядах на 1...3 волны или с расположением всех рядов по длине ската в одну линию. В последнем случае перед укладкой 2-го и 3-го листов обрезают углы. Листы ВУ и УВ усиленного и унифицированного профиля укладывают, как правило, «шов в шов», с обрезкой углов.

Поперечная нахлестка смежных листов равна одной волне соответственно направлению господствующих ветров. Продольная нахлестка для листов СВ 120...140 мм, для листов других профилей — 200 мм.

Листы крепят по однослойным гребням к деревянным прогонам специальными «шиферными» гвоздями с прокладками, болтами или шурупами с мягкой шайбой, к железобетонным или металлическим прогонам — специальными крюками с прокладками и гайками (см. рис. 11.10). Отверстия под гвозди и шурупы сверлят на 2 мм большего размера, чем анкерные крепления. Это обеспечивает свободное перемещение листов при изменениях температуры. Места установки крюков и зазоры замазывают мастикой. При уклоне кровли менее 20 % продольные и поперечные соединения листов герметизируют мастикой, цементным раствором или лентой из герлена.

Укладку ведут рядами начиная с нижнего угла ската, располагая листы по шнуру. Разжелобки и ендовы покрывают металлическими листами или лотковыми деталями. Примыкания к вертикальным поверхностям закрывают фартуками.

Площадь крыши рекомендуется разбивать на захватки и делянки, на которых выполняют свои операции звенья укладчиков. Наиболее рациональным считается звено «двойка», состоящее из кровельщика и подсобника, выполняющего вспомогательные операции: подбор, подача листов и др.

Подготовку листов усиленного и унифицированного профилей: обрезку углов, сверление отверстий, опиливание рашпилем острых кромок — выполняют, как правило, в построечных мастерских.

Типичными повреждениями листов являются трещины, возникающие при ударных нагрузках или занижении диаметров отверстий под крепежные винты. В этих случаях заменяют целые листы или наклеивают на поврежденные места полоски стеклоткани.

Кровли из листового металла. Различаются по форме профиля и типу металла. Использование металла позволяет применять легкие стропильные конструкции и перекрывать крыши сложной формы. К недостаткам металлических кровель следует отнести их высокую теплопроводность и подверженность коррозии.

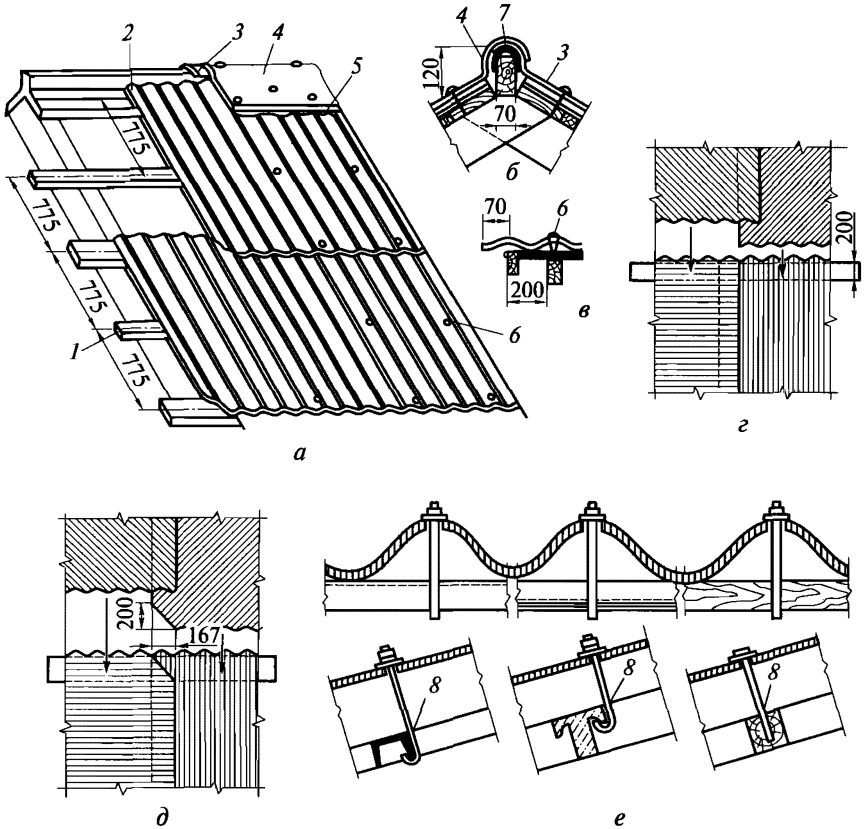


Рис. 11.10. Покрытие кровли волнистыми асбестоцементными листами:

а — часть ската; *б* — поперечный разрез конька; *в* — поперечный разрез фронтона; *г*, *д* — укладка листов со смещением и обрезкой углов; *е* — варианты крепления листов к металлическим, железобетонным и деревянным прогонам; *1* — обрешетка; *2* — лист; *3*, *4* — коньковые асбестоцементные элементы; *5* — обмазка мастикой; *6* — кровельные гвозди; *7* — гидроизоляционная лента; *8* — крюк

Наиболее распространены *фальцевые кровли* из плоских стальных листов толщиной 0,45... 1,5 мм. В случае применения неоцинкованной стали листы окрашивают.

Из листов шириной от 510 до 1 250 мм предварительно подготавливают «картины» с отогнутыми фальцами, соединяемыми между собой (рис. 11.11). Соединения поперек ската выполняют лежачими фальцами, вдоль ската — стоячими. Все покрытие крепится к несущей конструкции скрытыми полосками стали — клямерами. При уклоне кровли менее 30 % лежачие фальцы выполняют двойными.

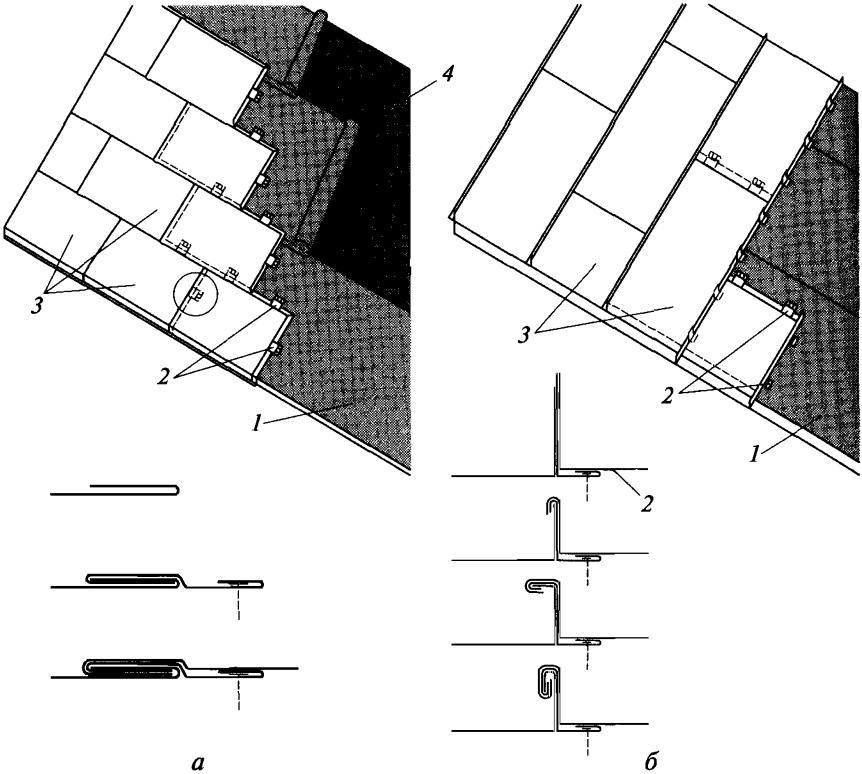


Рис. 11.11. Укладка стальных листов (картин) с соединением фальцами: *а* — лежачими; *б* — стоячими; *1* — рулонный гидроизоляционный материал; *2* — кляммеры; *3* — стальные листы; *4* — мастика

При настилке кровли из стальных листов чаще всего составляют двойные картины (из двух листов, соединенных по короткой стороне). Процесс устройства кровли включает в себя такие этапы:

заготовка стальных листов (картин), отгиб фальцев;

устройство брусковой или сплошной обрешетки — разжелобки, ендовы и свесы покрывают сплошным дощатым настилом;

закрепление на карнизах Т-образных костылей и штырей для крепления водосточных воронок и труб;

прибивка кляммеров, установка картин, направление укладки — параллельно или перпендикулярно коньку;

устройство примыканий.

Одним из самых сложных элементов монтажа фальцевых кровель является стыковка фальцев. В последнее время распространение получил метод непрерывной закатки стоячих фальцев, ос-

нованный на поставке кровельного материала в рулонах (штипсах) — полосах шириной 0,6 м.

Картины подготавливаются на всю длину ската без поперечных лежачих фальцев. Крепление одной картины к другой стоячими фальцами производится с помощью фальцовочных машинок, что повышает производительность труда, позволяет получать более герметичное покрытие за счет исключения лежачих фальцев.

Особенно хорошо показал себя метод непрерывной закатки при работе с такими ковкими материалами, как медь и цинк-титан.

Листовая медь толщиной 0,6 и 0,8 мм поставляется в виде рулонов шириной 600...670 мм и фальцевых панелей размером 530×1 000 мм. Как кровельный материал медь отличается высокой эстетичностью. Через несколько лет медь покрывается «патиной» и приобретает голубовато-зеленый оттенок.

Медное покрытие настилается так же, как и стальное, но в связи с хорошей пластичностью отличается более надежной герметичностью в фальцевых соединениях. Стоимость такого покрытия в несколько раз выше, чем стального, однако срок эксплуатации превышает срок эксплуатации стальной кровли (150...200 против 40...50 лет), что делает его вполне конкурентноспособным.

Кроме листовой меди могут использоваться небольшие раскроенные фрагменты (чешуйки, ромбы, квадраты). В настоящее время также налажено производство профилированных медных листов.

Покрытие кровельным алюминием, вернее листами из сплава алюминия, практически мало в чем уступает медному. Оно также хорошо фальцуется, пластично и теплопроводно. Выпускается в длинных рулонах, исключающих поперечные швы.

Материал покрывается с лицевой стороны защитным полимерным покрытием, предохраняющим от старения и механических повреждений. Для дополнительной защиты от коррозии он покрыт с внутренней стороны специальным лаком. Срок службы кровельного алюминия составляет около 80 лет.

В последнее время в качестве кровельного материала стали использовать цинк-титановые (цинк-D) листы и рулоны, толщиной до 1 мм. Цинк-титановая кровля служит более 100 лет. Технология ее укладки практически не отличается от других фальцевых кровель.

Кроме плоских используют профилированные стальные и алюминиевые листы (рис. 11.12). Простейшим видом такого кровельного материала являются волнистые листы из листовой оцинкованной стали толщиной 0,55 и 0,7 мм (гофролист). Профиль (волна) на таких листах, кроме придания им жесткости, упрощает стыковку внахлест и создает дополнительный декоративный эффект.

Укладка гофролистов ведется по технологической схеме, принятой при настилке кровли из волнистых асбестоцементных ли-

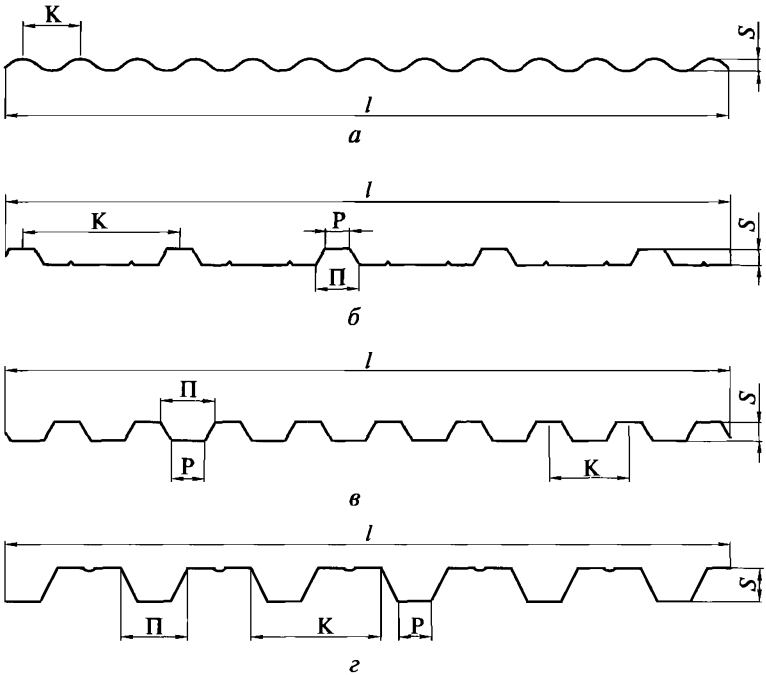


Рис. 11.12. Виды металлических профилированных листов:
а — гофролист; *б* — финский профиль; *в*, *г* — низко- и высокопрофильные листы

стов — параллельными горизонтальными рядами в направлении от свеса к коньку, с нахлесткой на одну волну. Листы укладывают методом «шов в шов», но без обрезания углов в местах стыков.

Появление профилированных листов способствовало разработке новых методов укладки *быстромонтируемых кровель*. Чаще всего полосы раскатывают поперек ската, закрепляют саморезами и нахлестывают лежащими выше полосами на 15...20 см с прокладкой лент герметика в швах. Стыки смежных листов в большинстве случаев бывают задвижными или защелкивающимися.

Технология защелкивающихся кровель (рис. 11.13) постепенно вытесняет традиционную технологию в связи с такими преимуществами:

защелкивающееся замковое соединение учитывает температурное расширение металла;

обеспечиваются легкий и быстрый монтаж и демонтаж покрытия при минимальном количестве стыков;

для выполнения операций нет необходимости привлекать высококвалифицированных исполнителей.

На рис. 11.13 показан процесс настилки быстромонтируемой кровли путем раскатки рулона с закреплением с помощью за-

жимной полосы. После монтажа ряда рулонов укладывают рулоны следующего ряда, защелкивая их штампованные грани на полосе зажимного крепления. Для более надежного закрепления покрытия могут прикрепляться к основанию с помощью кляммеров различных конструкций или шурупов-саморезов.

В последнее время предложена абсолютно новая — ступенчатая металлическая кровля Quick Step, имеющая вид плоских ступе-

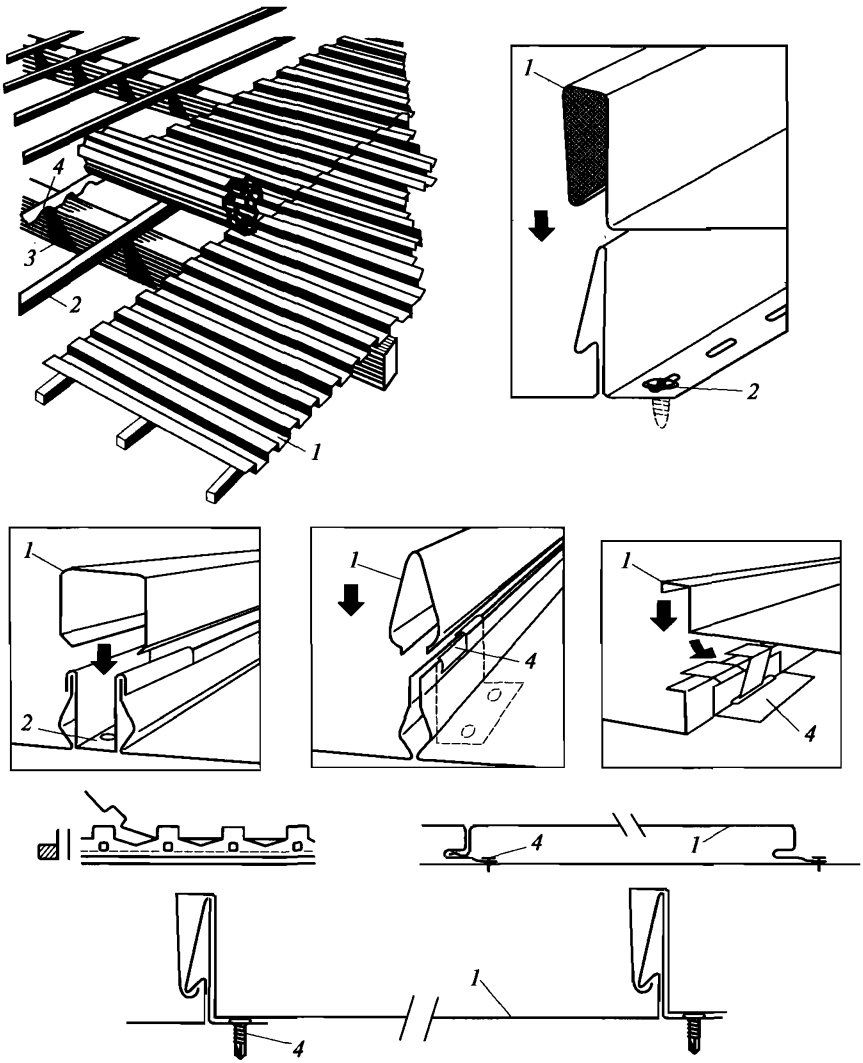


Рис. 11.13. Варианты закрепления быстромонтируемых стальных кровель: *1* — алюминиевый рулон; *2* — деталь прикрепления к обрешетке; *3* — обрешетка; *4* — кляммер

нек, равномерно расположенных по длине ската. Преимущества такой кровли очевидны — удобство ремонта, высокая производительность (листы просто вставляют друг в друга без фальцевания).

Если металлическая кровля дает протечки, места протечек должны быть локализованы в самые кратчайшие сроки. Так, при ремонте стальной оцинкованной кровли необходимо:

очистить место протечки и промыть раствором хлористого цинка;

запаять соединяемые концы листов;

излишки припоя удалить напильником.

Битуминизированные гофрированные листы. Битуминизированные гофрированные листы на стекловолокнистой, целлюлозной или картонной основе появились у нас под различными фирменными названиями. Наибольшую популярность приобрел цветной французский Ондулин — гибкие волнистые листы размером 2,0×0,94 м, толщиной до 3 мм, отформованные из целлюлозных волокон, пропитанных битумом, термостойкой смолой и минеральными пигментами.

Укладка ондулина производится при уклоне 60...10° по обычной схеме, утвердившейся для волнистых листов. В качестве оснований рекомендуется сплошная обрешетка. Ондулин также можно укладывать по обрешетке с шагом 450...600 мм.

Листы укладывают с поперечной нахлесткой на одну волну, с продольной — 300 мм. Крепление к обрешетке осуществляют гвоздями с пластмассовыми прокладками. В связи с небольшой массой листов и простотой их установки распространена ручная укладка.

Металлочерепица. Дальнейшим развитием идеи профилированного листа является создание большеразмерных штампованных оцинкованных стальных или алюминиевых листов, покрытых с обеих сторон антикоррозийным пассиватором (рис. 11.14, *а*, *б*). Благодаря высокому качеству штамповки такие листы, внешне похожие на черепичные, получили название металлочерепица.

Лицевую сторону листа покрывают разноцветными окрасочными составами на основе полимерного связующего.

В России используется главным образом финская металлочерепица Rannila, шведская SSAB и отечественная НЛМК толщиной 0,5 мм, шириной около 1 м, длиной до 8 м. Кровли из металлочерепицы отвечают всем основным требованиям, предъявляемым к кровлям. Срок их службы доходит до 50 лет. Недостатком этого вида покрытий является повышенная шумность во время дождя, снега и т.д., поэтому необходимо устраивать дополнительную звукоизоляцию кровли.

Стык волны по линии нахлеста защищен специальной канавкой (рис. 11.14, *в*). Укладку кровельных листов следует вести таким образом, чтобы капиллярные канавки перекрывались следующи-

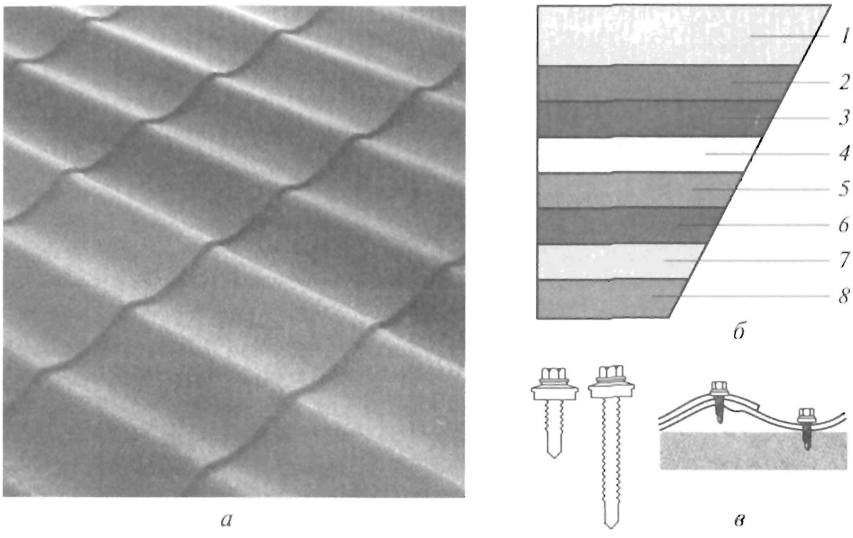


Рис. 11.14. Металлочерепица:
а **— внешний вид;** ***б*** **— сечение; в — крепление листов шурупами-саморезами;** ***1*** **— пластизол;** ***2*** **— грунтовка;** ***3,*** **7 — пассиватор;** ***4, 6*** **— цинк; 5— листовая сталь 0,5 мм;** ***8*** **— окраска тыльной поверхности**

ми листами. Листы крепят зигзагом из расчета шесть шурупов-саморезов с уплотнительными шайбами на 1 м^2 покрытия. При креплении листов к обрешетке шурупы размещают в прогибе волны, при скреплении соседних листов друг с другом — в гребне.

Панели поставляются нарезанными на всю длину каждого ската, благодаря чему достигается минимальное количество стыков на поверхности кровли. Поставка листов (рис. 11.15) осуществляется вместе с набором комплектующих: прокладок, вставок и т.д.

Чтобы избежать конденсации влаги, необходимо обеспечить хорошую вентиляцию. Для этого укладывают пленочную изоляцию таким образом, чтобы поток воздуха мог беспрепятственно пройти как вдоль, так и поперек ската (рис. 11.15, ***в, г).***

Рабочий процесс развивается по следующей схеме:

расстилают гидроизоляционный материал (пленку), поверх которого укладывают доски обрешетки и элементы стыков;

начиная с конька с двух сторон ската навешивают по 3...4 листа, закрепляя каждый одним шурупом. Выравнивают нижние края листов и окончательно закрепляют листы шурупами-саморезами;

прибивают уплотнительные ленты и закрывают конек планкой;

устанавливают вставки, снегозадерживатели, элементы системы слива воды и другие комплектующие детали.

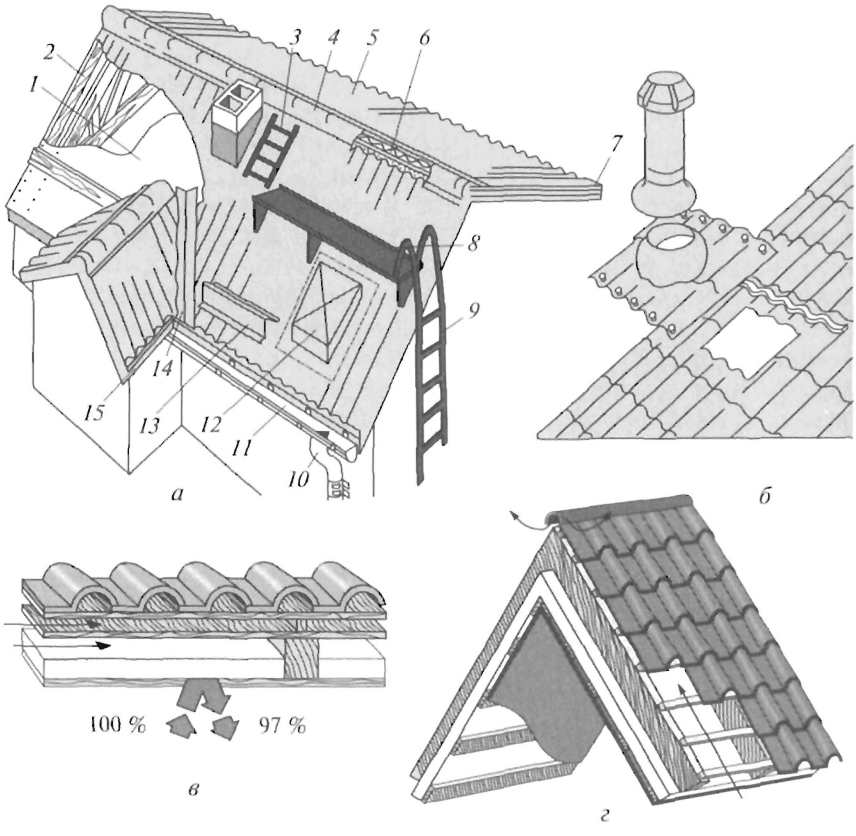


Рис. 11.15. Установка элементов при устройстве кровли из металлочерепицы:

а **— общий вид,** ***б*** **— пласмассовая вставка с вентиляционной трубой; в, г — обеспечение проветривания кровли;** ***1*** **— гидроизоляция;** ***2*** **— обрешетка,** ***3, 9*** **— лестницы;** ***4*** **— коньковая планка; 5 — кровельный лист;** ***6*** **— утеплительные ленты; 7— торцовая планка;** ***8*** **— переходный мостик;** ***10*** **— водосточная труба;** ***11*** **— водосточный желоб;** ***12*** **— сквозные листы;** ***13*** **— снегозадерживатель;** ***14*** **— внутренний стык;** ***15*** **— карнизная планка**

Стружки и опилки после подгонки листов на месте коррозии удаляют. Во избежание коррозии выполняют дополнительную окраску срезов и нарушений заводского защитного покрытия.

В последнее время внедрен новый тип быстромонтируемой металлочерепицы «Дюна», собираемой аналогично фальцевой кровле без сквозных отверстий на поверхности листов.

Покрытые пластиком профилированные листы длиной до 15 м прикрепляют к основанию с левой стороны через специальные отверстия. С правой стороны при монтаже происходит зацепление

монтажного выступа и паза аналогично конструкции креплений при монтаже волнообразной черепицы.

Отсутствие внешнего крепежа повышает срок службы кровли и выгодно отличает металлочерепицу «Дюна» от других.

Кровли из железобетонных плит повышенной и полной заводской готовности. Еще недавно их использовали при возведении промышленных зданий. Плиты в заводских условиях покрывали пароизоляцией, утеплителем, цементно-песчаной стяжкой и одним слоем рубероида. На объекте после монтажа заделывали швы и настилали недостающие слои рубероидного ковра.

Сейчас для этих целей используют облегченные плиты типа «сэндвич» из алюминиевых сплавов и эффективных утеплителей (рис. 11.16, *а*, *б*). Для выполнения монтажных операций могут быть задействованы автокраны или краны на автомобильных шасси небольшой грузоподъемности.

После монтажа швы между панелями закрывают раскладками или фальцами. Работы можно выполнять в любое время года.

Покрытия из профилированного стального настила (рис. 11.6, *в*, *г*) выполняют традиционным разделительным способом — после монтажа настила устраивают слои пароизоляции, утеплителя, гидроизоляционного ковра. Такое покрытие более дешевое, но требует больших трудозатрат, менее долговечно, по срокам выпол-

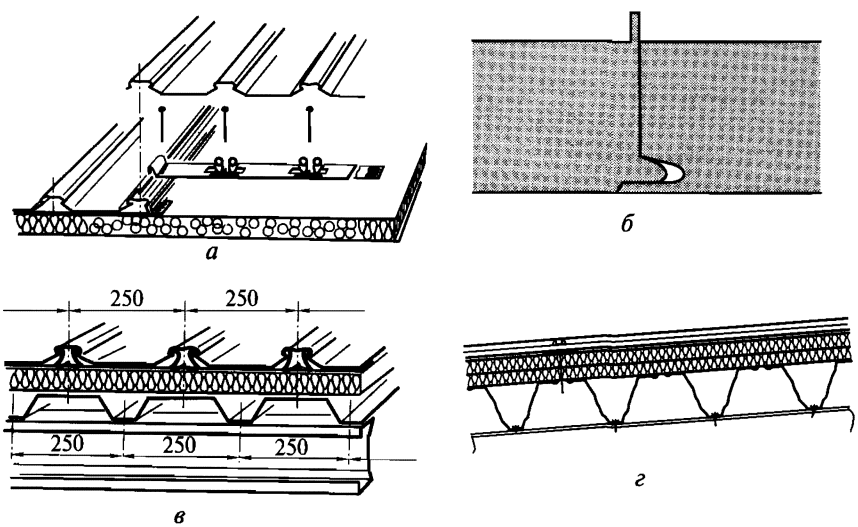


Рис. 11.16. Варианты устройства кровли из элементов полной и повышенной заводской готовности:

а, *б* — из «сэндвич-панелей» с соединением планками и фальцами: *в*, *г* — из профилированого стального настила с закреплением утеплителя шурупами-саморезами и кляммерами

нения проигрывает покрытию из панелей полной заводской готовности.

11.6. Устройство кровель из штучных элементов

Штучными условно считают кровельные материалы площадью до 1 м^2. К ним относят черепицу, плитки, природный шифер-плитняк, мелкие металлические или пластмассовые пластины и т.д. Укладку этих материалов обычно осуществляют внахлест, что при соответствующем качестве выполнения процессов обеспечивает водонепроницаемость кровельных покрытий.

Черепица. По технологии изготовления выделяют натуральную и искусственную черепицу, по форме — плоскую, пазовую, желобчатую и волнистую, по исходному сырью — глиняную, цементно-песчаную, битумную, металлическую, по назначению — рядовую, коньковую, боковую, половинчатую и др.

К основанию черепица может прикрепляться кляммерами, проволокой, гвоздями или укладывается без креплений и сохранять свое положение благодаря силам гравитации (рис. 11.17).

Основания под черепичную кровлю бывают в виде брусков сечением (50...60)×(50...70) мм, а также сплошной обрешетки из досок, фанеры, цементно-песчаной стяжки. Кровли из черепицы могут быть одно- или двухслойными, швы — закрываться пленкой. Расстояние между брусками обрешетки зависит от размеров черепицы.

Натуральная керамическая черепица на протяжении тысячелетий была образцом и являлась декоративным элементом здания. Достоинствами этого вида покрытия являются: экологичность, прочность, огне- и химическая стойкость, долговечность (100 и более лет). За счет долговечности стоимость этого материала оказывается одной из самых низких. Например, при стоимости 1 м^2 черепицы 200 руб. и сроке службы 100 лет получаем стоимость 1 м^2 2 руб. в год.

Недостатками натуральных черепичных кровель являются: большая масса (45...70 кг/м^2), трудоемкость устройства (около 15 м^2/чел.-дн), необходимость создания крутых скатов (45...90°), что вызывает увеличение общей поверхности кровли и расхода материалов. Угол ската у цементно-песчаной («франкфуртской») и пазовой («марсельской») черепицы может быть уменьшен до 18°.

Штампованная пазовая черепица отличается от других видов тем, что имеет продольные и поперечные соединения (закрои), чем достигается плотное сопряжение плиток (рис. 11.18). Благодаря такой конструкции покрытия имеют высокие водозащитные качества. Поэтому кровли из штампованной пазовой черепицы мож-

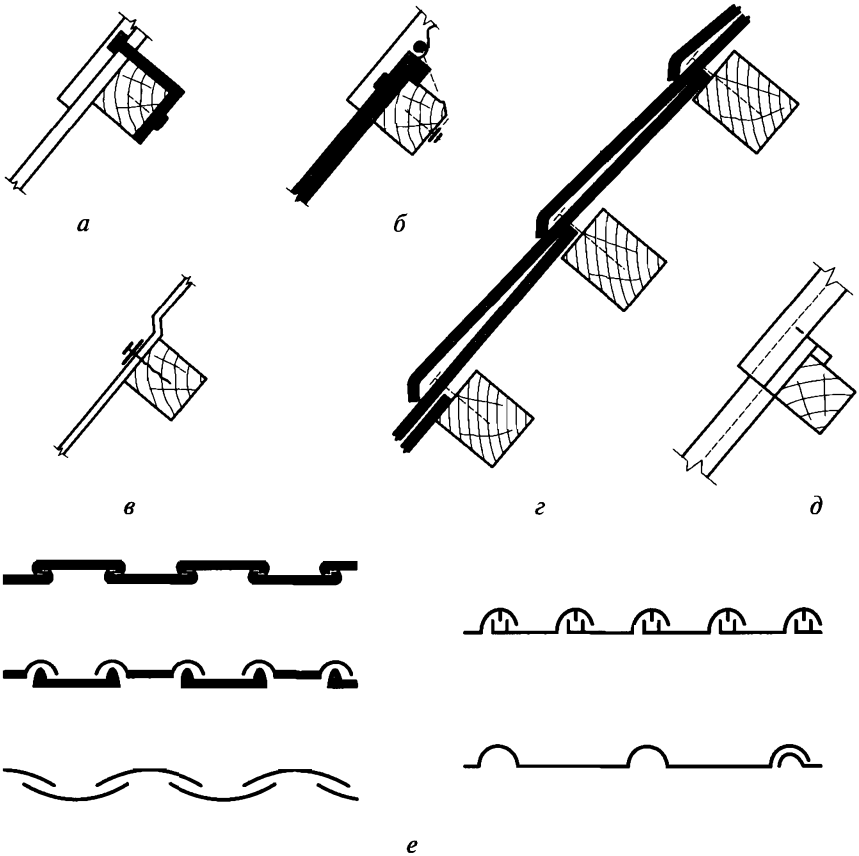


Рис. 11.17. Способы крепления черепицы к обрешетке:
а — кляммерами, *б* — проволокой; *в* — шурупами; *г* — гвоздями; *д* — без крепления; *е* — поперечные профили

но выполнять в один слой. *Ленточную пазовую черепицу* также можно укладывать в один слой, но из-за более низких водозащитных качеств предпочтение следует отдавать двухслойной укладке.

Цементно-песчаную черепицу производят из цемента и песка. Она изготовляется без обжига, виброштампованием, поэтому имеет правильную конфигурацию, отличается небольшой толщиной (10 мм) и инертностью по отношению к любым биологическим воздействиям. Срок ее службы в среднем составляет 50 лет.

Она обладает всеми основными достоинствами керамической черепицы, но в производстве оказывается в два раза дешевле.

В настоящее время в России главным образом используется волнообразная черепица импортного производства. По сравнению

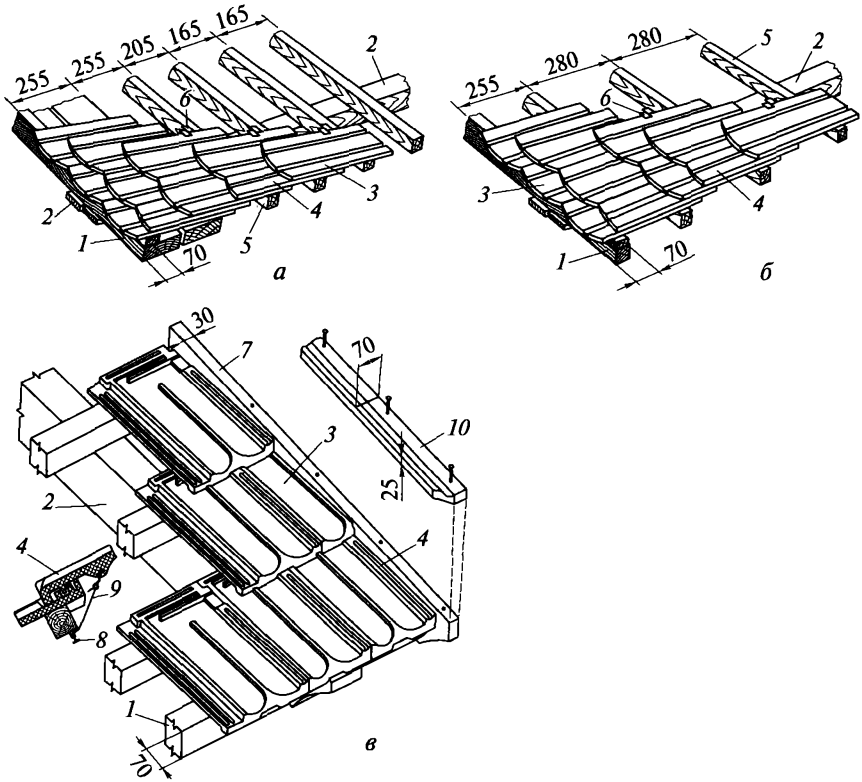


Рис. 11.18. Покрытие крыши натуральной черепицей:

а, *б* — двухслойное ленточное и чешуйчатое; *в* — однослойное штампованными пазовыми плитками; *1* — карнизный брусок; *2* — стропильная нога; *3*, *4* — полная и половинная черепица; *5* — брусок обрешетки; *6* — кляммер; *7* — ветровая доска; *8* — гвоздь; *9* — проволока; *10* — прижимная планка

с плоской эта черепица требует меньшей нахлестки и, соответственно, меньшего расхода материалов.

Из отечественных основной является «франкфуртская» черепица размером 330×420 мм. Налажен выпуск отечественной черепицы из керамогранита, получаемой путем прессования сухих керамических масс и последующего обжига.

При устройстве кровель из черепицы вначале подбирают плитки по форме и цвету, выявляют наличие трещин, искривлений и дефектов. При простукивании плитки должны издавать чистый и звонкий звук, не отличаться по форме и размерам.

Следующим этапом является подготовка половинок черепиц. Для этого плитки вымачивают, делают в них надпилы и перерубают.

В верхней части ленточной черепицы просверливают отверстия для прикрепления ее гвоздями. Эти отверстия при укладке перекрываются расположенными выше рядами черепицы. Для плоской черепицы отверстия не просверливают, так как она крепится климмерами.

Технологическая схема укладки черепицы следующая: для того чтобы нагрузка на стропила кровли была равномерной, укладку начинают одновременно на обоих противоположных скатах, направление при укладе рядов — от карниза к коньку, стыки располагают на брусках обрешетки.

Места сопряжений скатов выстилают специальными желобчатыми черепицами, каждая из которых имеет пазовый ободок для сцепления с соседней плиткой, ендовы выполняют по сплошной обрешетке желобчатыми черепицами или из кровельной стали, обрабатывают воротники дымовых труб, укладывая вокруг них выдру из цементно-песчаного раствора, на готовую черепичную кровлю устанавливают мостики, насадки и т. п.

По завершении укладки кровли спустя 3—4 мес поперечные швы рекомендуется промазать известково-песчаным раствором с волокнистыми материалами и сверху покрыть масляной краской.

Мягкая черепица (кровельные битумные плитки) — традиционный кровельный материал в США и Канаде. На первоначальном этапе под названием «Шингл» этот материал представлял собой асбестовые или целлюлозные пластины, пропитанные битумом и покрытые с наружной стороны минеральной посыпкой.

В настоящее время мягкая черепица выпускается в виде полосок толщиной до 4 мм размером 1,0×3,0 м с тремя-четырьмя чешуйчатыми элементами прямоугольной, овальной или фигурной форм. Основой материала является стеклохолст, пропитанный с обеих сторон модифицированным битумом. Сверху черепицу покрывают каменными или минеральными гранулами различного цвета, снизу — самоклеящимся обычным или резинобитумом, защищенным антиадгезионной пленкой, снимаемой в процессе укладки черепицы.

В первом случае материал полностью приклеивается к основанию под действием солнечного тепла, во втором — прибивается выше паза черепицы, при укладке следующего ряда чешуйки черепицы приклеиваются специальным клеем, закрывая шляпки гвоздей.

Мягкая черепица отличаются следующими достоинствами: долговечность, устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения и перепаду температур, герметичность и бесшумность во время дождя, эстетичность, легкость (масса около 8 кг/м^2), устойчивость к коррозии, простота укладки и ремонта.

Мягкую черепицу укладывают на сплошную обрешетку из шпунтованной доски или водостойкой фанеры с минимальным уклоном 12°. Основание должно быть жестким, ровным и сухим.

При уклоне скатов 12...18° по всей поверхности кровли укладывают подкладочный слой. При более крутых скатах можно ограничиться укладкой подкладочного слоя по периметру, конькам и ендовам. Швы нахлестки подкладочного слоя герметизируют путем их разогрева и закрепляют клеем или гвоздями.

Укладку распространенной черепицы Катепал (рис. 11.19) начинают от карниза в направлении торцов кровли. Если уклон кровли превышает 45°, верхнюю часть каждой пластины укрепляют дополнительными гвоздями. Для получения прямых швов между черепицей используют разметку мелом по линиям швов.

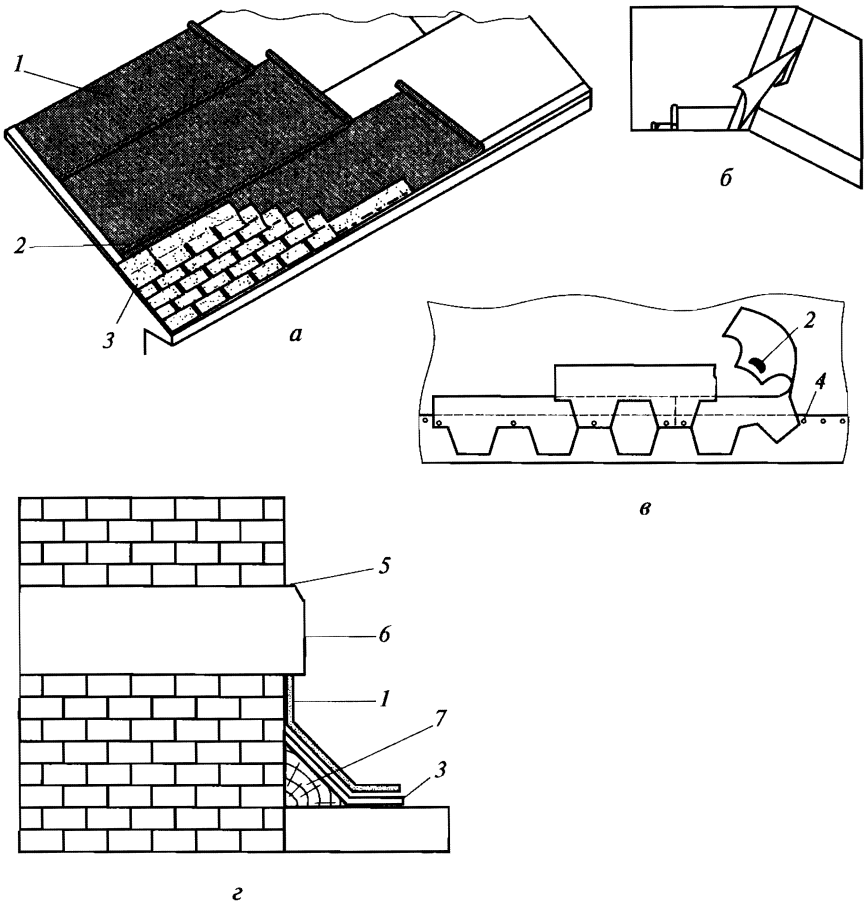


Рис. 11.19. Устройство кровли из мягкой черепицы:

а — скат кровли; *б* — укладка дополнительных подкладочных слоев; *в* — крепление черепицы; *г* — обделка примыканий; *1* — подкладочный слой; *2* — клей; *3* — черепица; *4* — гвоздь; *5* — герметик; *6* — металлический фартук; *7* — треугольный брусок

Кровельные отверстия небольшого диаметра (под вентиляторы, антенны и т. п.) закрывают резиновыми уплотнителями. Дымовые трубы и каналы должны быть теплоизолированы, а на дымоходы надеты специальные защитные козырьки.

Примыкания черепицы к трубам и другим вертикальным стенкам оформляют способом, показанным на рис. 11.19 *г*. Заводят и приклеивают на вертикальную стенку полосы кровельного ковра.

Мелкоштучная металлочерепица размером 1,4×0,5 м, толщиной 0,5 мм внешне напоминает крупнолистовую металлочерепицу. Листы окрашивают эпоксидным составом, с наружной стороны дополнительно покрывают прозрачной полиакриловой смолой с цветной минеральной крошкой, имитирующей натуральную черепицу и защищающей металл от атмосферных воздействий.

Листы укладывают по брусковой обрешетке начиная от конька и подталкивая нижние листы под верхние. Места стыков закрепляют оцинкованными гвоздями, шляпки гвоздей «маскируют» минеральным составом под цвет кровли.

Мелкоштучную металлочерепицу можно укладывать на скатах с уклоном более 12°. Небольшие размеры листов позволяют производить настилку покрытия на крышах сложной конфигурации.

Плоские плитки. Во второй половине XX в. были популярны плоские асбестоцементные (этернитовые) плитки, названные так по основному их производителю — фирме «Этернит» (ФРГ). Затем, поддавшись коньюктурным измышлениям по поводу вредности асбеста, западные фирмы перешли на выпуск более дорогих плиток с другими волокнами.

В России после доказательств надуманности этой проблемы вновь вернулись к выпуску плоских асбестоцементных плиток. Поэтому недорогие, долговечные (более 30 лет), легкие, атмосферо- и огнеустойчивые асбестоцементные плитки сейчас вновь находят в отечественном строительстве самое широкое применение.

Основной размер плиток 400×400 мм, толщина 4 мм. Кроме основных используют краевые, фризовые, половинные плитки и коньковые элементы (рис. 11.20). Плитки укладывают по сплошной обрешетке параллельно или по диагонали к направлению конька.

Настилку плиток начинают с угла свеса, ведут рядами по направлению слева направо и снизу вверх, ориентируясь по линиям разбивочной сетки, с шагом, равным 225 или 235 мм. Первую линию наносят на расстоянии 300 мм от карниза свеса.

Требования к основанию кровли из плоских асбестоцементных плиток такие же, как к кровле из листовых материалов, — оно должно быть ровным, незыбким, с закругленными углами.

Плитки — хрупкий материал, поэтому на крыше укрепляют доску шириной 20 см с набитыми планками, скамейкой для си-

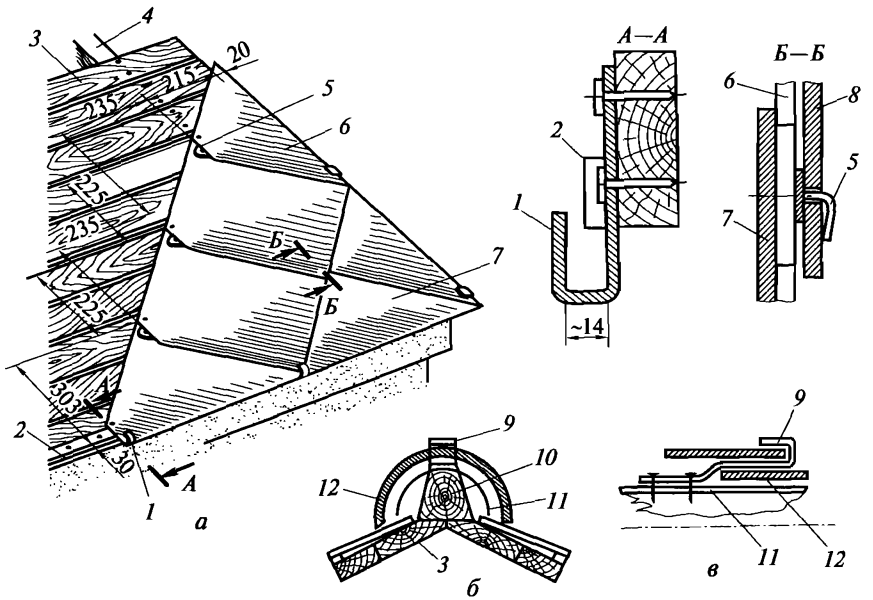


Рис. 11.20. Кровля из асбестоцементных плоских плиток:

а — начало укладки; *б* — поперечный разрез по коньку; *в* — разрез по коньку продольный; *1* — противоветровая скоба; *2* — уравнительная рейка; *3* — настил; *4* — стропильная нога; *5* — противоветровая кнопка; *6, 8* — половинная и полная плитки; *7* — плитка краевая; *9* — скобы; *10* — брус; *11* — гидроизоляционная лента; *12* — желобчатый конек

дения кровельщика и крючьями для зацепления за обрешетку. Рядом устанавливается вторая скамейка (возок), на которую укладывают материал.

Плитки к основанию крепят гвоздями и противоветровыми кнопками, по свесам устанавливают противоветровые скобы.

Технологический процесс выполняют в следующей последовательности: через 470 мм друг от друга укрепляют противоветровые скобы и прибивают уравнительную рейку в целях выравнивания и поддерживания свисающих концов крайних плиток.

Первый ряд из краевых плиток укладывают по свесам, прибивая каждую двумя гвоздями. Затем укладывают второй ряд из целых плиток, перекрывая стыки плиток предыдущего ряда. Последующими рядами целых плиток перекрывают стыки предыдущих, закрепляя каждую плитку двумя гвоздями и противоветровой кнопкой, заводимой под ранее уложенные плитки. Чтобы обустроить стыки плиток верхнего (конькового) ряда, на обрешетку крепят конусообразный брус, укладывают гидроизоляционную ленту и желобчатый конек, закрепляя элементы последнего скобами (рис. 11.20, *б*, *в*).

Древесные материалы. На протяжении столетий древесина широко использовалась в качестве кровельного материала. Даже сейчас в сельской местности нередко применяют кровельные покрытия из пиломатериалов.

На Западе, особенно при реставрационных работах, часто используют такие материалы из древесины, как драни и щепа, плитки «рыбья чешуя» и гонт. Правильно уложенная, с уклоном 30...60°, такая кровля может служить более 40 лет. Недостатком деревянных кровель является их слабая гнило- и пожаростойкость.

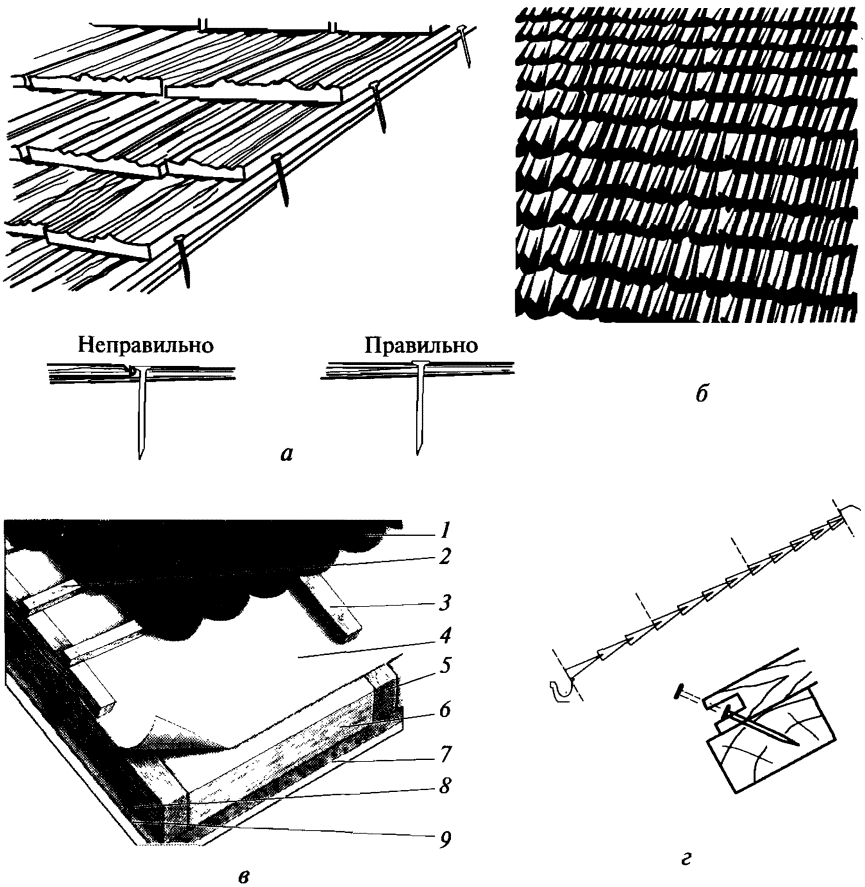


Рис. 11.21. Устройство кровли из мелких деревянных пластин типа:

а — драни, *б* — щепы; *в* — «рыбьей чешуи»; *г* — гонта; *1* — пластины «рыбья чешуя»; *2* — обрешетка; *3* — контробрешетка; *4* — паропроницаемая гидроизоляционная прокладка; *5* — стропила; *6* — теплоизоляция; *7* — пароизоляция; *8* — нижняя обрешетка; *9* — гипсокартонная плита

Кровельную дрань (рис. 11.21, *а*) получают, срезая полосы древесины вдоль волокон. При настилке первый укороченный ряд драни укладывают ворсистой стороной вниз. Все остальные ряды, за исключением последнего, укладывают из драниц нормального размера ворсистой стороной вверх, с направлением ворса по стоку воды.

Каждую пару смежных драниц в ряду укладывают с закроем, т.е. одну драницу перекрывают другой. Лежащие выше ряды должны перекрывать лежащие ниже на $^2/_3$ длины драниц при трехслойном покрытии, на $^3/_4$ — при четырехслойном. Гвозди в древесину не втапливают. Ряды у конька укладывают из укороченной драни.

Кровли из щепы (рис. 11.21, *б*) укладывают из трех-четырех, а иногда даже пяти слоев. Щепу изготовляют из хвойных пород древесины в виде пластин размером 500×(60...120) мм, толщиной 2...3 мм. При укладке щепы необходимо следить, чтобы выход волокон древесины — «заколы» — располагались по направлению стока воды.

Первый (карнизный) ряд выкладывают из укороченной щепы с перекрытием смежных пластинок на 25...30 мм, последующие — из щепы нормальной длины с перекрытием на 150 мм.

При покрытии клепками типа «рыбья чешуя» (рис. 11.21, *в*) рекомендуется в качестве гидроизоляции использовать пленки, способные препятствовать прониканию воды, но пропускать водяные пары. Настилка клепок ведется рядами снизу вверх, с креплением двумя гвоздями, которые закрываются верхними клепками.

Кровлю из гонта (рис. 11.21, *г*) делают в 2...3 слоя. При устройстве кровли узкую кромку одной дощечки вставляют в паз другой и прикрывают ранее забитый гвоздь.

11.7. Система водоудаления

Применяемый иногда в малоэтажном строительстве неорганизованый водоотвод может быть оправдан только в исключительных случаях, так как очень часто он сопровождается повреждениями элементов фасада, цоколя, просадкой фундаментов и т.п. Поэтому в большинстве случаев предпочтение отдается организованному водоотводу: наружному — при строительстве малоэтажных зданий со скатными крышами, внутреннему — в остальных случаях.

При внутреннем водоотводе, как показала практика, водоприемную воронку следует снабжать изолированным нагревательным кабелем, заглублять ниже уровня кровли и сверху закрывать медным решетчатым колпаком (рис. 11.22, *а*).

Система наружного водоотвода состоит из горизонтальных подвесных желобов, вертикальных водосточных труб, трубных колен

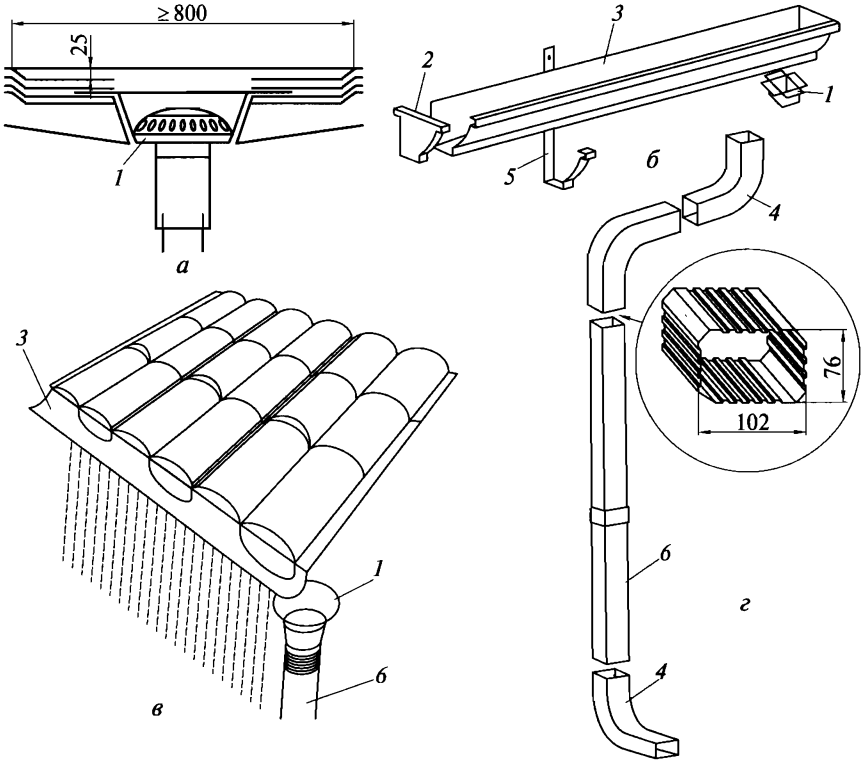


Рис. 11.22. Организованный водоотвод:

а — внутренний; *б*, *в* — наружный по квадратным и круглым трубам; *г* — сечение прямоугольной трубы; *1* — воронка; *2* — заглушка желоба; *3* — желоб; *4* — колено трубы; *5* — кранштейн; *6* — водосточная труба

и сливов. Наружный край желоба устанавливают ниже условной плоскости продолжения ската. Дно желоба располагают на вертикали под краем карниза (рис. 11.22, *б*).

По форме желобы и трубы изготовляют круглой или прямоугольной формы (рис. 11.22, *в*, *г*). Водосточные воронки подбирают с таким расчетом, чтобы их сечение по площади превышало сечение водосточной трубы в 2,0...2,5 раза.

В большинстве случаев элементы водосливных систем изготовляют из оцинкованной стали толщиной 0,5...0,7 мм. Трубы и желоба изготовляют из пластмассовых листов методом горячей формовки и сварки или покрывают металлические элементы систем водослива полимерным слоем.

К недостаткам пластмассовых конструкций следует отнести их свойства изменять линейные размеры при температурных перепа-

дах. Для нивелирования этого явления применяют расширительные элементы и резиновые уплотнители.

В холодное время года даже при удовлетворительно эффективном исполнении теплоизоляции возникает утечка тепла наружу и сопутствующее ей льдообразование. На крышах образуются ледяные заторы и сосульки, которые могут стать причиной повреждения элементов кровли и представлять опасность для людей.

Эти проблемы можно решить внедрением противообледенительной системы «Теплоскат». Основой системы являются секции, состоящие из нагревательных кабелей, которые монтируют:

по всей длине водосточной трубы, желобам, воронкам;

по линиям стыков плоскостей крыш, вокруг мансардных окон;

по карнизам крыш, в дренажных и водосборных лотках.

Чаще всего кабель прокладывают «змейкой» вдоль края крыши на ширину 0,6...1,0 м и непосредственно в водосточные желоба и трубы.

Удаление влаги, как отмечалось, является обязательным условием успешной эксплуатации кровель. Особую важность это обстоятельство приобретает для крыш с деревянными стропилами.

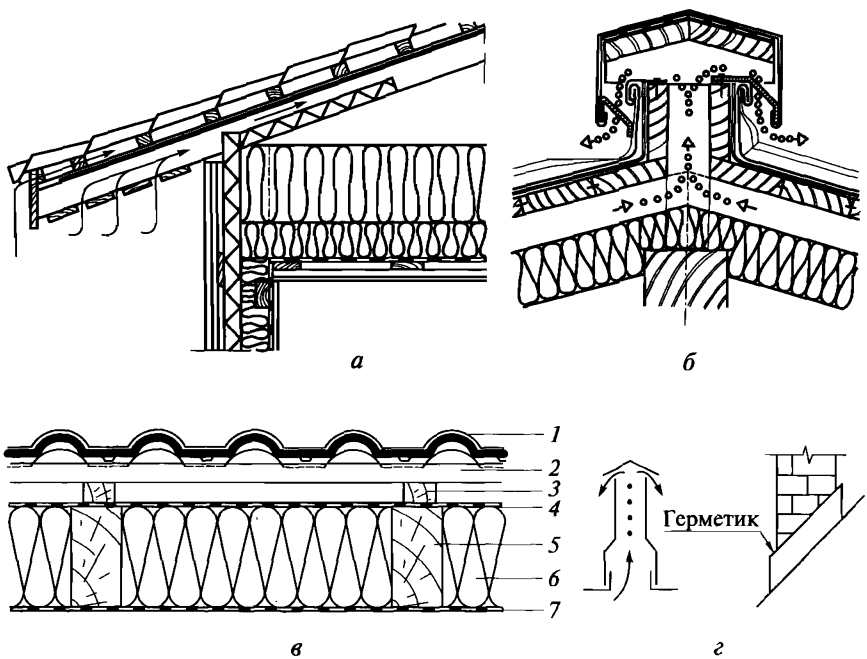


Рис. 11.23. Удаление влаги из подкровельного пространства:

а, *б* — наружным и внутренним воздухом; *в* — использование обычной и паропроницаемой гидроизоляции; *г* — обделка труб; *1* — черепица; *2* — обрешетка; *3* — контробрешетка; *4*, *7* — паропроницаемая и обычная пленка; *5* — стропила; *6* — утеплитель

Влага, содержащаяся в помещении, перемещается с теплым воздухом в чердачное и подкровельное пространство, конденсируется на кровельном покрытии и деревянных конструкциях, проникает в утеплитель, снижая его теплотехнические качества. Поэтому залогом долговечности кровель, кроме прямого водоудаления, является устройство вентиляционного подкровельного пространства с полным воздухообменом не более чем через 0,5 ч.

Вытяжное вентиляционное отверстие должно находиться как можно выше, а приточное в нижней части крыши (рис. 11.23). Все части кровли должны устраиваться так, чтобы поток воздуха мог беспрепятственно пройти от карниза под конек и удалиться наружу.

Утеплитель рекомендуется укладывать плотно к теплой поверхности после пароизоляции, а сверху закрывать пленкой, способной пропускать водяные пары, оставаясь при этом гидроизолятором.

В качестве паропроницаемой пленки, задерживающей воду, используется импортная TYVEK и отечественная ИЗОСПАН.

Пленку укладывают на стропильную систему, нахлестывая рулоны на 15...20 см. Укладку ведут поперек ската, натягивая полотнище и закрепляя его на стропилах рейками контробрешетки.

Для предотвращения проникания влаги снаружи в местах установки вентиляционных труб укладывают проходную пластмассовую черепицу с насадкой, зазоры у печных труб обрамляют прижимной планкой и заполняют герметиком (см. рис. 11.23).

11.8. Особенности устройства кровельных покрытий в экстремальных климатических условиях

Кровли из рулонных материалов разрешается устраивать при температуре до минус 20 °С. Перед наклейкой рулонных материалов основание должно быть просушено и прогрето до температуры не ниже 5 °С. Производить огрунтовку и наклеивание материалов по основаниям, покрытым снегом или льдом, запрещается.

Перед наклейкой рулонные материалы отогревают в теплом помещении не менее 20 ч до температуры не ниже 15 °С и перематывают.

Минимальная температура холодной мастики к моменту нанесения на основание должна быть не ниже 65 °С, горячей — 160 °С. Мастику подают в утепленной таре. Устройство мастичных кровель при отрицательных температурах не допускается.

Многослойную рулонную кровлю часто выполняют в один слой. С наступлением теплого времени ее ремонтируют и дополняют до проектной толщины.

При температуре наружного воздуха до –10 °С может быть применена раскладка рулонов под тепловой завесой, создаваемой

пламенем горелок, используемых при наклейке полотна. При более низкой температуре рулоны подготавливают обычным способом — предварительным выдерживанием около суток в теплом помещении.

Кровли из листов, плиток, черепицы можно устраивать при любой температуре, с учетом общих условий выполнения строительных работ в зимнее время.

Основание под кровли должно быть очищено от снега и наледи. Промазывание зазоров, швов и других неплотностей растворами, замазками и мастиками в зимних условиях выполнять не рекомендуется.

Перепады дневной и ночной температур в условиях жаркого климата обычные рубероидные кровли выдержать не могут. Несколько более благоприятный тепловой режим можно получить за счет укладки защитного слоя из гальки или светлого гравия.

Наблюдениями установлено, что долговечность и эффективность рулонных кровель, устраиваемых в условиях жаркого климата, может быть повышена за счет:

использования материалов на стеклооснове с дополнительной защитой окрасочными составами;

устройства «дышащих» кровель с верхними слоями, обладающими высокой отражательной способностью (фольгоизол);

устройства мембранных покрытий из высокоэластичных полимерных материалов, обладающих высокой прочностью на разрыв.

11.9. Контроль качества и основные положения техники безопасности

Просветы между поверхностью кровли из рулонных и мастичных материалов и контрольной трехметровой рейкой не должны превышать 5 мм вдоль уклона и 10 мм поперек уклона.

Поверхность кровель из рулонных материалов не должна иметь вмятин, воздушных мешков и пробоев. Отклонение значения фактического уклона от проектного должно быть не более 0,2 %.

При обнаружении вздутий, подтеков, наплывов, а также отдельных мест с губчатой структурой их вырубают и заделывают вновь.

Кровельные покрытия из штучных материалов должны плотно прилегать к обрешетке, без видимых просветов при осмотре снизу.

Водонепроницаемость кровли проверяют после дождя. Проверку водонепроницаемости плоских кровель можно выполнять после искусственной заливки их водой при закрытых воронках.

При выполнении работ на крыше с уклоном более 20° рабочие должны применять страховочные пояса. Места закрепления поясов должны быть указаны.

Размещать на крыше материалы допускается только в местах, предусмотренных проектом производства работ, с принятием мер против их падения, в том числе от воздействия ветра.

Во время перерывов в работе приспособления, инструмент и материалы должны быть закреплены или убраны с крыши.

Не допускается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, грозы и ветра скоростью 15 м/с и более.

При выполнении кровельных работ с применением битумных или других пожароопасных мастик следует соблюдать особую осторожность, помещения для отдыха, обогрева людей, хранения и приема пищи следует размещать не ближе 10 м от рабочих мест.

Контрольные вопросы

1. Каковы различия в устройстве бетонных и асфальтовых оснований под кровельные рулонные покрытия?
2. Расскажите, какие вы знаете способы крепления кровельной черепицы.
3. Какие современные модифицированные рулонные кровельные материалы вы знаете?
4. Каковы особенности закрепления штучных древесных элементов при устройстве кровель?
5. Какие современные системы водоудаления с плоских и скатных кровель вы знаете?
6. Расскажите об особенностях устройства кровельных покрытий в экстремальных условиях.

ГЛАВА 12

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

12.1. Общие положения

Строительные конструкции, подвергающиеся в процессе эксплуатации негативным воздействиям техногенного и природного характера (влажность, вибрация, высокие или низкие температуры, кислоты, щелочи и т. п.), защищают специальными изоляционными покрытиями.

Гидроизоляционные покрытия предохраняют конструкции и части зданий от агрессивного воздействия влаги. Кроме низкой водонепроницаемости они должны быть достаточно прочными и долговечными, не подверженными растрескиванию, иметь отличную адгезию к основанию и близкую к ним деформативность.

По условиям работы гидроизоляция может быть напорной и безнапорной, по виду материала — бетонной, цементной, пластмассовой, металлической, битумной и др. Технологические работы по устройству гидроизоляции называются гидроизоляционными.

Теплоизоляционные покрытия служат для защиты помещений и конструкций от потерь тепла. Они обычно состоят из основного слоя, защитного покрытия и креплений. Теплоизоляция может быть плитной, засыпной, литой. В качестве теплоизоляционных материалов применяют шлако-, стекло- и минвату, пенополистирол, пено- и газобетон, перлит, пенополиуретан и другие материалы. Работы по устройству теплоизоляционных покрытий называют теплоизоляционными.

Звукоизоляцию устраивают для ограничения влияния шума на нервную систему человека, а также производственные помещения, требующие тишины (студии звукозаписи, больницы и др.).

Наиболее эффективными звукоизоляционными материалами являются полужесткие минерало- и стекловатные плиты и маты, древесноволокнистые плиты, пористая резина, пенопласты, пористоволокнистые и другие материалы. Работы по устройству звукоизоляционных покрытий называются звукоизоляционными.

Строительные конструкции, выполненные из металла и других материалов, под воздействием окружающей среды могут подвергаться разрушению (коррозии). Во избежание этого конструкции покрываются противокоррозийными составами. Такие покрытия и работы по их нанесению называются антикоррозийными.

12.2. Устройство гидроизоляции

В качестве гидроизоляционных применяют строительные материалы, обладающие гидрофобными свойствами: битумные, полимерные и битумно-полимерные мастики; рулонные полимерные материалы; цементные, бетонные и асфальтовые смеси.

Гидроизоляцию подразделяют на окрасочную, обмазочную, оклеечную, литую, сборно-листовую. Для защиты конструкций, подвергающихся механическим воздействиям (сваи, трубы и т. п.), и изделий из пористых материалов (асбестоцемент, известняк, туф, бетон) применяют пропиточную (проникающую) гидроизоляцию.

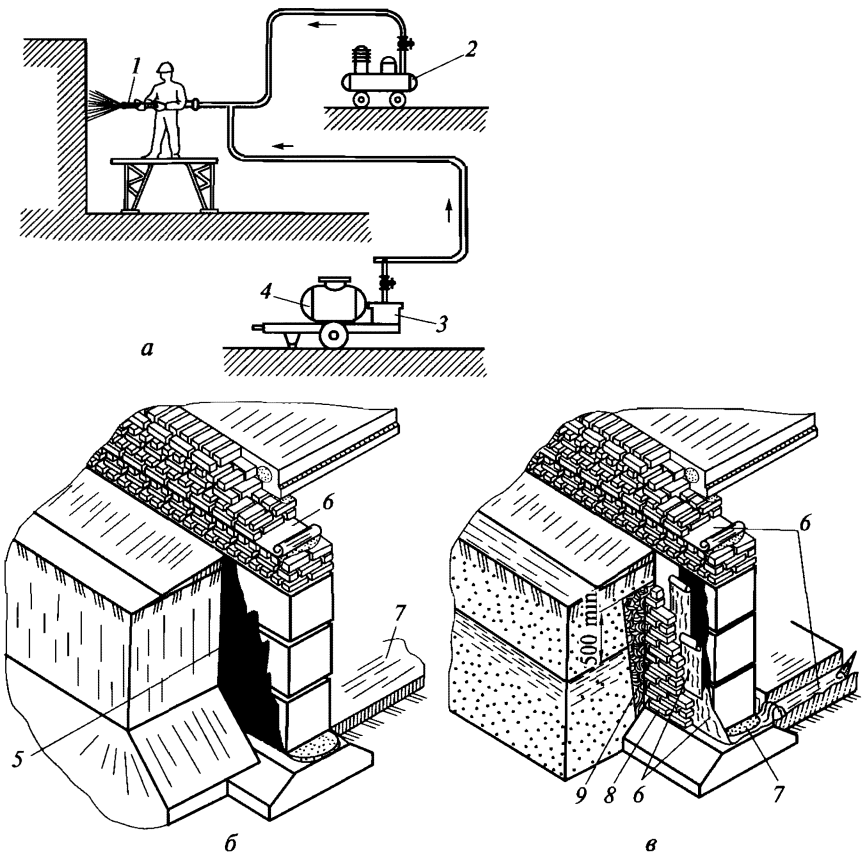


Рис. 12.1. Гидроизоляция подземной части здания:

а — окрасочная; *б* — обмазочная; *в* — оклеечная; *1* — форсунка; *2* — компрессор; *3* — насос; *4* — бак для холодной эмульсии или мастики; *5*, *6*, *7* — обмазочная, оклеечная и штукатурная гидроизоляция соответственно; *8* — защитная стенка; *9* — слой глины

Окрасочную гидроизоляцию наносят на изолируемую поверхность в виде битумных мастик, а также мастик, приготовленых на основе синтетических смол. Мастики наносят с помощью форсунок и распылителей слоями толщиной примерно 2 мм (рис. 12.1, *а*). Устройство изоляции вручную допускается при объеме работ не более 500 м^2.

Обмазочную гидроизоляцию (рис. 12.1, *б*) наносят полосами шириной до 3 м с перекрытием на 20...30 см.

После нанесения окрасочной и обмазочной гидроизоляции на подземные части зданий можно наносить штукатурный слой или устраивать замки толщиной 40...50 см из глины, смеси песка или суглинка с нефтебитумом, растворенным в зеленом масле. Обратную засыпку выполняют после полного высыхания изоляции.

Оклеечная гидроизоляция (рис. 12.1, *в*) — это ковер из рулонных и гибких листовых материалов, наклеенных в 1...4 слоя на изолируемые поверхности специальными мастиками и клеями. Изоляцию устраивают при больших гидростатических напорах грунтовых вод.

Технологическая схема выполнения процесса: на грунтовку наносят слой мастики толщиной 1,0...1,5 мм, раскатывают рулон и закрепляют его в проектном положении, подклеив один из концов полотнища. Затем рулон свивают и, подливая мастику, снова постепенно раскатывают, наклеивают на основание и уплотняют.

На вертикальные поверхности рулоны наклеивают участками — захватками высотой 1,2...1,5 м. Наклейку ведут снизу вверх, разглаживая и прикатывая рулоны в направлении от их середины к краям. Кромки наклеенных рулонов хорошо прошпатлевывают и приглаживают.

Литая цементно-песчаная смесь часто применяется в качестве гидроизоляции стен и для защиты жестких, трещиноустойчивых конструкций, не подвергающихся динамическим воздействиям.

Для приготовления цементно-песчаного раствора применяют безусадочный цемент с добавками. В качестве уплотняющих добавок применяют церезит, хлорное железо, жидкое стекло. В качестве гидравлических добавок применяют диатомит, туф, трепел, молотый шлак, золу, вулканические пеплы. Для этого создана гидроизолирующая смесь на основе добавки НР-1 и цемента (гидро-S).

Штукатурку желательно наносить методом торкретирования, во время твердения предохранять от механических повреждений и в течение двух недель увлажнять 2—3 раза в сутки.

Штукатурная и асфальтовая гидроизоляция из горячих или холодных мастик и растворов выполняется послойно.

Мастики и растворы наносят механизированным способом с помощью асфальтометов, растворометов или растворонасосов.

Литую асфальтовую гидроизоляцию выполняют из горячих асфальтовых мастик, растворов и асфальтополимерных смесей, разливая и разравнивая их по горизонтальной поверхности или зали-

вая в зазор между опалубкой (защитной стенкой) и вертикальной поверхностью сверху вниз слоями высотой 30...50 см.

Сборно-листовую гидроизоляцию изготовляют виде сплошного покрытия из стальных или пластмассовых листов (рис. 12.2, *а*).

Металлическую гидроизоляцию применяют в ответственных сооружениях из стальных листов, соединяемых сваркой. Ее устраивают, как правило, на внутренних поверхностях конструкций и сооружений и крепят к конструкциям с помощью анкеров или сваркой. Между листами изоляции и изолируемой поверхностью оставляют зазор в 25...30 мм, который заполняют цементным раствором под давлением. Открытую поверхность гидроизоляции покрывают антикоррозийными составами.

Пластмассовые покрытия применяют для защиты конструкций от агрессивных вод. Листы винипласта к изолируемой поверхности крепят с помощью клея. Между собой листы соединяют сваркой горячим воздухом при температуре 200...220 °С.

Проблему защиты строительных конструкций от воды часто решают либо путем создания водонепроницаемого экрана между водосодержащей средой и изолируемой конструкцией, либо за счет придания самому материалу конструкции водонепроницаемости.

Одним из способов создания водонепроницаемого экрана является применение мембран, обладающих высокой адгезией и морозостойкостью, прочностью и эластичностью, устойчивостью к воздействию микроорганизмов, ультрафиолетовых лучей. Мембрана может представлять собой готовую синтетическую пленку или напыление в виде эмульсии или суспензии (рис. 12.3, а).

Эластичные мембраны толщиной до 3 мм могут наноситься с помощью пульверизатора на подготовленную ровную поверхность в два слоя. Проникая в поры и микотрещины, первый слой обес-

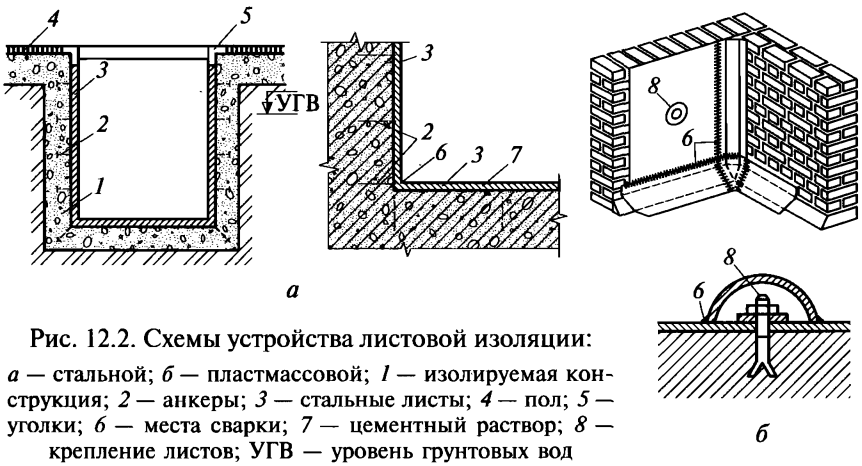


Рис. 12.2. Схемы устройства листовой изоляции:

а — стальной; *б* — пластмассовой; *1* — изолируемая конструкция; *2* — анкеры; *3* — стальные листы; *4* — пол; *5* — уголки; *6* — места сварки; *7* — цементный раствор; *8* — крепление листов; УГВ — уровень грунтовых вод

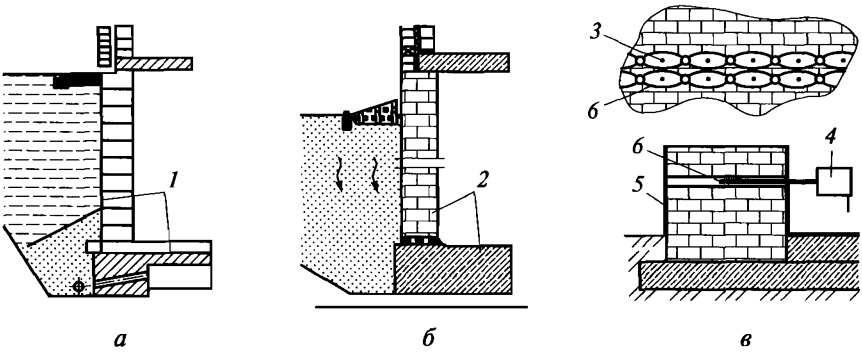


Рис. 12.3. Современные методы устройства гидроизоляции:

а — мембраны; *б* — «проникающие» покрытия; *в* — инъекцирование гидрофобизаторов; *1* — полимерная мембрана; *2* — «проникающая» изоляция двойного действия; *3* — отверстия для инъекторной иглы; *4* — инъектор; *5* — гидроизоляционное покрытие; *6* — горизонтальный экран

печивает хорошее сцепление мембраны с основанием. Для улучшения технических характеристик мембраны между двумя слоями обычно устанавливают пленку из полиэфирной ткани или стеклоткани.

Другим способом создания водонепроницаемого экрана является использование «проникающих» составов на основе гидравлических цементов и синтетических смол. Сухие полимерцементные смеси замешивают на жидкой силиконовой эмульсии, что позволяет получать высокоэластичные гидроизоляционные покрытия, способные набирать достаточную прочность в течение суток.

В России предлагается большое количество «проникающих» составов, относящихся к группе двойного действия. Проникая в поры основания на глубину до 15 см, они образуют нерастворимые кристаллы, которые начинают расти в порах, закупоривают капилляры и таким образом препятствуют просачиванию воды.

Параллельно с этим на наружной поверхности конструкции формируется плотный защитный слой, обладающий высокими прочностными характеристиками. Такая двойная защита сохраняет свойства водонепроницаемости на весь срок службы конструкции.

Технология «проникающих» составов является очень продуктивной при выполнении ремонтных работ. Раскапывать стены снаружи, как правило, слишком дорого, поэтому помещения от поступления наружной влаги чаще защищают изнутри (рис. 12.3, *б*).

Другое направление — использование гидрофобизаторов. Большинство пористых строительных материалов (бетон, кирпич и др.) во время эксплуатации активно всасывают влагу, которая, периодически замерзая и оттаивая, разрушает материал. Поверхности

конструкций, обработанные жидкими гидрофобизаторами (главным образом, кремнийорганическими соединениями), довольно эффективно защищают конструкции не только от проникновения влаги, но и от развития грибков и микрофлоры.

Наиболее эффективным является введение гидрофобизирующих соединений внутрь конструкции. На рис. 12.3, *в* приведена схема иньекцирования кремниевых композиций внутрь кирпичной стены для защиты от капиллярной влаги в качестве горизонтальной гидроизоляции. Заполняя шов кладки, гидрофобизатор образует надежный барьер на пути движения влаги из земли.

Для монолитных сооружений с повышенными требованиями по плотности иногда бывает целесообразным для приготовления бетонной смеси использовать гидрофобизирующие материалы проникающего действия совместно с напрягающими цементами.

Бетоны с гидрофобизаторами приобретают свойства «самозалечивания» дефектов шириной до 0,8 мм. Через 5... 10 дней такие

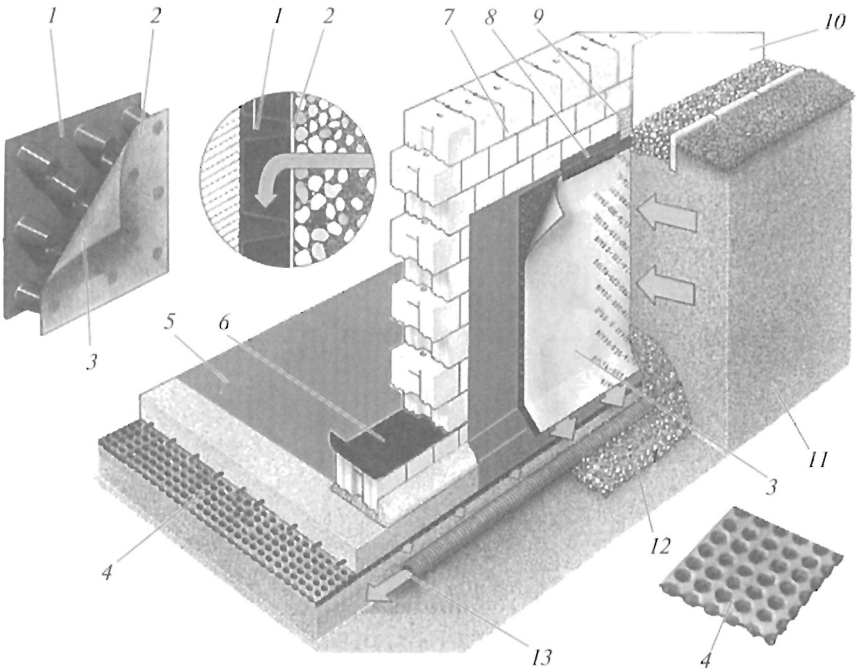


Рис. 12.4. Устройство дренажной гидроизоляции:

1, 2 **— внутренняя и наружная поверхности дренажа;** ***3, 4*** **— пластовый вертикальный и горизонтальный дренаж;** ***5*** **— специальная обработка пола;** ***6*** **— оклеенная гидроизоляция; 7 — стена;** ***8*** **— профиль крепления пластового дренажа;** ***9*** **— сетка;** ***10*** **— обмазочная гидроизоляция цоколя;** ***11, 12*** **— обратная засыпка землей и гравием;** ***13*** **— перфорированная труба**

дефекты надежно «зарастут» и возможные протечки воды самоликвидируются.

Для предотвращения воздействия грунтовой воды на подземную часть здания на некоторых строительных объектах Москвы стали применять дренажную гидроизоляцию (рис. 12.4). По пристенной дренажной изоляции из пластмассовых плит влага поступает в перфорированную трубу и отводится в канализационную систему.

12.3. Устройство теплоизоляционных покрытий

Различают следующие виды теплоизоляции: мастичную, литую, обволакивающую, засыпную (набивную), из формованных изделий (плиты, скорлупа).

Выбор теплоизоляции зависит от типа и назначения изолируемых конструкций, условий их возведения и эксплуатации.

Мастичную теплоизоляцию устраивают по поверхности трубопроводов и оборудования, нагретых до проектной температуры. Мастики приготовляют из порошкообразных и волокнистых материалов — асбеста, асбозурита, совелита, вулканита. Их наносят на изолируемую поверхность вручную или пневмонагнетателями.

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

Литую теплоизоляцию применяют при возведении промышленных печей, холодильников, при прокладке теплосетей — укладывают в опалубку слоями проектной толщины и высоты.

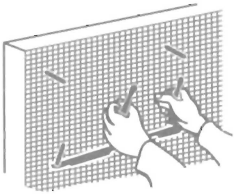
Для устройства литой изоляции применяют также метод торкретирования по сетке из 3...5-миллиметровой проволоки.

Обволакивающая теплоизоляция выполняется из гибких материалов. Теплоизоляционные материалы укладывают на изолируемую поверхность и закрепляют шпильками, анкерами (рис. 12.5). Для повышения прочности изоляцию можно армировать сеткой, а сверху покрыть штукатуркой, оклеить и окрасить.

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

Теплоизоляция из сборных изделий индустриальна и широко распространена. После установки изделий и заделки швов устраивают пароизоляцию с последующим оштукатуриванием.

С 2000 г. введены жесткие нормативы по энергосбережению, что привело к кардинальному изменению требований к энерго-



а

б

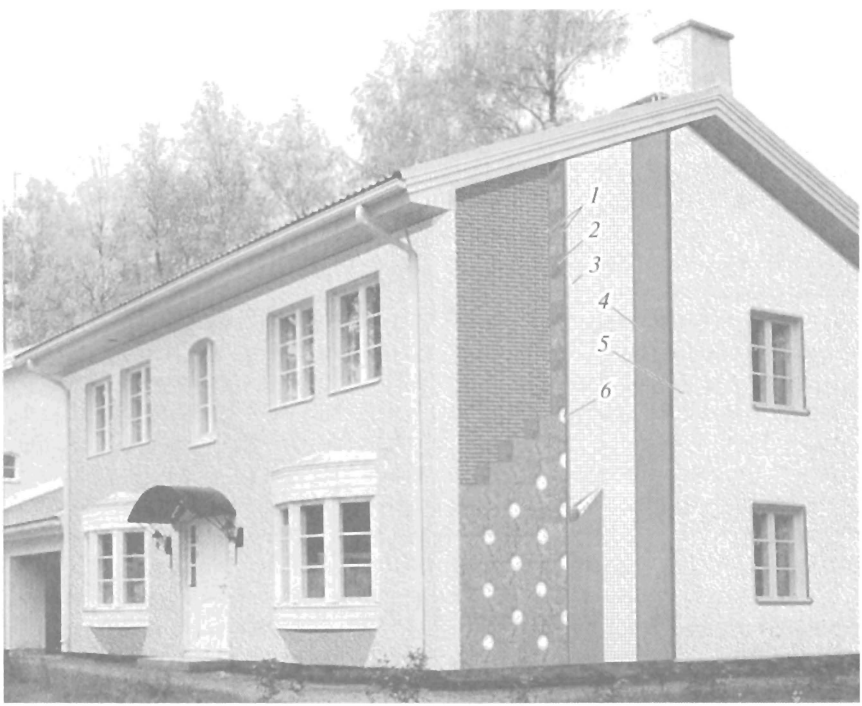


Рис. 12.5. Закрепление теплоизоляции:

а **— шпильками;** ***б*** **— шурупами;** ***в*** **— анкерами;** ***1*** **— клей;** ***2*** **— утеплитель;** ***3*** **— стеклосетка;** ***4*** **— выравнивающий слой; 5 — штукатурка;** ***6*** **— пластмассовый дюбель**

сберегающим технологиям. Применяемые системы утепления должны обеспечивать создание комплексной защитной термооболочки вокруг здания, включающей в себя утепление подземной части и надземных ограждающих конструкций с утеплением крыш.

При утеплении подземной части здания рекомендуется применять плиты из эструзионного пенополистирола (ЭППС). Их обычно монтируют снаружи на гидроизоляционный слой и затем подсыпают грунтом. Утепление подвалов при ремонте зданий осуществляют с внутренней стороны. При этом в обязательном порядке должны быть предусмотрены мероприятия по отводу конденсата.

Возводя слоистые утепленные стены, утеплитель располагают с внутренней или наружной стороны стены, а также внутри стены.

Размещение утеплителя с внутренней стороны стены является удобным в исполнении, но обладает следующими недостатками:

потеря полезной площади помещения;

возможное негативное воздействие пыли и ворсинок утеплителя на людей, проживающих или работающих в помещении;

необходимость устройства пароизоляции стен;

увлажнение стен в связи с тем, что на границе «холодная стена — утеплитель» будет происходить конденсация пара.

При размещении утеплителя с наружной стороны стены место конденсации влаги (точка росы) выносится в утеплитель, благодаря чему конструкции работают в условиях без увлажнения.

Наружное утепление стен можно осуществлять методами: «термошуба», «относ» и торкретирование. При строительстве и ремонте малоэтажных зданий распространение получил первый метод (рис. 12.5, *в*), заключающийся в облицовке фасадов теплоизоляционными плитами с последующим оштукатуриванием.

По этому методу теплоизоляционные плиты из минваты прикрепляют к стене пластмассовыми дюбелями, армируют стеклосеткой и отделывают декоративно-штукатурным составом. Достигается высокое качество теплоизоляции, но ее повсеместному распространению препятствуют: необходимость устройства лесов по периметру здания, ограничение выполнения работ при температуре ниже 5 °С, недостаточная защищенность против актов вандализма и механических воздействий.

Теплозащитные свойства материалов резко снижаются при намокании. Поэтому утеплители должны находиться в сухом состоянии. Необходимо постоянно проветривать утепленные конструкции и удаляет из них влагу. По этой причине устройство утепленных фасадов на «относе», когда между облицовкой и плитами утеплителя устраивается зазор, позволяет избежать увлажнения утеплителя за счет воздухообмена. Такой метод установки получил название «Вентилируемые фасады».

Облицовка фасадов может выполняться из металлических листов толщиной 0,5...3,0 мм или из мелкоштучных элементов (фиб-

роцементные плиты, кирпич и др.). Последний вариант получил у нас наибольшее распространение при строительстве многоэтажных и высотных зданий с монолитным каркасом (рис. 12.6), что можно объяснить простотой исполнения, доступностью материалов, невысокой стоимостью.

Для удаления конденсата в первом ряду кладки этажа через каждые три кирпича по длине стенки оставляют «плачущие» отверстия.

Все работы выполняют изнутри с перекрытий или подмостей на высоту яруса в следующей технологической последовательности: выкладка лицевого слоя и участка фахверковых стен; установка теплоизоляционных плит, положение которых фиксируется пластмассовыми «клипсами», защелкиваемыми на проволочных связях блоков с таким расчетом, чтобы между плитами и лицевой кладкой соблюдалась воздушная вентиляционная прослойка; соединение лицевого слоя с основной кладкой по швам и штрабам, оставляемым в колоннах; защитное напыление на элементы креплений.

Последующие ярусы возводятся аналогичным образом.

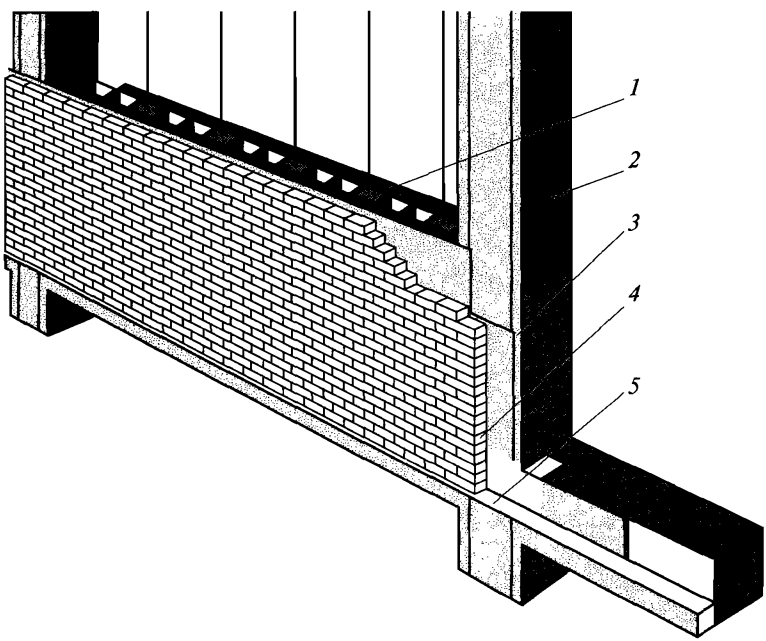


Рис. 12.6. Устройство утепленной вентилируемой наружной стены с облицовкой из кирпича:

1 — пустотные блоки; *2* — железобетонный каркас; *3* — плитный утеплитель; *4* — лицевой ряд кирпича; *5* — пенополистирольная прокладка

Нанесение на внешнюю сторону стены монолитного утеплителя методом торкретирования осуществляют по предварительно прикрепленным к стенам здания металлическим сеткам и каркасам. Метод рационален при толщине утеплителя до 120 мм, при большей толщине возрастают трудоемкость и стоимость выполнения работ.

Стеновые ограждения с расположением утеплителя в среднем слое стены можно изготовить практически из любых материалов. Стальные, деревянные и железобетонные «сэндвич-панели» изготовляют в заводских условиях и устанавливают в проектное положение на объекте монтажными методами. Непосредственно на площадке трехслойные конструкции в основном возводят из каменных материалов с монолитным или плитным заполнением.

Внутренняя и наружная стенки, соединенные связями, обеспечивают прочность конструкции, а утепляющий слой — требуемые теплозащитные параметры. Примеры использования утепленной колодцевой и трехслойной кладки представлены на рис. 8.23.

Основным недостатком этого вида утепления является то, что при замораживании-оттаивании в толще конструкции может образовываться конденсационная влага, снижающая теплоизоляционные свойства ограждения. Поэтому должны быть предусмотрены мероприятия по защите стены от увлажнения.

Эти недостатки можно локализовать путем устройства однослойных сборных или монолитных стен из пенобетона.

Пенобетонные блоки поступают на строительные объекты готовыми к применению. При монолитой укладке пенобетонную смесь готовят, как правило, на месте применения и укладывают в опалубку или в полости, специально устроенные в конструкциях.

Материал хорошо гвоздится, обрабатывается пилением. Стены из таких блоков могут устанавливаться на клею, что придает им высокую монолитность и исключает «мостики холода».

Сборные блоки укладывают по причалке с перевязкой или установкой пластмассовых армирующих вставок (см. рис. 8.7) на слой клея толщиной до 1,2 мм и выравнивают резиновыми молотками.

В последнее время появились ограждающие однослойные конструкции из сверхлегкого полистиролбетона (Теплолита) плотностью 150...300 кг/м^3, представляющего собой вспененный бетон с пенополистирольным наполнителем и специальными добавками.

Теплолит можно применять как монолитный материал, но в основном он используется в виде блоков размерами 295×375×595 мм, укладываемых в стену на клеецементной композиции слоем толщиной 3...8 мм. В связи с быстрым загустеванием раствора время установки блока не должно превышать 15 мин.

Стены из полистиролбетонных блоков с наружной стороны обычно покрывают штукатуркой.

Представляет интерес возведение монолитных бетонных стен в неснимаемой пенополистирольной опалубке. Опалубочные блоки могут быть объемными или плоскими, собираемыми на объекте на требуемую по климатическим условиям ширину.

После установки и выверки опалубки монтируют арматуру и заполняют полую часть стены бетонной смесью. Таким образом в ходе этой технологической операции сооружается монолитная железобетонная стена, обрамленная с наружной и внутренней сторон тепло- и звукоизоляционной оболочкой из пенополистирола.

При реконструкции и ремонте утепление столярных изделий (окон и дверей) выполняют в тех случаях, когда их термическое сопротивление оказывается менее 0,6 $м^2 \cdot К/Вт$. Утепление лоджий в основном не представляет затруднений — проемы закрывают стеклопакетами, наружные стены утепляют вместе с фасадами.

Для теплоизоляции скатных кровель применяют: термозвукоизол (ТЗИ) — прошивные маты на основе стекловолокна, стекловолокнистый утеплитель, пенополистирольные плиты URSA и др. Потолки иногда покрывают отражающей пенофольгированной изоляцией. Пенопропиленовые утеплители при горении выделяют токсичные вещества, поэтому их в качестве теплоизоляции кровли не применяют.

Отличительной особенностью устройства утепленных скатных кровель является обязательное удаление влажного воздуха из утеплителя и подкровельного пространства (см. рис. 11.23).

Технологическая последовательность выполнения операций при устройстве утепленной скатной кровли:

прикрепление пароизоляционного слоя;
устройство потолочной подшивки;
укладка теплоизоляционного слоя;
расстилание антиконденсационной пленки;
укладка контрреек, обрешетки и кровельного покрытия.

12.4. Устройство звукоизоляции

Человек живет в постоянном мире звуков, вибрации, часто оказывающих отрицательное воздействие на его здоровье. Поэтому ограничению уровня шума в местах активной жизнедеятельности людей уделяется большое внимание.

Любое помещение ограничивается стенами, полом и потолком, представляющим преграды для звуковых волн. Для улучшения звукоизоляции они должны быть массивными или многослойными, поглощающими и рассеивающими звуковую энергию.

Чтобы уменьшить звукопроводимость пола, можно уложить эластичную подложку между перекрытием и полом или (что гораздо

эффективней) устроить звукоизолирующий пол на лагах или на эластичном (плавающем) основании. Основным принципом при устройстве звукоизолируемого пола является то, что он нигде не должен соприкасаться с конструкциями здания (рис. 12.7).

Первый вариант может быть реализован по методу фирмы KNAUF.

Теплозвукоизоляционный «пирог» с различными комбинациями слоев укладывается на слой из полиэтиленовой пленки и закрывается укладываемыми вразбежку гипсоволокнистыми листами (ГВЛ), служащими основанием для лицевого покрытия (паркет, линолеум и т.д.). Элементом, исключающим жесткий контакт между полом и стеной, является кромочная лента из минваты или вспененной массы.

«Плавающий» пол — пример наиболее эффективного метода борьбы с ударным шумом. При устройстве «плавающего» пола по лагам:

устанавливают балки-лаги с временным раскреплением, снимаемым по мере закрепления гвоздями досок чернового пола;

укладывают слой звукоизоляционных матов без нахлестки и заводят края матов на стену на высоту плинтуса;

вдоль балок в 2...3 слоя расстилают звукоизоляционные ленты;

сверху лент на всю длину лаг укладывают бруски (балки), к которым гвоздями прикрепляют доски чернового пола;

по лицевому слою устанавливают наличники.

Для усиления звукоизоляции можно непосредственно по основанию расстелить дополнительные звукоизоляционные рулонные материалы или маты, а затем установить на них балки.

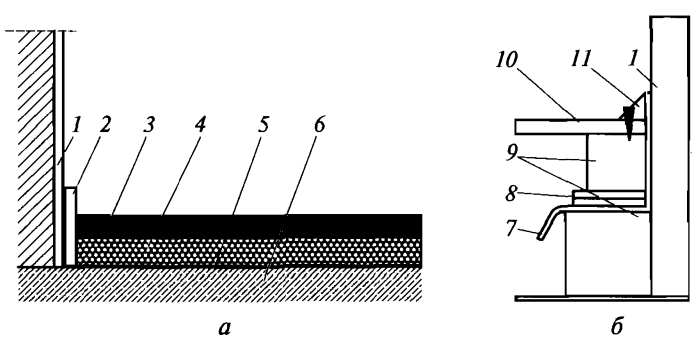


Рис. 12.7. Звукоизоляция полов:

а — с подложкой; *б* — «плавающих»; *1* — стена; *2* — кромочная лента; *3* — листы ГВЛ; *4* — полистирол; *5* — разделительный слой; *6* — плита перекрытия; *7* — мат; *8* — лента ТЗИ; *9* — балки; *10* — доски пола; *11* — плинтус

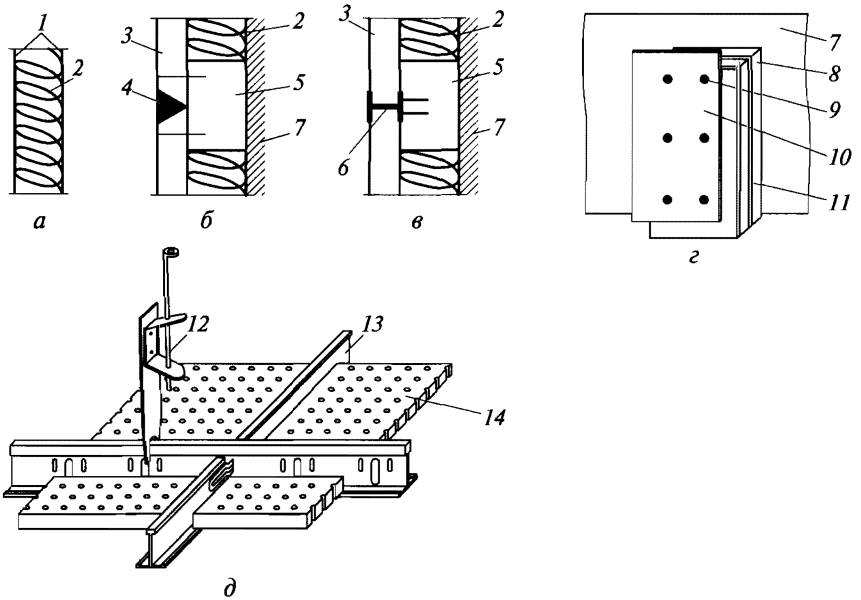


Рис. 12.8. Звукоизоляция ограждающих конструкций:

а — конструкция матов ТЗИ; *б* — крепление гипсокартонных плит в стык; *в* — крепление гипсокартонных плит с помощью раскладок; *г* — конструкция панелей ЗИПС; *д* — конструкция подвесного потолка; *1* — оболочка; *2* — звукоизолятор; *3*, *14* — обычный и перфорированный гипсокартон; *4* — мастика; *5* — рейки; *6* — раскладка; *7* — стена; *8* — слой стекловолокна; *9* — виброразвязанный узел; *10*, *11* — ГВЛ толщиной 20 и 10 мм; *12* — подвес; *13* — металлический Т-профиль

Стены изолируют, главным образом, от воздушного шума. Основные виды применяемой звукоизоляции стен — монолитная, засыпная, обволакивающая, панельная, устраиваемая напылением.

Достаточно звукоизоляционными являются монолитные стены из ячеистых бетонов. С внутренней стороны такие стены, как правило, покрывают слоем звукоизоляционной штукатурки.

Засыпная теплозвукоизоляция используется при устройстве полов и кровель, изоляции печей, засыпке полостей кожухов и т.д.

Обволакивающая звукоизоляция в виде рулонов и матов применяется гораздо чаще. Стены таких сооружений, как школы, больницы и другие общественные здания, с внутренней стороны покрывают звукопоглощающими ковровыми материалами.

Наиболее простым и распространенным способом дополнительной звукоизоляции помещений является использование стекловолокнистых матов из термозвукоизола и звукоизолирующих многослойных пазогребневых панелей (ЗИПС) (рис. 12.8).

Маты размещают между деревянными рейками и прижимают листами ГКЛ с помощью шурупов или раскладок.

Не составляет труда выяснить, что такая конструкция звукоизоляции является недостаточно эффективной, так как часть звуковой вибрации от шумящей стены передается на ГКЛ в обход изоляции, через «звуковые мостики» по рейкам и раскладкам.

Более эффективной звукоизоляцией является *панельная*, толщиной 40...130 мм, монтируемая непосредственно на стену.

Одной из отличительных особенностей этой конструкции является наличие специальных виброразвязанных узлов для крепления к стене. Панели отличаются хорошей гвоздимостью. Их поверхности могут быть окрашены или оклеены обоями.

Технология *напыления* теплозвукоизоляционных материалов была разработана в Канаде. Основными напыляемыми материалами являются пенополиуретан и «ЭКОВАТА», состоящая из мелкоизмельченной бумаги, обработанной антипиренами и антисептиками, что превращает ее в очень легкий изоляционный материал.

Указанные материалы можно использовать в виде засыпок или плит, но основное их предназначение — заполнение шовных и других пустот, неизбежно возникающих при укладке звукоизоляции.

При больших объемах работ напыление осуществляют с помощью специальной компактной выдувной установки, способной подавать смесь на высоту до 30 м.

Потолки часто облицовывают перфорированными звукопоглощающими гипсокартонными плитами (ППГЗ). На тыльную сторону плит наклеивают нетканое полотно толщиной 0,5 мм.

В помещениях, где важны разборчивость речи и общее снижение уровня шумов (например, в аудитории) необходимо облицовывать потолки специальными звукопоглошающими элементами. Наилучшим решением является устройство акустических подвесных потолков.

На рис. 12.8, *д* приведена конструкция подвесного потолка из ППГЗ, опирающихся на металлический каркас, закрепляемый с помощью подвесов к несущим конструкциям перекрытия. Плиты относят от несущих конструкций не менее чем на 50 мм, что улучшает показатели по звукопоглощению.

Технологическая схема монтажа подвесного потолка из ППГЗ:

обмер помещения, разбивка осей, вынос отметок потолка;

разметка потолка, мест расположения светильников;

крепление опорных обрамляющих уголков на стены;

монтаж подвесов (тяг) к существующим конструкциям;

монтаж и закрепление профилей;

укладка плит на уголки каркаса и обрамляющие уголки;

установка светильников, вентиляционных решеток и т. п.

12.5. Антикоррозийная защита строительных конструкций

Общие сведения. Такие неблагоприятные воздействия внешней среды на строительные конструкции, как солнечная радиация, увлажнение и другие, иногда сопровождаются разрушением материалов (коррозией). Для надземных конструкций наибольшее распространение имеет атмосферная коррозия, для подземных — почвенная коррозия.

Особенно опасной коррозионной средой для строительных конструкций является почва. Как правило, она бывает влажной, насыщенной микроорганизмами, солями, кислотами или щелочами.

Камень и бетон под воздействием влаги покрываются грибками и плесенью, приобретают поверхностные разрушения, а при совместном воздействии высоких или низких температур, глубокого водонасыщения, солей и электролитов (кислот, щелочей) процесс коррозии настолько ускоряется, что даже превосходит сложенные вместе отдельные воздействия перечисленных факторов.

При коррозии металлов на воздухе окисляется верхний слой металлических конструкций. Если поверхность конструкции увлажняется, процесс коррозии идет более интенсивно, тогда может иметь место электрохимический процесс с растворением металла.

При увлажнении древесины, картона, каучука и других органических строительных материалов развивается микробиологическая коррозия, вызванная деятельностью грибков. Особенно быстро растут грибки и плесень в условиях плохого воздухообмена.

Перед нанесением защитных покрытий поверхности конструкций очищают от загрязнения, выравнивают и высушивают.

Основные виды антикоррозийной защиты строительных конструкций: футеровка, гуммирование (покрытие резиной или эбонитом), гидрофобизация, окраска, оклейка, обмазка, газопламенное напыление, горячая и холодная металлизация.

Защита каменных и бетонных поверхностей. *Футеровка* — облицовка конструкций кирпичом, блоками и другими штучными изделиями от воздействия высокоагрессивных сред. В большинстве случаев футеровке подвергают конструкции, эксплуатируемые при повышенных температурах и больших механических нагрузках. Поэтому футеровка должна быть стойкой к температурным перепадам и действию агрессивных сред, прочной и непроницаемой.

По конструкции футеровки бывают простыми одно- и двухслойными или комбинированными, включающими в себя непроницаемый для жидкостей и газов подслой и броневую защиту. Для защиты от воздействия жидкостей и газов слабой концентрации

устраивают окрасочный или обмазочный подслои, при более агрессивных средах — оклеечные из стойких рулонных материалов.

При ремонте кирпичных футеровок можно применить гидрофобизацию (см. подразд. 12.2), используя композиции, образующие после высыхания твердую водонепроницаемую мембрану.

Последовательность укладки футеровочных изделий зависит от типа защищаемой конструкции. Так, футеровку вертикальных аппаратов ведут с днища, горизонтальных — с торцов. При футеровке конструкций с коническими днищами штучные детали укладывают кольцами, начиная от центра и постепенно приближаясь к стенкам.

Кислотоупорную футеровку ведут по подслою из резины или полизобутилена, оставляя зазор 6...10 мм и заполняя его расплавленным серным цементом. Вместо раствора для кладки используют армазит, эпоксидные и другие замазки. Иногда применяют кислотоупорные бетоны, принимая в качестве вяжущих жидкое стекло или смесь цемента с кремнийфтористым натрием и жидким стеклом.

Для повышения антикоррозийных и прочностных характеристик в состав кислотоупорных бетонов вводят уплотняющие добавки.

Поверхности каменных и железобетонных конструкций для защиты от коррозии можно окрашивать, обмазывать, покрывать пленками, облицовывать плитами. Очень эффективной защитой таких пористых каменных материалов, как кирпич и бетон, является устройство проникающей изоляции (см. подразд. 12.2), сочетающей пропитку пор с образованием поверхностной гидроизоляционной пленки.

Окраска является универсальным (хотя и недостаточно эффективным) средством предохранения от коррозии поверхностей многих строительных материалов. Для окраски в основном используют составы на основе битума и синтетических смол.

Небольшие поверхности окрашивают вручную. При значительных объемах работ желательно использовать компрессорное или безвоздушное распыление.

Обмазку в большинстве случаев выполняют пастами на эпоксидной или акриловой основе. Более дешевой является традиционная обмазка раствором на основе цемента с гидравлическими добавками, а также обмазка силиконовыми герметиками.

Синтетические пленки в большинстве случаев получают путем напыления эластичных герметизирующих влагонепроницаемых составов типа «Мапеластик». После отверждения они превращаются в сверхэластичные мембраны, которые могут растягиваться, сгибаться так же, как самая эластичная резина.

Такие пленки обеспечивают практически полную непроницаемость конструкций при воздействии агрессивных жидкостей и газов, создают надежный барьер даже солям хлора.

Недостатком пленок является то, что они не обеспечивают поверхностям достаточную жесткость и прочность. Этот недостаток можно устранить втапливанием в сырой бетон крупноформатных *жестких плит* (термопластоблицовки), оснащенных с тыльной стороны выступами-анкерами. После отвердения образуется материал, где облицовка и бетон составляют единый массив.

Технологический цикл устройства такой неснимаемой облицовки — установка опалубки, прикрепление к ней облицовочных плит, бетонирование, снятие опалубки, зачистка и герметизация швов.

Антикоррозийная защита металлических поверхностей. Установлено, что в результате коррозии ежегодно теряется до 10 % всех производимых металлов [3]. Чтобы защитить металлы от внешних факторов, применяют легирование и защитные покрытия.

Легирование заключается во введении в состав основного металла небольшого количества коррозиеустойчивых элементов (никель, хром, вольфрам и др.). Эти операции выполняют на заводах при плавке металлов. *Защитные покрытия* могут наноситься как в заводских условиях, так и в условиях строительной площадки. В зависимости от материала и способа покрытия основного металла различают: металлизацию, окрашивание, гуммирование.

Металлические покрытия могут быть катодными, анодными, оксидированными. *Катодное покрытие* заключается в нанесении на основной металл покрытия с меньшим положительным электропотенциалом (например, лужение — покрытие стали оловом). При появлении влаги в трещинах образуется гальванопара, при которой разрушается основной металл, выступающий в роли анода.

При *анодном покрытии* (основном в строительстве) основной металл выступает в качестве катода. Поэтому при повреждениях разрушается материал покрытия (анод), который, оседая на основном металле, предохраняет его от коррозии.

Оксидирование — обработка металла сильным окислителем. В строительстве этот вид защиты почти не применяется.

Металлические покрытия обычно бывают цинковыми и реже — алюминиевыми. В заводских условиях покрытия наносят гальваническим способом или горячим цинкованием, в построечных — холодным цинкованием, газопламенным напылением или наплавлением расплава металлической проволоки.

Холодное цинкование сочетает в себе активный (анодный) и пассивный (пленочный) методы защиты. Раствор цинкового порошка и растворителя наносят распылением, окунанием, с помощью кисти или валика на подготовленную поверхность, т.е. очищенную от ржавчины, грязи, масел.

Метод холодного цинкования также прост, как и нанесение окрасочных составов. В отличие от горячей оцинковки он не связан с высокими температурами. Покрытие получается эластичным

и сжимаемым в отличие от оцинковки, нанесенной горячим способом.

Металлизацию стальных связей и закладных деталей (рис. 12.9) чаще всего осуществляют газопламенным напылением или наплавлением цинкового покрытия с помощью передвижных установок, включающих компрессор. Под давлением сжатого воздуха расплавленный металл прочно сцепляется со стальной поверхностью.

Металлизационное покрытие наносят послойно толщиной 0,1...0,2 мм, не позднее чем через три дня после сварочных работ. Разрыв во времени между подготовкой поверхности и нанесением первого слоя покрытия не должен превышать 3 ч на открытом воздухе в сухую погоду и 30 мин — под навесом в сырую.

При *окраске* металлических конструкций часто используется кузбасс-краска (кузбасс-лак) с железным суриком или алюминиевой пудрой. Для увеличения срока службы покрытия огрунтовку поверхности производят химически стойкой эмалью ДП.

Поверхность окрашивают распылением или кистями, окрасочные составы наносят слоями толщиной от 15 до 25 мкм.

В процессе нанесения лакокрасочных покрытий поверхность предохраняют от попадания на нее влаги, жира и других загрязнений, так как на неотвержденном покрытии может образоваться пористость, вспучивание и отслаивание пленки.

Гуммирование (обрезинивание) металлических поверхностей осуществляют на месте монтажа. Гуммировочные работы представ-

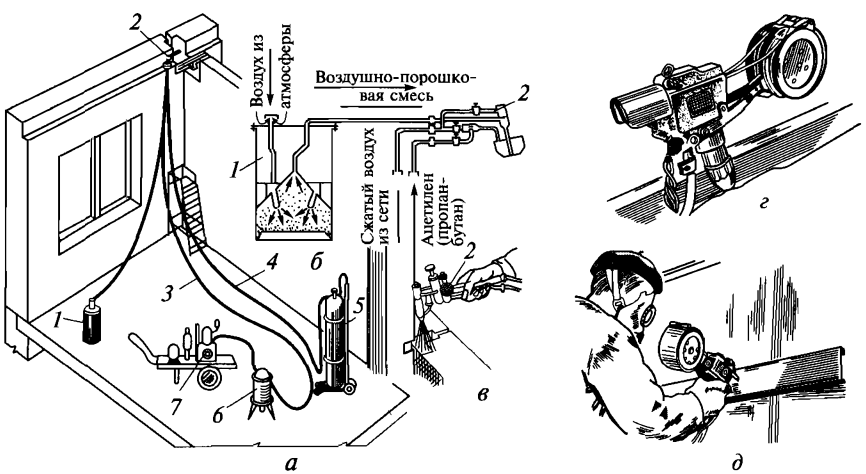


Рис. 12.9. Металлизация стальных связей и закладных деталей:

а, *б* — общий вид установки газопламенного напыления и схема ее работы; *в* — процесс нанесения покрытия; *г*, *д* — общий вид электрометаллизатора и процесс нанесения покрытия; *1* — питательный бачок; *2* — горелка; *3*, *4* — воздушный и ацетиленовый шланги; *5* — газовый баллон; *6* — маслоотделитель; *7* — компрессор

ляют собой обкладку металлического оборудования сырыми резиновыми листами толщиной 0,5...3,0 мм после предварительной очистки поверхностей, обезжиривания бензином и обмазки резиновым клеем.

На поверхность наклеивают полосы сырой резины и подвергают их тепловой обработке при температуре 100...130 °С (вулканизируют). По другому способу на просохшую грунтовку из резинового клея напыляют 15...20 слоев растворенной сырой резины и вулканизируют.

Антикоррозийная защита древесины. Древесина — материал, более других нуждающийся в защите от воздействия солнца и влаги, насекомых и микроорганизмов, загрязнения воздуха и колебаний температуры. Инфракрасное излучение разлагает поверхность древесины, колебания влажности и температуры вызывают усушку, разбухание и растрескивание. Особо опасными для материала являются воздействия насекомых-вредителей.

Первыми признаками изменения свойств древесины являются пожелтение, появление синевы и плесени, наиболее благоприятными условиями для которых считается температура 20 °С и относительная влажность воздуха выше 95 %.

Более опасными, в результате деятельности которых поражается древесина, являются дереворазрушающие (домовые) грибы и микроорганизмы. Поэтому антикоррозионные мероприятия в первую очередь должны быть направлены на локализацию разрушающих действий домовых грибов. Основным способом борьбы с ними является введение в древесину ядовитых для грибов веществ-антисептиков и создание преграды для доступа воды за счет лакокрасочных покрытий.

Для воздушных условий эксплуатации древесины применяют антисептики, растворимые в воде. Антисептирование деревянных конструкций, подвергающихся воздействию влаги, осуществляют нерастворяющимися масляными веществами. Антисептики наносят малярными методами, обмазкой или глубокой пропиткой.

Поверхностную обработку древесины водорастворимыми антисептиками проводят распылителем или кистью за 2—3 раза. Применяют фторид натрия, специальные смеси типа ХХЦ, ПЛ.

Для обмазки деревянных конструкций, находящихся в условиях повышенной влажности или в грунтах с переменной влажностью, применяют битумные, силикатные и другие пасты.

Для пропитки деревянных конструкций, находящихся в земле или в воде, используют главным образом продукты перегонки каменного дегтя. Такие антисептики, как антраценовое или креозотовое масло, обладают сильным антисептирующим действием, однако они токсичны, имеют резкий запах и легковоспламенимы. Поэтому они не применяются для деревянных конструкций, находящихся внутри жилых помещений.

Пропитку древесины осуществляют в горячехолодных и высокотемпературных ваннах или автоклавах.

Окрасочные составы наносят на деревянные поверхности влажностью не выше 12 %. Поверхности очищают от пыли, паутины, расшивают трещины, проводят проолифку, подмазку и шлифовку, после чего окрашивают несколькими тонкими слоями, используя кисти, валики или распылители.

В последнее время для окраски изделий из древесины стали использовать окрасочные составы, содержащие эффективные компоненты против синевы, гнили и плесени. Наибольшее распространение получили краски типа «Пинотекс», антисептирующие древесину, но не закрывающие ее текстуру.

12.6. Особенности устройства изоляционных покрытий в экстремальных условиях

Высокие температуры на технологию выполнения изоляционных работ существенного влияния не оказывают.

Гидроизоляционные работы при температуре ниже 5 °С выполняют с проведением дополнительных мероприятий для обеспечения требуемого качества или в тепляках, позволяющих поддерживать температуру 10...15 °С.

Защитные стяжки и кладку защитных стенок можно выполнять на растворах с противоморозными химическими добавками.

Выполнение гидроизоляционных работ в тепляках не меняет технологию нанесения гидроизоляционных покрытий.

Работы по устройству тепло- и звукоизоляции разрешается проводить при температуре воздуха не ниже –20 °С. Мокрые тепло- и звукоизоляционные работы разрешаются только в закрытых помещениях (тепляках) при температуре не ниже 5 °С.

Антикоррозионные работы, кроме окраски ПХВ-составами, проводят только при положительных температурах.

12.7. Контроль качества. Соблюдение правил техники безопасности

В процессе выполнения изоляции покрытий контролю подлежат:
качество материалов и правильность их подготовки;
соответствие оснований нормативным требованиям;
технологические процессы устройства покрытий;
качество готовых покрытий и защитных ограждений.

При контроле готовых покрытий проверяют качество связи, толщину и количество слоев покрытия. Обнаруженные дефекты должны быть устранены до устройства защитного ограждения.

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

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

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

При устройстве теплоизоляции контролируют непрерывность слоев, отсутствие механических повреждений, плотность прилегания слоев, перекрытие швов, отсутствие «мостиков» холода, надежность и жесткость крепления обволакивающих и сборных изоляционных конструкций, качество защитных покрытий.

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

При выполнении антикоррозийных работ, учитывают требования, приведенные в [13]. При выполнении работ с применением огнеопасных материалов, а также выделяющих вредные вещества следует обеспечить защиту работающих, предусмотренную противопожарными нормами и правилами пожарной безопасности.

Стекло- и шлаковату следует подавать к рабочим местам в контейнерах, исключающих распыление материала. На поверхностях конструкций после их покрытия теплоизоляционными материалами не должно быть выступающих концов анкеров или проволок.

При приготовлении растворов и мастик, состоящих из растворителя и битума, не допускается вливать растворитель в расплавленный битум. Расплавление битума необходимо производить при загрузке битумоварочного котла не более чем на $^2/_3$ его емкости.

Контрольные вопросы

1. Какие основные изоляционные материалы и требования к ним?
2. Какие приемы нанесения цементно-песчаной гидроизоляции вы знаете?
3. Расскажите о способах нанесения обмазочной, окрасочной и оклеечной изоляции.
4. Что такое антикоррозийная защита металлических поверхностей?
5. Расскажите о современных способах антикоррозийной защиты древесины.
6. Расскажите об устройстве изоляционных покрытий в экстремальных условиях.

ГЛАВА 13

УСТАНОВКА СВЕТОПРОПУСКАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

13.1. Общие положения

Несмотря на возможность искусственного освещения необходимо, чтобы дневной свет в помещения проникал через окна, световые фонари и т.д. В качестве светопроницаемого материала используются стекло и прозрачные пластики.

О свойствах стекла люди знали более 25 веков назад (к этому периоду относятся найденные в Египте стеклянные изделия). С развитием Древнего Рима стеклоделие постепенно распространилось по всей Римской империи. В начале I тысячелетия н.э. благодаря переселению стеклоделов из Константинополя Венеция становится мировым центром стеклоделия и остается таковым длительное время.

Первый русский стекольный завод появился в 1635 г. Однако только в XX в. сформировалась технология изготовления листового стекла, позволившая резко снизить стоимость продукции, что способствовало широкому внедрению этого материала в строительное производство.

В настоящее время в строительстве используется листовое стекло, характеристики которого приведены в табл. 13.1.

Кроме листового стекла промышленностью налажен выпуск стеклоблоков, стеклопакетов, стеклянных профилей и плиток.

Из пластиков, применяемых в качестве светопроницаемого материала, наиболее известным является *акриловое стекло* (*оргстекло* или *плексиглаз*) толщиной 0,5...24,0 мм. Оргстекло широко используется в строительстве как для наружного, так и для внутреннего остекления. Этот материал является экологически безвредным, легко обрабатываемым, ударопрочным и морозостойким.

Прозрачный полистирол — материал для внутреннего остекления. По ударопрочности, морозостойкости и другим показателям он уступает оргстеклу, но может с успехом заменить его при внутреннем остеклении перегородок, душевых кабин, витражей и т.д.

Прозрачный стиролакрилонитрил (*САН*) — занимает промежуточное положение между оргстеклом и полистиролом.

Поливинилхлорид (*ПВХ*) — трудновоспламеняемый, химически стойкий, хорошо формуемый, ударопрочный материал. Выпуска-

Таблица 13.1

Листовое стекло, применяемое в строительстве

Вид стекла	Характеристика и область применения
Оконное	Толщина 2...6 мм. Используется при остеклении дверных и оконных проемов в промышленных и гражданских зданиях
Ламинированное	Склеенное из 2, 3 стекол, что предотвращает разлет осколков при разрушении. Применяется для остекления промышленных зданий
Армированное	Плоское и волнистое. Применяется там же, где ламинированное. Для большей прочности может быть подвергнуто закаливанию
Отражающее	С наружной стороны покрыто металлической пленкой. Применяется для уменьшения нагрева помещений
Теплопоглощающее	Задерживает до 75 % инфракрасных лучей. Применяется там же, где и отражающее стекло
Увиолевое	Пропускает до 75 % ультрафиолетовых лучей. Применяется для остекленения оранжерей, больниц, детских учреждений
Светорассеивающее	Узорчатое или матовое. Применяется для освещения помещений без сплошной видимости
Термостойкое	Имеет низкий коэффициент линейного расширения. Используется при остекленении помещений с высокой температурой
Электропроводящее	Имеет напыление серебряного слоя. Используется в стеклопакетах для обогрева внутренних полостей
Витринное	Полированное, толщиной 6...10 мм. Применяется для остекления торговых витрин, прозрачных дверей и т. п.
Глушеное	Цветное полированное, толщиной до 12 мм. Применяется для облицовки фасадов и внутренних поверхностей общественных зданий

ется в виде листов плоского, волнистого и трапециевидного профиля. Часто используется в качестве кровельных покрытий и навесов.

Монолитный поликарбонат — самый тепло- и морозостойкий, ударопрочный, пожаробезопасный среди прозрачных пластиков.

В строительстве используется при остекленении в залах ожидания, музеев, зенитных фонарей в промзданиях и т.д.

Сотовый поликарбонат — высокоударопрочный и пожаробезопасный пластик, отличающийся наличием внутренних ребер жесткости и воздушных прослоек, что позволяет ему выдерживать большие снеговые и ветровые нагрузки. Нашел распространение в строительстве в качестве покрытий большепролетных сооружений, навесов и т.д.

13.2. Устройство светопропускающих покрытий и стен

Покрытия павильонов, киосков и других мелких сооружений часто делают из стеклопластика, выпускаемого в виде волнистых бесцветных и окрашенных в различные цвета листов.

Волнистый стеклопластик настилают аналогично асбестоцементным листам (см. подразд. 11.5) по обрешетке из деревянных брусков или специальных прокатных деталей. Листы стеклопластика укладывают со срезкой углов и крепят к обрешетке шурупами с мягкой шайбой, с нахлесткой 120 мм вдоль ската.

Для покрытия сооружений с большими пролетами часто используют светопрозрачные плоские и фигурные плиты и панели из акрилового стекла или сотового ячеистового поликарбоната. Толщина плит и панелей 4...40 мм, размер 1,0...2,1×3,0...12,0 м.

Светопрозрачный поликарбонат легче стекла в 10...15 раз, а по ударной прочности превосходит его в сотни раз, что позволяет использовать этот материал без защитных приспособлений, предусматриваемых на случай актов агрессии и вандализма.

Монтаж светопрозрачных плит и панелей может осуществляться без использования кранов. Для их закрепления чаще всего применяют алюминиевые профили с резиновыми и неопреновыми уплотнителями. В результате, низкая собственная масса покрытий из светопрозрачного пластика значительно снижает нагрузки на каркас и фундаменты, уменьшает их массу, расход материалов и трудоемкость установки, а отсутствие клеевых и сварных швов обеспечивает надежность всей системы.

Акриловое стекло и сотовый поликарбонат применяют при перекрытии рынков, торговых комплексов, спортивных сооружений, вокзалов и перронов железнодорожных станций, выставочных павильонов, зимних садов и промышленных теплиц.

При монтаже конструкций из сотового поликарбоната соблюдают следующие правила:

панели при укладке должны ориентироваться таким образом, чтобы образующийся внутри них конденсат мог стекать по каналам и выводиться наружу. Уклон кровли должен быть не менее 5°;

при установке панелей на опорные площадки следует учитывать температурное расширение материала — около 4 мм/пог.м;

на наружные поверхности панелей следует в обязательном порядке напылять УФ-слой;

после установки и закрепления панелей их торцы, во избежание загрязнения, должны закрываться самоклеящей лентой.

Светопропускающие стены устраивают из стеклоблоков или профильных панелей. Из блоков чаще всего выкладывают перегородки и проемы лестничных клеток жилых домов. Панели из профильного стекла (профилит) обычно используют в качестве ограждающих конструкций общественных зданий, транспортных остановок и т. п.

Кладку самонесущих стен и перегородок из стеклоблоков ведут вручную, как каменную кладку, но без перевязки швов (рис. 13.1, *а*). Кладку выполняют на цементно-песчаном или полимерцементном растворе, используя технологию устройства фахверковых стен из мелких блоков — в распор со стенами или в обвязке. Иногда для закрепления блоков используют резиновые прокладки.

В швы кладки укладывают по 1...2 арматурных прутка диаметром 5...6 мм. В местах примыканий к обвязке для восприятия температурных деформаций устраивают деформационные швы. Во избежание растрескивания протяженность кладки из стеклоблоков не должна превышать 6 м, а площадь стены — 15 м^2. При возведении стен больших размеров кладку членят дополнительной обвязкой на отдельные участки.

Профильные стеклопанели устанавливают вручную или краном (рис. 13.1, *б*). Торцы и стыки между элементами уплотняют

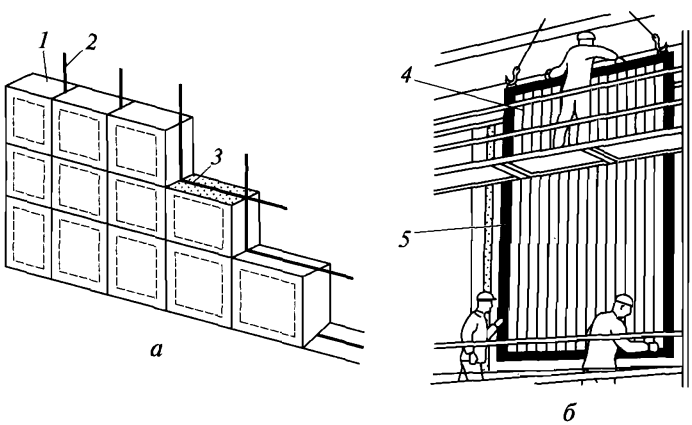


Рис. 13.1. Заполнение стен светопропускающими сборными элементами: *а* — стеклоблоками; *б* — стеклопрофилитом; *1* — стеклоблок; *2* — арматура; *3* — раствор; *4* — стеклопрофилит; *5* — рама

эластичными уплотняющими прокладками. При крановой установке для повышения качества работ и производительности труда перед монтажом элементы стеклопрофилита собирают на стендах в пакеты по 5...6 шт.

После выверки и закрепления панелей сжимами и фиксаторами с помощью шприцевания производят герметизацию швов бутафольной пастой. В последнее время предпочтение чаще отдается силиконовым герметикам с кислотной вулканизацией.

Витрины и витражи заполняют крупноразмерными стеклами в металлических переплетах. Предварительно раскроенные стекла с надетыми прокладками транспортируют в вертикальном положении к месту установки и монтируют с помощью подъемников, кранов или специальных машин, используя вакуум-присосы.

13.3. Заполнение оконных и дверных проемов

При заполнении оконных проемов в промышленных зданиях, как правило, применяют стальные конструкции. В жилых и гражданских зданиях до последнего времени использовали деревянные оконные блоки. В настоящее время кроме деревянных устанавливают оконные блоки из ПВХ, алюминия и комбинированной системы алюминий — дерево. У каждого из них есть свои достоинства и недостатки.

Например, древесина — легкий, простой в обработке материал, обладающий низкой теплопроводностью и практически не изменяющий своих размеров в зависимости от температуры, но не обладает высокой прочностью, атмосферостойкостью и долговечностью.

Сталь отличается высокой прочностью, но это тяжелый теплопроводный материал, подверженный коррозии. Алюминий — легкий и прочный материал, но теплопроводный, с большим относительным температурным удлинением. Пластик лишен многих недостатков древесины и металлов, но не «дышит».

Оконные заполнения из древесины прошли проверку временем. Их широкое распространение объясняется доступностью материала, экологичностью, привлекательным внешним видом.

К недостаткам деревянных окон следует отнести их пожароопасность, растрескивание в швах и, как следствие, увеличение теплопотерь помещений. Для продления срока службы деревянных изделий в современных окнах применяют антисептическую обработку древесины и используют многослойный клееный брус, почти не дающий усадки и не предрасположенный к образованию трещин.

Благодаря современным методам сушки, вакуумной пропитки, а также переходу от традиционных соединений в переплетах

«шип-проушина» к клеевому соединению «на ус» с вклеиваемыми штифтами (рис. 13.2, *а*) деревянные оконные заполнения практически не изменяют своей формы и внешнего вида в течение всего срока эксплуатации, а переход на современную технологию установки блоков сводит к минимуму негативное влияние на них внешних факторов.

До недавнего времени оконные и дверные блоки крепили к стенам гвоздями, а швы законопачивали смоченной в цементом растворе паклей.

При установке оконных блоков сейчас стали использовать технологию немецкой фирмы IL LBRUCK, по которой система оконных стыков имеет следующие особенности (рис. 13.2, *б*):

промежуток между блоком и стеной заполняется полиуретановой (монтажной) пеной, одновременно выполняющей функции клея, гидро-, тепло- и звукоизолятора;

снаружи между стеной и рамой окна устанавливается саморасширяющаяся уплотнительная лента, защищающая стык от природных воздействий и обеспечивающая вентиляцию шва;

под оконным сливом устанавливается влагозащитная паропроницаемая лента, защищающая нижний стык от наружной влаги и обеспечивающая проветривание шва;

изнутри устанавливаются пароизоляционные ленты, предохраняющие откосы проема от образования влаги и плесени.

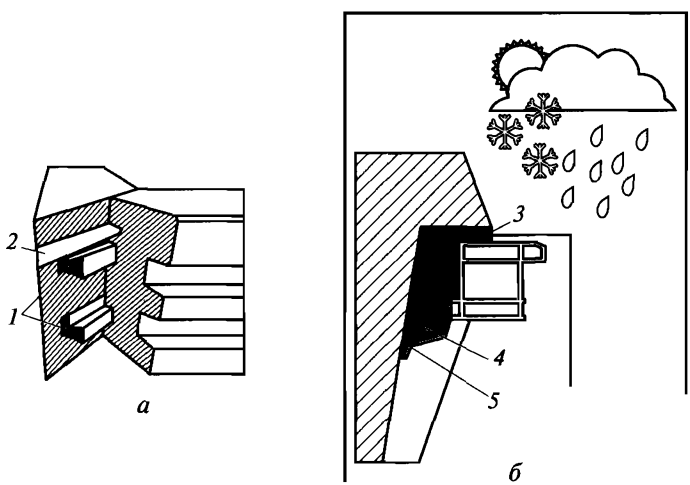


Рис. 13.2. Особенности изготовления и установки современных оконных блоков:

а — угловые соединения «на ус»; *б* — закрепление с помощью монтажной пены; *1* — фасонные штифты; *2* — позиционирующий элемент; *3* — уплотнительная лента; *4* — монтажная пена; *5* — пароизоляционная лента

В больших городах на древесину пагубно воздействует внешняя среда. Поэтому при заполнении оконных проемов древесину стали применять совместно с алюминием (рис. 13.3).

Бруски окон склеивают из трех слоев: двух наружных из древесины и одного внутреннего из полиуретана, имеющего более высокие, чем дерево, прочностные и теплотехнические характеристики.

Преимущества комбинированных окон: клееные бруски оклада и рамы предотвращают искривления, обеспечивают прочность и точность размеров; вакуумная пропитка и алюминиевая защита древесины увеличивают срок службы окна до 50 лет.

Большое распространение в России, особенно при заполнении проемов в офисных помещениях, получили пластиковые окна (ПВХ).

В отличие от деревянных ПВХ-профили не рассыхаются, не боятся сырости и плесени, не склонны к короблению, к ним равнодушны жучки и древоточцы. Они герметичны, обладают тепло- и шумозащитными свойствами, не нуждаются в ежегодном ремонте, легко открываются и закрываются благодаря двум контурам уплотнения.

При замене старых оконных заполнений пластиковыми последовательно выполняют следующие операции:

расчищают проем, заделывают выбоины в откосах, определяют зоны установки изделия в плоскости стены;

устанавливают изделие и закрепляют его анкерами по вертикальным сторонам или анкерными пластинками по всему периметру;

утепляют откосы в стенах, не имеющих внутреннего слоя утеплителя, полиуретановой (монтажной) пеной заполняют монтаж-

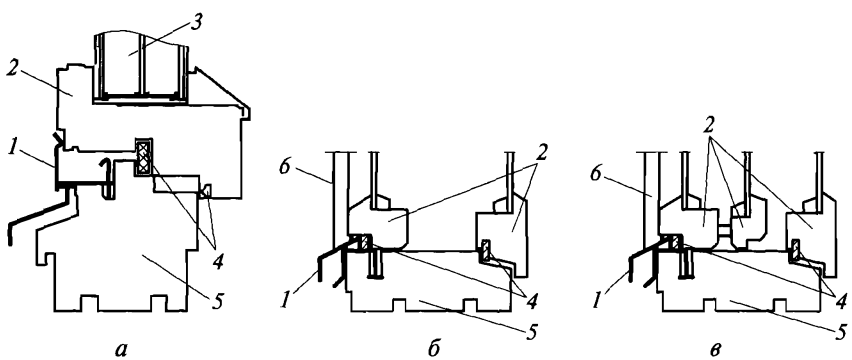


Рис. 13.3. Оконные деревометаллические блоки:

а — двухкамерный одностворчатый; *б* — однокамерный двухстворчатый; *в* — двухкамерный трехстворчатый; *1* — металлическая защитная деталь; *2* — рама; *3* — стеклопакет; *4* — уплотнитель; *5* — коробка; *6* — алюминиевая обкладка

ные швы, учитывая при этом увеличение ее объема при застывании;

выполняют гидро- и пароизоляцию монтажного шва паропроницаемой гидроизоляционной лентой по всему периметру окна.

В качестве материала оконных блоков иногда используют файбергласс-композит (ФГК), состоящий из стеклянных волокон, скрепленных термоотверженной смолой.

Изделия из ФГК считаются наиболее привлекательными и отличаются прочностью, долговечностью, высокой сопротивляемостью теплопередаче, экологической чистотой, небольшой объемной массой и стойкостью против УФ-лучей.

Оконные блоки полностью подготавливают на заводах и деревообрабатывающих комбинатах (ДОК). Остекление на объектах производится редко.

Стекло нарезают алмазным, твердосплавным или электростеклорезом (электрический ток нагревает тонкую нихромовую проволоку, под которой стекло распадается по направлению нити).

При раскрое надо учитывать, что стекло должно перекрывать не менее $^3/_4$ ширины фальца и на 2...3 мм не доходить до бортов фальца при вставке стекла на замазке и на 3...5 мм при резиновой прокладке (для перемещения стекла при температурном расширении).

В деревянных и пластмассовых переплетах стекла устанавливают на двойной замазке, на замазке и штапиках, на эластичных прокладках и штапиках (рис. 13.4), укрепляют металлическими шпильками, кляммерами, зажимами, винтами, уголками, замками.

Шпильки забивают вручную или с помощью специальных устройств. Замазку наносят с помощью стамески или шприца.

Состав замазки (по массе) для деревянных переплетов 1 : 3,5 (олифа, мел), для металлических и железобетонных — 1 : 1,5 : 4 (олифа, свинцовый или железный сурик, мел).

Широко применяется остекление стальных и алюминиевых переплетов на резине или пластмассе П-образного и сложного профилей. В этом случае не требуется замазки и других материалов.

Значительно повысился интерес строителей к стеклопакетам — элементам, где 2—3 пластины стекла герметично соединены друг с другом через дистанционную рамку с осушителем. Использование стеклопакетов позволяет уменьшить толщину оконного блока и значительно улучшить его тепло- и звукоизоляцию.

Если в стеклопакет закачать инертный газ (аргон), то его энергоэффективность увеличится в несколько раз. Для северных районов температуру запотевания стеклопакетов снижают до –100 °С за счет установки «энергосберегающих» стекол — *k*-стекла и *i*-стекла (с твердым и мягким покрытием соответственно).

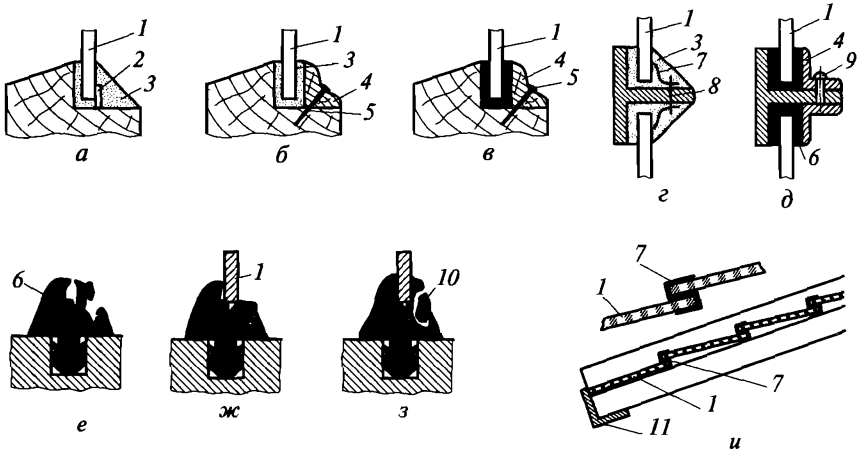


Рис. 13.4. Способы закрепления листового стекла:

а, *б*, *в* — в деревянных переплетах; *г*, *д* — в стальных переплетах; *е*, *ж*, *з* — в пластмассовых переплетах; *и* — при остеклении теплиц и оранжерей; *1* — стекло; *2* — шпилька; *3* — замазка; *4* — штапик; *5* — гвоздь; *6* — уплотнитель; *7* — кляммер; *8* — штырь; *9* — винт; *10* — пластмассовый замок; *11* — упор

Для жилых зданий массовой застройки в районах с умеренным климатом хорошо зарекомендовали себя комбинированные дерево-алюминиевые одностворчатые окна с двойным уплотнением и двухкамерным ударопрочным стеклопакетом (рис. 13.5, *а*).

В районах с суровым климатом предпочтение отдается двухстворчатым (финским) конструкциям с наружным ударопрочным стеклом и двумя внутренними стеклами или стеклопакетом (рис. 13.5, *б*).

Широко используемые мансардные окна отличаются от обычных не только тем, что они располагаются наклонно и пропускают на 30...40 % больше света, но главным образом тем, что они должны выдерживать те же эксплутационные нагрузки, что и крыша.

Для хорошего естественного освещения и правильной циркуляции воздуха мансардные окна следует устанавливать таким образом, чтобы внутренняя облицовка проема над окном располагалась горизонтально, а под окном — вертикально (рис. 13.5, *в*).

Для удобства монтажа наклонного мансардного блока под оконной коробкой устанавливают временную балку-опору, удаляемую лишь после закрепления коробки (рис. 13.5, *г*). Затем укладывают гидро- и теплоизоляцию, устанавливают водоотводные желоба, производят стыковку кровельного материала.

Монтаж мансардных блоков осуществляют после установки изоляции и обрешетки. Во время монтажа окна регулируют, что-

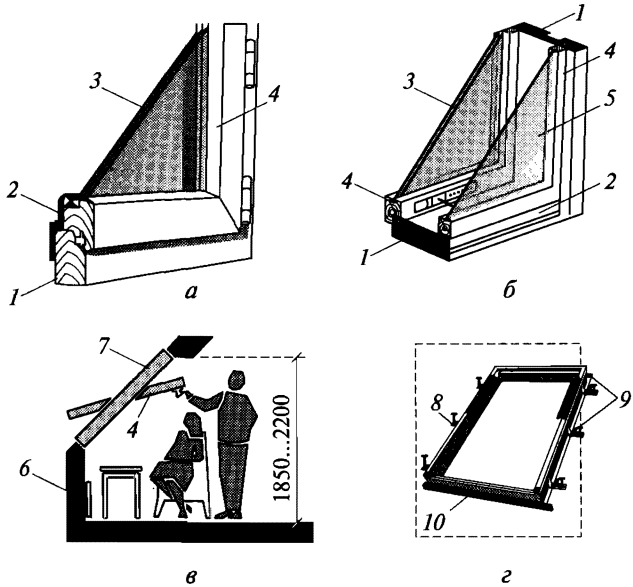


Рис. 13.5. Оконные блоки с ударопрочными стеклами:

а — одностворчатые с двухкамерным стеклопакетом; *б* — двухстворчатые с наружним стеклопакетом; *в*, *г* — мансардные в период эксплуатации и установки; *1* — оконная коробка; *2* — защитный алюминиевый профиль; *3* — стеклопакеты; *4* — оконные рамы; *5* — ударопрочное стекло; *6* — нагревательный элемент; *7* — мансардный блок; *8* — уголок прикрепления шурупа; *9* — элемент водоотвода; *10* — временная балка-опора

бы обеспечить равномерное прижатие уплотнителей между створкой и коробкой по всему периметру окна. После этого укладывают утеплитель, кровельный материал, обрешетку под внутреннюю облицовку.

При изменении этого порядка сбивается равномерное прижатие уплотнителей, появляются протечки и сквозняки. Наибольшее распространение в России получили мансардные окна западноевропейских фирм РОТО, ФАКРО, ВЕЛЮКС.

В зимнее время раскрой стекломатериалов и остекление съемных переплетов следует вести при температуре не ниже 10 °С. Перед остеклением переплеты отогревают и просушивают.

Остекление несъемных переплетов на открытом воздухе ведут на подогретых замазках, твердеющих при отрицательных температурах. Переплеты очищают и протирают насухо, а при наличии теплого воздуха отогревают и просушивают.

В зимнее время не допускается применение герметиков и резиновых профилей при установке стекла на открытом воздухе.

13.4. Контроль качества и требования техники безопасности

При выполнении работ проверяется:
вид и качество стекла и изделий из стекла;
вид и качество замазки и крепежных деталей;
качество подготовки переплетов;
правильность укрепления стекол в переплетах;
качество готового остекления и заполнения проемов.

Применяемые стекольные материалы и замазки должны отвечать требованиям проекта и стандартов. Стекло должно поступать на объект нарезанным по размерам, в комплекте с уплотнителями, герметиками и крепежными деталями.

При остеклении металлических и железобетонных переплетов металлические штапики необходимо устанавливать после укладки в фальц резиновых прокладок.

Крепление стекол в деревянных переплетах должно выполняться при помощи штапиков или шпилек с заполнением фальцев переплета замазкой. Стекло должно перекрывать фальцы не менее чем на $^3/_4$ ширины. Замазка должна наноситься равномерным сплошным слоем, без разрывов, до полного уплотнения фальца переплета.

Монтаж стеклопанелей и сборка их обвязок должны осуществляться в соответствии с проектом. Приемка готового остекления проводится с учетом выполнения следующих требований:

поверхность стеклоконструкций должна быть без трещин, выколов, пробоин, без следов замазки, раствора, краски и т.п.;

замазка после образования на поверхности твердой пленки не должна иметь трещин, отставать от поверхности стекла и фальца;

стеклоблоки, установленные на растворе, должны иметь ровные, строго вертикальные и горизонтальные швы одинаковой ширины, заполненные заподлицо с поверхностями конструкции.

Места, над которыми выполняются процессы остекления, должны быть ограждены. Подъем и переноску стекольных изделий к месту их установки следует производить с применением соответствующих безопасных приспособлений или в специальной таре.

Контрольные вопросы

1. Каковы области применения ламинированного, электропроводящего и других видов листового стекла?
2. Расскажите о промышленном применении стеклоблоков, стеклопакетов, стеклянных профилей и плиток.
3. Расскажите о заполнении проемов оконными и дверными блоками с использованием монтажной пены.
4. Каковы особенности технологии заполнения реконструируемых оконных проемов пластиковыми окнами?
5. Как осуществляются стекольные работы в зимнее время?

ГЛАВА 14

ОТДЕЛОЧНЫЕ РАБОТЫ

14.1. Общие положения

Цель отделочных работ — придать строительным конструкциям законченный и эстетический вид. Кроме исправления всех предыдущих недочетов отделочные покрытия предохраняют конструкции от увлажнения, коррозии, разрушающих механических воздействий, продлевают сроки эксплуатации сооружения.

Основные требования к отделочным покрытиям: устойчивость к механическим воздействиям; эстетичность и способность сохранять неизменным внешний вид; технологичность, удобство возведения с меньшей трудоемкостью; простота и доступность обслуживания при эксплуатации; экономичность; отсутствие вредного воздействия на организм человека; возможность механизированного выполнения с минимальным объемом ручного труда.

К отделочным относятся штукатурные, облицовочные, малярные, обойные работы, а также устройство полов.

В современном строительстве отделочные технологические работы осуществляют в основном индустриальными методами. Однако остается высокой доля ручного труда — трудозатраты по устройству отделочных покрытий составляют 30...35 % трудоемкости при строительстве зданий и сооружений. Поэтому основным направлением повышения эффективности отделочных работ должна быть дальнейшая механизация технологических процессов.

14.2. Обычная штукатурка

Классификация штукатурки. Штукатурка является декоративно-защитным отделочным покрытием строительных конструкций и выполняется из строительных растворов с минеральными или синтетическими составляющими. Штукатурные работы относятся к «мокрым» процессам, поэтому их следует выполнять в случаях, когда применение индустриальных видов отделки затруднено или недопустимо ввиду особых условий эксплуатации. Классификация штукатурки приведена в табл. 14. 1.

Как правило, штукатурка выполняется из следующих слоев: первый — о б р ы з г жидкого раствора без разравнивания для связи

Таблица 14.1

Классификация штукатурки

Признак	Вид штукатурки	Место применения и функциональное назначение
Назначение	Обычная	Жилые, промышленные и гражданские здания
	Декоративная	Общественные здания
	Специальная	Защита конструкций и помещений
Толщина намета	Тонкослойная (до 12 мм)	Затирка поверхностей сборных конструкций
	Среднеслойная (12...20 мм)	Жилые и гражданские здания
	Толстослойная (более 20 мм)	Поверхности с большими неровностями
Вид вяжущего материала	Минеральные:	
	цементная	Конструкции, находящиеся во влажных условиях
	цементно-известковая	Сухие и нормально-влажные условия
	известковая, гипсовая, известково-гипсовая	«Дышащие» стены с эластичным тонкослойным покрытием
	Синтетические (акриловые)	

с поверхностью, второй — грунт для выравнивания, третий — накрывка для придания покрытию окончательного вида. После высыхания накрывку затирают ручной теркой или затирочной машинкой.

Обычная штукатурка может быть одно- и многослойной. Однослойную штукатурку толщиной до 15 мм наносят по слою обрызга за один прием на относительно ровные поверхности. Многослойная штукатурка по качеству выполнения может быть простой, улучшенной и высококачественной.

Простая штукатурка состоит из обрызга и одного слоя грунта; улучшенная — из обрызга, 1...2 слоев грунта и накрывочного слоя (накрывки); высококачественная — из обрызга, 2...3 слоев грунта и накрывки. Средняя толщина простой штукатурки 12 мм, улучшенной — 15 мм, высококачественной — 20 мм.

Обрызг должен быть толщиной до 5 мм из более прочного раствора. Толщина каждого слоя грунта не должна превышать 7 мм, накрывочного 2 мм (7 мм при декоративной отделке).

Обычно используют составы растворов: цементно-известковый — 1 : 1 : (6...10) (цемент, известь, песок); известковый — 1 : 2 (известь, песок); цементный — 1 : (3...4) (цемент, песок); известково-гипсовый (беспесчаная накрывка) — 1 : 2. Растворы должны иметь подвижность 5...12 см.

В качестве пластификатора в цементные растворы вводят поливинилацетатную эмульсию или латекс, а в цементно-известковые — пек или мылонафт. Замедлителями твердения гипсовых растворов служит суперфосфат или клеевой раствор.

Каменные и бетонные поверхности помещений с нормальной влажностью оштукатуривают известковыми и цементно-известковыми растворами, гипсовые — гипсовыми и известково-гипсовыми. Наружные стены и поверхности помещений с повышенной влажностью оштукатуривают цементными и цементно-известковыми растворами. Прочность подстилающих слоев штукатурки должна быть выше прочности накрывающих слоев.

Штукатурные растворы в виде полуфабрикатов или сухих смесей приготавливают в бетонно-растворных узлах и доставляют на объект в мешках, бункерах, автосамосвалами и автобетоновозами.

Подготовка поверхностей. Этот вид операций выполняют после полной осадки стен и перегородок. До начала работ должны быть установлены и закреплены оконные и дверные блоки, заделаны все отверстия, выполнены все виды проводки.

Состав операций по подготовке поверхностей зависит от их вида и состояния. Деревянные поверхности обивают стеклосет-

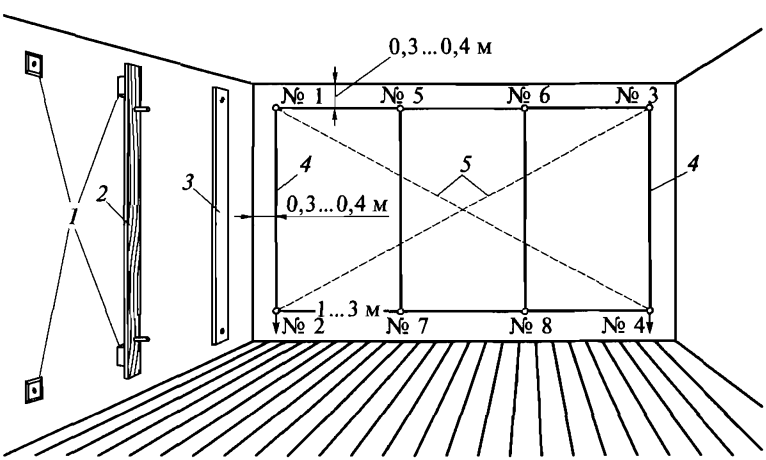


Рис. 14.1. Провешивание стен с устройством марок и маяков:

1 — марки; *2* — правило; *3* — маяк; *4* — отвес; *5* — шнур; № 1...8 — гвоздевые марки

кой, деревянной дранью с ячейкой 45×45 мм, прибитой под углом 45°, или металлической сеткой (в углах и примыканиях). Гладкие бетонные поверхности насекают механизированным способом или обрабатывают металлическими щетками. Выполненная впустошовку кладка из штучных каменных материалов требует только очистки от пыли.

Поверхности провешивают. Результаты провешивания закрепляют *марками* или *маяками* — полосами набрасываемого под рейку (прави́ло) раствора (рис. 14.1).Марки и маяки служат ориентирами для выравнивания грунта: марки при простой и улучшенной штукатурке, маяки при высококачественной.

Места сопряжения конструкций из различных материалов обивают сеткой с ячейкой 10×10 мм или оплетают проволокой.

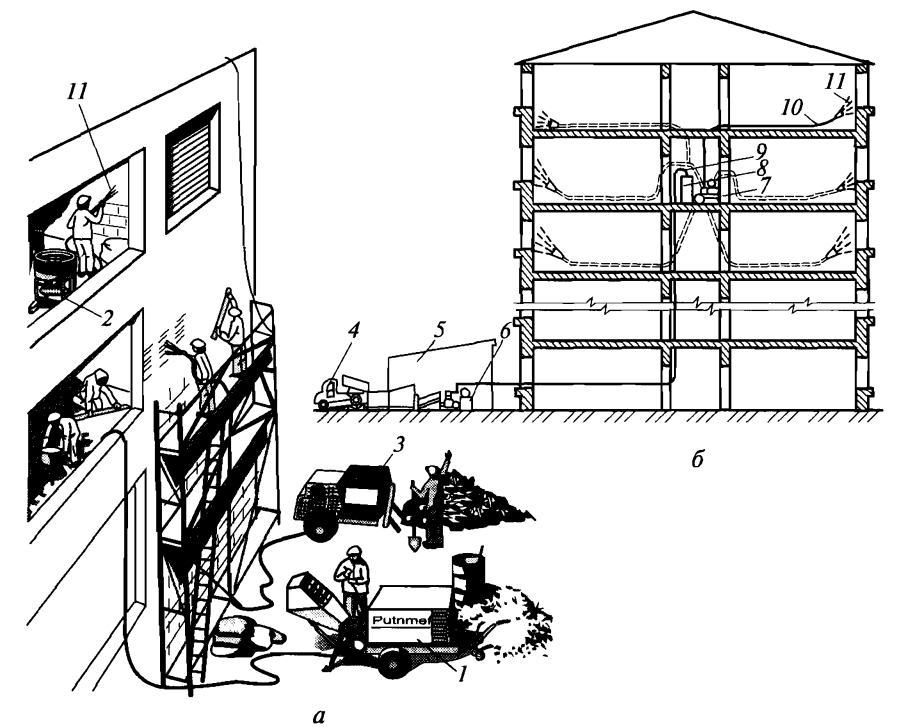


Рис. 14.2. Механизация штукатурных работ:

а — штукатурные работы с использованием переносной пневмоустановки с сухими смесями, передвижного растворонасоса, многоуровневой пневмонагнетательной установки; *б* — штукатурная станция; *1* — передвижной растворонасос; *2* — переносная пневмоустановка с использованием сухих смесей; *3* — многоцелевая пневмонагнетательная установка; *4* — транспортное средство; *5* — штукатурная станция; *6*, *7* — растворонасосы; *8* — бункер; *9*, *10* — растворопроводы ∅25 и ∅50 мм; *11* — форсунка

Оштукатуривание поверхностей. При проведении штукатурных работ все технологические операции следует выполнять механизированным способом. При поставках сухих смесей в мешках или бункерах на этажах можно располагать переносные установки для перемешивания и нанесения смесей (рис. 14.2), а для нанесения растворов — использовать многоцелевые пневмонагнетательные установки.

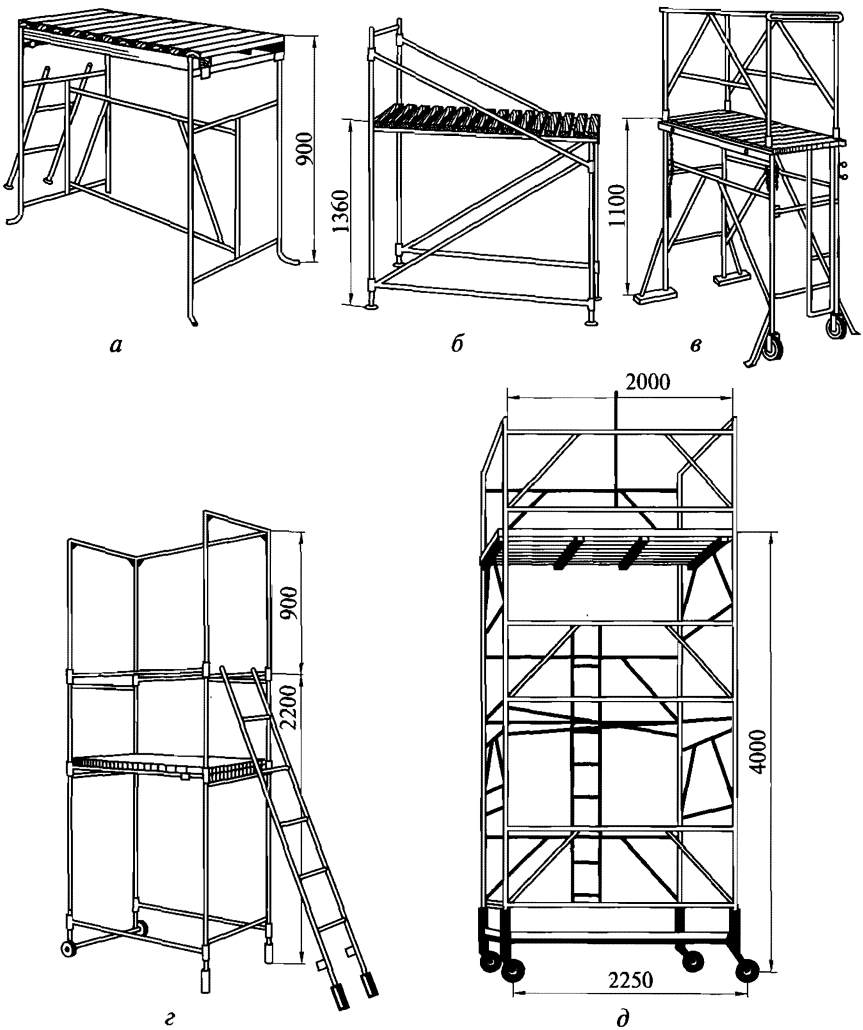


Рис. 14.3. Инвентарные подмости:

а, *б*, *в* — штукатурные столики: складной двухвысотный, универсальный, телескопический; *г* — столик-вышка; *д* — вышка-тура

Рис. 14.4. Выполнение штукатурных операций вручную:

а — набрасывание раствора кельмой с сокола; *б*, *в* — разравнивание раствора соколом и полутерком на потолке; *г*, *з* — затирка лузговым полутерком и теркой; *д*, *е* — то же, на стене; *ж* — разравнивание раствора малкой по маякам

Традиционно для переработки и подачи штукатурного раствора на этажи применяют штукатурные станции, состоящие из приемных бункеров, вибросита, растворонасосов и компрессоров. Оборудование можно монтировать на передвижном автоприцепе или собирать из отдельных агрегатов на объекте.

Механизированное нанесение штукатурки (соплование) рекомендуется выполнять звеном, состоящим из пяти человек:

сопловщик-звеньевой наносит раствор на оштукатуриваемую поверхность соплованием;

помощник звеньевого помогает в сопловании, по необходимости подменяет сопловщика;

два подсобника выравнивают слои, формуют лузги и усенки;

один подсобник закрывает проемы, очищает поверхности.

Ручное оштукатуривание допускается в исключительных случаях в стесненных условиях и при небольшом объеме работ.

Помещение оштукатуривают сверху вниз (потолок — верхняя часть стен — нижняя часть). Каждый последующий слой наносят после затвердевания предыдущего. Для выполнения работ на высоте внутри используют инвентарные передвижные подмости (рис. 14.3), снаружи — вышки, блочные леса.

При простой штукатурке («под сокол») грунт разравнивают и затирают соколом и терками. Грунт улучшенной штукатурки («под правило») разравнивают полутерками, выправляют рабочим правилом. Последний слой грунта высококачественной штукатурки («по маякам») разравнивают малкой или правилом.

Лузги и фаски натирают полутерками, правилами, специальными фасонными полутерками или вытягивают шаблонами.

Накрывку — завершающий слой штукатурки — выполняют из высокоподвижного раствора с мелкозернистым заполнителем. Раствор накрывки наносят на смоченный грунт, разравнивают полутерками, а после затвердевания затирают затирочными электрическими или пневматическими машинками с рабочими дисками из дерева, резины, капрона и других материалов. Вручную терками затирают участки, не проработанные машинками (рис. 14.4). Затирку ведут до получения ровной фактуры без видимых следов затирочных инструментов.

Откосы проемов, пилястры, колонны, карнизы и другие архитектурные детали оштукатуривают по маякам или вытягивают шаблонами по направляющим рейкам.

14.3. Декоративные и специальные штукатурки

Декоративные штукатурки выполняются на фасадах и внутри помещений. Сложились определенные традиции, связанные в основном со способами обработки накрывочного слоя, поскольку технология нанесения обрызга и грунта практически не отличается от применяющейся при других видах штукатурки.

Однако на современном уровне развития строительной индустрии традиционные технологии декоративной штукатурки (нанесение и затирка накрывочных составов с пигментами и цветной крошкой) не удовлетворяют возросшим требованиям технологичности, эстетичности и долговечности.

Для создания комфортных условий для человека покрытия должны сочетать влагостойкость с паропроницаемостью («дышать»), а благодаря развитой текстуре (рис. 14.5) и цветовой гамме — благотворно воздействовать на нервную систему человека.

Различают штукатурки на основе минеральных составляющих и синтетических смол. Особенность штукатурок первой группы — преобладание в их составе природных компонентов (песка, цемента, извести, пигмента и каменной крошки). Такие штукатурки относительно недороги, обладают водоотталкивающими свойствами, красивой текстурой.

Во второй группе наличие синтетических составляющих придает растворам такие свойства, как высокая степень удобоуклады-ваемости, прочность, долговечность. В зависимости от размеров гранул можно получить различные декоративные структурные эффекты. Синтетические штукатурки, кроме обычных методов, могут наноситься способом пневмораспыления с последующей обработкой в сыром или высохшем состоянии.

В промежуточной группе применяют минеральные и синтетические составляющие. К особым группам следует отнести гипсовую и «венецианскую» (мраморную) штукатурку.

Гипсовые штукатурки особенно эффективны в жилых и общественных зданиях. Они экологичны, обладают свойством впитывать или отдавать влагу в соответствии с влажностью помеще-

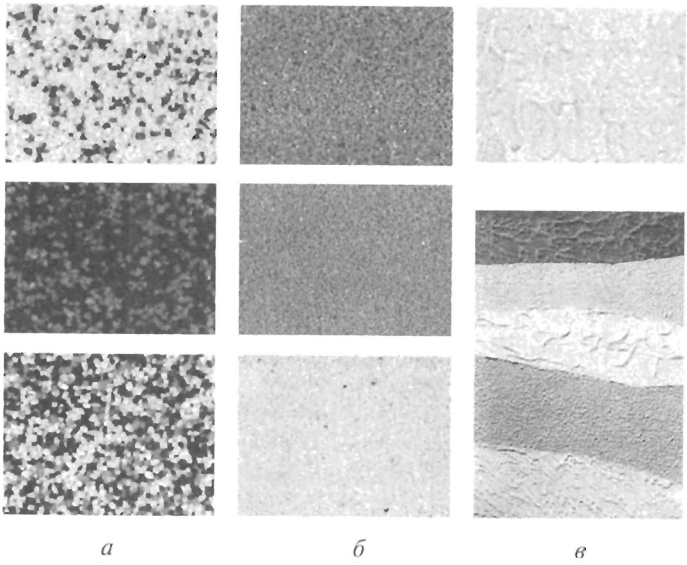


Рис. 14.5. Виды декоративной штукатурки: *а* — крупнозернистая; *б* — мелкозернистая; *в* — структурированная

ния, что создает комфортные условия для жизнедеятельности человека. Кроме того, они отличаются удобоукладываемостью и экономичностью.

До появления легких переносных установок быстрое застывание гипсовых растворов затрудняло их использование. В настоящее время на месте из сухой смеси замешивают необходимую порцию раствора, его разжижение можно выполнить в бункере или ведре электрифицированным инструментом — миксером.

Гипсовую штукатурку рекомендуется наносить с помощью переносной пневмоустановки, работающей на сухих смесях.После нанесения раствор разравнивают правилом и через 45...60 мин «подрезают», т.е. срезают излишки и заполняют углубления. Еще через 15...20 мин штукатурку затирают влажной губчатой теркой. По истечении 2,5...3 ч после замешивания поверхность, подготавливаемую к окраске или оклейке обоями, заглаживают металлическим шпателем.

«Венецианская» штукатурка, содержащая мраморную и гранитную пыль, замешана на специальной водной эмульсии синтетических смол с добавлением пигментов. Обработку поверхностей такой штукатурки ведут вручную многократным заглаживанием, поэтому она относится к разряду элитных, применяемых на дорогих объектах. Эта штукатурка придает поверхности сходство с мрамором, особенно при обработке готовой штукатурки прозрачным воском. Слои «венецианской» штукатурки наносят и разглаживают шпателем из нержавеющей стали и обрабатывают наждачной бумагой.

При отделке зданий применяют различные виды декоративных штукатурок: немецкую с бороздчатой структурой («Мюнхенскую»), турецкую «Доамин», российскую с калиброванной крошкой («Пластоун»), терразитовую с мраморной крошкой и слюдой, сграффито с «выцарапанным» рисунком и др.

Декоративную штукатурку наносят в такой последовательности:

очистка поверхности грунта и увлажнение во избежание влагопотерь, при необходимости окрашивание;

нанесение и разравнивание вручную или с помощью крошко- или растворомета декоративного слоя;

заглаживание поверхности декоративного слоя гладилками из нержавеющей стали. Структурирование (нанесение рисунка) шпателями, терками, кистью и другими инструментами;

промывка затвердевшего декоративного слоя (через 1—2 сут), обнажение декоративной фактуры (крошки), протирка;

нанесение воскового слоя (при необходимости).

Гладкие поверхности получают за счет применения мелкозернистых составов, шероховатые — набрасыванием раствора через сетку, торцеванием, мелкошероховатые — затиркой. Обнажение

декоративной фактуры можно осуществить травлением 10%-м раствором соляной кислоты через 3—4 дня после нанесения.

Крупношероховатую фактуру наковывают бучардой, а фактуру под рваный и тесаный камень — зубилом или троянкой.

К специальным видам относят водонепроницаемую, огнеупорную, теплоизоляционную, звуконепроницаемую и рентгенозащитную штукатурки.

Водонепроницаемая штукатурка бывает торкретная цементная и цементная с уплотняющими добавками (см. подразд. 9.6). При нанесении торкрет-штукатурки в основном применяется сухой способ, при котором сухая смесь цемента с песком (гарцовка) подается цемент-пушкой под давлением сжатого воздуха к соплу, смешивается там с водой и выбрасывается на оштукатуриваемую поверхность.

Цементные растворы с уплотняющими добавками готовят непосредственно на рабочем месте, поскольку в качестве добавок применяют раствор хлорного железа или алюмината натрия, ускоряющими схватывание цемента. Кроме указанных добавок можно применять жидкое стекло или церезит — сметанообразную жидкость белого цвета, а также использовать расширяющийся цемент, напрягаемый цемент (НЦ) или специальную гидроизолирующую смесь «Гидро-S», обладающую эффектом «самозалечивания» трещин. При нанесении растворов с уплотняющими добавками технология штукатурных работ не меняется.

Огнеупорную штукатурку можно наносить традиционными методами или с помощью цемент-пушки. Смесь состоит из дробленого клинкера, порошковой огнеупорной глины или соды.

Теплоизоляционную штукатурку получают при использовании пористых заполнителей в комплексе с различными вяжущими материалами и химическими добавками. Обеспечивая высокую теплоизоляцию, «теплые» штукатурки повышают звуконепроницаемость и огнестойкость изолируемой поверхности.

Звуконепроницаемую (*акустическую*) *штукатурку* используют для повышенной звукоизоляции помещений. Раствор для этого вида штукатурки замешивают на шлаке, пемзовом песке или асбестовой крошке и наносят без разравнивания на предварительно загрунтованные цементно-песчаным раствором стены и потолки. В остальном технология работ не отличается от традиционной.

Рентгенозащитная (*баритовая*) *штукатурка* применяется в рентгеновских кабинетах вместо дорогой свинцовой изоляции. Цементно-известковый раствор состава 1 : 0,25 : 4 замешивают с баритовым песком ($BaSO_4$) или применяют цементный раствор, замешанный с баритовым песком и баритовой пылью.

Штукатурку наносят слоями толщиной 4...6 мм (всего 10...15 слоев). При общей толщине штукатурки более 50 мм она, при соответствующем согласовании, может быть заменена бетоном.

14.4. Облицовка поверхностей

Общие положения. *Облицовка* — наиболее долговечный и декоративный вид отделки. Она надежно защищает конструкции от воздействий окружающей среды и легко очищается от загрязнений. Применяя разнообразные и разноцветные облицовочные материалы, можно получить различные рисунки, орнаменты и другие композиции.

Облицовочные материалы крепят к конструкциям анкерами и кляммерами, на растворах, мастиках и клеях.

Подготовка поверхностей. Поверхности под облицовку должны быть жесткими, ровными, чистыми и не иметь отклонений от нормативов. При креплении облицовочных материалов на растворах поверхности насекают и очищают. Неровности более 15 мм выравнивают цементным раствором по металлической сетке.

На мастиках и клеях облицовывают гладкие бетонные поверхности, неровности на которых не превышают 3 мм. Перед облицовкой поверхности очищают и грунтуют составом на основе связующего материала, входящего в состав мастики или клея.

Подготовка материалов. Элементы внутренней облицовки крепят на цементно-песчаных и сложных растворах, карбоксицементно-песчаной (КЦП), полимерцементной (ПЦ) и других мастиках или на клеях: коллоидно-цементном (КЦК), ПВА, «Плитонит» и др. Внутреннюю и наружную облицовку плитами из натурального камня выполняют на цементных и сложных растворах.

Облицовочные материалы поставляют на объект комплектными и рассортированными по типам, размерам и цвету.

При необходимости глазурованные керамические плитки режут с помощью устройств со стеклорезом. Обычные керамические и камневидные плитки режут или рубят электровибромолотками.

Материалы из натурального камня пилят на специальных станках.

Кромки разрезанных плиток притачивают, фигурные вырезы делают лобзиком.

Раствор для облицовки должен иметь марку не ниже М50. Шов выполняют толщиной 7...15 мм, толщина мастичного шва — до 2 мм. Существует правило — чем тоньше шов, тем лучше сцепление. Мастики и клеи начинают застывать через 3...7 ч, поэтому их приготавливают на объекте из сухих смесей.

Внутренняя облицовка. Ее выполняют после того, как нагрузка на стены достигнет не менее 65 % проектной.

Облицовку поверхностей плитками (рис. 14.6) выполняют по причалке и с применением различных шаблонов. Технология облицовки на растворах и мастиках не имеет существенных различий. При креплении плиток по методу тонкой клеевой подушки рекомендуется использовать клей типа «Монофлекс».

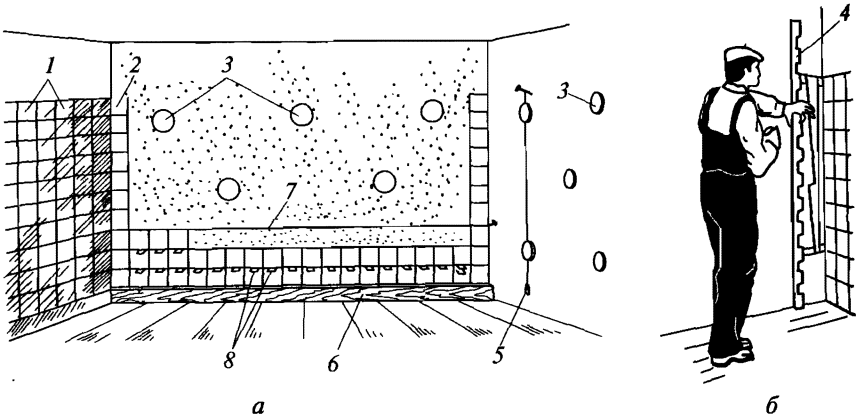


Рис. 14.6. Облицовка поверхностей плитками:

а — по причалке; *б* — с применением шаблона; *1* — облицованная стена; *2* — маячные плитки; *3* — марки; *4* — шаблон; *5* — отвес; *6* — опорная рейка; *7* — шнур-причалка; *8* — инвентарные скобы

Облицовку по причалке начинают с разметки границ и рядов. Крайние плитки каждого ряда устанавливают по вертикальным причалкам или порядовкам, а остальные — по горизонтальной причалке. Раствор или мастику наносят на стену или тыльную сторону плиток и разравнивают зубчатым шпателем. Плитку с прослойкой прижимают к поверхности в уровень с ранее установленными плитками.

Шаблон повышает производительность труда, так как рассчитан на установку всего вертикального ряда облицовки.

Облицовку плитами выполняют с относом от поверхности. Облицовочные материалы крепят крюками или костылями. Швы зачеканивают гипсовым раствором. Облицовочные материалы других видов устанавливают на растворах.

Облицовочные листы и фанеру крепят шурупами к деревянному каркасу из брусков. На ровные поверхности тонкие листы наклеивают на мастиках. Швы закрывают раскладками или заполняют мастикой и расшивают под различные профили.

Широко распространена облицовка стен листами ГКЛ, которые удовлетворяют всем условиям «сухого» строительства: регулируют влажность помещения, технологичны, обеспечивают высокую звуко- и термоизоляцию, лишены запаха и токсичных компонентов, отличаются огне- и влагостойкостью.

Листы разрезают ножами и ножовками, прикрепляют болтами, металлическими деталями, гвоздями, шурупами, приклеивают гипсоклеевой мастикой (рис. 14.7). Примыкания листов устраивают так, чтобы между ними оставалось пространство в 4...5 мм

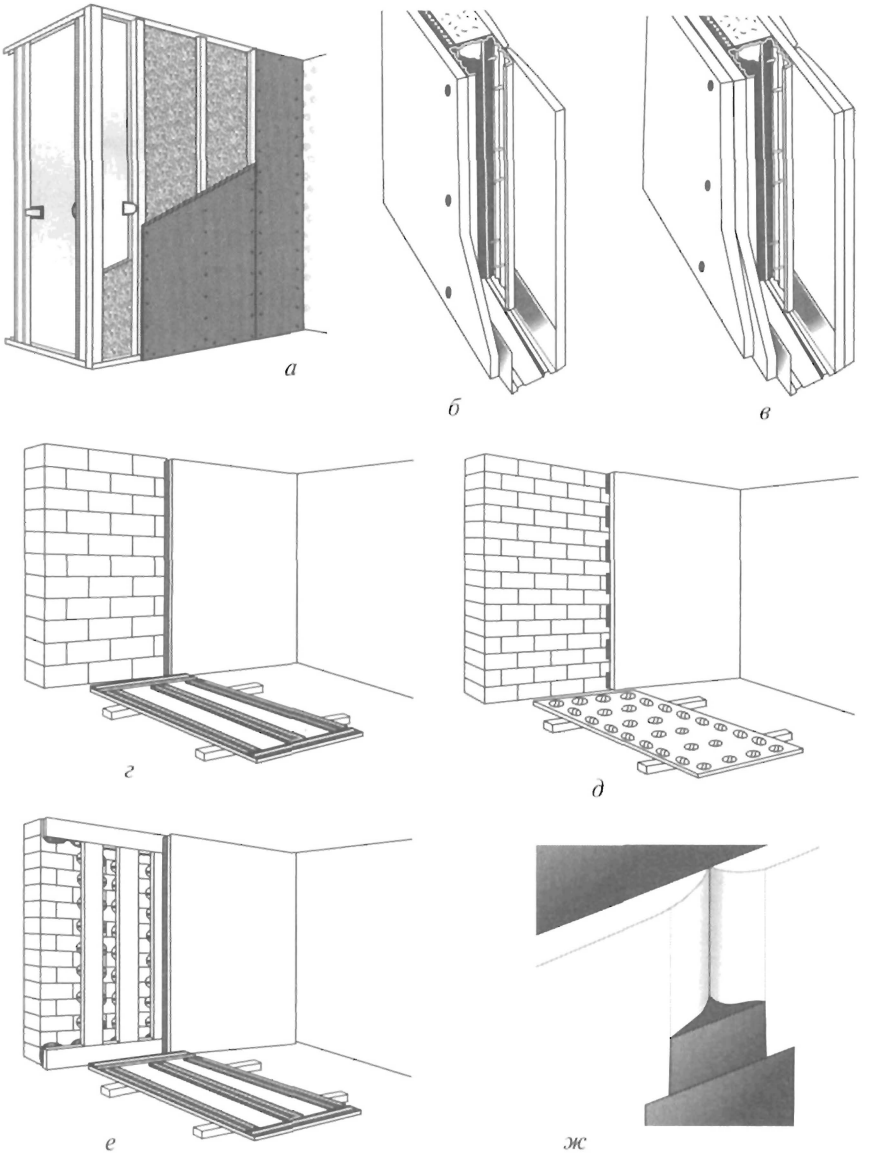


Рис. 14.7. Облицовка перегородок и стен листами ГКЛ:

а, б, в **— фрагменты встроенной мебели и перегородок, облицованные с одной и двух сторон в один и два слоя;** ***г, д*** **— фрагменты стен при полосовом и точечном приклеивании листов;** ***е*** **— то же, при креплении шурупами;** ***ж*** **— заклеивание швов ГКЛ**

для последующий отделки шва. Швы между листами заделывают шпатлевкой, заглаживают и заклеивают арматурной лентой.

Наружная облицовка. Технологический процесс облицовки состоит: из сортировки облицовочных изделий; приготовления клеящих составов; подготовки и разметки поверхностей, подлежащих облицовке; установки маячных рядов; пробивки отверстий для анкеров, проводов; выполнения собственно облицовочных работ.

Для облицовки естественным камнем применяют плиты из твердых пород гранита, габбро, мрамора, а также пильного известняка и туфа. Установку начинают с угловых и маячных плит. Предварительно плиты подготавливают в мастерских — пробивают пазы и гнезда для креплений, сортируют, маркируют.

Плиты скрепляют с облицовываемой конструкцией с помощью металлических крюков, костылей, якорей, скоб и пиронов.

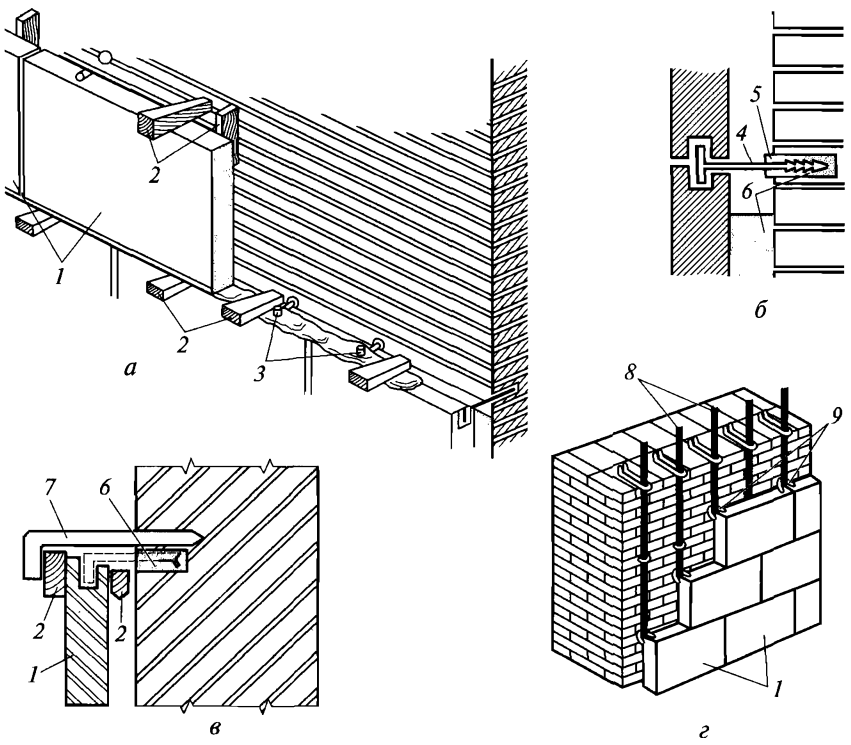


Рис. 14.8. Крепление облицовочных плит из природного камня:

а — схема установки; *б* — жесткое крепление Т-образными костылями; *в* — деталь временного крепления; *г* — скользящее крепление за вертикальные стержни; *1* — плита облицовки; *2* — деревянные клинья; *3* — пироны; *4* — Т-образный костыль; *5* — стальные клинья; *6* — цементный раствор; *7* — временный костыль; *8* — вертикальные стержни; *9* — скобы

Концы креплений (рис. 14.8) должны быть заверены или загнуты, заделаны в раствор и расклинены в гнездах стальными клиньями. Облицовочные плиты прикрепляются к вертикальным стержням скользящими скобами.

Плиты устанавливают в такой последовательности. Сначала плиту примеряют, отмечая места пробивки гнезд. Затем в облицовываемой конструкции пробивают гнезда, укладывают раствор, поверх которого раскладывают деревянные клинья, а на них опускают плиту. Плите придают требуемое положение с помощью клиньев, а затем соединяют с соседними плитами пиронами.

В некоторых случаях плиты временно прикрепляют (примораживают) к ранее установленным гипсовым раствором. Закрепив плиты ряда, приступают к заполнению раствором пространства между плитами и основанием, если это предусмотрено проектом. При этом пространство заполняют раствором лишь на $^3/_4$ высоты плиты, чтобы на уровне горизонтальных швов облицовки не образовались наплывы раствора. Плиты следующих рядов устанавливают в такой же последовательности.

Малогабаритные керамические плитки устанавливают после окончания строительства здания. Их крепят к стене с помощью раствора марки не ниже М50 без конструктивной перевязки с кладкой.

Плитки устанавливают горизонтальными рядами, пользуясь порядовками и шнуром-причалкой, причем облицовку можно выполнять с перевязанными вертикальными швами.

Облицовка стен деревянными рейками (вагонкой) является у нас традиционной в индивидуальном строительстве. Рейки располагают вертикально, горизонтально или наклонно, но лучшую защиту стен от атмосферных воздействий обеспечивает их горизонтальное расположение (рис. 14.9).

Чтобы спрятать шляпки гвоздей к стойкам или прожилинам каркаса через 1,0...1,5 м прибивают металлические кляммеры, форму которых выбирают в зависимости от типа реек.

Для облицовки стен гражданских и промышленных зданий часто используют алюминиевые или стальные профили и панели, покрытые краской или полимерами (полиэстер, пластизол). Прикрепление профилей к основанию осуществляется с помощью гальванизированных закрепок и болтов из нержавеющей стали.

Сравнительно недавно стали использовать новый материал для наружной облицовки — сайдинг, названный «американской вагонкой». По технологии облицовка сайдингом мало чем отличается от традиционной обшивки деревянной доской-вагонкой, но текстурированная под дерево виниловая обшивка при эксплуатации нуждается только в мойке при загрязненности.

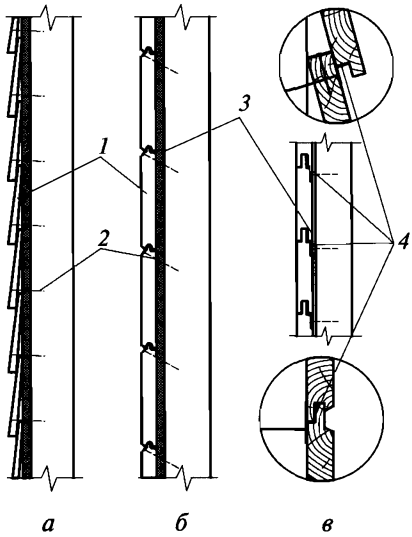


Рис. 14.9. Крепление деревянных обшивочных реек:

а — внахлестку; *б* — соединением «гребень-паз»; *в* — металлическими кляммерами; *1* — рейки; *2* — гвозди; *3* — пароизоляция, *4* — кляммеры

Наиболее распространен в России виниловый сайдинг размером 3,8×0,25 м. Его можно резать ножовкой, прибивать алюминиевыми гвоздями. Однако этот материал не рекомендуется применять в районах с резкоконтинентальным климатом. На алюминиевый и стальной сайдинг эти ограничения не распространяются.

14.5. Устройство подвесных, подшивных, натяжных и клееных потолков

Подвесные потолки. Применяются в промышленных и общественных зданиях для придания интерьеру привлекательности и чтобы скрыть располагаемые между несущими покрытиями и потолком электро-, теплосети и другие коммуникации. Для этого в швах или отверстиях плит покрытия устанавливают анкеры, опускают тяги, к которым подвешивают профили, служащие опорой конструкциям потолка.

Монтаж потолков начинают в период, когда проложены все коммуникации и закончены «мокрые» процессы.

По форме потолочные панели могут быть плиточными, панельными, реечными, кассетными и опираться на каркас по скрытой или открытой схеме. Иногда подвесную систему утапливают, выделяя квадраты панелей. Распространение получили архитек-

турно-акустические потолки из плиток, гипсокартонных листов и панелей.

Потолки из плиток (рис. 14.10), листов и панелей крепят с помощью алюминиевых двутавров, опирающихся на стальные балки. После закрепления направляющих на стены и колонны крепят погонажные детали (уголки) для опирания фризовых элементов.

После подбора и сортировки элементы заводят пазами в гребни профилей. Между собой их соединяют пластмассовыми пластинками-шпонками, а затем окрашивают краской.

В общем случае монтаж осуществляется в такой последовательности: разметка расположения будущей поверхности фальшпотолка, мест крепления основных профилей и подвесов; крепление подвесов к базовому потолку; закрепление основных профилей или брусков; выравнивание основных профилей в одной плоскости с помощью регулируемых подвесов; крепление к основным профилям (брускам) несущих профилей; установка элементов в проектное положение и крепление их к каркасу шурупами с шагом не более 170 мм; заделка швов и грунтование поверхности подвесного полотка.

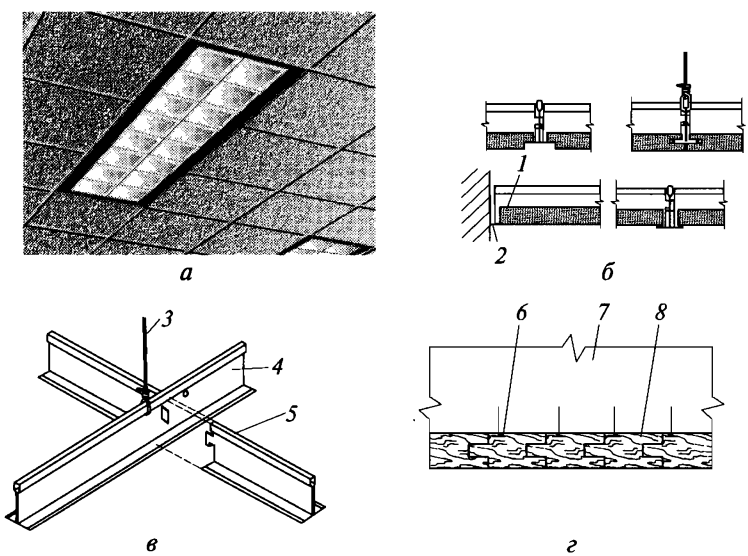


Рис. 14.10. Монтаж подвесных потолков из плиток:

а — общий вид; *б* — варианты укладки плиток; *в* — узел стыковки профилей; *г* — крепление подшивного потолка; *1* — плитка; *2* — пристенный уголок; *3* — тяга; *4* — стальной профиль; *5* — алюминиевый профиль; *6* — кляммер с шурупом; *7* — деревянная балка перекрытия; *8* — обшивочная доска

Подшивные потолки. Их устраивают из фанеры, древесно-волокнистых плит, гипсокартонных листов (ГКЛ), обшивочной доски (вагонки) и других облицовочных материалов.

Общие недостатки подшивных потолков: неудобство в работе при прикреплении подшивки снизу и открытые шляпки гвоздей или шурупов — частично устраняются за счет использования металлических кляммеров, устанавливаемых в паз обшивочной доски (рис. 14.10, *г*). В настоящее время такие потолки устраивают редко (в индивидуальном, сельском и дачном строительстве).

Натяжные потолки. Эти потолки известны человечеству с давних пор. На Кавказе применялась такая технология. На деревянный каркас натягивалась ткань, которая смачивалась водным раствором мела и высушивалась. После высыхания ткань давала усадку и натягивалась.

Современная технология появилась в 60-е гг. XX в. Полотнища из синтетических материалов (виниловая пленка) нарезают по размеру, степлером к стенам помещения пристреливают крепежный багет, размечают и укрепляют стойки светильников.

Полотнища сваривают, заносят в помещение, укладывают на высоте 1,5 м от тепловой газовой пушки. Помещение нагревается до тех пор, пока полотно не становится мягким. Натяжение полотнища начинают с фиксации противоположных углов, далее продолжают равномерно с противоположных сторон.

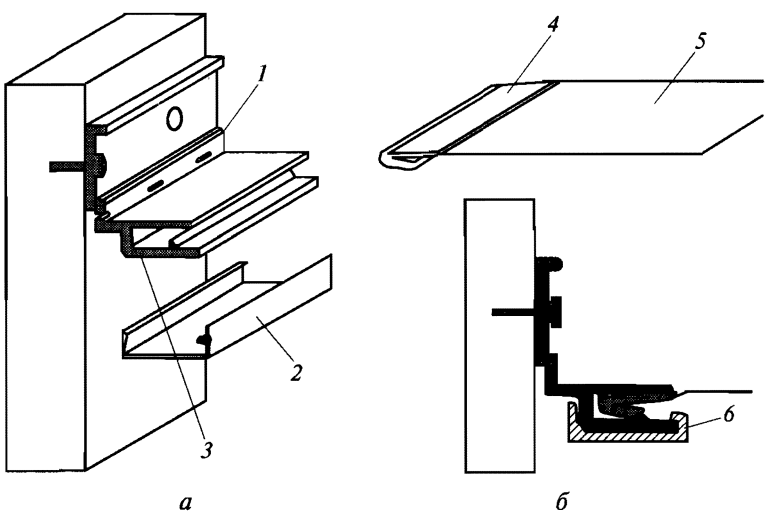


Рис. 14.11. Крепление натяжных потолков к стене профилями:

а — металлическими, *б* — пластмассовыми; *1* — воздушный регулятор; *2* — декоративный профиль; *3* — фиксирующий профиль; *4* — гарпун; *5* — потолочное полотно; *6* — декоративная накладка

Для закрепления полотнищ используют фиксирующие профили «багет» и «гарпуны» (рис. 14.11), устанавливают декоративные профили. После охлаждения потолок натягивается.

Кроме гарпунного иногда используют клиновой или кулачковый способ крепления потолка. В первом случае края нагретого и расправленного полотна зажимают, как на пяльцах, по периметру с помощью распорного профиля.

При кулачковом способе пленку крепят между двумя полукруглыми поверхностями «кулачков», которые входят в крепежный профиль. «Кулачки» раздвигаются при проталкивании пленки шпателем, но автоматически сжимаются при попытке вытянуть ее назад.

Потолок из полиэфирной ткани натягивают без подогрева. Так как полиуретан не может свариваться, куски ткани при необходимости соединяют с помощью специального профиля или сшивают.

В отличие от виниловой пленки полиэфирная ткань сохраняет свою упругость при температуре до –30 °С, что позволяет использовать ее в неотапливаемых помещениях. Монтаж такого потолка занимает в три раза меньше времени, чем подвесного.

Клеевые потолки. Клеевые потолки из полистирольных плиток или панелей считаются самыми простыми. До приклеивания плитки подгоняют друг к другу. Клей наносят на плитки в 6...9 точках (главным образом клеи на латексной основе). Для более прочного приклеивания может быть применен силиконовый клей «жидкие гвозди».

Поверхность наклеенных плиток можно покрыть пленкой, окрашенной под древесину, ткань или камень. Практически потолочные плитки можно приклеивать на любую поверхность перекрытия (бетон, асбестоцемент, гипсовые и древесно-стружечные плиты).

Технологическая схема выполнения процесса:

выравнивание потолка и отбивка осевых линий;

нанесение клеевого состава и приклеивание плиток в направлении от центра помещения к краям;

наклеивание (при необходимости) самоклеящей пленки, создание рельефа, имитирующего лепнину или резьбу по дереву.

К деревянной обрешетке потолочные панели можно «пришивать» строительным степлером. Между панелью и потолком остается воздушный слой для проветривания высотой до 50 мм.

14.6. Окраска поверхностей малярными составами

Общие положения. Малярные покрытия выполняют защитные и декоративные функции.

В зависимости от тщательности выполнения различают простую окраску (для временных помещений), улучшенную (для жилых и производственных помещений) и высокачественную (для офисов, больниц, театров и других общественных помещений).

Красками (*колерами*) называются лакокрасочные материалы (ЛКМ), в которые входят: связующие вещества, образующие на поверхности прочно связанную с ней пленку; пигменты, придающие колеру первоначальный цвет; наполнители, вводимые для экономии пигмента и придания окрасочной пленке таких свойств, как прочность, блеск; растворители, растворяющие связующий материал и одновременно придающие колеру текучесть; разбавители, понижающие вязкость краски; различные добавки, улучшающие те или иные свойства покрытия. Многие окрасочные составы содержат от 8 до 16 компонентов.

За последнее время произошел переход от натуральных ЛКМ к материалам на синтетической основе, органоразбавляемым, с высоким сухим остатком, порошковым и т.д. Покрытия (краски, эмали, лаки) называют по виду окрасочного состава. В зависимости от вида связующего материала краски называются известковыми, силикатными, цементными и т.д. Составы ЛКМ приведены в табл. 14.2.

Таблица 14.2

Состав ЛКМ

Составляющие вещества	Название
Связующие	Известь, жидкое мыло, масло, олифа, цемент, синтетические смолы, их эмульсии и суспензии (разжиженные водой смеси), лаки, нитролаки
Пигменты (сухие краски)	Красные — сурик, киноварь; синие — ультрамарин, берлинская лазурь; зеленые — окись хрома, медянка; желтые — охра, крон желтый; белые — белила, мел; черные — сажа, перекись марганца; коричневые — мумия, умбра; металлические — алюминиевая пудра, синтетические пигменты. Требования к пигментам: нерастворимость; свето-, щелоче-, атмосфероустойчивость
Наполнители	Мел, каолин (белая глина), асбест, ангидрит и др.
Добавки	Стабилизаторы, эмульгаторы, антисептики, фунгицидные (противогрибковые), ускорители высыхания и т.д.
Растворители (разбавители)	Вода, скипидар, ацетон, специальные растворители № 648, № 646, Р-4, разбавитель РДВ и др.

Для промывки закопченных поверхностей, снятия старой краски, удаления ржавчины применяют специальные составы — смывки, растворы соды, соляной кислоты или каустика.

В зависимости от применяемых разбавителей или растворителей связующих материалов малярные составы называются:

водными (известковые, силикатные, клеевые и др.), связующие в которых разбавляются водой;

неводными (масляные, лаковые, эмалевые и др.), связующие в которых разбавляются скипидаром, уайт-спиритом и другими эфирными (быстроиспаряющимися) растворителями и разбавителями;

водно-дисперсионные, связующие в которых разбавляются водой. В последнее время наряду с традиционными тонкодисперсионными эмульсиями стали широко применять суспензии — дисперсные системы с более крупными взвешенными частицами.

Области применения основных видов окрасочных составов в строительстве приведены в табл. 14.3.

Приготовление окрасочных составов. Является трудоемкой и ответственной задачей, поэтому осуществляется в стационарных условиях — централизованно на лакокрасочных заводах и в краскозаготовительных мастерских, оборудованных мешалками, виброситами, краскотерками и клееварками.

Колер составляется из пигментов. В зависимости от количества основного пигмента различают колеры: цельные (100%-ные); густые (80%-ные); нормальные (50%-ные); разбеленные (10%-ные). В зависимости от количества черного или белого пигмента различают колеры темные или светлые, от количества красного или синего — теплые, холодные и нейтральные.

После приготовления колеры перетирают на краскотерке, под цвет колера подбираются шпатлевки и грунтовки.

Шпатлевки — составы для выравнивания поверхностей, заделки, выбоин и других дефектов. Густые шпатлевки называют подмазочными пастами. Основные требования к шпатлевкам — хорошая сцепляемость с основанием и разравниваемость, отсутствие растрескиваемости после высыхания. Каждый слой шпатлевки должен огрунтовываться.

Грунтовка — разжиженное связующее вещество с пигментом, способное впитываться в поры. Назначение грунтовки — обеспечение сцепляемости краски с основанием и выравнивание его тянущейся способности. Обычно грунтовки — это те же колеры, но более жидкие.

Способы нанесения малярных составов. При небольших объемах работ малярные составы могут наноситься вручную, с помощью кисти или валика (рис. 14.12). Длина рабочей части кисти должна быть примерно равна ее диаметру. Валики в основном применяют с поролоновым или меховым (искусственным) покрытием.

Таблица 14.3

Окрасочные составы

Название	Состав и область применения
	Водные
Известковые	Известь, вода, пигменты (при необходимости); для прочности пленки иногда добавляют соль (до 10 г/л). Для окраски фасадов и внутренних помещений по кирпичу, штукатурке, бетону, дереву
Клеевые	Клей, мел, пигменты, наполнители. Для окраски сухих помещений
Силикатные	Жидкое стекло, вода, пигменты, наполнители. Для окраски фасадов и внутренних помещений с высокой влажностью
Цементные	Цемент, вода, пигменты. Для наружной и внутренней окраски деревянных, каменных, асбестоцементных и других поверхностей, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности
	Неводные
Масляные	Густотертая краска, олифа, растворитель (уайт-спирит, скипидар), ускорители твердения (сиккативы) и др. Для окраски деревянных, штукатурных, бетонных, металлических поверхностей в целях улучшения внешнего вида и защиты от коррозии. Условие нанесения — сухая поверхность
Синтетические	Синтетические смолы, пигменты синтетические, растворители, разбавители. Для покрытия деревянных, штукатурных, каменных, бетонных, металлических поверхностей при внутренней и наружной окраске
Эмалевые	Синтетические или масляные лаки, минеральные или органические пигменты, растворители. Для внутренних или наружных работ по дереву, металлу, штукатурке
Лаки	Для антикоррозийных покрытий (кузбасслак); горячих поверхностей; лакировки элементов из дерева, металла, бумаги, стекла; для повышения долговечности деревянных стен, полов и т. п.

	Водно-дисперсионные
Эмульсии:	
масляная (ВМ — вода в масле; МВ — масло в воде);	Олифа, известь, эмульгатор, вода, биоциды. Для окраски внутренних поверхностей
синтетическая	Синтетическая смола, пигмент, наполнитель, вода, эмульгатор, стабилизатор. Для внутренней отделки деревянных, бетонных, штукатуренных поверхностей
Суспензии синтетические:	
акриловая, силиконовая	Смолы, пигменты, вода, наполнители, эмульгаторы, вспомогательные вещества. Для высококачественной окраски наружных и внутренних поверхностей

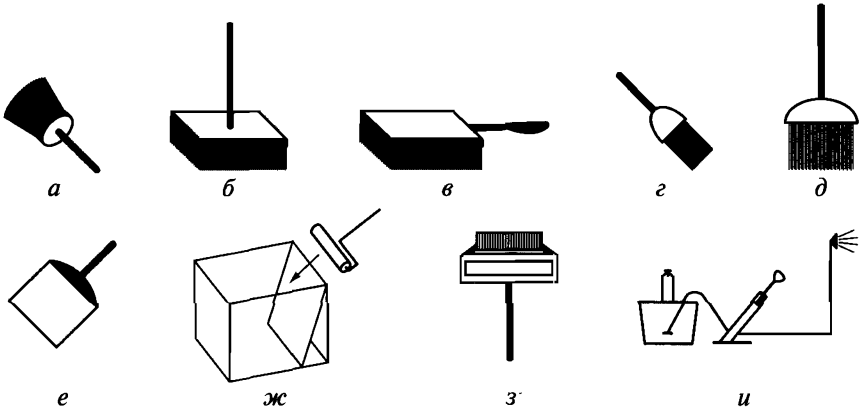


Рис. 14.12. Инструменты для малярных работ:

а, *б*, *в*, *г*, *д* — кисти: маховая, макловица, торцовка, филеночная, ручник; *е* — шпатель; *ж* — валик с бачком; *з* — валик резиновый узорчатый; *и* — краскопульт ручной с удочкой

В индустриальном строительстве при малярных работах распространены пневмоокрасочные и шпатлевочные установки, состоящие из компрессора и пневмонагнетательного аппарата с форсунками для нанесения малярных составов. Однако передовые строительные фирмы переориентируются на безвоздушное нанесение малярных составов при низком давлении и электрокраску в статическом поле высокого напряжения (рис. 14.13), что позволяет повысить качество работ и до 30 % снизить расход материалов.

В установках безвоздушной окраски вместо компрессора используется нагнетательная турбина. Малярный состав под давлением 4...6 МПа приобретает скорость выше критической вязкости. На выходе из сопла часть растворителя мгновенно испаряется из-за резкого перепада давления, что вызывает увеличение объема факела и мельчайшее распыление краски, обеспечивающее ее равномерное нанесение.

При окраске в электростатическом поле электроны, двигаясь по силовым линиям постоянного электрического поля, равномерно осаждаются на заземленном изделии. При окраске диэлектриков (стекло, пластмассы) требуется устройство заземленных экранов, токопроводящих пленок и т.д. Но распространенные в строительстве конструкции из дерева, бетона, металла дополнительных устройств не требуют.

При электростатическом распылении могут использоваться порошковые краски (ПК), отличающиеся от разжиженных ЛКМ экономичностью, физико-механическими и электроизоляционными свойствами. Дисперсной средой в них вместо растворителя и воды является воздух.

После нанесения ПК создают надежное покрытие за счет сплавления частиц при нагревании и реакциях отверждения.

Подготовка поверхностей. Включает в себя сглаживание, разрезку трещин, очистку, огрунтовку, подмазку и шпатлевку.

Сглаживание камнем или торцом дерева ведут для удаления песчинок, потеков раствора и следов затирки штукатурки.

Трещины разрезают ножом на глубину не менее 2 мм. При разрезке трещин разрушаются кромки и увеличивается размер самих трещин. Это дает возможность заполнить их подмазочной пастой.

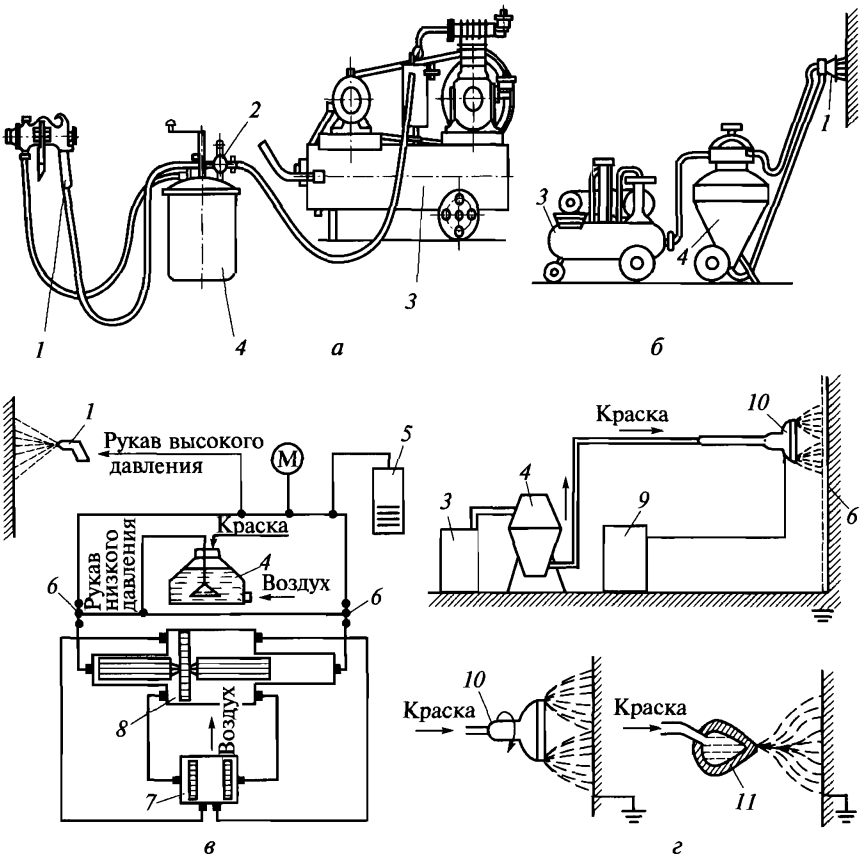


Рис. 14.13. Механизация малярных работ:

а — пневмоокрасочная установка; *б* — шпатлевочная пневмоустановка; *в*, *г* — схемы безвоздушной и электроокраски; *1* — распылитель; *2* — редуктор; *3* — компрессор; *4* — нагнетательный бак; *5* — аккумулятор; *6* — шариковый клапан; *7* — воздухораспределитель; *8* — насос; *9* — высоковольтный генератор; *10* — чашечный электрораспылитель; *11* — щелевой электрораспылитель

Очистку поверхностей ведут сжатым воздухом или щетками. Сильно загрязненные поверхности очищают шлифовальными машинами или металлическими электрощетками.

Огрунтовку поверхностей выполняют перед каждой подмазкой, шпатлевкой и окраской механизированным способом с помощью тех же средств, что и окраску. Отдельные виды первой грунтовки сильно впитывающих поверхностей наносят двумя-тремя слоями.

Частичную подмазку проводят вручную шпателями. После высыхания подмазанные места шлифуют и грунтуют.

Сплошную шпатлевку, являющуюся выравнивающим слоем, наносят шпатлевочными агрегатами или шпателями.

Сплошную шпатлевку иногда заменяют специально подобранным составом, получившим название «Рельеф». В зависимости от конструкции он может наноситься с помощью кельмы, валика или распылителя. Материал хорошо сцепляется со всеми типами поверхностей, эластичен, пропускает водяные пары.

Шлифуют подмазку, шпатлевку и подстилающие слои окраски машинками, на рабочих дисках которых закреплена пемза.

Основные операции по окраске — очистка и выравнивание основания, нанесение огрунтовочного состава, подмазка, шпатлевание и шлифовка, собственно окраска, отделка окрасочного слоя (набрызг, накатка валиком, роспись по трафарету и т.д.).

Окраска внутренних поверхностей. В зависимости от высоты помещения и вида выполняемых работ окраску ведут с перекрытий или с подмостей, вышек или малярных столиков, во избежание сквозняков при закрытых окнах и дверях.

Известковую окраску (рис. 14.14) наносят на увлажненную поверхность кистями, валиками, краскопультами в 1...3 слоя.

Силикатную окраску выполняют в 2...3 слоя валиками и пневмораспылителями по грунтовке из раствора жидкого стекла. Каждый слой наносят через интервалы в 10...12 ч.

Клеевую окраску также можно наносить валиками, краскопультами и установками воздушного распыления, участками по хорошо загрунтованной поверхности. Во избежание образования полос каждый участок окрашивают без перерывов в работе. Интенсивное проветривание помещения может привести к образованию пятен.

Водоэмульсионная краска высыхает за 2...3 ч, поэтому окрашивать отдельные участки необходимо за один прием, иначе будут видны стыки окраски, выполненной в разное время. Окраску выполняют валиками или пистолетами-распылителями не менее чем в два слоя по огрунтовке из разбавленной водоэмульсионной краски.

Неводную окраску наносят не менее чем в два слоя валиками, пневмоваликами, установками безвоздушного распыления и

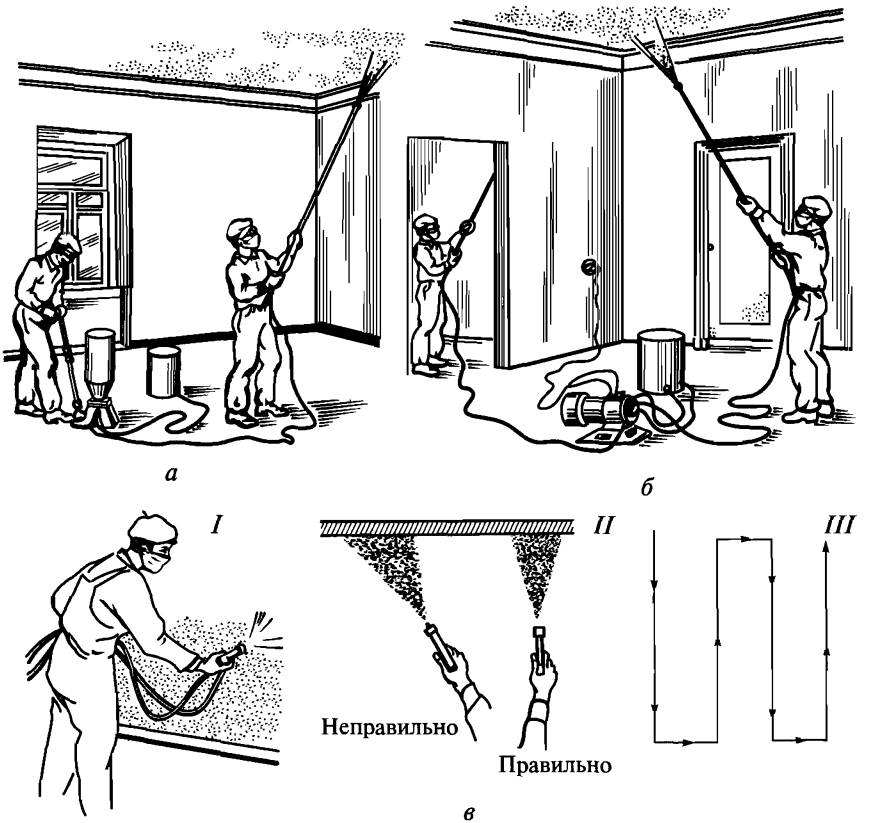


Рис. 14.14. Окраска поверхностей:

а — ручными краскопультами; *б* — электрокраскопультами; *в* — пистолетами-распылителями; *I* — окрашивание; *II* — положение пистолета при окрашивании; *III* — правильное направление движения распылителя

легкими краскораспылителями, у которых емкость для окраски присоединена непосредственно к пистолету-распылителю. Окраску труднодоступных мест выполняют кистями и специальными валиками.

Наиболее приемлемым способом окраски стен является фактурная окраска (рис. 14.15), поскольку она не требует шпатлевания и выравнивания поверхностей. Поэтому часто предпочтение отдается мелкошероховатой фактуре «под крокодиловую кожу», «под шагрень», «под велюр», скрывающей мелкие дефекты.

При отделке поверхностей «под шагрень» используют синтетические составы: латексномеловые, гипсополимерцементные, наносимые с помощью шпатлевочной установки из сопла, рас-

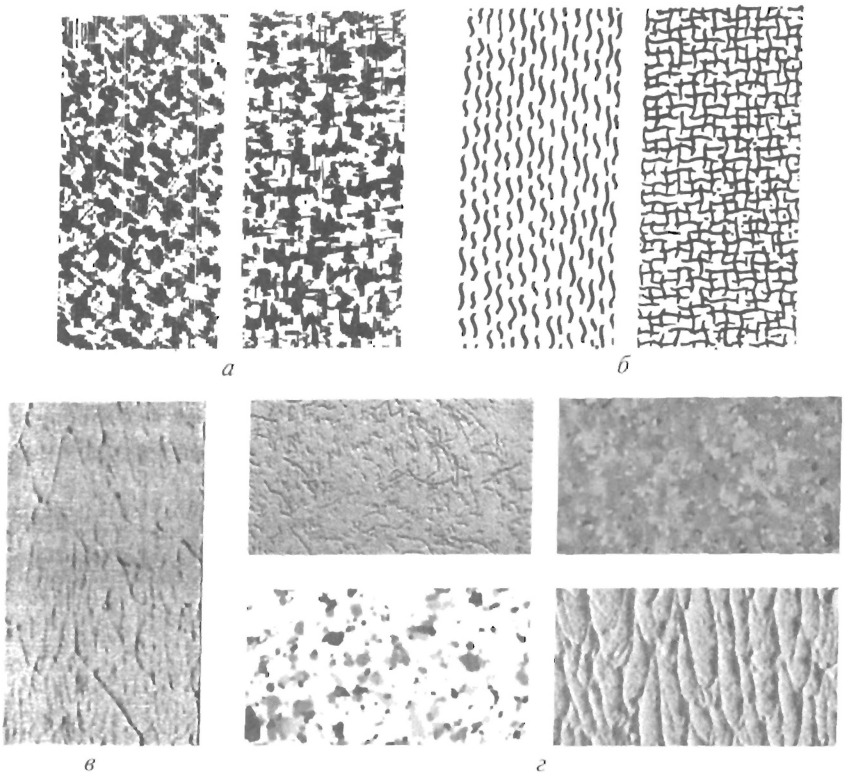


Рис. 14.15. Фактурная малярная отделка поверхностей:
а, б, в **— внутренних: лессировочная (торцованная), «под крокодиловую кожу», «под шагрень»;** ***г*** **— варианты фасадной отделки**

полагаемого на расстоянии 400... 500 мм от поверхности. При гладкой однотонной стене лучше использовать матовое покрытие.

При нанесении покрытия с эффектом велюровой ткани используют компрессор с давлением 0,3 МПа. Первый слой наносят насыщенно, равномерным движением сопла слева направо, второй — менее насыщенно, движением сопля сверху вниз.

Мозаичные краски, имитирующие цвет натуральных камней, наносят в перекрещивающихся направлениях с помощью краскопульта при рабочем давлении 0,02...0,04 МПа.

Окраска фасадов. Производится механизированным способом с лесов и вышек. Для нормального высыхания красок не допускается окраска фасадов в сухую и жаркую погоду при температуре выше 25 °С, при прямом воздействии солнечных лучей, во время дождя, при скорости ветра более 10 м/с, зимой по наледи.

Деревянные фасады часто окрашивают традиционными способами — масляными или алкидными красками. Для сохранения ес-

тественной текстуры древесины иногда применяют тонированные лаки, обладающие повышенной устойчивостью к воде и воздействию внешней среды. Особой популярностью пользуется финский лак Пинотекс, обладающий антисептическими свойствами, и шведский полиуретановый лак Бона на водной основе.

Для окрашивания оштукатуренных, бетонных и кирпичных стен иногда используют силикатные краски, а также перхлорвиниловые (ХВ) и каучуковые (КЧ) краски.

Краски ХВ обладают высокой морозо-, водо- и атмосферостойкостью. Они часто используются при окраске фасадов в зимнее время года. Каучуковые краски обладают высокой ударной, химической стойкостью и водостойкостью. Пленки этих красок отличаются эластичностью. Наряду с кузбасслаками их применяют для защиты металлических и бетонных поверхностей от коррозии.

Настоящую революцию в выполнении малярных работ вызвало появление водно-дисперсионных красок (ВДК), доля которых в объеме потребления ЛКМ в Европе составляет 70 %.

Формирование пленок ВДК происходит в результате обезвоживания краски, оно не связано с выделением токсичных паров растворителя, как из органически растворимых красок, поэтому при их применении не загрязняется окружающая среда, резко улучшаются условия труда маляров. Стойкость этих красок к атмосферным воздействиям связана с наличием в их составе акриловых полимеров и сополимеров, а также кремнийорганических соединений (силиконовая смола).

Водно-дисперсионные краски наносят на окрашиваемую поверхность слоями через 1,0...1,5 ч кистью, валиком или распылением. После полного высыхания пленка приобретает прочность, газо-, паропроницаемость, т. е. образует «дышащее» покрытие, что выгодно отличает ее от газонепроницаемых масляных и алкидных покрытий.

Окрашивание фасадных поверхностей производится после обязательной их огрунтовки, что связано с реакцией краски на различную тянущую способность участков поверхности.

14.7. Оклеивание поверхностей обоями и пленками

Общие положения. Во все времена люди старались украсить стены своего жилища рисунками, гобеленами, шелком, обоями.

Применяются обои бумажные обычные, влагостойкие (моющиеся) и звукопоглощающие (ворсовые); пластмассовая пленка на бумажной подоснове (линкруст); синтетические пленки безосновные и на тканевой основе; рельефные и структурные обои под окраску; жидкие и т. д. Различают типы обоев симплекс (од-

нослойные) и дуплекс (двухслойные). Появились трехслойные обои (триплекс).

Заготовка обоев. Все виды бумажных обоев раскраивают в централизованных мастерских, подбирают по оттенку и повторяемости узоров (раппорту) и поставляют комплектами. Декоративно-отделочные пленки, широкорулонные и древесные обои раскраивают на объекте.

Рулоны линкруста в течение 5...10 мин замачивают в воде. Это предупреждает появление трещин на лицевом слое.

Подготовка поверхности. Обои наклеивают на бетон, штукатурку, облицовку из ДСП, обивку из картона и т.д.

Ровные поверхности, не имеющие грубой шероховатости и следов затирочных инструментов, можно оклеивать без предварительной оклейки бумагой. Стыки гипсокартонных листов, обивки из картона и других гладких материалов шпатлюют и шлифуют, а после высыхания оклеивают полосками бумаги и снова шлифуют.

После устранения отдельных неровностей, трещин и заделки стыков поверхности из древесно-стружечных плит шероховатую штукатурку оклеивают бумагой, а после высыхания шлифуют.

Поверхности, оклеиваемые моющимися обоями и декоративными пленками, подготавливают так же, как под масляную окраску.

Среди моющихся обоев различают шелкографию и виниловые. Если для шелкографии требуется идеально выравнивать стены (иначе будут видны даже самые мелкие бугорки), то виниловые обои не требуют тщательного выравнивания основания.

Перед наклеиванием обоев поверхности грунтуют клеем. Огрунтовка повышает прочность сцепления обоев с поверхностью и предохраняет их от действия влаги. Вид клеящего состава для огрунтовки поверхности и приклеивания обоев зависит от вида обоев.

Одним из самых старых и надежных обойных клеев является клей на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), порошок которого можно растворять как в холодной, так и горячей воде. Для тканевых, виниловых, вспененных или тисненых обоев рекомендуют виниловый клей. Для велюровых, текстильных и стеклообоев часто используют дисперсионный клей, отличающийся высокой влагостойкостью и повышенной прочностью.

Наклеивание обоев. Простые бумажные обои наклеивают внахлестку или встык. Обрезанная кромка нахлестки должна быть обращена к свету. Это исключает появление теней от нахлестки. При наклейке обоев встык, что сейчас широко практикуется, последовательность монтажа полотен значения не имеет. Во время оклейки стен (рис. 14.16) один рабочий работает внизу, второй — наверху со стремянки или стола.

Линкруст, моющиеся на бумажной основе и другие виды невытягивающихся обоев наклеивают только встык с предваритель-

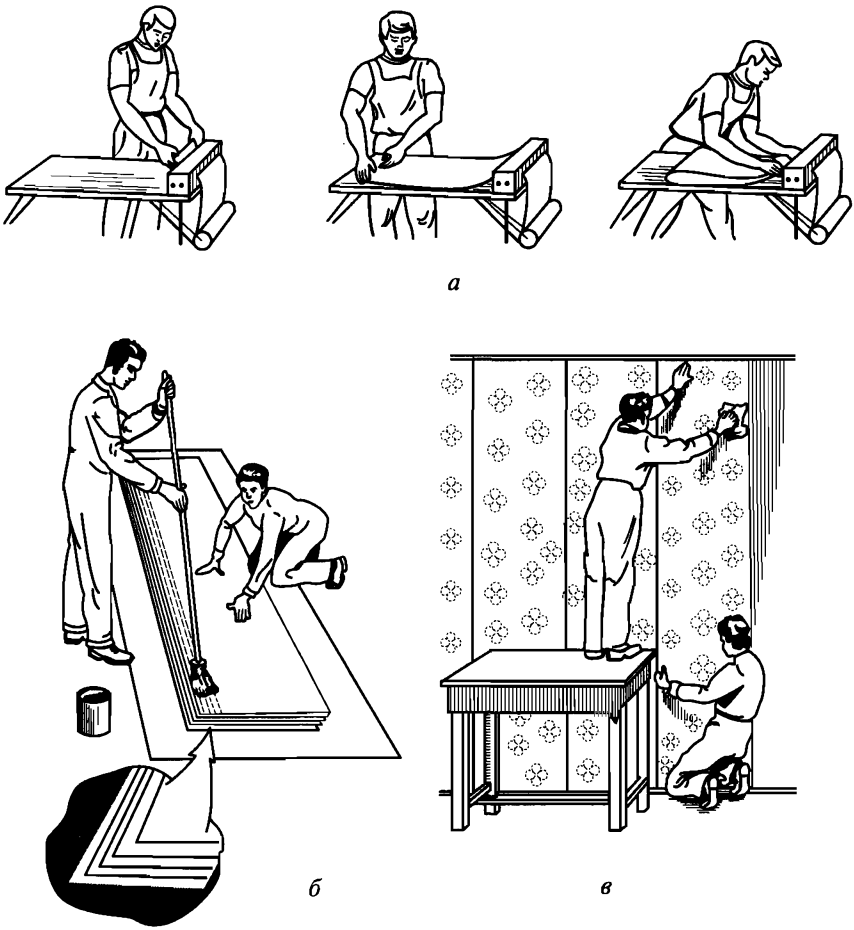


Рис. 14.16. Наклеивание обоев:

а — нанесение клея на столике с ванночкой; *б* — нанесение клея кистью на полу; *в* — наклеивание намазанных полотнищ

ной обрезкой кромок по линейке. Моющиеся обои и пленки на тканевой основе растягиваются и дают усадку, поэтому их наклеивают внахлестку с последующей обрезкой кромок. Когда прослойка высохнет, кромки прирезают по линейке, отворачивают, намазывают клеем и прикатывают. Выдавленный клей немедленно удаляют.

Заготовленные полотнища декоративной пленки с невысыхающим заводским клеем и защитной подложкой перед наклеиванием выдерживают в раскатанном виде не менее суток. Перед наклеиванием снимают небольшую часть защитной пленки и кре-

пят ее к поверхности. Оставшуюся часть подложки удаляют по мере приклеивания полотнища.

Оклеенные обоями поверхности до их полного высыхания необходимо защитить от прямого воздействия солнечных лучей, сквозняков и интенсивного просушивания. Максимальная температура в помещении не должна превышать 23 °С.

Современные декоративные обои. В общественных местах обычные обои с печатным рисунком во многих случаях уступают место однотонным обоям, окрашиваемым после наклеивания. В основном для этого используют структурные, волокнистые, бумажные и стеклообои.

Структурные обои (рис. 14.17, *а*) состоят из вторично переработанных бумажных волокон (90 % целлюлозы, древесной муки, добавок) и отличаются разнообразными тиснеными рисунками. Такие обои при наклеивании не сминаются, не растягиваются, наклеиваются встык, затем окрашиваются. Для окраски рекомендуется акриловый лак или шелковисто-глянцевый латекс.

Волокнистые обои (рис. 14.17, *б*) отличаются оригинальной конструкцией — между двумя листами бумаги равномерно распределены древесные опилки. Эти обои экологически чисты, маркированы специальным знаком — экологическим «голубым ангелом», присуждаемым за вклад в охрану окружающей среды. Обои наклеивают встык во избежание нарушения рельефной текстуры, приглаживают при наклеивании мягкой щеткой, после просушивания окрашивают.

Тисненые бумажные обои (рис. 14.17, *в*, *г*) состоят из нескольких слоев бумаги, полученной из тяжелой волокнистой макулатуры. Тисненым является только верхний слой, а нижний легко отстает от бумажного ковра, так что при ремонте можно снять обои со стены «всухую», оставив нижний слой на стене в качестве подложки.

При наклеивании клей наносится не на обои, а на стену.

Стеклообои (рис. 14.17, *д*) — наиболее распространенный вид офисных обоев. В процессе изготовления таких обоев вытягиваются стеклянные нити, сплетаются в волокна и перерабатываются в ткань с названием: «рогожка», «шелк», «плетенка», «елочка» и т. п.

Стеклообои обладают многими преимуществами: экологичны, так как состоят из природных материалов (песок, сода, известь и доломит); не горят; нейтральны к химикатам; прочны и долговечны; устойчивы к воздействию микроорганизмов и насекомых.

При подборе стеклообоев необходимо учитывать их структуру — чем тоньше структура, тем тоньше должен быть слой краски.

Обои на основе полотна — флизелина (целлюлозы) — по виду напоминают стекловолокно, но с более тонкой структурой (рис. 14.17, *е*). На полотно нанесен слой вспененной целлюлозы, кото-

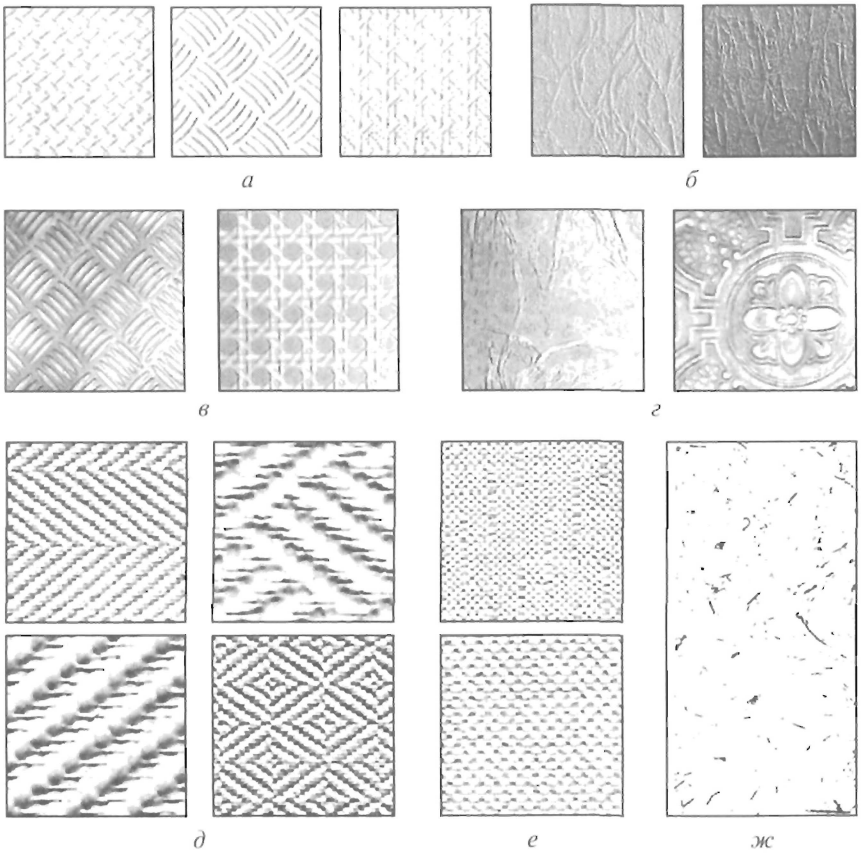


Рис. 14.17. Разновидности декоративных обоев:
***а* — структурные; *б* — волокнистые; *в, г* — тисненые;**
***д* — стеклообои; *е* — флизелиновые; *ж* — жидкие обои**

рый образует нужную текстуру. Технология наклеивания — традиционная.

Флизелиновые обои заменяют стеклообои в тех случаях, когда не требуются очень высокая износостойкость и долговечность. Они при ремонте легко снимаются отмачиванием, отпариванием, тогда как стеклообои снять со стены невозможно.

Окраску стены можно производить после наклеивания обоев и до наклеивания. Благодаря прозрачности основы вспененная целлюлоза оттеняется окрашенной стеной.

***Жидкие обои* (рис. 14.17, *ж)* зарекомендовали себя как экологически чистый материал с привлекательным внешним видом. Обои поставляются в виде порошка, состоящего из композиции на основе натурального целлюлозного волокна, пигмента и связующе-**

го (клея КМЦ). Порошок разводится в воде, наносится на любую сухую чистую поверхность. Толщина слоя 1...10 мм в зависимости от качества поверхности. Работы выполняют в следующем порядке:

поверхность очищают от грязи, старых обоев; во избежание проступления плесени и для лучшей адгезии ее покрывают грунтовкой (водоэмульсионной краской, цинковыми белилами или специальными составами с мелкой кварцевой крошкой);

наносят на стенку шпателем и разглаживают до требуемой толщины валиком. Высокоподвижную смесь можно наносить под давлением 3...5 атм специальным пистолетом-распылителем. Оставшийся материал можно вновь использовать несколько раз, размачивая водой;

фактурная отделка осуществляется через 5...6 ч накаткой рельефным валиком или напылением распылителем.

Кроме отечественных используют обои на основе хлопковых волокон и натурального шелка, придающих поверхностям эффект тканевого покрытия.

Для отделки элитных домов иногда используют текстильные обои, наклеиваемые впритык. Работа с такими обоями требует высокой квалификации исполнителей.

При поставке текстильных обоев в рулонах высотой 2,8...3,1 м применяют следующую технологию оклейки стен:

снимают наличники и другие выступающие элементы;

ставят рулон ткани в угол и разматывают по горизонтали, как бы оборачивая помещение по периметру;

натягивают ткань по стенам, как холст на подрамнике, закрепляя по краям с помощью клея, реек, клипсов, каркасов и т. п.;

вырезают проемы, навешивают наличники и уголки.

14.8. Выполнение отделочных работ при реконструкции и экстремальных климатических условиях

Несоблюдение рекомендуемой технологии выполнения работ, неправильная эксплуатация зданий, их осадка и другие причины могут привести к трещинам, вспучиваниям, отслоениям и другим дефектам отделочных покрытий.

Ремонт штукатурки чаще всего выражается в отбивке отставших мест, расшивке трещин, очистке поверхности, повторном оштукатуривании или подмазке. Перед этим определяют прочность сцепления штукатурных слоев и выявляют слабо держащиеся места.

Поверхности отбитых мест подготавливают к повторному оштукатуриванию: на деревянных заменяют драть новой или наби-

вают сетку, каменные и бетонные насекают или очищают стальными щетками, кромки оставшейся старой штукатурки смачивают водой.

При оштукатуривании отбитых мест работы выполняются по обычным технологическим схемам. Для разравнивания нанесенного слоя раствора в качестве опоры для правила используют кромки отбитых мест старой штукатурки или устраивают новые растворные маяки в одной плоскости со старой штукатуркой.

При выполнении ремонта следует использовать такие же растворы, которыми поверхности были оштукатурены ранее. При повышенных требованиях к прочности штукатурки могут быть применены ремонтные растворы (РР), в состав которых вводится волокнистый наполнитель.

Ремонт потолков в помещениях высотой до 2,5 м часто осуществляют следующим способом: заделывают дефекты, выравнивают, шпатлюют и покрывают водоэмульсионной краской. Такой ремонт, как правило, бывает малоэффективным.

Более эффективным является ремонт с оклеиванием потолочными обоями («паутинкой») толщиной 1,5...2,0 мм. Технологический процесс включает в себя операции: заделка дефектов, оклейка трещин стеклосеткой, шпатлевка, шлифовка, наклейка «паутинки» и окраска.

Потолки из сборных железобетонных плит чаще всего ремонтируют в швах между плитами (рустах). Для выполнения работ расчищают штробу, по длине штробы к потолку стойками прижимают ровную рейку, расчищают шов, смачивают его водным раствором ПВА, укладывают самоклеящую ленту-серпянку, замазывают и затирают шов заподлицо с нижней поверхностью плит.

После застывания раствор полутерком-рустовкой (с ножом по форме руста) срезают на всю длину шва в виде полуокружности. Прорезав руст, смачивают его водой и при необходимости исправляют — натирают полутерком.

Трещины на потолке расшивают, закрывают сеткой-серпянкой или строительной марлей, шпатлюют, шлифуют, грунтуют и в несколько этапов покрывают точно такой же краской, что была использована при окраске всего потолка.

При наличии множества трещин по всей плоскости потолка его укрывают полосами пластиковой сетки, укладываемыми на свежую гипсовошпатлевочную массу.

Швы между панелями и блоками заделывают герметиками или ремонтируют точно так же, как на потолке — удаляют слабо держащийся раствор, расчищают швы и плотно заполняют их цементно-известковым или полимерцементным раствором.

Продуваемый воздухом шов оконопачивают паклей, смоченной в гипсовом растворе, а затем заполняют ремонтным раствором и затирают. Смоченная в гипсе пакля хорошо предохраняет

шов от продувания, так как гипс при твердении расширяется и заполняет пустоты.

Гипсокартонные листы, наклеенные на каменные или бетонные поверхности, а также прибитые к деревянному каркасу, иногда продавливаются в местах пустот между ГКЛ и основанием. При небольших дефектах в этих местах обрезают кромки листов, по периметру повреждения в пространство между листом и основанием во избежание расползания раствора закладывают бумажные валики, заполняют ремонтируемое место гипсовым или известково-гипсовым раствором, наклеивают серпянку и затирают поврежденное место шпатлевкой.

При значительной площади повреждения вырезают из ГКЛ или картона заплату, набрасывают лепки из гипсового теста и прижимают заплату заподлицо со старой облицовкой. Затем периметр заплаты обклеивают лентой-серпянкой и затирают шпатлевкой.

При выпадании керамической плитки ее очищают от раствора, подтачивают кромки, накладывают слой клея и прижимают плитку на место. После застывания клея с помощью резинового шпателя и поролоновой губки производят затирку швов цементным раствором.

Чтобы вновь устанавливаемые плитки были в одной плоскости с облицовкой, их укладывают на клей толщиной до 1 мм.

Трещины в облицовке из естественного камня заделывают холодным способом (раствором, замешенным на каменной муке) или горячим — трещины расчищают, прогревают паяльной лампой и до краев заполняют шеллачной мастикой.

При холодном склеивании треснувших камней в плоскостях излома точно одно против другого высверливают гнезда для медных заершенных штырей. В гнезда укладывают гипсовый раствор, вставляют штыри и соединяют склеиваемые куски вместе.

При горячем склеивании в камнях также высверливают совпадающие гнезда, прогревают поверхности склейки, в гнезда заливают расплавленный шеллак, вставляют штыри и держат соединяемые части плотно прижатыми до остывания.

Облицовку деревянных стен доской-вагонкой снимают после полутора лет эксплуатации (когда закончится осадка стен) и заменяют новой после проведения технологических работ по утеплению (конопатки) швов. В целях экономии средств, времени и трудозатрат иногда выполняют особо тщательное снятие старой облицовки, освобождение ее от гвоздей и последующее повторное использование.

В результате неудовлетворительных условий эксплуатации на окрашенных поверхностях могут наблюдаться такие дефекты, как отслаивание и шелушение, изменение цвета и т.д.

После локализации причин, приведших к дефектам малярных покрытий, производят повторную подготовку поверхностей и в большинстве случаев — полную перекраску конструкций.

Некоторые дефекты выявляются и устраняются в ходе выполнения малярных работ:

следы кисти — результат применения слишком густого окрасочного состава;

брызги и потеки краски — разведен слишком жидкий состав или используется распылитель с большим диаметром форсунки;

следы от валика — результат использования неправильной техники накатывания или применение низкокачественного инструмента;

просвечивание предыдущего слоя краски — использование малоукрывистого колера;

образование морщин в виде сморщенной корочки на покрытии — воздействие на невысохшую краску повышенной влажности или температуры, а также нанесение слишком толстого слоя краски;

неравномерное высыхание краски — неоднородность состава.

При замене обоев отслаивающиеся фрагменты обдирают «всухую». Участки, плотно приклеенные к стене, размачивают водой и снимают шпателем. Особо хорошо приклеенные обои отпаривают. У современных обоев типа «триплекс» последний слой при снятии остается на стене и в дальнейшем служит подложкой.

Качество выполнения отделочных покрытий не может быть скрыто последующими декоративными слоями. Поэтому они должны наноситься при наиболее благоприятных условиях или заменяться покрытиями, качество выполнения которых мало зависит от внешних условий, например внедрение так называемой сухой отделки зданий.

При отрицательных температурах можно выполнять такие работы, как окраска фасадов красками ХВ, штукатурка растворами с противоморозными химическими добавками, но подавляющее большинство отделочных покрытий должны быть нанесены при положительной температуре.

До начала отделочных работ должны быть выполнены следующие мероприятия:

защита помещений от атмосферных осадков;

устройство гидро-, тепло- и звукоизоляции;

герметизация швов между блоками и панелями;

заделка мест сопряжений оконных и дверных блоков;

остекление световых проемов;

предварительное отогревание материалов;

обеспечение температуры помещения не ниже 10 °С не менее чем за 2 сут до начала и 12 сут после окончания работ.

Кроме перечисленных общих мероприятий любые отделочные работы имеют свои особенности.

Так, при выполнении штукатурных работ нельзя допускать замораживания штукатурки. При температуре наружного воздуха от

5 до –15 °С наружную штукатурку следует выполнять растворами с противоморозными добавками.

Для обогрева и сушки зданий в зимнее время применяют центральное отопление, электрокалориферы, беспламенные газовые горелки, тепловентиляционные установки. Для прогрева и сушки карнизов, углов и других частей здания применяют электронагревательные приборы мощностью 10...15 кВт.

Наружную и внутреннюю облицовки плитами и плитками также необходимо вести при температуре не ниже 5 °С.

При применении мастик, содержащих летучие растворители, требуются глубокий обогрев и сушка поверхностей.

Внутренние малярные и обойные работы необходимо выполнять в утепленных и отапливаемых помещениях.

При водных окрасках и обойных работах положительная температура в помещении должна поддерживаться до сдачи объекта в эксплуатацию. При этом необходимо организовать хорошую вентиляцию.

Окраску фасадов в зимнее время необходимо выполнять перхлорвиниловыми и другими морозоустойчивыми окрасочными составами, применение которых допустимо при температуре до минус 20 °С.

14.9. Контроль качества и требования техники безопасности при выполнении отделочных работ

Штукатурное покрытие должно быть прочно связано с поверхностью (сцепление не менее 0,1...0,4 МПа), не отслаиваться, не вспучиваться, не издавать звуки, характерные при слабом сцеплении с основанием. Недопустимы трещины, пятна и грубая шероховатость.

Качество штукатурки оценивается путем внешнего осмотра и соответствующих обмеров. При необходимости отдельные участки штукатурки могут быть вскрыты.

Облицовка должна быть выполнена в соответствии с проектом. Одноцветная облицовка из искусственных материалов должна быть однотонной, а из натуральных плит — с плавным переходом тонов или с их чередованием в определенном порядке.

Швы наружной облицовки должны быть водонепроницаемыми; на поверхности недопустимы высолы, трещины, сколы в швах более 0,5 мм, пятна, потеки раствора или мастики.

Контроль качества *малярных покрытий* проводится после высыхания водных окрасок и образования прочной пленки. Качество подстилающих слоев контролируется по мере их выполнения.

Дефекты окраски следует устранять в короткие сроки и с наименьшими трудовыми затратами.

Поверхности, оклеенные *обоями*, должны удовлетворять требованиям, приведенным в [24], на них не должно быть пятен, пузырей и морщин; все полотнища должны иметь одинаковый цвет и оттенок; недопустимы отслаивание обоев и смещение рисунка; стыки полотнищ должны быть невидимы с расстояния 3 м.

Металлические части машин, работающих при напряжении более 36 В, должны быть заземлены, а выключатели помещены в закрытом ящике. Должна быть предусмотрена возможность отключения всех электроустановок в пределах объекта или участка работ.

Через каждые 3 мес работающие с вредными составами должны проходить медицинский осмотр и знать, как пользоваться респираторами, защитными очками и специальной одеждой.

Окраску нужно вести в очках и защитных колпаках. При работах с химическими составами применяют резиновые перчатки.

В помещениях, окрашиваемых масляными, эмалевыми и нитрокрасками, пребывание людей более 4 ч не допускается.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о способах нанесения декоративных штукатурок.
2. Как осуществляется подготовка поверхностей под штукатурку?
3. Каковы особенности устройства натяжных потолков?
4. Расскажите о применении порошковых малярных составов.
5. Какие разновидности современных обоев вы знаете?
6. Каковы особенности наклеивания обоев при низких температурах?

ГЛАВА 15

УСТРОЙСТВО ПОЛОВ

15.1. Виды полов и области их применения

Общие положения. Пол наряду с декоративной функцией выполняет ряд технических и санитарно-гигиенических задач и должен отвечать следующим требованиям: быть прочным и жестким; ровным или с заданным уклоном; нескользким и безвредным; теплым, беспыльным и бесшумным; тепло-, звуко- и водонепроницаемым; противостоять действию высоких и низких температур, кислот, щелочей и других разрушающих веществ; обеспечивать возможность влажной уборки.

Различают полы: непроветриваемые, опирающиеся на грунт или перекрытия; проветриваемые, опирающиеся на лаги (рис. 15.1)

Элементы конструкций пола. *Напольное покрытие* — верхний элемент, подвергающийся непосредственному воздействию эксплуатационных нагрузок. *Прослойка* (*черновой слой*) — элемент, связывающий покрытие с лежащим ниже слоем и служащий упругой постелью. *Стяжка* — выравнивающий слой по нежестким покрытиям, служит также для создания уклона. *Подстилающий слой* (*подготовка*) служит для распределения нагрузки на основание. Для

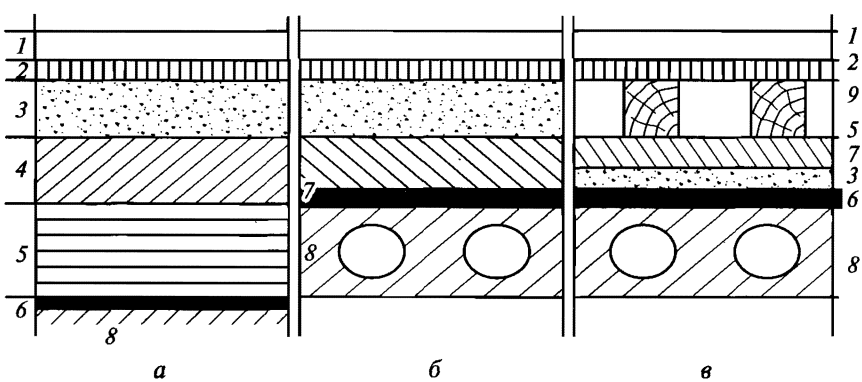


Рис. 15.1. Конструктивные элементы полов:

а, *б* — непроветриваемого; *в* — на лагах: *1* — покрытие; *2* — прослойка; *3* — стяжка; *4* — подготовка; *5* — теплоизоляция; *6* — гидроизоляция; *7* — звукоизоляция; *8* — основание; *9* — лаги

пола следует предусматривать тепло-, гидро-, звукоизоляцию. *Основание* воспринимает все нагрузки, действующие на пол. *Лаги* — доски, бруски или пластины, служащие опорой для деревянного пола.

Основным элементом является напольное покрытие, которое и определяет собой вид и название пола. Оно может укладываться на цементно-песчаную стяжку, самовыравнивающую «наливную» систему, ГКЛ, лаги, «черновой» дощатый пол, представлять собой набор из штучных материалов (доски, плиты и плитки), рулонных материалов (линолеум, ковровые и другие покрытия), быть наливным из мастик и монолитным (бетонным, ксилолитовым и др.).

По твердости напольные покрытия подразделяют на твердые (камень), полутвердые (дерево), мягкие (линолеум).

При выборе материала для покрытия пола определяющим является эксплуатационное воздействие, которое может привести к разрушению или износу покрытия.

Если имеются в виду механические воздействия, то учитывают их вид и интенсивность.

При выборе материала для полов в лабораториях, цехах, зданиях с большой интенсивностью движения определяющим параметром является стойкость материала в конкретных условиях — химическая, термостойкость, износостойкость и т.д.

Устройство элементов пола под покрытие. Бетонный подстилающий слой укладывают с вибрированием. Предварительно по поверхности грунта рассыпают слой гравия или щебня, который вдавливают на глубину не менее 40 мм. Не более чем на 6 м поперек полосы бетонирования устанавливают просмоленные и обернутые рулонным гидроизоляционным материалом доски в местах деформационных швов. Гидроизоляцию можно устраивать сразу после укладки бетонной смеси или после ее затвердевания.

Звукоизоляционный слой из предварительно высушенного песка или другого звукопоглощающего материала по бетонному основанию устраивают с последующим выравниванием и уплотнением. Звукоизоляционные прокладки под лаги укладывают в два слоя и приклеивают лишь при наличии указаний в проекте.

Теплоизоляцию из легких бетонных смесей или из сыпучих материалов устраивают по ровной сухой поверхности с уплотнением во избежание дальнейших просадок. По насыпному утеплителю устраивают бетонные или цементно-песчаные стяжки, которые должны иметь прочность 7,5...20,0 МПа, толщину — не менее 20 мм.

Вызывают интерес стяжки ЭП, представляющих собой два склеенных водостойких листа ГВЛ со смещением кромок относительно друг друга, что обеспечивает нахлестку ЭП при укладке.

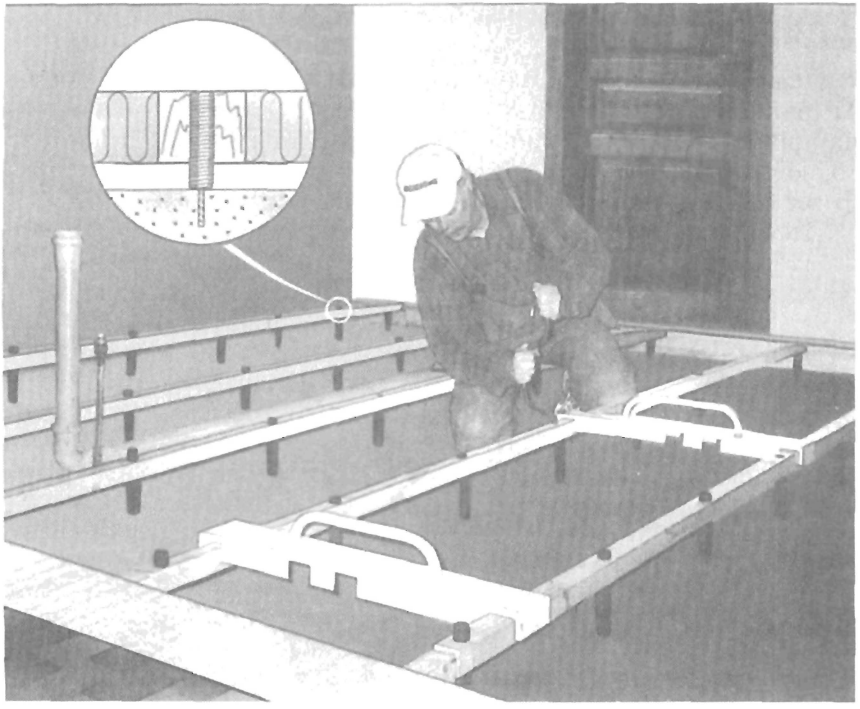


Рис. 15.2. Устройство чернового пола по регулируемым лагам

Такие основания допускается применять в условиях умеренных механических воздействий в помещениях с сухим или высоко-влажностным режимом. Они подходят для любого типа напольных покрытий (линолеум, паркет, плитки и т.д.).

Установка лаг осуществляется в следующем порядке — разметка, укладка лаг с выделкой сопряжений и закрепление.

Чтобы получить проветриваемый черновой пол и спрятать системы отопления, сантехники и электропроводки, пол можно устанавливать на регулируемую фанеру или лаги (рис. 15.2).

Лаги бывают деревянными или пластиковыми (при сырых помещениях). В проделанные отверстия лаг ввинчивают пластиковые болты-стойки, благодаря которым лага поднимается над стяжкой пола. Появляется полость для проветривания. В регулируемую фанеру предварительно вставляются втулки с резьбой.

После выравнивания излишки болтов срезают, а между лагами при необходимости укладывают плитный утеплитель. По лагам в два слоя настилают листы фанеры и крепят саморезами.

Регулируемая конструкция стоек позволяет уравнивать перепады основания от 10 до 250 мм.

15.2. Дощатые и паркетные полы

Дощатые полы. Настилают из половой рейки хвойных пород. Толщина половой рейки 22...37 мм (после острожки доски толщиной 25...40 мм), ширина 74...124 мм (при большой ширине возможно растрескивание). Для плотного соединения половая рейка имеет с одной стороны шпунт, с другой гребень.

Доски дощатых полов на первом этаже здания укладываются по лагам, располагаемым через 600...700 мм. Лаги укладываются по железобетонным плитам или столбикам из красного кирпича.

На междуэтажных перекрытиях лаги сечением (25...40)× ×(80...100) мм укладывают с шагом 400...500 мм и скрепляют схватками.

В комнатах доски располагают по направлению света, а в коридорах — по направлению движения.

Настилают доски (рис. 15.3, *а*, *б*) паркетным или пакетным способом, гребнем к стене.

При паркетном способе каждую доску прижимают к ранее уложенной и крепят к лагам гвоздями длиной 2,5 толщины доски. Гвозди забивают с наклоном и втапливанием шляпок в лицевую поверхность досок или в элементы шпунтового соединения.

При пакетном способе первую доску крепят гвоздями. Затем укладывают 10...15 следующих досок. Их прижимают к первой сжимами и прибивают гвоздями. Последнюю доску ставят забивкой (рис. 15.3, *в*).

Плинтусы и другие отделочные детали устанавливают после острожки провесов (стыков досок). Для вентиляции подполья в плинтусах сверлят или прорезают специальные отверстия.

Паркетные полы из штучного паркета. Их устраивают по сплошному дощатому основанию, ДСП, крупноразмерным сборным плитам, отвердевшим или полуотвердевшим стяжкам, в том числе из самонивелирующихся смесей. К гвоздимому основанию паркетные клепки крепят гвоздями, забивая их в нижние щели паза. На другие основания паркет клеят на битумных, каучуковых и других мастиках и клеях.

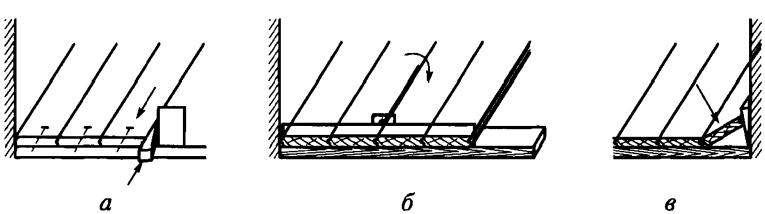


Рис. 15.3. Устройство дощатых полов:

а, *б* — паркетным и пакетным способами; *в* — установка последней доски забивкой

Длина паркетных клепок не должна превышать 350 мм, а толщина 16 мм. При нарушении этого условия клепки теряют эластичность, топорщатся при укладке и деформируются при эксплуатации.

Существует две основные схемы укладки штучного паркета по бетонным основаниям «бетон — клей — паркет» и «бетон — гидроизоляция — фанера — клей — паркет» (рис. 15.4).

Работы по схеме «бетон — клей — паркет» выполняют в такой последовательности: очистка основания с заделкой дефектов, шлифовка, огрунтовка; укладка паркета на клей или мастику; острожка, циклевка, покрытие лаком или мастикой.

Технология работ по схеме «бетон — гидроизоляция — фанера — клей — паркет» имеет следующие отличия от предыдущей схемы:

цементная стяжка покрывается клеевым праймером, который пропитывает ее поверхность и создает слой парогидроизоляции;

укладывается полиэтиленовая или специальная фольгированная или полипропиленовая пленка с выводом под плинтус;

приклеивается и «пристреливается» фанера или ДСП;

на фанеру приклеивается паркет и «пристреливается» гвоздями к фанере в местах, показанных на рис. 15.4;

выполняется шлифовка покрытия и отделка лаком.

Описанная технология позволяет получить высококачественный пол из штучного паркета.

Настилку полов из штучного паркета ведут по заранее размеченному основанию. Наиболее распространенный способ укладки «в елку», но можно применять укладку «в конверт», «в квадрат» и другими способами. При наклеивании паркета на холодные мастики маячный ряд настилают у наиболее удаленной от входа стены, а в остальных случаях — в центре помещения. Фриз выполняют в последнюю очередь, после обрезки елочных рядов.

Настилку *мозаичного* (*наборного*) *паркета* — карт размером 40×40 или 60×60 см, собранных из мелких клепок на бумагу лицевой стороной, ведут на холодных или горячих мастиках по шнуру из центра помещения. Под отметку карты осаживают легкими ударами киянок. Швы между картами и планками заполняют после отвердения мастики ксилолитовой массой.

Паркетные доски недавно настилали по технологии дощатых полов — их сплачивали и прибивали к основанию. Такая технология еще применяется в ряде регионов страны.

Сейчас применяют ленточные трехслойные «плавающие» паркетные доски (рис. 15.5), которые не приклеиваются к основанию, а друг с другом соединяются благодаря наличию паза и гребня (желобка и язычка) по продольным и по торцовым сторонам. Собранный таким образом настил прижимают по периметру плинтусами.

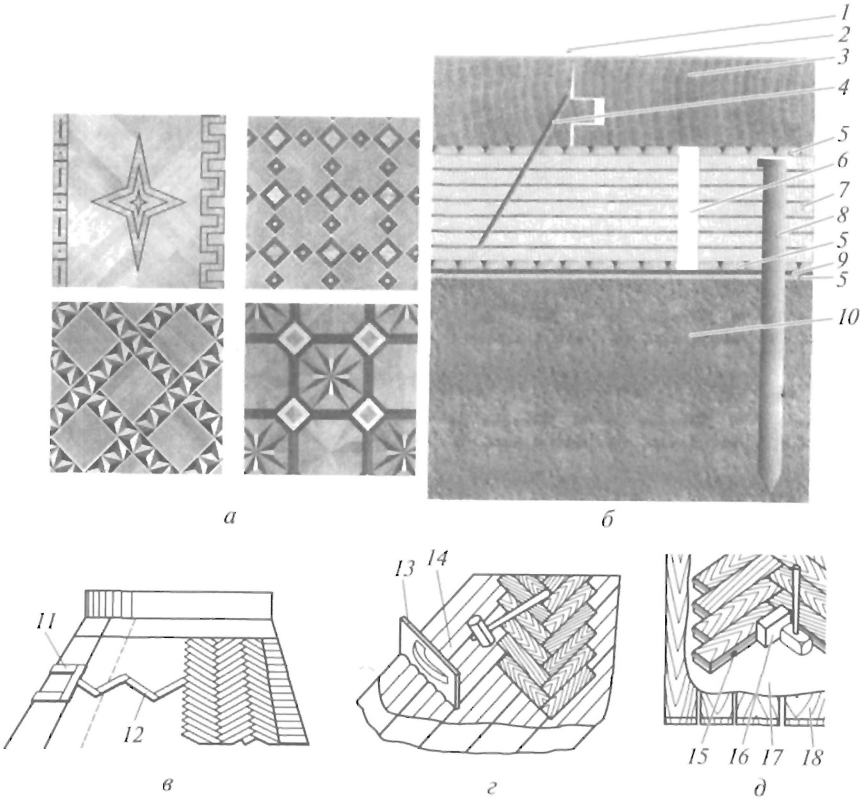


Рис. 15.4. Настилка полов из штучного паркета: *а* — образцы рисунков художественного паркета; *б* — укладка паркета на бетонное основание по схеме «бетон — гидроизоляция — фанера — клей — паркет»; *в* - укладка паркета на бетонное основание по схеме «бетон — клей — паркет»; *г* — раскладка насухо и приклейка; *д* — настилка на гвоздях по деревянному основанию; *1* — слой лака; *2* — тонирующий слой; *3* — паркет; *4* — гвоздь; 5 — клей; *6* — технологический шов; 7— фанера; *8* — дюбель; *9*— пленка; *10* — стяжка; *11*, *12*— раскладка фриза и паркетных рядов; *13* — зубчатый шпатель; *14*— мастика; *15* — гвоздь; *16* — деревянная подкладка; *17* — строительная бумага; *18* — дощатое основание

Верхний слой доски покрыт наполнителем (грунтом) и несколькими слоями сверхпрочного лака, а клепки из твердых пород древесины укладываются с рисунком, напоминающим штучный паркет.

Для получения более высококачественного «плавающего» пола доски изготовляют с прослойками пробки, при укладке склеивают друг с другом по стыкам, но не приклеивают к подоснове.

Ламинированное напольное покрытие (ламинат) — шпунтованные панели размером (1 200...2000)х(190...200) мм или плит-

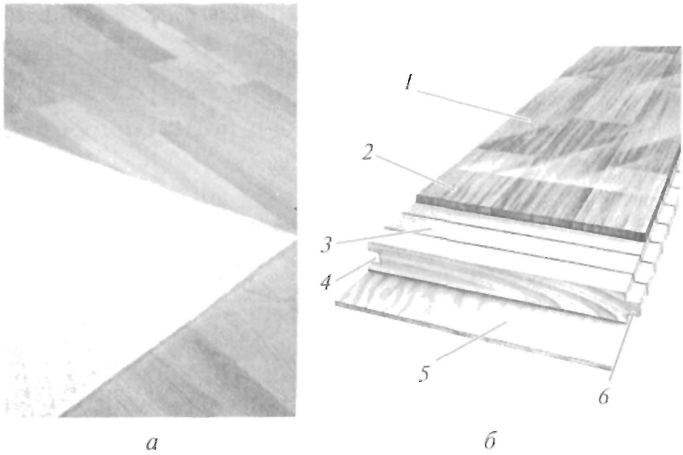


Рис. 15.5. Полы из трехслойных паркетных досок:

а — общий вид; *б* — конструкция доски; *1* — лаковый слой; *2* — слой из твердой древесины; *3* — слой из сосны; *4* — паз (желобок); 5 — нижний слой из лиственницы; *6* — выступ (язычок)

ки размером 190х 180 или 380х380 мм толщиной до 8 мм используются в качестве имитированного под паркет покрытия в жилых помещениях с большой степенью износа (прихожие, коридоры, гостиные).

Нижний слой этих изделий представляет собой меламиновое основание, обеспечивающее форму и влагоустойчивость изделия. Средний слой из водоупорной ДВП отвечает за долговечность покрытия. Верхний слой представляет собой пластину с отпечатком рисунка, защищенную слоем из смолы и целлюлозной бумаги, что придает изделию эстетичность, тепло- и износостойкость.

Ламинат настилают по твердому и ровному основанию — цементной стяжке, черновому полу, ДСП и ДВП, линолеумной и другой подложке, с перевязкой швов на 300...500 мм. При укладке панели между собой по горцам и боковым сторонам соединяются по схеме «паз —гребень» и закрепляются защелкиванием или клеем.

Для получения жесткого пола на подготовленное основание наносят праймер и укладывают панели. Если требуется получить «плавающий» пол на основание укладывают гидроизоляционную пленку или подложку, клеем промазывают кромки панелей и плотно соединяют панели посредством шипа, паза и клея.

15.3. Полы из штучных и пластиковых материалов

Керамические и каменные плитки укладывают по прослойке из цементно-песчаного раствора толщиной 10...15 мм. Основание очищают и смачивают водой, размечают положение рядов. Плитки (рис. 15.6) настилают поштучно по причалке, с применением шаблона.

Поштучно по причалке плиточное покрытие настилают в такой последовательности — устанавливают маячные плитки, между ними укладывают маячные ряды, укладывают плитки всей полосы. Через 2—3 дня швы заливают раствором и для удаления его остатков поверхность пола протирают влажными опилками.

Шаблоны применяют для укладки плиток пакетами по 50 шт. Шаблон заполняют плитками лицевой стороной вниз, закрепляют, переносят к месту укладки, переворачивают и укладывают.

Мозаичные плитки с размером сторон 23 и 48 мм на заводе наклеивают лицевой стороной на крафт-бумагу, получая «ковры» размером 398×598 мм. На уложенную по основанию пола растворную смесь набранный «ковер» укладывают плитками вниз с пристукиванием его рейками. После затвердевания раствора бумагу смывают водой и затирают швы между мозаичными плитками.

При настилке полов из *пластикатных плиток* размерами 15×15, 20×20, 30×30 см соблюдают следующий порядок выполнения работ (см. рис. 15.6): подготовка основания и разметка пола; огрунтовка основания; укладка и разравнивание резинобитумной или битумнокаучуковой мастики слоем 0,5 мм; укладка плиток, намазанных мастикой; приклеивание плинтусов, порогов и т.д.

Перед укладкой плитки рекомендуется подогревать до температуры 40...50 °С. Тогда они, не изменяя формы, становятся мягкими и эластичными и лучше приклеиваются к основанию. Мас-

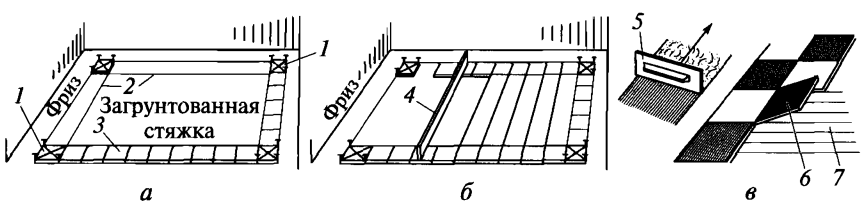


Рис. 15.6. Схемы укладки керамических и пластикатных плиток:

а — установка маячных плиток; *б* — укладка плиток основного фона; *в* — укладка пластикатных плиток; *1* — марки; *2* — шнуры-причалки; *3* — маячный ряд; *4* — правило; *5* — зубчатый шпатель для разравнивания мастики; *6* — пластикатная плитка; *7* — слой мастики

тичные прослойки до приклеивания плиток должны быть немного подсушены.

Полы помещений из *крупноразмерных плит* и других материалов настилают по бетонной или песчаной прослойке.

Полы торцовые (деревянные), из чугунных и стальных плит, клинкерные, кирпичные применяются крайне редко. Более распространены полы из натурального колотого или пиленого камня, а также имитации под натуральный камень.

Плиты из природного камня — дорогостоящий материал, поэтому их чаще всего укладывают в общественных местах. В основном применяют пиленые плиты длиной 300...600 мм, толщиной 15...20 мм, удобные для ручной укладки. Вместо прямоугольных плит также используют плиты с колотыми боковыми гранями (брекчии), образующиеся при распиловке в виде отходов.

При укладке плит (рис. 15.7) определяют положение отметки пола. Плиты сортируют, примеряют насухо, а затем на цементно-песчаном растворе выполняют укладку маячных и промежуточных плит методом «шов в шов» или «вразбежку».

При устройстве пола «брекчия» выкладывают карты, размером 2×2 или 3×3 м с подбором мраморного боя по размеру и цвету. Выравнивают плиты по отметке, слегка постукивая сверху правилом. После затвердевания раствора продувают и промывают швы, а затем заливают пустоты цементным раствором. Спустя 4...7 сут поверхность пола шлифуют мозаично-шлифовальными машинами, промывают пол слабым раствором каустической соды.

Вместо укладки маячных рядов можно устанавливать отдельные маячные плиты, выравнивая по правилу-уровню.

Иногда применяют «бесшовную» укладку плит, т.е. укладывают их близко друг к другу с последующим заполнением тонких швов специальной мастикой. После застывания мастики поверхность пола полируют. Швы получаются абсолютно незаметными.

Плитки или бруски полов из искусственного декоративного камня (рис. 15.7, *в*, *г*, *д*), имитирующего природный камень, получают в результате заливки в формы тщательно перемешанной массы, состоящей из цемента, наполнителей и красителей.

Технология укладки искусственных брусков не отличается от технологии укладки полов из естественного камня. В связи с тем что искусственный камень обладает меньшей объемной массой, чем естественный, его укладка значительно упрощается.

При традиционном радиаторном (рис. 15.8, *а*) или печном отоплении, когда нагретый воздух поднимается, отдавая тепло, и опускается охлажденным, полы имеют температуру значительно ниже, чем температура воздуха в помещении. Эта разница не столь заметна при применении напольных покрытий с низкой теплопроводимостью (паркет, деревянные полы), но при устройстве полов из штучных каменных материалов (кухни, ванные, гости-

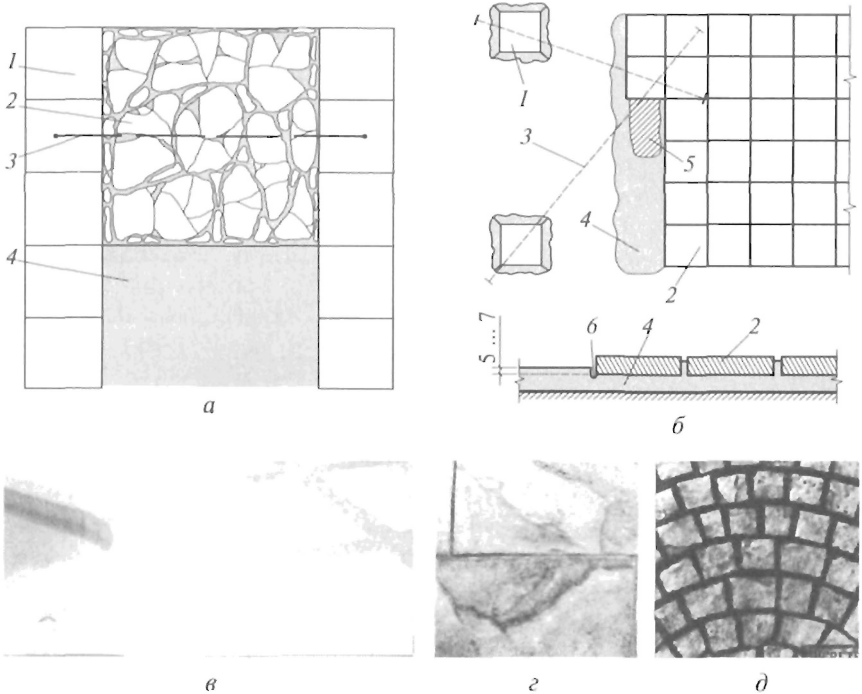


Рис. 15.7. Устройство полов из натурального камня и имитации под натуральный камень:

а, б **— из натурального камня в виде «брекчии» и пиленых плит;** *в, г* **— из ис-скуственных плит;** *д* **— из брусков;** *1* **— маяк;** *2* **— брекчия;** *3* **— правило-уровень;** *4* **— раствор; 5 — цементное молоко;** *6* **— подрезка швов**

ные) холодный пол создает дискомфортные условия для людей, особенно детей.

По этой причине в целях более равномерного распределения тепла в помещении все большее распространение получают «теплые полы» (рис. 15.8, *б)*, **в которых осуществляется подпольная прокладка системы отопления, при которой нагревание осуществляется вначале внизу, т.е. там, где это особенно необходимо.**

Может быть устроена система водяного или электрического отопления. При водяном отоплении на бетонное основание перекрытия раскладывается пенопласт с подклееной фольгой, на котором с помощью клипс крепятся гибкие полиэтиленовые трубы необходимой длины без устройства стыковых соединений. Регулирование температуры осуществляют с помощью термостата (рис. 15.8, *в)*. **Далее укладываются стяжка и напольное покрытие.**

При устройстве электрокабельного отопления на теплоизоляцию с теплоотражающей фольгой укладывают нагревательный кабель и закрепляют его монтажной лентой. Вместо нагревательного

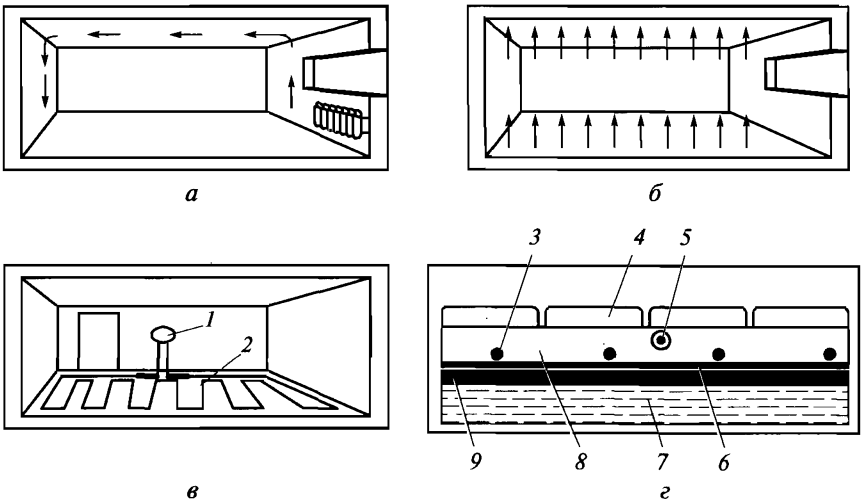


Рис. 15.8. Системы отопления:

а — радиаторная; *б* — с теплым полом; *в* — прокладка системы напольного отопления; *г* — сечение теплого пола; *1* — терморегулятор пола; *2* — тепловые трубы (кабели); *3* — нагревательный кабель; *4* — покрытие пола; *5* — датчик температуры; *6* — монтажная лента; *7* — перекрытие; *8* — стяжка; *9* — теплоизоляция

кабеля может быть использован «тепловой мат», представляющий собой тонкий кабель, закрепленный на полиэтиленовой сетке.

Для улучшения теплопередачи между регистрами иногда укладывают листы из алюминиевой фольги ячеистой структуры.

15.4. Полы из рулонных материалов и мастик

Полы из линолеума. Их настилают уже более 100 лет. Свое название этот материал получил по виду основного сырья — льняного масла. Затем кроме натурального линолеума (состав: льняное масло, живица, древесная и пробковая мука, известняк и пигменты на джутовой ткани) стали применять синтетический линолеум, стоимость которого была значительно ниже натурального.

В настоящее время многие строительные фирмы вновь возвратились к натуральному линолеуму, а в состав синтетического стали вводить безвредные модификаторы.

Поскольку в России в основном применяется искусственный линолеум, технология настилки линолеумных полов в дальнейшем будет рассматриваться применительно именно к этому материалу.

Виды применяемого в России линолеума — одно- и многослойный; безосновный и на подложке из войлока, ткани, вспе-

ненного ПВХ; бытовой и коммерческий (по степени износостойкости).

Напольные покрытия из линолеума настилают при температуре не ниже 15 °С по каменным, деревянным и другим основаниям, неровности на которых не превышают 2 мм. Основания высушивают до влажности 3...5 %, шлифуют и грунтуют. Для приклеивания используют резинобитумные, цементно-каучуковые и другие мастики и различные виды клеев (бустилат, гумилакс и др.). Для приклеивания ПВХ-покрытий используют акриловый дисперсионный клей.

Нарезанные по размерам полотнища линолеума заносят в помещение, раскатывают и выдерживают в таком положении 1—2 сут до полного распрямления и приобретения температуры помещения.

Существуют два способа наклейки линолеума. По первому тыльную сторону рулона прогрунтовывают, на основание наносят клеящий состав и приклеивают продольную отогнутую половину полотнища. После ее прикатки так же наклеивают вторую половину.

По второму способу линолеум скатывают на половину помещения, наклеивают эту половину, затем наклеивают вторую половину, оставляя неприклеенными кромки шириной 100 мм. После высыхания мастики кромки прирезают и приклеивают.

При необходимости получения водонепроницаемого ковра стыки полотнищ сваривают «холодным» или «горячим» способом. В первом случае стыки склеивают специальным карандашом-распылителем, во втором — плавлением плавящего шнура горячим воздухом от специального прибора (фена) или сварочного автомата.

Способы прирезки и сварки полотнищ приведены на рис. 15.9.

Последовательность операций при настилке линолеума:

измерение помещений и раскрой полотнищ;

внесение и раскатка рулона, выдерживание не менее 1 сут;

подгонка рисунка по длине и ширине полотнищ;

прирезка кромок нахлестнутых линолеумных полотнищ;

приклеивание обрезанных рулонов от центра помещения к одной и другой противоположным сторонам;

сварка стыков или стыковка с помощью специальной ленты.

Линолеум на теплозвукоизоляционной основе настилают насухо, сваривая отдельные полотнища в ковер размером комнаты. Ковры заготавливают в централизованных мастерских или на объекте. В помещении ковер разворачивают и выдерживают 2—3 сут для выправления. Затем ковер разглаживают, прирезают и прижимают по периметру помещения плинтусами.

Ворсовые ковровые покрытия (ковролин) могут укладываться как на тщательно выровненное основание, так и на плотную подложку (оргалит и т.п.), бесклеевым способом, а также с наклеиванием краев клеем или двусторонней клейкой лентой.

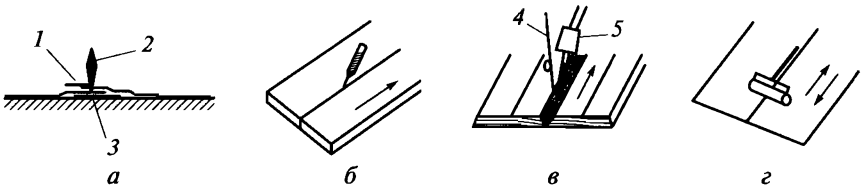


Рис. 15.9. Обработка кромок полотнищ:

а — прорезка ножом; *б* — склеивание карандашом-распылителем; *в* — расплавление шнура феном; *г* — прокатка роликом; *1* — линейка; *2* — нож; *3* — фанера; *4* — шнур; *5* — фен

При укладке ковролина необходимо следить, чтобы смежные полотнища имели одинаковое направление ворса. Иногда вместо ковролина укладывают ковровые плитки без приклеивания.

В помещениях, где требуется повышенная химическая стойкость и износоустойчивость пола, можно укладывать резиновокаучуковые напольные покрытия (релин) в виде ковров или плиток. Резиновые покрытия требуют очень ровной и гладкой стяжки влажностью не более 3 %. Для приклеивания применяют двухкомпонентный быстросхватывающийся полиуретановый клей. Технология приклеивания — традиционная.

Наливные (самовыравнивающиеся) полы. Их устраивают в основном в помещениях с повышенными требованиями к ровности, чистоте и беспыльности пола. Растворы наносят толщиной не менее 5 мм распылителем по выровненной цементно-песчаной стяжке.

Применяют наливные полы: эпоксидные, полиуретановые, на полиэфирной и полимерцементной основе (тонкослойные толщиной 5...20 мм и толстослойные толщиной 30...80 мм).

Полимерцементные покрытия наносят после замешивания на месте модифицированных сухих смесей. Для полов, эксплуатирующихся в помещениях с большими перепадами температур, особо эффективной считается сухая смесь типа АМ-8.

При устройстве наливного пола основание очищают, грунтуют, подмазывают повреждения, шлифуют влажным способом, обеспыливают, снова грунтуют, шпатлюют, шлифуют сухим способом, обеспыливают и грунтуют. Поливинилацетатную мастику наносят удочкой, а другие виды — непосредственно из емкостей и разравнивают зубчатыми шпателями. Для удаления воздушных пузырей покрытие прокатывают игольчатым валиком.

Мастичные полы. Их устраивают в такой последовательности: уборка помещения и подготовка стяжки (подмазка, шлифовка, обеспыливание, грунтовка); нанесение выравнивающего слоя в зависимости от консистенции шпатлевочной машиной или шпателем; шлифовка и очистка выравнивающего слоя; нанесение лицевого слоя мастики; покрытие поверхности пола упрочнителем.

15.5. Устройство монолитных полов

Основные виды монолитных полов и области их применения приведены в табл. 15.1.

Общая технология укладки монолитных полов (рис. 15.10):

устройство подготовки (бетонной, щебеночной и других видов) с уклоном для стока воды и других жидкостей;

устройство гидроизоляции;

укладка и уплотнение одно- или двухслойного бетонного, ксилолитового и других видов монолитных покрытий;

обработка поверхностей (вакуумирование, упрочнение и др.);

устройство плинтусов, обычно из того же состава, что и покрытие. Для ксилолитовых полов используют деревянные плинтусы.

Бетонные покрытия. Их применяют в основном в производственных зданиях; покрытия подвергаются большим механическим нагрузкам, воздействиям кислот, щелочей, масел и т. п.

Для приготовления бетонных смесей применяют портландцемент М400, щебень крупностью 5...15 мм, среднезернистый песок и добавки, повышающие жаро-, щелочестойкость покрытий.

Как правило, бетонные покрытия устраиваются в один слой толщиной 25...50 мм по бетонной подготовке. Технология выполнения работ при устройстве бетонных покрытий отличается от технологии укладки подстилающих слоев лишь тем, что основание насекают и грунтуют цементным молоком. Считается более целесообразным укладывать покрытие одновременно с подстилающим слоем.

До начала бетонирования поверхность пола делят на полосы шириной до 3 м, вдоль которых устанавливают маячные рейки в виде деревянных брусков или стальных труб, являющиеся опалубкой при укладке бетонной смеси. Смесь можно укладывать по схеме «кран — бадья», но более рационально использовать передвижные автобетоносмесители типа PUMI с ленточными транспортерами или с легкими бетоноводами (см. рис. 15.10).

Свежеуложенную смесь уплотняют виброрейками и заглаживают металлическими гладилками. При наличии указаний в проекте поверхность вакуумируют и железнят, т. е. посыпают сухим цементом и до блеска (отлива) втирают металлическими гладилками.

В последнее время вместо цемента стали использовать специальные уплотняющие посыпки «Топпинги», которые рассыпаются на свежеуложенное бетонное покрытие, уплотняются и заглаживаются затирочной машиной под названием «вертолет».

Через сутки после укладки бетон закрывают влажными опилками и, поливая, поддерживают их влажными в течение 5...7 сут. При необходимости затвердевшее покрытие шлифуют.

Таблица 15.1

Основные виды монолитных полов

Название	Особенности	Область применения
Бетонные	Цемент М400, щебень крупностью 15...40 мм, преимущественно однослойные толщиной 25...30 мм	Промышленное и дорожное строительство
Гранолитобетонные	Высокопрочный крупный заполнитель — базальт, диабаз. Цемент М400...М600	Здания и сооружения с большими механическими нагрузками на пол
Мозаичные	Состав: белый цемент, пигмент, цветная каменная крошка. Двухслойные с тщательной шлифовкой верхнего слоя	Холлы, вестибюли, торговые помещения в гражданских зданиях
Цементно-песчаные	Прочность не ниже 20 МПа, состав 1 : (2...3); песок крупно- и среднезернистый	Полы общего назначения, применяемые во всех видах строительства
Металлоцементные	Двухслойные, верхний слой состоит из стальной стружки и цемента	Производственные помещения с большими механическими нагрузками
Полимербетонные и полимерцементные	Двухслойные: нижний слой цементно-песчаный; верхний — с полимерным или полимерно-цементным связующим	Производственные помещения с требованиями пониженного пылеотделения
Асфальтобетонные	Однослойные. Состав: битум, песок, минеральные порошки. Уплотняются укаткой	Дорожное и промышленное строительство с движением транспорта на резиновых шинах
Ксилолитобетонные	Двухслойные. В качестве заполнителя — опилки, верхний слой с пигментом	Помещения, где требуются безыскровые, теплые, непылящие полы

Для получения жаропрочных покрытий их армируют стальной сеткой, а в состав бетона вводят тонкомолотые минеральные добавки (доменный шлак, хромит и т.д.). Кислотоупорный бетон приготовляют из смеси щебня, песка, пылевидного заполнителя, жидкого стекла, кремнефтористого натрия и уплотняющей добавки.

При устройстве щелочестойких покрытий в качестве вяжущих материалов используют цементы с содержанием трехкальциевого

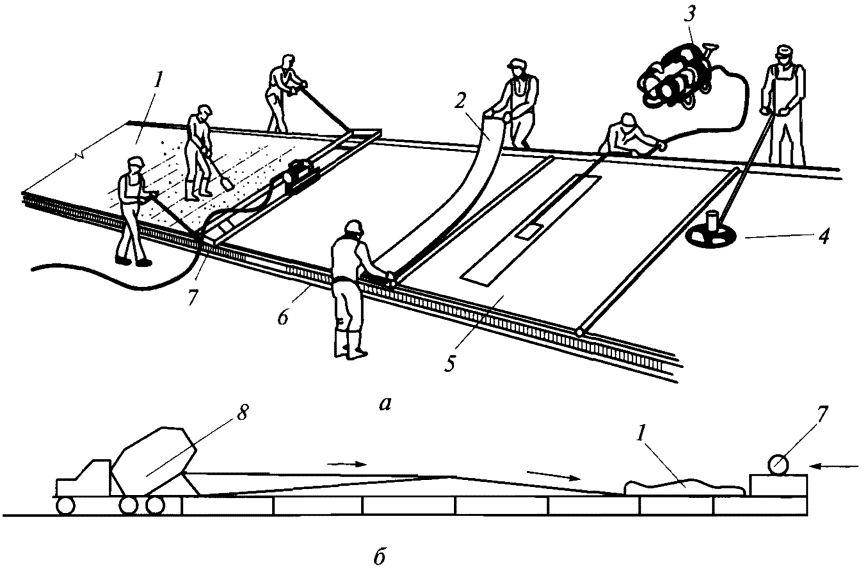


Рис. 15.10. Укладка монолитных бетонных полов:

а — по схеме «кран—бадья»; *б* — с использованием автобетоносмесителя PUMI; *1* — бетонная смесь; *2* — фильтрующее полотно; *3* — вакуум-насос; *4* — затирочная машина; *5* — вакуум-мат; *6* — инвентарные направляющие; *7* — виброрейка; *8* — автобетоносмеситель с транспортером

алюмината не более 5 %. Сверхпрочные и беспыльные полы получают за счет использования уплотняющих пропиток.

Полимербетонные и полимерцементные полы отличаются тем, что в состав смеси вводят дисперсию поливинилацетатной, эпоксидной и других смол. Такие покрытия обладают повышенной прочностью и стойкостью к воздействию агрессивной среды.

Мозаичные покрытия (терраццо). Они состоят из двух слоев: нижнего — из обычного раствора, лицевого — толщиной 15...20 мм из мозаичной смеси, в состав которой входит разбеленный цемент, пигмент, цветная крошка каменных пород. Мозаичные полы кроме высоких механических параметров обладают привлекательным внешним видом, поэтому их устраивают в общественных местах.

Нижний слой укладывают на очищенное основание и обрабатывают под шероховатую фактуру. Особенность технологии заключается в том, что раствор можно укладывать в каждую полосу.

Одноцветное покрытие укладывают обычным способом. Многоцветное может быть с разделительными жилками из стекла, латуни и других материалов. Образованные жилками ячейки различной формы заполняют разноцветными растворами (рис. 15.11). Без разделительных жилок многоцветное покрытие получают с

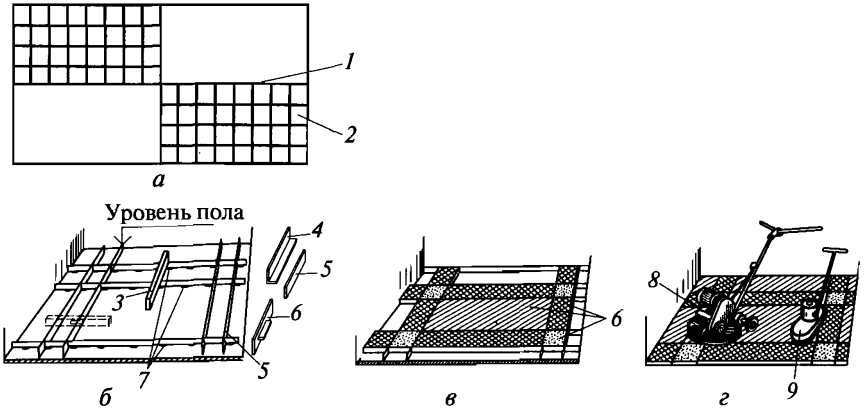


Рис. 15.11. Устройство мозаичного покрытия (терраццо):

а — конструкция покрытия; *б* — установка жилок; *в* — очередность укладки терраццового слоя; *г* — шлифовка и накатка глянца; *1* — жилки; *2* — мозаичное покрытие; *3* — уровень; *4*, *5*, *6* — варианты жилок: алюминиевая, стеклянная, медная; *7* — лепки из раствора; *8* — шлифовальная машина; *9* — машина для накатки глянца

помощью разделительных реек, шаблонов и лекал. Мозаичный раствор разравнивают, уплотняют и заглаживают.

Через 3...5 сут покрытие шлифуют шлифовальными машинами, постепенно уменьшая крупность абразива. В особо ответственных случаях мозаичные покрытия полируют войлочными кругами.

Металлоцементные покрытия. Их выполняют в тех случаях, когда возможно движение транспорта на гусеничном ходу, перекатывание металлических предметов и т. п. В верхние слои двухслойного покрытия вводят дробленную стальную стружку. Для исключения коррозии вместо стальной стружки стали использовать отрезки щелочестойкого стекловолокна.

Перед укладкой металлоцементного пола на подготовленное основание укладывают цементно-песчаный раствор, разравнивают его без заглаживания для хорошего сращивания с покрытием. Металлоцементную смесь укладывают до начала застывания прослойки. Уплотнение пола осуществляют виброрейками.

Асфальтобетонные покрытия. Их применяют в местах движения пешеходов и транспортных средств на резиновом ходу. Температура смеси при укладке должна быть не ниже 160 °С.

Укладка асфальтобетонной смеси осуществляется через полосу слоями толщиной до 25 мм, уплотнение проводят вальцовыми катками при температуре смеси не ниже 120 °С. После уплотнения покрытие присыпают песком и притирают деревянной теркой.

Ксилолитовые покрытия. Их устраивают в помещениях, к полам которых предъявляются требования беспыльности, малого теп-

лопоглощения и безыскровости. В состав смеси входят магнезит, опилки и песок. Смесь замешивают на растворе хлористого магния.

Двухслойное покрытие укладывается полосами через одну шириной до 2 м, ограниченными маячными рейками высотой на 50...60 % больше проектной толщины слоя. Смесь уплотняют трамбовками массой 3...5 кг. В состав верхнего слоя, который укладывается сразу после затвердения нижнего слоя и до начала застывания заглаживается металлическими гладилками, входят красящие пигменты.

После затвердения покрытие шлифуют, смачивая раствором магнезита и хлористого магния, просушивают, протирают подогретым раствором олифы в скипидаре и натирают мастикой.

При работе с ксилолитовой смесью необходимо ограничивать ее контакт с металлическими деталями.

15.6. Реконструкция и ремонт напольных покрытий

Основными недостатками полов из древесных материалов являются рассыхание и появление щелей. Для устранения щелей в дощатых полах часто применяют следующий способ. Промазанный столярным клеем шпагат или веревку плотно забивают в образовавшиеся щели. Через 1—2 сут эти места шпатлюют пастой типа «Карболат», а затем зачищают наждачной бумагой.

При повреждении отдельных досок их снимают и заменяют новыми, тщательно высушенными, более широкими, чем уложенные ранее. У досок пола, контактирующих с новыми, снимается гребень или стесывается нижнее ребро у вновь устанавливаемых досок.

При значительном количестве поврежденных мест более рациональным может оказаться полная перестилка пола.

Узкие (до 1,5 мм) щели в паркетном покрытии можно заделать специальной паркетной шпатлевкой, предварительно прочистив их тонкой стальной проволокой и удалив мусор пылесосом. После высыхания шпатлевки поверхность шлифуют наждачной бумагой и покрывают отделочным слоем (лак или мастика).

Более широкие щели заделывают планками, вырезанными из материала, соответствующего материалу основного пола. Планки покрывают клеем и забивают в щели, желательно вплотную.

Замена отдельных паркетных клепок — более сложный способ ремонта паркетного пола, чем заделка щелей. Технологическую схему процесса можно представить комплексом следующих операций:

удаление поврежденных клепок и клеевой основы;

подготовка и подгонка новых клепок со срезкой гребней;

подготовка постели из битумной или силиконовой мастики («жидкие гвозди»). При укладке паркета на гвоздях для избежания скрипа на основание следует уложить картон или плотную бумагу;

установка новых клепок и их пригрузка после предварительной очистки от выступающего клея;

обработка пола после высыхания клея (острожка выступающих клепок, циклевка, шлифовка и нанесение отделочного слоя).

При реконструкции зданий часто приходится укладывать полы из керамических плиток по другим полам. Но при этом необходимо соблюдать определенные условия.

Так, при укладке плиток по дощатому полу необходимо предварительно настелить на доски влагостойкую фанеру толщиной 12 мм или ДСП с креплением их к дощатому основанию шурупами.

При замене старых полов новыми паркетными, линолеумными, ламинатными и другими покрытиями, когда основанию предъявляются требования к ровности без повышенных требований к прочности и истираемости обычно ограничиваются укладкой текучей самовыравнивающейся цементно-песчаной смеси.

При ремонте дефектов в бетонных полах традиционно выравнивают поверхность пола цементно-песчаной стяжкой с последующим ее железнением. Однако желаемого результата такой метод упрочнения пола приносит редко.

Определенный эффект можно достигнуть за счет укрепления поверхности бетонного пола специальными жидкими уплотнителями (топингами) проникающего действия на основе фторсиликатного магния, силиката натрия, эпоксида, латекса и др. Применение уплотнителей требует специальной подготовки основания — удаления слабых слоев, насечки, очистки поверхности и т. п.

Кардинальным способом реконструкции бетонного пола является укладка модифицированных бетонов (полимербетонов) по следующей технологической схеме:

подготовка основания (очистка, насечка, промывка);

обработка поверхности грунтовкой (праймером);

укладка литой полимербетонной смеси (при больших объемах бетононасосами) с расстиланием шпателями или кельмами;

затирка поверхности пола затирочными машинами.

Для обеспечения плотности и герметизации бетонных полов иногда на покрытие наносят эпоксидные или полиуретановые мембраны, бесцветные и пигментированные лаки и краски.

По достаточно прочным старым бетонным полам после заделки дефектов могут устраиваться наливные полимерцементные покрытия слоем до 30 мм, модифицированные эпоксидными, полиуретановыми, полиакриловыми и другими смолами, а также чисто полимерные слоем до 8 мм финишные покрытия с добавлением песка.

Таблица 15.2

Дефекты наливных полов и способы их устранения

Дефект	Причина дефекта	Способы устранения
Отслаивание покрытия	Неочищенное от масла, пыли и влаги основание	Поднять пленку, зачистить и приклеить
Шелушение пленки	Толстый слой мастики, пыльное или мокрое основание	Удалить пленку, нанести шпатлевку и покрытие
Шероховатость	Загустевшая мастика или слишком тонкий ее слой	Снизить вязкость мастики, увеличить толщину слоя
Крупинки на поверхности	Грязный или неочищенный инструмент	Прошлифовать поверхность, нанести новый слой
Медленное твердение	Низкая температура, отсутствие вентиляции, нарушение дозировки состава	Изменить условия сушки и уточнить состав мастики
Побеление поверхности	Жидкая мастика или ее расслаивание	Приготовить мастику нужной вязкости

До устройства наливного пола валиком, кистью или распылителем наносят слой праймера с высокой проникающей способностью. По поверхности основания разливают мастику и распределяют ее резиновыми швабрами с фиксированным зазором.

При устройстве наливного пола во избежание дефектов особое внимание уделяют точному соблюдению рекомендуемой технологии нанесения применяемой смеси. Дефекты наливных полов и способы их устранения приведены в табл. 15.2.

В общем случае к обычной технологической схеме выполнения работ добавляются такие операции, как снятие плинтусов и дверей, укладка фанеры или ДСП, подрезка низа дверей и их установка, устройство порогов или металлических уголков.

При замене отдельных керамических плиток места их установки расчищают, промывают и высушивают продувкой. На тыльную сторону плитки и место установки укладывают раствор или мастику, устанавливают плитку на место и пригружают.

Снятие поврежденных пластикатных плиток обычно выполняют с помощью зубила, но иногда ограничиваются нагревом и размягчением слоя мастики.

После удаления мастики и поврежденной плитки приклеивают новую плитку и прижимают грузом.

Отклеивающиеся углы плиток приподнимают гибким шпателем, наносят тонкий слой клея и прижимают плитку грузом. Ме-

стные отслоения («воздушные пузыри») прокалывают тонким шилом, приклеивают, прикатывают и пригружают.

Старый линолеумный пол при перестилке снимают, особо прочно приклеенные места смачивают горячей водой. Затем просушивают поверхность основания и настилают новое покрытие.

Иногда линолеумный ковер настилают по старому покрытию. Для этого подклеивают и просушивают старый линолеум, удаляют следы грязи, выравнивают поверхность и наносят клей.

При настилке линолеума по паркету необходимо обстругать выступающие клепки и замазать шпатлевкой швы и трещины.

При местном ремонте пола заготавливают заплату из аналогичного материала, совмещают линии узора и после подготовки основания проводят приклеивание.

15.7. Контроль качества выполнения работ. Соблюдение требований техники безопасности

При устройстве полов контролируют качество подготовки основания, качество материалов, соблюдение технологии выполнения работ, качество готового напольного покрытия.

При устройстве элементов пола температура в помещении на уровне пола должна быть не ниже 5 °С.

Контроль качества и приемку каждого элемента пола с составлением акта освидетельствования скрытых работ следует проводить до закрытия элемента лежащими выше слоями. Качество покрытия должно удовлетворять требованиям, приведенным в [24].

Основные положения нормативных требований по безопасности труда можно сформулировать следующим образом.

При изготовлении грунтовок и мастик на основе битума запрещается применять токсичные растворители. При применении стекло- и шлаковаты необходимо использовать контейнеры и пакеты, исключающие распыление. При работе с цементами, гипсом и сухими растворными смесями необходимо защищать глаза очками.

Запрещается курить и находится с огнем у емкостей с мастикой и грунтовкой, а также на рабочих местах и в местах хранения этих материалов. Запрещаются работы, при которых возможно образование искр. Помещения, в которых выполняются работы с применением мастик, необходимо проветривать как при огрунтовке оснований, так и при устройстве напольного покрытия.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о пакетном и паркетном способах при настилке дощатых полов.

2. Расскажите об особенностях устройства полов из паркетных досок.

3. Расскажите об устройстве полов из отдельных паркетных клепок по схеме «бетон — гидроизоляция — фанера — клей — паркет».

4. Расскажите о настилке полов из керамических плиток.

5. Каковы особенности устройства полов из пластикатных плиток?

6. Расскажите об укладке полов из природных каменных плит.

7. Каковы различия в настилке полов из однослойного и многослойного линолеума?

8. Расскажите о разновидности монолитных полов и области их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев В.А.* Поточная организация строительства / В.А.Афанасьев. — Л. : Стройиздат, 1990. — 302 с.

2. *Афонин И.А.* Технология и организация монтажа специальных сооружений / И.А.Афонин, Г.И.Евстратов, Т.М.Штоль. — М. : Высш. шк., 1986. — 368 с.

3. *Беляков Ю.И.* Строительные работы при реконструкции предприятий / Ю.И.Беляков, А.В.Резуник, Н.М.Федосенко. — М. : Стройиздат, 1986. — 224 с.

4. Бетонные и железобетонные работы. Справочник строителя. — М. : Стройиздат, 1987. — 367 с.

5. *Вильман Ю.А.* Основы роботизации в строительстве / Ю.А.Вильман. — М. : Высш. шк., 1989. — 271 с.

6. *Горчаков Г.И.* Строительные материалы / Г.И.Горчаков, Ю.М.Баженов. — М. : Стройиздат, 1986. — 687 с.

7. *Де-Рошефор Н.И.* Иллюстрированное урочное положение / Н.И.Де-Рошефор. — Берлин : Издание Т-ва Гликсман, 1923. — 690 с.

8. Организация строительного производства / [Т.Н.Цай, П.Г.Грабовый, В.А.Большаков и др.]. — М. : АСВ, 1999. — 432 с.

9. Основания и фундаменты. Справочник строителя. — М. : Стройиздат, 1983. — 367 с.

10. Охрана труда в строительстве и промышленности строительных материалов: Организация охраны труда // Сб. официальных материалов. — М. : Стройиздат, 1995. — 344 с.

11. *Пальчинский В.Г.* Строительные процессы при возведении зданий. Зарубежный опыт / В.Г.Пальчинский. — Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 1999. — 132 с.

12. Российская архитектурно-строительная энциклопедия: в 5 т. — М. : Триада : Альфа, 1995, 1996, 1998.

13. Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ / [В.М.Никитин, С.А.Платонов, Д.А.Малинский и др.]. — СПб. : KN, 1998. — 784 с.

14. *Соколов Г.К.* Технология и организация строительства / Г.К.Соколов. — М. : Изд. центр «Академия», 2002. — 528 с.

15. Технология возведения полносборных зданий / [А.А.Афанасьев, С.Г.Артюнов, И.А.Афонин и др.]. — М. : АСВ, 2000. — 262 с.

16. Технология строительного производства / [С.С.Атаев, Н.Н.Данилов, Б.В.Прыкин и др.]. — М. : Стройиздат, 1984. — 559 с.

17. Технология строительного производства / [О.О.Литвинов, Ю.И.Беляков, Г.М.Батура и др.]. — Киев : Выща шк., 1984. — 479 с.

18. Технология строительных процессов / [А.А.Афанасьев, Н.Н.Данилов, В.Д.Копылов и др.]. — М. : Высш. шк., 2001. — 464 с.

19. *Черняк В. З.* Уроки старых мастеров / В. З. Черняк. — М. : Стройиздат, 1989. — 240 с.

20. СНиП 2.02.01—83. Устройство искусственных оснований и буровые работы. — М. : Стройиздат, 2002.

21. СНиП 3.01.01—85*. Организация строительства. — М. : Стройиздат, 1995.

22. СНиП 3.02.01—87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. — М. : Стройиздат, 1998.

23. СНиП 3.03.01—87. Несущие и ограждающие конструкции. — М. : Стройиздат, 1998.

24. СНиП 3.04.01—87. Изоляционные и отделочные покрытия. — М. : Стройиздат, 1998.

25. СНиП III-4—80*. Техника безопасности в строительстве. — М. : Стройиздат, 1999.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

Глава 1. **Особенности строительного производства** 8

1.1. Строительная продукция. Классификация строительных объектов по назначению и характеристикам 8
1.2. Строительные процессы. Их структура и классификация 9
1.3. Развитие строительных процессов 11
1.4. Материальные элементы и технические средства строительных процессов 16
1.5. Индустриализация и технический прогресс в строительстве 18

Глава 2. **Организация труда рабочих в строительстве** 20

2.1. Строительно-монтажные работы, их структура и классификация 20
2.2. Нормы и производительность труда 21
2.3. Техническое и тарифное нормирование 22
2.4. Организация труда рабочих 24
2.5. Обеспечение безопасных условий труда 26
2.6. Контроль качества строительной продукции 29
2.7. Предельные отклонения при выполнении строительных процессов 32

Глава 3. **Нормативная и техническая документация на производство строительных работ** 33

3.1. Общие положения 33
3.2. Нормативная документация строительного производства 34
3.3. Проектно-сметная документация 35
3.4. Документация по охране труда 37
3.5. Проектно-технологическая документация 39
3.6. Геодезическая документация 40
3.7. Производственно-техническая документация 43

Глава 4. **Технологическое проектирование строительных процессов** 45

4.1. Цели, задачи и структура технологического проектирования 45
4.2. Проектирование строительных потоков 46
4.3. Вариантное проектирование строительных процессов 50
4.4. Разработка технологических карт 52

4.5. Состав, структура и методы разработки карт трудовых процессов 54

Глава 5. **Строительные грузы и технические средства их транспортирования** 56

5.1. Классификация строительных грузов и транспортных средств 56
5.2. Автомобильный транспорт и автодороги в строительстве 57
5.3. Железнодорожный транспорт 62
5.4. Тракторный, водный и воздушный транспорт 66
5.5. Устройство транспортных путей на вечномерзлых грунтах и в зимнее время 68
5.6. Специальный внутрипостроечный транспорт 70
5.7. Организация погрузочно-разгрузочных работ 72

Глава 6. **Технологические процессы переработки грунта** 75

6.1. Виды земляных сооружений. Способы переработки грунта 75
6.2. Классификация и основные строительные свойства грунтов 76
6.3. Подготовительные и вспомогательные работы 81
6.4. Определение объемов земляных масс 103
6.5. Технические средства для механической разработки грунта и области их применения 108
6.6. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами 112
6.7. Разработка грунта экскаваторами непрерывного действия 125
6.8. Разработка грунта землеройно-транспортными машинами 126
6.9. Укладка и уплотнение насыпей 132
6.10. Переработка грунта гидромеханическим способом 135
6.11. Бестраншейная разработка грунта 138
6.12. Особенности технологических процессов переработки грунта в экстремальных условиях 143
6.13. Контроль качества работы и охрана окружающей среды 150

Глава 7. **Технология процессов погружения готовых свай и устройство набивных свай** 152

7.1. Назначение и виды свай 152
7.2. Технология забивки готовых свай 153
7.3. Погружение готовых свай безударными методами 157
7.4. Устройство набивных свай 163
7.5. Особенности погружения свай в мерзлые грунты 174
7.6. Устройство ростверков 175
7.7. Контроль качества и приемка работ. Основные положения техники безопасности 176

Глава 8. **Технология каменной кладки** 178
8.1. Правила разрезки кладки 178
8.2. Виды и конструкции каменных кладок. Системы перевязки 180
8.3. Материалы, приспособления, инструменты 186
8.4. Выполнение кладки из камней правильной формы 193
8.5. Организация рабочего места и труда каменщиков 199
8.6. Кладка перемычек, арок, дымовых каналов 202
8.7. Облегченная кладка 204
8.8. Кладка из камней неправильной формы 207
8.9. Каменная кладка в условиях низкой и высокой температур 209
8.10. Особенности выполнения каменно-кладочных работ при реконструкции зданий и сооружений 212
8.11. Контроль качества каменных конструкций и основные положения техники безопасности 214

Глава 9. **Технология изготовления конструкций из монолитного бетона и железобетона** 216
9.1. Общие положения 216
9.2. Опалубочные процессы 218
9.3. Армирование конструкций 241
9.4. Приготовление и доставка бетонных смесей 251
9.5. Укладка и уплотнение бетонной смеси 262
9.6. Технологические особенности бетонирования отдельных массовых конструкций 270
9.7. Уход за бетоном и снятие опалубки 271
9.8. Особенности выполнения процессов бетонирования при реконструкции и ремонте 274
9.9. Специальные методы бетонирования 276
9.10. Бетонирование в экстремальных климатических условиях 288
9.11. Контроль качества бетонирования и требования техники безопасности 302

Глава 10. **Технология монтажа строительных конструкций** 306
10.1. Общие положения 306
10.2. Классификация методов монтажа сборных конструкций 310
10.3. Технологическое обеспечение точности монтажа конструкций 314
10.4. Грузоподъемные монтажные машины и механизмы 317
10.5. Выполнение транспортных и подготовительных работ при монтаже строительных конструкций 323
10.6. Технология основного монтажного цикла 332
10.7. Монтаж конструкций подземных частей зданий 345

10.8. Установка железобетонных конструкций одноэтажных зданий ... 350
10.9. Монтаж железобетонных конструкций многоэтажных зданий ... 359
10.10. Монтаж металлических конструкций ... 372
10.11. Изготовление и монтаж деревянных конструкций ... 383
10.12. Монтажные работы в экстремальных условиях ... 390
10.13. Контроль качества и основные положения техники безопасности при монтаже ... 396

Глава 11. **Технология устройства кровельных покрытий** ... 399
11.1. Общие положения ... 399
11.2. Подготовка основания ... 399
11.3. Устройство рулонных (мягких) кровель ... 402
11.4. Устройство мастичных (наливных) кровель ... 412
11.5. Настилка кровель из листовых материалов ... 415
11.6. Устройство кровель из штучных элементов ... 426
11.7. Система водоудаления ... 434
11.8. Особенности устройства кровельных покрытий в экстремальных климатических условиях ... 437
11.9. Контроль качества и основные положения техники безопасности ... 438

Глава 12. **Технология выполнения изоляционных покрытий** ... 440
12.1. Общие положения ... 440
12.2. Устройство гидроизоляции ... 441
12.3. Устройство теплоизоляционных покрытий ... 446
12.4. Устройство звукоизоляции ... 451
12.5. Антикоррозийная защита строительных конструкций ... 455
12.6. Особенности устройства изоляционных покрытий в экстремальных условиях ... 460
12.7. Контроль качества. Соблюдение правил техники безопасности ... 460

Глава 13. **Установка светопропускающих конструкций** ... 462
13.1. Общие положения ... 462
13.2. Устройство светопропускающих покрытий и стен ... 464
13.3. Заполнение оконных и дверных проемов ... 466
13.4. Контроль качества и требования техники безопасности ... 472

Глава 14. **Отделочные работы** ... 473
14.1. Общие положения ... 473
14.2. Обычная штукатурка ... 473
14.3. Декоративные и специальные штукатурки ... 479
14.4. Облицовка поверхностей ... 483
14.5. Устройство подвесных, подшивных, натяжных и клееных потолков ... 488

14.6. Окраска поверхностей малярными составами 491
14.7. Оклеивание поверхностей обоями и пленками 501
14.8. Выполнение отделочных работ при реконструкции и экстремальных климатических условиях 506
14.9. Контроль качества и требования техники безопасности при выполнении отделочных работ 510

Глава 15. **Устройство полов** 512
15.1. Виды полов и области их применения 512
15.2. Дощатые и паркетные полы 515
15.3. Полы из штучных и пластиковых материалов 519
15.4. Полы из рулонных материалов и мастик 522
15.5. Устройство монолитных полов 525
15.6. Реконструкция и ремонт напольных покрытий 529
15.7. Контроль качества выполнения работ. Соблюдение требований техники безопасности 532

Список литературы 534

Учебное издание

Соколов Геннадий Константинович

Технология строительного производства

Учебное пособие

3-е издание, стереотипное

Редактор *Ю. А. Милютин*
Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*
Компьютерная верстка: *О. В. Пешкетова*
Корректоры *И. В. Могилевец*, *Т. В. Кузьмина*, *И. Н. Волкова*

Изд. № 103110156. Подписано в печать 25.07.2008. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага тип. № 2.
Усл. печ. л. 34,0. Тираж 3 500 экз. Заказ № 2329

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (495)330-1092, 334-8337.

Отпечатано с электронных носителей издательства.
ОАО "Тверской полиграфический комбинат". 170024, г. Тверь, пр-т Ленина, 5.
Телефон: (4822) 44-52-03, 44-50-34, Телефон/факс: (4822)44-42-15
Home page - www.tverpk.ru Электронная почта (E-mail) - sales@tverpk.ru

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ISBN 978-5-7695-5655-5

9 785769 556555

Издательский центр «Академия»
www.academia-moscow.ru