

69-05
0-59
Высшее профессиональное образование

Г. К. Соколов
А. А. Гончаров

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Учебное пособие



Строительство

Рецензенты:

зав. кафедрой «Технология строительного производства»
Пензенского государственного университета архитектуры и строительства,
канд. техн. наук, доц. *А. В. Пресняков*;
зав. кафедрой «Технология строительного производства»
Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета,
д-р техн. наук, проф. *В. В. Верестов*

Соколов Г. К.

С594 Технология возведения специальных зданий и сооружений: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. К. Соколов, А. А. Гончаров. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 352 с.

ISBN 5-7695-1214-8

Даны теоретические основы и технология возведения зданий и инженерных сооружений с конструкциями из металла, камня и древесины, базирующиеся на применении современных технических средств, эффективных строительных конструкций и прогрессивной организации работ при возведении зданий и сооружений в специфических условиях.

Для студентов высших учебных заведений.

УДК 624
ББК 38.6я73

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

ISBN 5-7695-1214-8

© Соколов Г. К., Гончаров А. А., 2005
© Издательский центр «Академия», 2005

Учебное пособие написано в соответствии с программой дисциплины «Технология возведения зданий и сооружений».

Учебное пособие состоит из введения и трех разделов.

Во введении приведен анализ развития строительной отрасли России за последнее десятилетие XX в. и сформулированы ее основные задачи.

В разд. I «Подготовительный период» изложены основные положения по разработке проектно-сметной и проектно-технологической документации (гл. 1), приведены состав работ и методы инженерной подготовки площадки к строительству специальных зданий и инженерных сооружений, рассмотрены вопросы создания опорной геодезической сети, складского хозяйства и временных сооружений (гл. 2).

В разд. II «Возведение специальных зданий» рассмотрены особенности организации строительных работ при возведении зданий с решетчатыми и сплошными металлическими конструкциями, в том числе большепролетными, а также зданий, перекрываемых армоцементными сводами, висячими, мембранными и структурными системами (гл. 3—5). Гл. 6 посвящена особенностям производства работ при возведении высотных зданий, рассмотрены варианты использования различных типов грузоподъемного оборудования и технологические схемы производства монтажных работ.

В гл. 7 и 8 рассмотрены варианты теплосберегающих технологий при возведении подземных и надземных частей зданий с каменными стенами, а также особенности возведения каменных зданий в особых условиях: на просадочных грунтах, в районах повышенной сейсмической активности, в условиях низкой и высокой температур при выполнении каменных работ.

Гл. 9 посвящена малоэтажному строительству зданий с применением деревянных конструкций, подробно рассмотрены особенности устройства мелкозаглубленных фундаментов, а также каркасных стен, несущих и ограждающих конструкций из оцилиндрованных бревен, профилированных и клееных брусев.

В разд. III «Строительство инженерных сооружений» рассмотрены вопросы, связанные со строительством городских подземных и заглубленных инженерных сооружений, а также сооруже-

ний, связанных с технологическими процессами в промышленном производстве, высотных сооружений энергетики и связи, транспортных инженерных сооружений (гл. 10—14). Гл. 15 посвящена особенностям возведения сооружений агропромышленного комплекса.

Специальные здания и сооружения относятся к числу наиболее сложных строительных объектов. При их возведении решаются технические, организационные и экономические задачи. Поэтому в учебном пособии наряду с теоретическими вопросами большое внимание уделено ознакомлению студентов с передовым отечественным и зарубежным опытом в области строительства.

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой «Технология строительного производства» Московского государственного строительного университета, чл.-корр. РААСН, д-ру техн. наук, проф. А.А.Афанасьеву, коллективу кафедры «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета за помощь в подготовке рукописи к изданию.

Строительству как отрасли, участвующей в создании основных фондов общественного производства, принадлежит одно из важнейших мест в развитии экономики государства. Доля строительства в валовом общественном продукте составляет около 10 %. В нем реализуется преобладающая часть фонда накоплений национального дохода, занято более 15 % рабочих и служащих от общего количества работающих в отраслях материального производства, потребляется 15 % всей промышленной продукции, расходуется до 5 % топливно-энергетических ресурсов. Строительство играет ключевую роль в решении таких крупных хозяйственных и социальных задач, как индустриализация страны, обеспечение ее экономической независимости и обороноспособности, повышение уровня жизни населения.

Строительство формирует всю материально-пространственную среду жизнедеятельности человека и общества, тесно связано со всеми отраслями и секторами экономики и культуры. От технического и организационного уровня строительной отрасли во многом зависит качество жизни всего нашего народа.

В последнее десятилетие XX в. весь строительный комплекс был подвергнут достаточно серьезным испытаниям. После распада Советского Союза Россия получила, на первый взгляд, мощную, но малоприспособленную к рыночным отношениям материально-техническую базу строительной отрасли. Отсутствие оборотных средств у строительных организаций, сужение внутреннего рынка в результате падения производства и снижение потребительского спроса, вызвавшие понижение объемов капитального строительства, привели к ликвидации значительной части подрядных строительных организаций и предприятий стройиндустрии. Оставшаяся часть строительного производства по инерции продолжала выпускать в основном неконкурентноспособную продукцию. Объем строительства, выполняемого государственными предприятиями и организациями, постепенно сокращался и к 1998 г. составил около 20 % от объемов работ, выполняемых в доперестроечный период.

Трудностями отечественного строительного комплекса достаточно эффективно воспользовались зарубежные фирмы, занявшие освободившиеся ниши. Их деятельность характеризуется ак-

тивной экспансией зарубежных поставщиков товаров, работ и услуг с использованием дешевых отечественных рабочих и инженерно-технических кадров. В то же время следует отметить, что 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 импортозамещающих производств.

Первоначальные наши предприятия и организации по своей продукции и качеству подрядных услуг не были готовы к конкурентной борьбе с иностранными компаниями. Затем на внутреннем строительном рынке России усилиями высококвалифицированных рабочих, инженерно-технического и управленческого персонала часть отечественных строительных организаций смогли переориентироваться на рыночные отношения и стать более конкурентноспособными.

В этот период ежегодные темпы сокращения объемов освоения капиталовложений были настолько значительными, что их показатели уменьшились в 5 раз, при этом технологическая структура капиталовложений свидетельствовала о крайне низкой эффективности их использования. Ежегодно из состава строительного комплекса выбывало около 2 % основных фондов, особенно их активной части. Наряду с этим снижались объемы выделения средств из государственного бюджета. Технический уровень большинства российских строительных организаций и предприятий значительно отставал от уровня оснащенности современной техникой передовых зарубежных фирм.

При общем избытке техники по отношению к объемам работ оставалась насущной проблемой нехватка (и не только в строительстве) отечественных машин, соответствующих современным технологиям. Так, доля использования наукоемких технологий в России составляла 0,3 %, в то время как в США — 39 %, Японии — 30 %, Германии — 16 %. Поэтому необходимо было в кратчайшие сроки произвести массовое обновление всего устаревшего производственного потенциала во всех отраслях экономики на новой научно-технической основе, обеспечивающей развитие высоких технологий, конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, в том числе в строительстве.

Из-за недостаточного финансирования многие отечественные разработки в области технологии возведения сооружений и пусконаладочных работ часто остаются невостребованными. Чтобы изменить ситуацию, нужны коренные преобразования в инвестиционной политике правительства, привлечение не «портфельных» займов, а прямых инвестиций в производство, создание отечественных и совместных предприятий с новейшими технологиями.

Стратегией развития строительного комплекса в России должна стать не ориентация на импорт иностранных товаров, а организация отечественных предприятий с производством лучших образцов строительной техники, передовых технологий, технологических линий по производству стройматериалов, возможно по западным лицензиям, но с учетом потенциала российских научных и проектно-конструкторских организаций.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Так, при активном участии отечественных государственных и частных фирм и объединений в России интенсивно развиваются рыночные отношения, формируются институты рыночной инфраструктуры в строительстве, создаются соответствующие рыночные рычаги и механизмы. По данным Госстроя России, инвестиции в строительную отрасль ежегодно увеличиваются на 10 %. Продолжается системная перестройка, уделяется постоянное внимание созданию в строительном комплексе конкурентной среды, формируется сеть инженеринговых фирм по оказанию услуг в проведении подрядных конкурсов. Размещение заказов на выполнение работ через конкурсы позволяет существенно снизить стоимость этих работ.

Ведется структурная перестройка базы стройиндустрии, на производстве ряда строительных материалов используется вполне эффективное оборудование. В то же время следует отметить, что на многих предприятиях оборудование эксплуатируется по 20 и более лет и не всегда способно обеспечить высокий уровень качества продукции и ее конкурентоспособность. Поэтому усилия в этом направлении должны быть многократно увеличены.

Наряду с крупными строительными фирмами все чаще заявляет о себе малый и средний бизнес. Замечено, что небольшие предприятия смелее идут на риск, внедряя у себя новые технологии ведения работ.

Современная наука может предложить строительному комплексу страны новые технологии и материалы, которые способны качественно изменить строительное производство и открыть новые возможности по возведению зданий и сооружений. Прежде всего это относится к основному конструктивному материалу — бетону. Сейчас этот материал только внешне напоминает прежний бетон и представляет собой бетонный композит, состоящий из 5...7 компонентов, который специально разрабатывается для тех или иных целей под определенно заданный комплекс эксплуатационных или технологических свойств. Например, поробетон с объемной массой 250 кг/м³ используется для утепления стен, с массой 900 кг/м³ — для несущих конструкций, что позволяет вдвое снижать массу здания со всеми вытекающими последствиями: снижение транспортных затрат, уменьшение заглубления и размеров фундаментов, решение проблемы прочности нижних этажей в вы-

сотном строительстве, снижение расчетных сейсмических нагрузок и уменьшение в связи с этим расходов на антисейсмические мероприятия и т. п.

Существует бетон с прочностью на сжатие, равной прочности стали марки Ст3, при этом прочность на растяжение такого бетона при использовании дисперсного армирования может достигать половины прочности на сжатие. Кроме того, разработаны износостойкие и морозостойкие цветные плитки покрытий, специальный «архитектурный» бетон, самонапрягаемый и другие виды бетона с различными свойствами и возможностями.

В последнее время создана система научного обеспечения, набор конструктивных решений и технологических приемов, обеспечивающих надежность, безопасность и экономичность строительства подземных сооружений городского назначения. На ряде объектов Москвы на практике продемонстрирована возможность безопасного устройства глубоких котлованов даже на берегу реки, рядом с существующими зданиями, в том числе и памятниками архитектуры; возможность устройства 1... 3-этажных подвалов (для гаражей, бассейнов и т. п.) под частью или под всем зданием, в том числе в эксплуатируемых зданиях; возможность предотвращения деформаций целых улиц при строительстве вдоль них заглубленных коллекторов, возможность усиления фундаментов при надстройке этажей; возможность полной компенсации осадок, т. е. поддержание фундаментов на постоянном высотном уровне для уникальных зданий при производстве любых земляных и геотехнических работ рядом или под самим зданием.

Указанные результаты достигнуты благодаря появлению новых методов строительства: буросекущихся свай для подпорных стен и противофильтрационных завес сложной конфигурации; свай-шурпов, ограждающих котлованы или прерывающих линии скольжения; дозированного компенсационного нагнетания и т. п.

В современных условиях повысился спрос на деревянные конструкции. Для малоэтажного и коттеджного строительства стали широко использовать оцилиндрованные бревна, профилированные и клееные брусья. Разработаны отечественные клеи для изготовления конструкций, работающих под открытым небом (в 2 раза дешевле импортных), и для конструкций в помещениях (в 5 раз дешевле импортных) при той же долговечности. Эти клеи обеспечивают возможность широкого использования в России клееных конструкций, поскольку их стоимость на одну тонну несущей способности становится сопоставимой со стоимостью стальных и железобетонных конструкций. Кроме того, разработаны конструкции равнопрочных стыков деревянных элементов, что позволяет собирать на строительной площадке конструкции с пролетами 50... 70 м. Уже построено много объектов из клееной древесины — мосты, спортивные торговые комплексы, склады и др.

Появились новые защитные покрытия, которые выполняют роль антисептика и огнезащиты для деревянных конструкций и оставляют при этом видимой естественную фактуру дерева. Для остальных конструкций разработаны покрытия, совмещающие огнезащитные и противокоррозионные свойства, для железобетонных конструкций дополнительно разработана специальная система защитного армирования.

Отечественные ученые создали ремонтно-пригодную быстро-монтируемую опалубку для монолитного бетонирования с простыми замками, которая по качеству не уступает импортной, но при этом вдвое дешевле, а также силоизмерительную аппаратуру на крюки кранов и многое другое.

Все указанные материалы выпускаются серийно, прошли производственную проверку и успешно применяются на объектах.

В последние годы 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.

В настоящее время взят курс на разработку и внедрение в строительных организациях системы качества на основе международных стандартов. Разрабатываются специальные методические пособия и регламенты по внедрению международных систем качества для конкретных проектных, строительно-монтажных организаций и предприятий строительной индустрии.

Последовательная и планомерная деятельность по формированию национальной нормативно-технологической базы предприятий ориентирована на решение основной задачи — постоянное стремление к достижению максимального уровня соответствия существующей системы строительства современным потребностям, международным нормам и стандартам.

Несмотря на кризисные явления и глубокие структурные сдвиги нам удалось сберечь производственно-технический потенциал строительной отрасли и обеспечить его развитие. Строительный комплекс России представляет сегодня довольно мощную отрасль, способную решать задачи любой сложности. Он включает в себя около 160 тыс. больших, средних и малых предприятий, на которых трудятся около 7 млн человек. Сохранились крупные государственные строительные корпорации и объединения, в состав которых на правах полной хозяйственной самостоятельности и добровольности входят предприятия разных форм собственности. В них концентрируются финансовые и технические ресурсы пред-

приятый и при необходимости формируются мобильные коллективы для выполнения работ на уникальных объектах.

Важнейшей задачей строительного комплекса является обеспечение интересов граждан, достижение максимальных результатов с наименьшими затратами, повышение эффективности капиталовложений с учетом фактора времени. Сокращение продолжительности строительства позволяет быстрее вводить объекты в эксплуатацию и тем самым производить больше продукции и ускорять окупаемость вложений.

В связи с этим Госстрой России определил следующие первоочередные задачи строительного производства:

- расширение выпуска высокоэффективных и конкурентоспособных строительных материалов и изделий;

- создание условий для повсеместного внедрения высокоэффективных безотходных и ресурсосберегающих технологий;

- улучшение финансово-экономического положения строительных организаций, снижение издержек производства, улучшение качества продукции;

- модернизация производственного потенциала и создание новых эффективных машин и механизмов;

- более рациональное размещение производственных сил, в том числе в малоразвитых и богатых ресурсами регионах Сибири и Крайнего Севера, ускоренное развитие всех видов транспорта и связи;

- более активное использование внутренних резервов в каждой строительной фирме, организации, объединении, корпорации.

Одной из важнейших социальных задач остается обеспечение населения современным комфортным жильем с развитой инфраструктурой, обеспеченной надежными и эффективными инженерными сооружениями. До 2010 г. должна быть успешно реализована принятая правительством федеральная целевая программа «Жилище», которая позволит повысить уровень жизни нашего народа.

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
СТРОИТЕЛЬСТВА**

1.1. Общие положения

В отличие от обычных промышленных и гражданских зданий массовой застройки специальные здания и сооружения выполняют особые эксплуатационные функции, часто имеют большие размеры, сложные архитектурно-планировочные и конструктивные решения и возводятся не по типовым, а по индивидуальным проектам, разрабатываемым в две стадии.

Предназначенные для проживания и разнообразной жизнедеятельности людей, специальные здания наряду с особыми прочностными характеристиками должны обеспечивать комфортные условия для обитания — естественную освещенность помещений, экологическую чистоту, необходимые температурно-влажностные условия и пр.

Основные требования к инженерным сооружениям — прочность, устойчивость, надежность при наружных и внутренних воздействиях. Жестких требований к температурно-влажностному режиму таких сооружений, как правило, не предъявляется.

Специальные требования предъявляются при проектировании следующих типов зданий и сооружений:

- промышленные здания тяжелого типа с металлическими конструкциями;

- большепролетные здания спортивного и общественного назначения;

- гражданские высотные здания с металлическим, железобетонным и смешанным каркасом;

- малоэтажные жилые здания коттеджного типа с конструкциями из местных строительных материалов.

Инженерные сооружения можно классифицировать по следующим группам:

- подземные и заглубленные сооружения — трубопроводы, коллекторы, природоохранные и очистные сооружения, подземные гаражи, заглубленные резервуары и отстойники, насосные станции;

высотные сооружения, связанные с производственно-технологическим процессом, — градирни, трубы, копры, этажерки и пр.; наземные сооружения для хранения пылевидных, жидких и газообразных веществ — силосы, резервуары, газгольдеры и пр.; высотные инженерные сооружения энергетики и связи; сооружения, обеспечивающие транспортные потоки, — мосты, галереи, эстакады, путепроводы, пешеходные переходы; здания и сооружения агропромышленного комплекса — теплицы и оранжереи, зерновые элеваторы, базы механизации, помещения для содержания скота и пр.

1.2. Разработка проектно-сметной документации

До начала строительно-монтажных работ (СМР) на строительной площадке должен быть выполнен комплекс технической и организационной подготовки, способствующий решению задач с наибольшей эффективностью, высоким качеством работ, экономичным расходом ресурсов и экономией времени.

Организационная подготовка строительства включает в себя принятие решения о начале строительства, предпроектную подготовку (включая изыскательские работы и выбор места строительства) и проектирование.

На предпроектной стадии разрабатывают обоснование инвестиций (финансирование), в котором указывают цель инвестирования, назначение и мощность строительного объекта, перечень (номенклатуру) продукции или услуг, источники и объем финансирования.

В местные исполнительные органы власти представляется ходатайство (декларация) о намерениях, где приводятся сведения о будущих возможностях производственного предприятия, энергоресурсах, влиянии на окружающую среду, информация об источниках финансирования и способах использования готовой продукции.

После получения положительного заключения разрабатывается обоснование инвестиций в строительство, для чего генеральной проектной организации (генпроектировщику) заказчик (застройщик) выдает задание на проектирование.

Генпроектировщиком по подряду с заказчиком является проектная организация, выполняющая основную часть проектных работ (в жилищно-гражданском строительстве) или разрабатывающая технологическую часть проекта (в промышленном строительстве).

С ее согласия заказчик по контракту нанимает для проектирования специализированные субподрядные проектные и проектно-изыскательские организации.

Выполненные проектировщиком и субподрядными проектно-изыскательскими организациями экономические и технические (инженерные) изыскания подтверждают (или опровергают) целесообразность строительства.

Экономические изыскания заключаются в разработке вариантов обеспечения строительства сырьевыми ресурсами, транспортом, рабочими кадрами, жильем и культурно-бытовыми учреждениями.

Технические изыскания состоят из следующих периодов: подготовительный период, включающий в себя сбор и анализ справочных данных;

камеральный период, заключающийся в обработке материалов полевых работ, составлении отчета и строительного паспорта.

При технических изысканиях изучают: характер и рельеф местности (топографо-геодезические изыскания);

уровень грунтовых вод и свойства грунтов (гидрогеологические и геологические изыскания);

атмосферные условия (гидрометеорологические изыскания);

состояние почвы (почвенно-геоботанические изыскания);

состояние окружающей среды и влияние на нее будущего строительства (санитарно-гигиенические изыскания).

Обоснование, подтвержденное материалами изысканий, предоставляется заказчиком на госэкспертизу. После получения положительного заключения госэкспертизы и решения местного органа исполнительной власти разрабатывается проектная документация на строительство объекта. В зависимости от сложности объекта проектная документация на строительство разрабатывается в одну или две стадии.

Одностадийное проектирование (рабочий проект) осуществляется на реконструкцию объекта и новое строительство по типовым проектам.

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

При строительстве специальных зданий и сооружений проектные работы могут выполнять любые проектные организации и фирмы, прошедшие лицензирование: технологические, проектирующие технологию производственных процессов; строительные, проектирующие строительную часть определенных видов зданий и сооружений; комплексные, проектирующие технологическую и строительную части.

Проектирование крупных промышленных и гражданских объектов обычно поручается крупным специализированным проектным организациям. В последнее время появились проектно-строитель-

ные организации (фирмы) и объединения, разрабатывающие проектную документацию, а затем реализующие ее при строительстве зданий и сооружений.

На основании утвержденного проекта разрабатывается рабочая документация (РД): локальные сметы, ведомости объемов строительно-монтажных работ, перечень необходимых материалов, проект производства работ (ППР), спецификации оборудования и приборов.

Проектную документацию на строительство, как правило, разрабатывают на конкурсной основе по подрядным торгам (тендер). Основными требованиями к представленной на тендер проектной документации являются: архитектурно-строительные, объемно-планировочные и конструктивные решения; разработка мероприятий по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям; разработка природоохранных мероприятий. Дополнительные требования к зданиям и сооружениям производственного назначения определяются технико-экономическими показателями объекта (мощность, производительность), конкурентоспособностью и экономичностью продукции. Дополнительными требованиями к объектам жилищно-гражданского назначения являются эстетичность и выразительность фасадов, наличие встроенных предприятий общественного обслуживания, число секций, квартир и т.д.

1.3. Технологическое проектирование

Опыт строительства показывает, что правильно организовать строительное производство можно лишь при наличии комплексной проектно-технологической документации — проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ. Порядок разработки указанных документов изложен в СНиП 3.01.01—85 «Организация строительного производства». ПОС разрабатывается Генпроектировщиком или по его заказу другой проектной организацией и является обязательным документом для заказчика и организаций, осуществляющих строительство и материально-техническое снабжение объекта.

Исходные материалы для разработки ПОС включают в себя: технико-экономическое обоснование (ТЭО) строительства и задание на проектирование объекта; материалы инженерных изысканий (при реконструкции объектов — материалы их предпроектного технического обследования); решения по применению материалов, механизмов и ресурсов; сведения об условиях поставки строительных конструкций, изделий и оборудования; объемно-планировочные и конструктивные решения объектов и принципиальные технологические схемы строительства;

другие сведения и материалы, необходимые для разработки проекта.

Состав ПОС регламентирован приложением 2 СНиП 3.01.01—85, он включает в себя следующие основные документы:

календарный план строительства, в котором определяются сроки и очередность возведения основных и вспомогательных зданий с распределением капитальных вложений по периодам строительства;

строительные генеральные планы для подготовительного и основного периодов строительства;

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

ведомости объемов основных строительных, монтажных и специальных строительных работ с выделением работ по основным зданиям и сооружениям и периодам строительства;

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

график потребности в основных строительных машинах;

график потребности в кадрах строителей по основным категориям;

пояснительная записка, содержащая основные данные для разработки организационно-технологических решений проекта, обоснование методов организации и технологии строительного производства, потребности в кадрах и материально-технических ресурсах, методов производства строительных работ, перечень условий сохранения окружающей среды, технико-экономические показатели (ТЭП).

Состав и содержание ПОС могут изменяться в зависимости от сложности и специфики проектируемых объектов, необходимости применения специальных вспомогательных сооружений, приспособлений и установок, особенностей отдельных видов работ, а также от условий поставки на строительную площадку материалов, конструкций и оборудования.

Для сложных объектов, где впервые применяется принципиально новая технология производства, уникальное технологическое оборудование, а также зданий, строительство которых намечается в особо сложных природных условиях, в состав ПОС включают несколько дополнительных документов, важнейшим из которых является комплексный укрупненный сетевой график (КУСГ).

ПОС для несложных объектов можно разрабатывать в сокращенном объеме. Он состоит из календарного плана строительства; строительного генерального плана (стройгенплана); данных об объемах СМР и потребности стройки в основных материалах, конструкциях изделий и оборудовании; графика потребности в стро-

ительных машинах и транспортных средствах; краткой пояснительной записи, включающей мероприятия по охране труда; технико-экономических показателей.

ППР на строительство новых, расширение и реконструкцию предприятий, зданий или сооружений разрабатывают подрядные строительные или проектно-технологические организации (Оргтехстрой). Состав ППР регламентирован приложением 4 СНиП 3.01.01—85.

В зависимости от продолжительности строительства объектов и объемов работ можно разрабатывать ППР не только на здание или сооружение, но и на отдельные их части, а также на выполнение отдельных технически сложных общестроительных или специальных работ. ППР на работы подготовительного периода, на основные и технически сложные работы должен быть выполнен до начала строительства объекта или тех его частей, на которые составлен ППР.

Исходными материалами для разработки ППР служат: задание на его разработку; ПОС; рабочая документация; материалы технического обследования действующих предприятий при их реконструкции, а также требования к особенностям выполнения СМР и специальных работ в условиях действующего предприятия.

В обязательном порядке в ППР должны быть включены:

- календарный план производства работ по объекту;
- строительный генеральный план (СГП);
- технологические карты (схемы) на выполнение отдельных видов работ, последовательность работ при реконструкции;
- решения по производству геодезических работ;
- решения по технике безопасности;
- решения по прокладке временных коммуникаций;
- перечни технологического инвентаря и монтажной оснастки;
- пояснительная записка.

ППР на выполнение отдельных видов работ (монтажных, отделочных и т. п.) должен состоять из календарного плана производства работ по виду работ; СГП; технологических карт производства работ; данных о потребности в основных материалах, машинах, приспособлениях и оснастке; краткой пояснительной записки с необходимыми обоснованиями и технико-экономическими показателями.

В целях равномерной загрузки монтажных бригад, возводящих сложные и трудоемкие части промышленных комплексов, на основе исходных данных, содержащихся в ПОС и ППР, могут разрабатываться проекты организации работ (ПОР), в которых приводятся расписание движения бригад, графики комплектации оборудования, материалов и т. п.

Технологические карты (ТК) разрабатываются по единой схеме, рекомендуемой методическими указаниями Центрального

научно-исследовательского института организации, механизации и технической помощи в строительстве (АОЗТ ЦНИИОМТП). В них отражаются вопросы технологии и организации строительного процесса, потребности в материально-технических ресурсах, а также требования к качеству работ.

Технологическая карта должна состоять из шести разделов:

I раздел «Область применения». Содержит условия выполнения строительного процесса (в том числе климатические), характеристики конструктивных элементов зданий, сооружений и их частей, состав строительного процесса;

II раздел «Технология и организация выполнения строительного процесса». Содержит требования к завершенности предшествующего процесса, состав машин и механизмов с указанием их технических характеристик и количества, перечень, последовательность и схемы выполнения операций или простых процессов, а также схемы расположения механизмов и приспособлений, складирования материалов и конструкций;

III раздел «Требования к качеству и приемке работ». Приводится перечень операций, схемы и способы контроля, используемые приборы и оборудование;

IV раздел «Техника безопасности и охрана труда, экологическая и пожарная безопасность». Определяет правила безопасного выполнения процесса для условий строительства, экологические требования к производству работ, условия сохранения окружающей среды;

V раздел «Потребность в ресурсах». Приводится перечень машин, механизмов и инвентаря, а также ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях;

VI раздел «Технико-экономические показатели». Содержит затраты труда рабочих (чел.-ч), затраты времени работы машин (маш.-ч), заработную плату рабочих и машинистов (руб.), продолжительность выполнения процессов (смен) в соответствии с графиком, выработку на одного рабочего в смену (в натуральных показателях), затраты на механизацию (руб.), калькуляцию трудозатрат и затрат времени работы машин, график производства работ.

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 развитие ТК иногда составляются карты трудовых процессов (КТП), состоящие из четырёх разделов: «Область и эффективность применения карты»; «Условия и подготовка выполнения процесса»; «Исполнители, предметы и орудия труда»; «Технология процесса и организация труда»

Основная цель разработки ПОС и ППР — способствовать повышению технической культуры в строительном производстве, внедрению передовых методов ведения строительных работ, повышению качества и снижению стоимости строительной продукции, что является особенно важным при рыночной экономике.

Как правило, должно быть разработано несколько вариантов ПОС и ППР, из которых затем выбирают наиболее эффективный. При сравнении, в первую очередь, анализируют затраты финансовых средств, времени, труда и материально-технических ресурсов. Рассматриваются следующие основные технико-экономические показатели:

стоимость производства, т. е. себестоимость работ в целом или единицы строительной продукции (1 м² площади здания, 1 м³ объема здания или несущих и ограждающих конструкций и т. п.);

продолжительность строительства объекта;

трудоемкость работ, т. е. общие затраты труда или удельная трудоемкость (на 1 м², 1 м³, 1 т и др.).

Основные показатели могут быть дополнены частными: затраты на единицу продукции, выработка рабочего за единицу времени и т. п.

Себестоимость строительных работ складывается из следующих расходов: на материалы и конструкции, включающие в себя заготовительно-складские расходы и стоимость доставки на объектный склад; эксплуатацию машин, механизмов и установок; заработную плату рабочих; транспортные расходы; накладные расходы, в состав которых входят административно-хозяйственные расходы, расходы на содержание пожарной и сторожевой охраны, износ инвентаря, инструмента и др. Разработанные варианты ПОС и ППР сравнивают по себестоимости:

$$C_{\text{эт}} \geq C_{\text{пр}} \leq C_{\text{см}},$$

где $C_{\text{эт}}$ — себестоимость по эталонному варианту производства; $C_{\text{пр}}$ — себестоимость по представленному варианту; $C_{\text{см}}$ — стоимость по смете.

Трудоемкость работ складывается из затрат труда на эксплуатацию машин, выполнение строительных процессов, осуществляемых вручную, вспомогательные работы (устройство дорог, подъездов и др.), погрузо-разгрузочные работы.

Сравнение ПОС и ППР по трудоемкости отражается следующим отношением:

$$T_{\text{эт}} \geq T_{\text{пр}} \leq T_{\text{норм}},$$

где $T_{\text{эт}}$ — трудоемкость СМР по эталонному варианту; $T_{\text{пр}}$ — трудоемкость СМР по представленному варианту; $T_{\text{норм}}$ — нормативная трудоемкость, определяемая при разработке проектной документации.

Трудоемкость единицы продукции механизированного процесса определяют по формуле

$$T_{\text{уд}} = (\sum T_{\text{м}} + \sum T_{\text{р}} + \sum T_{\text{в}}) / V,$$

где $\sum T_{\text{м}}$ — затраты труда на эксплуатацию машин; $\sum T_{\text{р}}$ — затраты труда на процессы, выполняемые вручную; $\sum T_{\text{в}}$ — затраты труда на вспомогательные работы; V — объем работ в натуральных показателях, м², м³, т.

Продолжительность строительства рассчитывают по формуле

$$P_{\text{эт}} \geq P_{\text{пр}} \leq P_{\text{норм}},$$

где $P_{\text{эт}}$ — продолжительность строительства по эталонному варианту; $P_{\text{пр}}$ — продолжительность строительства по представленному варианту; $P_{\text{норм}}$ — нормативная продолжительность строительства объекта.

Если разработанный ПОС или ППР по показателям равен или меньше эталонного и соответствует нормативным требованиям, то его представляют на сравнение. Из нескольких сравниваемых вариантов с близкими основными параметрами на утверждение представляют вариант, имеющий лучшие показатели по суммарной экономической эффективности. Если разница этих показателей окажется незначительной, то учитывают продолжительность и трудоемкость работ.

1.4. Определение потребности в ресурсах

Материалы. При возведении специальных зданий и сооружений, особенно транспортного и сельскохозяйственного назначения, гораздо шире, чем при массовом строительстве, применяются местные строительные материалы: камень, кирпич, древесина. Во многих случаях использование местных строительных материалов бывает более выгодным экономически, чем применение привозных промышленных конструкций и материалов.

Камень — один из самых долговечных материалов, о чем свидетельствуют дошедшие до нашего времени памятники древнего зодчества, возведенные несколько тысячелетий назад. Каменные материалы обладают такими ценными свойствами, как привлекательный внешний вид, прочность, огнестойкость. К недостаткам кладки из камня следует отнести большую массу и трудоемкость выполнения работ.

Из искусственных каменных материалов наиболее широкое распространение получили глиняный и силикатный кирпич, керамические камни и мелкие блоки, масса которых позволяет укладывать их вручную.

При повышенных требованиях к теплозащите наружных стен рекомендуется применять искусственные пустотелые и поризованные каменные материалы.

Древесина в нашей стране была, а для восточных и северных районов и в настоящее время является одним из основных строительных материалов из-за ее широкого распространения и хороших строительных свойств: прочности, легкости, низкой теплопроводности и привлекательного внешнего вида.

К недостаткам древесины следует отнести гнилостойкость, возгораемость, коробление, растрескивание при увлажнении-высыхании и др.

В последнее время благодаря современным методам обработки древесины (оцилиндровка, склеивание, профилирование) появилась возможность перевода деревянного строительства на промышленную основу.

Однако несмотря на эффективность применения местных строительных материалов наибольшее распространение при строительстве специальных зданий и сооружений имеют металлы и железобетон.

Потребность в материалах определяется на стадии ПОС — по укрупненным нормативам, на стадии ППР — по рабочим чертежам.

При определении запаса материалов исходят из того, что он должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ. В зависимости от организации работ он может колебаться от нуля до полного объема, необходимого для строительства.

Запас материалов и конструкций определяют по формуле

$$P_{\text{скл}} = (P_{\text{общ}}/T)T_n K_1 K_2,$$

где $P_{\text{общ}}$ — общее количество материалов и конструкций, необходимое для строительства (определяется по укрупненным показателям или рабочим чертежам); T — продолжительность работ, выполняемых по календарному плану с использованием этих материалов, дни; T_n — норма запасов материалов, дни (табл. 1.1); K_1 — коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (для автотранспорта $K_1 = 1,1$); K_2 — коэффициент неравномерности потребления материалов, равный 1,3.

Таблица 1.1. Норма запасов основных материалов и изделий

Вид материалов (изделий)	Норма запаса, дни
Арматура, трубы, пиломатериалы	15...20
Сборные конструкции	8...15
Стеновые материалы	7...20

Электроснабжение. При проектировании временного электро-снабжения строительной площадки рассчитывают электрические нагрузки; определяют число и мощность трансформаторных подстанций или других источников электроснабжения; выявляют объекты, требующие резервного электропитания; составляют проект временного электроснабжения площадки и т.д.

При разработке общеплощадочного строительного генерального плана на стадии ПОС расчет электрических нагрузок ведется по укрупненным показателям в соответствии со статистическими данными о расходе электроэнергии на 1 млн руб. строительно-монтажных работ.

Расчетная мощность трансформаторов P_p (кВ·А) определяется по формуле

$$P_p = p C k_T,$$

где p — удельная мощность, кВ·А / млн руб.; C — годовой объем СМР (определяется по графику финансирования в период наивысшей интенсивности работ), млн руб.; k_T — коэффициент, учитывающий район строительства.

При проектировании на стадии ППР расчет нагрузок ведется по установленной мощности электроприемников — потребителей электроэнергии. Наиболее точным является способ расчета по мощности, необходимой для обеспечения работы строительных машин (P_c), выполнения строительно-монтажных работ (P_T), наружного освещения стройплощадки ($P_{o,n}$) и внутренних помещений ($P_{o,b}$).

Расчет нагрузок ведется по формуле

$$P_p = 1,1 [\sum (P_c K_c / \cos \varphi) + \sum (P_T K_T / \cos \varphi) + \sum P_{o,b} K_o + \sum P_{o,n}],$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий потери в сети; K_c , K_T , K_o — коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности, зависящий от числа и загрузки силовых потребителей, равный 0,65...0,75.

Мощность потребителей электроэнергии для силовых установок (P_c) и технологических процессов (P_T) определяется по справочникам и каталогам, устройств внутреннего и наружного освещения ($P_{o,b}$ и $P_{o,n}$) — по удельным показателям мощности на освещаемую площадь.

Мощность P_p (кВ·А) пересчитывается в установленную мощность (кВт) по формуле

$$P_p = P_y \cos \varphi.$$

Схема временного электроснабжения включает в себя источники и потребители электроэнергии, силовые пункты и распределительные сети.

Источниками электроснабжения на строительной площадке чаще всего являются трансформаторные подстанции стационарного и передвижного типа.

При отсутствии источников или сетей электроснабжения можно применять временные передвижные электростанции на автомобильных шасси, работающие на жидком топливе.

Временное водоснабжение и канализация. Потребность в воде, учитываемая на стадии ПОС, также определяется по укрупненным показателям объема СМР.

Расчетные нормативы определяют потребность в воде на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды, устанавливаемые по размеру площади территории строительной площадки.

При площади застройки до 10 га расход воды на эти цели составляет 10 л/с, при площади застройки до 50 га — 20 л/с, при большей площади на каждые дополнительные 25 га расход воды увеличивается на 5 л/с.

При проектировании на стадии ППР общий расход воды определяют по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}},$$

где $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{хоз}}$, $Q_{\text{пож}}$ — потребность в воде соответственно на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды, л/с.

Расход воды на производственные нужды (приготовление бетонной или растворной смеси, поливка уложенного бетона, выполнение штукатурных и малярных работ, обслуживание и мойка строительных машин и т. п.) определяется по принятым нормам:

$$Q_{\text{пр}} = \sum(q_1 n K_n) / (8 \cdot 3600),$$

где q_1 — удельный расход воды на единицу объема работ или отдельного потребителя, л; n — объем работ или число машин; K_n — коэффициент неравномерности потребления воды, равный 1,5...2,0.

Потребность в воде на хозяйственные нужды $Q_{\text{хоз}}$ определяется по нормативам ее расхода на 1 чел. в дневную смену исходя из численности работающих R :

$$Q_{\text{хоз}} = (R q_{\text{хоз}} K_n) / (8 \cdot 3600),$$

где $q_{\text{хоз}}$ — расход воды на одного работающего (ориентировочно принимается 20...25 л для площадок с канализацией; 10...15 л для площадок без канализации; 3,6 л на прием одного душа одним работником); K_n — коэффициент неравномерности потребления, равный 2,7.

Минимальный расход воды для противопожарных целей определяется из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с на каждую струю, т. е. 10 л/с.

Если $Q_{\text{пож}}$ больше расхода на производственные и хозяйственно-бытовые нужды, то потребность в воде устанавливается по величине расхода на противопожарные нужды.

Источниками временного водоснабжения могут быть существующие водопроводные сети, проектируемые постоянные или временные водопроводы при условии ввода их в эксплуатацию по постоянной или временной схеме, водоемы емкостью не менее 100 м³.

Вода должна подводиться к бетоно- и растворосмесительным установкам, туалетам, предприятиям питания, медпунктам, пожарным гидрантам.

Обеспечение строительства теплом, сжатым воздухом, кислородом и другими газами. Строительное производство нуждается в тепле в основном в зимнее время года для технологических нужд (нагревание бетона, оттаивание грунта и др.), отопления и сушки строящихся объектов, отопления и горячего водоснабжения временных санитарно-бытовых и административно-хозяйственных помещений.

На стадии ПОС намечаются общие решения по теплоснабжению площадки. Расчет потребности в тепле осуществляют по укрупненным показателям. На стадии ППР конкретизируются решения ПОС.

Общая суточная потребность в тепле P_t определяется по формуле

$$P_t = 24 \sum V q + P_n + P_{\text{н}},$$

где $\sum V$ — объемы отапливаемых помещений, м³; q — удельные тепловые характеристики помещений, кДж/м³/ч; P_n — расход тепла на производственные нужды, кДж/ч; $P_{\text{н}}$ — расход тепла на неучтенные нужды и потери, принимаемый из расчета 20 % от учтенных расходов тепла, кДж/ч.

Источниками временного теплоснабжения строительной площадки могут быть существующие или проектируемые теплосети, калориферы и воздушонагреватели, ТЭНы, газобаллонные установки и др.

Аналогичными способами решаются задачи по обеспечению строительства сжатым воздухом, кислородом, ацетиленом, пропан-бутаном и другими газобаллонными ресурсами. На стадии ПОС потребность в этих ресурсах подсчитывается по укрупненным нормам на 1 млн руб. СМР.

На стадии ППР уточняется потребность в ресурсах с учетом конкретных объемов работ.

Необходимое количество сжатого воздуха ($\text{м}^3/\text{мин}$) определяют по формуле

$$Q_{\text{расч}} = 1,1 \sum kqn,$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах (от неплотности соединений и охлаждения в зимнее время); k — коэффициент, учитывающий одновременность работы механизмов; q — расход сжатого воздуха соответствующими механизмами (принимается по справочникам и паспортам машин); n — число машин.

ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

2.1. Общие положения

До начала выполнения работ подготовительного периода на площадке должно быть осуществлено:

- обеспечение объекта проектно-сметной документацией, отвод площадки для строительства;
- оформление финансирования и подрядных договоров;
- оформление разрешений и допусков на производство работ;
- решение вопросов переселения людей и организаций;
- решение вопросов подвода коммуникаций, поставок оборудования, материалов, конструкций и готовых изделий.

Работы подготовительного периода состоят из внешне- и внутриплощадочных работ. К внешнеплощадочным работам относятся: создание (при необходимости) материально-технической базы (карьеры, заводы, бетонорастворные узлы, автотранспортные хозяйства, центральное складское хозяйство и т. п.);

- обеспечение объекта временными зданиями и сооружениями;
- подводка к строительной площадке дорог и коммуникаций;

К внутриплощадочным работам относятся:

- расчистка и осушение территории, снос строений;
- создание опорной геодезической сети;

- устройство внутрипостроечных дорог, коммуникаций, временных сооружений, складов и т. п.

На этом этапе производится приемка геодезической сети, организовывается инструментальное хозяйство, перебазироваться строительные машины, создается запас строительных материалов и изделий.

2.2. Расчистка территории

В соответствии с проектом подготовительных работ часть зеленых насаждений на строительной площадке защищают от повреждений или пересаживают на новые места. Деревья и кустарники, не подлежащие вырубке и пересадке, огораживают, а остальные спиливают механическими или электрическими пилами, толстые корни пней подрезают рыхлителями или бульдозерами, после чего пни корчуют с помощью тракторных лебедок, иногда с помощью полиспастов.

Деревья диаметром до 25 см валют бульдозерами, кустарник срезают тракторами-кусторезами. Дробят крупные камни и расщепляют большие пни иногда при помощи взрыва.

Плодородный слой почвы, подлежащий снятию, перемещают бульдозерами в специально отведенные места (бурты), а затем используют в местах озеленения или отвозят в другие места для рекультивации земли. Часть зеленых насаждений пересаживают на новые места, часть оставляют на месте и огораживают во избежание повреждения.

Деревянные строения при сносе разбирают на элементы в целях дальнейшего использования пригодной древесины. При разборке каждый отделяемый элемент должен быть предварительно раскреплен и должен занимать устойчивое положение.

Металлические конструкции при разборке раскрепляют, а затем разрезают кислородными резаками. Железобетонные строения разбирают в соответствии со схемой сноса, обеспечивающей

устойчивость строения в целом. В конструкциях предварительно оголяют арматуру, раскрепляют полученные отдельные блоки, режут арматуру и обламывают блоки. Наибольшая масса такого блока в соответствии с требованиями техники безопасности 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 разборке желательно использовать экскаваторы с различным специальным эффективным навесным оборудованием (рис. 2.1). Например, оборудование «ножницы» на базе экскаватора KATO НД-1500 GSY обладает усилием резания $2649 \cdot 10^3$ Н.

2.3. Осушение площадки

В случае необходимости осушение строительной площадки осуществляют путем отвода поверхностных вод (верховодки) или понижения уровня грунтовых вод. Чаще для этого используют водоотводные каналы или обвалование с нагорной части площадки. При значительном притоке грунтовых вод устраивают открытые или закрытые дренажи, а также искусственное водопонижение с помощью иглофильтров. При необходимости понижения грунтовых вод на 20 м и более могут применяться трубчатые колодцы с артезианскими насосами.

Для защиты от притока воды также могут использоваться ледяные стенки из замороженного грунта или грунтобетонные стенки.

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

Тиксотропный противofiltrационный экран 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, обладающей водоотталкивающими свойствами.

Суспензия бентонитовой глины может нагнетаться в щели, прорезаемые специальными машинами — барами или подаваться через скважины под большим давлением.

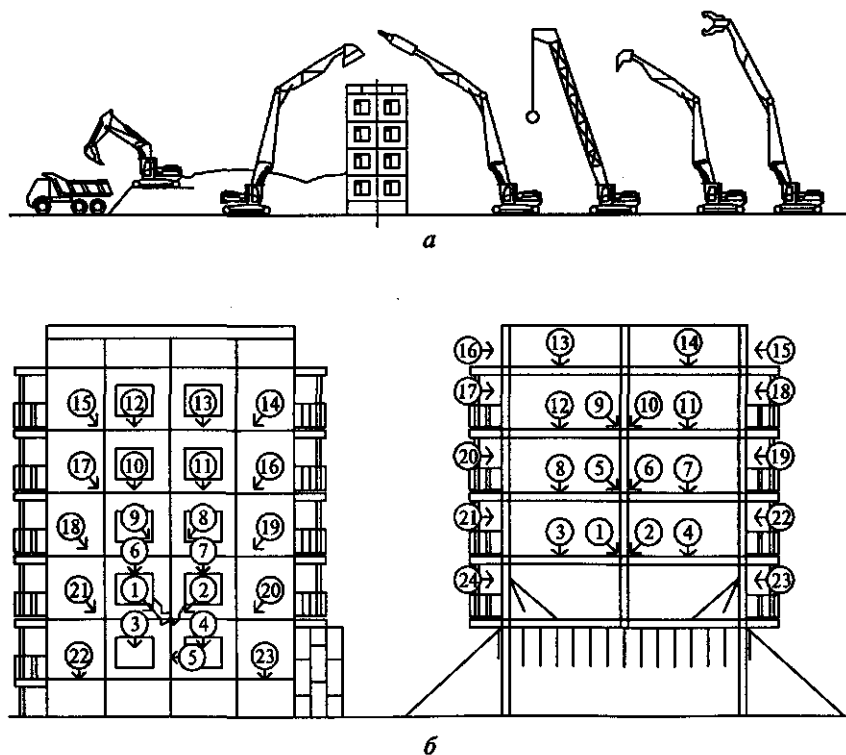


Рис. 2.1. Снос существующих строений с помощью экскаваторов, оборудованных ковшом, гидравлическим молотом, шар-бабой, разламывателем, гидроножницами (а); последовательность разборки торцевых и продольных стен и перекрытий (б)

Грунтобетонные стенки в грунте устраивают с помощью специальных буровых машин, использующих струйную технологию или высоконапорную инъекцию (до 40 МПа). Специальная полимерцементная суспензия подается в грунт через буровые штанги при его поднятии.

2.4. Создание опорной геодезической сети

Основные положения геодезического обеспечения строительства включаются в ПОС и ППР. При строительстве сложных и крупных зданий и сооружений разрабатывается Проект производства геодезических работ (ППГР), включающий в себя согласованные графики работ, схемы плановой и высотной основы, методики измерения и закрепления опорных точек, передачи осей и отметок, способы контроля установки конструкций и т.д.

До начала выполнения геодезических работ на строительной площадке специалисты технического надзора заказчика проверяют и выдают к производству требуемую проектно-технологическую документацию: генплан строительства, стройгенплан объекта, проекты производства работ и вертикальной планировки, разбивочные и рабочие чертежи, в том числе план фундаментов под оборудование и монтажные чертежи оборудования, а также топографическую и геодезическо-маркшейдерскую документацию.

Геодезическая плановая и высотная основа, включающая в себя построение разбивочной сети строительной площадки и вынос в натуру основных или главных осей зданий и сооружений, создается на стадии подготовительных работ. 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 и сооружений.

Вид опорной геодезической сети выбирают с учетом местных условий. На местности со «спокойным» рельефом рекомендуется использовать сети в виде строительной сетки и красных линий (рис. 2.2). В качестве высотного обоснования чаще всего используется строительная сетка, в которой совмещены пункты плановой и нивелирной разбивочных сетей, а вычисление координат пересечения разбивочных осей, углов зданий и отдельных точек значительно упрощается.

Поэтому строительная сеть со сторонами 50, 100 или 200 м, привязанная к государственной системе координат, является наиболее распространенным видом опорной геодезической сети в строительстве. Предельное отклонение построения плановых точек строительной сетки составляет ± 20 мм, высотных — ± 3 мм.

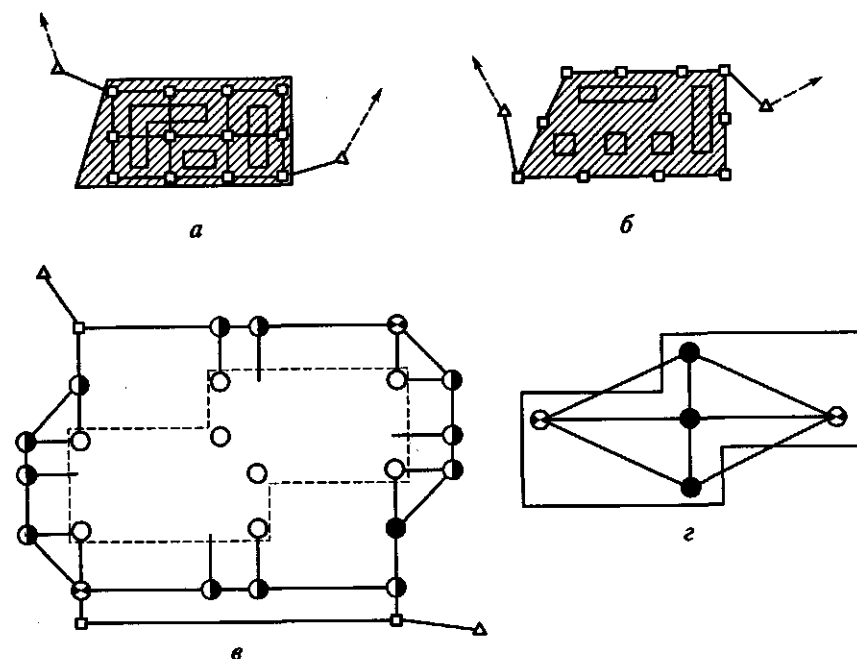


Рис. 2.2. Схемы разбивочных осей:

a — строительной сетки; *б* — красных линий; *в*, *г* — внешней и внутренней разбивочной сети сооружения; \square, Δ — пункты разбивочной и государственной сетей; \oplus — реперы, совмещенные с осевыми знаками; \bullet, \odot — временные и постоянные осевые знаки; \circ — осевые знаки на сооружении

Возводимые здания следует располагать внутри фигур сетки. Опорные точки строительной сетки следует увязывать с генеральным планом строительной площадки.

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 здания: внешней и внутренней, которая определяет положение главных, основных и детальных осей здания или сооружения.

Значительная 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-гвозди, деревянные колья и др. Места закладки геодезических знаков указываются на стройгенплане ПОС.

Основой для разбивочных работ служит внешняя опорная геодезическая сеть здания. Комплекс геодезических работ, связанный с разбивкой сооружений, складывается из следующих технологических процессов: определение на местности планового положения отдельных точек, откладывание на местности заданного расстояния, построение заданных углов, вынесение на местность заданных высотных отметок. При откладывании на местности заданного расстояния следует учитывать поправки на неровность местности. При однообразном скате длина линии

$$l = l_0 / \cos v,$$

где l_0 — длина горизонтальной линии, равная ее проектному значению; v — угол наклона местности.

При изменении температурных условий вводят поправку на изменение температуры:

$$\Delta l_1 = \alpha l (t - t_0),$$

где α — коэффициент температурного расширения; l — длина мерного прибора; t , t_0 — соответственно температура мерного прибора при измерении и компарировании (тарировке).

При построении на местности проектного угла дается только одно направление, а другое необходимо найти. При этом необходимо тщательно выверить угломерный инструмент (теодолит) и свести к минимуму погрешности визирования, отсчета и влияние внешних условий.

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

Вынесенные на обноску оси в процессе строительства утрачиваются, поэтому на местности основные оси зданий фиксируют створными знаками (выносками), которые закрепляют в малодоступных местах кольями или металлическими штырями. В стесненных городских условиях обноску могут не устраивать, а оси зданий фиксировать кольями или штырями, заделываемыми в землю или цоколи соседних зданий.

Создание геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей в процессе строительства являются обязанностью заказчика. Производство геодезических работ в процессе строительства, геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки входят в обязанности подрядчика.

При строительстве технически несложных объектов и малых объемах строительно-монтажных работ техническое обслуживание и разбивочные работы могут выполняться силами инженерно-технических работников (ИТР) стройки. При крупном и сложном промышленном строительстве основные геодезические работы выполняет геодезическая служба, а линейным ИТР (мастерам и проборам) могут быть поручены простейшие разбивочные работы.

Геодезические работы осуществляются по единому для данной строительной площадки графику, увязанному со сроками выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ.

2.5. Размещение машин и механизмов

При размещении на строительной площадке машин учитывают безопасные условия работы механизмов; факторы влияния устанавливаемого механизма на работу других механизмов, размещенных в зоне его действия или на смежных участках; компактность расположения механизмов, подъездов, складов материалов и готовой продукции, бесперебойную их доставку; сокращение трудоемкости, материальных и финансовых затрат при установке механизмов и дальнейшей их эксплуатации.

Наиболее сложной задачей является размещение (привязка) кранов и подъемников. При привязке монтажных кранов предварительно осуществляют выбор типов и марок кранов, расчет зон действия кранов с учетом ограничений.

Башенные краны при отсутствии ограничений подбирают по грузоподъемности Q_k , высоте подъема стрелы H_c и вылету стрелы L .

При привязке башенного крана с поворотной платформой и противовесом, размещаемыми в нижней его части, ось подкрановых путей располагают от выступающей части здания на минимальном расстоянии L_{\min} , м:

$$L_{\min} = R_{з.г} + l'_{б.з.},$$

где $R_{з.г}$ — задний габарит крана (радиус поворота платформы); $l'_{б.з.}$ — минимально допустимое безопасное расстояние от выступающей части крана до габарита здания.

При привязке башенных кранов с верхним противовесом расстояние от оси подкрановых путей до наружной грани здания (рис. 2.3) определяют по формуле

$$L_{\min} = (Б + l_{ш})/2 + 0,2 + l_б + l_{б.з.},$$

где $Б$ — база крана (расстояние между центрами рельсов); $l_{ш}$ — длина полушпалы, равная 1,375 м; 0,2 — минимальное расстояние в метрах от конца полушпалы до откоса балластной призмы; $l_б$ — величина заложения балластной призмы (определяется по

Поперечную привязку кранов, располагаемых у выемок, не имеющих специальных креплений (см. рис. 2.3, б), определяют по формуле

$$L_{\min} = (B + l_{\text{III}})/2 + 0,2 + l_6 + l_k,$$

где l_k — наименьшее расстояние от основания откоса выемки до нижнего края балластной призмы (для песков и супесей $l_k = 1,5h_k + 0,4$; для остальных грунтов $l_k = h_k + 0,4$ (h_k — глубина котлована)).

При установке стреловых самоходных кранов вблизи неукрепленных выемок наименьшее расстояние от основания выемки до ближайшей опоры машины принимается в соответствии со СНиП.

Таблица 2.1. Данные по привязке башенных кранов

Марка крана	База крана, м	Задний габарит, м.	Размеры балластного слоя, м, (толщина/заложение)	Минимальное расстояние от стены до рельса, м
МБСТК-80-100	6	3,7	0,2/0,30	—
КБ-404	6	3,8	0,2/0,30	—
КБ-100	4,5	3,5	0,3/0А5	2,05
МСК-5-20	6	4,5	0,30/45	2,20
КБ-160.2	6	3,8	0,35/0,50	1,50
КБк-160.2	6	3,8	0,40/0,60	1,50
КБ-405	7,5	3,8	0,45/0,70	1,70
КБ-503А	7,5	5,5	0,40/0,60	2,45
КБк-250	7,5	5,5	0,40/0,60	2,45
МСК-250	7,5	4	0,40/0,60	1,35
КБ-674	4,5	4	0,45/0,70	2,00

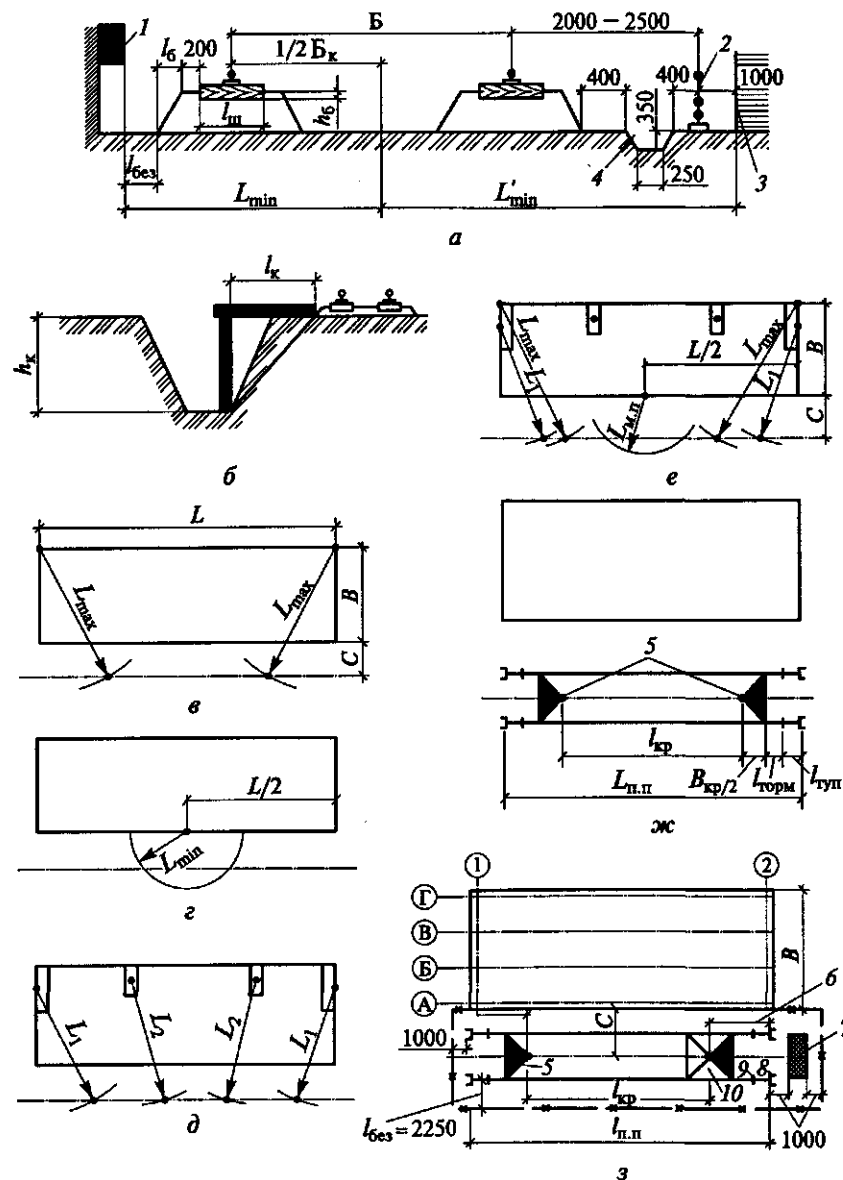


Рис. 2.3. Схемы поперечной и продольной привязок крановых путей:

а и *б* — поперечная привязка у здания и вблизи выемки; *в*...*е* — последовательность определения крайних стоек крана при продольной привязке; *ж* — определение минимальной длины крановых путей; *з* — привязка крановых путей; *1* — выступающая часть сооружения; *2* — ограждение; *3* — зона склада; *4* — водоотводная канава; *5* — крайние стойки крана; *б* — привязка крайней стойки крана к оси здания; *7* — контрольный груз; *8* — конец рельса; *9* — тупик; *10* — база крана

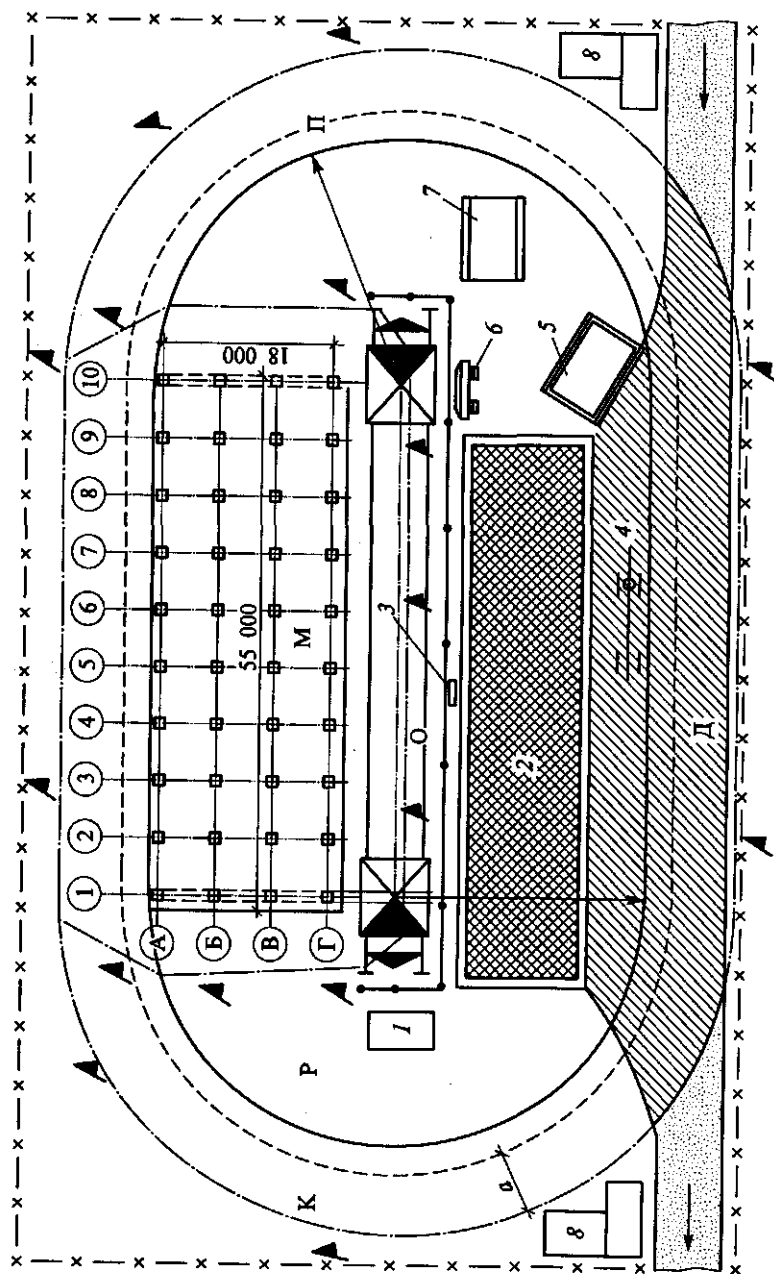


Рис. 2.4. Обозначение зон башенных и рельсовых стреловых кранов на стройгенплане:

К — зона, опасная для нахождения людей; П — зона перемещения грузов; Р — рабочая зона крана; О — опасная зона крановых путей; М — монтажная зона; Д — опасная зона дороги; 1 — место нахождения контрольного груза; 2 — площадка для складирования; 3 — шкаф электропитания крана; 4 — площадка для разгрузки автотранспорта; 5 — площадка для приема раствора; 6 — стенд со схемами строповки грузов; 7 — место для хранения грузозахватных приспособлений и тары; 8 — КПП

Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов заключается в определении требуемой протяженности подкрановых путей:

$$L_{п.п} = B_{кр} + l_{кр} + 2l_{т.п} + 2l_{туп},$$

где $B_{кр}$ — длина базы крана; $l_{кр}$ — расстояние между крайними стоянками крана; $l_{т.п}$ — длина тормозного пути крана (принимается 1,5 м); $l_{туп}$ — расстояние от конца рельса до тупика, равное 0,5 м.

Для определения $l_{кр}$ пользуются графическим способом (см. рис. 2.3, в, е), для чего на оси передвижения крана делают засечки циркулем в принятом масштабе из противоположных углов здания максимальным вылетом стрелы, из середины внутреннего контура здания минимальным вылетом стрелы, из центров наиболее тяжелых элементов соответствующими вылетами стрел при данной грузовой характеристике крана. Затем по крайним засечкам определяют расстояние между центрами крана $l_{кр}$ в крайнем положении. Расчетную длину подкрановых путей $L_{п.п}$ при необходимости увеличивают с учетом кратности длины полузвена 6,25 м.

В соответствии с правилами Госгортехнадзора России минимальная протяженность путей должна составлять 25 м (2 звена по 12,5 м). При работе в стесненных условиях допускается установка крана на одном звене подкрановых путей (фактически стационарная работа крана), но в этом случае звено должно быть уложено на жесткое основание (фундаментные блоки или специальные сборные конструкции).

При работе крана на строительстве зданий можно выделить следующие опасные для нахождения людей зоны (рис. 2.4):

монтажная зона (М) — пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Площадь этой зоны определяется контуром здания или сооружения с добавлением 7 м при высоте здания до 20 м, 10 м — при высоте более 20 м (на рис. 2.4 показана штрихпунктирной линией). В монтажной зоне можно размещать только монтажные механизмы, складирование материалов здесь запрещено;

зона обслуживания крана, или рабочая зона крана (Р), определяемая радиусом максимального рабочего вылета стрелы крана на

участке между крайними стоянками крана на рельсовом пути или полосе движения;

зона перемещения грузов (П) — место возможного падения груза при перемещении. Для большинства кранов граница зоны определяется радиусом, равным сумме максимального рабочего вылета крюка и $1/2$ длины самого длинного из перемещаемых грузов (на рис. 2.4 показано штриховой линией);

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

опасная зона подкрановых путей (О) — огражденная территория подкрановых путей. Минимальное расстояние от рельса до ограждения принимается равным 0,7 м;

опасная зона работы подъемника — принимают равной не менее 5 м от габаритов подъемника в плане, а при подъеме на большую высоту на каждые 15 м подъема добавляют 1 м;

опасная зона дороги (Д) — участки дорог, подъездов и подходов в пределах перечисленных зон, где могут находиться люди, не участвующие в работе с краном, транспортные средства и другие механизмы (на рис. 2.4 заштрихована);

опасные зоны монтажа конструкций (З) указываются при вертикальной привязке крана и появляются при монтаже конструкций верхних этажей здания. Наличие опасных зон монтажа конструкций требует разработки специальных мероприятий (выдача нарядов на особо опасные монтажные работы, ограждение зон видимыми сигналами и т.д.).

При работе в стесненных, сложных или особо сложных условиях некоторые движения крана приходится ограничивать. К таким работам можно отнести возведение сооружения в условиях плотной городской застройки или действующего предприятия; реконструкцию промышленного цеха или общественного здания; возведение методом «на себя»; совместную работу 2...3 кранов или крана и строительного подъемника; работу в охранной зоне ЛЭП, над действующими подземными коммуникациями, в местах движения транспорта и пешеходов и т.д.

2.6. Устройство внутрипостроечных дорог, складов, временных сооружений

Дороги. Для большинства строительных объектов доставка грузов осуществляется автомобильным транспортом. Временные автомобильные дороги и места расположения складов материалов и конструкций проектируют с учетом предварительно намеченного размещения кранов и других механизмов.

При проектировании дорог обычно стараются максимально использовать для строительства постоянные дороги, для чего рекомендуется увеличивать толщину бетонного слоя постоянных дорог до 0,2 м, а верхний слой асфальтового покрытия укладывать после завершения строительства объекта. Однако сеть постоянных дорог часто не обеспечивает строительство из-за несовпадения трассировки, габаритов и т.п. Поэтому строители на каждом объекте вынуждены прокладывать временные дороги несмотря на то, что стоимость их сооружения может составлять до 2 % от полной сметной стоимости строительства. Дешевле построить грунтовую автодорогу, но для ее успешной эксплуатации требуются благоприятные геологические, гидрогеологические и погодные условия. По нормам интенсивности эксплуатации грунтовой дороги не допускается прохождение по ней более трех автомобилей в 1 ч в одном направлении. Поэтому грунтовые дороги кроме периодического профилирования часто необходимо дополнительно укреплять щебнем, гравием, вяжущими материалами.

В городских условиях внутрипостроечные дороги прокладывают из сборных железобетонных плит размером 1,75...6 м по песчаной прослойке толщиной 0,1...0,25 м. Такие дороги не надо профилировать, одни и те же плиты можно использовать в течение длительного времени на нескольких строительных объектах. Однако следует учитывать разрушительное воздействие на них гусеничных машин, особенно на поворотах, разворотах и съездах.

Внутрипостроечные дороги трассируются по кольцевой схеме с двумя выездами-въездами или со сквозным проездом при сложных стесненных обстоятельствах. На незакольцованных и тупиковых участках должны быть предусмотрены разъездные и разворотные площадки. Такие же разъезды следует устраивать в местах разгрузки материалов. Необходимо избегать прокладки дорог над подземными коммуникациями или вблизи них.

При трассировке дорог должны соблюдаться нормируемые минимальные расстояния: ширина проезжей части при двустороннем движении — 6...8 м; при одностороннем — 3,5...5 м, с уширением на поворотах и в местах разгрузки — 6 м; радиус закругления внутрипостроечных дорог — 18...12 м; между дорогой и складской площадкой — 0,5...1,0 м; между дорогой и подкрановыми путями — 6,5...12,5 м; между дорогой и забором — 1,5 м; между дорогой и пожарным гидрантом — 1,5...5 м; между дорогой и бровкой траншеи — 0,5...1,5 м в зависимости от вида грунта и глубины траншеи. На въезде устанавливают указатели со схемой движения и ограничения скорости.

Объемы работ по устройству временных внутриплощадочных дорог рассчитывают на основе определения их протяженности по строительному плану.

Приобъектные склады. Строительная продукция в виде зданий и сооружений требует переработки большого количества строительных материалов и изделий. Для временного хранения этих материалов, сборных конструкций и технологического оборудования необходимы склады.

Приобъектные склады бывают в виде:

открытых площадок для материалов, не требующих защиты от атмосферных воздействий (железобетонные конструкции, кирпич и т.д.);

навесов для хранения материалов, не требующих защиты от перепадов температуры и влажности воздуха, но требующих укрытия от прямого воздействия солнца и атмосферных осадков (толь и др.);

закрытых неутепленных и утепленных складов для материалов, требующих закрытого хранения (цемент, фанера, гвозди, краски и т.п.).

Приобъектные склады могут быть сборно-разборными, контейнерными и передвижными. В основном для закрытого складского хранения материалов применяются склады сборно-разборного типа.

При проектировании складов решают два основных вопроса: рассчитывают площади по видам хранения (открытое, закрытое и др.);

выбирают типы складов и по возможности размещают их вблизи дорог.

Полезная площадь склада рассчитывается по формуле

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} f,$$

где $P_{\text{скл}}$ — запас материала; f — нормативная площадь на единицу складированного материала (табл. 2.2).

На стадии ПОС общую площадь складов для хранения материалов можно определить по нормам на 1 млн руб. годового объема СМР:

$$F_{\text{скл}} = F_n C_{\text{СМР}} K_{\text{СМР}},$$

где F_n — нормативная площадь склада, м^2 на 1 млн руб. СМР; $C_{\text{СМР}}$ — годовой объем СМР, млн руб., определяемый по графику финансирования или смете; $K_{\text{СМР}}$ — коэффициент приведения сметной стоимости СМР (в ценах 1984 г.) к стоимости комплекса, определенной для первого территориального района строительства.

При планировании площадей и расположения складов на стадии ППР предусматривают проходы шириной не менее 1 м: в продольном направлении — через каждые 2 штабеля; в поперечном направлении — через каждые 25 м; поперечные проезды на расстоянии 100 м один от другого. Ширину проездов устанавлива-

Таблица 2.2. Расчетные нормы для определения площади складов открытого хранения строительных материалов, конструкций и деталей

Материалы	Норма площади на единицу измерения, м^2
Кирпич в клетках, пакетах и на поддонах, тыс. шт.	2,5
Опалубка, м^2	0,1
Арматура, т	1,4...1,2
Металлоконструкции, т	3,3
Колонны, лестничные марши, площадки, сантехблоки, м^3	2,0
Плиты перекрытий и покрытий, м^3	1,0
Фермы и балки, м^3	2,8...4,0
Блоки стеновые, м^3	1,0
Фундаменты, м^3	1,0...1,7

ют с учетом габаритов транспортных средств и допустимого приближения к складировемым конструкциям — не менее 1 м.

Площади отдельных складов с учетом проездов и проходов рассчитывают по формуле

$$F_{\text{отд}} = F_{\text{скл}} / K_{\text{исп}},$$

где $K_{\text{исп}}$ — коэффициент использования площади складов, равный 0,6...0,7 для закрытых складов; 0,5...0,6 для навесов; 0,4 для открытых складов лесоматериалов; 0,4...0,6 при штабельном хранении; 0,5...0,6 для металла; 0,6...0,7 для прочих стройматериалов.

Площади приобъектных складов определяются из расчета двухнедельного запаса для стальных конструкций и пятидневного для железобетонных.

При размещении складов учитываются следующие условия:

открытые площадки следует размещать в зоне действия крана;

закрытые склады и навесы желательно располагать вдоль дорог, а в местах разгрузки транспортных средств на дорогах предусматривать уширения;

при складировании материалов необходимо соблюдать соответствующие требования СНиП;

в зоне действия крана необходимо предусматривать приемные площадки для разгрузки бетонной и растворной смеси;

горюче-смазочные материалы (ГСМ), взрывчатые вещества (ВВ), химические и другие особо опасные материалы следует хранить только на специальных складах.

Временные здания. Временные здания используют как вспомогательные, подсобные и обслуживающие помещения. По функциональному назначению они подразделяются на производственные (мастерские, бетоно-растворные узлы и др.), административно-хозяйственные (конторы, диспетчерские, проходные), санитарно-бытовые (гардеробные, душевые и др.), жилые и общественные (общежития, столовые, магазины). Иногда для этих целей приспособляют свободные стационарные здания, нижние этажи строящихся зданий или здания, подлежащие сносу. Часто применяют мобильные контейнерные или передвижные временные здания, рассчитанные на многократное перемещение с одного объекта на другой. Широко применявшиеся ранее сборно-разборные временные здания в настоящее время используются главным образом в качестве производственных и складских помещений, а также предприятий общественного питания.

Потребность в строительстве временных административных и санитарно-бытовых зданий определяется из расчетной численности персонала стройки. На стадии ПОС число работающих определяется по укрупненным показателям или графику финансирования строительства с учетом предполагаемой выработки; на стадии ППР — из графика потребности в трудовых ресурсах, по числу рабочих, занятых в наиболее многочисленную смену. При этом принимается, что ИТР и служащие составляют 10 % от численности рабочих, младший обслуживающий персонал (МОП) и пожарно-сторожевая охрана — 2 %, в том числе в первую смену число рабочих составляет ориентировочно 70 %, остальные категории — 80 %.

Число временных зданий определяют:

по расчетной численности рабочих — $P_p = 1,05 \cdot 0,7 P_{\max}$;

по расчетной численности ИТР и МОП, служащих и охраны —

$$P_c = 1,05 \cdot 0,12 \cdot 0,8 P_{\max},$$

где P_{\max} — число рабочих в наиболее многочисленную смену.

Площади гардеробных и сушилок рассчитывают на общее число рабочих, занятых в различные периоды строительства. При этом необходимо учитывать отдельные помещения для мужчин (70 %) и женщин (30 %), составляющих соответственно 70 и 30 % от численности работающих в наиболее многочисленную смену.

По результатам расчета подбирают конкретные временные здания с учетом следующих рекомендаций. В зданиях сборно-разборного типа размещают производственные, складские, админист-

ративно-хозяйственные помещения и столовые. В зданиях контейнерного типа («модулях») можно размещать административные, санитарно-бытовые, жилые и общественные помещения. На передовых отечественных и зарубежных стройках этот тип зданий применяется наиболее широко.

В передвижных зданиях («вагончиках») при небольшом объеме и сроке строительства можно размещать все указанные виды помещений. Передвижные автофургоны также можно использовать в качестве временных зданий в начальный период строительства.

Бетонная и растворная смесь может доставляться с центральных бетонных заводов или бетоно-растворных узлов (БРУ), а также изготавливаться на строительной площадке в инвентарных построечных или передвижных мобильных установках. В зависимости от местных условий могут приготавливаться обычные или сухие смеси по так называемой расчлененной технологии (дозирование компонентов без воды).

Наилучшим способом транспортирования смесей является использование автобетоносмесителей с вместимостью барабана 3...12 м³. После окончания работы барабан промывается, а из шлама вырабатывается остаточный бетон.

В результате расчета и выбора временных помещений может обнаружиться завышение конкретных площадей. Окончательное решение принимается по данным реальных проектов.

При строительстве в неосвоенных или малоосвоенных местах большое значение имеет своевременное сооружение жилья, предприятий коммунально-бытового и культурного обслуживания. Строительство таких объектов по срокам должно опережать развертывание основного производства.

ВОЗВЕДЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Глава 3

**ВОЗВЕДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ****3.1. Общие положения**

Техническая политика современного строительного производства во всем мире направлена на снижение массы зданий и их теплопотерь через ограждающие конструкции, снижение трудовых и материальных затрат на капитальное строительство, сокращение доли «мокрых» процессов в общем комплексе строительно-монтажных работ.

Одним из направлений, способствующих решению этих задач, является широкое внедрение легких металлических конструкций в комплексе с современными эффективными утеплителями.

Применение в строительстве железобетонных конструкций до последнего времени считалось наиболее привлекательным, однако в настоящее время доказано, что, например, в одноэтажных промышленных зданиях с пролетами 24 м и более расход стали на армирование железобетонных ферм и 12-метровых подкрановых балок примерно равен массе стальных ферм и балок. Стальные конструкции оказывают меньшее давление на фундаменты и нижележащие конструкции, более просты в монтаже, успешнее противостоят агрессивным воздействиям, динамическим и другим нагрузкам.

В многоэтажных промышленных зданиях чаще применяют несущие железобетонные конструкции и стеновые ограждения из навесных трехслойных панелей и кирпича. Основные конструкции нижних этажей зданий смешанной этажности (колонны, ригели, балки, распорки, плиты и панели) также возводят преимущественно из железобетона. Фермы и элементы покрытия верхних этажей при этом варианте могут быть металлическими.

В гражданском строительстве металлические конструкции используют главным образом при возведении каркасов высотных зданий и сооружений для перекрытия больших пролетов.

Инженерные сооружения, такие как опоры линий электропередачи (ЛЭП), мачты, вертикальные аппараты, этажерки большой высоты также часто возводят из металла. При строительстве

силовых, башен и других инженерных сооружений предпочтение чаще отдается железобетону.

Большепролетные здания без крановых нагрузок часто перекрывают решетчатыми пространственными конструкциями (структурами) с пролетами до 100 м и более, обладающих по сравнению с традиционными плоскими конструкциями такими преимуществами, как снижение расхода материалов, сокращение трудоемкости монтажа и др.

С каждым годом все более широкое применение в строительстве находят висячие конструкции покрытий. Такие конструкции значительно легче традиционных металлических конструкций тех же пролетов, так как главные несущие элементы висячих конструкций работают только на растяжение и обладают более высокой устойчивостью, чем сжатые или изгибаемые элементы. Кроме того, они имеют, как правило, меньшую стоимость, проще в изготовлении и монтаже.

Одним из резервов дальнейшего снижения массы несущих металлических конструкций является повышение их прочности путем предварительного напряжения. В настоящее время разработаны и применяются предварительно напряженные конструкции балок, колонн, ферм, рам и комбинированных конструкций.

Большие перспективы имеют конструкции из алюминиевых сплавов. Например, в США более 25 % всех выпускаемых алюминиевых сплавов используется в строительстве. Объясняется это тем, что конструкции и изделия из этого материала получаются более легкими, чем конструкции и изделия из традиционных металлов, и поддаются массовому заводскому изготовлению путем прессования, гибки и штамповки.

Кроме того, алюминиевые сплавы обладают высокой антикоррозийной стойкостью, большой теплоотражательной способностью, а изделия из них имеют более привлекательный внешний вид.

По характеру использования алюминиевые сплавы, применяемые в строительстве, подразделяются на три основные группы: сплавы малой прочности и высокой антикоррозийной стойкости (применяются в элементах кровли и облицовки стен);

сплавы средней прочности и высокой антикоррозийной стойкости (применяются для изготовления несущих конструкций, работающих в агрессивной среде);

сплавы высокой прочности (применяются в случаях, когда требуется снижение массы конструкций, а требование к антикоррозийной стойкости является второстепенным).

Алюминиевые сплавы используются в строительстве главным образом в виде профилированных листов для настила покрытий и обшивки стен, изготовления трехслойных панелей покрытий и

стен, устройства перегородок и подвесных потолков, изготовления оконных переплетов, витражей, дверей, облицовочных и других элементов ограждающих конструкций, в том числе жалюзи, декоративных решеток, балконных ограждений, водосточных желобов и труб, нащельников и т. д.

Часть алюминиевых сплавов расходуется на несущие конструкции подсобных, производственных и складских зданий. К таким конструкциям относятся фермы, прогоны, элементы несущих каркасов, плоские конструкции для возведения сводов и куполов, решетчатые пространственные конструкции.

Некоторая часть алюминиевых сплавов может идти на изготовление мачт, резервуаров, силосов, трубопроводов, а также на изготовление вспомогательных устройств: подмостей, защиты кожухов и др.

Особенно эффективным является применение конструкций из алюминиевых сплавов в купольных покрытиях. Например, расход металла на конструкцию купола диаметром 55 м, состоящего из труб и листа, составляет около 20 кг/м². В ряде случаев применяются конструкции, сочетающие алюминий и пластик.

Эффективность монтажа металлических конструкций в большей степени зависит от правильной организации монтажных работ. Четкость организации и выполнения строительных процессов в значительной степени обеспечивается комплектностью отгружаемых конструкций в последовательности, соответствующей графику монтажа. Поэтому вопросам организации работ должно быть уделено самое пристальное внимание.

Основные задачи в области распространения несущих и ограждающих металлических конструкций могут быть сформулированы следующим образом:

- снижение расхода металла и массы конструкций за счет их рационализации;

- увеличение объема использования сталей повышенной прочности;

- применение предварительно напряженных стальных конструкций;

- более широкое внедрение алюминиевых сплавов;

- использование конструкций из гнутых профилей;

- совершенствование технологии изготовления и монтажа металлических конструкций.

3.2. Материалы, оборудование, приспособления

Стальные конструкции изготавливают из малоуглеродистой или низколегированной стали, для получения которой в обычную сталь добавляют до 3 % легирующих добавок: медь — для повышения

сопротивления коррозии от влаги, никель — для повышения прочности, хром — для повышения твердости. В последние годы в строительстве стали широко использовать низколегированные стали повышенной прочности — хромомолибденовые и хромованадиевые.

Основное достоинство стали — ее высокие прочностные характеристики.

Именно благодаря высокой прочности и гибкости стальные конструкции надежны в эксплуатации, имеют малую массу и небольшие габариты по сравнению с конструкциями из железобетона, отличаются архитектурной выразительностью и разнообразием конструктивных форм.

Основным недостатком стальных конструкций является подверженность коррозии, что требует периодического проведения защитных мероприятий — нанесения специальных покрытий и покраски, увеличивающих расходы по их эксплуатации.

Для алюминиевых конструкций применяют алюминиевые сплавы с добавками меди, марганца, цинка и других металлов. При этом используются алюминиевые сплавы так называемой деформируемой группы, хорошо поддающиеся прокатке, ковке и штамповке. Алюминиевые сплавы литейной группы в строительстве почти не применяются.













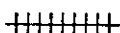
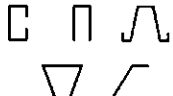
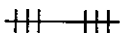
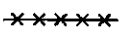

Алюминиевые сплавы сочетают в себе комплекс ценных свойств: достаточно высокую удельную прочность, малую плотность, пластичность, ковкость, хорошую коррозионную стойкость. Благодаря тому, что они хорошо штампуются и прокатываются, полируются и анодируются, их можно с успехом использовать не только в качестве материала для изготовления несущих и ограждающих конструкций, но и как отделочное покрытие.

Недостатком алюминиевых сплавов является неудовлетворительная жаропрочность и высокий коэффициент температурного расширения, который при соответствующей обработке можно снизить до 3...5 %.

Для изготовления несущих и ограждающих стальных и алюминиевых строительных конструкций используется широкая номенклатура профилей и метизов (заклепки, болты, шайбы, гайки). Основные металлические профили и метизы, применяемые в строительстве, и их условные обозначения на монтажных схемах приведены в табл. 3.1.

При монтаже металлических конструкций кроме обычных и широко распространенных кранов (башенных, стреловых, козловых) используется специальное крановое оборудование: самоподъемные краны, монтажные мачты, подъемники и др. В качестве монтажного оборудования применяются лебедки, домкраты, блоки, для крепления которых закладываются специальные анкерные устройства.

Таблица 3.1. Профили и детали металлических конструкций

Профиль	Обозначение	Деталь	Обозначение
Квадратный:		Болт:	
сплошной		постоянный	
полый		временный	
Листовой:		Заклепка	
гладкий		Риска	Р
рифленый	Риф 	Монтажные отверстия:	
Тавровый		круглые	
Двухтавровый		овальные	
Швеллер		Сварной шов заводской:	
Круглый		сплошной	
Гнутый		прерывистый	
		Сварной шов монтажный:	
		сплошной	
		прерывистый	

Основные виды кранового и монтажного оборудования, применяющегося при монтаже металлических конструкций, приведены в табл. 3.2.

Присоединение элементов металлических конструкций к крюку крана при монтаже осуществляется с помощью специальных захватов и стропов, изготовленных из стальных канатов одинарной свивки, при которой канат образуется из отдельных проволок; двойной свивки — проволоки предварительно свиваются в пряди, а пряди — в канаты; тройной свивки — канат свивается из нескольких канатов двойной свивки.

Для монтажных работ чаще применяются канаты двойной свивки (тросы) с числом прядей 6 и числом проволок в пряди: для

Таблица 3.2. Специальные краны и оборудование, применяемые при монтаже металлических конструкций

Монтажное оборудование и области применения	Эскиз
Консольные краны — для монтажа стальных пролетных строений мостов	
Шлюзные краны — для монтажных работ при строительстве автодорожных городских мостов	
Самоподъемные краны — для монтажа конструкций, наращиваемых по вертикали	
Жестонogie мачтовые краны (деррик-краны) — для монтажа стальных конструкций, наращиваемых по горизонтали	
Монтажные мачты — для монтажа тяжелых конструкций и оборудования точечного расположения	
Шевры — для тех же целей, что и монтажные мачты. Применяются в стесненных условиях	
Подъемники — для монтажа промышленного оборудования в условиях смонтированных конструкций	
Лебедки — для проведения различных подъемно-транспортных операций	
Домкраты — для подъема и выверки тяжелых стальных конструкций и оборудования	

Монтажное оборудование и области применения	Эскиз
Блоки — для подъема элементов	
Полиспасты — система блоков, уменьшающая тяговое усилие	
Траверсы — для распределения нагрузок на поднимаемые конструкции	
Ванты — стальные канаты для фиксации положения оборудования и конструкций	
Якоря — для крепления лебедок, вант и другого оборудования	

грузоподъемных машин — 19 и 37; для вант и расчалок — 19; для стропов — 37 и 61. Канаты поступают на строительную площадку намотанными на катушки (барабаны) или в бухтах. Складироваться они должны в сухом закрытом помещении в смазанном виде.

Для строповки металлических конструкций желательно использовать захватные приспособления с дистанционным управлением — захваты с электромагнитным или пневматическим приводом, управление которыми осуществляется из кабины крана. Для подъема элементов, не имеющих монтажных устройств для строповки (петель, отверстий, проушин, болтов), рекомендуется применять клещевые, вилочные или вакуумные захваты.

Крановое и монтажное оборудование, а также все грузозахватные приспособления должны регулярно проверяться и иметь бирки или надписи с указанием их грузоподъемности и сроков повторного испытания.

3.3. Монтажные соединения металлических конструкций

Металлические конструкции изготавливают и монтируют в соответствии с рабочими чертежами в стадии КМД (конструкции металлические, детализовка), состоящими из рабочих чертежей и монтажных схем.

Монтажные схемы составляют на отдельные группы конструкций (колонны, фермы и т.д.). На монтажной схеме, приведенной на рис. 3.1, линиями показаны отправочные элементы в том положении, которое они должны занимать в смонтированных конструкциях. Около линий проставлены цифровые обозначения отправочных марок.

Кроме взаимного расположения элементов конструкций в монтажную схему входят:

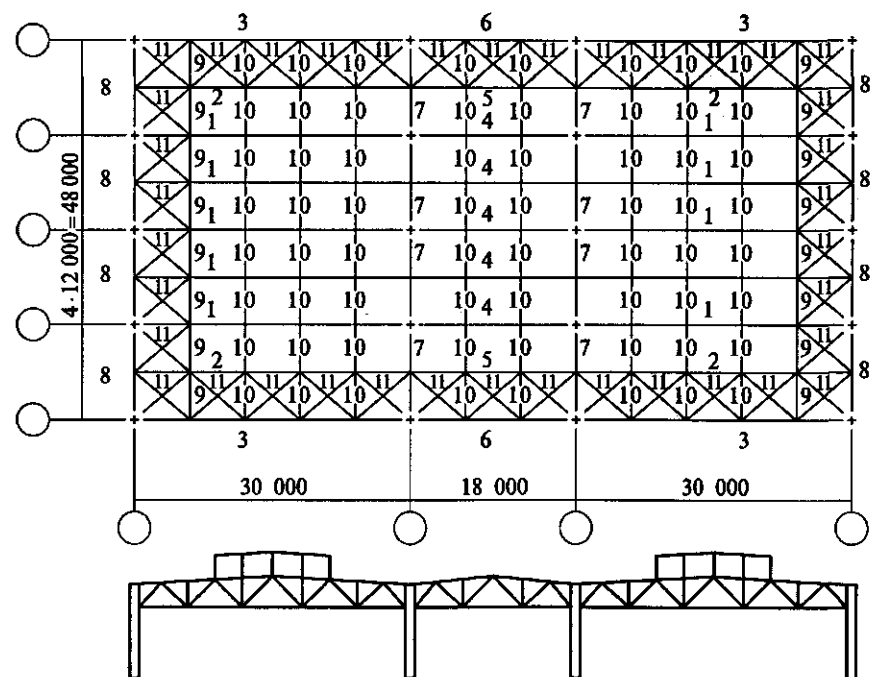


Рис. 3.1. Пример изображения элементов металлических конструкций на монтажной схеме:

1, 2, 3 — рядовые, связевые внутренние и внешние фермы крайних пролетов;
4, 5, 6 — рядовые, связевые внутренние и внешние фермы среднего пролета;
7, 8, 9, 10 — прогоны в среднем и крайних пролетах; 11 — диагональные металлические связи

все размеры привязки и отметки для установки и выверки конструкций;

данные о деталях укрупнительных стыков, выполняемых в монтажной сварке, клепке или на болтах;

эскизы сложных монтажных узлов;

перечень отправочных элементов с указанием их числа и массы;

таблица монтажных болтов, заклепок и сварочных швов.

В примечаниях к монтажной схеме указываются способы монтажных соединений, характеристики применяемых металлов, ссылки на смежные монтажные схемы, листы монтажных узлов и т. д.

Как уже отмечалось, отдельные марки элементов металлических конструкций могут соединяться между собой сварными швами, заклепками или болтами.

Сварные соединения отличаются сравнительно простым решением монтажных узлов. Внедрение современных способов сварки позволило значительно расширить область применения сварных соединений при монтаже таких сложных и трудоемких конструкций, как кожухи доменных печей, различные резервуары, пролетные строения мостов и т. д.

Наиболее часто применяются следующие виды сварных соединений: стыковое, внахлестку, тавровое и угловое (табл. 3.3).

Заклепочные соединения применяются в узлах сопряжения конструкций производственных цехов, мостов, открытых эстакад, что обусловлено надежной работой заклепочных соединений в усло-

виях высоких и низких температур и больших динамических нагрузок.

Заклепки устанавливаются в холодном или горячем виде, ручной или машинной клепкой, соединением внахлестку или в стык при помощи накладок. Их располагают в один, два или несколько рядов, в рядовом или шахматном порядке. Отверстия под заклепки должны быть на 1...2 мм больше диаметра заклепки. Несовпадение отверстий более чем на 1 мм в конструкциях не допускается.

В соединениях заклепки размещают по следующим правилам: расстояние между центрами заклепок не должно превышать их трех диаметров;

наибольшее расстояние между заклепками принимается: в растянутой зоне — 16 диаметров, в сжатой зоне — 12 диаметров;

наибольший диаметр заклепок при холодной клепке не должен превышать 13 мм.

Болтовые соединения могут применяться в качестве разъемных, временных, монтажных, стягивающих элементы до сварки или клепки и постоянных соединений. В последнем случае рекомендуется применять болты из высокопрочной стали.

В отличие от сварки и клепки операции по установке болтов просты и не требуют сложного оборудования. Устанавливают болты в порядке, аналогично заклепочным соединениям, с помощью монтажных гаечных ключей или гайковертов.

Для облегчения и ускорения установки металлических конструкций и отдельных элементов в монтажных узлах могут просверливаться дополнительные отверстия для временных болтов, позволяющие устанавливать каждый элемент независимо друг от друга.

В узлах не должно быть «вилкок», т. е. таких соединений, когда деталь одной отправочной марки заводится между двумя деталями другой марки. При этом зазоры между элементами должны быть четко выражены.

3.4. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий

Конструкция одноэтажного промышленного здания представляет собой сложную пространственную систему, которая включает в себя следующие элементы (рис. 3.2):

несущие элементы — колонны и связанные с ними подстропильные и стропильные фермы или ригели;

элементы покрытия — прогоны, настилы, фонари; связи по колоннам, стропильным фермам и фонарям, обеспечивающие жесткость и устойчивость сооружения;

стенные и ограждающие конструкции;

Таблица 3.3. Основные виды сварных соединений при монтаже металлических конструкций

Виды соединений и условия применения	Эскиз	Условное обозначение
<i>Стыковое</i> — применяется при скреплении элементов, располагаемых в одной плоскости		С
<i>Внахлестку</i> — применяется для сопряжения профилей с листовыми деталями и между собой		Н
<i>Тавровое</i> — применяется при расположении свариваемых элементов во взаимно перпендикулярных плоскостях		Т
<i>Угловое</i> — применяется при расположении торцов свариваемых элементов под углом друг к другу		У

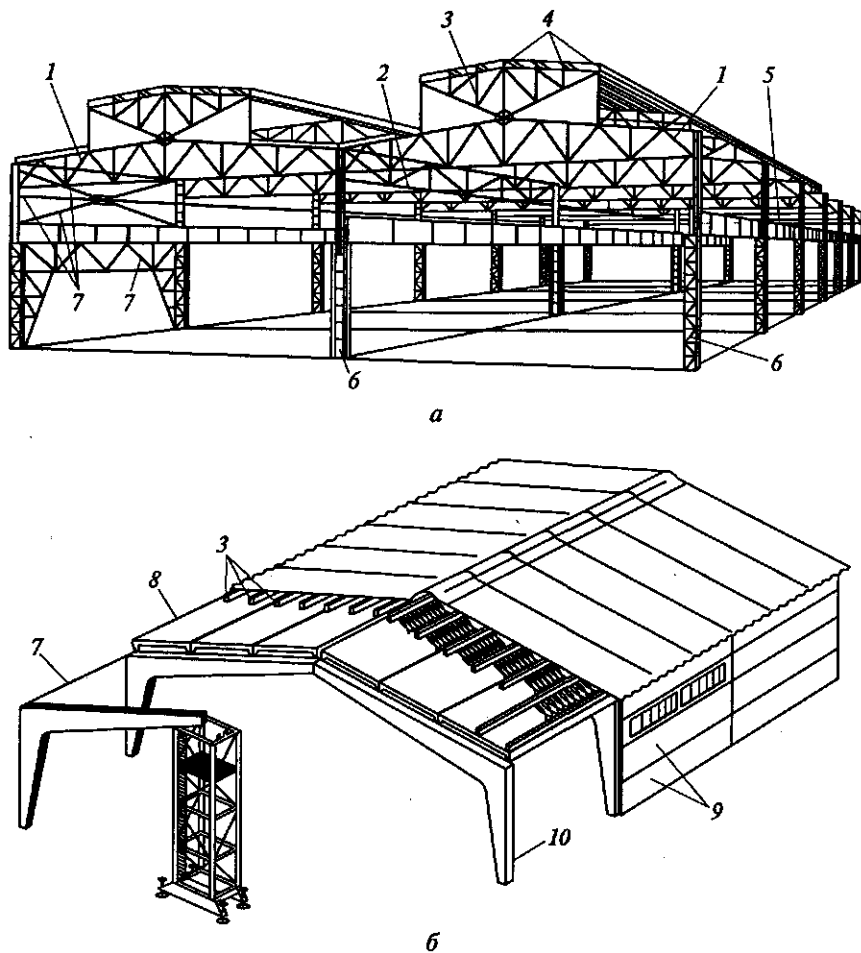


Рис. 3.2. Конструкции одноэтажных промышленных зданий:

а — каркасно-рамной системы; *б* — арочной системы; 1, 2 — фермы стропильная и подстропильная; 3 — фонари; 4 — прогоны; 5 — подкрановые балки; 6 — колонны; 7 — связи; 8 — панели покрытия; 9 — стеновые панели; 10 — полуарки

конструкции, поддерживающие грузоподъемные механизмы, — подкрановые балки, рельсы;

лестницы, площадки и другие конструкции, связанные с технологическим процессом.

Для одноэтажных промышленных зданий с металлическими конструкциями в основном применяется пролетная каркасно-рамная система, но иногда в качестве несущего каркаса используются арочные конструкции, в которых соединение элементов каркаса из двух полуарок переменного сечения осуществляется на вре-

менных опорах с помощью болтов из стали повышенной прочности (см. рис. 3.2).

По конструктивно-планировочным схемам одноэтажные промышленные здания бывают пролетными, ячейковыми и зальными.

По степени оснащённости крановым оборудованием, габаритам и массе монтажных элементов они подразделяются на здания легкого, среднего и тяжелого типов. Цехи и здания легкого типа либо вообще не имеют мостовых кранов, либо их грузоподъемность не превышает 5 т. В таких зданиях металлические конструкции применяются крайне редко.

Здания тяжелого типа характеризуются пролетами свыше 24 м, высотой до 35 м и мостовыми кранами грузоподъемностью 75 т и более. В таких условиях применение металлических конструкций является наиболее целесообразным. В зданиях среднего типа могут использоваться как металлические, так и железобетонные конструкции.

При строительстве промышленных зданий колонны, прогоны и обвязка устраиваются из элементов постоянного и переменного сечения прямоугольного или коробчатого профиля, двутавровых швеллеров или других профилей. В качестве стенового заполнения рекомендуется применять навесные трехслойные панели, состоящие из плоских или профилированных металлических листов с прокладкой между ними эффективного утеплителя.

В отличие от сборных железобетонных изделий узловые сопряжения металлических конструкций имеют более жесткие допуски и требуют более тщательного исполнения. Поэтому металлические конструкции на заводах изготавливают с применением кондукторов, а опорные поверхности (особенно колонн) часто подвергают фрезерованию.

Обычно применяется метод монтажа отдельными конструктивными элементами, устанавливаемыми в проектное положение в целом виде. Если элементы имеют большие размеры или массу, превышающую грузоподъемность монтажного крана, то установка элементов может осуществляться по частям, с сопряжением монтажных узлов на временных опорах.

В ряде случаев целесообразно до подъема укрупнить отдельные конструктивные элементы в пространственные или плоскостные блоки. Такой метод монтажа называется крупноблочным, он дает возможность наиболее полно использовать грузоподъемность монтажных механизмов, сократить число подъемов, уменьшить объем верхолазных работ и число подмостей, так как значительная часть работ выполняется внизу в процессе укрупнительной сборки, осуществляемой, как правило, в зоне монтажа, в радиусе действия основных монтажных механизмов.

Для установки металлических конструкций часто используют специальные методы монтажа (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Методы монтажа металлических конструкций

Название метода	Особенности метода	Эскиз
<i>Монтаж отдельными элементами</i>		
Сборка на сплошных подмостях	На период монтажа устанавливаются временные сплошные подмости, на которых собирается вся конструкция	
Навесная сборка	Элементы временно подвешиваются и стыкуются с ранее смонтированной системой	
Уравновешенное наращивание	Элементы временно навешиваются в разные стороны от опоры поочередно. Система равномерно наращивается в горизонтальном направлении	
<i>Монтаж блоками</i>		
Вертикальное наращивание	Предварительно собранные блоки устанавливаются один на другой	
Подрачивание	К первоначально поднятому и закрепленному верхнему блоку пристыковываются нижние	
Полунавесная сборка	В процессе монтажа отдельные блоки до соединения опирают на временные опоры	
Скольжение	Собранный блок поднимается вертикально с одного торца. Нижняя часть блока горизонтально скользит к опоре	
<i>Монтаж в целом виде</i>		
Поворот	Конструкция собирается в горизонтальном положении, ставится на шарнир и поворачивается вокруг него	

Окончание табл. 3.4

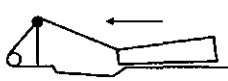
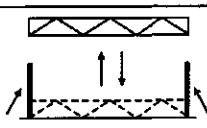
Название метода	Особенности метода	Эскиз
Надвижка	Конструкция собирается в стороне от опор и надвигается на опоры в горизонтальном направлении	
Вертикальный подъем	Собранная конструкция поднимается выше проектного положения. Подводятся опоры, на которые конструкция опускается	

Таблица 3.5. График работ по монтажу металлических конструкций

Наименование работ	Трудоемкость, чел.-дни	Число рабочих в звене	Продолжительность работ, дни	Срок производства работ, дни		
				10	20	30
Подготовительные, вспомогательные, транспортные работы	104	2	26			
Укрупнительная сборка	120	3	20			
Монтаж колонн, подкрановых балок, связей	50	5	5			
Монтаж ферм, связей, панелей покрытия	200	5	20			
Сварка, клепка монтажных узлов	156	3	28			

Монтаж конструкций производственных цехов обычно осуществляется монтажным стреловым краном на гусеничном или пневматическом ходу, перемещающимся вдоль пролета по осевой, смещенной или зигзагообразной схеме. Используется комплексный или смешанный метод монтажа.

Комплексный метод монтажа применяют в случае закрепления колонн на фундаментах болтами без подливки раствора. Монтаж надземных конструкций разбивается на два потока:

1-й — установка каркаса с покрытием и связями;

2-й — устройство стенового заполнения с установкой ворот, окон и дверей.

Соответственно в комплекты поставок при этом включаются: для 1-го потока — колонны, балки, прогоны, связи, элементы покрытия (включая фонари); для 2-го потока — элементы стенового заполнения, скобяные изделия, уплотнители.

При смешанном методе монтажа весь монтажный процесс разбивают на три потока:

1-й — монтаж колонн, связей между колоннами, подкрановых балок, подливка раствора на фундаментах;

2-й — установка стропильных и подстропильных ферм, связей по верхним и нижним поясам ферм и элементов покрытия;

3-й — монтаж стеновых панелей и других элементов стенового заполнения.

Во втором случае в комплекты поставок элементов и деталей вносятся соответствующие изменения.

На монтаж каждого вида элементов в потоке составляются рабочие схемы монтажа, на которых даются решения способов монтажа отдельных и укрупненных элементов, схемы подъемов с расположением монтажных механизмов и устройств, последовательность установки конструкций, а также мероприятия, обеспечивающие устойчивость сооружения.

В табл. 3.5 приведен график двухсменной работы бригады монтажников при монтаже каркаса здания двумя последовательными потоками:

1-й — монтаж колонн, подкрановых балок и связей между колоннами;

2-й — монтаж подстропильных и стропильных ферм, связей и панелей покрытия.

На рис. 3.3 показан пример рабочей схемы монтажа ферм в потоке по установке элементов покрытия трехпролетного одноэтажного промышленного здания.

Работу по монтажу металлических конструкций осуществляет комплексная бригада монтажников, разделенная на две сменные бригады, возглавляемые сменными бригадирами. В свою очередь, сменные бригады разделяются на специализированные звенья: по разгрузке конструкций, укрупнительной сборке, верхолазным работам; сварке и клепке монтажных узлов.

Перечислим особенности монтажа металлических конструкций промзданий.

1. Фундаменты под колонны подготавливают тремя способами: с тщательным выравниванием опорной бетонной поверхности,

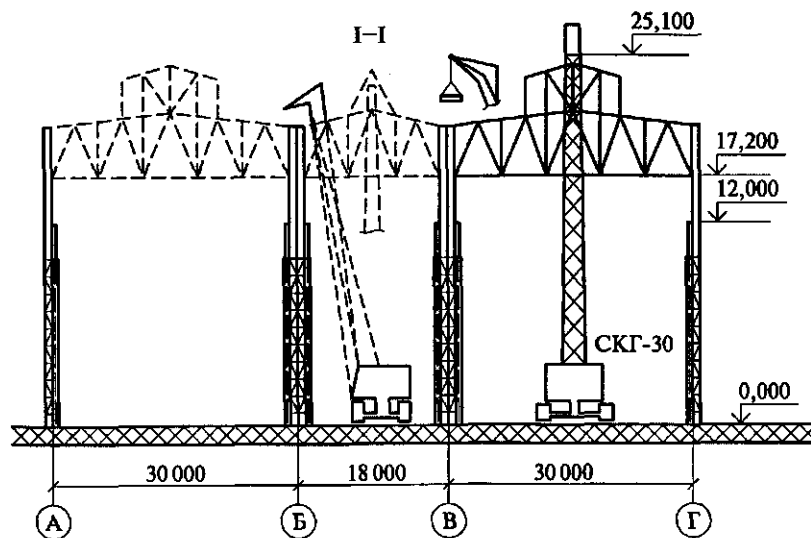
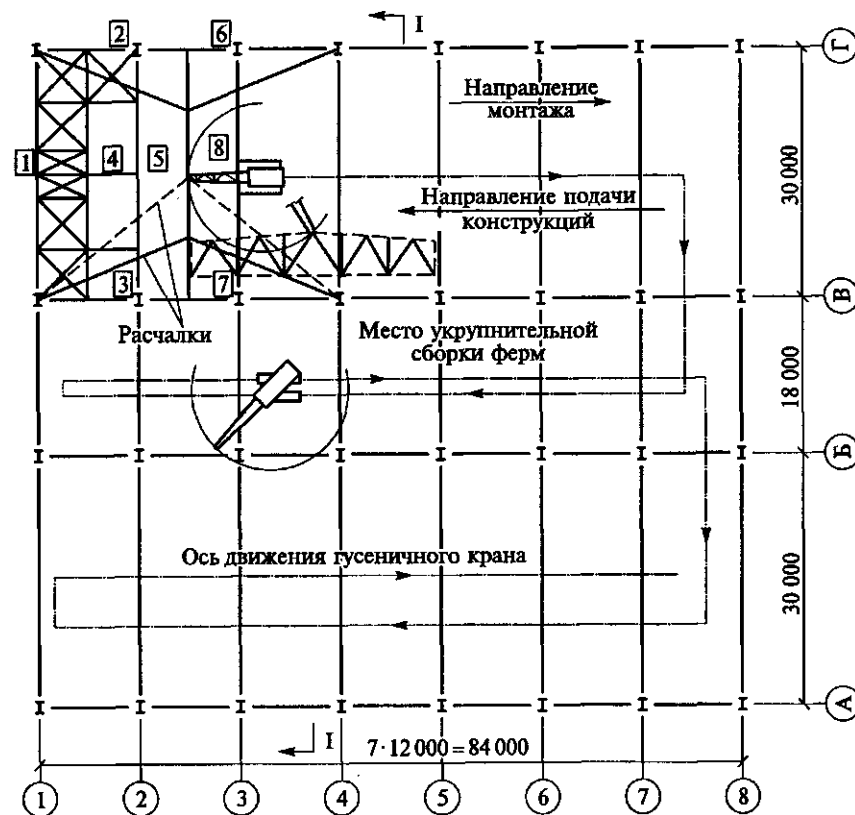


Рис. 3.3. Рабочая схема монтажа промышленного здания:

1...8 — последовательность установки стропильных и подстропильных ферм

подливкой строганных опорных плит, установкой и заделкой опорной балки. До установки колонн производится приемка фундаментов с оформлением акта, в котором отражается их положение относительно осей и высотных отметок, размещение и размеры анкерных болтов, качество резьбы и др. В целях предохранения резьбы на анкерные болты перед монтажом колонн надевают колпачки из труб, заостренных сверху для удобства монтажа колонн.

2. По конструкции колонны могут быть постоянного и переменного сечения, сплошными, составленными из стандартных профилей или решетчатыми. В целях получения заготовок под рамы переменного сечения профили из двутавра могут наклонно разрезаться и свариваться вновь (рис. 3.4).

Колонны целесообразно подавать на монтаж непосредственно под крюк монтажного крана без предварительной раскладки. Строповку обычно осуществляют за оголовки. На колоннах при строповке закрепляются монтажные лестницы и подмости.

Подъем легких колонн обычно производят способом поворота, тяжелых — способом скольжения. Выверяют колонны с помощью теодолитов методом наклонного проецирования или бокового нивелирования.

Расстроповка колонн может быть произведена лишь после надежного их закрепления анкерными болтами или сваркой и установки расчалок с четырех сторон. Колонны, имеющие длинные башмаки, можно расчаливать двумя расчалками (с коротких сторон башмака).

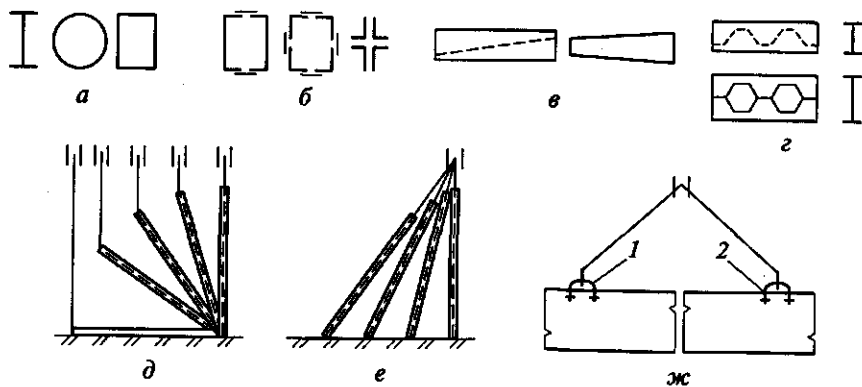


Рис. 3.4. Конструкции и способы установки колонн и балок:

а, б — сечения сплошных и составных колонн; в, г — разрезка двутавров при изготовлении колонн и подкрановых балок; д, е — подъем колонн «поворотом» и «скольжением»; ж — подъем подкрановой балки; 1 — монтажная скоба; 2 — отверстие для крепления рельса

Вслед за установкой и выверкой колонн в местах, установленных проектом, монтируют крестовые или порталные связи, соответственно при шаге колонн 6 или 12 м.

Рекомендуется применять безвыверочный метод монтажа, основанный на высокой точности обработки контактных поверхностей колонн и фундаментов, отверстий и гнезд в стыках.

Колонны устанавливают на заранее выверенные фрезерованные опорные плиты фундаментов, что в дальнейшем исключает выверку как самих колонн, так и опирающихся на них конструкций.

3. Подкрановые балки изготавливают из стандартного двутаврового профиля или сваривают из полос. Иногда практикуется изготовление сварных балок с разрезкой двутаврового профиля по зигзагообразной линии и последующей сваркой выступающих частей стенок обеих половинок (см. рис. 3.4, е). В результате этого за счет увеличения высоты балки ее несущая способность увеличивается до 30 %.

Подкрановые балки монтируют сразу же после установки колонн, так как они выполняют роль жестких распорок, обеспечивающих устойчивость колонн в плоскости ряда.

Металлические балки стропуют и устанавливают аналогично железобетонным. Балки больших пролетов могут устанавливаться частями со стыковкой на временных промежуточных опорах и временным расчаливанием. Подкрановые балки, в первую очередь, крепят болтами к подкрановым консолям, а затем и к самим колоннам по верхнему поясу балки. Одновременно с монтажом подкрановых балок устанавливаются горизонтальные и вертикальные связи балок и тормозной настил.

4. Плоские металлические фермы имеют, как правило, недостаточную пространственную жесткость и могут деформироваться при переводе их из горизонтального положения в вертикальное, а также при монтажных нагрузках, поэтому в ряде случаев фермы временно усиливают. Элементы усиления снимают после окончательного закрепления фермы в проектом положении.

До подъема на ферму навешиваются оттяжки, предохранительный трос, подмости, расчалки, распорки и др. Первая ферма закрепляется расчалками, прикрепляемыми с одной стороны к временному якорю, с другой — к башмакам колонн (рис. 3.5).

Вторая ферма скрепляется с первой распорками и также фиксируется расчалками. Последующие фермы скрепляются с ранее установленными и закрепляются только распорками и связями. Связи по поясам ферм устанавливаются сразу после их выверки и только после этого можно освобождать ферму от строповки.

5. В качестве покрытия рекомендуется использовать стальной профилированный настил повышенной заводской готовности с утеплением из пенополистирола или минераловатных плит, алю-

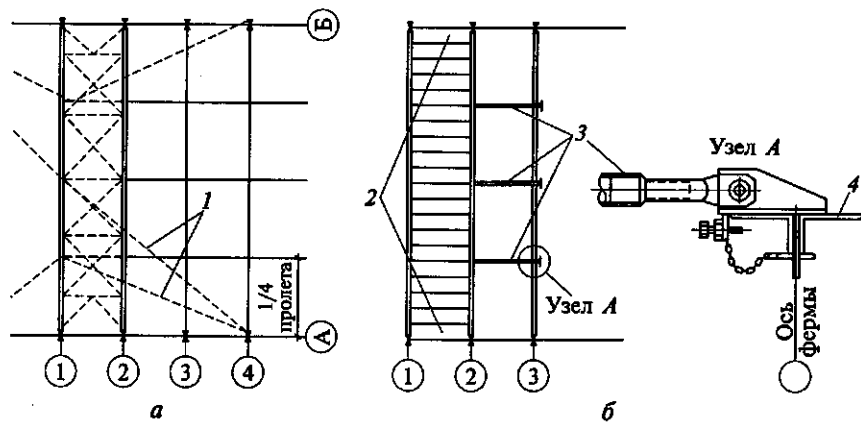


Рис. 3.5. Установка элементов покрытия:

а — стропильных ферм; *б* — панелей покрытия; 1 — расчалки; 2 — панели покрытия; 3 — инвентарные распорки; 4 — верхний пояс фермы

миниевый настил с утеплителем из пенополистирола, а также «сэндвич-панели» полной заводской готовности с гладкой или гофрированной поверхностью, утеплителем из пенополистирола и 9-миллиметровым напыленным слоем из пенополиуретана (рис. 3.6).

Профилированный настил укладывают по верхним поясам ферм или по прогонам, установленным с шагом 3 м. Настил может применяться в виде листов, укрупненных картин или плоских блоков, укрупняемых на стендах. При необходимости разрезки листов используются специализированные электроинструменты.

Укладка настила ведется в направлении от края пролета к его середине. Между собой листы настила стыкуются внахлестку и крепятся к прогонам болтами-саморезами, электрозаклепками или пристрелкой дюбелями.

Кровельные сэндвич-панели заводят при укладке выступами в пазы ранее уложенных панелей. В стык укладывается теплогидроизоляционная прокладка. К основанию панели крепятся болтами-саморезами и кляммерами.

Укладка панелей ведется обычными методами в последовательности, принятой при укладке железобетонных плит.

6. Стеновые панели рекомендуется применять навесными, по длине соответствующими шагу колонн; трехслойными, состоящими из наружных гладких или гофрированных стальных или алюминиевых листов и теплоизоляционной прокладки из эффективного утеплителя. Установка панелей может осуществляться как горизонтальными, так и вертикальными рядами.

При бескрановой установке мелкие стеновые плиты с алюминиевым обрамлением и эффективным утеплителем из пенополи-

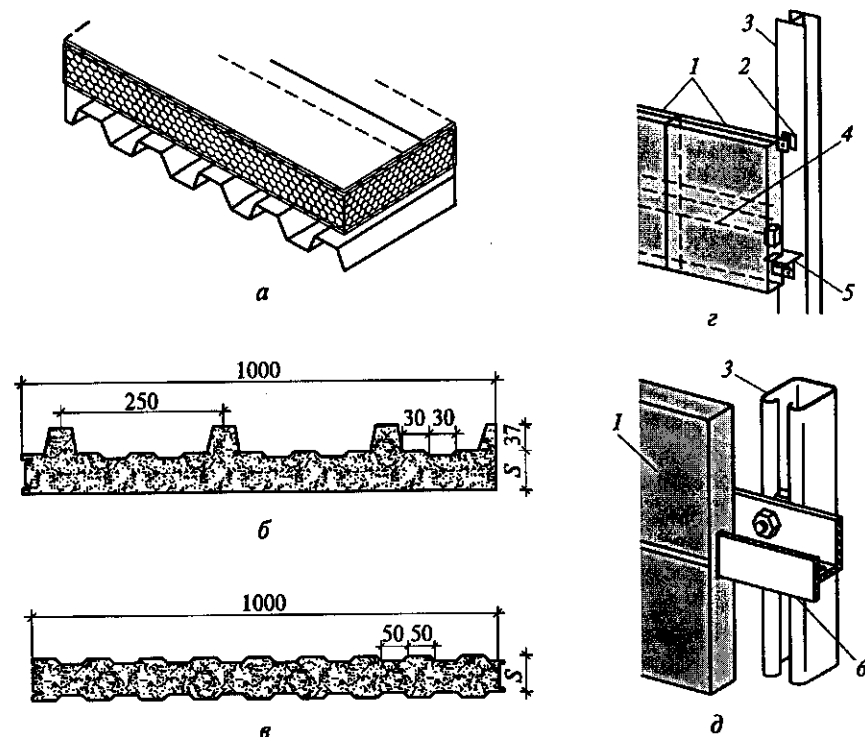


Рис. 3.6. Облегченные конструкции покрытия и стен:

а — профнастил; *б* — кровельные сэндвич-панели; *в* — стеновые сэндвич-панели; *г, д* — мелкие стеновые плиты; 1 — стеновые плиты; 2 — болтовое крепление; 3 — колонны; 4 — тяга; 5 — опорный столик; 6 — опорный алюминиевый прогон

уретана могут стягиваться тягами или заводиться пазом в алюминиевые горизонтальные прогоны (см. рис. 3.6, *д*).

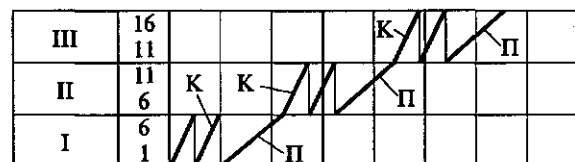
При выполнении монтажных работ обычно используется схема движения кранов вдоль пролета. Поперечные схемы движения кранов могут быть применены в тех случаях, когда по технологическому циклу производства технологическое оборудование располагается поперек здания или при наличии разряженной сетки колонн и соответствующего кранового оборудования.

Может применяться раздельная последовательность выполнения монтажных работ (дифференцированный и смешанный методы монтажа). Но при безвыверочной установке металлических конструкций предпочтение обычно отдается комплексному методу (метод секционной сборки), когда с помощью монтажного крана или комплекта из нескольких кранов вначале устанавливают все элементы, образующие жесткую ячейку каркаса, и только затем монтируют элементы следующей ячейки.

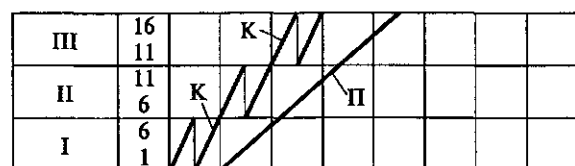
Требуемое число кранов можно определить по формуле

$$K = (OK_c)/(P, T_3),$$

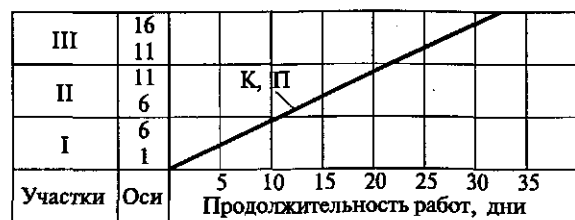
Выполнение монтажных работ рекомендуется организовывать поточными методами. Примерные графики поточного выполнения работ раздельным и комплексным методами приведены на рис. 3.7 при условии, что под монтаж надземных конструкций сданы фундаменты однопролетного промышленного здания, состоящего из трех температурных блоков в осях: 1—6; 6—11; 11—16.



④



5



6

а, б — раздельным методом одним и двумя кранами; в — комплексным методом;
К — монтаж колонн и подкрановых балок; П — монтаж покрытия

Размещение конвейерной линии зависит от планировочного решения здания, размеров площадки, объемов работ, способов установки и др. Она может располагаться вдоль одной из сторон строящегося здания, с двух сторон, внутри здания, на отдельной

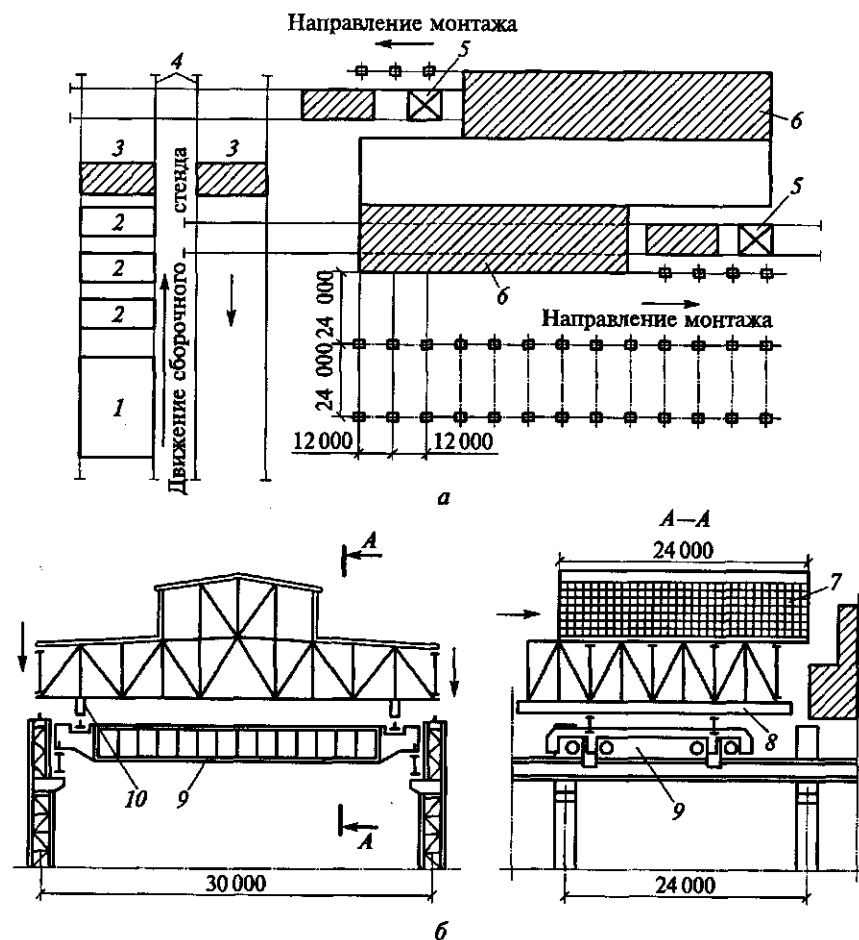


Рис. 3.8. Конвейерно-блочный монтаж конструкций покрытия:

а — с помощью кранов; *б* — установщиком; 1 — склад; 2 — технологические посты; 3 — готовый блок; 4 — подкрановые пути; 5 — кран; 6 — монтируемые пролеты; 7 — монтируемый блок; 8 — надомкратная балка; 9 — установщик; 10 — домкрат

площадке. Чаще всего конвейерную линию размещают вне здания поперек пролета.

На конвейерной линии располагается несколько технологических постов: сборки блока, устройства кровли, подвески коммуникаций и т.д.

Все сборочные операции выполняются на неподвижном блоке, который затем в установленном ритме перемещается на следующий пост.

Готовые блоки доставляют в зону монтажа и устанавливают в проектное положение одним из следующих способов:

монтаж блока с помощью низкого или высокого установщика;

подъем и установка блока с помощью крана;

подъем блока с помощью выталкивателей и надвига в проектное положение.

Наибольшее распространение получил первый способ, основными достоинствами которого являются резкое сокращение объема трудоемких верхолазных работ и перенос сборочных операций в полустационарные наземные условия, что благоприятно сказывается не только на производительности труда, но и на качестве и безопасности монтажных работ.

МОНТАЖ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

4.1. Общие положения

В строительстве нет строгого определения понятия «большепролетный».

Например, мосты с пролетом 40 м большепролетными не считаются.

В промышленных зданиях сетка колонн 24×12 м считается большепролетной, а 18×18 м — нет, хотя при ней перекрывается площадь 324 м^2 , а при сетке колонн 24×12 м — всего 288 м^2 .

Покрытия большого пролета устраиваются при сооружении эллингов, ангаров, сборочных цехов, судостроительных и авиационных заводов и других крупных помещений, предназначенных для размещения крупногабаритной продукции с технологическими процессами, в которых предусматривается подъем укрупненных изделий большой массы.

Большепролетное покрытие может быть рамно-балочным, арочным, консольным, пространственным, купольным или висячим (рис. 4.1).

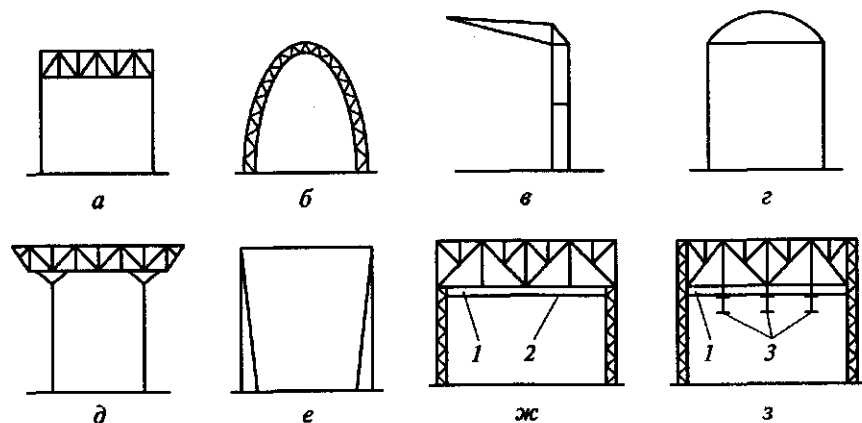


Рис. 4.1. Конструкции большепролетных покрытий:

а — рамно-балочная; б — арочная; в — консольная; г — купольная; д — пространственная; е — висячая; ж, з — со структурно-подкрановыми ригелями; 1 — ригели; 2 — монорельс; 3 — рельсы для многоопорных кранов

4.2. Здания с балочными конструкциями

При возведении производственных зданий обычно применяется рамно-балочная система покрытия.

Для обеспечения технологического процесса в современных производственных корпусах используются подвесные или монорельсовые краны большой грузоподъемности, перемещающие грузы как вдоль, так и поперек пролета. Крановые пути приходится подвешивать к нижним поясам ригелей покрытия. Большие кра-

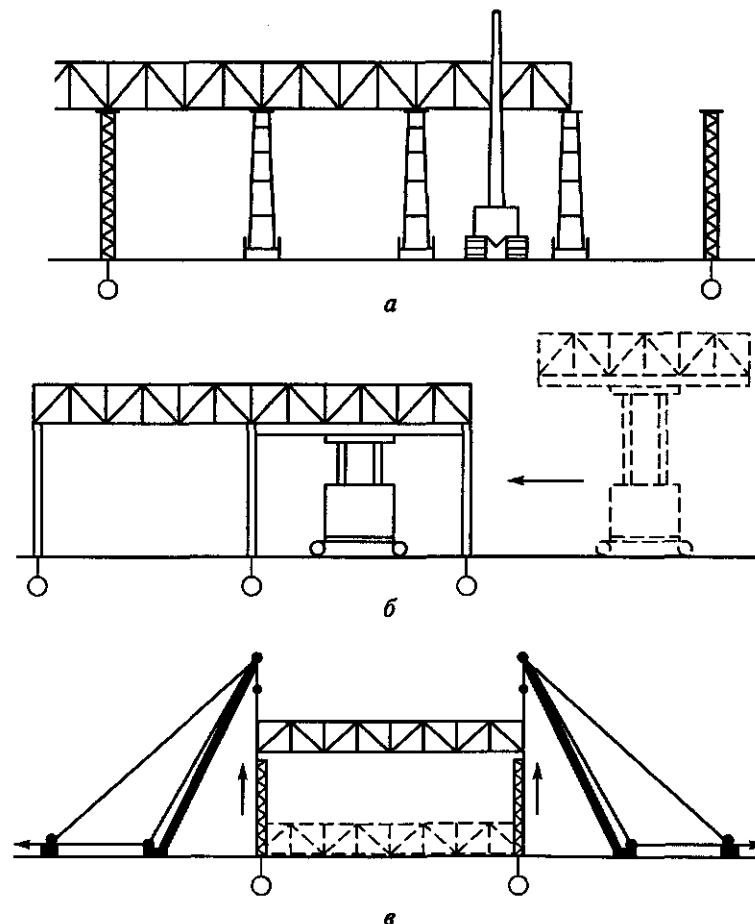


Рис. 4.2. Перекрытия больших пролетов:

а — из отдельных элементов с помощью крана и временных опор; б — изготовление блоков вне здания, транспортирование и установка на место с помощью портала; в — в целом виде с помощью двух монтажных мачт

новые нагрузки (до 300 т и более) и высота зданий (30...70 м) значительно утяжеляют ригели и колонны, масса которых достигает соответственно 200...650 т.

Поэтому для таких зданий часто предусматривают ригели в виде стропильно-подкрановых конструкций, связанных между собой продольными фермами, обеспечивающими поперечную устойчивость ригелей, и одновременно используемые для крепления к ним подкрановых балок монорельсовых или многоопорных кранов, в которых крановая нагрузка перераспределяется на несколько смежных ригелей (см. рис. 4.1).

Монтаж покрытий с таким комбинированным решением может осуществляться следующими способами (рис. 4.2):

- сборка конструкций на временных опорах или передвижных подмостях с помощью стреловых кранов;

- укрупнительная сборка конструкций, подъем на проектную отметку с последующей перевозкой к месту установки на специальных транспортных порталах грузоподъемностью до 1000 т;

- сборка конструкций на земле с последующим подъемом в целом виде с помощью спаренных кранов или монтажных мачт.

Наибольшее распространение в промышленном строительстве получил универсальный метод полунавесной сборки на временных опорах. Остальные методы используются в тех случаях, когда монтажные организации не располагают современными мобильными кранами большой грузоподъемности.

Монтаж металлических конструкций большепролетных производственных зданий со стропильно-подкрановыми несущими конструкциями покрытия осуществляется, как правило, методом полунавесной сборки. При этом важно соблюдать последовательность не только сборки, но и раскручивания (снятия временных опор) несущих конструкций покрытия. Поэтому в монтажных схемах должны быть даны указания по порядку и очередности раскручивания с расчетными значениями ординат прогиба.

4.3. Здания с рамными конструкциями

Рамные конструкции большепролетных покрытий производственных зданий на строительную площадку поступают отдельными отправочными марками и устанавливаются со сборкой в проектном положении или с предварительным укрупнением на тщательно выверенных стеллажах высотой 0,6...0,7 м. В первом случае для подъема и установки используются мощные башенные краны, на путях которых устанавливаются временные передвижные пространственные опоры, составленные из спаренных рам, с площадками для рабочих, выполняющих верхолазные работы.

Рамные каркасы пролетом до 60 м обычно монтируют методом полунавесной сборки с использованием самоходных кранов и передвижных монтажных опор. Рама состоит из ригеля и двух стоек двутаврового сечения, соединенных сваркой или клепкой. Стойки и ригели укрупняют внизу, оставляя лишь два монтажных стыка, делящих раму на три части. При укрупнении ригеля производится строительный подъем с таким расчетом, чтобы при эксплуатационной нагрузке его нижний пояс занял горизонтальное положение.

При массе ригеля, превышающей грузоподъемность имеющихся в наличии кранов, для его установки могут использоваться два крана (рис. 4.3, а) при условии синхронного выполнения рабочих операций по установке элемента.

Работы в этом случае организуются следующим образом. Вначале каждый из кранов устанавливает стойки рамы, опирая их на фундаменты и временные опоры. Затем оба крана совместно монтируют среднюю часть ригеля. При подъеме используются жесткие траверсы, предохраняющие стенки ригеля от изгиба.

Установленные стойки и ригель расчаливают, монтажные узлы соединяют сваркой или клепкой.

При установке рамы применяется следующая технологическая схема работ:

- предварительная сборка ригеля и стоек на шпальных клетках непосредственно в монтажной зоне;

- установка Г-образных стоек с опиранием на фундамент и временную опору;

 - монтаж двумя кранами средней части ригеля;

 - сварка и клепка монтажных стыков стоек с ригелем;

 - перестановка временных опор под следующую раму.

При наличии соответствующего грузоподъемного оборудования (порталы, установщики и т.д.) два ригеля могут объединяться в пространственный блок покрытия, связанный вертикальными и горизонтальными связями и элементами кровли.

Более сложной в техническом отношении является установка рам большого пролета с наклонными стойками. На рис. 4.3, б показана последовательность сборки рамного пролетного строения с наклонными стойками:

- с опиранием на колонны с обеих сторон русла реки собирают пролетные строения и укладывают мостовое полотно, располагая кран на проезжей части рамы;

- монтируют стойки рамы в вертикальном положении, затем поворачивают их в проектное положение с одновременной установкой предварительно собранных вспомогательных ферм;

 - на вспомогательных фермах собирают крайние пролеты рамы;

 - с двух сторон навесным способом монтируют блоки среднего пролета ригеля с замыканием рамы в середине пролета. При за-

4.4. Монтаж арочных конструкций

Металлические арки нередко применяют для перекрытия подсобных производственных и складских помещений. Арки могут быть полуциркулярного, полуовального или треугольного очертания; двух- и трехшарнирными без затяжки; сегментными с затяжкой.

Двухшарнирные арки можно монтировать: на проектных отметках поэлементно или предварительно собранными конструктивными элементами с применением в качестве опор временных подмостей; укрупненными из 2...3 арок с использованием временных передвижных опор.

При монтаже отдельными конструктивными элементами процессы по сборке арок выполняют наверху, на подмостях, что существенно усложняет проведение работ. Первые две собранные таким образом арки раскрепляют с помощью расчалок, последующие соединяют с предыдущими сначала инвентарными распорками, а затем связями и прогонами.

При монтаже укрупненными блоками часто используют метод поворота с одновременным скольжением (рис. 4.4, а). Порядок монтажа следующий:

на временных опорах из элементов Φ_1 , Φ_2 и Φ_3 собирают две арки и соединяют их решетчатыми прогонами;

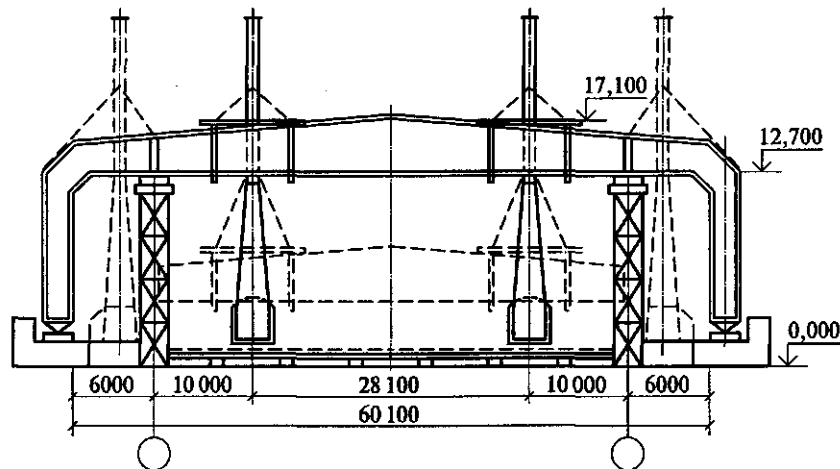
к торцам арок шарнирно одним болтом присоединяют вертикальные элементы Φ_4 ;

укрупненный блок из двух арок с прогонами устанавливают в проектное положение методом поворота вокруг опоры. Во время подъема шарнирно соединенные с арками элементы Φ_4 , скользящие нижними торцами по земле, устанавливают и закрепляют на фундаментных опорах;

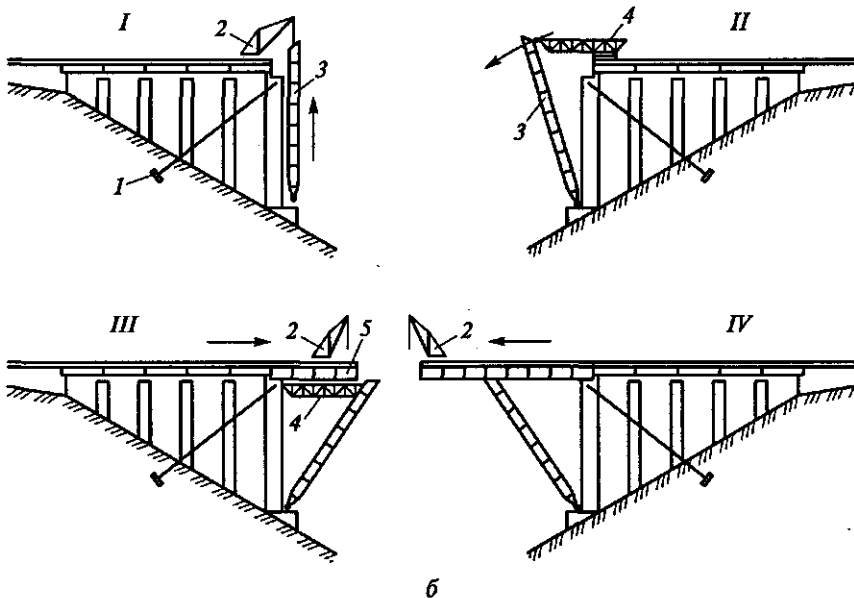
монтажный стык элементов Φ_3 и Φ_4 закрепляют постоянными болтами.

Трехшарнирные арки могут устанавливаться поэлементно, конструктивными элементами или блоками. Наибольшее распространение получил монтаж конструктивными элементами в виде полуарок: универсальная полунавесная сборка с опиранием полуарок на передвижную центральную монтажную башню (опору); на весу двумя кранами без применения опор; с использованием в качестве опор монтажных вышек и башен монтажного крана; метод скольжения или стягивания опор.

При универсальном методе полунавесной сборки (рис. 4.4, в) каждую собранную на земле полуарку стреловыми кранами устанавливают нижним концом на опорные устройства фундаментов, верхним — на центральную временную опору, имеющую сверху рабочую площадку с домкратными устройствами или клинями для раскружаливания. Аналогично устанавливается вторая полуарка.



а



б

Рис. 4.3. Монтаж рамных конструкций:

а — с вертикальными стойками; б — с наклонными стойками; 1 — анкер; 2 — кран; 3 — стойка; 4 — вспомогательная ферма; 5 — ригель; I... IV — порядок сборки (стрелками показано направление сборки)

мыкании рамы для совмещения сечений ригеля производят загрузку крайних пролетов и регулируют положение конструкции домкратами. Подгонку замыкающих элементов по месту выполняют с применением газовой резки.

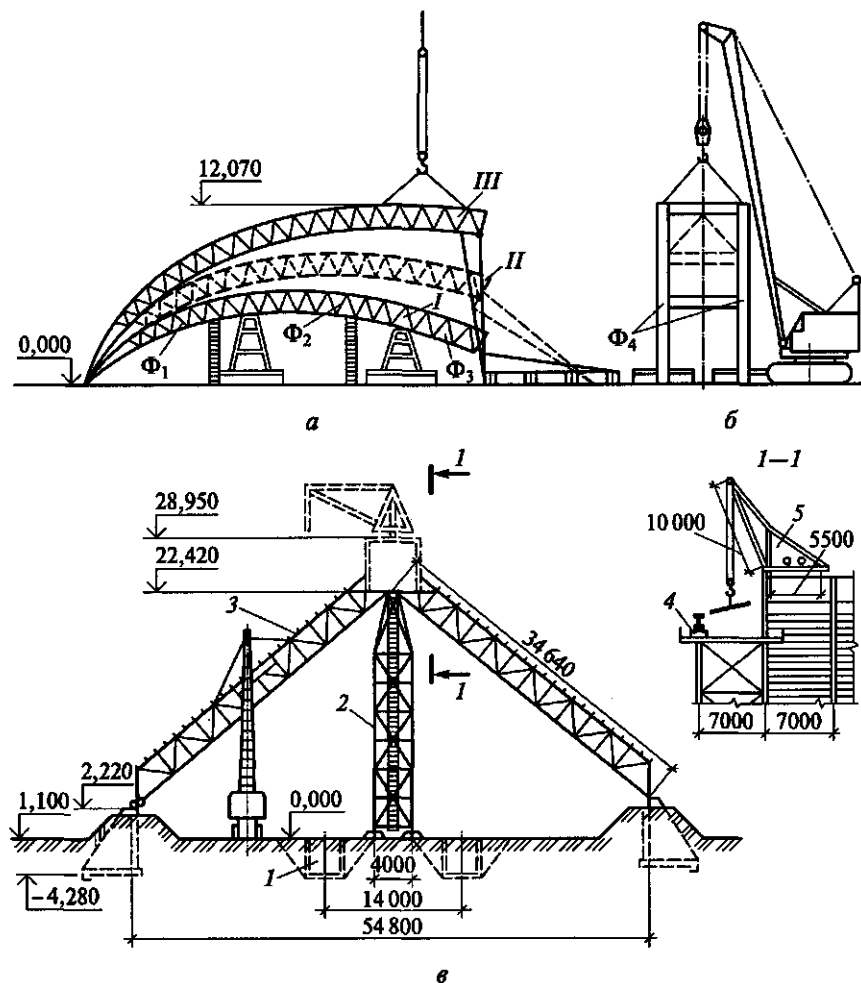


Рис. 4.4. Монтаж арок:

a, б — двухшарнирных (вид вдоль и поперек пролета); *в* — трехшарнирных; $\Phi_1 \dots \Phi_4$ — отправочные элементы; *I, II, III* — положение арок при подъеме; *1* — подземные туннели; *2* — передвижная опора; *3* — элементы усиления полуарок; *4* — клетка с клиньями для раскружаливания; *5* — дерик-кран

После закрепления обеих полуарок в верхнем шарнире производят их раскружаливание. Временные опоры перемещают под следующую арку. Первую установленную арку временно раскрепляют расчалками, последующие — связывают с предыдущими связями и распорками.

Монтаж на весу двумя кранами имеет ограниченное применение в связи со сложностью организации синхронной работы двух кранов.

При монтаже с использованием в качестве верхней опоры башни монтажного крана полуарки в положении «на весу» заводят пятовым шарниром на опору и путем поворота в шарнире устанавливают вторым концом на опору башенного крана до совмещения осей замковых отверстий верхнего шарнира. Затем, используя монтажную площадку, закрепляют элементы сваркой или клепкой.

Блоки полуарок можно монтировать методом скольжения. Для этого полуарки, укрупненные на стеллажах, подают в зону действия крана на двух тележках. В то время, когда кран поднимает верхние части полуарок, нижние их части перемещаются в сторону здания, при сближении с фундаментами пяты полуарок плавно входят в гнезда опорных устройств фундаментов и шарнирно закрепляются временным болтом.

Для соединения верхних частей полуарок используются передвижные телескопические подмости с рабочими площадками.

При методе стягивания опор арки собирают в пролете на шарнирно-рычажных подмостях, одну пяту арки шарнирно устанавливают на постоянной неподвижной опоре, а другую — на подвижной, размещаемой за пределами пролета. При подъеме арки подвижные опоры передвигаются по направляющим, достигают проектного положения, где привариваются к закладным деталям.

Схемы установки арок методами скольжения и стягивания опор приведены на рис. 4.5, *a* и *б*.

Арки с затяжкой обычно устанавливают методом полунавесной сборки на временные опоры с домкратными устройствами. Предварительно на сборочных стендах отдельные части арок жестко крепятся с подвесками, поддерживающими элементы затяжки. Монтаж отдельных блоков арки с затяжкой осуществляется по схеме, приведенной на рис. 4.4, *в*.

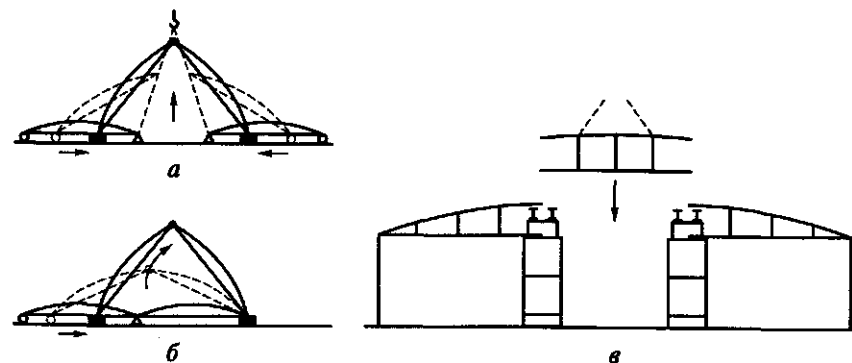


Рис. 4.5. Схемы установки арок:

a, б — трехшарнирных скольжением и стягиванием опор; *в* — с затяжкой полунавесной сборкой

После окончательного закрепления стыков блоков производится раскручивание арки за счет опускания домкратов и опоры переставляются под следующую арку.

4.5. Армоцементные своды

Пролеты до 40 м и более могут перекрываться армоцементными сводами. Армоцементные своды обычно монтируют методом полунавесной сборки с использованием передвижных кондукторов и приспособлений для временного закрепления свода на его опорах (подсводных балках).

Свод составляется из крайних и средних волнистых элементов шириной 2 м. Сборные армоцементные элементы усиливают монтажными стяжками, снимающимися после складирования, транспортирования и монтажа армоцементных волн. Транспортирование элементов производится в кассетах на полуприцепах.

Монтаж элементов ведут как со склада, так и с транспортных средств. Оси подкрановых путей и путей для перемещения кондукторов располагают вдоль здания по осям швов соединяемых элементов (в третях пролета свода). Для перемещения кондукторов на новые позиции используют подкрановые пути или специальные направляющие из швеллеров (рис. 4.6).

Кондуктор состоит из опорной площадки, башни и рабочей площадки, оборудованных механизмами для подъема и опуска-

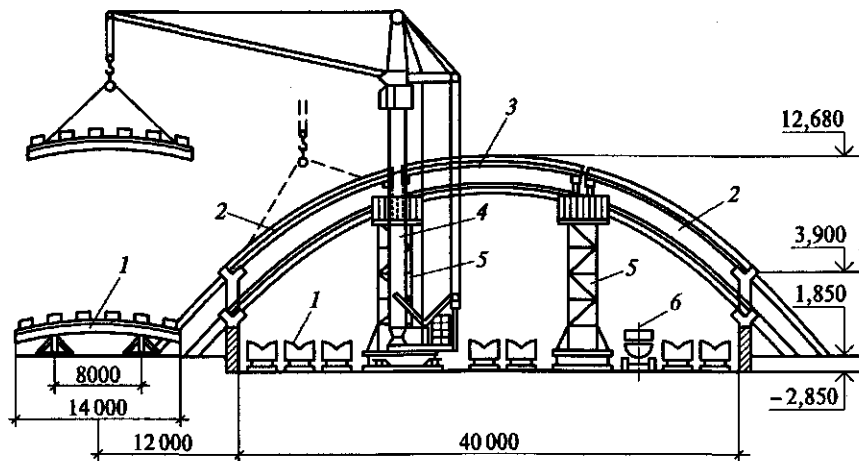


Рис. 4.6. Монтаж армоцементного свода:

1 — склад элементов; 2 — крайние элементы свода; 3 — средний элемент; 4 — башенный кран; 5 — передвижной кондуктор; 6 — ось полосы движения транспортных средств

ния опор. При монтаже элементов в пониженных частях покрытия рабочая площадка опирается непосредственно на нижний блок башни, при монтаже элементов повышенной части свода башню наращивают специальным верхним блоком. Соединение блока и рабочей площадки выполняется на болтах.

Последовательность сборки свода:

устанавливают два крайних и один средний элементы волны и выверяют по отношению друг к другу с помощью реечных домкратов;

установленные элементы сваривают между собой, арматурные выпуски крайних элементов приваривают к закладным деталям опарных балок;

собирают две смежные волны и соединяются с ранее установленной;

замоноличивают продольные и поперечные швы;

производят раскручивание трех волн, снимают опалубку со швов;

кондукторы переставляют на новые стоянки, где повторяется монтажный цикл.

4.6. Монтаж железобетонных оболочек

В железобетонных оболочках наиболее полно используются пластические и прочностные возможности материала, что по сравнению с покрытиями из линейных и плоских конструкций снижает расход бетона на 30...35 % и стали на 20...25 %.

В практике строительства существует множество примеров возведения оригинальных железобетонных оболочек, имеющих сложную пространственную форму и поэтому выполненных в монолитном железобетоне. В сборном железобетоне получили распространения сборно-монолитные оболочки, в том числе и унифицированная серия оболочек двойной положительной кривизны, предназначенных для покрытия промышленных зданий с сеткой колонн от 12×18 до 36×36 м, которые монтируются из плоских и гнутых однотипных элементов.

Различают сборку на уровне земли (на нулевых отметках) на специальном пространственном кондукторе кружальной конструкции с последующим подъемом с помощью домкратов или кранов целую собранную оболочку в проектное положение и сборку на проектных отметках.

С применением первого способа в нашей стране было возведено несколько большепролетных оболочек с размером в плане 40×40 м и массой до 600 т. Однако данный метод не получил широкого распространения, так как он не позволяет возводить две примыкающие друг к другу оболочки. При незначительных

размерах и массе оболочки (например, оболочка 18×18 м) их можно поднимать в целлю сборном виде обычными монтажными кранами (рис. 4.7, а).

Монтаж сводится к подъему собранной на земле оболочки выше проектной отметки, развороту ее в проектное положение и установке на оголовки колонн.

Сборка на проектных отметках — основной технологический метод строительства оболочек в нашей стране. Сборку на проектных отметках можно осуществлять на монтажных поддерживающих устройствах или с опиранием укрупненных элементов на несущие конструкции здания. Сборку оболочек на монтажных поддерживающих устройствах довольно широко применяли как при монтаже покрытий промышленных зданий, так и при устройстве отдельно стоящих большепролетных оболочек.

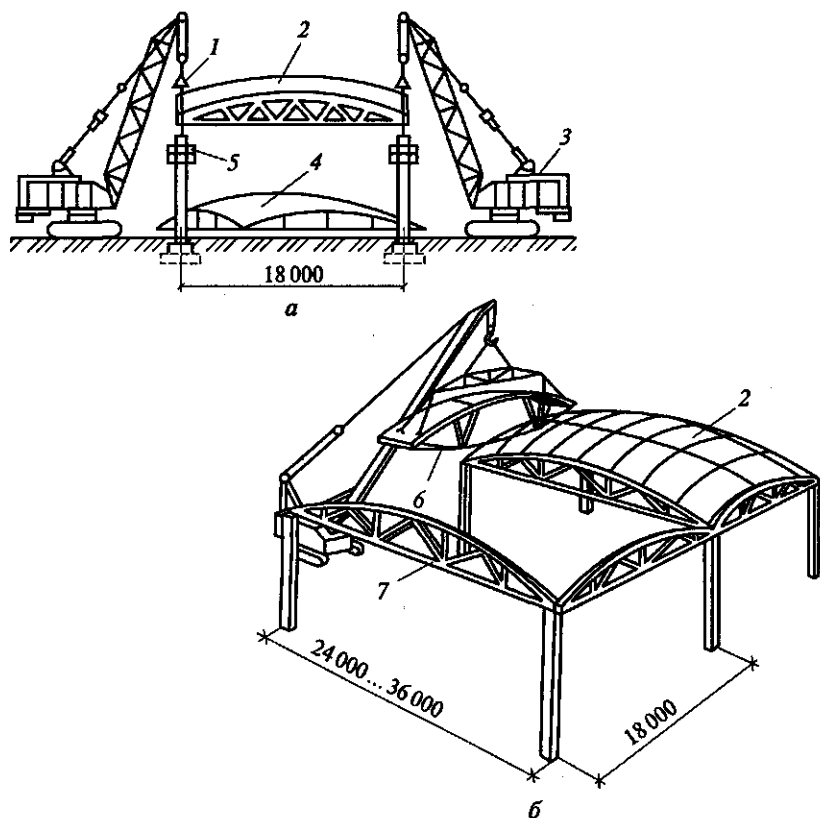


Рис. 4.7. Схемы монтажа железобетонных оболочек:

а — в готовом виде; б — с опиранием на несущие конструкции; 1 — траверса; 2 — оболочка; 3 — кран; 4 — оболочка в наземном положении; 5 — рабочая люлька; 6 — инвентарная затяжка; 7 — контурная ферма

При строительстве многопролетных промышленных зданий, перекрытых оболочками двоякой кривизны размером 24×24 или 36×36 м использовали инвентарные кондукторы, передвигающиеся с позиции на позицию по рельсам. В пролете (или одновременно в нескольких пролетах) устанавливали, а затем поднимали на проектные отметки кондукторы, представляющие собой сетчатые кружальные конструкции, имеющие очертания оболочки. На колонны с помощью монтажных кранов устанавливали контурные фермы-оболочки. После укладки сборных плит в направлении от контуров оболочки к центру и выверки сваривали стыковые соединения и замоноличивали швы. После того как бетон в стыках достигал 70 % проектной прочности, оболочку раскружали, кондуктор опускали в транспортное положение и передвигали по рельсам на смежную позицию. Монтаж и заделку стыков одной оболочки осуществляли за две смены.

В современных условиях при монтаже оболочек двоякой кривизны, цилиндрических оболочек и складчатых покрытий обычно используют бескондукторную сборку с опиранием на несущие конструкции здания. Укрупнение элементов производят на земле в зоне действия монтажного крана на специальных передвижных стендах, что позволяет повысить производительность труда на 25...30 %. При монтаже используют грузозахватные устройства, исключающие возникновение в элементах монтажных напряжений.

Оболочки двоякой положительной кривизны с сеткой колонн от 12×18 до 36×36 м собирают из сборных панелей размерами 6×6 или 3×12 м, опирая их на контурные железобетонные или стальные фермы, с замоноличиванием швов между ними. Контурные фермы пролетами 12, 18 и 24 м поставляются цельными, а пролетами 30 и 36 м — из двух половин. Оболочки собирают из двух-трех плит и монтируют с помощью временных монтажных затяжек (см. рис. 4.7). Монтаж оболочек включает в себя следующие монтажные операции: укрупнительная сборка блоков панелей; установка, выверка и закрепление контурных ферм; укладка блоков панелей; сварка закладных деталей блоков панелей и ферм; замоноличивание зон, стыков и швов; распалубка замоноличенных частей оболочки. Укрупнительную сборку панелей 3×6 м в блоки размерами 3×12 или 3×18 м производят краном грузоподъемностью 10 т. Проектные размеры укрупняемого блока обеспечиваются вначале путем фиксации деревянных брусков на боковых упорах и окончательно — при натяжении двух монтажных затяжек, устанавливаемых на блок после сварки стальных накладок.

Последовательно устанавливают три контурные фермы. Устойчивость ферм в процессе монтажа обеспечивается креплением их с помощью подкосов, распорок и самоходной вышки, также может быть использована универсальная коньковая опора.

**ВОЗВЕДЕНИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ
ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

Первую ферму пролетом 24 (30, 36) м закрепляют подкосами, вторую — при шаге колонн 12 м — связывают с ней распорками, а при шаге 18 м — закрепляют самоходной вышкой. После установки и закрепления двух большепролетных ферм устанавливают третью пролетом 12 (18) м и крепят ее к ним с помощью жесткой распорки.

Перед установкой на фермы навешивают стальную секционную опалубку монолитных зон. После установки, выверки и закрепления трех ферм укладывают укрупненные блоки панелей. Перед укладкой последнего ряда панелей устанавливают четвертую контурную ферму, выверяют и закрепляют ее. Затем сваривают закладные детали панелей и ферм. После сварки отсоединяют временные монтажные крепления ферм и замоноличивают зоны, стыки и швы оболочки бетонной смесью М300.

По технологии, разработанной трестом «Оргтехстрой» Главзапстроя, предварительное укрупнение 18-метрового арочного блока из трех плит (двух контурных и одной средней) производится на инвентарном стенде. Собранный блок стягивают двумя инвентарными затяжками и с помощью траверсы с четырьмя стропами устанавливают краном в проектное положение. Арочные блоки опирают на контурные бруссы, расположенные по торцам здания, и железобетонные контурные арки, перекрывающие пролет здания.

При подаче арочного блока производят его строповку и контральный подъем на высоту не более 0,5 м; поворотом башни крана блок, страхуемый оттяжками, переводят в положение с ориентацией стрелы вдоль направления движения. Кран перемещается на свою монтажную стоянку, останавливается, блок поднимают на 0,5 м выше контурной арки, затем поворотом стрелы крана на 180° выводят блок в проектное положение. Контурные арки в процессе подъема страхуют четырьмя оттяжками, а после установки на колонны приваривают и расчаливают. Монтажники принимают арки на колонны с двух передвижных вышек.

В случае монтажа оболочек в зданиях с подвалом краны устанавливают на инвентарные колейные настилы, опираемые через перекрытия на колонны, либо на песчаную подушку, отсыпанную на дно подвала, с бетонированием перекрытия после вывода крана.

Цилиндрические оболочки изготавливают из укрупненных криволинейных элементов размером 3×12 м, укладываемых на несущие балки или фермы. Монтируют их обычными методами, как плоскостные конструкции, при движении крана поперек пролета или вдоль него. Для монтажа применяют две — четыре временные металлические или деревянные стойки, устанавливаемые под бортовыми элементами на расстоянии $1/4$ от опорных узлов. Стойки и затяжки снимают после достижения бетоном замоноличивания 70 % проектной прочности.

5.1. Монтаж зданий с купольными покрытиями

Металлические конструкции в гражданских зданиях используются для перекрытия больших пролетов и в качестве каркасов при строительстве высотных зданий.

Так, спортивные залы, выставочные павильоны, цирковые арены и прочие здания с массовым нахождением людей могут перекрываться арочными, купольными, структурными, мембранными и вантовыми металлическими конструкциями пролетом до 100 м и более.

Технология монтажа арочных покрытий была рассмотрена ранее. Рассмотрим основные способы устройства других покрытий.

Купольные покрытия бывают ребристыми и сетчатыми. Ребристые куполы могут собираться поэлементно, конструктивными блоками, навесным способом или устанавливаться в целом виде. В качестве временных опор могут использоваться мачты, башни кранов или опоры с радиально-поворотным устройством (рис. 5.1).

Чаще всего несущую конструкцию купола собирают из укрупненных конструктивных элементов.

Монтаж с помощью *центральной мачты* с опорным кольцом сверху начинают со сборки мачты и оснащения ее стремлянками, подмостями и монтажными приспособлениями. Сбранную мачту поднимают одним или двумя самоходными кранами, выверяют и раскрепляют вантами. После этого устанавливают верхнее опорное кольцо. Укрупненные на земле ребра купола монтируют попарно с двух диаметрально противоположных сторон, опирая внизу на опорную коробчатую балку, а сверху — на опорное кольцо. Между собой ребра соединяют кольцевыми прогонами, верхний из которых образует на вершине купола отверстие, закрываемое затем вентиляционной шахтой.

Пологие купола рекомендуется возводить с помощью *кран-мачт* (рис. 5.1, б), используя их в качестве временных центральных опор. После установки и закрепления ребер ослабляют клинья в опорной клетке под основанием мачты и производят раскручивание установленных конструкций.

После окончания работ мачту демонтируют, для чего разрезают ее ниже и выше верхнего кольца купола. Обе отрезанные части увозят, а оставшаяся вваренная в опорное кольцо часть остается составным элементом в конструкции купола.

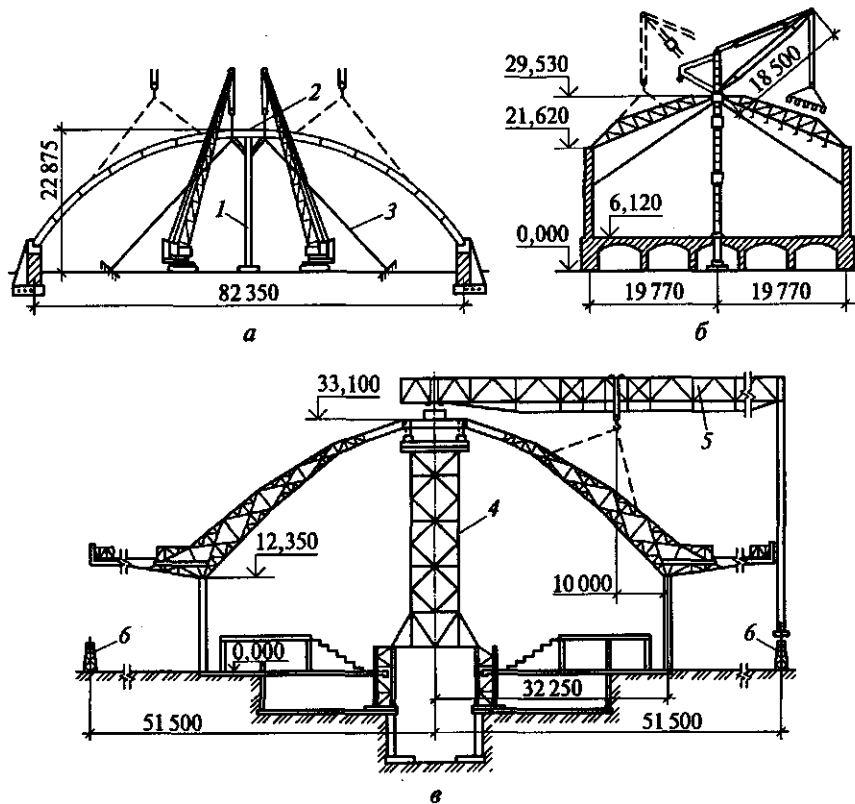


Рис. 5.1. Монтаж куполов с использованием в качестве центральной опоры:

а — мачты с опорным кольцом; *б* — кран-мачты; *в* — башни с радиально-поворотным устройством; 1 — мачта; 2 — опорное кольцо; 3 — ванта; 4 — башня; 5 — радиально-поворотное устройство; 6 — подкрановая эстакада

При использовании в качестве опоры *центральной башни и радиально-поворотного устройства* (рис. 5.1, *в*) работы начинают с устройства монолитного основания под башню и кольцевых рельсовых путей, размещаемых на металлической эстакаде вокруг купола.

Отдельные отправочные марки металлических конструкций укрупняют в складки стреловыми кранами в зоне действия радиально-поворотного устройства, затем поднимают их в наклонном положении, соответствующем их проектному расположению, и после геодезической проверки сваривают.

Консоль купола также укрупняется из отдельных элементов, поднимается в проектное положение радиально-поворотным устройством и закрепляется болтами и сваркой.

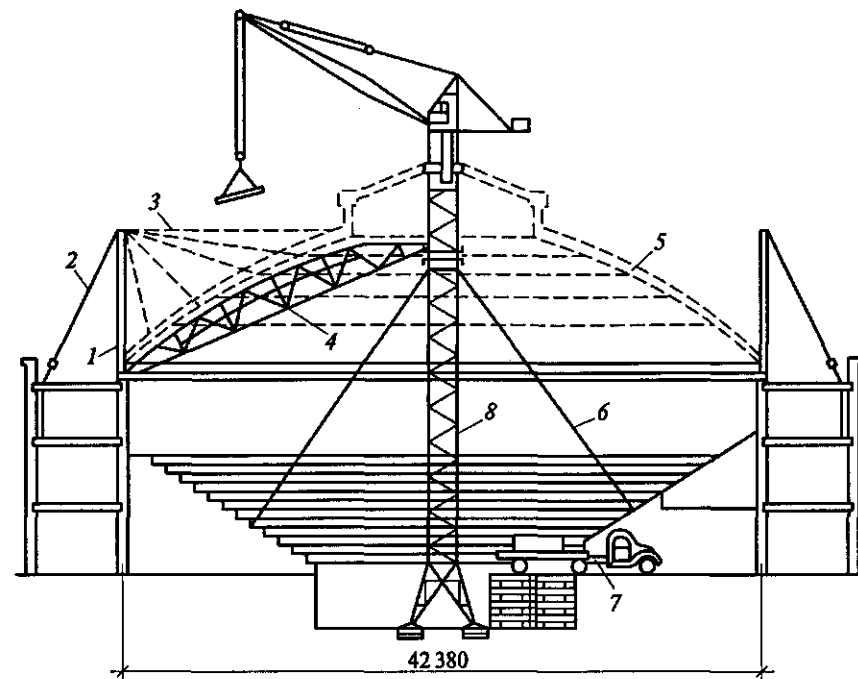


Рис. 5.2. Монтаж купола с помощью передвижной фермы-шаблона: 1 — монтажная стойка; 2 — расчалки-стойки; 3 — тяги-подвески; 4 — ферма-шаблон; 5 — купол; 6 — расчалки; 7 — панелевоз; 8 — кран

Навесной способ монтажа (рис. 5.2) обычно применяют при укладке на куполе тяжелых железобетонных панелей покрытия. Для временной поддержки панелей до их скрепления с тягами — подвесками, прикрепленными к инвентарным стойкам, — используют передвижные фермы-шаблоны.

Монтажные работы ведутся с помощью башенного крана, укрепленного для жесткости с четырех сторон расчалками.

Монтаж панелей покрытия осуществляется поясами, располагаемыми по кольцевой схеме, в направлении снизу вверх. Каждую панель укладывают нижними углами на приваренные накладки узла, верхними — на установочные винты фермы-шаблона. После закрепления панелей к подвескам винты опускают на 110...115 мм и перемещают ферму-шаблон в новое положение, для монтажа следующей смежной панели.

Метод подъема купола в целом виде очень сложен и поэтому широкого распространения в практике строительства не нашел. Сетчатые куполы из-за разнообразия их конструктивных решений установившихся схем монтажа не имеют.

5.2. Особенности устройства мембранных покрытий

Мембранные покрытия представляют собой предварительно напряженную стальную мембрану, натянутую на опорный контур, опирающийся на стены или колонны каркаса здания.

Элементы мембраны доставляют на объект в виде стального рулона шириной до 12 м и массой до 15 т.

После раскроя один конец рулона поднимают и закрепляют на опорном контуре.

Рулон разматывают на всю длину до противоположного участка контура, поднимают, натягивают и закрепляют сваркой или клепкой.

Смежные полотнища разматывают аналогичным образом и сваривают друг с другом с нахлесткой 50 мм.

Технологию работ по перекрытию большепролетного здания мембраной можно рассмотреть на примере строительства универсального стадиона в Москве с мембраной эллиптического очертания размером в осях 183 × 224 м.

Оболочка (рис. 5.3) состоит из наружного и внутреннего опорных колец, опирающихся на них радиальных стабилизирующих ферм, кольцевых ребер и мембраны толщиной 5 мм.

Монтаж оболочки выполнялся в следующей последовательности:

установка временной центральной инвентарной опоры, кранового оборудования, а также наружного и внутреннего опорных колец;

укрупнительная сборка внизу блоков, состоящих из двух ферм, соединенных элементами кольцевых ребер;

подъем собранного блока двумя кранами с шарнирным закреплением на опорных кольцах высокопрочными болтами, установка следующего блока с диаметрально противоположной стороны;

установка аналогичным образом через три сектора по направлению движения часовой стрелки двух других противоположных блоков и т. д.;

разворачивание и разрезание доставленных рулонов мембраны на трапецевидные элементы после установки всех блоков на местах их укрупнительной сборки, подъем и установка их в проектное положение с помощью траверсы-распорки;

закрепление лепестков мембраны к наружному кольцу и натягивание их к внутреннему кольцу траверсой и двумя гидравлическими домкратами, закрепление тягами с гайками; стыковка смежных элементов мембраны внахлестку и сварка;

раскручивание центральной временной опоры за счет опускания песочных домкратов.

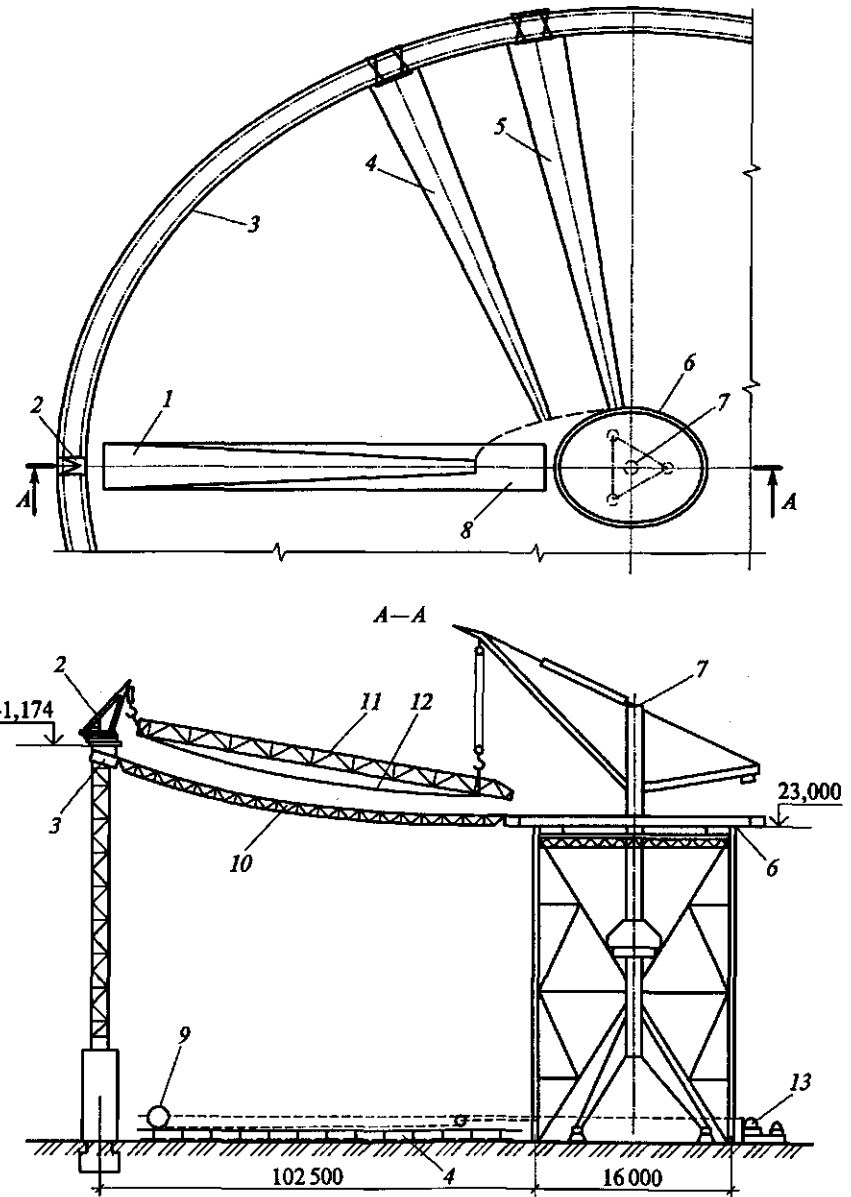


Рис. 5.3. Схема монтажа элементов мембраны:

1 — положение элемента мембраны перед подъемом; 2 — подъемник; 3 — наружный опорный контур; 4 и 5 — соответственно промежуточное и проектное положения мембраны; 6 — внутреннее стальное опорное кольцо; 7 — башенный кран; 8 — стенд для разворачивания рулонов; 9 — схема разворачивания; 10 — смонтированный блок; 11 — траверса-распорка; 12 — монтируемый элемент мембраны; 13 — лебедка

5.3. Перекрытие больших пролетов структурными системами

Структуры представляют собой решетчатые неразрезные перекрестно-стержневые жесткие во всех направлениях системы, составленные из отдельных труб или профилей длиной 2...3 м. С помощью таких структур могут перекрываться пролеты шириной более 100 м. Так, при строительстве Дворца конгрессов в Женеве были применены решетчатые покрытия размерами 172,8 × 86,4 м.

По сравнению с применяемыми металлическими конструкциями структуры обладают следующими преимуществами:

сокращается расход металла и, следовательно, масса конструкций;

уменьшается конструктивная высота здания;

увеличиваются предельные размеры пролетов;

появляется возможность более широкой унификации элементов и их массового поточного изготовления в заводских условиях без привязки к определенному объекту;

упрощается технология монтажа конструкций.

В зависимости от конструктивных решений структур и узловых соединений применяют следующие системы: «Берлин», «Кисловодск», «ЦНИИСК» и др.

На строительную площадку структуры поставляются в виде плит, имеющих высоту 2...2,5 м и размеры в плане, вписывающиеся в транспортные габариты. На объекте структурные плиты могут укрупняться и монтироваться в целом виде с помощью кранов, монтажных мачт, гидравлических, пневматических или механических подъемников и другого грузоподъемного оборудования.

На рис. 5.4, а приведена схема монтажа двумя кранами структурного покрытия размером в плане 30 × 30 м при шаге колонн 18 м и консолями по 6 м. Укрупнительную сборку покрытия производили на временных монтажных опорах высотой 1,2 м.

Собранную структурную конструкцию поднимали над опорами и оставляли на некоторое время в таком положении для проверки прочности подвесок и надежности узлов, а также упругой осадки всей системы. В подвешенном состоянии конструкцию устраивали опорами капителей, системой вентиляции, осветительным оборудованием и др.

Покрытие поднималось на 0,2...0,4 м выше опорных частей колонн, а затем опускалось в проектное положение и закреплялось с опорными элементами колонн сваркой.

Монтаж структурного покрытия отдельными плитами-блоками можно осуществлять методами надвигки или полунавесной сборки. Более предпочтителен монтаж структурных блоков полунавесной сборкой с использованием временных передвижных опор.

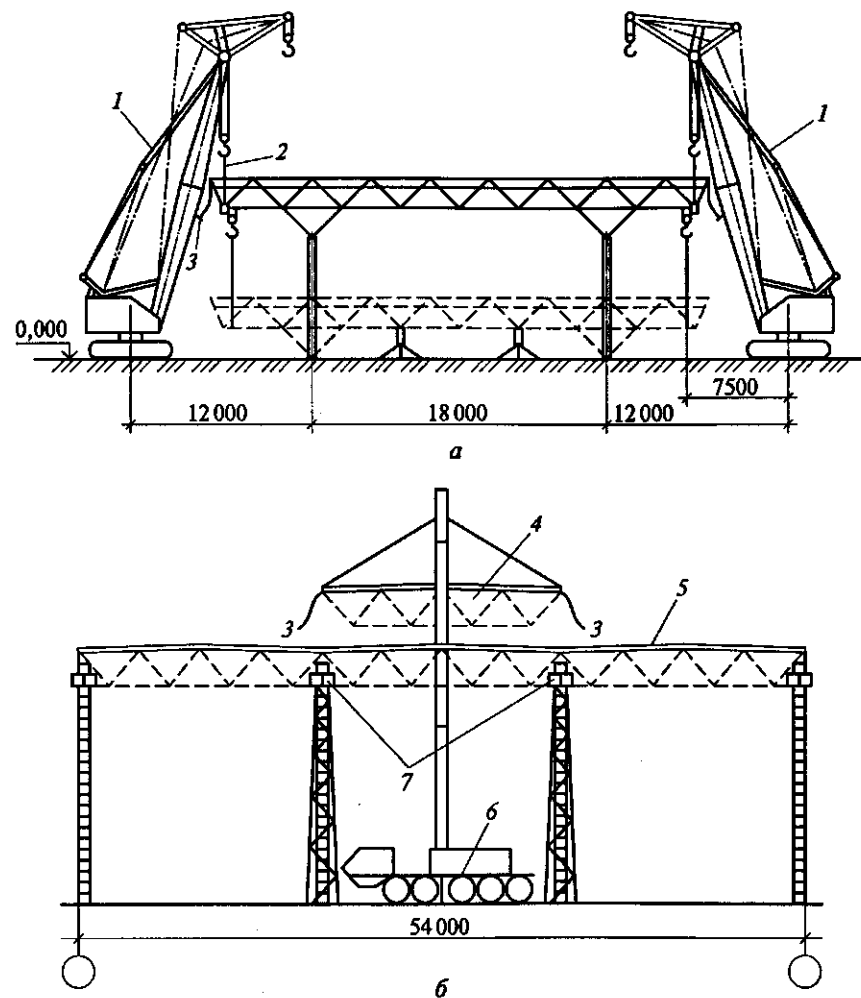


Рис. 5.4. Монтаж структурных покрытий:

а — в целом виде; б — блоками; 1 — гусеничные краны; 2 — стропы; 3 — оттяжки; 4 и 5 — соответственно монтируемый и установленный блоки; 6 — кран на шасси автомобильного типа; 7 — временные передвижные опоры с монтажными площадками

На рис. 5.4, б приведена схема возведения методом полунавесной сборки покрытия здания размером 54 × 60 м структурными блоками с профилированным стальным настилом. Структурные блоки размером 12 × 18 м собирались внизу на стендах и устанавливались на колонны и временные опоры с помощью мобильного крана грузоподъемностью 75 т с максимальной длиной телескопической стрелы 44 м.

При перекрытии зданий структурными блоками необходимо организовать поточное выполнение следующих технологических циклов:

- установка и выверка временных опор;
- подъем и установка на временные опоры структурных блоков;
- сварка стыков и напряжение их нижних поясов;
- раскруживание и перемещение временных опор к следующим осям здания.

Предложен также метод устройства структурных покрытий из складывающихся блоков, при котором доставленный на строительную площадку компактный блок растягивается на земле с помощью лебедок и диагональных растяжек в структурную плиту, которая затем устанавливается кранами в проектное положение. Однако широкого применения на практике этот метод не нашел.

5.4. Монтаж вантовых конструкций

Вантовым называют покрытие, имеющее в качестве опоры натянутые стальные канаты (ванты). Вантовая система, в свою очередь, опирается на опорный контур, воспринимающий все горизонтальные и вертикальные нагрузки. Опорный контур может устраиваться в виде рядов колонн или стен с контрфорсами, быть незамкнутым или замкнутым.

Как правило, ванта натягивают на замкнутое железобетонное кольцо, опирающееся на колонны. Кольцо полностью воспринимает горизонтальные нагрузки и исключает возникновение изгибающих напряжений в колоннах.

Помещения, перекрываемые вантовыми конструкциями, в плане могут быть прямоугольными, овальными или круглыми, а ванта — располагаться параллельно, радиально или перекрестно по главным направлениям поверхности оболочки. В качестве вант могут быть использованы стальные стержни, пряди или канаты, в том числе объединенные для удобства установки в фермы.

Для уменьшения прогиба от эксплуатационных нагрузок и возможности появления трещин висячая оболочка подвергается предварительному напряжению путем натяжения вант и подвешивания дополнительных пригрузов. Для отвода воды и удобства ведения монтажных работ кроме несущего каната может дополнительно устанавливаться верхний — стабилизирующий канат (рис. 5.5).

Пример устройства вантового перекрытия приведен на рис. 5.6.

Последовательность выполнения работ при перекрытии пролета вантовыми канатами:

- вантовый канат, намотанный на барабан, подают краном к месту установки, один конец каната закрепляют анкером в опорном контуре;

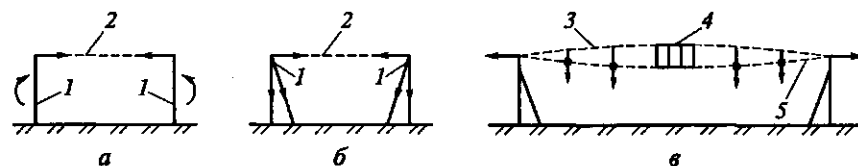


Рис. 5.5. Схемы распределения нагрузок в вантовых конструкциях:

а и б — соответственно при незамкнутом и замкнутом опорном контуре; в — при натяжении и при грузке вантовых ферм; 1 — опорный контур; 2 — ванта; 3 — стабилизирующий канат; 4 — центральная цилиндрическая опора; 5 — несущий канат

- канат раскатывают, оснащают контрольными грузами, поднимают в проектное положение, натягивают электролебедкой и закрепляют в опорном контуре с противоположной стороны;

- после установки всех продольных канатов производят геодезическую проверку положения точек вантовой сети;

- устанавливают поперечные ванта (на рис. 5.6 не показаны), закрепляют их пересечения с рабочими вантами;

- укладывают плиты покрытия в направлении от нижней к верхней;

- производят натяжение загруженной вантовой сети, бетонирование стыков и контурных участков.

Технология перекрытия вантовыми фермами была использована при строительстве Дворца спорта «Юбилейный» в Санкт-Петербурге. Здание, круглое в плане, высотой 20 м, диаметром 93 м, включает в себя спортивную арену, трибуны, обслуживающие и вспомогательные помещения. Распор от натяжения тросов воспринимается металлическими колоннами и железобетонным кольцом, которое через консоли крепится к 48 колоннам.

Вантовые полуфермы собирались внизу на стендах, наносилось антикоррозийное покрытие, устанавливались анкерные муфты и т.п. Монтаж полуферм осуществлялся с помощью башенного крана, перемещающегося по кольцевым путям, проложенным вокруг здания, и сводился к подъему вантовых ферм и закреплению их с одной стороны к металлическим кольцам, а с другой — к заводке тросов с муфтами в гнезда на колоннах.

Несущий и стабилизирующий тросы (соответственно диаметром 65 и 42,5 м) крепились на колоннах на разных уровнях, что позволило сократить высоту здания и установить в местах излома поверхности кровли приемные воронки для внутреннего водостока. В качестве плит покрытия использовались стальные панели трапециевидной формы, покрываемые затем пенопластом и рубероидным ковром.

Монтаж висячего покрытия с использованием вантовых ферм включает в себя следующие технологические операции:

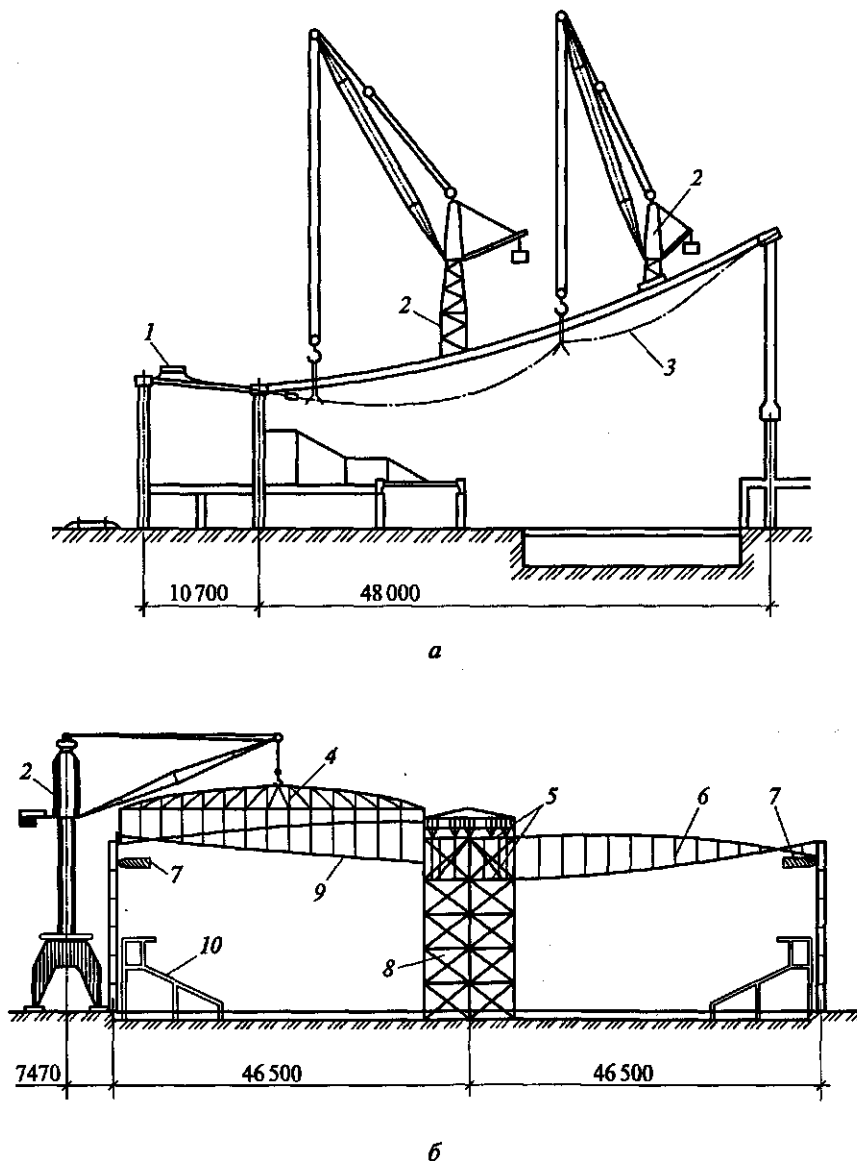


Рис. 5.6. Технологические схемы перекрытия больших пролетов висячими конструкциями:

а — вантовыми канатами; *б* — вантовыми фермами; 1 — электролебедка; 2 — башенные краны; 3 — вантовый канат; 4 — траверса; 5 — постоянная цилиндрическая опора из двух колец и стоек; 6 — установленная ферма; 7 — опорное железобетонное кольцо; 8 — временная монтажная опора; 9 — монтируемая вантовая ферма; 10 — трибуна

установка с помощью стрелового крана временной центральной монтажной опоры и монтаж на ее верхней части постоянной цилиндрической опоры в виде двух колец, соединенных стальными стойками;

изготовление, подъем и установка попарно вантовых полуферм и наружных связей — сначала по двум перпендикулярным осям, затем подряд с двух диаметрально противоположных сторон;

первоначальное натяжение установленных полуферм;

раскручивание и демонтаж временной монтажной опоры;

монтаж сборных элементов покрытия с заделкой стыков;

напряжение всей вантовой системы в несколько этапов — по две фермы, расположенные перпендикулярно друг другу;

установка внутренних связей по фермам и кровле;

замоноличивание покрытия и контурных участков.

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

6.1. Конструктивные особенности высотных зданий

Высотными считаются здания высотой 20 этажей и более. Каркас таких зданий может быть стальным с жесткими сварными узлами в продольном и поперечном направлении (здание МГСУ); связевой системы с металлическими колоннами, горизонтальными и раскосными связями и железобетонным ядром жесткости (здание Минтрансстроя); комбинированным — стальные и железобетонные колонны с монолитными или сборными стенками жесткости (здания СЭВ, Гидропроекта и др.).

Стальной каркас рамной конструкции формируется из сварных колонн высотой в несколько этажей и жестко связанных с ними стальных ригелей двутаврового сечения с нижней уширенной полкой, на которую укладываются плиты перекрытия. При связевой схеме кроме стальных колонн и связей используются железобетонные диафрагмы жесткости. При комбинированном каркасе используются колонны в виде металлических сердечников из стандартных профилей, заключенных в железобетонную обойму, и сборные железобетонные ригели. Колонны верхних этажей могут быть сборными железобетонными.

Для защиты от огня и в целях повышения срока службы стальные колонны обетонируются или оштукатуриваются по сетке. Торцы стальных колонн (или сердечников) обрабатываются фрезерованием. После выверки и закрепления болтами они обвариваются по контуру.

Стыки железобетонных колонн выполняются преимущественно в виде выпусков рабочей арматуры, свариваемых встык ванной сваркой на высоте 0,8...1,2 м от уровня перекрытия. Для обеспечения устойчивости каркаса в период возведения стыки следует немедленно обетонировывать.

Междуэтажные перекрытия могут быть сборными железобетонными из многпустотных или беспустотных ТТ-образных плит, а также сборно-монолитными. Ядро жесткости обычно выполняется в монолитном варианте.

Для обеспечения устойчивости каркаса и включения в работу в период монтажа всего диска междуэтажного перекрытия узлы сопряжения перекрытия с колоннами, ригелями и ядром жесткости, а также швы между плитами замоноличивают сразу после окончания крановой сборки этажа.

6.2. Крановое оборудование

Высотные здания имеют большую высоту (100 м и более) и, как правило, незначительные размеры в плане. Поэтому их рациональнее всего монтировать с помощью приставных кранов: стационарных, установленных на мощном фундаменте (рис. 6.1, а), или передвижных — приставных на рельсовом ходу.

При возведении здания высотой более 150 м могут быть задействованы грузовые вертолеты, но гораздо рациональнее использовать для этих целей самоподъемные краны, устанавливаемые внутри одной из ячеек каркаса здания и перемещаемые по вертикали с одного уровня на другой (обычно через 2 этажа) с помощью собственных механизмов.

Стационарные приставные краны жестко крепятся к фундаменту с помощью анкерных болтов, а начиная с высоты 40 м, —

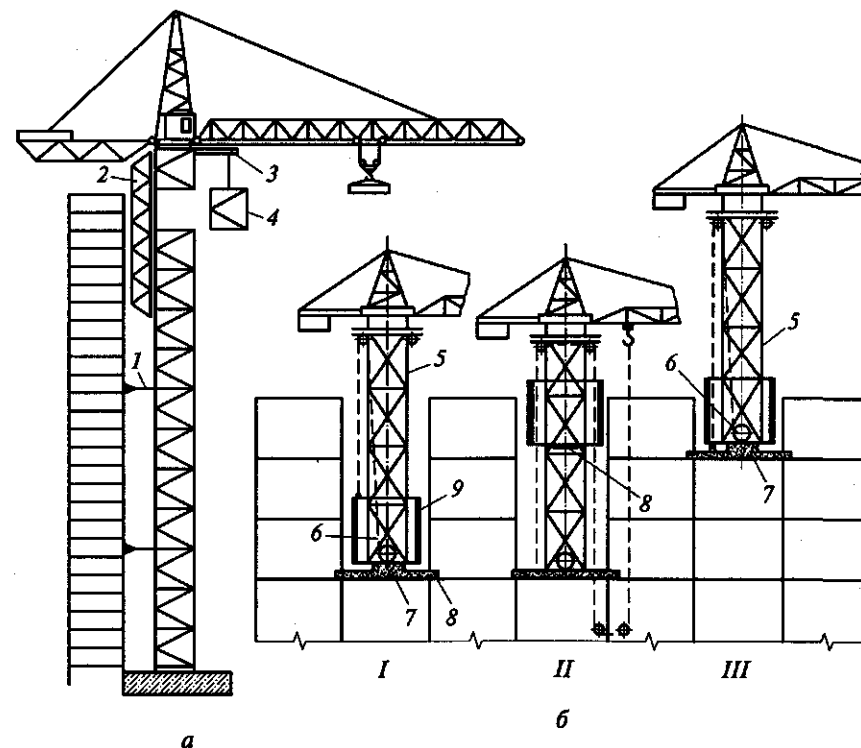


Рис. 6.1. Схемы подъема башенных кранов:

а — приставного; б — самоподъемного; 1 — связь; 2 — монтажная стойка; 3 — выдвигная рама; 4 — секция башни; 5 — башня; 6 — лебедка; 7 — опорные балки; 8 — откидные упоры; 9 — подвижная обойма; I...III — последовательность подъема крана

через 15...25 м — к несущим конструкциям здания. Для крепления крана к возводимому зданию предусмотрена специальная рамка, закрепленная в стыке двух секций башни, и связи, соединяющие рамку со зданием. Монтаж и демонтаж дополнительных секций высотой 2,5...7 м может производиться подращиванием башни снизу с помощью стационарного портала, но чаще применяют метод наращивания сверху путем подъема специальной расстыковочной монтажной стойкой, к которой крепятся две крайние верхние секции башни.

Передвижные приставные краны до высоты здания 40...60 м работают в обычном передвижном режиме, а затем прикрепляются к рельсам и становятся приставными стационарными.

Самоподъемные краны (рис. 6.1, б) обеспечивают монтаж каркасных зданий неограниченной высоты. По мере увеличения высоты строящегося здания они перемещаются по вертикали, опираясь своими опорными балками на рамные конструкции здания через выдвигные или откидные консоли.

По окончании работ на монтажном уровне подвижная обойма крана лебедкой снимается с упоров, поднимается на высоту двух этажей и вновь устанавливается на упоры. Затем башня и опорные балки снимаются со своих упоров, подтягиваются на высоту двух этажей и устанавливаются на каркас здания.

Самоподъемные краны рекомендуются оборудовать горизонтальными стрелами с подвижными каретками, так как при работе крана с подъемной стрелой возле него образуются «мертвые зоны» и приходится применять специальные балансирующие траверсы, создающие неудобства и повышающие трудоемкость работ.

Одним из преимуществ самоподъемных кранов является возможность монтажа зданий, располагаемых на стесненных площадках.

Выбор типов, числа и схемы расстановки самоподъемных кранов зависит от массы монтажных элементов, конфигурации и размеров здания в плане и по высоте с учетом того, что сфера их действия должна полностью охватывать необходимую рабочую зону крана.

При возведении зданий различают подготовительный и основной периоды строительства. Основной период, в свою очередь, состоит из трех циклов: нулевой (подземный), возведение надземных конструкций и отделочный.

При строительстве высотных зданий подготовительный период включает подготовку площадки, доставку, разгрузку, сортировку и разметку материалов и элементов, их укрупнительную сборку, подачу к месту монтажа и т.д.

Особенностями подготовительного периода при строительстве высотных зданий являются:

участие большого числа подрядных строительных организаций, производственная деятельность которых должна быть четко спланирована;

ведение строительства в черте большого населенного пункта; трудности в доставке длинномерных и негабаритных элементов;

необходимость в приобъектных складах и сборочных площадках для комплектации требуемого 3...5-дневного запаса конструкций.

Сложность выполнения нулевого цикла зависит от размеров и месторасположения здания. Гражданские высотные здания часто строятся с развитой цокольной (стилобатной) частью на несколько этажей. Поэтому при возведении подземной части высотного здания иногда бывает рациональнее использовать в качестве грузоподъемного оборудования стреловые краны, а для дальнейшего монтажа каркаса — приставные или самоподъемные. Рациональность такой схемы особенно очевидна в случае дальнейшего использования самоподъемных кранов, для первоначальной установки которых требуется предварительная сборка нижних 4...5 этажей каркаса.

6.3. Технологические схемы возведения высотных зданий

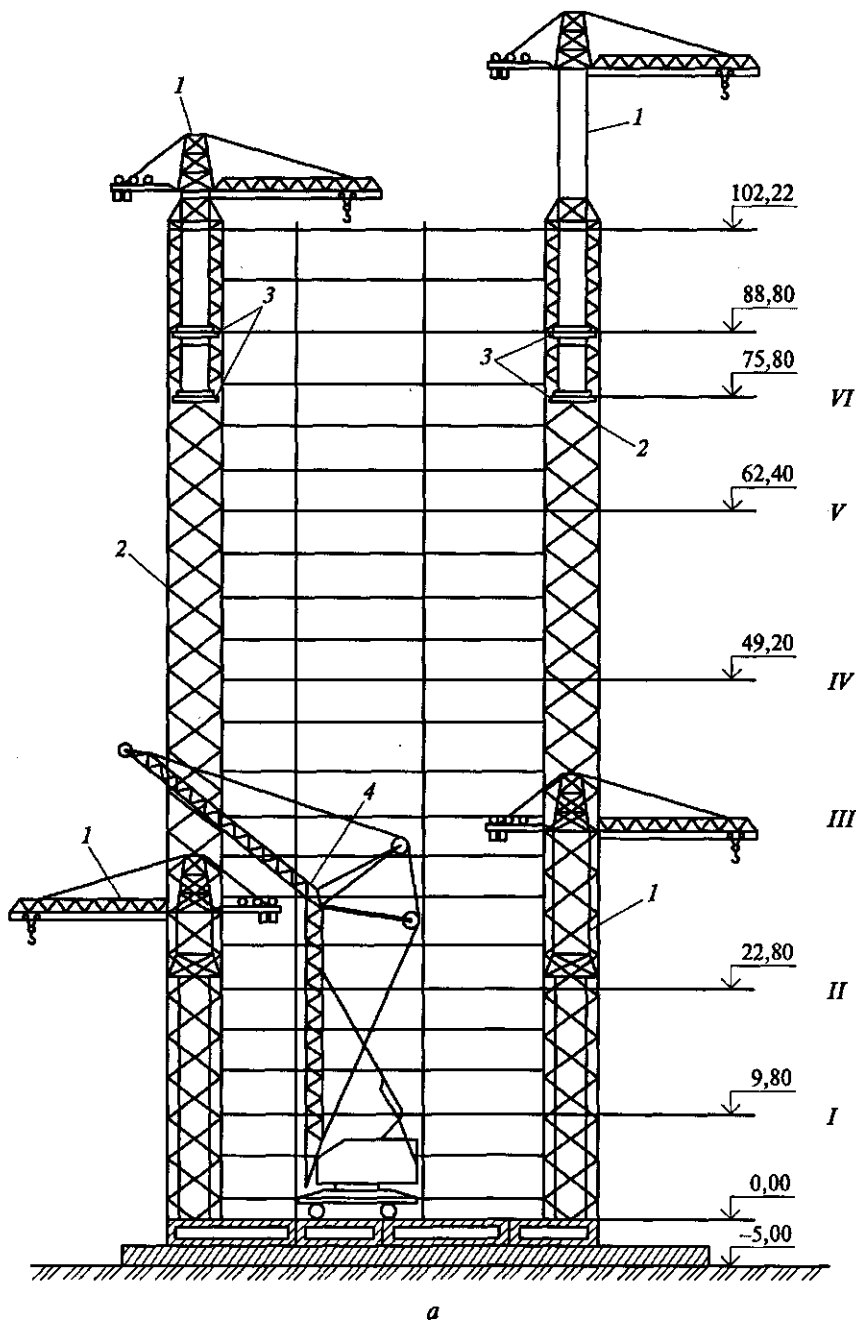
Схема возведения подземной части высотного здания принципиально не отличается от принятых схем, обычно применяемых при строительстве многоэтажных гражданских зданий, возводимых на свайных фундаментах или жесткой фундаментной плите.

При проектировании работ по возведению нулевого цикла следует учитывать, что из-за больших нагрузок на грунт необходимо проводить дополнительную проверку устойчивости подпорных стен подвальных этажей, надежного восприятия нагрузок при возможном перемещении кранов по конструкциям стилобатной части здания, устраивать мощные бетонные фундаменты под стационарные приставные краны и усиленную балластировку крановых путей при использовании передвижных приставных кранов.

Выбор метода возведения высотного здания зависит от его объемно-планировочного решения и условий строительства.

В возведении надземных конструкций высотного здания участвует большое число подрядных организаций, работа которых должна быть скоординирована генподрядчиком.

Наиболее распространенной формой организации работ является поточная, а ведущим потоком — монтаж каркаса. Поэтому ритм выполнения всех других потоков увязывается во времени и



пространстве с монтажом. И только после окончания монтажа каркаса условия взаимосвязи и ритм других выполняемых на захватках работ могут быть изменены.

Захватки по высоте могут быть поэтажными и поярусными, в плане здание может разбиваться на захватки. Поэтажные захватки применяются при использовании железобетонных колонн высотой

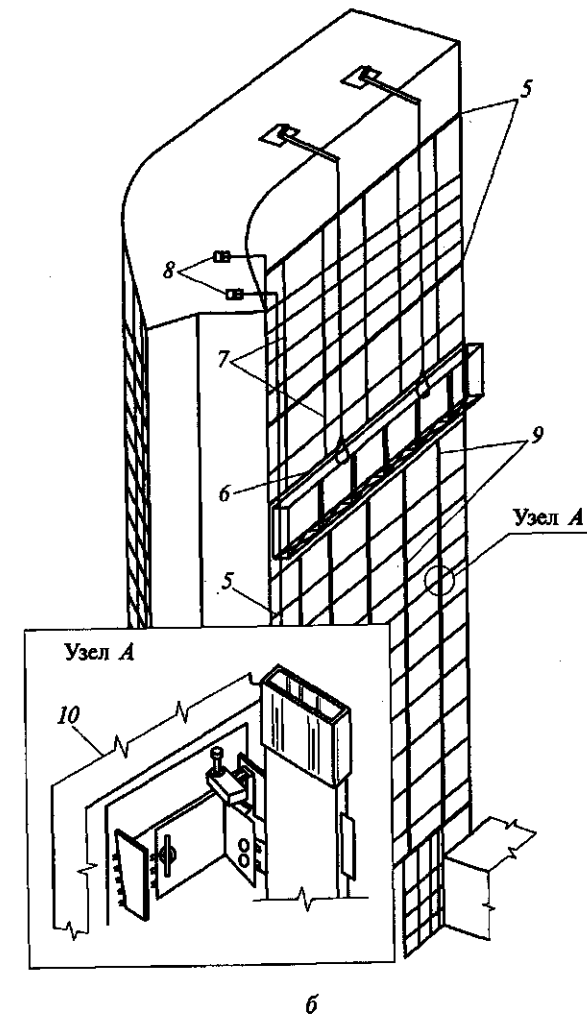


Рис. 6.2. Схемы монтажа конструкций высотного здания:

а — каркаса; *б* — импостов; 1, 4 — краны соответственно самоподъемный и самоходный; 2 — связи; 3 — опорные балки; 5 — разметочные уголки; 6 — подмости; 7 — струны; 8 — консольные балки; 9 — импосты; 10 — плита перекрытия; I...VI — стоянки кранов

на один этаж. При металлических и комбинированных колоннах назначаются захваты высотой на 2...4 этажа.

Обычно здания возводятся смежными вертикальными потоками по двухзахватной системе: на смежных захватках осуществляется монтаж каркаса и бетонные работы по устройству ядра жесткости, заделке стыков, швов, бетонированию монолитных участков и др.

Работы могут быть организованы и по однозахватной системе с отставанием одного потока от другого по вертикали на один-два яруса. При возведении монолитного ядра жесткости рекомендуется отставание монтажа каркаса от бетонирования ядра жесткости в связи с необходимостью набора бетоном ядра требуемой по проекту прочности. Возведение каркаса может даже начинаться после полного завершения работ по бетонированию ядра жесткости.

Окончание работ по возведению ядра жесткости и монтажу несущего каркаса открывает фронт работ для отделочных, специальных санитарно-технических, электромонтажных и других строительных организаций.

Значительно повышает производительность труда проверенное на строительстве Олимпийского гостиничного комплекса в Измайлове (Москва) внедрение оперативного диспетчерского комплекса связи (ОДКС), включающего в себя портативные радиостанции, автоматическую телефонную станцию и диспетчерский пункт управления. Комплекс позволяет устанавливать оперативную связь между крановщиками, линейным персоналом, генподрядчиком, складами и монтажным управлением.

Основной схемой возведения каркаса высотных зданий является поярусное вертикально-восходящее наращивание из отдельных элементов, конструкций или укрупненных блоков.

Устойчивость металлических конструкций в период монтажа создается установкой монтажных болтов и сварочных соединений. Однако для обеспечения жесткости и устойчивости смонтированной части каркаса после монтажа первых же замкнутых ячеек необходимо сразу ставить постоянные проектные связи, а затем сваривать и замоноличивать стыки и узлы дисков междуэтажных перекрытий, стыки между элементами сборных ядер жесткости, между монолитным ядром жесткости и балками каркаса и др. Для этого в стенках монолитного ядра жесткости могут оставляться проемы с оголенными стержнями арматуры.

При ширине здания, превышающей максимальный вылет стрелы крана, могут устанавливаться два крана с противоположных сторон. Для ускорения работы и при большой протяженности здания на один подкрановый путь могут быть установлены два крана.

Технология монтажа каркаса с использованием в качестве грузоподъемного оборудования самоподъемных кранов (рис. 6.2) применялась при возведении высотной части здания СЭВ в Москве. Монтаж каркаса первых этажей осуществлялся с помощью са-

моходного крана СКУ-101, перемещающегося по стилобатной части здания. Этим же краном были установлены самоподъемные краны марки СБК-10/5, в дальнейшем выполняющие монтажные операции по наращиванию каркаса: подъем, установку, выверку и закрепление элементов в проектном положении.

При монтаже каркаса пространственными блоками первоначально на сборочной площадке в вертикальном кондукторе собирают блок, состоящий из четырех колонн и восьми ригелей, затем его подают в зону монтажа и устанавливают основным монтажным краном. При монтаже блоков верхних этажей на перекрытие основным краном может быть поднят стреловой кран, а после окончания монтажа — снят аналогичным образом.

6.4. Установка наружного стенового ограждения

Стеновые ограждения современных высотных зданий, как правило, выполняют в виде облегченных утепленных панелей, которые устанавливают параллельно с монтажом каркаса или после его окончательного возведения.

Оконные проемы заполняют остекленными переплетами с закреплением в вертикальных импостах на всю высоту здания.

На рис. 6.2, б приведена схема заполнения оконных проемов, примененная при возведении здания СЭВ. Работы выполнялись в такой последовательности.

По фасаду здания была создана разметочная сетка из вертикально натянутых стальных струн, фиксируемых отверстиями в специально установленных на 60...70 м друг от друга уголках. По осям струн к плитам перекрытия прикреплялись башмаки, к которым крепились импосты с регулировочными болтами. После выверки и закрепления импостов разметочная струнная сетка была демонтирована; затем были подняты и установлены анодированные алюминиевые оконные переплеты. Работы по их установке выполнялись с подвесных подмостей длиной на весь фасад здания.

Работы отделочного цикла могут начинаться после монтажа конструкций первых 6...10 этажей и выполняться по восходящей схеме. Однако наиболее высокое качество работ и наибольшая выработка достигаются при нисходящей схеме (сверху вниз), когда отделочный цикл начинается после устройства кровли.

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ С КАМЕННЫМИ СТЕНАМИ

7.1. Общие положения

В настоящее время около 60 % всех зданий строится с каменными стенами, 3/4 объема которых занимает мелкоблочная кладка из местных строительных материалов.

В большинстве регионов применение этих материалов является более экономичным, чем применение индустриальных конструкций. Кроме того, распространению каменных материалов способствуют такие их ценные свойства, как привлекательный внешний вид, прочность, огнестойкость и т.п. Поэтому несмотря на некоторые недостатки каменных конструкций (слабая сопротивляемость растягивающим и изгибающим нагрузкам, большая масса, сравнительно высокая теплопроводность и трудоемкость выполнения из-за сложности механизации работ) объем каменного строительства, как у нас, так и за рубежом, неуклонно возрастает.

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 и осуществлялась другими твердыми каменными материалами, например обсидианом — естественным стеклом. Поэтому во избежание большого количества притёски древние строители старались использовать камни очень большого (мегалитического) размера. Так, в перуанских постройках попадаются камни длиной 12 м, в греческих — 19 м. При строительстве пирамиды Хеопса было использовано 2,3 млн камней массой до 30 т каждый.

Позднее люди пришли к выводу, что можно применять камни гораздо меньшего размера, если правильно расчленить каменную конструкцию на отдельные части. Поэтому более поздние постройки стали возводить из камней меньшего размера. Камни крепили между собой раствором на основе различных вяжущих материалов. Так, на Кавказе применяли природную смесь гипса и глины — кавказскую гажу, в Италии — пуццолану, Греции — санторинскую землю, Голландии и Германии — трасс и др.

В настоящее время при возведении каменных построек в основном применяют камни, удобные для укладки, т.е. массой 4...5 кг, а в качестве вяжущих материалов используют цемент и известь.

Камни применяют главным образом как стеновой материал. Природные камни могут использоваться после предварительной

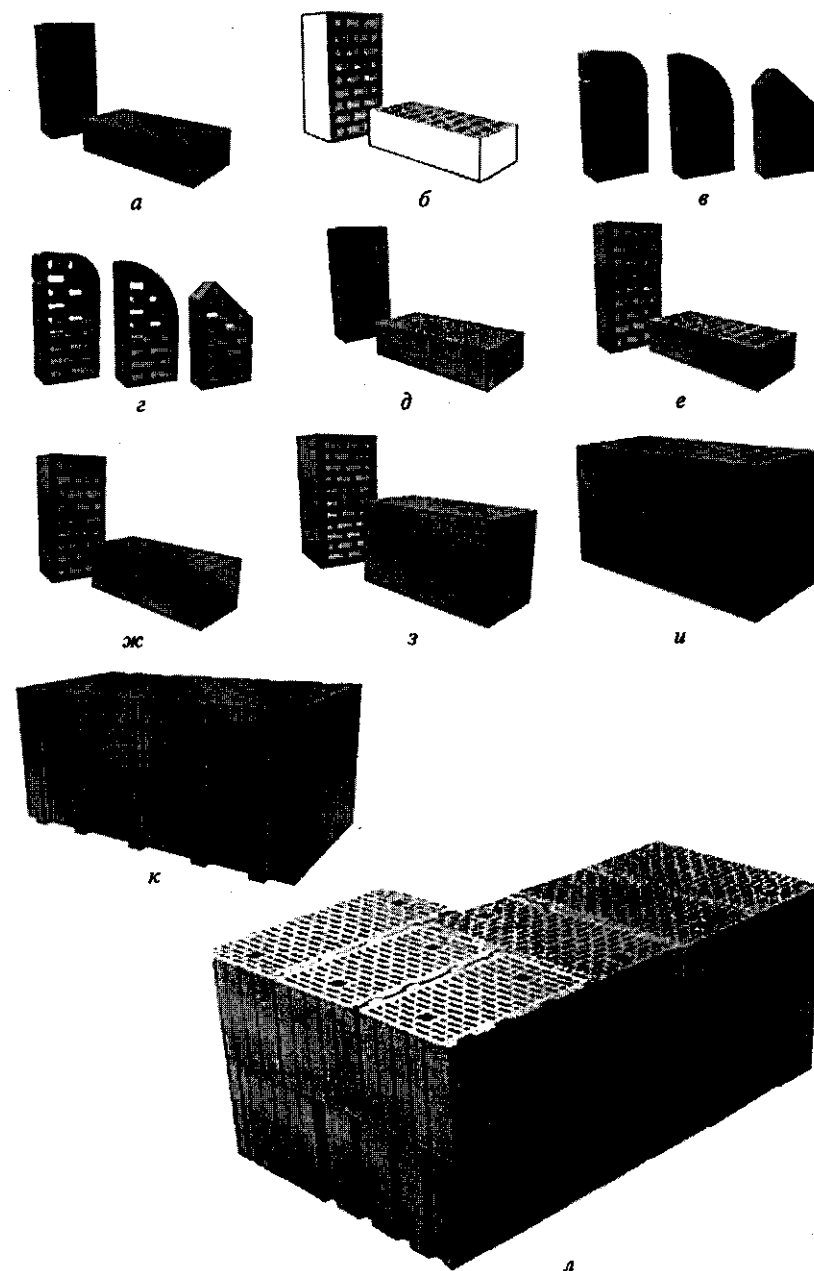


Рис. 7.1. Виды стеновых керамических изделий:

а, б, в, г, д, е — кирпич обычный (соответственно полнотелый, пустотелый, лицевой, полнотелый фасонный, пустотелый фасонный, оштукатуренный поризованный); ж, з — поризованный полуторный и двойной; и, к — поризованные крупноформатные камни размером 380×253×219 и 398×253×219 мм; л — выполнение угла из крупноформатных поризованных камней

обработки: колотыми и тесаными из твердых пород камня (гранит, мрамор и др.); пилеными из мягких пород (туф, ракушечник); в необработанном виде из рваного и постелистого бутового камня (известняк, песчаник), окатанного булыжного камня и других горных пород.

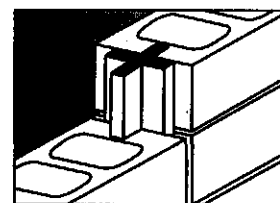
Из искусственных каменных материалов наиболее широкое распространение получили кирпич глиняный и силикатный; керамические камни; мелкие керамические блоки, масса которых допускает их укладку вручную (рис. 7.1).

При повышенных требованиях к теплозащите наружных каменных стен рекомендуется применять искусственные пустотелые и поризованные каменные материалы, основные характеристики которых приведены в табл. 7.1.

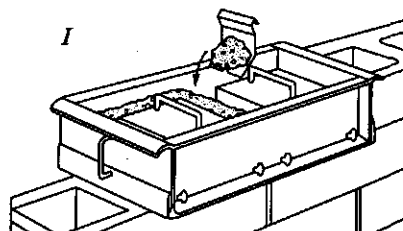
В зависимости от вида применяемых каменных материалов кладка может быть кирпичная (сплошная и облегченная), мелкоблочная (из керамических и бетонных камней), тесовая, бутовая и бутобетонная. Разновидностями сплошной кирпичной кладки являются армированная, декоративная кладки и кладка с облицовкой.

Таблица 7.1. Основные характеристики кирпича и мелкоблочных камней

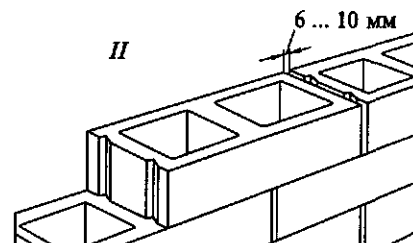
Вид изделия	Размеры (длина×ширина× ×высота), мм	Прочность	Масса изделия, кг	Теплопро- водность, Вт/(м·°С)
Кирпич глиняный полнотелый	250×120×65	М75...М150	3,9	0,75
	250×120×88		4,7	0,75
Кирпич глиняный пустотелый	250×120×65	М75...М150	2,8	0,7
	250×120×88		3,2	0,7
Кирпич силикатный	250×120×65	М75...М200	3,9	0,75
Камни керамиче- ские пустотелые	250×120×138	М75...М150	5,8	0,55
Кирпич гли- няный поризо- ванный с проем- ностью 42%	250×120×65	М100...М150	2,3	0,35
	250×120×88		3,2	0,35
	250×120×138		3,6	0,3
Камни крупно- форматные пори- зованные с про- емностью 51%	350×253×219	М50...М100	17	0,21
	380×253×219		18	0,21
	398×253×219		19	0,21
	510×260×219		23	0,2



a



I



II

б

Рис. 7.2. Кладка стен из пескоблоков:
a — с пластмассовой фиксирующей вставкой;
б — с изготовлением в стене; I — заполнение
формы; II — снятие формы

В последнее время в связи с ужесточением требований к теплопередаче ограждающих конструкций вновь получила распространение многослойная (облегченная) кладка. Строители получили новые эффективные утеплители, при применении которых каменная кладка практически не теряет своей несущей способности.

В индивидуальном строительстве иногда используется шлако- или пескоблоки, устанавливаемые в готовом виде или изготавливаемые непосредственно в стене (рис. 7.2). Швы при этом могут укрепляться пластмассовыми вставками или арматурой.

Толщина каменных стен обычно принимается кратной полудлине кирпича: 1/2 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). При использовании мелких керамических, бетонных или песчаных блоков толщина стен устанавливается в соответствии с размерами блоков при укладке их в один или несколько рядов с учетом средней толщины швов: вертикальных — 10 мм; горизонтальных — 12 мм.

7.2. Конструктивные решения зданий с каменными стенами

Облик фасадов зданий, в первую очередь, формируют стены. Поэтому каменные стены должны отвечать соответствующим эстетическим требованиям. Кроме того, стены подвергаются многочисленным силовым, влажностным и другим воздействиям: соб-

стенная масса, нагрузки от перекрытий и крыш, ветер, сейсмические толчки и неравномерная деформация оснований, солнечная радиация, переменная температура и атмосферные осадки, шум и др. Поэтому стены должны отвечать требованиям прочности, долговечности, огнестойкости, защищать помещения от неблагоприятных внешних воздействий, обеспечивать в них благоприятный температурно-влажностный режим для комфортного проживания и трудовой деятельности.

В комплекс конструкции стен часто входят заполнения проемов окон и дверей, другие конструктивные элементы, которые также должны отвечать указанным требованиям.

По степени пространственной жесткости здания с каменными стенами можно разделить на здания с жесткой конструктивной схемой, к которым относятся здания с частым расположением поперечных стен, т.е. преимущественно гражданские здания, и здания с упругой конструктивной схемой, к которым относятся одноэтажные производственные, складские и другие подобные здания (в них продольные стены имеют значительную высоту и большие расстояния между поперечными стенами).

В зависимости от назначения здания или сооружения, действующих нагрузок, этажности и других факторов каменные стены (рис. 7.3) подразделяются:

на несущие, воспринимающие все вертикальные и горизонтальные нагрузки;

самонесущие, воспринимающие только собственную массу;

ненесущие (фахверковые), в которых каменная кладка используется как заполнение панелей, образованных ригелями, раскосами и стойками каркаса.

Прочность каменных стен в большой степени зависит от прочности кладки:

$$R_{кл} = AR_k [1 - 0,2/(0,3 + R_p/2R_k)],$$

где A — коэффициент, зависящий от прочности камня; R_k — прочность камня; R_p — прочность раствора.

В соответствии с этим, даже если прочность раствора будет равна 0, кладка будет иметь прочность, равную 33 % ее максимально возможной прочности.

Для обеспечения совместной работы и образования пространственной коробки стены обычно связывают друг с другом, с перекрытиями и каркасом при помощи анкеров. Поэтому устойчивость и жесткость каменных стен зависят не только от их собственной жесткости, но и от жесткости перекрытий, покрытий и других конструкций, которые обеспечивают опирание и закрепление стен по их высоте.

Стены бывают сплошными (без проемов) и с проемами. Сплошные стены без конструктивных элементов и архитектурных дета-

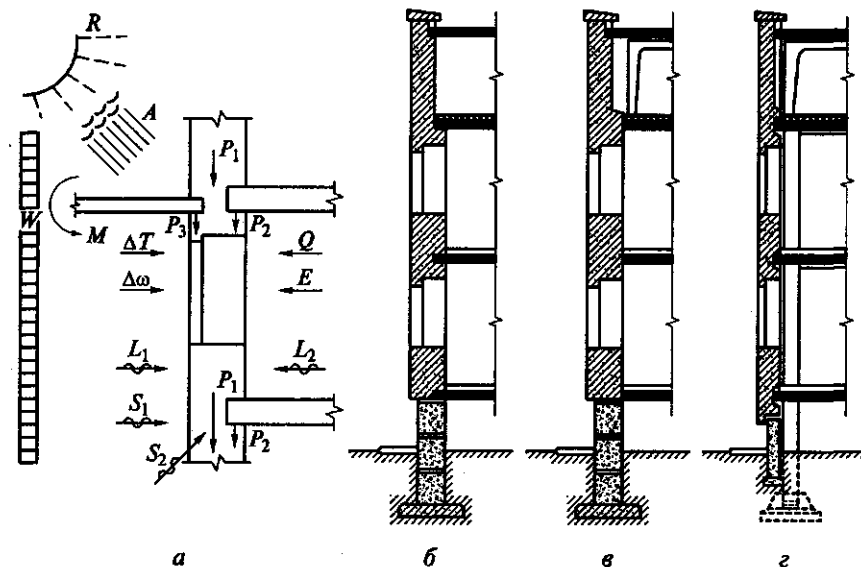


Рис. 7.3. Виды каменных стен:

a — нагрузки и воздействия на стены; $б, в, г$ — стены соответственно несущие, самонесущие, ненесущие; P_1 — собственная масса стены; P_2 — вертикальная нагрузка от перекрытия; P_3 и M — соответственно вертикальная нагрузка и изгибающий момент от балконной плиты; W — давление ветра; R — солнечная радиация; A — атмосферные осадки; T и ω — переменные температура и влажность воздуха; L_1 и L_2 — соответственно внешний и внутренний шум; S_1 и S_2 — сейсмические воздействия; E — поток пара; Q — тепловой поток

лей называются гладкими. Различают следующие конструктивные элементы стен (рис. 7.4):

пилястры — вертикальные выступы на поверхности стены прямоугольного сечения, служащие для членения плоскости стены;

конфорсы — такие же выступы, увеличивающие устойчивость и несущую способность стены;

пилоны — кирпичные или каменные столбы, служащие опорой перекрытия или оформляющие вход в здание;

обрез кладки — место перехода по высоте от цоколя к стене;

поясок — напуск ряда кладки в целях расчленения отдельных частей фасада здания по его высоте;

сандрик — небольшой навес над проемами на фасаде здания;

карниз — напуск нескольких рядов кладки (не больше 1/3 кирпича в ряду);

борозды — протяженные вертикальные или горизонтальные углубления в кладке для сокрытых коммуникаций;

ниши — углубления в кладке, в которых располагают приборы отопления, электрические и другие шкафы;

простенки — участки кладки, расположенные между соседними проемами;

притолоки (четверти) — выступы кладки в наружной части стены и простенков для установки оконных и дверных заполнений;

деревянные пробки (бобышки) — бруски, устанавливаемые в кладке для крепления оконных и дверных коробок.

Кладку стен ведут с обязательной перевязкой вертикальных швов. С наружной стороны стены ряды кладки могут чередоваться следующим образом:

- тычковые с тычковыми;
- ложковые с ложковыми;
- ложковые с тычковыми;
- тычковые со смешанными;
- одни смешанные.

На практике наибольшее распространение получили системы с чередующимися ложковыми и тычковыми рядами. Чем больше смежных ложковых рядов, тем кладка получается менее прочной (но и менее трудоемкой), так как увеличивается число продольных вертикальных рядов и уменьшается число кирпичей, которые подвергаются колке на части. Поэтому при выборе системы пере-

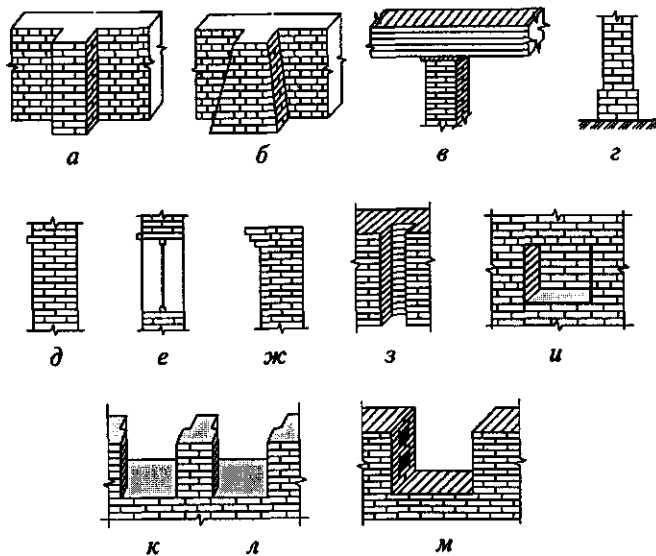


Рис. 7.4. Конструктивные элементы стен:

a — пилястры; *b* — конфорсы; *v* — пилоны; *г* — обрез кладки; *д* — поясок; *е* — сандрик; *ж* — карниз; *з* — борозды; *и* — ниши; *к* — простенки; *л* — притолоки; *м* — деревянные пробки

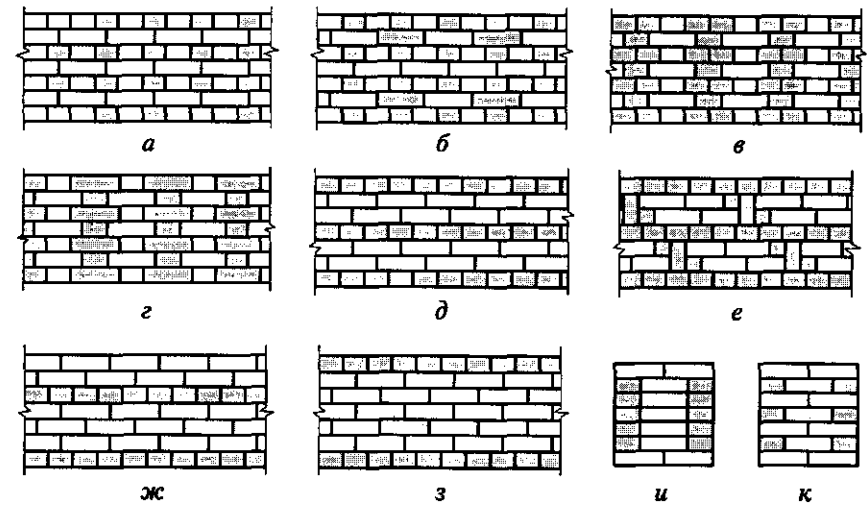


Рис. 7.5. Системы перевязки кладки каменных стен:

a, б, в, г — однорядная, соответственно цепная, крестовая, голландская, готическая; *д* — двухрядная английская; *е* — двухрядная с вставными тычками; *ж* — трехрядная; *з* — пятирядная; *и* — разрез стены при пятирядной перевязке; *к* — разрез стены при однорядной перевязке

вязки кладки ориентируются на эти показатели. Широкое распространение получили системы перевязки каменных стен, приведенные на рис. 7.5.

7.3. Возведение подземной части здания

До начала устройства фундаментов осуществляют геодезическую разбивку здания, вводов и трасс, устанавливают реперы с указанием отметок подошвы фундаментов и уровня спланированной земляной поверхности, а после того, как котлован вырыт, устанавливают обноски, переносят оси здания на дно котлована.

Подводят временные силовые и осветительные электрические коммуникации, постоянные линии водопровода и канализации, устанавливают и осуществляют опробование назначенных к использованию механизмов, оформляют акты на скрытые работы, включая акты о фактическом состоянии грунта и его соответствии требованиям проекта. Затем завозят и складывают требуемые материалы и конструкции, используя стреловые краны.

При возведении зданий могут применяться любые виды фундаментов, но предпочтение чаще всего отдается сборным железобетонным.

Процесс	Средняя трудоемкость работ на захватке, чел.-дни		Состав бригады и звена (численный и квалификационный)	Строительные машины
	нормативная	принятая		
Устройство обноски и разбивка здания	5,4	4	Землекопы IV—2	—
Разработка котлована экскаватором	10,3	8	Экскаваторщик VI—2	Экскаватор ЭО-3322А (2 смена)
Рытье траншей	16	14	Землекопы III—7	—
Монтаж фундаментов, стен подвала, панелей, лестничных клеток, оборудования	14	12	Монтажники VI—2, V—2 Такелажники IV—2	Кран МКГ-25
Устройство бетонной подготовки под полы, замоноличивание стыков	9,2	8	Бетонщики IV—2, III—2	Автобетононасос АБН-60
Кирпичная кладка	11,3	8	Каменщики V—1, IV—1, III—2	—
Монтаж панелей перекрытий, электросварочные работы	12,4	10	Монтажники VI—2, IV—2, Электросварщик VI—1	Кран МКГ-25
Гидроизоляция стен, обратная засыпка пазух	14,3	14	Землекопы III—7	Бульдозер ДЗ-18
Устройство вводов, выпусков и нижней разводки инженерных сетей	24,0	20	Слесари-сантехники V—5, IV—5	—
Устройство отмостки и крылец	12	8	Бетонщики IV—2, III—2	—

[illegible]

бетонным ленточным фундаментам. Работы следует осуществлять поточными методами. Типовая технологическая норма поточного возведения подземной части многоэтажного жилого здания с кирпичными стенами приведена в табл. 7.2.

Технологическая схема работ при монтаже фундаментов под каменные стены предусматривает следующие операции:

устанавливают маячные фундаментные блоки (при необходимости — на песчаную подсыпку). За маячные принимают блоки в углах и пересечениях стен, а также блоки, располагаемые через 15...20 м по длине стен;

по верхним граням угловых маячных блоков натягивают и закрепляют шнур-причалку, служащую в дальнейшем ориентиром при монтаже рядовых фундаментных блоков. Полости, образуемые в углах и примыканиях фундаментных блоков за счет их скошенных вертикальных стенок, заделывают бетоном;

монтируют рядовые фундаментные блоки. При устройстве прерывистых фундаментов промежутки между раздвинутыми блоками заполняют местным грунтом с тщательным уплотнением;

монтируют цокольные блоки или стеновые блоки подвальной части здания (если имеется подвал). Выверку стеновых блоков осуществляют по их внутренним поверхностям, для чего по внутренним граням блоков натягивают шнур-причалку и опускают отвесы;

до монтажа перекрытия подвальной части здания устраивают бетонную подготовку под полы, устанавливают оборудование, лестницы, перегородки и другие элементы подвальной части;

укладывают плиты или панели цокольного перекрытия, выполняют гидроизоляцию наружных поверхностей стен и производят обратную засыпку пазух. Для защиты от напора грунтовых вод могут устраивать глиняные замки и защитные стенки (рис. 7.6).

В случае применения бутовых или бутобетонных фундаментов работы выполняются в той же последовательности. Для первого ряда кладки отбирают наиболее постелистый камень. Вибрирование кладки «под залив» осуществляют по слою раствора, уложенного на верхние камни кладки. Объем камня-«изюма», используемого для бутобетонной кладки, не должен превышать 50 % от общего объема кладки.

Одним из основных направлений современной технической политики в строительстве является энергосбережение, так как в вопросах рационального использования энергоресурсов Россия значительно уступает экономически развитым странам. Так, если большинство жилых зданий в Европе потребляет от 130 до 250 кВт·ч на 1 м² в год, то у нас эта величина колеблется от 350 до 550 кВт·ч, т.е. в 2—3 раза больше.

Одним из наиболее эффективных путей энергоснабжения является сокращение потерь тепла через части зданий, контактиру-

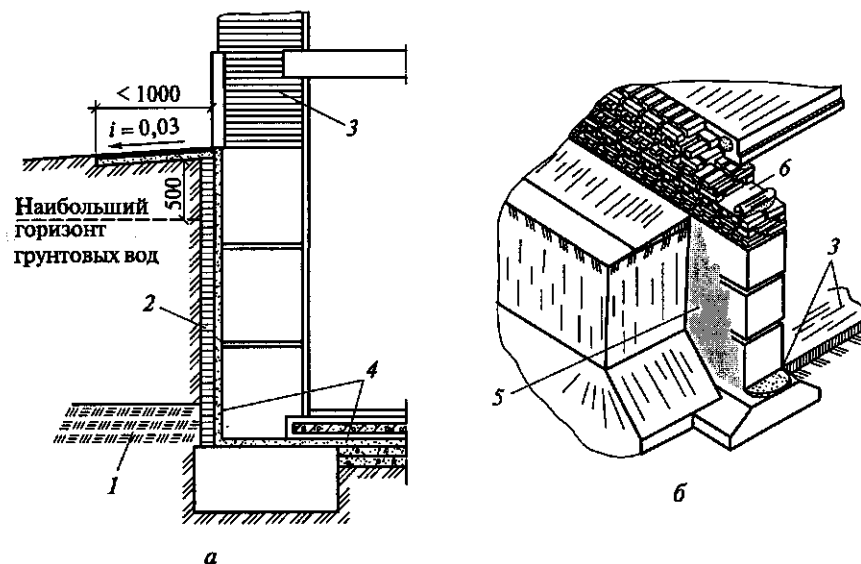


Рис. 7.6. Защита подвальной части здания от воды:

а — при интенсивных притоках грунтовых вод; б — в обычных условиях; 1 — глиняный замок; 2 — защитная кирпичная стена; 3, 5, 6 — соответственно растворная, обмазочная и оклеечная гидроизоляция; 4 — сплошная теплогидроизоляция

ющие с холодным воздухом и грунтом. Так, через стены может теряться до 40 % тепла, через окна — до 25 %, через подвал — до 20 %.

Снижению теплотехнических показателей строительных конструкций в значительной степени способствует проникновение в них влаги. В таблицах, характеризующих тепловые характеристики материалов, обычно указываются их коэффициенты теплопроводности в сухом состоянии, в то время как эти же материалы, но увлажненные, имеют худшие показатели.

Установлено, что повышение влажности материала на 1 % ухудшает его теплопроводность на 6...8 %, а многие материалы могут впитывать влагу до 15...20 %. Это означает, что при строительстве подземной части здания должны быть решены вопросы комплексной защиты подземных конструкций от увлажнения и теплопотерь. Поэтому для обеспечения требуемого термического сопротивления подземной части здания необходимо ориентироваться не только на материалы с высоким термическим сопротивлением, но и с низким водопоглощением. В конечном счете такой выбор окажется более экономически выгодным.

Существующая схема гидро- и теплоизоляции подземной части здания с защитной стенкой (см. рис. 7.6) с точки зрения тепло-

изоляции не соответствует современным требованиям, так как в качестве теплозащиты используется такой малоэффективный материал, как кирпич. Более эффективной представляется сплошная наружная теплоизоляция подвальной части, совмещающая гидроизоляцию и сохранение тепла в помещении, т.е. обладающая наряду с достаточными прочностными характеристиками низким водопоглощением и высокой теплостойкостью.

Основным видом отечественных утеплителей являются волокнистые теплоизоляционные материалы. Так, в общем объеме применяемых утеплителей 65 % составляют минераловатные изделия, 20 % — пенополистирол и другие пенопласты, 8 % — стекловатные материалы и только 3 % приходится на теплоизоляционные ячеистые бетоны. Более того, из общего объема выпускаемых минераловатных изделий большая часть производится из доменных шлаков, а не из горных пород габбро-базальтовой группы, используемых зарубежными фирмами и в большей степени отвечающих требованиям жесткости, влагостойкости, долговечности и сопротивления расслаиванию.

Для утепления подземной части зданий должны применяться утеплители не только с очень низким водопоглощением, но и с высокой морозостойкостью и стойкостью к агрессивным средам. К таким материалам следует отнести ячеистые бетоны, битумополистирольные плиты и плиты из экструдированного пенополистирола (ЭПС).

В отличие от них применяемые для утепления стен беспрессовый пенополистирол (ППС) и минеральная вата имеют коэффициент водопоглощения в 3—4 раза больше, что не позволяет использовать их для утепления поверхностей зданий, контактирующих с грунтом и влагой.

На рис. 7.7, а приведен пример утепления подземной части здания гидротеплоизоляционными плитами из экструдированного пенополистирола на основе габбро-базальтовых пород. Надцокольная часть здания утеплена ППС.

На рис. 7.7, б приведен пример утепления подземной части здания специальным пористым пенополистиролом, выполняющим роль дренажного материала и направляющим влагу наружу. Стена высыхает без образования конденсата на внутренней поверхности. Иногда может использоваться комбинация из теплоизоляции и стенового дренажа с отводом воды в дренажную систему (рис. 7.7, в).

Такие варианты теплотехнических систем могут использоваться при строительстве зданий различного назначения. Они обеспечивают повышенные требования к сопротивлению теплопередаче каменных стен в подземных частях зданий. Поэтому строители должны правильно выбирать и размещать теплоизоляционные материалы с учетом не только их теплотехнических свойств, но и

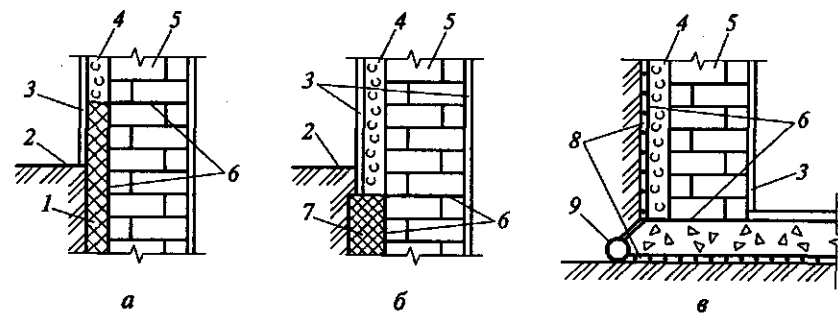


Рис. 7.7. Гидротеплоизоляционная защита подземной части здания:

а, б — соответственно экструдированным и фильтрующим пенополистиролом; в — пенополистиролом в комплексе с пластиковым дренажом; 1 — гидротеплоизоляционная плита; 2 — уровень грунта; 3 — штукатурка; 4 — теплоизоляция; 5 — стена подвала; 6 — гидроизоляция; 7 — фильтрующая плита; 8 — пластиковый дренаж; 9 — водоотводная труба

их способности поглощать и удерживать влагу, которая способна в периоды замерзания разрывать поры и резко ухудшать теплоизоляционные свойства материала.

Кроме того, в процессе эксплуатации не должны ухудшаться теплоизоляционные характеристики утеплителя для подземной части здания. Он должен быть пожаро- и экологически безопасным, не выделять вредных продуктов горения, обладать звукоизоляционными свойствами и теплоустойчивостью, иметь достаточную прочность и приемлемую стоимость.

В связи с необходимостью перехода производства на энергосберегающие технологии строители должны в самое ближайшее время освоить новые технологии возведения нулевого цикла с утеплением конструкций эффективными теплоизоляционными материалами.

Технологическая схема работ при устройстве плитной гидротеплоизоляции включает в себя следующие операции:

подготовка основания под наклейку утеплителя, устранение неровностей и перепадов, очистка от грязи, масляных пятен и др.;

огрунтовка основания и наклеивание плит. Полимерно-минеральный клеевой состав наносят на наклеиваемую поверхность плиты. После наклеивания швы между плитами заделывают уплотняющими лентами. Плиты также могут прикрепляться к основанию дюбелями. При указании в проекте по плитам может устраиваться армирующий слой из стеклосетки;

штукатурка стен гидрофобным раствором;

обратная засыпка пазух с послойным уплотнением грунта.

7.4. Технология возведения зданий с несущими каменными стенами

До начала основных работ по возведению несущих каменных стен необходимо произвести разбивочные работы и определить отметки углов и пересечений стен с помощью геодезических инструментов. После этого осуществляют подготовку фронта работ, очищают рабочие места от мусора и посторонних предметов, а при кладке второго и последующих ярусов — устраивают подмости. На перекрытии или подмостях устанавливают контейнеры с кирпичом и ящики для раствора.

Фронт работ каменщиков зависит от длины возводимых стен на всем здании или одной захватке и определяется из расчета выработки 2...3 м³ кладки на каменщика в смену. До начала основных работ следует также подготовить механизированный инструмент для перемешивания раствора на рабочем месте.

Работы организуются, как правило, поточным методом, сущность которого сводится к тому, что бригада рабочих, оснащенная соответствующими механизмами и инвентарем, длительное время равномерным потоком выполняет однородный комплекс работ с последовательными переходами по окончании работ с одной захватки на другую.

При назначении границ захваток учитывают следующее: объемы каменных работ на каждой захватке по трудоемкости должны быть примерно одинаковыми;

границы захваток должны быть увязаны с месторасположением грузоподъемных механизмов;

продолжительность работы бригады на захватке должна быть кратна рабочей смене или, в крайнем случае, полусмене.

Обычно границы захваток назначаются около пересечений стен или по осям оконных проемов. В качестве захватки рекомендуется принимать типовую повторяющуюся часть здания: в промышленном строительстве — пролет; в жилищном — одну или несколько жилых секций.

В практике жилищного строительства используются одно-, двух- или трехзахватные системы организации работ.

Однозахватная система получила распространение при строительстве небольших односекционных зданий, когда кладка каменных стен на высоту одного яруса заканчивается к концу первой смены. Во вторую смену выполняют вспомогательные и монтажные работы.

Двухзахватная система (наиболее распространенная) применяется при строительстве двух-, трех- и четырехсекционных зданий. По этой системе в то время, когда каменщики ведут кладку яруса на первой захватке, на второй ведутся вспомогательные и монтажные работы.

В следующую смену на первой захватке выполняются вспомогательные и монтажные работы, на второй — каменная кладка и т.д. В такой последовательности ведутся работы по возведению всех этажей здания.

Трехзахватная система применяется при строительстве пяти- и шестисекционных зданий. Этаж разбивается в плане на три примерно равные по трудоемкости захватки. На одной захватке ведутся каменные работы, на второй — вспомогательные (установка подмостей, подача материалов и т.д.), на третьей — монтируются сборные элементы (лестницы, панели перекрытий, перегородки и др.).

Вариант графика поточного выполнения каменных работ с поэтажным монтажом сборных элементов при двухзахватной системе приведен на рис. 7.8.

Запас кирпича на рабочем месте при кладке стен с перекрытий или подмостей принимается из расчета двухчасовой потребности. Растворные ящики на рабочем месте заполняются раствором за 10...15 мин до начала кладки. В дальнейшем в процессе кладки запас материалов пополняется. Загустевший раствор при работе перемешивается в растворном ящике электрифицированными лопастными миксерами.

Фронт работ звена (делянка) назначается с учетом выполнения кладки на высоту одного яруса (1,1...1,2 м) в смену. Размер деланки определяется по формуле

$$L = Ncq/100VH_{вр},$$

где N — число рабочих в звене; c — продолжительность рабочей смены, ч; q — выполнение нормы, %; V — объем кладки на 1 м стены на высоту яруса, м³; $H_{вр}$ — норма времени на 1 м³ кладки, чел-ч.

Ориентировочные размеры деланок при кладке несущих стен для звена каменщиков приведены в табл. 7.3.

Комплексный процесс каменно-кладочных работ складывается из простых процессов: каменная кладка, устройство подмостей и доставка на рабочее место материалов, монтаж сборных конструкций.

Процесс каменной кладки на этаже выполняется поярусно (два или три яруса на этаж) в следующем порядке:

выкладываются углы здания, устанавливаются маячные кирпичи;

устанавливаются порядовки или скобы, натягиваются шнуры-причалки;

выкладываются версты и заполняется забутка.

Устройство подмостей и доставка на рабочее место материалов осуществляются с помощью кранов. Коэффициент использования кранов по времени (K_v) зависит от уровня организации работ и

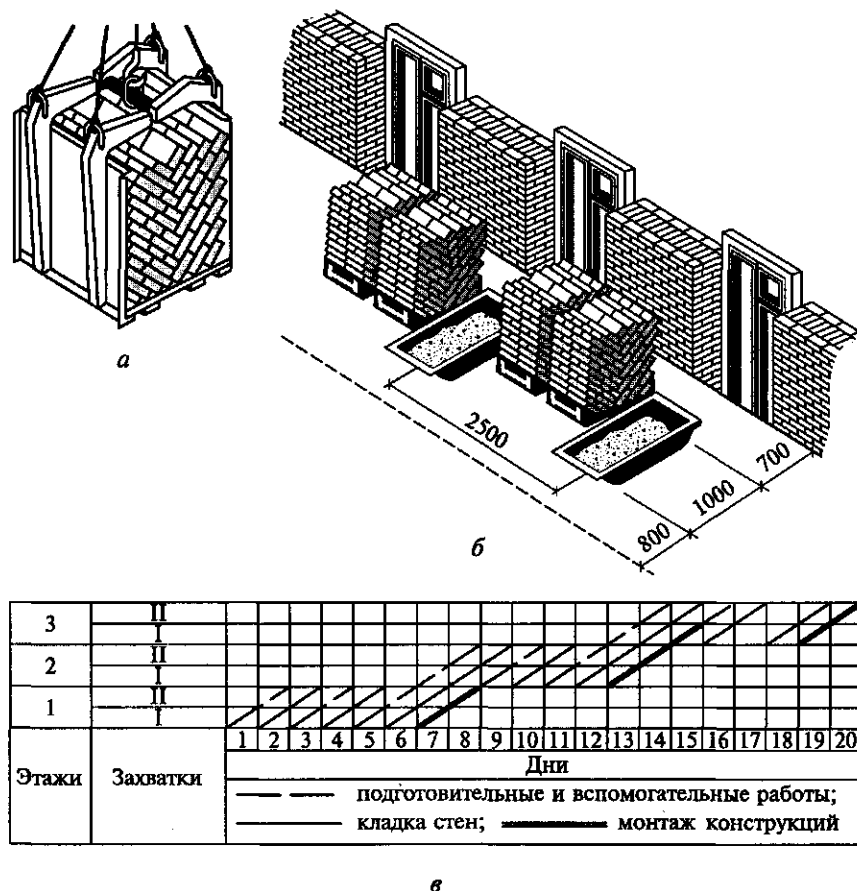


Рис. 7.8. Поточная организация каменных работ по двухзахватной системе с монтажом сборных элементов:

а, б — соответственно подъем и установка материалов; в — график выполнения работ

квалификации исполнителей. При хорошо организованной работе он колеблется в пределах 0,75...0,90:

$$K_p = T/Nc,$$

где Т — расчетная продолжительность работы крана в течение смены, маш.-ч.; N — число кранов; с — продолжительность смены, ч.

При строительстве сооружений с несущими каменными стенами высотой до четырех этажей в качестве грузоподъемного оборудования могут быть использованы стреловые краны, но предпочтение, ввиду удобства в работе, чаще отдается башенным кранам.

Таблица 7.3. Размер деленок при кладке стен из обыкновенного кирпича, м

Сложность кладки	Вид кладки	Толщина стен, м					
		0,77	0,64	0,51	0,37	0,25	
		для звена с чистом каменщиков					
		3	5	3	3	2	2
Простая	Под штукатурку С расшивкой	— —	23...25 20...22	14...16 13...15	14...16 13...15	12...15 10...14	16...24 14...21
Средней сложности	Под штукатурку С расшивкой	8...10 7...8	20...22 19...20	12...15 11...14	13...15 12...15	18...20 14...16	10...15 10...12
Сложная	Под штукатурку С расшивкой	8...10 6...8	18...20 16...20	11...14 10...12	12...15 11...13	14...16 12...15	10...15 8...10

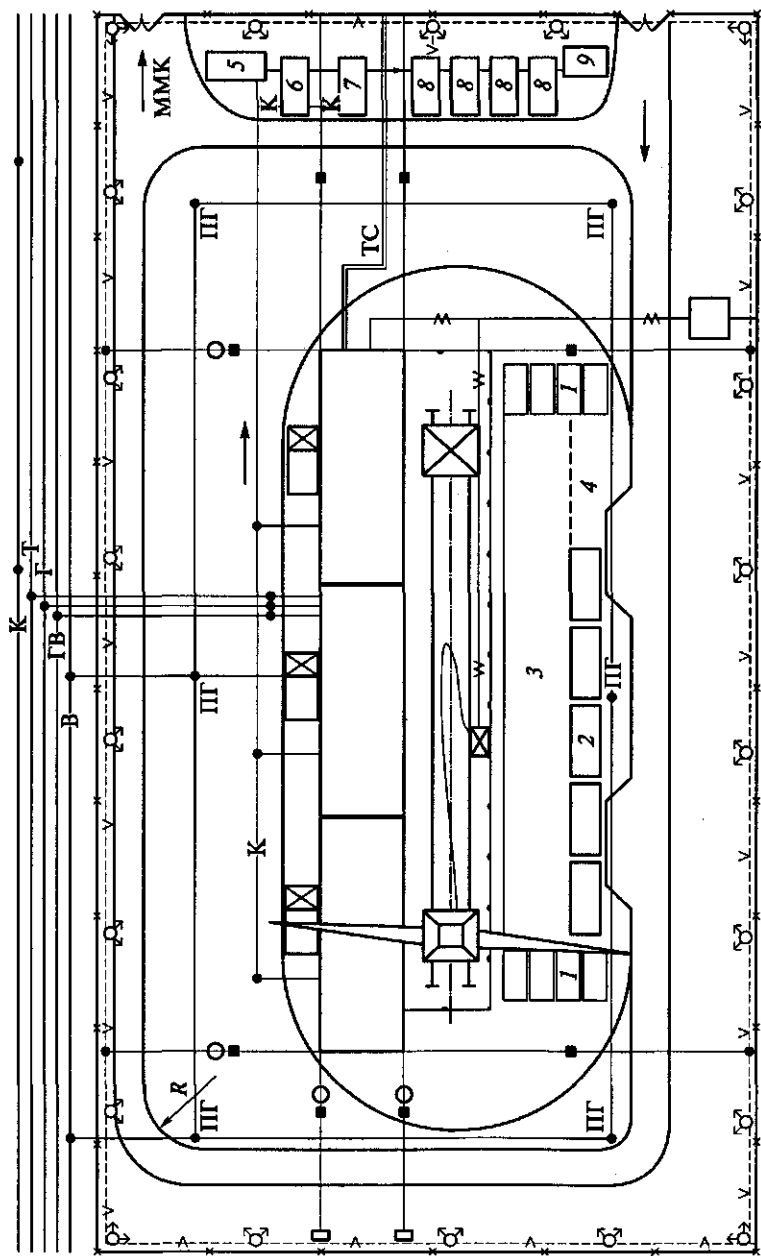


Рис. 7.9. Стройгенплан строительства кирпичного дома:

1 — подмости; 2 — кирпич; 3 — зона складирования сборных конструкций; 4 — место приема раствора и бетона; 5 — туалет; 6, 7 — душевые; 8 — бытовые помещения; 9 — прорабская

На рис. 7.9 приведена выкопировка из стройгенплана на строительство трехсекционного кирпичного жилого дома, на которой показаны расположение башенного крана КБ-405, места разгрузки и хранения материалов и полуфабрикатов, подмостей и сборных железобетонных элементов.

В отличие от основного процесса (каменной кладки) и вспомогательного процесса (устройства подмостей и доставки материалов) монтажный процесс по установке перегородок, дверных и оконных блоков, панелей перекрытий, санитарно-технических блоков, лестниц и прочего выполняется не поярусно, а поэтажно.

Весь комплексный процесс может выполняться с различной степенью его расчленения и специализации исполнителей: без поярусной специализации и с поярусной специализацией. В первом случае кладку всех ярусов на всех этажах здания выполняет одна бригада каменщиков. При кладке с поярусной специализацией каменщиков каждый ярус ведет отдельная бригада, переходящая последовательно с одного этажа на другой.

При широко распространенном последовательном методе выполнения работ без поярусной специализации бригад каменщиков (рис. 7.10, а) достигается непрерывность выполнения кладки, но не всегда удается обеспечить непрерывность монтажа перекрытий и других сборных конструкций.

Этот недостаток устраняется при кладке стен участками (рис. 7.10, б). На этаже здания намечают участки равной трудоемкости, каждый из которых возводят по одно- или двухзахватной системе на высоту этажа. После окончания кладки одного участка каменщики переходят на другой, а на первом тем временем монтируются внутренние конструкции и междуэтажные перекрытия. Такой способ организации обеспечивает непрерывность монтажных работ при условии равной продолжительности кладочных и монтажных работ.

В тех случаях когда время монтажа захватки составляет один день, а время кладки — три дня, непрерывность всех процессов достигается разбивкой здания на три участка и возведением каждого участка отдельной бригадой. Бригады приступают к работе с интервалом в два дня.

Ступенчатая кладка стен (рис. 7.10, в) дает возможность непрерывно работать каменщикам и монтажникам при соблюдении того же условия, что и для кладки участками одной бригадой. Недостаток ступенчатой кладки и кладки участками — частый переход каменщиков с яруса на ярус. Кроме того, непрерывно изменяющийся характер продукции, выполняемой каменщиками, нарушает один из принципов поточного производства. Этот недостаток устраняется при организации процесса кладки с поярусной специализацией каменщиков.

При возведении стен этажа таким способом организуют три бригады каменщиков, бригаду плотников для установки и пере-

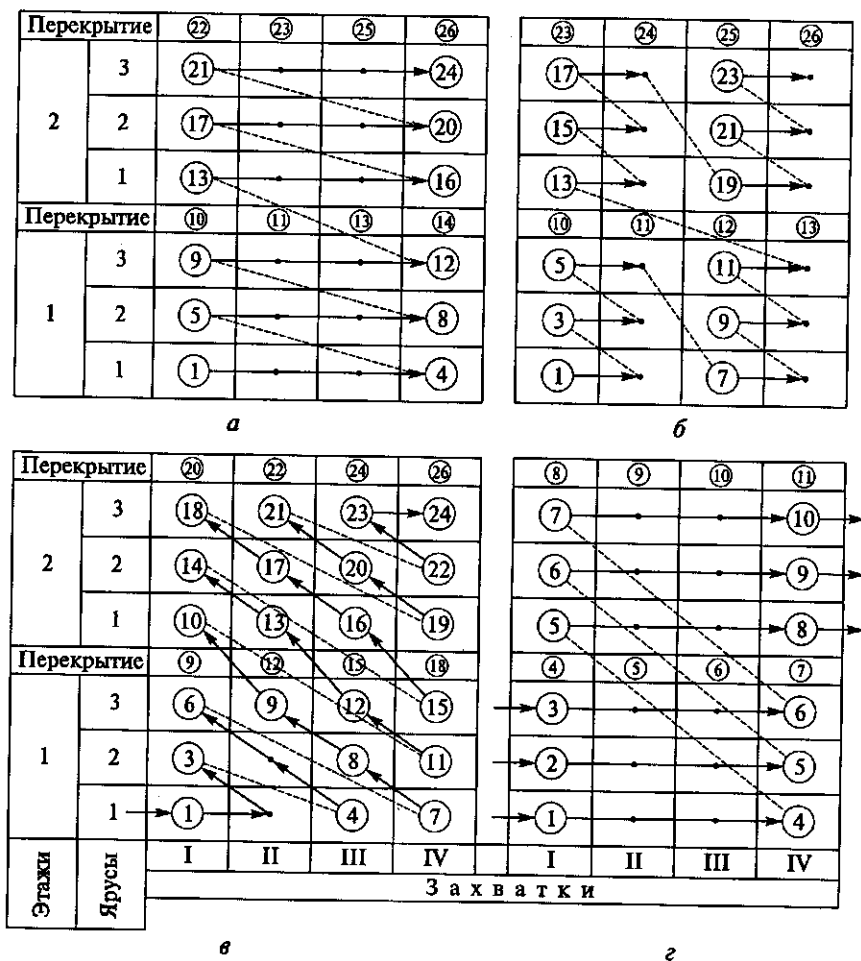


Рис. 7.10. Схема возведения каменных стен различными способами:
 а — последовательным; б — участками; в — ступенчатым; г — с поярусной специализацией (цифры в кружках — дня работы)

становки подмостей и бригаду подсобников (такелажников) для подготовки рабочего места. Монтаж сборных конструкций выполняет бригада монтажников. Бригады каменщиков вступают в работу последовательно (рис. 7.10, г).

Все бригады работают непрерывно, если число захваток m равно или больше числа ведущих рабочих процессов n , выполняемых одновременно на всех ярусах:

$$m > n; m_{\min} = n.$$

При параллельной кладке трех ярусов и монтаже перекрытия минимальное число захваток, обеспечивающих равномерную работу всех бригад, $m_{\min} = 4$. Согласно циклограмме срок кладки стен с устройством перекрытия Т может быть определен по формуле

$$T = (k/A)(am + n - 1),$$

где k — модуль цикличности; A — число смен в сутки; a — число этажей.

При большом объеме работ (поточном возведении кварталов, поселков) поярусная специализация повышает производительность труда за счет более быстрого освоения технологии производства, так как продукция для каждой бригады остается на всех этажах одинаковой, рабочее место не меняется, сохраняется разделение труда внутри звеньев; сокращает срок проведения работ; упрощает увязку процессов кладки стен и монтажа перекрытий.

Опыт работы с поярусной специализацией на строительстве зданий с несущими кирпичными стенами показал, что выполнение норм кладки может достигать 290 %.

7.5. Возведение зданий с облегченными стенами

Строительство зданий со стенами, верстовая часть которых выполнялась из камня, а забутка заполнялась утеплителем, довольно широко практиковалось в послевоенный восстановительный период в связи с дефицитом стеновых материалов. В этот период применялись следующие виды кладок: с воздушными прослойками, колодцевая, с горизонтальными диафрагмами и др.

Кладка с воздушными прослойками (рис. 7.11, а и б) выполнялась из кирпича или мелких блоков. Воздушные полости оставались внутри кладки путем увеличения толщины вертикального продольного шва, или снаружи — между сплошной кладкой и теплоизоляционными плитами. Последние крепились к кладке с помощью стальных скоб и растворных маяков или другими способами.

Колодцевая кладка (рис. 7.11, в и г) в основном применялась двух систем: С.А. Власова и Н.С. Попова — Н.М. Орлянкина, которые отличались друг от друга способом перевязки продольных и поперечных стенок через пять рядов по высоте кладки и наличием горизонтальных растворных диафрагм.

Колодцы, образованные продольными стенками и вертикальными каменными диафрагмами, заполнялись засыпным утеплителем, легким бетоном или эффективными теплоизоляционными вкладышами.

Кладка с горизонтальными диафрагмами (рис. 7.11, д) состояла из продольных каменных стенок, отстоящих друг от друга на

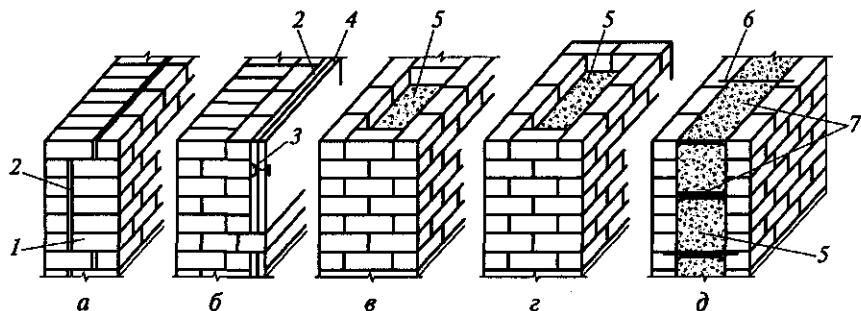


Рис. 7.11. Виды облегченных кладок, применяемых до повышения требований к теплоизоляции стен:

а, б — с воздушными прослойками внутри и снаружи кладки; в, г — колодцевая по системе С.А. Власова и Н.С. Попова — Н.М. Орлянкина; д — с растворными диафрагмами и металлическими связями; 1 — кладка; 2 — воздушная прослойка; 3 — анкер; 4 — плита ДСП; 5 — засыпная теплоизоляция; 6 — металлическая связь; 7 — растворная диафрагма

расстоянии 0,5...1,5 кирпича. Пустота между стенками заполнялась легким бетоном, вкладышами или теплоизоляционными засыпками — чаще всего шлаком. Связь между стенками осуществлялась за счет горизонтальных диафрагм в виде сплошного тычкового ряда, перекрывающего всю прослойку между стенами через пять рядов по высоте, или утолщенных растворных швов с уложенными в них металлическими анкерами через 500...700 мм по длине стены и через 400...500 мм по высоте.

Анализируя рассмотренные конструкции облегченных кладок, можно сделать следующие выводы: при кладке стен с воздушными прослойками нельзя добиться существенного повышения термического сопротивления наружного стенового ограждения, так как растворный шов, даже при самой тщательной укладке, не может обеспечить замкнутой воздушной полости, что является обязательным условием ее эффективности; колодцевая кладка имеет большое число «мостиков холода» по вертикальным каменным диафрагмам; засыпной утеплитель в кладке с горизонтальными растворными диафрагмами со временем неизбежно даст осадку. В кладке появляются участки с низким термическим сопротивлением, т.е. места, аналогичные «мостикам холода».

В практике современного строительства утвердились следующие конструктивные решения многослойных каменных стен:

утепление наружных поверхностей выложенных каменных стен плитным утеплителем по «мокрому» принципу, получившее название «теплый дом»;

колодцевая кладка с плитным или монолитным теплоизоляционным слоем;

традиционная однослойная кладка из термостойкого кирпича;

кладка с уширенными продольными вертикальными швами, заполняемыми плитным утеплителем или термовкладышами;

облегченная кладка на обыкновенном кирпиче с облицовкой; трехслойная кладка, состоящая из двух продольных наружных каменных стенок, промежутки между которыми заполняются монолитным теплоизоляционным бетоном.

Утепление наружных поверхностей каменных стен по «мокрому» принципу осуществляют чаще всего при реконструкции построенных ранее зданий, поскольку расходы энергоресурсов на отопление таких зданий часто оказываются в несколько раз выше, чем у аналогичных зданий, построенных за рубежом. Более того, эти расходы постоянно растут по мере изнашивания и устаревания жилого фонда.

Известно, что здания теряют тепло в основном через стеновые ограждения, окна и двери, поэтому именно на стеновые и оконные ограждения в настоящее время обращено самое пристальное внимание строительных предприятий и организаций, занимающихся реконструкцией и эксплуатацией зданий и сооружений. Мероприятия по дополнительному усилению теплозащиты зданий находятся сейчас под особым контролем районных и муниципальных органов.

Наименьшие потери тепла бывают в зданиях со стенами, имеющими высокое сопротивление теплопередаче основного стенового материала или его комбинаций с теплоизоляционным материалом. Для большинства районов страны сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по действующим в настоящее время нормативам должно находиться в пределах 3...5,6 м²·°С/Вт, а не 1...2 м²·°С/Вт, как это часто бывает.

Чтобы добиться желаемого эффекта при каменном строительстве, необходимо возводить стены толщиной до 2 м или применять многослойные конструкции стеновых ограждений с использованием в качестве утепляющего слоя современных эффективных утеплителей в сочетании с энергоэффективными системами оконных и дверных заполнений.

Установка плитного утеплителя изнутри здания более благоприятна для производства работ и улучшения условий труда, так как отпадает необходимость устройства строительных лесов, все рабочие операции осуществляются в помещениях и т.п. Однако волокна утеплителей в дальнейшем могут нарушать комфортные условия проживания жильцов, вызывать раздражение кожи человека и др. Поэтому в обязательном порядке потребуются дополнительное оштукатуривание стен, установка пленочной пароизоляции и другие мероприятия.

К этому следует добавить, что расчет температурных полей (рис. 7.12, а) при температуре снаружи -30 °С, внутри помещения +20 °С показывает, что температурный нуль находится в слое утеплителя,

в данном случае внутри помещения, в то время как кирпичная кладка полностью промерзает. Такая схема может привести к резкому снижению долговечности каменной стены, образованию конденсата и быстрому падению температуры на внутренней поверхности стены в случае перебоев в отоплении. Поэтому на практике при работах по теплозащите каменных стен предпочтение отдается кладке, утепляемой с наружной стороны стены (рис. 7.12).

В качестве утеплителя обычно используются минераловатные или пенополистирольные плиты толщиной 5...10 см, которые крепятся к стене клеем и анкерными соединениями. «Точка росы» перемещается из каменной кладки в слой утеплителя, что благотворно отражается на прочностных, теплоизоляционных свойствах кладки и долговечности каменных конструкций.

Штукатурно-декоративные эластичные составы имеют широкую цветовую гамму и разнообразную фактуру покрытия, что придает фасадам зданий эстетичность и сохранность на длительный срок.

Особенностью технологии устройства комплексного наружного теплоизоляционного покрытия является тщательность нанесения на стены элементных слоев и крепления их между собой и с основанием с помощью высокоадгезионных полимерминеральных клеев и механических приспособлений.

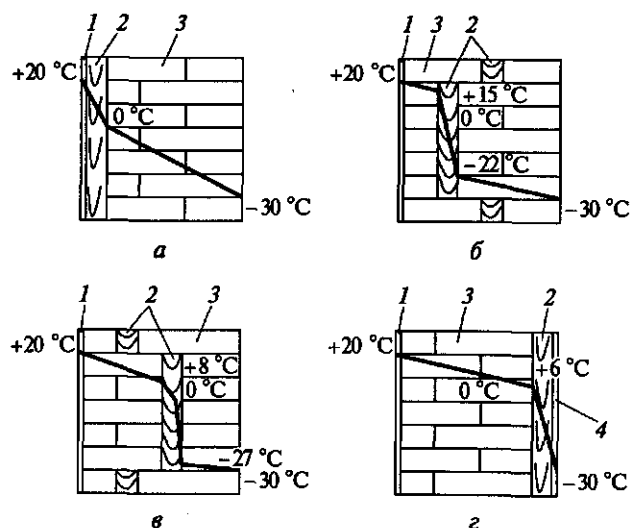


Рис. 7.12. Распределение температуры в кладке при размещении утеплителя:

а — с внутренней стороны стены; б, в — в теле кладки; г — с наружной стороны стены; 1 — гипсокартон; 2 — пенополистирол; 3 — кладка; 4 — штукатурка

Технологическая схема работ включает в себя:

выравнивание и очистку основания, при необходимости с применением пескоструйной обработки;

установку с помощью дюбелей цокольного профиля, служащего опорой первого и последующих рядов теплоизоляционных плит;

нанесение на кирпичную поверхность грунтового клеящего состава (праймера);

приклеивание плитного утеплителя с надежным закреплением его металлическими или пластмассовыми дюбелями;

последовательное нанесение клеевого состава, втапливание в него армирующей стеклосетки, нанесение выравнивающего и декоративного слоев штукатурки.

Весь комплекс работ осуществляют с трубчатых металлических лесов высотой до 40 м. Во избежание различий в структуре декоративной штукатурки работы рекомендуется осуществлять «влажным составом по влажному», т. е. по направлению движения солнца при среднесуточной температуре не ниже +5 °С.

Клеящие и штукатурные составы приготавливают на рабочем месте из сухих смесей. Загустевшие в процессе работы смеси рекомендуется перемешивать ручными электрифицированными миксерами, применяемыми при перемешивании загустевающего кладочного раствора.

Для работы со смесями следует применять ручной инструмент штукатурно-маляра (терки, шпатели, гладилки, кельмы и др.) из нержавеющей стали и полиуретана.

Колодцевая кладка (рис. 7.13, а и б) выполняется с использованием традиционных конструктивных схем, разработанных в 40—50-е гг. XX в. Различные варианты кладки характеризуются разными соотношениями прочности и сопротивления теплопередаче. Общее для всех схем — наличие кирпичных вертикальных диафрагм толщиной в полкирпича. Расстояния между диафрагмами определяются расчетом, но не должны превышать 1170 мм.

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 расщелками.

Колодцы заполняются плитным утеплителем (пенополистирол, минеральная вата, пеноизол), а также монолитным бетоном, обладающим высокими теплоизоляционными свойствами.

Основным недостатком колодцевой кладки является наличие по вертикальным диафрагмам «мостиков холода». Поэтому для повышения термического сопротивления стен диафрагмы следует выкладывать из поризованного кирпича. Частично этот недостаток может быть исправлен за счет ступенчатых диафрагм.

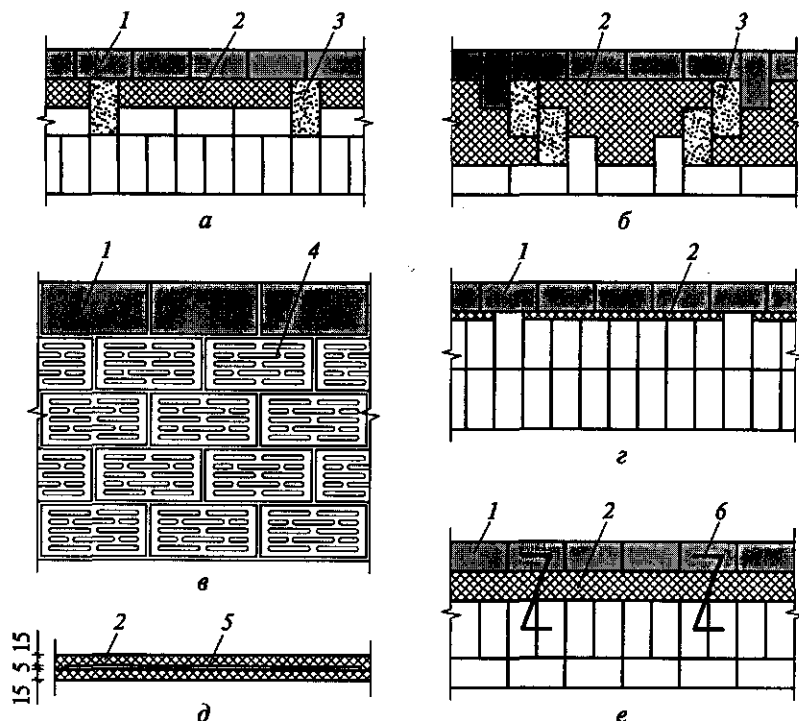


Рис. 7.13. Эффективная кирпичная кладка:

а, б — колодцевая с обычными и ступенчатыми диафрагмами из кирпича; *в* — из кирпича «Термолюкс»; *г* — с пенополистирольными вкладышами; *д* — конструкция вкладышей; *е* — трехслойная с металлическими связями; 1 — лицевые кирпичи; 2 — утеплитель; 3 — поризованные кирпичи; 4 — кирпич «Термолюкс»; 5 — воздушная прослойка; 6 — металлическая связь

Колодцевая кладка со ступенчатыми диафрагмами выполняется по традиционной технологии с использованием обычных систем перевязок. В зависимости от толщины стены и вида утеплителя по сравнению с полнотелой кладкой приведенное термическое сопротивление теплопередаче увеличивается в 1,8—2,5 раза, расход кирпича уменьшается в 1,6—2,4 раза, масса стены — в 1,5 раза.

По сравнению с другими конструкциями в колодцевой кладке существенно увеличивается жесткость стен при горизонтальных нагрузках, что позволяет использовать такую кладку при строительстве каменных зданий в районах повышенной сейсмической активности.

Традиционная однослойная кладка может возводиться из специального термостойкого кирпича типа «Термолюкс» или многупустотных блоков, обладающих как высокими теплоизоляционными свойствами, так и достаточной прочностью.

Кирпич «Термолюкс» (см. рис. 7.13) создан по принципу термоса. Тело кирпича разрезано пятью воздушными прослойками. Во избежание затекания раствора внутрь пустот верхняя постель формируется 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 конвекционное движение воздуха в теле кладки и воздух работает с максимальным сопротивлением теплопередаче, поэтому теплопроводность такой кладки колеблется в пределах 0,18...0,20 Вт/(м·°C), что соответствует существующим нормативным требованиям.

Выполняется кладка по обычной технологии и по прочностным показателям не уступает кладке из полнотелого кирпича.

Кладка с уширенными до 50 мм продольными вертикальными швами по конструкции напоминает кладку с воздушными прослойками, но уширенные швы заполняются теплоизоляционными плитами из минеральной ваты, пенополистирола, пенопласта или фибrolита. Такая кладка получила в свое время довольно широкое распространение, однако ужесточение с 2000 г. требований к теплопередаче ограждающих конструкций привело к необходимости применения более эффективных утеплителей типа полиуретана, имеющих высокую стоимость, что в целом повышает себестоимость строительства.

Более перспективным представляется применение в качестве утеплителя специально изготавливаемых пенополистирольных вкладышей с замкнутыми воздушными прослойками (рис. 7.13, *г* и *д*). Соединение пенополистирольных пластинок друг с другом осуществляется с помощью клея или по торцам с помощью клейкой ленты.

В кладке термовкладыши могут устанавливаться сплошным рядом с устройством противопожарных рассечек либо в шахматном порядке со смещением рядов.

Уширенные швы можно устраивать ближе как к наружной, так и к внутренней поверхности стен, но первый вариант является более предпочтительным, так как нагрузка от перекрытий в большей степени воспринимается именно внутренними частями стен. Кроме того, как показывает расчет температурных полей (см. рис. 7.12), чем ближе к наружной части стены располагается утеплитель, тем меньшая часть стены подвергается влиянию сезонного замораживания — оттаивания, а значит, кладка получается более долговечной и в зимнее время менее теплопроводной.

Облегченная кладка на обыкновенном кирпиче с облицовкой из силикатного или лицевого кирпича (рис. 7.13, *е*) при малоэтаж-

ном строительстве выполняется с устанавливаемых снаружи лесов следующим образом.

После выкладки капитальной стены из обыкновенного красного кирпича с наружной поверхности стены устанавливаются теплоизоляционные плиты и прижимаются фасадной верстой из лицевого или силикатного кирпича. По мере возведения лицевого слоя по сетке укладываются гибкие металлические связи из нержавеющей или оцинкованной стали. В уровне перекрытий наружный самонесущий слой соединяется с внутренним железобетонными рамками.

В связи с тем что между лицевым и капитальным слоями кладки часто образуется конденсат, увлажняющий кладку и снижающий теплотехнические характеристики стен, между слоями кладки следует устраивать вентилируемые полости.

На рис. 7.14 приведен пример устройства кладки из мелких эффективных блоков с пустотностью до 50 % и облицовки ее полнотелым лицевым кирпичом. Лицевой слой толщиной в полкирпича соединяется с блочной кладкой гибкими связями в виде укладываемых в горизонтальные швы арматурных сеток, Z-образных насечек арматуры или специально закладываемых в кладку анкеров.

Суммарная толщина или сумма диаметров заделываемых в кладку арматурных элементов должна быть не менее чем на 4 мм меньше толщины шва. Максимальная толщина шва кладки допускается не более 16 мм.

Облицовочный слой может выкладываться как после полного завершения основной кладки, так и в процессе ее выполнения. В первом случае работы ведутся с наружных лесов, во втором — с внутренних подмостей.

При кладке фахверковых неутепленных стен малоэтажных производственных зданий лицевая верста связывается с фахверковым заполнением между стойками каркаса кирпичами тычковыми рядами или гибкими стальными связями через пять рядов по высоте кладки.

В многоэтажных зданиях со стальным или железобетонным каркасом заполнение между колоннами может осуществляться

кирпичной или каменной кладкой, панелями, монолитным теплоизоляционным бетоном или пустотными блоками (рис. 7.15). Снаружи на выпусках плит перекрытий укладывается теплоизоляционная прослойка и лицевой ряд кирпича. Для предохранения лицевого слоя от деформаций его соединяют с основной кладкой и колоннами гибкими стальными связями, для чего предусматривают в колоннах вертикальные штрабы с формой сечения «ласточкин хвост». Для соединения с металлическими проволочными связями в штрабы в процессе работы по устройству лицевого слоя можно устанавливать металлические винтовые вкладыши, а проволочные связи соединять с вкладышами с помощью резьбы.

Работы ведутся с плит перекрытий или внутренних подмостей в следующей последовательности:

на высоту яруса блоков фахверкового заполнения выкладывают лицевой слой кладки толщиной в полкирпича. Первый ряд облицовочного слоя выкладывают без раствора на связи и пенополистирольную гидротеплоизоляционную прослойку и связывают анкерами с колоннами. В вертикальных швах каждого третьего

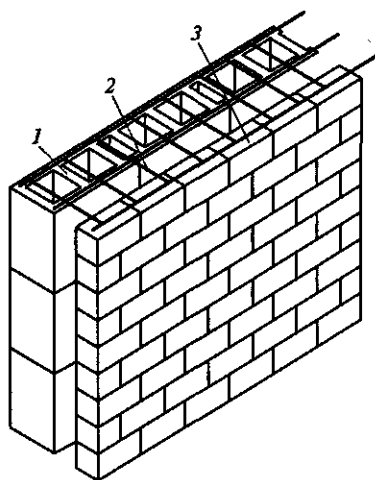


Рис. 7.14. Мелкоблочная вентилируемая кладка с лицевым слоем из кирпича:

1 — кладка из блоков; 2 — сетка; 3 — лицевой слой

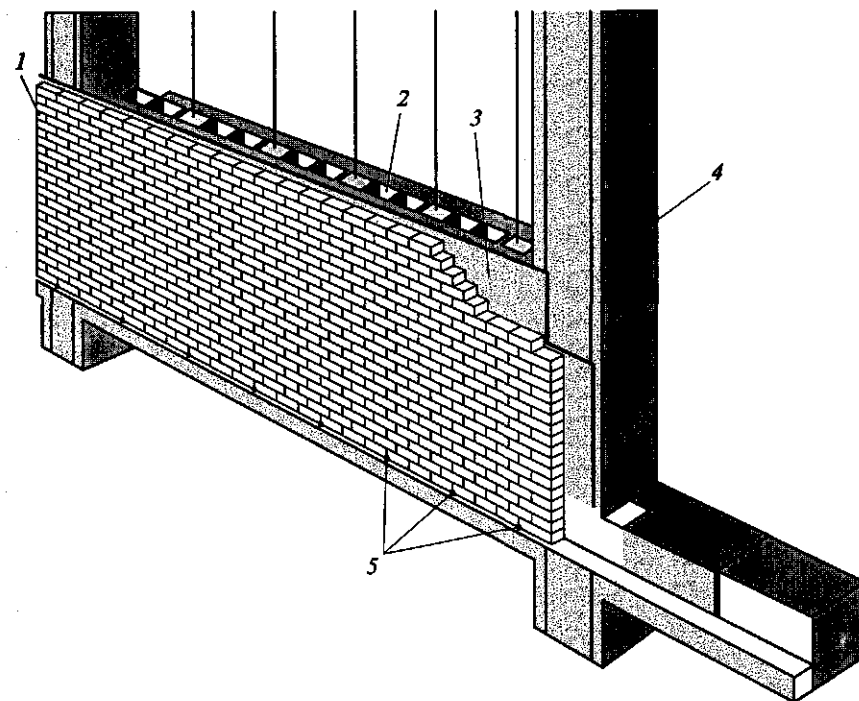


Рис. 7.15. Мелкоблочная вентилируемая кладка со связями:

1 — лицевой кирпич; 2 — пустотелые блоки; 3 — теплоизоляционная плита; 4 — колонна; 5 — конденсационные отверстия

кирпича оставляют «плачущие» отверстия для удаления конденсата;

пролеты между колоннами заполняют блоками или кирпичом, при необходимости в полости блоков устанавливают вертикальные арматурные стержни;

устанавливают теплоизоляционные плиты, их положение (и положение нижних частей плит следующего яруса) фиксируют пластмассовыми клипсами, которые защелкиваются на проволоочных связях, закрепляемых на блоках с таким расчетом, чтобы соблюдалась воздушная вентиляционная прослойка между плитами изоляции и лицевой кладкой;

в штрабы колонн устанавливают металлические винтовые вкладыши, ввинчивают в них стержни металлических связей, свободный конец стержней отгибают для более прочной связи с кладкой лицевого слоя; выполняют защитное напыление и заводят отгибы в швы кладки.

Последующие ярусы возводят аналогичным образом. При такой конструкции стены «точка росы» располагается в теплоизоляционном слое, а между утеплителем и лицевым слоем образуется вентилируемая полость, из которой через отверстие в первых рядах кладки каждого этажа отводится конденсат.

Трехслойная кладка с монолитным заполнением в связи с появлением новых эффективных сверхлегких бетонов очень распространилась в последнее время. В качестве монолитного заполнителя используются ячеистые бетоны, карбомидный пенопласт — пеноизол и бетоны, составленные на основе цемента, воды и гранул вспененного полистирола — пенополистиролбетона («Политерм»).

В зависимости от района строительства толщина кладки может составлять 0,38...0,64 м. Связь между монолитным заполнителем и кладкой осуществляется тычковыми кирпичами, заходящими в бетон на половину своей длины; стальными сетками, укладываемыми в горизонтальные швы кладки; Z-образными круглыми или плоскими насечками, связывающими арматурный каркас со стеной.

Технологическая последовательность цикла кладки:

выкладывают в полкирпича две наружные продольные стенки, состоящие из 3...5 ложковых рядов;

промежуток между стенками заполняют сверхлегким бетоном плотностью 200...400 кг/м³;

укладывают тычковые кирпичи, арматурные сетки или Z-образные насечки, которые связывают затем с каркасом из арматуры диаметром 8...12 мм в зависимости от требуемой прочности стены.

Трехслойные стены с монолитным заполнением могут быть использованы в зданиях малой и средней этажности. В последнем случае в качестве заполнения рекомендуется применять ячеистый бетон или пенополистиролбетон.

7.6. Монтаж сборных конструкций кирпичных зданий

В качестве заполнения оконных проемов до последнего времени применяли деревянные оконные блоки распашной конструкции со спаренными и раздельными переплетами. Стекла в переплетах закреплялись шпильками, штапиками и замазкой. Поверхности блоков, контактирующие с каменными стенами, обивались рубероидом, коробки крепились гвоздями к деревянным пробкам, установленным в простенках при кладке.

Для защиты от ветра и влаги в стенах оставляли верхние и боковые четверти, зазоры между стенами и коробками конопатили, а откосы штукатурили.

Сейчас оконные заполнения стали изготавливать кроме древесины из стали, алюминия и пластика, а наряду с обычным оконным стеклом — применять стеклопакеты.

Каждый из указанных материалов имеет свои достоинства и недостатки. Например, дерево — красивый, экологически чистый, легкий и простой в обработке материал, обладающий низкой теплопроводностью и практически не изменяющий своих размеров в зависимости от температуры. Но дерево не отличается высокой прочностью, подвержено гниению и короблению, легко поражается грибами и мхом.

Сталь отличается высокой прочностью, но это тяжелый теплопроводный материал, подверженный коррозии.

Алюминий — легкий и прочный материал, но дорогой и теплопроводный.

Пластик лишен многих недостатков дерева и металлов, но подвержен старению и не «дышит». Применяемый сейчас для изготовления пластик ПВХ при нагревании может выделять ядовитые вещества.

В последнее время в качестве материала для оконных и дверных блоков рекомендуется использовать более экологически чистый материал — стеклопластик, однако пока он большого распространения не получил. Более того, на смену ему западные фирмы уже предлагают новый материал — фабер-гласс-композит (ФГК), состоящий из стеклянных волокон, скрепленных термоотвержденной смолой.

В зданиях массовой застройки для заполнения проемов в кирпичных и мелкоблочных стенах наиболее предпочтительными являются двухкамерные деревянные и деревометаллические оконные блоки с глухими, распашными и поворотными створками, а для остекления лоджий — блоки с раздвижными створками.

Однокамерные конструкции оконных заполнений применяют при строительстве коттеджей с мансардами, а также при малоэтажном строительстве в южных районах страны. Внутри стеклопакетов могут дополнительно устанавливаться ударопрочные стекла

или стекла с селективным покрытием, отражающие инфракрасное (тепловое) излучение, а камеры — заполняться инертным газом аргоном.

При двухкамерных конструкциях улучшаются тепло- и звукоизоляция ограждений. Плавный переход температуры с улицы в помещение позволяет предотвратить эффект «плачущих окон», когда на холодном внутреннем стекле конденсируется влага.

Одностворчатые окна с двухкамерным стеклопакетом рекомендуется применять при строительстве каменных зданий в районах с умеренным климатом. В районах с суровыми климатическими условиями предпочтение отдается двухстворчатым (финским) конструкциям с одним наружным ударопрочным стеклом и двумя внутренними стеклами или стеклопакетом. С точки зрения эффективности энергосбережения двухстворчатые оконные блоки превосходят одностворчатые в 1,2—1,5 раза. Основные типы деревянных и деревометаллических оконных заполнений приведены на рис. 7.16.

Благодаря современным методам сушки, вакуумной пропитки, склеивания и окраски древесины, а также переходу от традиционных соединений в переплетах «шип-проушина» к клеевому соединению «на ус» деревянные оконные заполнения практически не изменяют своей формы и внешнего вида в течении всего срока эксплуатации, а установка на деревянные элементы металлического обрамления и полиэфирная окраска существенно повышают их долговечность.

Технология установки в проемы каменных зданий оконных блоков современных конструкций мало чем отличается от традиционной. Вместо гвоздей блоки сейчас крепят шурупами, головки которых затем закрывают пластмассовыми крышками, а швы между стеной и коробкой заполняют монтажной пеной типа «Макрофлекс».

Перемычки — перекрытия над дверными и оконными проемами из кирпича или других материалов.

Кирпичные перемычки выкладывают кирпичами «на ребро» с клинообразными швами: внизу 5 мм;верху — до 25 мм. Торцы кирпичей при кладке устанавливают на временную опалубку, размещаемую в проемах.

При выкладке рядовых перемычек на опалубку в проемах укладывают слой раствора и втапливают арматуру, которая при эксплуатации воспринимает растягивающие усилия от давления лежащей выше кладки.

Самым простым в производстве является перекрытие пролетов сборными деревянными, стальными или железобетонными перемычками. Особенно широко распространены железобетонные перемычки, которые укладываются на растворную постель: несущие — с помощью крана; рядовые — вручную.

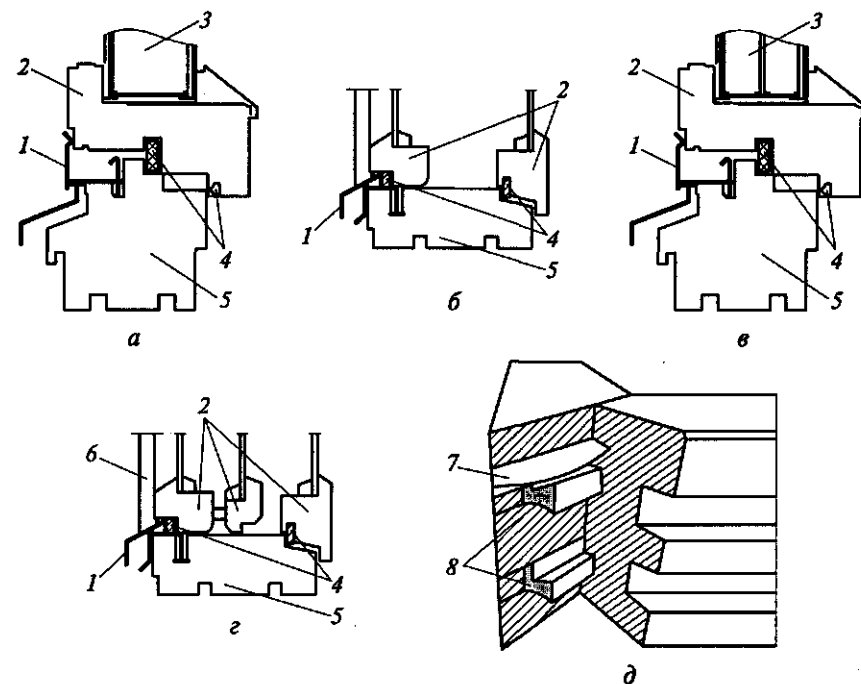


Рис. 7.16. Типы оконных блоков:

а — однокамерный одностворчатый; *б* — однокамерный двухстворчатый; *в* — одностворчатый двухкамерный деревоалюминиевый; *г* — трехстворчатый двухкамерный; *д* — соединение переплета «на ус»; 1 — металлическая защитная деталь; 2 — рама; 3 — стеклопакет; 4 — уплотнитель; 5 — коробка; 6 — алюминиевая обкладка; 7 — позиционирующий элемент; 8 — фасонные штифты

Однако железобетонные перемычки без облицовки портят внешний вид здания, а облицованные — часто теряют плитки облицовки при эксплуатации, поэтому заводами-изготовителями сейчас предложены керамобетонные перемычки (рис. 7.17), выполняемые из керамического кожуха, заполненного бетоном класса В25 и армированного арматурой класса А-III диаметром 8, 10, 12 мм в зависимости от длины перемычки.

Такая перемычка хорошо сочетается с кирпичной кладкой и достаточно быстро устанавливается вручную. При укладке перемычки используется временная опора, устанавливаемая на период кладки стен в середине пролета.

Перегородки бывают межкомнатными и межквартирными. Последние в обязательном порядке должны иметь тепло- и звукоизоляционную защиту.

Гипсобетонные перегородки размером на комнату (рис. 7.18) монтируют с помощью крана после возведения стен, но до уста-

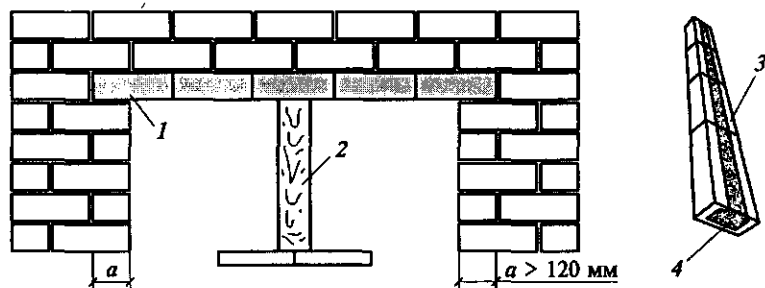


Рис. 7.17. Керамобетонные перемычки над оконными и дверными проемами:

1 — установленная перемычка; 2 — временная опора; 3 — керамический кожух; 4 — бетон

новки перекрытия. Для временного закрепления обычно используют монтажную опору. В местах примыкания к стенам перегородки закрепляют вилочными скобами. Чтобы скобы не выступали на лицевую поверхность перегородки, предварительно выбирают борозды, соответствующие длине и толщине пластин скоб.

Потолочное крепление гипсобетонных перегородок осуществляют после монтажа плит перекрытия аналогичным образом или с помощью уголков, пристреливаемых к потолку дюбелями-гвоздями.

В последнее время все большее распространение получают перегородки из профилированного металлического каркаса, обшитого с обеих сторон гипсокартонными листами (ГКЛ) в один или два слоя. Каркас, являющийся несущей частью для ГКЛ, по периметру через 0,6...1,0 м крепится к строительным конструкциям с помощью дюбелей. ГКЛ крепятся к каркасу шурупами через 0,25 м. Перед установкой с наружной стороны профилей, сопрягаемых со строительными конструкциями, наклеивается упругая уплотнительная лента и накладывается звукоизоляционный герметик.

Технология монтажа перегородок, предложенная фирмой «ТИГИ-Кнауф»:

- с помощью красящего шнура и трафарета разметить проектное положение перегородки и дверей;

- к полу, потолку и базовым стенам прикрепить направляющие и стоечные профили;

- внутри образованного каркаса смонтировать электрические сети и закладные детали для стационарного оборудования;

- с одной стороны каркас обшить вертикально ориентированными гипсокартонными листами, в пространстве между стойками уложить теплоизоляционный материал (при необходимости);

- выполнить обшивку каркаса ГКЛ с другой стороны.

Лестничные площадки и марши монтируют по ходу кладки. Промежуточную площадку и первый марш устанавливают по мере

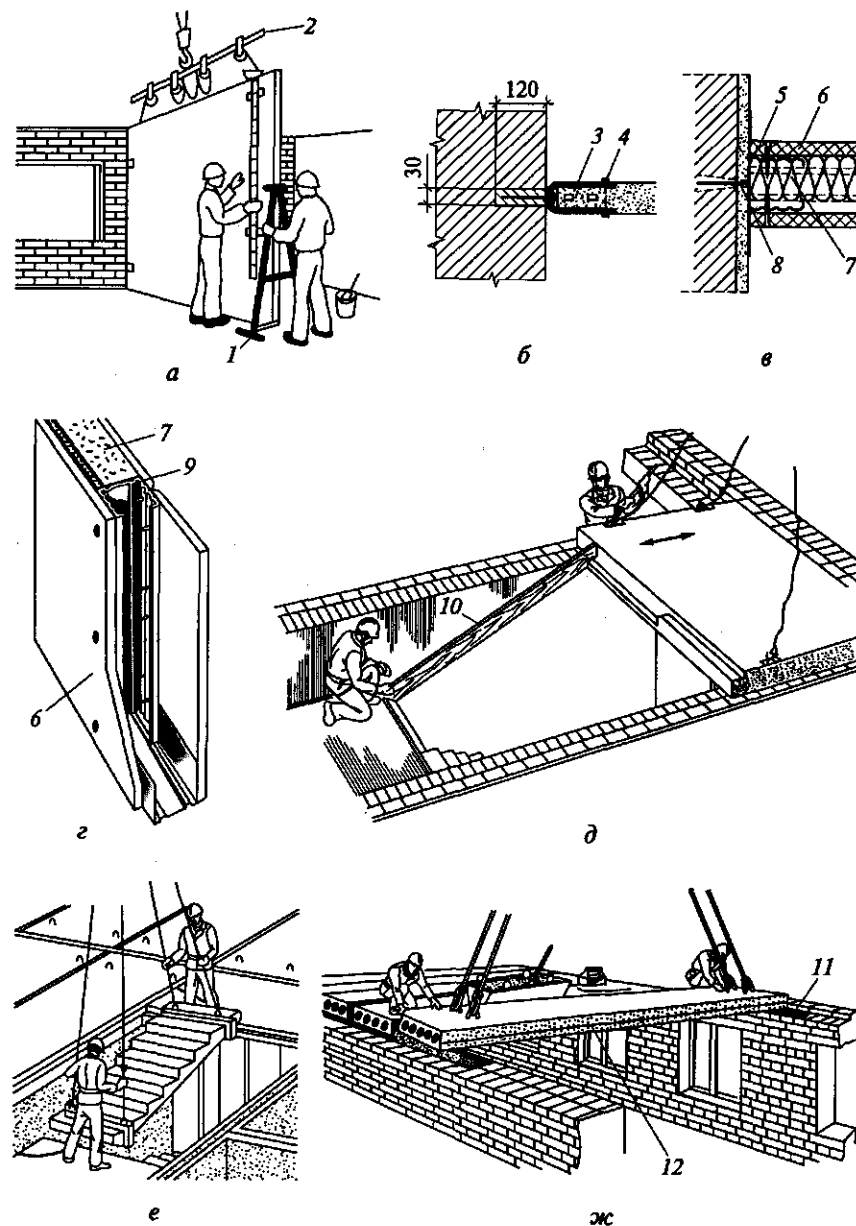


Рис. 7.18. Схемы установки сборных железобетонных элементов:

а, б, в, г — перегородок; д, е — разметка мест и установка лестничных маршей; ж — укладка плит перекрытия; 1 — опора; 2 — траверса; 3 — скоба; 4 — болт; 5 — уплотнительная лента; 6 — ГКЛ; 7 — утеплитель; 8 — дюбель; 9 — металлический профиль; 10 — шаблон; 11 — раствор; 12 — плита перекрытия

возведения стен лестничной кладки, вторую (этажную) площадку и второй марш — по окончании кладки этажа. Для выверки положения лестничных площадок в плане применяют деревянный шаблон (см. рис. 7.18), копирующий профиль опорной части лестничного марша.

Во избежание схватывания расстеленного раствора лестничные марши монтируют сразу же после выверки положения лестничной площадки.

К месту монтажа марш подается в наклонном положении, для чего две ветви четырехветвевго стропы удлиняют тягами-удлинителями. При отсутствии петель используют вилочные захваты. В процессе посадки марша на опорные площадки вначале опирают нижний торец марша, затем — верхний, что позволяет избежать заклинивания марша между площадками.

Марш устанавливают на растворную постель. При установке один монтажник располагается на нижней площадке, другой — на вышележащем перекрытии или подмостях рядом с лестничной клеткой. Особое внимание уделяют проверке точности опирания марша и горизонтальности ступеней. Неточности установки исправляют ломиками, а после закрепления маршей замоноличивают стыки цементным раствором и устанавливают инвентарные ограждения.

Вентиляционные блоки устанавливают до укладки плит перекрытия. Одновременно со строповкой блока подготавливается опорная поверхность, очищается от мусора и смачивается водой. На шаблон с заглушками, прикрывающими каналы блока от попадания раствора, укладывается растворная постель.

При подаче блока шаблон убирается. Монтажники устанавливают блок, следя за точным совмещением каналов обоих блоков и плотным заполнением швов раствором.

После сварки закладных деталей снимаются стропы и зачищаются полости каналов от попавшего раствора.

Санитарно-технические кабины устанавливают следующим образом:

- очищают и размечают места установки кабин, устраивают подготовку из песка;

- разворачивают, принимают и устанавливают кабины в соответствии с нанесенными рисками на перекрытии и на боковых поверхностях кабин;

- рихтуют кабины в плане и снимают стропы.

Канализационные и водопроводные стояки монтируемых кабин тщательно совмещают со стояками ранее смонтированных кабин и подсоединяют стояки через монтажные люки.

Плиты перекрытия укладывают после завершения кладки этажа, установки гипсобетонных перегородок, вентиляционных и санитарно-технических блоков, подачи необходимых для дальнейшей работы деталей, конструкций и материалов. Перед монтажом

плит проверяют монтажный горизонт, при необходимости выравнивают кладку цементной стяжкой.

Плиты и панели перекрытий укладывают на растворную постель начиная от лестничной клетки по направлению к торцам здания. Основное внимание при этом обращают на то, чтобы потолок был горизонтальным, без уступов. Монтажники находятся при укладке первой плиты на подмостях, а затем — на перекрытии, располагаясь у опор монтируемой плиты (см. рис. 7.18).

При необходимости перекладки плиты ее поднимают, очищают от раствора и укладывают вновь. Смежные плиты скрепляют между собой анкерами за монтажные петли, швы заделывают раствором, а места сопряжения плит со стенами замоноличивают.

Пустоты в плитах, опирающихся на наружные стены, заполняют бетонными пробками или легкой бетонной смесью на глубину до 120 мм. Пустоты в плитах, опирающихся на внутренние стены, заделывают тяжелым бетоном вплоть до третьего этажа от верха здания. Такая заделка необходима для предохранения опорных частей плит от разрушения под давлением верхних этажей.

Маячные балконные плиты укладывают вслед за плитами перекрытий. Для этого размечают и фиксируют рисками места их укладки. В дальнейшем положение рисок контролируют по балконам нижних этажей.

Затем по верхним ребрам маячных плит натягивают шнур-причалку, ориентируясь на которую устанавливают рядовые плиты и поддерживающие их временные инвентарные устройства.

Ствол мусоропровода устанавливают с отставанием на один этаж. На лестничной площадке монтируемого этажа на выступающую часть мусоропровода нижнего этажа надевают асбоцементную муфту, между трубой и муфтой укладывают просмоленную паклю и зачеканивают стык раствором. Затем на верхнюю грань трубы внутри муфты помещают резиновую прокладку.

Монтируемая труба краном подается в отверстие лестничной площадки и устанавливается в муфту. Затем она выверяется по вертикали рейкой-отвесом и закрепляется клиньями. Стык трубы с муфтой и лестничной площадкой зачеканивают паклей и заделывают раствором.

7.7. Возведение мансардных этажей

Мансардные этажи возводятся из легких конструкций, поэтому они не требуют существенного усиления фундаментов. Кроме того, различные типы мансард создают индивидуальный архитектурный облик зданий за счет различного объемного, силуэтного и цветового решения, применения различных типов балконов, окон и др.

По конструкции мансардные этажи, как правило, каркасные. Каркасы могут быть деревянными, металлическими и металлодеревянными, одно- и двухуровневыми (рис. 7.19).

Каркасы, изготовленные из древесины, нашли широкое применение в строительстве, что связано со сравнительно невысокой ее стоимостью, низкой теплопроводностью и достаточно высокой прочностью.

При индивидуальном строительстве в основном применяют деревянные конструкции мансард, показанные на рис. 7.20. С внутренней стороны каркас обшивается доской-вагонкой, укладывается утеплитель и пароизоляция. Для прикрепления обшивки стен и потолка используются специальные металлические кляммеры, позволяющие скрыть шляпки гвоздей.

Для хорошего естественного освещения помещения и правильной циркуляции воздуха рекомендуется устанавливать наклонные мансардные окна таким образом, чтобы внутренняя облицовка проема над окном располагалась горизонтально, а под окном — вертикально. Для удобства монтажа наклонного оконного блока под оконной коробкой устанавливают временную балку-опору, удаляемую лишь после закрепления коробки шурупами (см. рис.

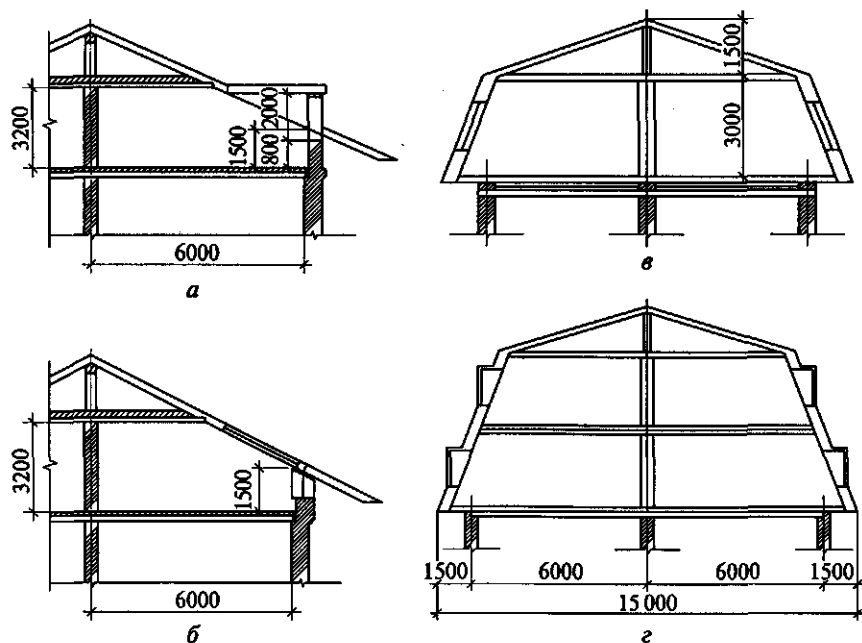


Рис. 7.19. Каркасы мансард в кирпичных зданиях:

а, б — деревянные; в — деревометаллические в одном уровне; г — деревометаллические в двух уровнях

7.20). Затем устанавливают поперечный и продольные водоотводные желоба и производят стыковку кровельного материала.

Ширина каменных зданий обычно не превышает 12...15 м. Для перекрытия таких пролетов могут использоваться как деревянные, так и деревометаллические фермы ручной сборки с верхним поясом из полубрусьев и нижней затяжкой из досок или круглой стали диаметром до 18 мм. Фермы подобного типа рациональнее собирать на месте из двух полуферм, скрепляемых в коньковом узле болтами.

Для этих целей также можно использовать двух- и трехшарнирные рамы, как клееные, так и собираемые из цельных досок и брусьев, с соединением болтами, гвоздями или гвоздевыми пластинами.

В последнее время стала довольно широко практиковаться надстройка старых кирпичных зданий мансардными этажами, в том числе без отселения жильцов. Разработаны конструкции объемных мансардных блоков и блок-комнат, в том числе и шарнирно-складывающихся для удобства транспортирования, которые можно использовать как при новом строительстве, так и при реконструкции эксплуатируемых зданий.

Конструктивные решения объемных мансардных блоков и блок-комнат должны обеспечивать максимальное снижение массы и необходимую жесткость элементов, обеспечивающую возможность

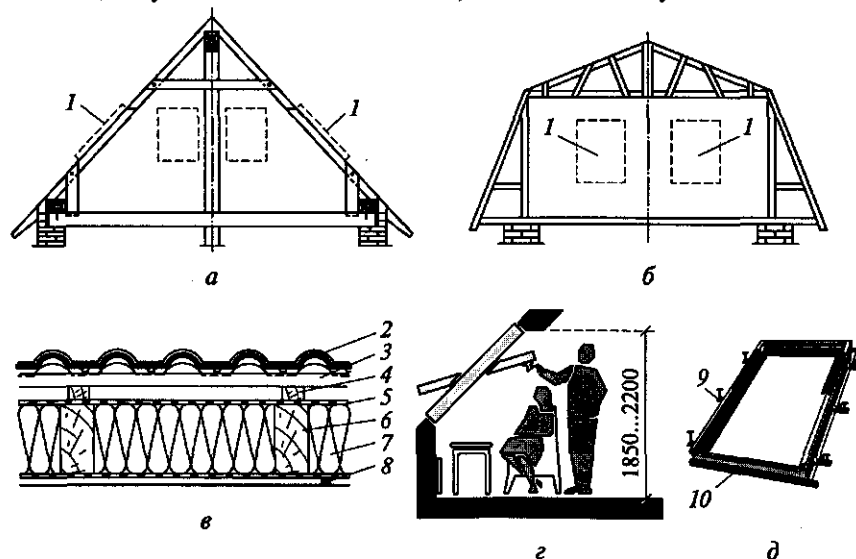


Рис. 7.20. Мансарды с деревянным каркасом:

а — при двухскатной кровле; б — при четырехскатной кровле; в — конструкция утепленной кровли; г — расположение мансардного окна; д — крепление оконной коробки; 1 — места установки окон; 2 — кровельное покрытие; 3 — обрешетка; 4 — контробрешетка; 5 — кровельная изоляция (пленка); 6 — стропила; 7 — утеплитель; 8 — обшивка; 9 — уголок, прикрепляемый шурупами; 10 — временная балка-опора

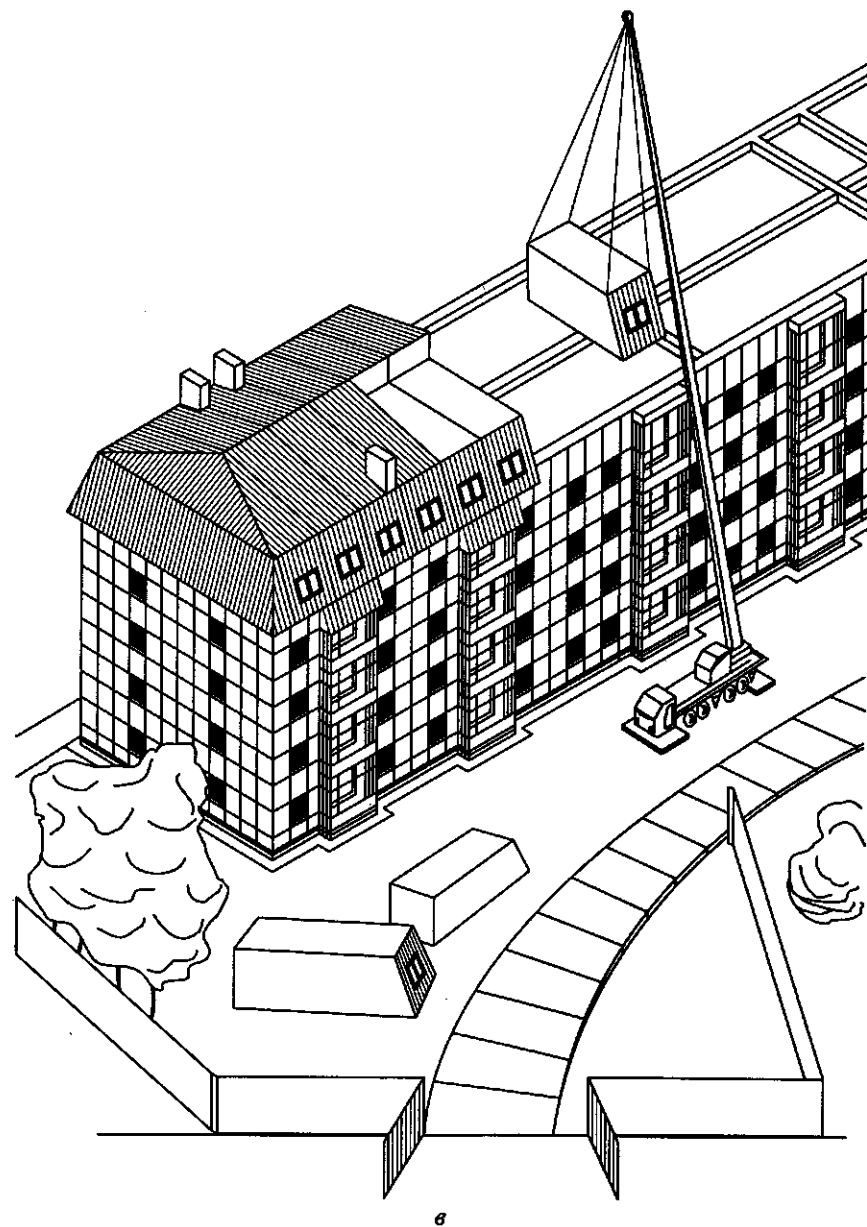
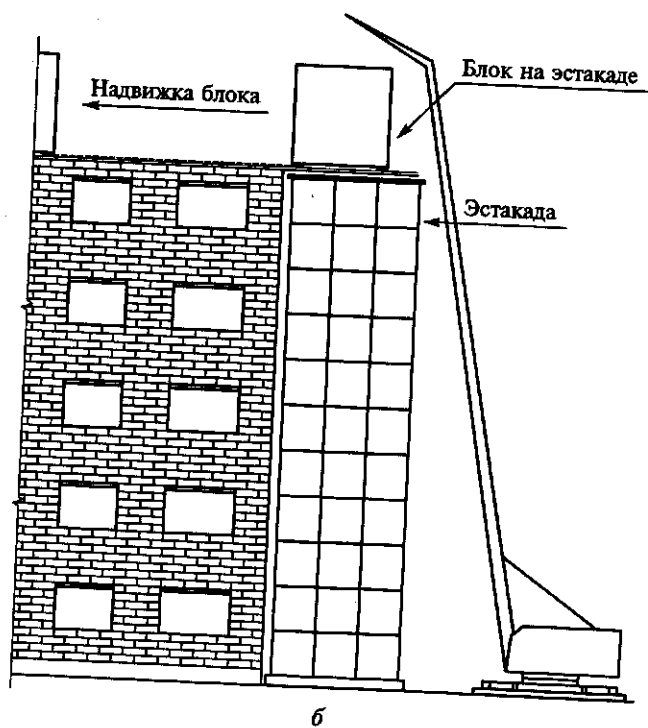
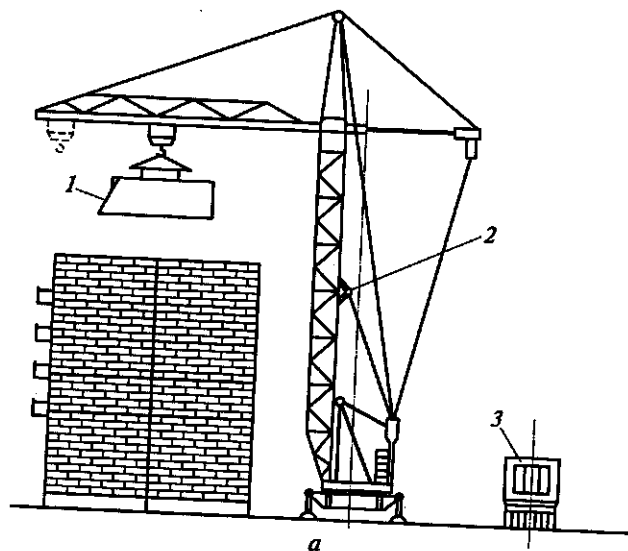


Рис. 7.21. Монтаж мансардных блок-комнат:

а — с помощью башенного крана; *б* — методом надвижки; *в* — с помощью стрелового крана; 1 — блок-комната; 2 — кран; 3 — трейлер

их транспортирования и монтажа. Этим требованиям в должной мере отвечают металлические и деревометаллические каркасы, обшитые снаружи цементно-стружечными плитами, внутри — гипсокартонными листами, между которыми в наружных стенах и крыше размещается эффективный утеплитель, а в конструкциях межкомнатных и межквартирных перегородок — эффективный звукоизоляционный материал.

Изготовленные на заводе или полигоне объемные блоки могут быть длиной до 7,5 м, шириной до 3,6 м и высотой в коньке до 3,2 м, при высоте помещения 2,6 м. Прочностные характеристики и жесткость конструкций обеспечивают возможность их транспортирования и монтажа. Из условий обеспечения габаритных транспортных размеров по высоте панель кровли может перевозиться отдельно или в сложенном виде. Общая масса такого объемного блока не должна превышать 7 т, что позволяет монтировать его стреловыми кранами грузоподъемностью до 25 т.

Оконные проемы фасадной панели обычно выполняются с учетом установки мансардных вертикальных окон типа «Дормер» или наклонных типа «Велюкс». Наружная поверхность фасадной панели, как и кровля, обшивается металлочерепицей.

Строительство мансардных этажей из готовых блок-комнат разделяется на два технологических процесса: изготовление блоков и их установка. При небольших расстояниях транспортирования блоки рекомендуются изготавливать на заводах ЖБИ, КПД или в цехах ДСК, не загруженных заказами на традиционную железобетонную продукцию. В случае значительной удаленности (более 25... 30 км) и существенного повышения транспортных расходов целесообразно организовать их полигонное изготовление в непосредственной близости от места монтажа. На полигоне должны быть предусмотрены: склад материалов; зоны изготовления панелей пола и стен, перекрытий и покрытий; пост инженерного оборудования; участок сборки, наружной и внутренней отделки; склад готовой продукции. Полигон обеспечивается необходимыми укрытиями от дождя, подъемно-транспортными механизмами и механизированными инструментами.

Основными принципами возведения мансардных этажей являются:

- максимальная механизация погрузочно-разгрузочных и монтажных работ;

- сокращение времени на устройство и монтаж блоков;
- восстановление экологического ущерба окружающей среде.

Возможны два основных способа монтажа объемных блоков (рис. 7.21):

- монтаж готовых блоков кранами;

- устройство с торцов здания эстакады из усиленных строительных лесов, подъем блоков на эстакаду стреловыми кранами и пос-

ледующая их надвигка с помощью лебедок по специальным направляющим в два ряда к противоположному торцу здания.

Второй способ более приемлем при реконструкции существующего жилого фонда в стесненных условиях.

Доставка объемных блоков на строительную площадку производится специальными автотрейлерами, рассчитанными, с учетом находящихся на них изделий, на установленные транспортные габариты.

Монтаж объемных блок-комнат осуществляется мощными кранами на специальных шасси типа МКТ, КС, КАТО или KRUPP, способными с помощью телескопических стрел поднимать и монтировать на небольшом вылете стрелы грузы массой до 10 т и более.

Монтаж блоков производится секционными захватками, включающими в себя 10... 14 блоков, располагаемых над помещениями секции в два ряда. Для утепления и отделки существующих жилых домов, а также для заделки швов между блоками следует применять специальный подъемник типа МШТС-2а, рассчитанный на звено рабочих до трех человек.

При возведении мансардных этажей из объемных блоков существуют как положительные, так и отрицательные факторы, влияющие на экономическую эффективность их применения.

К положительным факторам относятся:

- сокращение построечной трудоемкости возведения мансард,
- сокращение продолжительности всего монтажного процесса;

- уменьшение накладных расходов, связанное с сокращением продолжительности строительства;

- ускорение оборачиваемости средств, вложенных в строительство;
- улучшение условий труда рабочих на строительной площадке, особенно в осенне-зимний период;

- уменьшение неудобств для жителей реконструируемого дома в связи с сокращением сроков возведения мансарды.

К отрицательным факторам можно отнести:

- дополнительный расход материалов на обеспечение жесткости блоков при транспортировании и монтаже;

- необходимость дополнительного согласования перевозки блоков в связи с их габаритами;

- необходимость временного вывода жильцов дома из помещений, над которыми производится монтаж блоков;

- необходимость устройства подъездов и организации монтажной зоны для работы мобильного крана.

7.8. Контроль качества и приемка каменных работ

По мере возведения каменных конструкций осуществляется систематический контроль правильности перевязки кладки, тол-

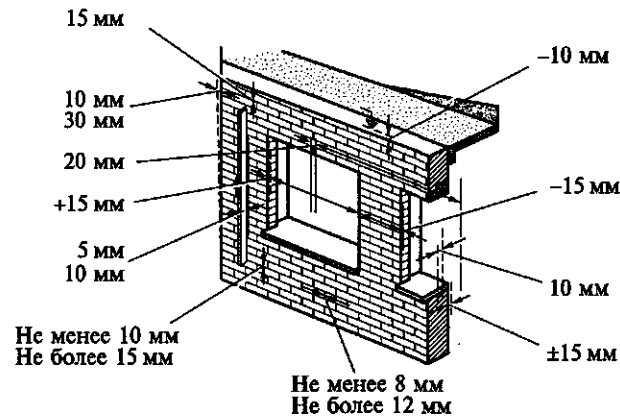


Рис. 7.22. Схема операционного контроля качества выполнения каменных конструкций

щины и заполнения швов, вертикальности, горизонтальности и прямолинейности поверхностей и углов кладки. Качество заполнения швов следует проверять не реже трех раз по высоте этажа; вертикальность граней, углов кладки и горизонтальность ее углов проверяют не реже двух раз на каждый метр, а толщину швов — через 5...6 рядов по высоте кладки.

По окончании кладки каждого этажа в обязательном порядке должна осуществляться геодезическая проверка горизонтальности и вертикальности кладки. При окончательной приемке каменных работ проверка с приложением актов скрытых работ подлежат: правильность устройства осадочных и температурных швов; качество гидроизоляции кладки; наличие и правильность установки закладных деталей и других связевых элементов; качество поверхностей фасадных нештукатуренных стен; соблюдение цвета, требуемой перевязки, рисунка и расшивки швов.

Требования СНиП 3.03.01—87 «Несущие и ограждающие конструкции» по операционному контролю качества выполнения каменных конструкций приведены на рис. 7.22.

8.1. Здания на просадочных грунтах

При возведении каменных зданий на сильносжимаемых и просадочных грунтах конструктивные решения, как правило, претерпевают незначительные изменения. Все внимание уделяется соответствующей подготовке оснований и фундаментов.

Существуют следующие способы устройства оснований и фундаментов под здания с каменными стенами на просадочных грунтах: возведение ленточных и прерывистых фундаментов в вытрамбованных полостях;

устройство столбчатых фундаментов в вытрамбованных котлованах с втрамбовыванием в их дно жесткого бетона, щебня, гравия или песчано-гравийной смеси;

поверхностное уплотнение грунта тяжелыми трамбовками с использованием навесного оборудования к экскаваторам и кранам;

устранение просадок грунтов за счет пробивки скважин с последующим заполнением их уплотняемым грунтом, шлакобетоном, цементогрунтом и др.;

закрепление грунтов химическим или термическим способом;

уплотнение грунтов предварительным замачиванием;

применение рациональных конструкций забивных или набивных свай повышенной несущей способности.

Для устранения просадочности грунтов 1-го типа довольно широко используются методы их уплотнения тяжелыми трамбовками диаметром 1,4...1,8 м и массой 4...6 т, устройство грунтовых подушек или устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах.

Вытрамбовывание котлованов и поверхностное уплотнение грунтов основания тяжелыми трамбовками, навешенными на стрелу крана или экскаватора (рис. 8.1), является самым простым и достаточно эффективным способом, имеющим достаточно широкое распространение. При такой технологии под подошвой фундамента создается слой непросадочного или малосжимаемого грунта толщиной до 3 м.

Наибольшая эффективность достигается при уплотнении грунта оптимальной влажности. Поэтому влажный грунт перед уплотнением подсушивается, а сухой — увлажняется.

При большой толщине просадочного грунта (5 м и более) вытрамбовывание и поверхностное уплотнение не гарантируют

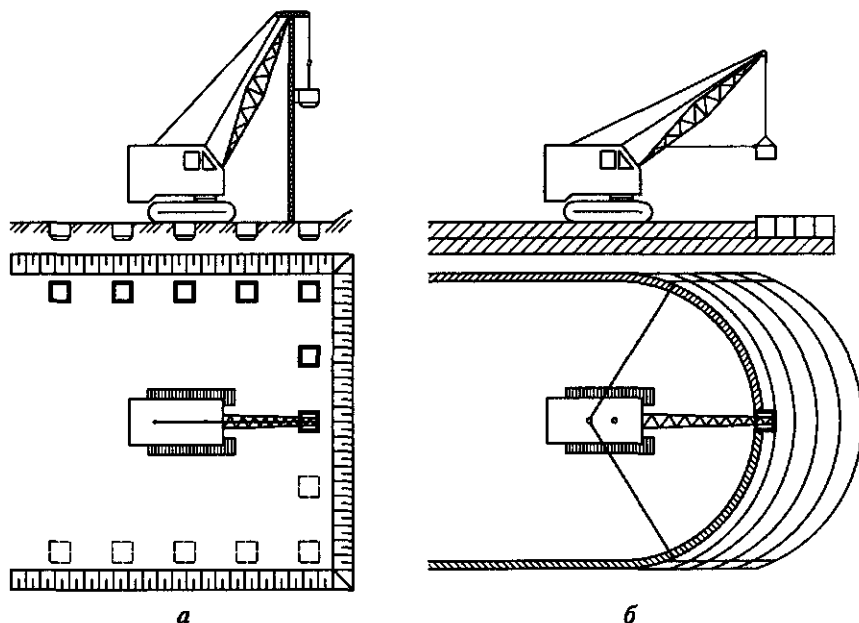


Рис. 8.1. Подготовка оснований под здание на просадочных грунтах:
 а — вытрамбовывание котлованов; б — поверхностное уплотнение грунта тяжелыми трамбовками

сохранность возводимого сооружения в период его эксплуатации. Поэтому в таких условиях рекомендуется осуществлять глубинное укрепление грунтов путем устройства скважин и последующего заполнения их грунтом или цементогрунтом с послойным трамбованием. В обоих случаях скважины устраиваются без выемки грунта.

При устройстве грунтовых свай (рис. 8.2) с помощью гидравлического молота сначала забивается, а затем вынимается обратно металлический штамп-лидер. В полученную скважину засыпается и уплотняется тем же штамп-лидером грунт или песчано-гравийная смесь.

Устройство цементно-грунтовых свай показано на рис. 8.2, б. По этой технологии в грунт погружается буровая штанга с режущими и перемешивающими лопастями. При обратном подъеме штанги нагнетается водоцементная суспензия, лопасти раскрываются, грунт перемешивается с суспензией и в дальнейшем затвердевает, образуя довольно прочную сваю.

На площадках с просадочными грунтами можно применять как грунтовые, так и цементно-грунтовые сваи. В отдельных случаях могут быть использованы методы уплотнения просадочных грун-

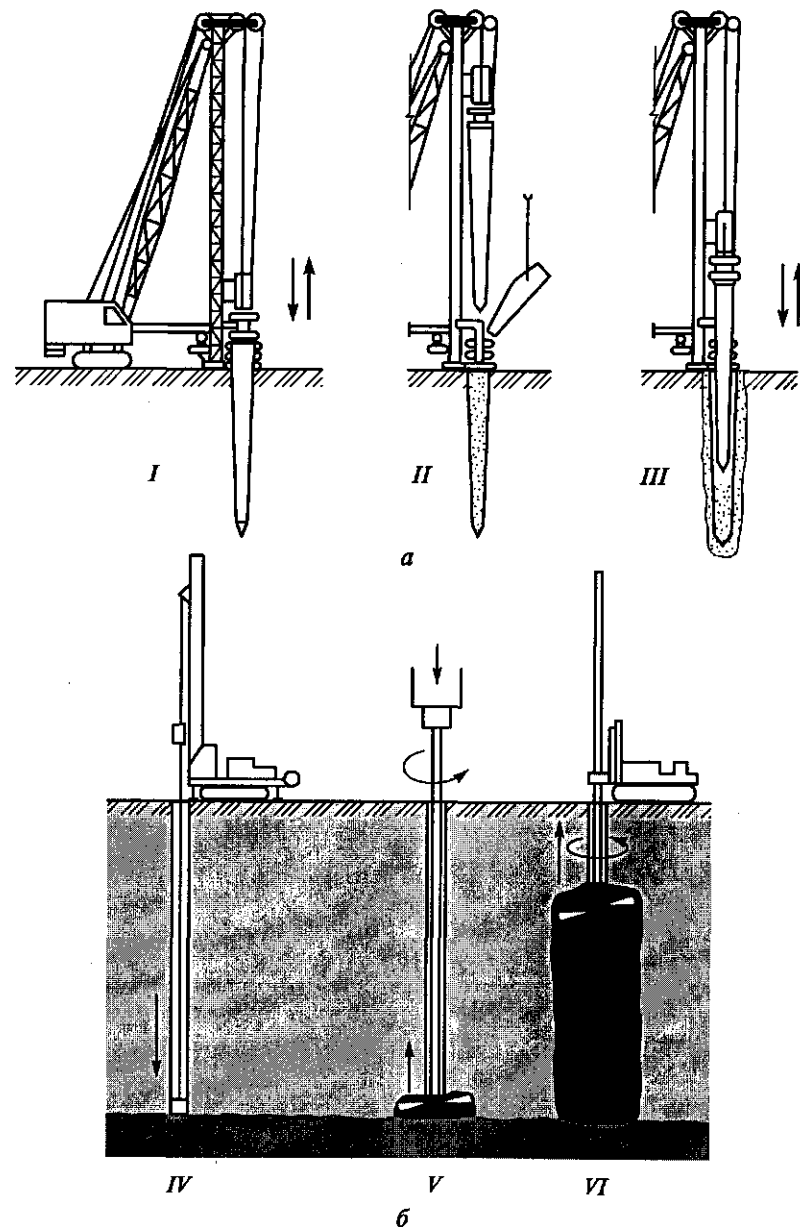


Рис. 8.2. Уплотнение грунта сваями:

а — грунтовыми; б — цементно-грунтовыми; I — выштамповывание скважины металлическим лидером; II — заполнение скважины песчано-гравийной смесью; III — утрамбовывание скважины лидером; IV, V — погружение буровой штанги и раскрытие лопастей; VI — образование цементогрунтовой сваи

тов глубинными взрывами или химическое и термическое закрепление грунтов (силикатизацией и обжигом).

Существует также ускоренный способ уплотнения лессовых просадочных грунтов с предварительным замачиванием и использованием энергии глубинных взрывов. Предварительное замачивание осуществляется через специальные дренажные поглощающие скважины. Затем замоченный грунт с ослабленными внутренними связями, но еще сохраняющий свою структуру, подвергается многократному воздействию взрывных волн, равноценному воздействию землетрясения силой до 12 баллов.

Выполненные многократно в строгой последовательности, такие волны оказывают существенное уплотняющее воздействие на просадочные грунты. За счет этого процесс уплотнения грунтов происходит в несколько раз быстрее, чем при обычном способе предварительного замачивания. При этом уплотнение грунта происходит равномерно по всей глубине уплотнения, а степень уплотнения повышается в несколько раз.

Прорезку просадочных грунтов можно выполнять забивными призматическими или пирамидоидальными сваями, набивными сваями без уширения и с уширенными пятками, устраиваемыми в пробуренных, пробитых или образованных взрывом скважинах. Этот вид фундаментов представляется наиболее приемлемым при строительстве зданий с каменными стенами на просадочных грунтах.

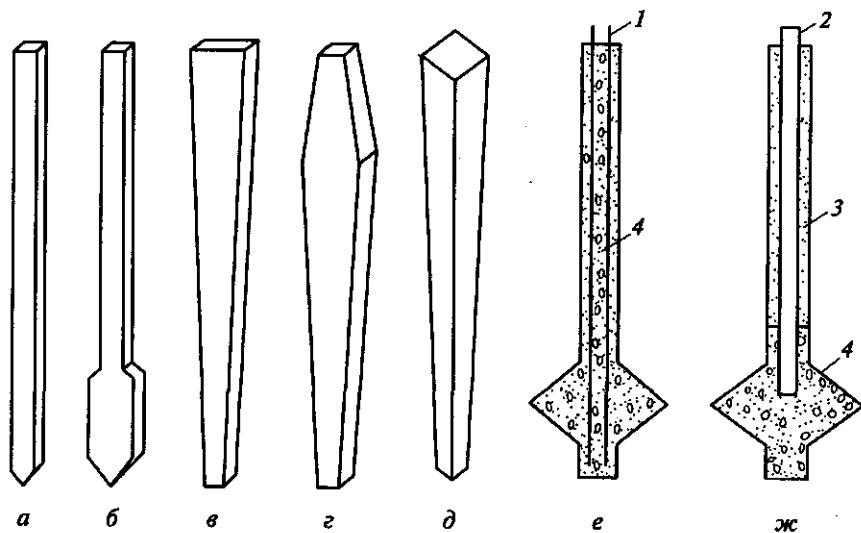


Рис. 8.3. Сваи, рекомендуемые для применения в просадочных грунтах: а — призматическая; б — булавовидная; в — клиновидная; г — ромбовидная; д — пирамидальная; е — набивная; ж — буроопускная; 1 — арматура; 2 — сборная железобетонная свая; 3 — грунтцемент; 4 — бетон

При выборе приемлемой конструкции свайного фундамента учитывают необходимую глубину заложения фундамента, гидро-геологические условия места строительства, характер нагрузок, наличие необходимого оборудования и др. На рис. 8.3 приведены конструкции свай, применяющихся при строительстве зданий на просадочных грунтах. В табл. 8.1 указаны рекомендуемые конструкции свай в зависимости от условий строительства.

Устройство свайных фундаментов осуществляется в следующем порядке:

- расчистка площадки и разбивка положений свай;
- устройство обносок и путей перемещения механизмов;
- доставка и раскладка готовых свай, оборудования и материалов для изготовления набивных свай;
- устройство подмостей, освещения площадки, рабочих мест и др.;

- погружение готовых или изготовление набивных свай;
- устройство ростверков.

На рис. 8.4 приведены технологические схемы устройства фундаментов из забивных и набивных свай.

В условиях строительства на просадочных грунтах значительной толщины наиболее надежными являются буроопускные сваи — сваи заводского изготовления, свободно опускаемые в скважины большего, чем сваи, диаметра. Пространство между свайей и стенкой скважины заполняется бетоном или другим заполнителем.

Скважины под буроопускные сваи пробуривают с менее жесткими допусками, чем это требуется для набивных свай. Если материал заполнения оказывается достаточно прочным и имеет хоро-

Таблица 8.1. Рекомендуемые типы свай для строительства на просадочных грунтах

Виды свай	Область применения
<i>Сваи, погружаемые в готовом виде</i>	
Призматические	В качестве свай-стоек при малых нагрузках на фундамент
Булавовидные	При поверхностных слабых грунтах, подстилаемых прочными грунтами на глубине 8...12 м
С наклонными боковыми гранями	При залегании на поверхности плотных грунтов, подстилаемых слабыми грунтами
<i>Сваи, устраиваемые в грунте</i>	
Набивные	При толщине просадочного грунта до 25 м
Буроопускные	При толщине просадочного грунта более 25 м

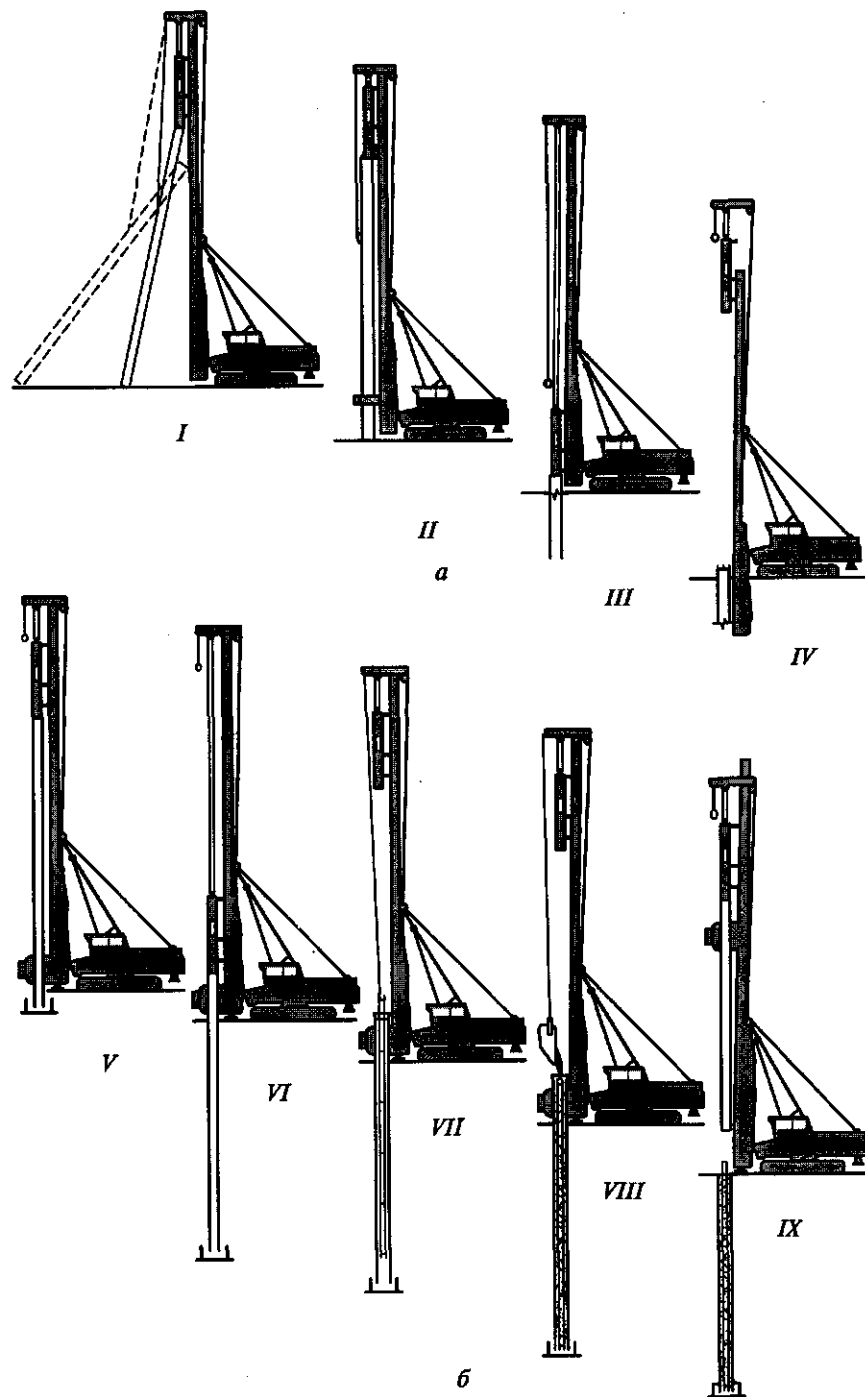


Рис. 8.4. Устройство свай забивным (а) и набивным (б) методами:

I — подтягивание и подъем свай; *II* — закрепление свай и направляющих; *III* — забивка; *IV* — срезка оголовка; *V* — установка стального наконечника; *VI* — погружение обсадной трубы; *VII* — установка арматуры; *VIII* — укладка бетона; *IX* — извлечение обсадной трубы

шее сцепление со сваяй, то нагрузки передаются не только через сваю, но и через заполнитель, что значительно увеличивает площадь передачи нагрузки.

Вся нагрузка на свайное основание передается через ростверки. Ростверк должен противостоять нагрузкам от массы здания, а также силам от бокового давления и неравномерных осадок грунта. Поэтому конструктивно он должен представлять собой монолит, не поддающийся излому и растяжению, т.е. быть единым сооружением с сильными продольными и поперечными, вертикальными и горизонтальными связями.

Лучшими видами ростверков являются монолитные сплошные плиты или рамы. Технологическая схема возведения такого ростверка практически мало чем отличается от традиционных схем бетонирования плитных фундаментов и включает в себя следующие операции:

подготовительные работы;

укладка слоя шлака, щебня или крупнозернистого песка толщиной не менее 0,2 м и шириной 0,4 м в местах устройства ростверка на глубину 0,1...0,15 м ниже планировочных отметок;

установка опалубки и арматуры, соединение арматуры сваркой или вязкой с оголенной арматурой оголовков свай;

Таблица 8.2. Последовательность и продолжительность ведения работ по устройству монолитного ростверка

№ п/п	Виды работ	Срок производства работ, дни						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Срезка полов свай							
2	Устройство песчаной подготовки							
3	Установка опалубки							
4	Армирование							
5	Бетонирование							
6	Снятие опалубки							

бетонирование плиты (балки) ростверка; распалубливание ростверка после набора бетоном требуемой прочности.

График производства работ при устройстве монолитного ростверка приведен в табл. 8.2.

8.2. Возведение каменных зданий в районах повышенной сейсмической активности

Согласно карте сейсмического районирования Российской Федерации около половины территории страны приходится на районы с повышенной сейсмической активностью, а в таких регионах, как Прибайкалье, Тува, Камчатская и Сахалинская области, возможны землетрясения силой до 9 баллов, в то время как подземные толчки силой 6 баллов уже считаются опасными для зданий и сооружений.

При строительстве в сейсмически опасных районах в зданиях предусматриваются специальные антисейсмические мероприятия: простая форма здания в плане с надежной связью продольных стен с поперечными; закладка фундаментов на одной глубине; дополнительное армирование углов и простенков; деление на отсеки с устройством антисейсмических швов, железобетонных поясов и др.

Однако основным условием надежности зданий является качественное выполнение строительно-монтажных работ. Элементы каменных конструкций должны быть равнопрочными, не допускается появление отдельных слабых мест и участков, преждевременный выход из строя которых мог бы привести к разрушению сооружения до исчерпания несущей способности основных конструкций.

Сейсмические силы могут иметь любое направление в пространстве, однако при анализе сейсмического воздействия на здание учитываются горизонтальные составляющие этих сил, принимаемые в зависимости от расположения масс в сооружении. Чем эти массы будут меньше, тем менее опасной будет сила сейсмического воздействия на здание. Чем ниже будет располагаться центр тяжести сооружения, тем оно будет более устойчивым к такого рода нагрузкам.

Установленная картой сейсмического районирования сейсмичность района относится к участкам со средними грунтовыми условиями, т.е. для песчано-глинистых грунтов при низком уровне грунтовых вод. При строительстве на благоприятных в сейсмическом отношении грунтах (скальных или маловлажных крупнообломочных) расчетная сейсмичность места строительства может быть уменьшена на 1 балл. При залегании неблагоприятных грунтов (насыщенных водой песчаных или глинистых, выветренных

или сильно нарушенных пород) расчетная сейсмичность повышается на 1 балл.

В сейсмических районах в качестве фундаментов предпочтение отдается сплошным монолитным плитам, сваям и ленточным фундаментам в вытрамбованных котлованах, как наиболее устойчивым и надежным, способным воспринимать значительные горизонтальные нагрузки без потери несущей способности и при небольших перемещениях. Эти качества выгодно отличают их от других видов фундаментов.

Для придания монолитности по верху сборных фундаментов устраивается распределительная железобетонная обвязка или растворный пояс, армированный плоскими каркасами, изготавливаемыми из арматурных стержней диаметром 6...12 мм в зависимости от расчетной сейсмичности района строительства.

Глубину заложения фундаментов рекомендуется принимать постоянной, а подвалы устраивать под всем отсеком здания. При устройстве подвала под частью отсека переход от более углубленной части к менее углубленной делается уступами, длиной не менее 1 м и высотой не более 0,5 м.

По возможности предпочтение следует отдавать фундаментам монолитной конструкции. При укладке сборных фундаментов особое внимание обращается на прочность связи между отдельными элементами, создание монолита с надежными продольными и поперечными связями, воспринимающего сейсмические нагрузки как единое целое. Для уменьшения инерционных сил в местах контактов фундаментов со стенами иногда предусматриваются мероприятия, облегчающие возможность развития в этих местах пластических деформаций, повышающих сопротивляемость зданий воздействию сейсмических сил.

Основным условием надежности каменных стен зданий, строящихся в сейсмически активных зонах, является монолитность кладки, которая определяется свойствами материалов (раствора и кирпича) и качеством заполнения раствором швов кладки.

В зависимости от прочности нормального сцепления раствора с камнем (R_p) каменная кладка подразделяется на четыре категории (табл. 8.3).

Для каменных кладок, выполняемых в сейсмических районах, рекомендуется применять высокопластичные и литые сложные растворы: цементно-известковые, цементно-глиняные или цементные с пластификаторами, повышающими водоудерживающую способность и снижающими расслаиваемость кладочных растворов.

Такие требования объясняются необходимостью получения равнопрочных швов, что при применении растворов с низкой водоудерживающей способностью (например, цементных) достичь не удастся. При расстилании цементного раствора вода вместе с некоторым количеством цемента за счет «отсоса» уходит из него в

Таблица 8.3. Основные требования к каменной кладке в сейсмических районах

Требуемые параметры кладки	Расчетная сейсмичность района строительства, баллы			
	До 10	До 9	До 8	До 7
Категория кладки	1	2	3	4
Марка раствора	50	25	10	10
Предельная высота самонесущих стен, м	9	12	16	18
Нормальное сцепление раствора с камнем, МПа	Более 0,180	0,179...0,120	0,119...0,060	0,059...0,030
Степень заполнения швов кладки раствором, %	90	80	70	60

поры нижних кирпичей. Качество сцепления растворного шва с нижними кирпичами получается очень высоким, но для обеспечения сцепления с верхними кирпичами свободной влаги в растворе практически не остается.

В результате не выполняется одно из основных условий сейсмостойкого строительства — соблюдение равнопрочности элементов каменных конструкций.

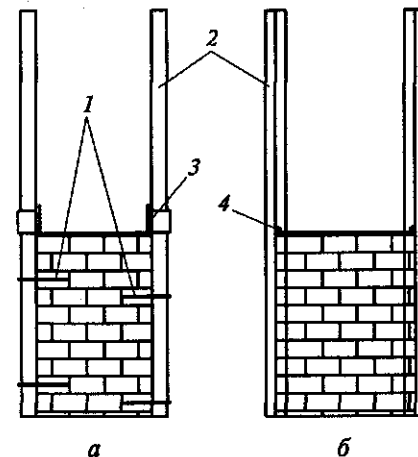
Чем выше пластичность кладочного раствора, тем выше бывает степень заполнения им швов кладки и прочность сцепления с кирпичом. Наилучших результатов можно добиться за счет применения литых растворов ($OK > 12$ см), но такой раствор вытекает из швов на фасадную поверхность стены, которая по этой причине не нуждается в оштукатуривании. Для предотвращения вытекания литого раствора из швов кладки может использоваться специальная алюминиевая опалубка конструкции И.С.Ковалева или натяжение вместо причалки эластичного шнура диаметром 10 мм из резины или неопрена (рис. 8.5). В первом случае стойки, по которым передвигается опалубка из алюминиевого уголка, крепятся к анкерам, закладываемым в стену. После перестановки стоек анкера вынимают, а образующиеся отверстия заделывают раствором.

Технология кладки с применением вместо причалки эластичного шнура мало чем отличается от обычной. После заливки уложенного кирпичного ряда и перестановки шнура по порядовкам на следующий ряд горизонтальный шов не требует расшивки. Разравнивание растворной постели можно осуществлять рейкой-малкой.

В период проведения реставрационных работ в Москве было обращено внимание на высокую степень монолитности каменных

Рис. 8.5. Предохранение раствора от вытекания с помощью:

а — опалубки И.С.Ковалева; *б* — резиновых шнуров; 1 — анкера; 2 — стойки-порядовки; 3 — опалубка; 4 — резиновый шнур



стен дореволюционных построек. Кладка была выполнена по так называемой двухрастворной технологии: верстовые ряды выкладывались на пластичном растворе, а забутка заливалась литым раствором — «прыском».

При проведении каменных работ в сейсмических районах такая технология может быть успешно применена в настоящее время, когда на стройках появились компактные растворонасосы, электрифицированные лопастные миксеры и др.

Технологическая схема двухрастворной кладки включает в себя следующие операции:

- кладка углов и маячных кирпичей, установка причалки;
- подача на стену и расстиление под верстовые ряды пластичного раствора подвижностью 8...12 см;
- укладка верстовых рядов с намазкой раствора на наружные усенки кирпичей, разравнивание оставшегося раствора по ранее уложенной забутке для предотвращения в дальнейшем затекания литого раствора в отверстия эффективного кирпича;
- заливка литого раствора между двумя рядами кладки;
- укладка забутки с втапливанием кирпичей.

Литой раствор можно готовить из пластичного раствора на рабочем месте, добавляя воду и перемешивая смесь лопастными миксерами, или подавать прямо в забутку с помощью компактных растворонасосов, располагаемых на перекрытии в непосредственной близости от места работы.

Кирпич для сейсмостойкой кладки должен быть нормального обжига марки не ниже 75. Для уменьшения «отсоса» его перед укладкой следует смачивать. Чтобы масса каменной конструкции была небольшой, для кладки желательно использовать поризованный кирпич, обладающий не только низкой теплопроводностью, но и значительно меньшей, по сравнению с полнотелым,

объемной массой при практически неизменных прочностных характеристиках.

Другой важной характеристикой кирпича является его истираемость, так как при транспортировании и перегрузках грани кирпича, predisположенного к истиранию, могут покрываться кирпичной пылью, которая в дальнейшем будет препятствовать качественному сцеплению кирпича с раствором.

Сейсмостойкость зданий с несущими каменными стенами рекомендуется повышать путем армирования стен или включения в тело кладки железобетонных элементов (комплексные конструкции). Совместная работа железобетонных элементов или арматуры с кладкой должна быть обеспечена тщательным выполнением кладки.

Комплексные конструкции встраиваются в тело кладки следующим образом:

- в кладке в процессе ее выполнения оставляются штрабы;
- устанавливаются и фиксируются арматурные каркасы;
- на высоту яруса (1,1...1,2 м) выставляется опалубка, укладывается бетонная смесь и уплотняется вибраторами с гибким валом;
- повторяются операции по установке яруса опалубки и укладке бетонной смеси на следующих ярусах;
- комплексные конструкции связываются с поперечными монолитными балками, поясами и плитами перекрытий с помощью сварки или вязки арматуры.

Для кладки может применяться одно-, двух- и трехрядная система перевязки. В сопряжениях стен через 0,5...0,7 м по высоте кладки укладываются арматурные сетки длиной 1,5...2 м.

Перекрытия сейсмостойких зданий должны представлять собой единый жесткий диск, поэтому их связывают между собой, со стенами и железобетонным поясом сваркой. При этом предпочтение следует отдавать панелям перекрытия, опирающимся на стены по всему контуру.

Перекрытие должно опираться на наружную стену не менее чем на 25 см, а на внутреннюю — 12 см.

Анטיсейсмические пояса укладывают по всем продольным и поперечным стенам с применением непрерывного армирования (рис. 8.6). Они должны иметь высоту не менее 150 мм и перекрывать в кирпичной кладке четыре горизонтальных шва. Если антисейсмические пояса для данного типа зданий не предусмотрены, то между панелями и стенами устанавливаются связи (шпонки, петли, анкеры и т.п.), воспринимающие усилия растяжения и сдвига.

При выполнении каменных конструкций в сейсмических районах промежуточной приемке с оформлением актов на освидетельствование скрытых работ подлежат следующие выполненные работы и конструктивные элементы: осадочные и деформационные швы;

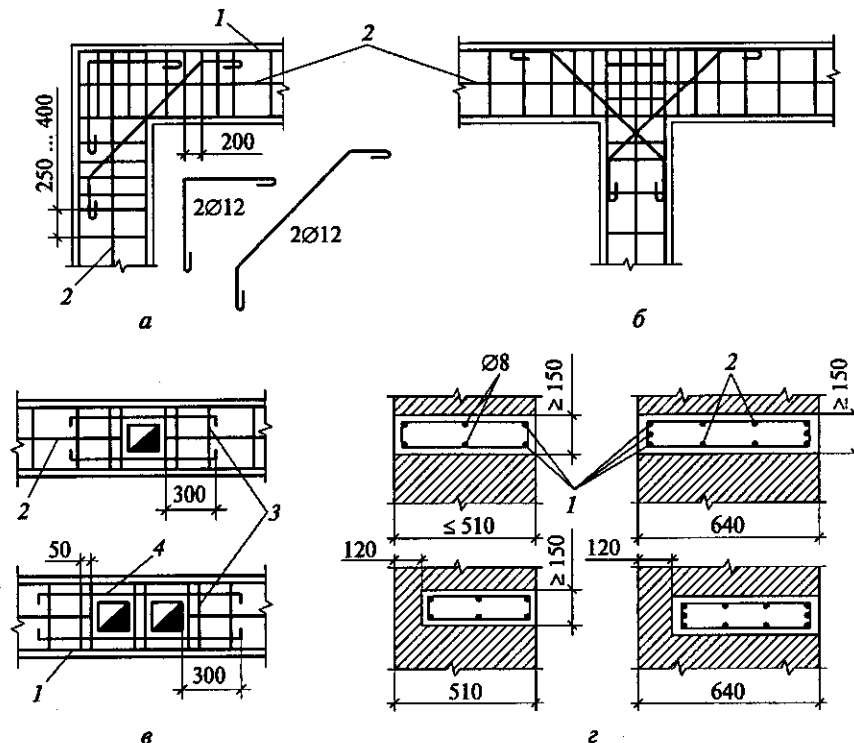


Рис. 8.6. Детали антисейсмических поясов:

a — угол здания; *б* — примыкание наружных и внутренних стен; *в* — на участках с каналами; *г* — варианты расположения поясов; 1 — арматура основная; 2 — арматура монтажная; 3 — хомуты; 4 — дополнительная арматура

гидроизоляция кладки; уложенная в каменные конструкции арматура, стальные закладные детали и их антикоррозионная защита; места опирания ферм, прогонов, балок, плит на стены, столбы и пилястры и соответствие проекту заделки их в кладке.

8.3. Возведение каменных зданий в условиях низкой и высокой температур

Кладка при низкой температуре. Отрицательная температура негативно отражается на процессе ведения каменных работ. Каменщик в стесняющей теплой одежде, руками в рукавицах, под воздействием холода, как показывает опыт, ведет кладку менее тщательно.

Изменяются свойства материалов, главным образом раствора, который при замерзании в отличие от других материалов увели-

чивается 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 и способствует ее повышенной неравномерной деформативности.

При укладке теплого раствора на охлажденный кирпич за счет градиента температур вода из раствора сразу уходит в нижние кирпичи.

Раствор обезвоживается, теряет подвижность и не обжимается верхним кирпичом. При дальнейшем охлаждении оставшаяся вода переходит в лед, увеличивается в объеме, разрыхляя растворный 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 осадку. В результате зимняя кладка отличается от летней большей деформативностью и меньшей прочностью.

С учетом этого разработан ряд методов выполнения каменных работ в зимнее время, основным из которых является метод замораживания.

Метод замораживания заключается в том, что кладка ведется так же, как летом, но на холодном камне и подогретом растворе.

Выполнение каменно-кладочных работ этим методом имеет следующие особенности:

при отрицательных температурах можно возводить не более 4 этажей (15 м);

запрещено выполнять бутовую кладку из рваного бута;

раствор при укладке в среднем должен быть подогрет (точные значения приводятся в т. 33 СНиП 3.03.01—87);

кирпич и камень должны укладываться по однорядной системе перевязки с полным заполнением швов;

раствор при кладке расстилается: не более чем на 2 кирпича при выполнении версты; не более чем на 6...8 кирпичей при кладке забутки;

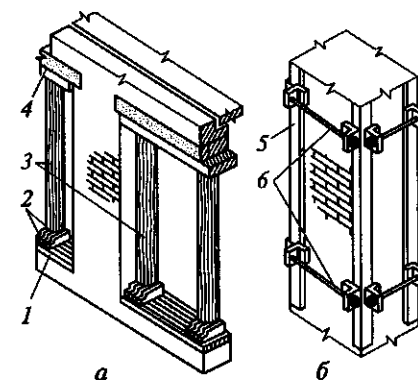
в период оттаивания необходимо осуществлять контроль за деформацией кладки и при необходимости проводить мероприятия по ее разгрузке и временному усилению.

Некоторые способы усиления каменных конструкций приведены на рис. 8.7.

Практика строительства показала, что если раствор в кладке до замерзания наберет 20 % своей проектной прочности (критическая прочность), то это будет являться достаточной гарантией дальнейшей безопасной эксплуатации каменной конструкции. На этом явлении основан ряд методов каменных работ с применением любой системы перевязки кладки.

Рис. 8.7. Усиление каменной кладки в период оттаивания:

a — разгрузочными стойками; *б* — инвентарными металлическими хомутами; 1 — доска; 2 — клинья; 3 — стойки; 4 — подкладки; 5 — уголок; 6 — болтовая стяжка



Кладка на растворах с противоморозными добавками может применяться при температуре наружного воздуха до -35°C . Это основано на свойстве водных растворов некоторых солей не замерзать при отрицательной температуре, что обеспечивает твердение строительных растворов в определенных условиях при отрицательных температурах.

В строительстве нашли применение следующие добавки: при температуре до -15°C — нитрит натрия (NaNO_2); при более низкой температуре — смесь нитритов, нитратов и хлоридов, а также поташ (K_2CO_3). Однако указанные соли, за исключением нитрита натрия, обладают рядом свойств (быстрое схватывание, 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 отогревалась солнечными лучами, так как в противном случае она может потерять равновесие в результате одностороннего отогрева.

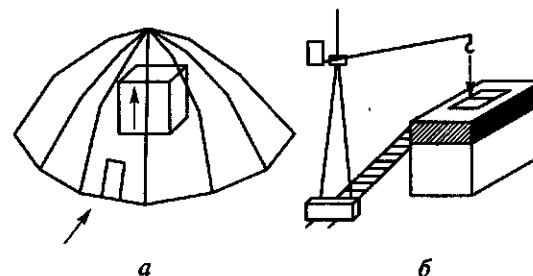


Рис. 8.8. Кладка в пленочных тепляках:

a — на все здание (Канада); *б* — на этаж (ФРГ)

Рекомендовавшиеся ранее паропрогрев и электропрогрев кладки, а также применение быстротвердеющих растворов широкого распространения на практике не нашли.

Получившая в некоторых странах (Канада, ФРГ) распространение кладка в тепляках под пленочным покрытием (рис. 8.8) представляется довольно перспективным направлением, так как в этом случае создаются условия работ, аналогичные летним. Стрелками на рис. 8.8 показано направление подачи материалов подъемником и краном. В нашей стране этот метод пока распространения не получил.

Кладки при высокой температуре. При возведении каменных зданий в условиях жаркого климата предусматривают:

раннее начало работы, перерыв с 12.00 до 17.00 (до спада температуры), после чего — продолжение работы (на время перерывов в работе кладка укрывается подсобными солнцезащитными покрытиями);

применение сложных растворов литой консистенции состава 1:1:6...1:1:8 (цемент: известь или глина: песок);

погружение кирпичей в воду перед укладкой и удержание их там до полного водонасыщения;

смачивание ранее выложенного ряда перед укладкой раствора;

затенение мест хранения материалов и рабочих мест;

окрашивание белой краской емкостей для воды, бункеров с вяжущими материалами и заполнителем.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ С ДЕРЕВЯННЫМИ СТЕНАМИ

9.1. Общие положения

Исходя из теплотехнических характеристик основных стеновых материалов (табл. 9.1), а также учитывая отечественные традиции и практику современного строительства малоэтажных зданий и коттеджей в Канаде, США, скандинавских странах, в настоящее время более пристальное внимание уделяется древесине — материалу, который кроме достаточно высокой прочности и низкой теплопроводности имеет другие положительные свойства.

Древесина экологична, имеет приятный запах, не радиоактивна, не заряжается статическим электричеством, «дышит», т. е. регулирует влажность и микроклимат в помещении. Она имеет небольшую объемную массу, легка в обработке, морозоустойчива, упруга, что позволяет использовать ее при динамических нагрузках.

Недостатки древесины (легкая возгораемость, гигроскопичность, предрасположенность к загниванию, усушке и набуханию) легко устраняются с помощью хорошо известных технологических операций: сушки, пропитки, обмазки и др.

Известно, что качество изделия зависит от породы и строения древесины. Так, кондовые хвойные породы (сосна, ель, лиственница, пихта, кедр) стараются применять для изготовления строительных конструкций зданий и сооружений, т. е. в плотницких работах, когда от древесины требуется прочность, стойкость против загнивания и др.

Лиственные породы (береза, липа, осина, дуб, бук, ясень) в основном используют при изготовлении столярных изделий. В виде исключения некоторые виды лиственных пород иногда применяют для изготовления стропил, обрешетки, опалубки, лесов, заборов и т. п.

Таблица 9.1. Основные характеристики стеновых материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м·К
Дерево	80...1000	0,13
Кирпич	1800	0,7
Бетон	2200	2,7

В настоящее время из мягких лиственных пород получают так называемую модифицированную древесину, в которой волокна играют роль арматуры, а пористая структура заполнена молекулами экологически безопасного полимера, что придает ей твердость, водостойкость, химическую и биологическую устойчивость. Такая древесина может с успехом использоваться при возведении несущих конструкций.

Свойства изделий из древесины во многом зависят от времени рубки дерева. Известно, что древесину следует заготавливать поздней осенью или зимой, когда клеточный сок практически не образуется и она свободна от насекомых и других вредителей. После переработки такая древесина обладает свойствами, которые имеют чрезвычайно большое значение для строительства: гнило- и плесенестойкостью; меньшими набухаемостью, усушкой, растрескиванием и короблением.

Для предохранения от порчи желательно применять древесину, пропитанную антисептиком, с относительной влажностью 8...12 %. Из распространенных видов сушки древесины (рис. 9.1) предпочтение рекомендуется отдавать конденсационной сушке как наиболее эффективной и экономичной, так как после отделения конденсата нагретый воздух вновь циркулирует сквозь штабель, а не выпускается наружу, как при других видах сушки. При такой сушке значительно уменьшаются непроизводительные потери тепла.

Несмотря на то что древесина является самовосстанавливающимся материалом, желательно использовать материалосберегающие технологии: снижать потери древесины при транспорти-

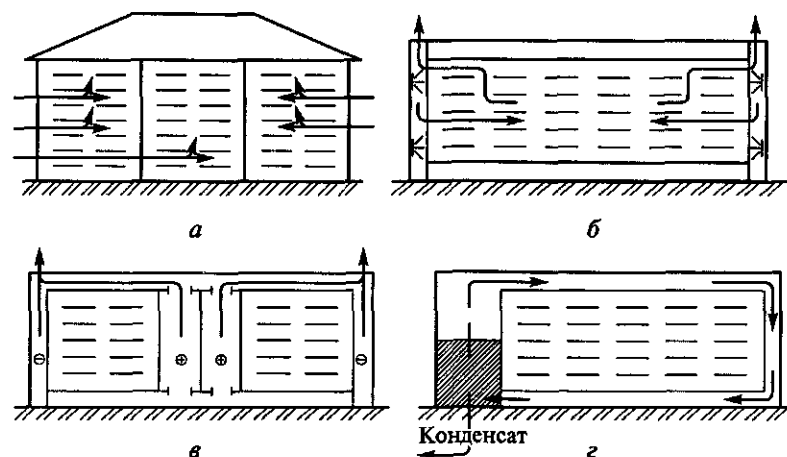


Рис. 9.1. Способы сушки древесины:

а — естественная; б — в низкотемпературной камере; в — под токами высокой частоты; г — в конденсационной камере

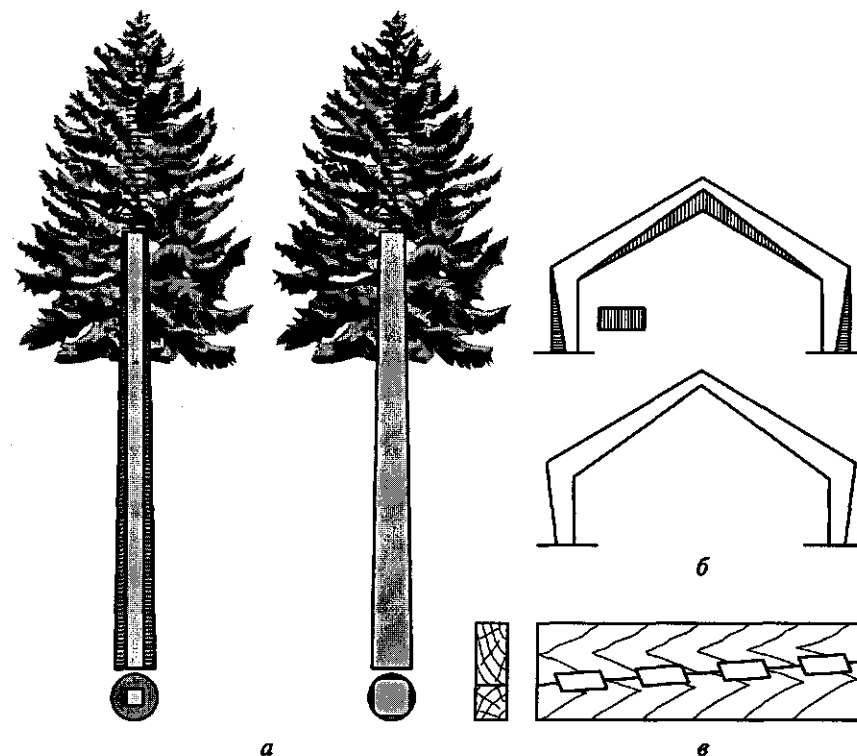


Рис. 9.2. Коническая распиловка бревен:

а — выигрыш в использовании древесины; б — применение в конструкциях; в — изготовление балок традиционной формы

ровании и хранении, полное использование отходов переработки, осуществлять распиловку в соответствии с международными стандартами на соответствующем оборудовании, в более широких масштабах применять склеивание и сплачивание материала по современным технологиям и др.

Для изготовления пиломатериалов используется ствол дерева, из остальных частей (корней и кроны) получают деготь, скипидар и другие вещества. Большая конусность ствола (сбежистость) обуславливает при выработке пиломатериалов получение до 50 % отходов. При транспортировании и гниении может быть потеряно еще до 20 %, так что коэффициент использования ствола, как правило, составляет 20...50 %. Поэтому для экономии древесины некоторые западноевропейские строительные фирмы используют коническую распиловку стволов с последующим соединением пиломатериалов с помощью гвоздевых пластин (рис. 9.2).

9.2. Конструктивные решения зданий и сооружений из древесины

При применении современных материалов из древесины учитывают специально разработанные конструктивные решения зданий.

По конструкции стен деревянные здания подразделяются на бревенчатые (рубленые), брусовые, каркасно-обшивные, щитовые и панельные.

Бревенчатые стены собираются из горизонтальных рядов — венцов с прокладкой в швах мха, пакли, пенополистирольных лент или других изоляционных материалов. Для устойчивости через 1,5... 2 м венцы скрепляют между собой деревянными шипами (шкантами) или металлическими нагелями.

Вследствие усушки древесины стены после одного года эксплуатации дают осадку, достигающую 1/20 их высоты. Поэтому над шипами в гнездах, под балками, над оконными и дверными коробками оставляют зазоры на осадку, а конопатку швов выполняют через один год после возведения стен.

Толщина наружных стен обычно принимается в пределах 22... 26 см. Для внутренних стен можно использовать более тонкие бревна, а для сохранения одинаковой высоты венцов — уменьшать ширину припазовки. Первый ряд венцов (оклад) устанавливают из самых толстых бревен с врубкой на 1/2 или 1/4 дерева, остальные вышележащие венцы сопрягают в углах в чашку (в обло) или в лапу.

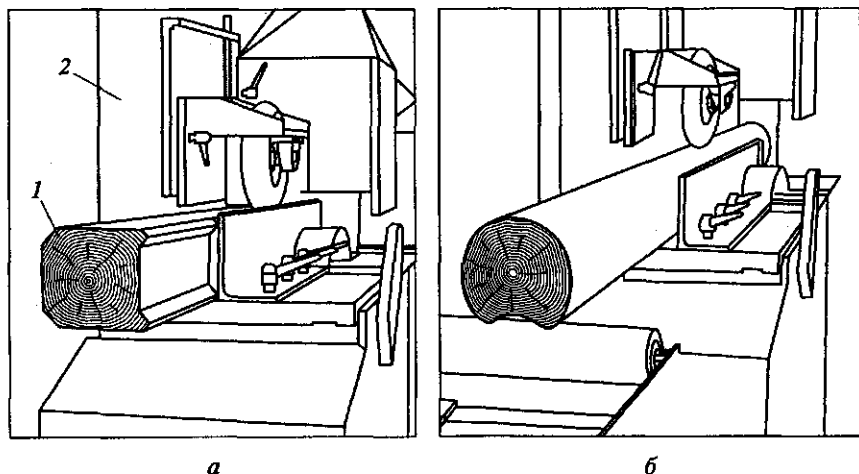


Рис. 9.3. Заготовка на станке:

а — профилированных брусев; б — оцилиндрованных бревен; 1 — изделие; 2 — станок

При устройстве стен из специально остроганных под одинаковые размеры так называемых оцилиндрованных бревен (рис. 9.3) венцы скрепляют деревянными шипами, углы стягивают специальными болтами, а в верхней или нижней части бревна иногда прорезают паз для образования организованной трещины.

Брусовые стены собирают из заготовленных на заводе брусев со всеми деталями их сопряжения. Размер брусев составляет 10×10... 25×25 см. Сплачивание брусев осуществляется аналогично бревнам — с помощью шипов и нагелей. Из угловых врубок наиболее распространена врубка «впритык».

Стены из брусев, изготовленных по скандинавской технологии, из-за их эстетичности часто устраивают без обшивки, с острожкой и покрытием специальными лаками, обладающими антисептическими свойствами.

Каркасно-обшивные стены состоят из деревянного каркаса, тепло- и гидроизоляции, двухсторонней обшивки. Каркас включает в себя верхнюю и нижнюю обвязку, стойки, раскосы и ригели.

Обшивка каркасов с наружной стороны может выполняться с вертикальным горизонтальным или наклонным расположением обшивочных досок, но в отношении защиты от атмосферных воздействий горизонтальная обшивка считается более предпочтительной.

С внутренней стороны вместо досок могут быть использованы древесно-стружечные плиты, фанера, гипсокартонные листы или другие обшивочные материалы. Пространство между внутренней и наружной обшивками заполняется плитным или засыпным утеплителем. Для предупреждения проникания к утеплителю водяных паров применяют пленочные или рулонные слои гидроизоляции.

В последнее время стали практиковать обшивку каркаса с наружной стороны стальными, алюминиевыми или виниловыми рейками (сайдинг), а также использовать цементно-стружечные плиты или клееные плиты «Термобрик» с эффективным утеплителем. Наружная поверхность таких плит состоит из тонких керамических пластинок, имитирующих кирпичную кладку (рис. 9.4, а).

Щитовые стены собирают из щитов, конструкция которых показана на рис. 9.4, б и в). Обшивка щитов досками увеличивает массу щитов, что не позволяет использовать их в широких масштабах.

Панельные стены и перегородки (см. рис. 9.4) собирают из сэндвич-панелей, которые представляют собой усиленные деревянные каркасные рамы, обшитые с наружной стороны водостойкой фанерой или цементно-стружечными плитами, а с внутренней — гипсоволокнистыми плитами. Для утепления панелей применяются современные теплоизоляционные материалы URSA, PAROC и пенополистирол. В качестве пароизоляции используется полиэтилен, парозол или пленка TYVEK.

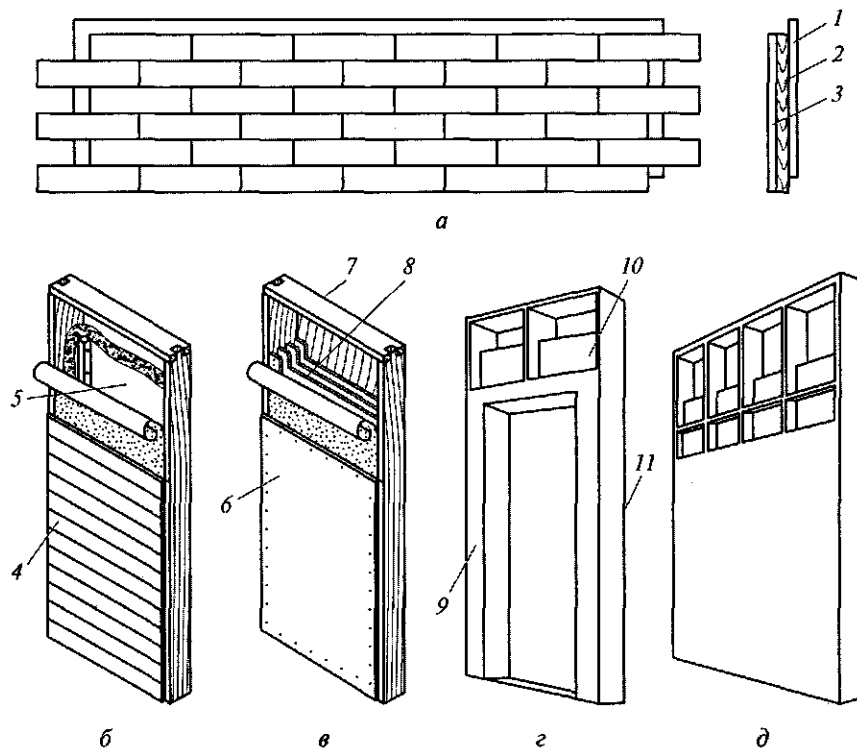


Рис. 9.4. Способы дополнительной теплоизоляции наружных стен:
 а — обшивка фасадными термоизоляционными панелями «Термобрик»; б, в — утепление щитов минеральным войлоком и древесно-стружечными плитами; г, д — утепление панелей пенополистирольными плитами; 1 — фанера; 2 — пенополиуретан; 3 — керамические плитки; 4 — дощатая обшивка; 5 — минеральный войлок; 6, 7 — фанерная обшивка; 8, 9, 10, 11 — соответственно древесно-стружечные, гипсоволокнистые, пенополистирольные, цементно-стружечные плиты

Влагостойкость цементно-стружечных плит позволяет наружную отделку стен ограничивать покрытием фасадной краской. При необходимости дополнительно с наружной стороны стены могут облицовываться доской, сайдингом, плиткой и т.п.

В США и Канаде 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 за несколько дней.

В отличие от традиционных деревянных панельных зданий (panelized homes) здания, состоящие из модулей, могут при необходимости перевозиться на новый земельный участок и за короткий срок устанавливаться на этом месте.

В последнее время такие «быстрые» коттеджи стали предлагаться на российском рынке недвижимости и есть основания полагать, что в скором времени эти нетрадиционные дома будут использоваться в качестве магазинов, общественных зданий, офисов промышленных предприятий и др.

9.3. Особенности возведения фундаментов

Фундаменты являются одной из важнейших конструкций деревянных построек. Они воспринимают, перераспределяют и передают на грунт все нагрузки от здания, находящегося в нем оборудования и людей. Если другие конструкции можно затем исправить, утеплить, облицевать, то ошибки в сооружении фундаментов могут вызвать переделку всего здания и даже привести к его разрушению. Согласно статистическим данным более 90 % всех аварий деревянных зданий и сооружений происходят из-за неисправностей фундаментов.

Фундаменты должны быть прочными, водо- и морозостойкими, успешно противостоять силам, работающим на излом и растяжение. Конструктивно фундамент должен представлять собой единое сооружение с сильными продольными и поперечными, вертикальными и горизонтальными связями, способными выдерживать как нагрузку от здания, так и давление грунта снизу и сбоку.

Материал, применяемый для изготовления фундаментов, должен быть прочным и долговечным. Применяемые ранее фундаменты в виде деревянных стульев из-за их недолговечности в настоящее время имеют ограниченное распространение.

По конструкции фундаменты под деревянные здания могут быть ленточными, столбчатыми, плитными, свайными. Они могут выполняться из бутовой или кирпичной кладки, бутобетона, монолитного и сборного железобетона (рис. 9.5).

Ленточные фундаменты предпочитают возводить при строительстве зданий с подвалами, столбчатые — под 1...2-этажные дома без подвалов, когда по местным условиям требуется глубокое заложение подошвы фундамента, и ленточный фундамент оказывается неэкономичным. Свайные фундаменты устраивают в тех случаях, когда пригодные в качестве оснований грунты залегают на большой глубине.

Поскольку для индивидуального малоэтажного строительства отводятся, как правило, земли несельскохозяйственного назначения, на заболоченных и пучинистых грунтах, большое распространение среди индивидуальных застройщиков, применяющих деревянные конструкции, получили плитные фундаменты, заглубляемые на небольшую глубину.

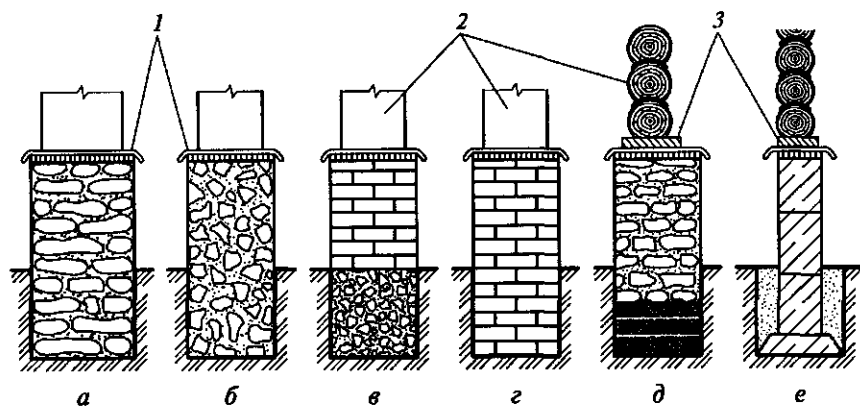


Рис. 9.5. Фундаменты под деревянные стены:

а — бутовый; б — бутобетонный; в — кирпичный по бутобетону; г — кирпичный; д — бутовый по песчаной подушке; е — железобетонный; 1 — гидроизоляция; 2 — стены; 3 — подкладки

В соответствии с нормативными требованиями фундамент под многоэтажное здание с каменными или бетонными стенами должен заглубляться ниже уровня сезонного промерзания грунта. Если для южных районов глубина промерзания грунта может быть менее 1 м, для средней части (Новгород, Москва, Казань) — 1,2...1,7 м, то для северных районов — превышать 2...2,5 м. Поэтому при строительстве малоэтажных зданий с деревянными стенами фундаменты закладывают неглубоко. Такие фундаменты способны успешно сопротивляться силам, работающим на излом и растяжение.

Практика индивидуального строительства показала, что деревянные дома, построенные с фундаментами неглубокого заложения, т.е. до глубины промерзания, в подавляющем большинстве функционируют исправно. Строители при этом должны соблюдать главные условия: изготавливать фундаменты из монолитных материалов, а не из сборных блоков; устраивать тщательно утрамбованную подсыпку из нескольких слоев песка и гравия.

Установлено, что деревянные дома, относящиеся к типу малонагруженных в связи с применением легких материалов, рациональнее и дешевле строить на плитных фундаментах из железобетона, заглубленных на 15...25 см. Такой фундамент (рис. 9.6) хорошо сопротивляется неравномерным силам пучения грунта.

Подсыпка из песка и гравия толщиной до 50...60 см позволяет почти полностью локализовать неравномерность воздействия сил пучения и неравномерной осадки грунта, работающих на излом и растяжение фундамента.

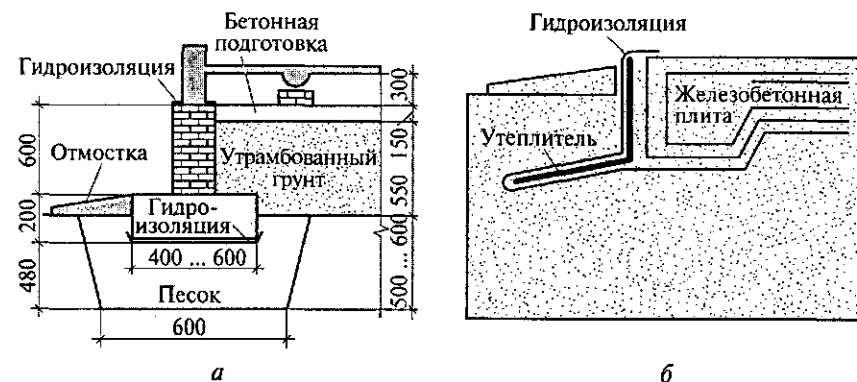


Рис. 9.6. Устройство фундаментов мелкого заложения:

а — бетонных с песчано-гравийной подсыпкой; б — с утеплением торцов железобетонной плиты

Различают три разновидности таких фундаментов: мелкозаглубленный, малозаглубленный и незаглубленный.

Подобу мелкозаглубленного фундамента устраивают на глубине 0,5...0,7 м, для чего по периметру устанавливают опалубку из одной или двух досок и снизу фундамента укладывают арматурную сетку. Бетонная смесь при укладке уплотняется поверхностными вибраторами или трамбованием.

Для малозаглубленного фундамента применяют двухстороннее армирование сеткой: сверху и снизу. Затем устанавливается опалубка, в которой формируется замкнутая железобетонная рама с шириной плит 40...50 см и высотой 20 см. Получается прочная на излом замкнутая железобетонная конструкция на тщательно утрамбованной песчано-гравийной подушке толщиной 30...40 см. Верхний обрез рамы располагается на уровне планировочной отметки.

Незаглубленный плитный, или «плавающий», фундамент представляет собой сплошную железобетонную плиту толщиной 15...20 см, армированную объемным сварным каркасом из сеток с ячейками 100×100 или 150×150 мм, уложенным прямо на грунт, с которого предварительно снят растительный слой, устроена песчано-гравийная подушка, гидроизоляция и расстелена полиэтиленовая пленка для исключения утечки цементного молочка.

Если установить дополнительную опалубку и по периметру плиты сделать ребра, то можно получить фундамент с цоколем, что исключит необходимость устройства кирпичного цоколя. Для утепления фундаментов мелкого заложения по периметру здания на глубине около 30 см могут устанавливаться плиты из водостойкого пенопласта с обязательным укрытием сверху гидроизоляционной пленкой или рулонным хлорвиниловым пластиком (см. рис. 9.6, б).

Практика возведения фундаментов неглубокого заложения в малоэтажном деревянном строительстве показала, что стоимость нулевого цикла в этом случае снижается в 1,5—3 раза, объем земляных работ — на 70...90 %, трудоемкость — в 2—3 раза по сравнению с традиционно применяемыми конструкциями. Эксплуатационные характеристики таких фундаментов, как правило, оказываются лучше, чем у фундаментов из сборных элементов.

Поэтому, кроме России, в малоэтажном строительстве тяжелые и глубокозаглубляемые сборные железобетонные блоки, как правило, не применяют.

9.4. Строительство зданий с бревенчатыми и брусовыми стенами

Бревенчатые стены. Для рубки стен применяют сосновые, еловые или лиственничные бревна — прямые, не закомелистые, здоровые, сухие и не очень сучковатые. Сплачивание венцов выполняют на шипах, в полукруглый паз, выбираемый в соответствии с прочерчиванием на необходимую глубину.

Технологическая схема возведения стен (сруба) включает в себя следующие операции.

1. Проверка правильности разбивки фундаментов. Основной показатель правильности выполнения разбивочных работ — равенство диагоналей и отклонения вертикальных отметок в пределах допусков (5 мм).

2. Укладка нижнего (окладного) венца с прочным соединением в углах. Угловые сопряжения чаще всего выполняется в четверть дерева с закреплением скобами, по длине бревна окладного венца сращиваются прямым или косым зубом.

При каменных фундаментах нижние части окладных венцов притесываются и укладываются не прямо на фундамент, а на просмоленные доски, сами окладные венцы должны быть тщательно антисептированы.

3. Рубка стен. Бревна в венцах по длине сращиваются в прямой притык или впритык с прямым шипом. При этом сопряжения соседних венцов располагаются вразбежку. При укладке венцов бревна располагают комлями то в одну, то в другую сторону.

Рубку углов выполняют чаще всего в простую лапу «без остатка», для чего концы бревен отесывают на четыре канта так, чтобы они имели форму куба со сторонами, разбитыми на шесть частей, делают торцевые пропилы и стесывают бревна по намеченным линиям. Детали сопряжения бревенчатых стен приведены на рис. 9.7.

Половые и потолочные балки врубаются в два венца стены в сковородень (в «ласточкин хвост») или в полусковородень. В ме-

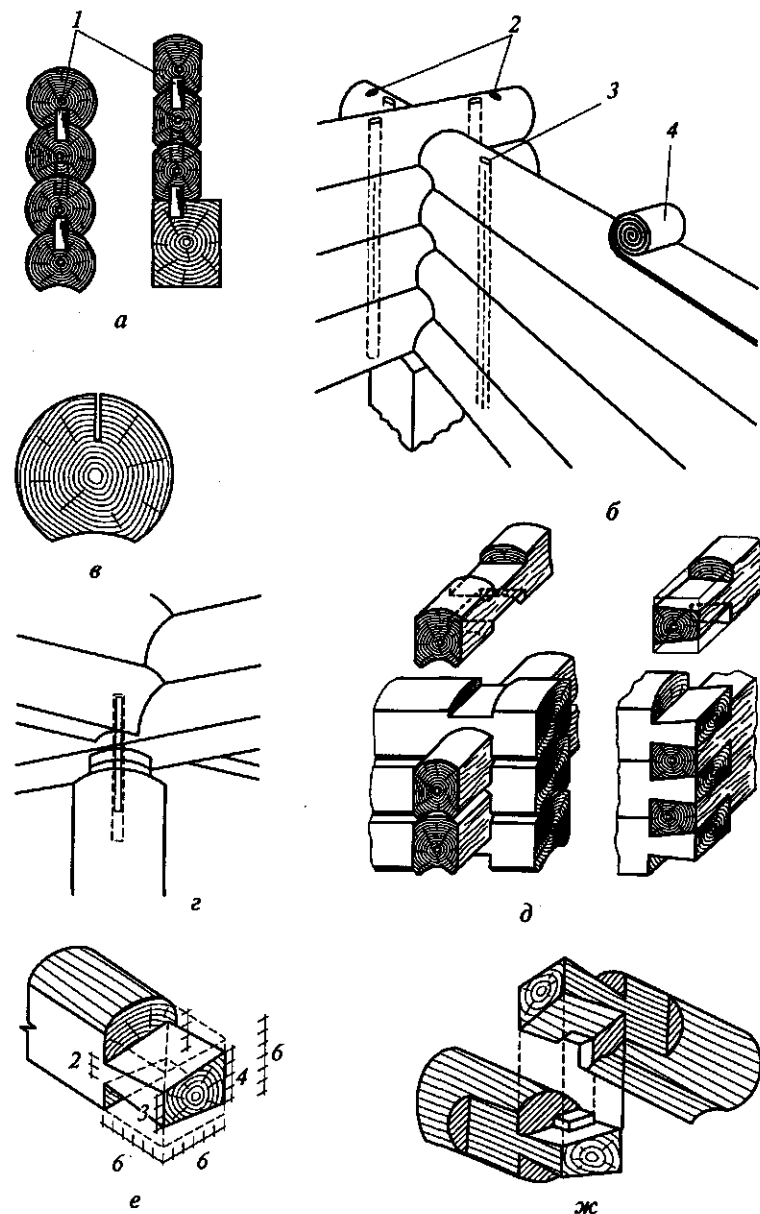


Рис. 9.7. Соединение бревен в стенах:

a — сплачивание деревянными шкантами; *b* — сплачивание металлическими нагелями; *v* — прорезка паза для организованной трещины; *z* — припуск на осадку; *d* — сопряжение бревен в углах «в чашку» и «в лапу»; *e*, *ж* — конструкция простой лапы и лапы с шипом; 1 — шканты; 2 — болты; 3 — нагель; 4 — теплоизоляционная лента

стах оконных и дверных проемов для соединения с коробками на торцах бревен нарубаются гребни или выбираются пазы.

При укладе каждого венца соблюдается следующая последовательность операций:

- прочерчивают глубины пазов и размеры врубок углов;
- с нижней стороны бревен собираемого венца вырубает полукруглый паз, выполняют врубку угла в лапу или в чашку, размечают и сверлят отверстия под шипы;
- расстилают паклю, мох или другую изоляцию, на которую устанавливают подготовленные бревна венца.

Высокие стены и простенки при необходимости укрепляют сжимами, состоящими из двухсторонних стоек, стягиваемых болтами через 1,5...2 м по высоте. Чтобы не препятствовать осадке стены, болтовые отверстия в стойках делают продолговатыми.

Стены из оцилиндрованных бревен. Фундаментами под стены из оцилиндрованных бревен могут служить каменные столбы, кирпичные цоколи, различные подвальные конструкции или сплошная монолитная плита, уложенная прямо на земле.

Большинство операций, связанных с подготовкой оцилиндрованных бревен (калибровка и осторожка, выборка продольного полукруглого паза и угловых поперечных пазов под сопряжение «в чашку», сверление отверстий под болты и шипы) выполняются на станках в заводских условиях (см. рис. 9.3), что позволяет индустриализировать процесс возведения стен и сократить ручную обработку материала.

Заводская подготовка бревен включает в себя следующие операции:

- распиловка кряжа на брус и доски;
- сушка брусьев в конденсационной камере;
- строгание бруса на круглый профиль с продольным пазом;
- выборка чашки и сверление отверстий.

На строительной площадке в основном осуществляется процесс сборки и монтажа стеновых ограждений по технологической схеме, представленной на рис. 9.7.

Сначала укладывают и тщательно выверяют окладной венец. В отверстия, просверленные с наружной части угловых сопряжений каждого бревна, устанавливают стяжные болты, которые в последующем, в процессе возведения стен, наращивают с помощью винтовой нарезки, или в основании устанавливают опору с внутренней резьбой, и после возведения всех венцов углы стягивают сквозными металлическими болтами.

Каждый последующий венец укладывают на теплоизоляционную ленту, расстилаемую по верху бревен ранее уложенного венца. В нем не более чем через 2 м просверливают отверстия и забивают деревянные нагели. При этом между торцами нагелей должен быть оставлен зазор на осадку. В угловых врубках, в наружных

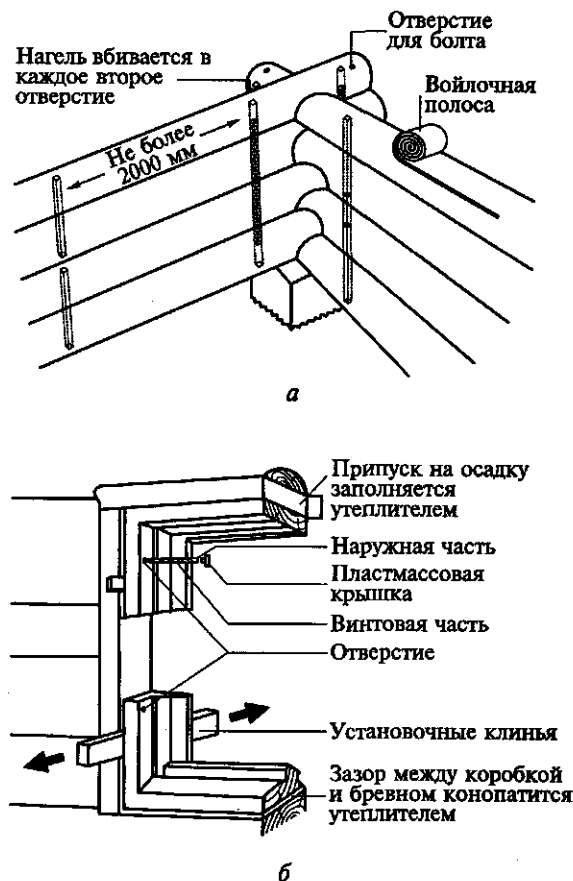


Рис. 9.8. Возведение зданий из оцилиндрованных бревен:

а — устройство стен; *б* — заполнение оконных проемов

частях бревен просверливают отверстия для стяжного металлического болта, гайка на котором подтягивается по мере осадки стен. Сращивание бревен венцов по длине выполняют шиповым соединением или соединительными деталями;

В торцах бревен, выходящих на оконные и дверные проемы, выбирают пазы, в которые устанавливают направляющие доски. Дверные и оконные коробки выверяют установочными клиньями и закрепляют шурупами к направляющим доскам (рис. 9.8). Шляпки шурупов закрывают пластмассовыми крышками, а припуск на осадку над коробками заполняют утеплителем.

В дальнейшем зазоры между бревнами и коробками конопатят утеплителем или заполняют монтажной пеной «Макрофлекс» и закрывают наличниками.

После этого врубают балки перекрытия. При необходимости возведения мансардного этажа балки могут быть выпущены за стену на величину выноса мансардного этажа и служить опорой для стропил.

В связи с тем что под действием внешних условий древесина стареет и изменяет свой цвет, рекомендуется оцилиндрованные бревна с наружной стороны стены покрывать специальным цветным антисептиком — пинотексом. С внутренней стороны на бревна наносится матовый лак, например вододисперсионного типа.

Брусовые стены. Такие стены возводят из непрофилированного или профилированного бруса. Стены из непрофилированного бруса собираются: наружные — из бруса сечением 150×150 , 180×180 или 200×200 мм; внутренние — из бруса прямоугольного сечения шириной 100 мм, высотой 150, 180, 200 мм.

Конструкции брусового сруба упрощены по сравнению с бревенчатым (рис. 9.9): применяется рубка углов «без остатка», стыкуемые брусья венца располагаются в одном уровне, а не со смещением по высоте на полдерева, как в бревенчатом срубе; рубка «в лапу» заменена сопряжением «впритык» с коренным шипом. Благодаря этому значительно снижаются трудоемкость сборки и потребность в квалифицированных рабочих.

Распространенное простое угловое соединение брусьев «впритык» является недостаточно прочным, образуются продуваемые вертикальные щели, поэтому рекомендуется производить усиленные сопряжения деревянными нагелями или вставными шпонками из твердых пород дерева, обычно березы.

По длине брусья, как и бревна, через 1,5...2 м скрепляются сквозными нагелями на 2...3 бруса. Для уменьшения продуваемости в нижних гранях брусьев иногда выбирают треугольные пазы, а на верхние — набивают треугольные рейки (см. рис. 9.9). В качестве теплоизоляционной прокладки в швах может использоваться мох или пакля, но более предпочтительным является применение нарезанного полосами войлока, для предохранения которого от намокания с верхнего ребра каждого бруса рекомендуется снимать фаску шириной 20...30 мм. Для облегчения конопатки с внутренней стороны стены фаски снимаются с обеих ребер бруса.

Работы по возведению стен из непрофилированного бруса выполняются в следующей последовательности:

гидроизоляция каменных поверхностей фундаментов, контактирующих с первым (окладным) венцом;

укладка предварительно антисептированного окладного венца с соединением углов в полдерева и закрепление их скобами;

укладка нескольких последующих венцов с предварительно просверленными одно над другим отверстиями под нагели или выбранными пазами под шпонки;

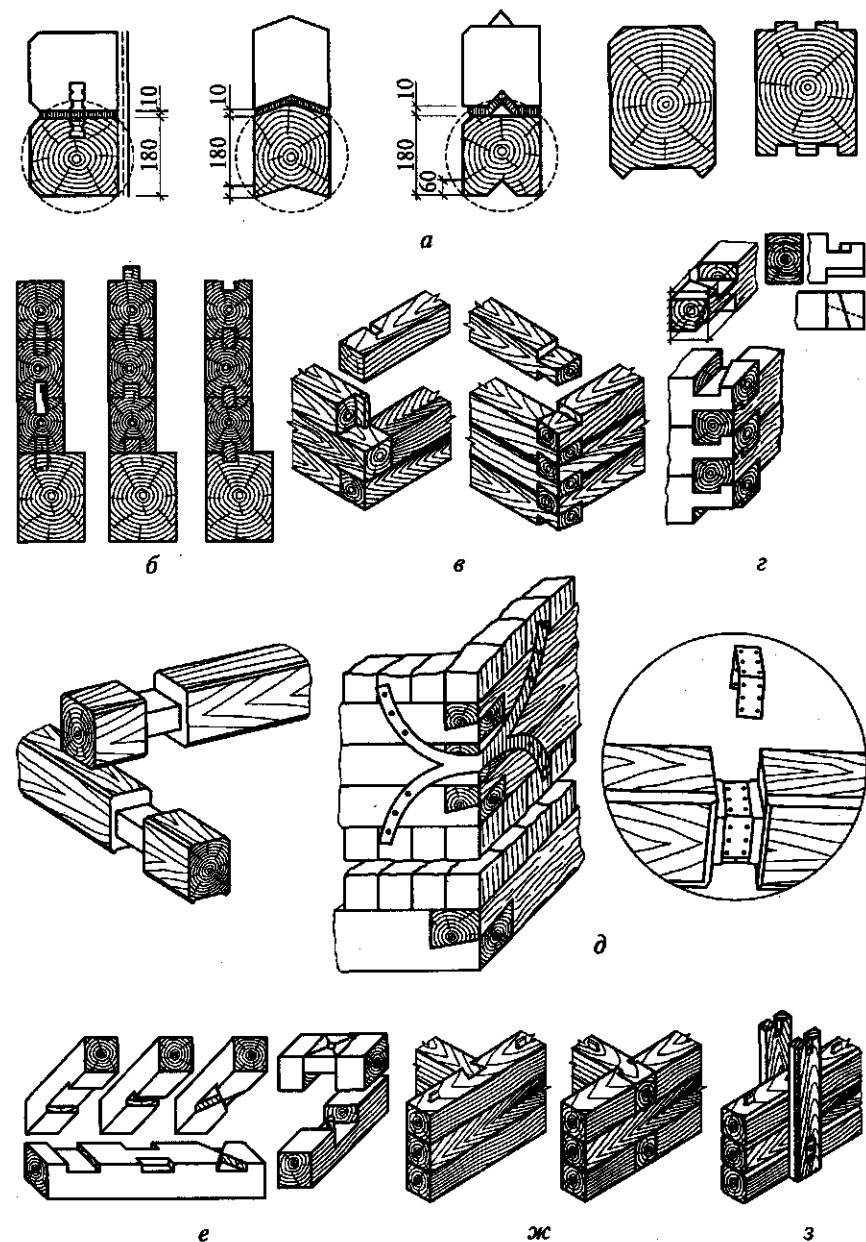


Рис. 9.9. Элементы брусовых стен и способы их соединения:

а — виды брусовых профилей; б — сплачивание; в, г — рубка угла впритык с шипом, в полулапу и в полусковородень; д, е — виды пересечений, примыканий и соединений, применяемых за рубежом; ж — примыкание внутренних стен к наружным; з — конструкция сжимов

скрепление выложенных венцов сквозными деревянными нагелями, изготовленными из твердых пород дерева;

последовательная укладка следующих венцов и скрепление их нагелями через 2...3 ряда;

врубка балок перекрытия полускороднем или скороднем.

На внутренней стене концы балок могут стыковаться посередине стены или с пропуском концов.

Чтобы защитить стены от атмосферного воздействия, сделать их более теплостойкими и непродуваемыми, их можно облицовывать досками или кирпичом. Могут быть дополнительно установлены теплоизоляционные плиты, но при этом обязательно должен быть оставлен зазор для проветривания.

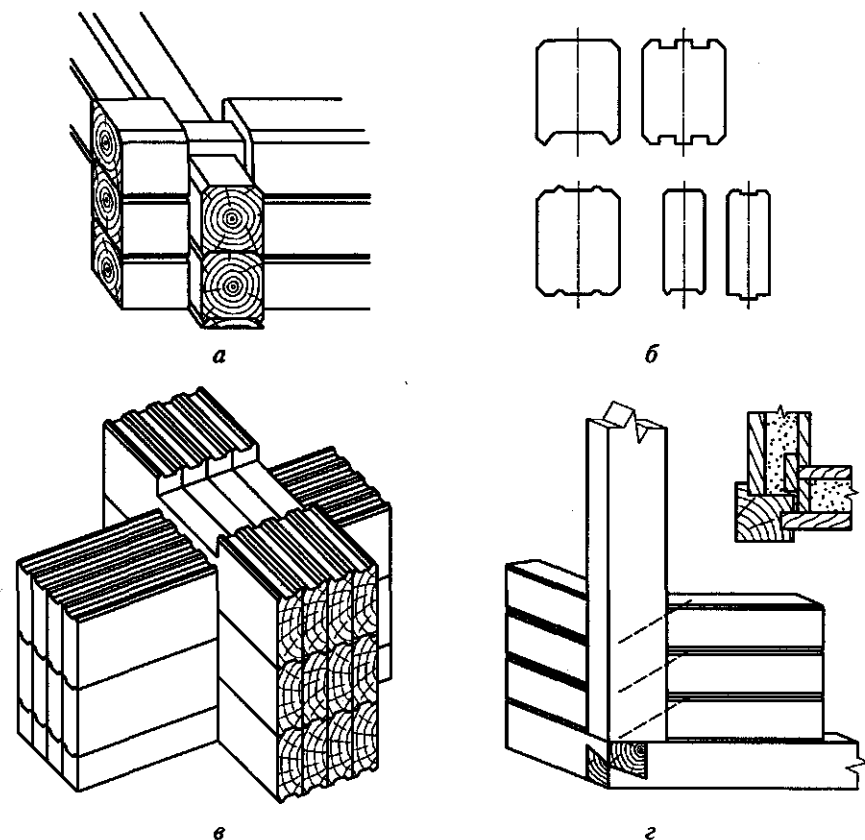


Рис. 9.10. Возведение стен из профилированных брусев и досок:

а, в — конструкции угловых сопряжений стен соответственно из профилированного полного и клеенного бруса; б — профили полубрусев и досок; г — угловое сопряжение стен каркасно-брусовой конструкции

При устройстве кирпичной облицовки между ней и стеной также оставляется свободное пространство. Облицовку выполняют после полной осадки стен.

Швы в бревенчатых и брусовых стенах конопатят два раза: после возведения стен и после их полной осадки. Для получения плотного и эстетичного шва паклю при конопатке скручивают в пряди.

Угловые соединения профилированных брусев обычно осуществляют «с остатком» (рис. 9.10), для чего поперечные пазы в углах выбирают со всех сторон бруса на $1/4$ размера его сечения. Швы в стенах из профилированных брусев защищены от продувания и воздействия влаги деревянным барьером и поэтому не конопатятся.

Сращивание брусев желательно производить с помощью соединительных деталей, предотвращающих их поперечные и продольные сдвиги, а при установке оконных блоков рекомендуется в простенках оставлять не гребень, как при строительстве стен из бревен, а паз. Все это способствует индустриализации процесса сборки стен.

Строганные конструкции из профилированного бруса имеют красивый внешний вид, поэтому могут использоваться как с облицовкой (для повышения теплостойкости), так и без облицовки. Для защиты необлицованных стен от влаги и солнечных лучей применяют поверхностную обработку стен специальными составами, содержащими растворитель, пигменты и небольшое количество антисептиков. Такая поверхностная обработка защищает древесину, но не скрывает ее натуральную текстуру.

Погодные факторы сначала воздействуют на пленки защитного слоя, а по мере уменьшения защитных свойств пленки — на деревянную поверхность. Поэтому необходимо регулярно проводить поверхностную обработку стен. Срок службы нанесенной пленки зависит от интенсивности погодных факторов, толщины пленки и количества пигментов в ее составе.

Технология сборки стен из профилированного бруса отличается от рассмотренной технологии возведения стен из обычного бруса конструкцией угловых врубок и сопряжений, отсутствием (исключением) операций по конопатке швов и более надежной защитой стен от воздействия внешней среды. Профилированные доски и полубрусья толщиной 40...70 мм в европейских странах часто используются для возведения стен подсобных помещений и хозяйственных построек (саун, амбаров, гаражей и т.п.).

Угловые сопряжения выполняются с выборкой $1/4$ ширины доски с верхней и нижней стороны.

Временные бытовые и производственные помещения могут утепляться. В технологическую схему возведения теплоизолированных стен дополнительно включаются:

установка вертикальных досок с шагом, равным размерам теплоизоляционных плит (ширина досок подбирается с учетом толщины теплоизоляции и проектируемого зазора для вентиляции стены);

установка теплоизоляционных плит;

устройство пароизоляции из рулонного материала;

наружная обшивка стен досками.

В настоящее время деревообрабатывающие предприятия Москвы выпускают многопазовый брус, склеиваемый из отдельных досок (см. рис. 9.10). Комплект для здания из клееного бруса изготавливают на заводе, поэтому точность подгонки всех деталей высока, что позволяет отказаться от укладки в швы уплотнительных материалов.

Как утверждают изготовители, стена из клееного бруса имеет в 2—3 раза меньшую усадку, не изменяет своей формы в период эксплуатации, имеет более высокую огнестойкость, не растрескивается, отличается высоким качеством обработки поверхности. К недостаткам клееного бруса следует отнести его высокую стоимость.

Технология изготовления и сборки стены из клееного бруса предусматривает проведение следующих операций:

бревно «распускают», т.е. распиливают на доски, каждая из которых проходит сушку до 8...12 % влажности;

доски склеивают друг с другом специальным клеем, имеющим экологический сертификат, тем самым снимают внутренние напряжения в стволе;

из полученного сухого слоистого материала вырезают брус со специальным гребенчатым профилем и врубками;

наносят антисептический состав, тонирующий древесину и выравнивающий ее цвет;

готовые элементы конструкций из клееного бруса транспортируют на объект и собирают в соответствии с монтажной схемой, при этом трапециевидные гребни и пазы жестко фиксируют в стене относительно друг друга.

9.5. Строительство зданий с каркасными и каркасно-панельными стенами

Каркасно-обшивные стены. Каркас можно возводить из отдельных элементов или из подготовленных заранее рам. В первом случае по нижней обвязке устанавливают стойки, временно укрепляют их подкосами, укладывают верхнюю обвязку, по которой монтируют балки, затем раскрепляют стойки раскосами жесткости и ставят распорки между балками.

Более технологичным считается монтаж каркаса из предварительно собранных рам. Подобный метод довольно часто практико-

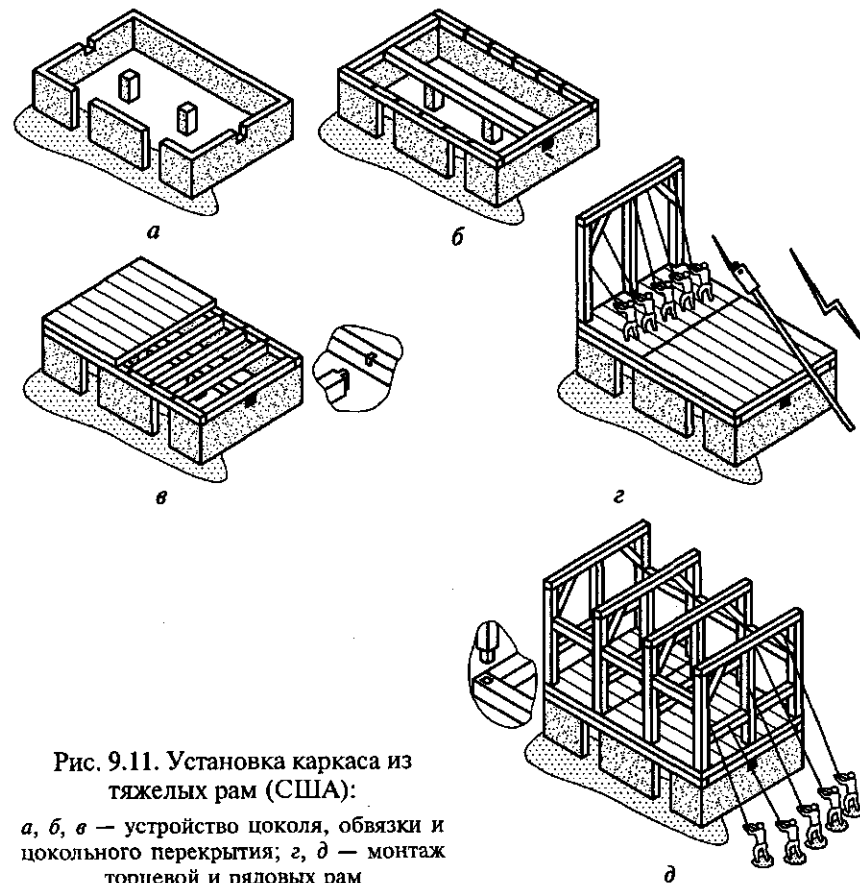


Рис. 9.11. Установка каркаса из тяжелых рам (США):

а, б, в — устройство цоколя, обвязки и цокольного перекрытия; г, д — монтаж торцевой и рядовых рам

вался в средние века в Западной Европе. Затем такая технология возведения каркасных зданий была экспортирована в Северную Америку, где получила довольно широкое распространение. В качестве примера на рис. 9.11 приведены технические рекомендации Американской строительной ассоциации по возведению каркаса из тяжелых рам (середина XIX в.).

Сейчас каркасные стены не имеют такой большой массы. Они собираются звеном в составе 4...5 человек из легких каркасных блоков, временно раскрепляются подпорками, затем постоянно — верхней обвязкой.

После возведения каркасные стены почти не дают осадки, поэтому их отделку можно производить сразу после окончания кровельных работ.

Возведение каркасно-обшивных стен из укрупненных рам (рис. 9.12) выполняют в следующей последовательности:

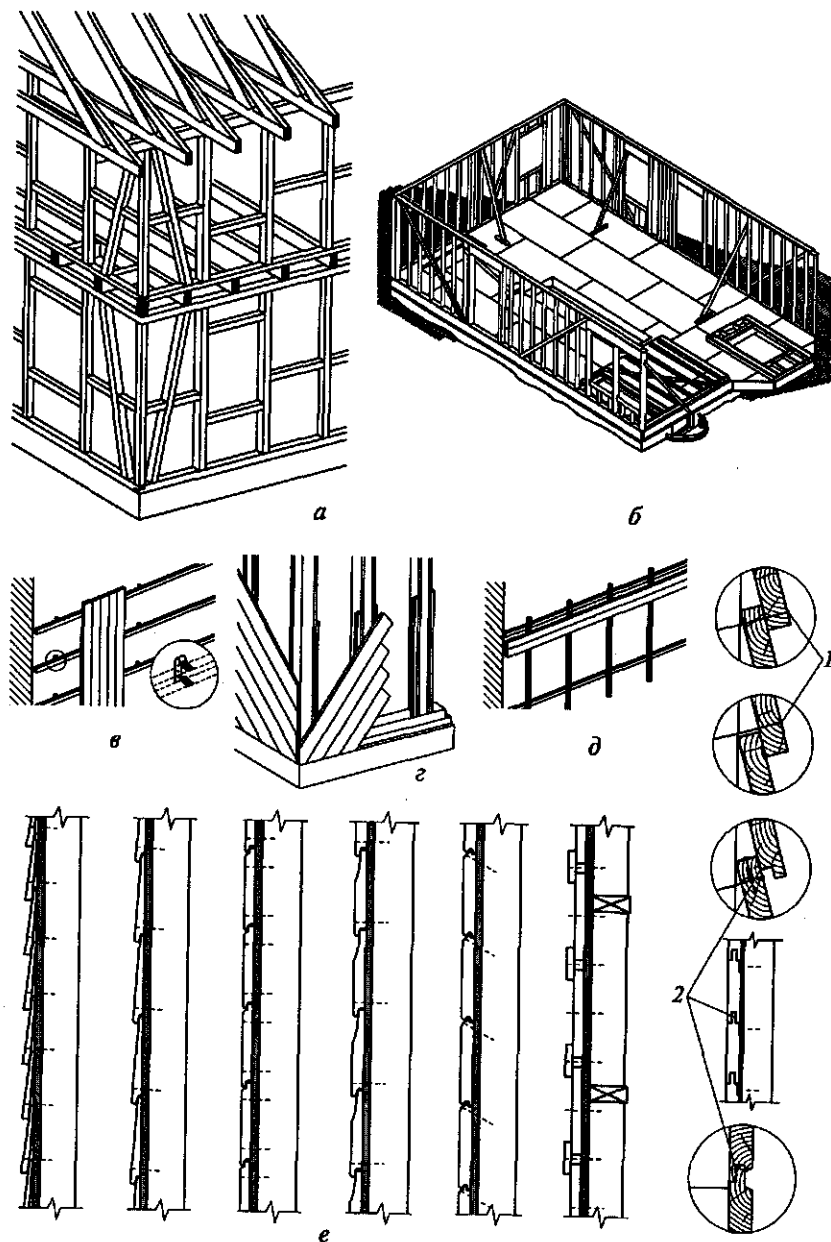


Рис. 9.12. Установка деревянного каркаса из отдельных элементов (а), легких рам (б) и обшивка досками, расположенными: в — вертикально; г — наклонно; д — горизонтально; е — разновидности горизонтальной обшивки; 1 — гвозди; 2 — кляммеры

на бойке в горизонтальном положении из стоек, располагаемых обычно через 0,6 м, верхней и нижней обвязки, раскосов и ригелей собирают рамы; рамы проверяют по равенству диагоналей и с наружной стороны раскрепляют временными раскосами; проверяют разбивку осей и отметки опор (каменных цоколей, ленточных или столбчатых фундаментов);

на фундаменты и цоколь наносят слой обмазочной гидроизоляции, укладывают полосы плитной теплоизоляции из минеральной ваты или пенополистирола, обернутых рулонной гидроизоляцией, строго горизонтально укладывают и закрепляют цокольную обвязку из досок толщиной не менее 40 мм;

на цокольной обвязке монтируют рамы продольных и торцевых стен, используя подкосы, тщательно выверяют их положение и крепят к цокольной обвязке и между собой; сверху, перекрывая стыки рам, устанавливают подбалочную обвязку;

для обеспечения устойчивости каркаса на подбалочную обвязку укладывают балки перекрытия и заделывают промежутки между балками;

промежутки между стойками заполняют утеплителем и закрывают его рулонной или пленочной гидроизоляцией с внутренней и наружной стороны; при этом должны оставаться вентилируемые полости;

обшивают каркас сайдингом или обшивочной доской — вагонкой (для жесткости каркаса доски могут располагаться наклонно, но чаще применяют горизонтальную обшивку с металлическими кляммерами).

В настоящее время на рынке строительных услуг появилась новая технология «Термобрик», объединяющая работы по одновременному устройству утепления и облицовки каркасно-обшивных зданий. Основой ее является изготовление и установка термоизоляционных фасадных панелей «Термобрик», имитирующих кирпичную кладку. Панели представляют собой трехслойные «сэндвичи», состоящие из водостойкой фанеры, пенополиуретановой изоляции и керамических плиток. Размер панели $1220 \times 410 \times 53$ мм и масса 11 кг позволяют легко устанавливать ее одному рабочему вручную.

К каркасу панели крепятся оцинкованными шурупами-саморезами. При креплении панелей к бетонным стенам для этих целей устанавливаются пластмассовые дюбели.

Технологическая схема работ при установке панелей «Термобрик» включает в себя следующие операции:

возводят деревянный каркас с шагом вертикальных стоек около 600 мм, который изнутри обшивают фанерой, гипсокартонными листами и другими обшивочными материалами;

плитным утеплителем заполняют полости между стойками, положение плит фиксируют пластинчатыми держателями, при-

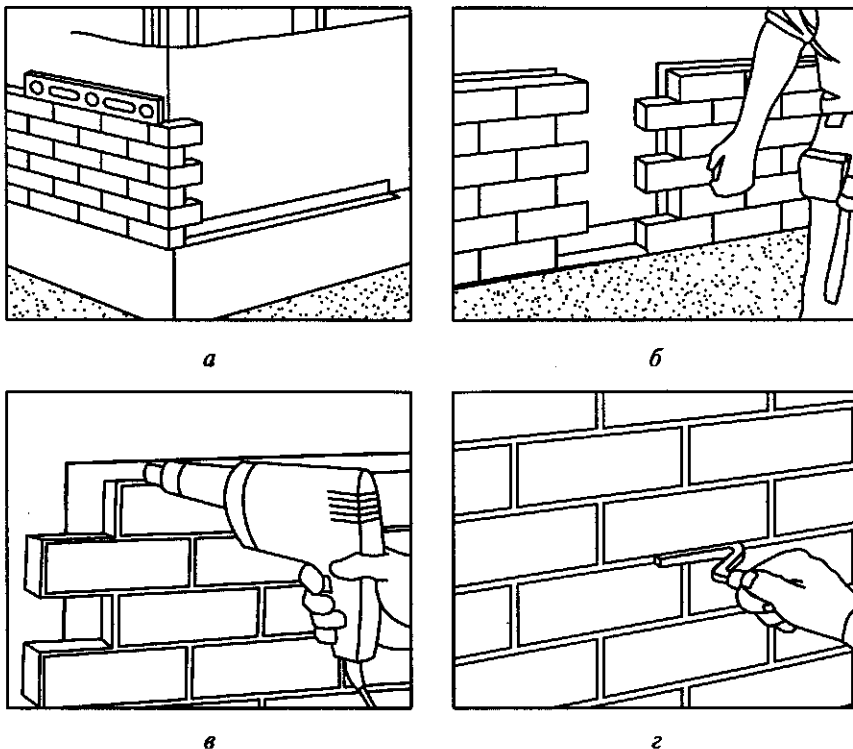


Рис. 9.13. Последовательность работ при установке плит «Термобрик»:
а — подготовка места установки; б — установка; в — крепление; г — обработка швов

крепляемыми к каркасу (для предупреждения проникания водяных паров к плитам утеплителя желательно использовать пленочную изоляцию, пропускающую водяные пары лишь в одном направлении — в вентиляционные полости стены);

устанавливают и крепят шурупами термоизоляционные панели «Термобрик»; каждую панель крепят к стойкам шестью шурупами. Панели в примыканиях разрезают электропилой с алмазным диском, на углах панели отрезают под углом 45° и смазывают силиконовым герметиком, верхнюю часть верхнего ряда панелей герметизируют специальным профилем;

стыки между панелями герметизируют силиконовым герметиком и покрывают базальтовым песком.

Последовательность выполнения работ по установке плит «Термобрик» показана на рис. 9.13.

Щитовые стены. Сборку щитовых стен выполняют с помощью стреловых кранов по готовым фундаментам после устройства под-

валов, прямых, вводов водопровода и канализации. Все неровности на поверхности цоколя до укладки цокольной обвязки выравнивают стяжкой из цемента-песчаного раствора.

Цокольную обвязку укладывают на гидро- и теплоизоляционный слой. Балки (лаги) цокольного перекрытия (рис. 9.14) укладывают на обрез фундамента и кирпичные столбики. При этом следят, чтобы уложенная по периметру обвязка была на одном уровне с верхом лаг.

По лагам настилают временный настил или доски пола. В последнем случае необходимо предусмотреть мероприятия, препятствующие повреждению пола до его окончательной отделки.

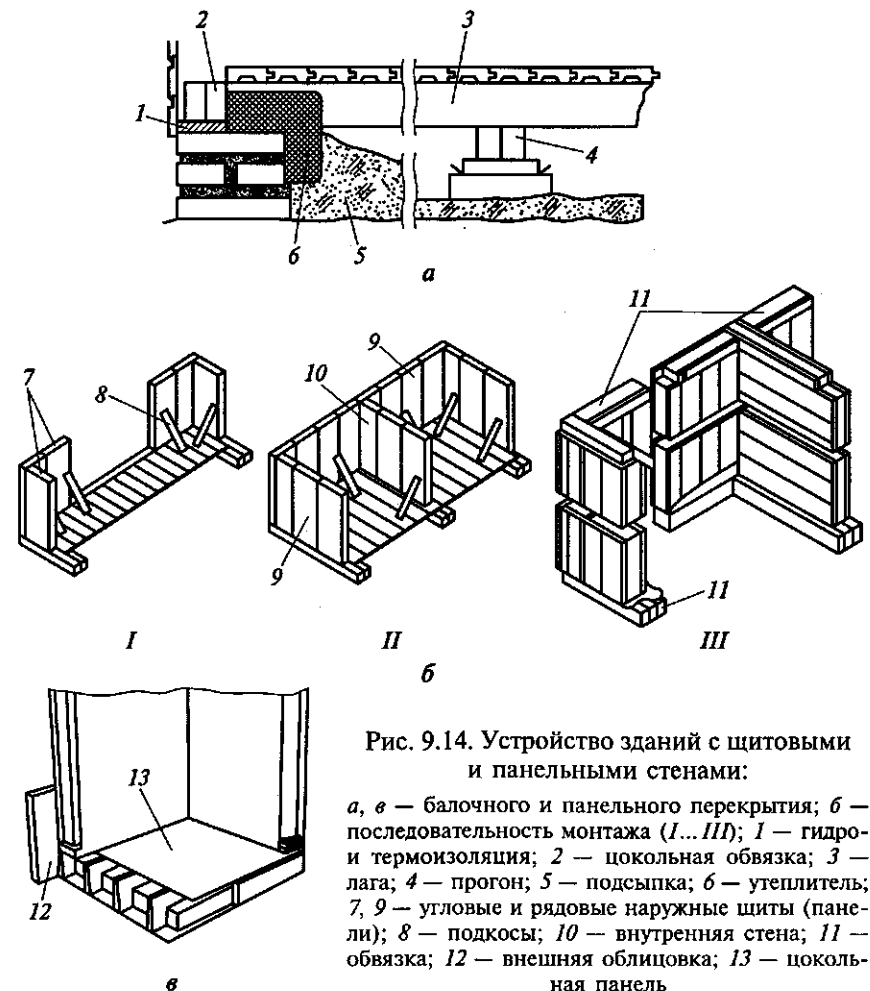


Рис. 9.14. Устройство зданий с щитовыми и панельными стенами:

а, в — балочного и панельного перекрытия; б — последовательность монтажа (I...III); 1 — гидро- и теплоизоляция; 2 — цокольная обвязка; 3 — лага; 4 — прогон; 5 — подсыпка; 6 — утеплитель; 7, 9 — угловые и рядовые наружные щиты (панели); 8 — подкосы; 10 — внутренняя стена; 11 — обвязка; 12 — внешняя облицовка; 13 — цокольная панель

На цокольной обвязке размечают будущее положение щитов стен с указанием их маркировки, по периметру фундамента и внутри него раскладывают наружные и внутренние щиты.

Установку щитов (см. рис. 9.14) начинают с угла. Щиты временно раскрепляют схватками и подкосами. Стыки смежных щитов проконопачивают и закрывают угловыми стойками, рейками и нащельниками.

По верху установленных щитов укладывают подбалочную обвязку, а на нее — балки перекрытия с временными щитами настила, по которым перемещаются рабочие при установке элементов следующего этажа или мансарды.

Следует отметить, что в последнее время щитовые стены повсеместно вытесняются более технологичными стенами из сэндвич-панелей, что связано с более легкой массой последних и снижением расхода пиломатериалов.

Панельные стены. Такие стены довольно легко изготавливаются, транспортируются и собираются, а применение конструкции панелей перекрытия аналогичной со стенами позволяет возведение здания осуществлять путем сборки и монтажа без привлечения кранового оборудования.

К монтажу стеновых панелей приступают после подготовки ленточных или столбчатых фундаментов, асфальтированных площадок и других опор, а также после подсыпки и утрамбовки пазух и полов подвала.

Цокольное перекрытие может быть как балочным, так и панельным (см. рис. 9.14) и опираться на любое основание: обвязку, цоколь продольных и поперечных стен, фундаменты, кирпичные столбики, лаги и др. Места опирания цокольных панелей до их укладки должны быть тщательно выверены и состыкованы. После укладки между панелями не должно быть уступов и зазоров.

Монтаж стеновых панелей осуществляется в следующей последовательности:

по нивелиру или уровню тщательно устанавливают нижнюю обвязку, на обвязке размечают точки пересечения осей и места стыковки панелей;

устанавливают панели одного или двух углов здания с временным закреплением стяжками и подкосами, соединяют панели друг с другом с помощью вертикальных стоек, в стыки панелей укладывают герметизирующие прокладки (благодаря напускам обшивки, швы перекрываются при монтаже панелей, что позволяет отказаться от установки дополнительных нащельников);

натягивают причалку, ориентируясь на которую устанавливают рядовые стеновые панели, раскрепляя их временными подкосами;

аналогичным способом устанавливают панели других стен;

укладывают верхнюю обвязку и панели перекрытия, за счет чего образуется устойчивая коробка, которая служит опорой для следующего этажа или мансарды.

Попытка объединить воедино преимущества каркасных и брусковых стен привела к созданию каркасно-брусковой технологии (см. рис. 9.10), в которой от каркасного домостроения заимствованы система утепления стен и стоечно-опорная несущая система, практически не имеющая осадки и позволяющая выполнять отделочные работы сразу же после возведения стен. От брускового способа заимствована технология выполнения фасадной части стен здания и возможность их отделки с сохранением текстуры древесного материала.

Каркасно-брусковая технология основана на применении материала с влажностью до 8...12%, что обеспечивает минимальную осадку стен.

Особенность конструкции здания: стыки и углы стенового бруса заведены в пазы опорных стоек и закрыты внутри, что обеспечивает жесткость конструкции и защиту стыков от атмосферных воздействий. Изнутри стены утепляют минеральной базальтовой ватой, что положительно сказывается на их теплоизоляционных характеристиках и снижает общую сметную стоимость объекта, так как позволяет экономить дорогостоящую древесину.

9.6. Устройство деревянных перекрытий и крыш

Перекрытия. Перекрытия зданий с деревянными стенами могут быть панельными или балочными. Панели перекрытия опирают через герметизирующие прокладки на стеновые панели, верхнюю обвязку каркаса или рубленые стены и прикрепляют к опоре гвоздями, шурупами или болтами.

Панели длиной до 6 м могут укладываться вручную, а панели больших размеров — с помощью крана. Автокран грузоподъемностью до 10 т монтирует панели, объезжая здание со всех сторон. При наличии крана грузоподъемностью более 10 т в стесненных условиях монтаж панелей перекрытия может осуществляться краном, находящимся по одну сторону здания.

На рис. 9.15 показаны схемы работы стреловых кранов при их расположении с одной и двух сторон здания. По большинству показателей, прежде всего экономическим, второй вариант представляется более предпочтительным, поэтому его следует рекомендовать как основной.

Использование более мощного крана, перемещающегося с одной стороны здания, может оказаться приемлемым лишь в тех случаях, когда кран в силу каких-либо причин невозможно разместить с другой стороны объекта.

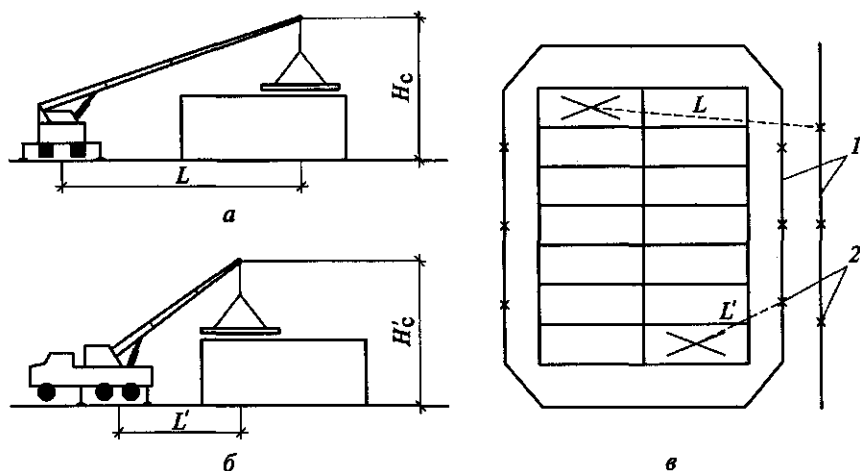


Рис. 9.15. Схемы монтажа панельного перекрытия краном:
а — с одной стороны здания; б — с двух сторон здания; в — план участка; 1 —
пути движения кранов; 2 — место стоянки

Наиболее распространенной конструкцией балочного перекрытия является укладка настила по балкам с черепными брусками. Балки опираются на стены с глухой или открытой заделкой. В последнем случае промежутки между балками заполняются кусками брусев, имеющих по высоте те же размеры, что и балки.

Если деревянные балки замуровывают в каменный цоколь, то в местах заделки их покрывают обмазочной и рулонной гидроизоляцией; во избежание разрушения кладки концы балок должны быть скошенными.

При настилке перекрытия по балкам (рис. 9.16) последние необходимо обшить реечными потолками или отшлифовать с покрытием лаком или краской, облицовать шпоном, пленкой и др.

Последний тип конструкции перекрытия затрудняет использование утеплителя, поэтому укладка настила по черепным брускам

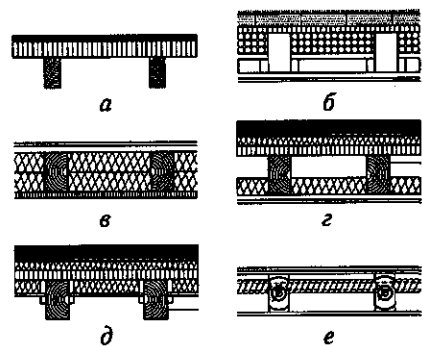


Рис. 9.16. Конструкции балочного перекрытия:

а — без подшивки потолка; б — с накатом по черепным брускам; в — со сплошной теплоизоляцией между балками; г, д, е — с теплоизоляцией соответственно внизу, вверху и посередине балок

получила большее распространение в виде наката или щитов, несущих нагрузку от утеплителя.

При реечной обшивке потолков, чтобы спрятать шляпки гвоздей или шурупов, для крепления используют металлические кляммеры в виде скобок. Концы реек можно закреплять гвоздями, так как их шляпки закрываются потолочными плинтусами или бордюрами.

Утеплитель может полностью заполнять полость между балками или располагаться в ее нижней, верхней или средней части, что обеспечивает естественное проветривание деревянных балок.

При необходимости перекрытия пролетов шириной 9 м и более вместо обычных могут применяться клееные и составные несущие конструкции перекрытий.

Клееные балки — прямоугольные и двускатные (рис. 9.17) — обычно монтируют с шагом 2...3 м. Они представляют собой ряд досок, склеенных по пласти таким образом, что стык досок каждого слоя не совпадает со стыком соседних слоев, а отношение высоты сечения элемента к его ширине составляет не более чем 6:1.

Кроме прямоугольной балочные конструкции могут иметь форму двутаврового или коробчатого сечения, собираться из отдельных клееных элементов прямоугольной или гнутой формы, что позволяет перекрывать пролеты до 20 м и более.

Монтаж деревянных балочных, арочных и рамных конструкций в зависимости от их размеров и массы может осуществляться как с помощью грузоподъемного оборудования, так и вручную. После установки и выверки конструкции временно раскрепляют подкосами и подпорками, которые убирают лишь после окончательного закрепления установленного элемента. В месте стыковки арок устанавливается временная опора. Рамы монтируют методом поворота.

Кроме клееных конструкций применяют составные деревянные перекрытия и покрытия из отдельных элементов, в том числе полученных в результате конической распиловки. Элементы соединяют друг с другом прессованием с помощью специальных металлических стыковых планок и стыковочных деталей. Специальные пилы, прессы и вспомогательное оборудование обеспечивают необходимую точность и качество соединения деревянных элементов.

До появления современных способов стыкования деревянных элементов для перекрытия больших пролетов в основном применяли фермы из бревен и брусев с врубочными соединениями. Такие массивные фермы были трудоемки в изготовлении, а для их установки в обязательном порядке требовались грузоподъемные механизмы.

В настоящее время появилась возможность при изготовлении ферм использовать пиломатериалы в виде досок и полубрусев,

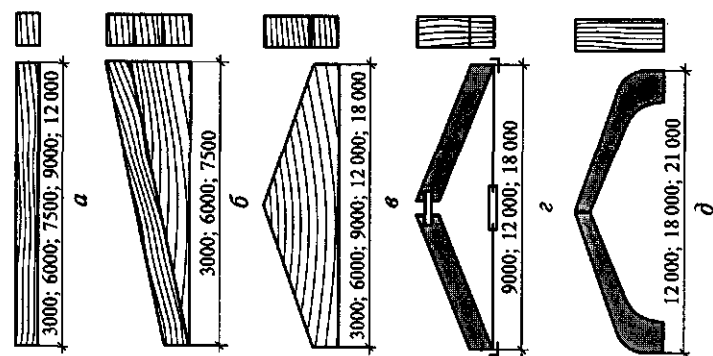
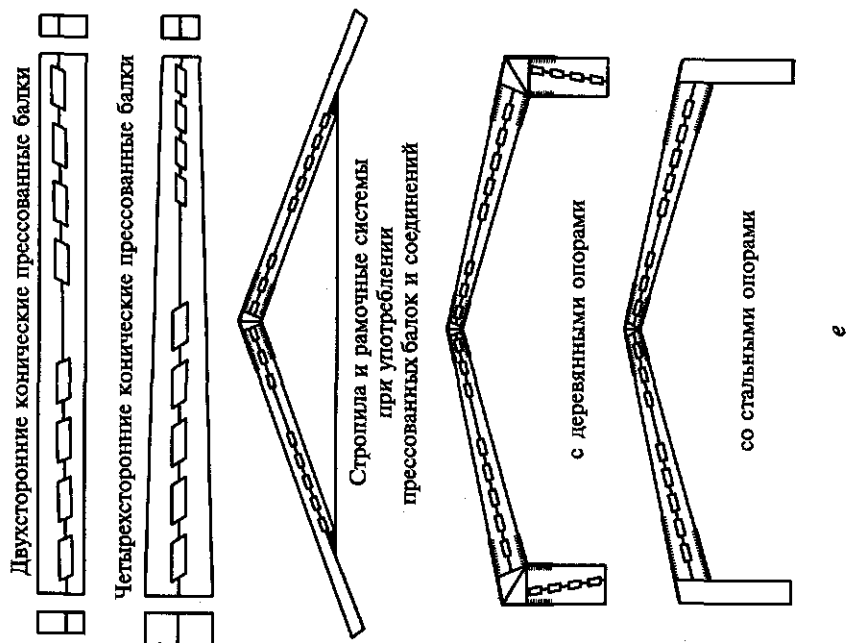


Рис. 9.17. Деревянные конструкции перекрытия:

а, б, в — клееные балки соответственно прямоугольного сечения, односкатная, двухскатная; г — металлодеревянная балка; д — гнутоклееная рама; е — конструкции со стыковыми пластинами

что позволило значительно снизить их массу, трудоемкость и время возведения. Возможными стали сборка и установка ферм без привлечения грузоподъемного оборудования, что является немаловажным обстоятельством, особенно в индивидуальном строительстве. Основные виды ферм, применяемых в деревянном строительстве, приведены на рис. 9.18.

Фермы для жилых зданий собираются на перекрытии, устанавливаются методом поворота, раскрепляются временными подкосами и стяжками, которые снимаются после установки постоянных прогонов.

При наличии крана рациональнее сборку ферм производить на земле, с последующей установкой их на место с помощью крана.

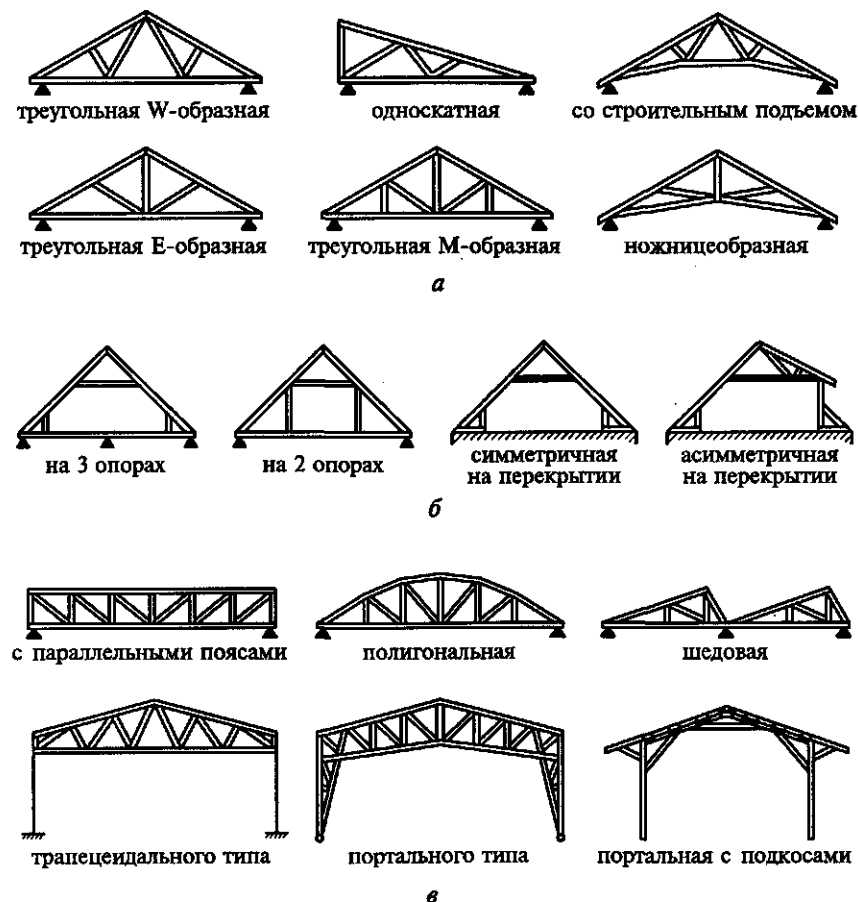


Рис. 9.18. Фермы, применяемые в деревянном строительстве:

а — фермы для жилых зданий; б — фермы для мансард; в — фермы для промышленных зданий

Для этого может быть использован автокран или кран на шасси автомобильного типа небольшой грузоподъемности.

В индивидуальном строительстве установка ферм производится главным образом вручную. В индустриальном промышленном и гражданском строительстве обычно задействованы крупные строительные организации, имеющие или арендующие грузоподъемное оборудование и выполняющие подобные работы с помощью средств механизации.

Поэтому при строительстве гражданских и промышленных объектов монтаж таких конструкций, как фермы, чаще всего выполняется с помощью кранового оборудования, а укладка прогонов, подкосов и прочих элементов небольшой массы — вручную. На рис. 9.19 приведены примеры установки деревянных составных и клееных ферм на объектах жилищно-гражданского и промышленного строительства.

Клееные деревянные конструкции чаще всего используются при возведении легких сооружений сельскохозяйственного назначения (теплицы, оранжереи и т. п.). Однако они также могут применяться при перекрытии гражданских зданий, в том числе больших пролетных (выставочные павильоны, спортивные и концертные залы, офисные центры и т. п.).

Монтаж клееных конструкций может производиться как поэлементно — отдельными отправочными марками, так и конструктивными блоками из элементов, собираемых на земле и монтируемых в целом виде методами поворота или полунавесной сборки (с промежуточными опорами).

При любом способе монтажа в обязательном порядке необходимо соблюдать следующие технологические правила:

транспортирование и штабелирование конструкций производить в положении, исключающем появление деформаций;

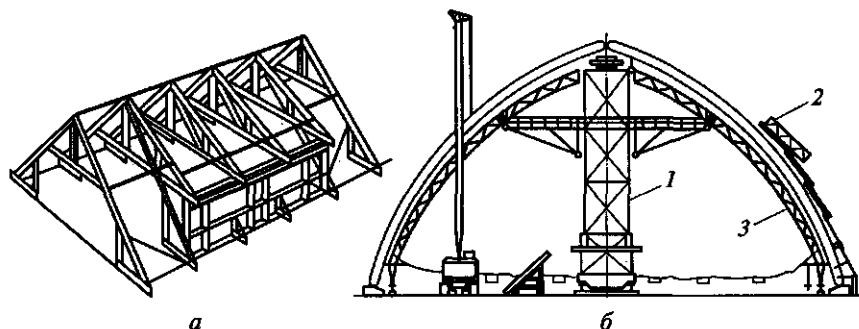


Рис. 9.19. Установка деревянных ферм:

а — составных вручную; б — клееных с помощью крана; 1 — временная опора; 2 — подмости; 3 — боковое поддерживающее устройство

предупреждать смятие древесины при хранении и монтаже в местах обхвата конструкций стропами, аккуратно штабелировать элементы, при монтаже использовать траверсы, специальные захваты и защитные прокладки;

производить дополнительную защитную обработку отверстий, подтесок, царапин и других нарушений антисептических и огнезащитных покрытий.

На рис. 9.19, б приведена схема монтажа клееных деревянных арок методом полунавесной сборки с использованием металлических поддерживающих устройств, перемещаемых вдоль пролета шириной 45 м.

Для опирания поддерживающих устройств используется монтажная опора с рабочей площадкой, перемещающаяся по рельсовому пути. Монтажные операции выполняются с помощью стрелового крана, оборудованного стрелой длиной 30 м.

Составные балки с соединением на болтах часто применяют в качестве прогонов при строительстве небольших мостов в лесных районах, где древесина является местным материалом. Прогоны

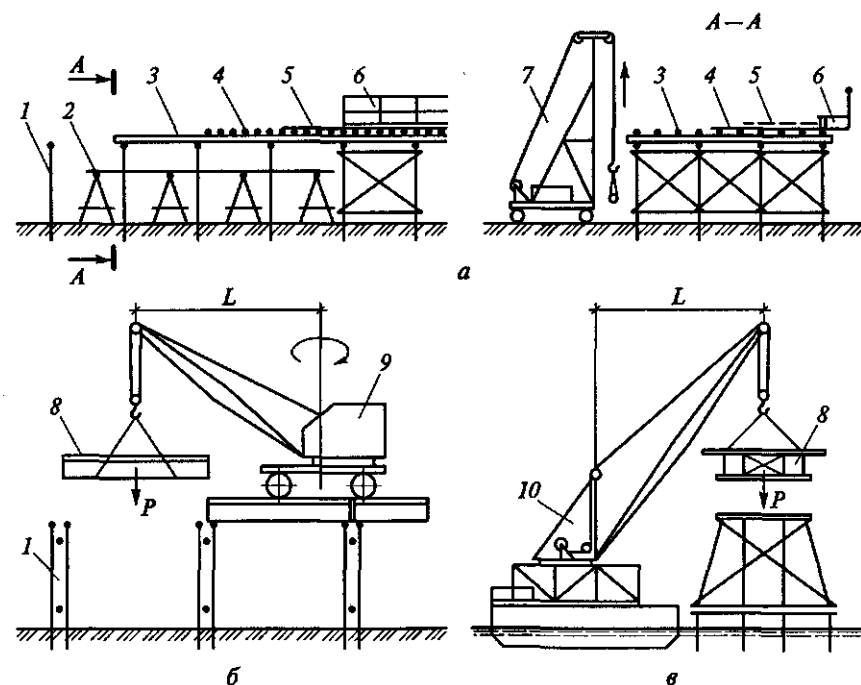


Рис. 9.20. Монтаж балочных пролетных строений мостов с помощью:

а — копра; б, в — стрелового и плавучего кранов; 1 — опора моста; 2 — подмости; 3 — прогоны; 4 — поперечины; 5 — настил; 6 — тротуар с перилами; 7 — копер; 8 — блок пролетного строения; 9 — кран стреловой; 10 — кран плавучий

обычно укладывают на свайные опоры, забиваемые с помощью легких копров, которые в дальнейшем могут быть использованы при монтаже пролетного строения (рис. 9.20).

Сборка пролетного строения состоит из укладки прогонов со стыками на опорах, укладки поперечин, устройства рабочего и верхнего настилов, тротуаров с перилами. Для удобства работ могут устраиваться временные подмости на козлах или опорах моста.

Элементы пролетных строений можно монтировать из крупных плоских или пространственных блоков с помощью стреловых кранов, монтажных мачт или плавучих подъемных средств.

Прогоны укладывают строго по проектным осям и уровню. При необходимости концы прогонов подтесывают для плотного прилегания к насадкам опор. Подклинка прогонов и подтеска насадок запрещены. При укладке поперечин, наоборот, запрещена подтеска прогонов.

Рабочий настил укладывают с просветами для стока воды и проветривания древесины. Верхний настил укладывают плотно для защиты от воды конструкций, расположенных ниже.

Мансарды. В последнее время, особенно в индивидуальном строительстве, широкое распространение получило возведение каркасных деревянных мансардных этажей. Это связано с тем, что такая конструкция позволяет почти вдвое увеличить полезную площадь жилого помещения без дополнительных затрат на усиление фундамента, так как мансардный этаж изготавливается из легких материалов и не вызывает существенного увеличения нагрузки на лежащие ниже конструкции.

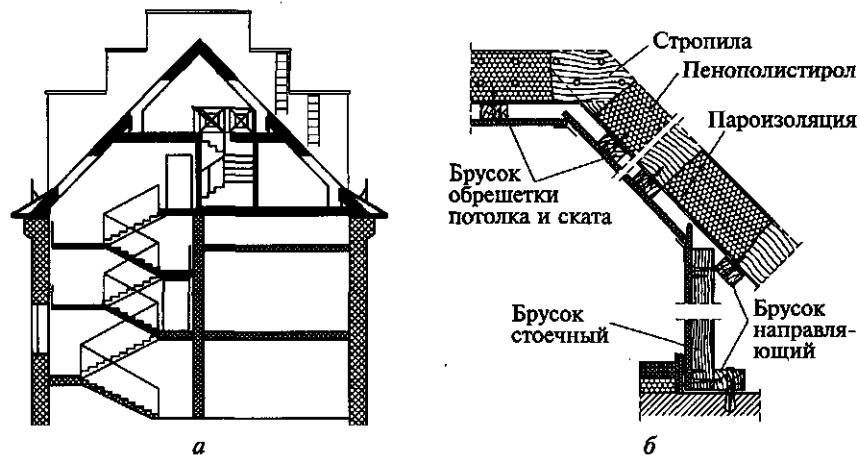


Рис. 9.21. Устройство мансард промышленными методами:
а — двухуровневых; б — одноуровневых

Впервые подкровельное чердачное пространство для жилых и хозяйственных целей было использовано французским архитектором Ф.Мансаром в 1630 г. Поэтому такой чердачный этаж под скатной крутой крышей и получил название «мансарда».

По конструкции мансардные этажи с деревянным каркасом в зданиях, возводимых подрядными строительными организациями, могут быть одно- и двухуровневыми, с вертикально и наклонно установленными мансардными окнами (рис. 9.21). Фасад такого этажа полностью или частично образуется наклонными стропилами.

Исключаются «мокрые» процессы, а такие особенности, как прочность и надежность конструкций, легкость монтажа, сравнительно небольшие дополнительные трудозатраты и возможность впоследствии легко заменять декоративные отделочные покрытия делает этот вид строительства особо привлекательным.

Последовательность выполнения работ по промышленному возведению мансардного этажа можно рассмотреть на примере технологической схемы, разработанной и внедренной московской фирмой «ТИГИ Кнауф» (см. рис. 9.21).

1. Монтаж и закрепление постоянными связями стропил и контробрешетки.
2. Разметка стропил под установку внутренней обрешетки и направляющих брусьев.
3. Установка мансардных оконных блоков.
4. Укладка тепло- и гидроизоляции.
5. Крепление к стропилам внутренней обрешетки.
6. Установка и закрепление шурупами гипсокартонных листов внутренней обшивки.
7. Заделка и герметизация швов.

В индивидуальном строительстве наибольшее распространение получили мансарды, устраиваемые под двух- и четырехскатными кровлями (рис. 9.22).

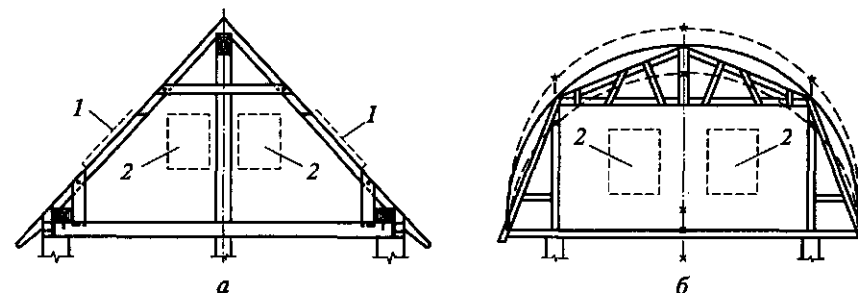


Рис. 9.22. Конструкции мансард в индивидуальном строительстве при кровле:

а — двухскатной; б — четырехскатной; 1 — мансардные наклонные окна; 2 — мансардные вертикальные окна

Особой популярностью среди индивидуальных застройщиков пользуется конструкция мансарды с четырехскатной «ломаной» кровлей, при которой обеспечиваются достаточная высота потолка (более 1,8 м) и площадь помещения при сравнительно небольших стропилах.

Требуемые размеры мансарды проще всего определить, вписав ее на чертеже в полуокружность с радиусом, равным половине ширины здания с выносимым свесом (см. рис. 9.22). При необходимости изменить высоту потолка центр окружности следует поднять или опустить по отношению к уровню перекрытия. При этом наряду с изменением высоты потолка изменяются размеры стропильных ног, элементов рамы и фермы, образующей ширину пролета.

Заготовку элементов и сборку рам каркаса можно производить на земле, а затем поднимать рамы вверх в готовом виде, закреплять их верхней обвязкой и раскосами, устанавливать боковые стропила. Некоторые строители считают, что легче на месте соорудить каркас мансарды, закрепить его временными раскосами и обвязкой, а затем по месту установить боковые стропила.

Крыши. Боковые стропила закрепляют ребром на выступе балки и верхней обвязке, для чего их предварительно запиливают по шаблону и по выверенным углам. Для успешной стыковки сопряжения можно дополнительно прибить бобышки и устроить запилы в балке.

Фермы обычно готовят на земле. Для этого их выкладывают в натуральную величину, запиливают сопряжения и собирают на гвоздях. Все изготовленные таким образом фермы накладывают друг на друга и подгоняют по размеру. Торцевые фермы желательно обшить на земле вагонкой или другим материалом, чтобы не выполнять эти операции наверху.

Готовые фермы поднимают на перекрытие, устанавливают через 1,2... 1,5 м. и раскрепляют раскосинами, которые убирают после прибивки обрешетки. Толщина обрешетки под волнистые асбоцементные листы должна быть не менее 25 мм, под черепицу — 40 мм. Для изготовления рамы и стропил чаще всего используют полубрус сечением 50×150 мм.

Обрешетку рекомендуется прибивать следующим образом: вначале — крайние доски ската, затем к их торцам прибить нащельник, после этого — все остальные доски обрешетки. Такая технология способствует получению ровного навеса над фронтоном с меньшими трудозатратами.

При возведении любой кровли (с мансардным этажом или без него) важно обеспечить продольную и поперечную жесткость конструкции, так как кровля может подвергаться большим нагрузкам от сильного ветра и неравномерного скопления снега.

Продольная жесткость стропильной системы обеспечивается подкосами и продольными брусками (рис. 9.23, а).

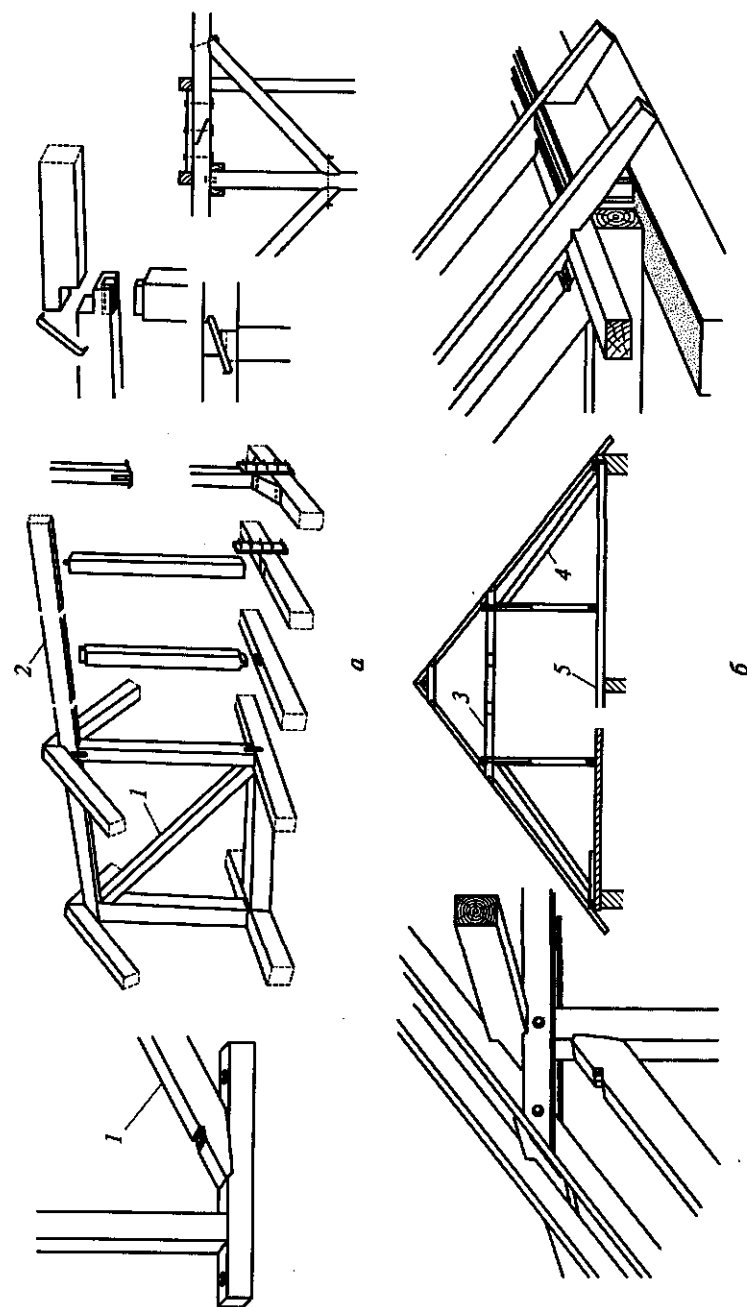


Рис. 9.23. Обеспечение устойчивости кровли:

а — в продольном направлении; б — в поперечном направлении; 1 — подкос; 2 — коньковый брус; 3 — ригель; 4 — подмога; 5 — затяжка

Подкосы устанавливают с торцов здания, врубая их в стойки и горизонтальные брусья. Они могут устанавливаться без врубки или врубаться зубом или шипом.

В первом случае их соединяют для прочности со стропильной ногой, колонной или горизонтально уложенным брусом-затяжкой болтами или гвоздями. Длина гвоздей должна составлять 2,5 толщины подкоса, а для страховки у места соединения желательно установить опорную бобышку. Надежность опоры подкоса будет улучшена, если его врубить двойным зубом или дополнительно забить скобы.

Стойки с затяжками или опорными брусьями соединяют клямерами, шипами или накладками. Закрепление стойки скобами или гвоздями жесткость стропильной системы практически не увеличивает.

Продольные брусья, особенно коньковые, работают в стропильной системе не только на изгиб и излом, но также на растяжение, поэтому их желательно устанавливать сплошными. При необходимости наращивания по длине брусья должны надежно стыковаться на врубках и скобах или болтах с накладками.

Поперечная жесткость стропильной системы (см. рис. 9.23) обеспечивается врубками стропильных ног с затяжками и коньковыми накладками. Если затяжка не поддается растяжению, то стропила могут прогнуться. Чтобы этого избежать, устанавливают ригель, работающий на сжатие, или дополнительные подкосы. В особо ответственных случаях, например в районах, где возможны сильные ураганные ветры, для усиления стропил к их нижней части (от затяжки до ригеля) ставят вторые брусья — подмоги.

Чтобы крышу не снесло ветром, стропила обязательно надежно скрепляют: в рубленых стенах — скобами со вторым венцом сруба; в каркасных стенах — болтами, шурупами или хомутами с верхней обвязкой.

Дополнительно усиливает жесткость стропильной системы обрешетка. Она может устраиваться в один или два слоя (с контробрешеткой) вплотную или вразрядку.

Обрешетку под волнистые асбестоцементные листы (шифер) рекомендуется выполнять из брусков сечением 60×60 мм, однако на практике в качестве обрешетки чаще применяют необрезную доску толщиной 25 мм. Доски не должны иметь больших сучков, так как могут сломаться при нагрузке между стропилами. При креплении досок к стропилам гвозди рекомендуется забивать ближе к кромкам досок и утапливать их шляпки в древесину.

Обрешетку в обязательном порядке следует покрыть слоем рулонной гидроизоляции, в противном случае через волны листов будет задуваться снег и образовываться влага.

Обрешетку под черепицу устраивают из брусков сечением $50 \times (50 \dots 60)$ мм (при однослойной укладке черепицы) или

60×60 мм (при двухслойной или тяжелой штампованной черепице). Для точного размещения брусков рекомендуется их устанавливать по их шаблону.

Обрешетка под асбестоцементные плиты может укладываться с прозорами до 5 мм, но чаще устраивается сплошная обрешетка из доски толщиной 25 мм. В последнем случае в ней следует просверливать отверстия для вентиляции.

Обрешетка под мягкую кровельную черепицу устраивается из шпунтованной доски или фанеры с вытяжными вентиляционными отверстиями. Основное требование — обрешетка должна быть жесткой, ровной и сухой.

Обрешетка под стальную кровлю может быть сплошной или разряженной: сплошная — из досок толщиной 30...40 мм; разряженная — из брусков сечением $50 \times (50 \dots 60)$ мм, устанавливаемых через 200...250 мм, или досок сечением $50 \times (120 \dots 140)$ мм. Обрешетка не должна быть зыбкой, должна иметь выступы или углубления. Даже небольшие прогибы стальных кровельных листов при хождении по кровле вызывают нарушение плотности фальцев. В местах стыков лежащих фальцев укладывают доски сечением $50 \times (120 \dots 140)$ мм, ширина досок у конька кровли достигает 200 мм.

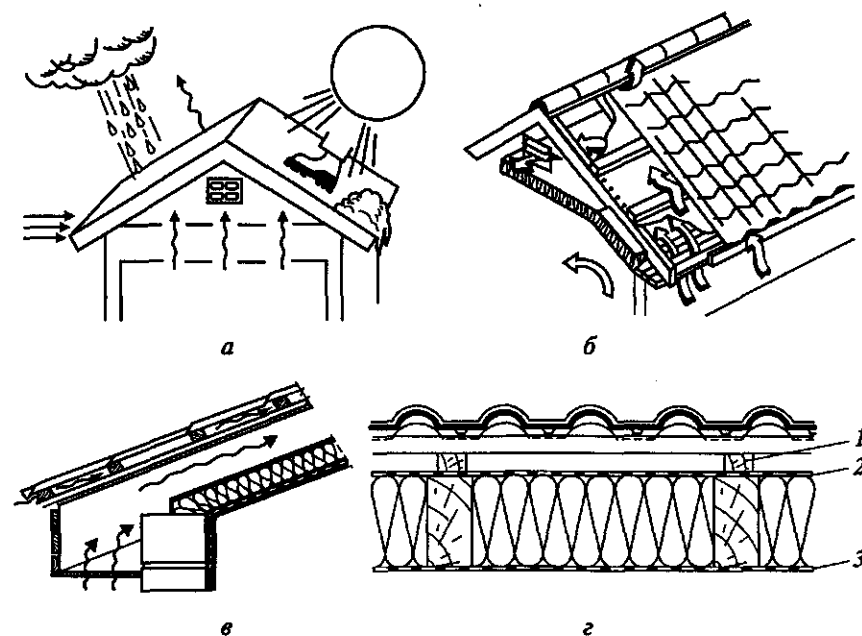


Рис. 9.24. Воздействия на строительные конструкции кровли:

а — виды атмосферных и механических воздействий; б — способы управления воздушными потоками; в — отверстия в карнизе и обрешетке; г — укладка «дышащей» пленки; 1 — контробрешетка; 2 — «дышащая» пленка; 3 — гидроизоляция

Обрешетка под металлочерепицу изготавливается из досок сечением $(30...50) \times 100$ мм, устанавливаемых через 250...400 мм в зависимости от толщины листов металлочерепицы.

В связи с воздействием внешних и внутренних факторов (рис. 9.24) и возможным нарушением целостности кровельного покрытия влага может проникать в чердачное помещение, вызывая образование гнили, грибка и других поражений деревянных стропильных конструкций. Поэтому профилактике этих явлений должно уделяться самое пристальное внимание.

Залогом долговечности всех видов кровель для зданий с деревянными стенами является устойчивость основания и правильное устройство вентиляции. Основное правило — вытяжное вентиляционное отверстие должно находиться как можно выше, а приточное — в нижней части кровли (см. рис. 9.24). Все слои кровли — стропила, гидроизоляция, теплоизоляция и обрешетка — должны устраиваться так, чтобы поток воздуха мог беспрепятственно пройти от карниза под конек крыши и выйти наружу. Для этого используются межстропильное пространство; установка дополнительной контробрешетки; укладка в качестве гидроизоляционного слоя специальной пленки, препятствующей проникновению влаги, но пропускающей водяные пары, и другие мероприятия.

9.7. Изготовление и установка элементов внутреннего обустройства

Перегородки. Перегородки должны быть легкими, прочными тепло- и звукоизоляционными. Обычно их устанавливают на балки или ригели (рис. 9.25). В местах стыков пола с перегородками укладывают звукоизоляционные прокладки.

При устройстве перегородок следует учитывать возможную осадку здания и оставлять зазор между полом и потолком, который проконопачивается анитисептированной паклей, смоченной в гипсовом растворе.

В деревянных зданиях чаще всего устраивают каркасно-обшивные перегородки, состоящие из стоек, верхней и нижней обвязки и обшивки. Стойки обычно выполняют из полубруса сечением 50×100 мм, устанавливают по отвесу на расстоянии друг от друга 120...400 мм, закрепляют шипами, кляммерами или гвоздями.

Обшивка каркаса может быть выполнена из досок, фанеры, гипсокартонных листов и древесно-волоконистых плит (ДВП). При обшивке каркаса плитами ДВП или ГКЛ стойки устанавливают через 400...500 мм, так как такая обшивка не обладает достаточной жесткостью и может прогнуться в случае заполнения пустот засыпкой.

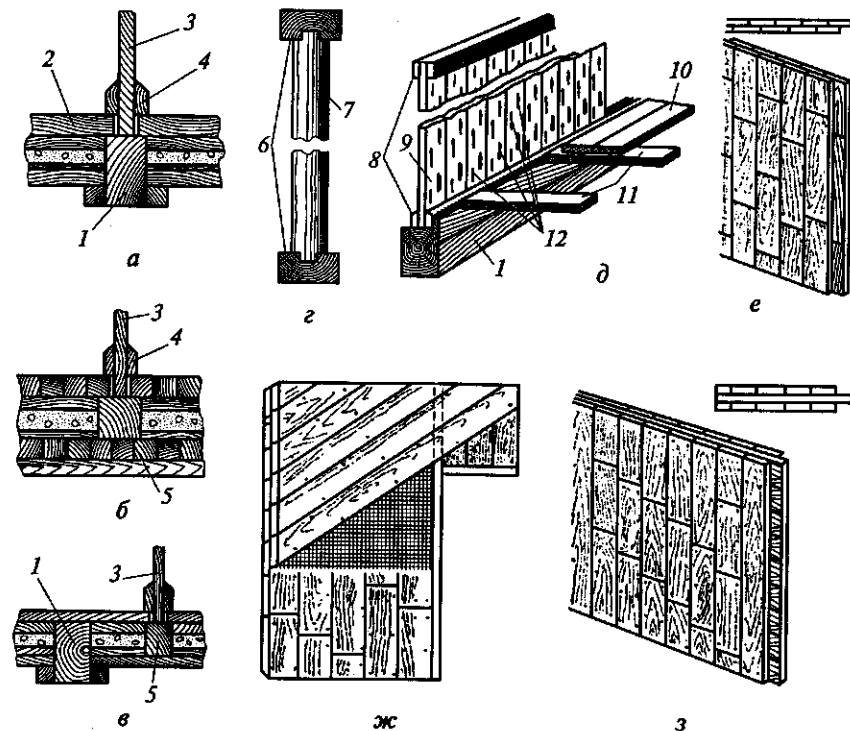


Рис. 9.25. Установка перегородок:

а, б, в — по расположению соответственно на балку, поперек балок, вдоль балок; г, д, е, ж, з — по конструкции соответственно из тонких бревен, дощатая одинарная, дощатая двойная (щитовая), из диагонально расположенных досок, дощатая тройная (щитовая); 1 — балка; 2 — пол; 3 — перегородка; 4 — плинтус; 5 — лага; 6 — обвязка; 7 — бревна; 8 — бруски; 9 — доски; 10 — пол; 11 — лаги; 12 — надколы

Чаще всего пустоты заполняют плитным утеплителем, хотя не исключена возможность их засыпки шлаком, опилками, стружками и другим имеющимся в наличии засыпным материалом. Каркасные перегородки могут устраиваться и без утепления. Они легки, но отличаются высокой степенью звукопроводности.

Технология работ по устройству каркасно-обшивных перегородок рассмотрена ранее и отличается от технологии устройства каркасных наружных стен лишь отсутствием необходимости в гидроизоляции.

Деревянные перегородки могут устраиваться из тонких бревен, бруса, пластин и досок. Перегородки из тонких бревен, бруса или пластин чаще всего устраивают между квартирами или при необходимости отгородить теплое помещение от холодного. Такие пе-

перегородки, как правило, имеют сравнительно большую массу, поэтому их нужно возводить на балке с подставленными под нее столбиками. Бревна притесывают, конопатят, а к обвязке крепят прямыми шипами.

Дошчатые перегородки могут устраиваться одинарными, двойными или тройными (см. рис. 9.25). Их устраивают из строганых или нестроганых (под штукатурку) досок толщиной 40...50 мм. Чтобы широкие доски при оштукатуривании не коробились, их предварительно надкалывают и вставляют в наколы клинья. Для жесткости кромки досок скрепляют гвоздями или шипами. Для облегчения установки доски отпиливают на 10 мм короче расстояния между обвязками.

Для прочности и меньшей звукопроводности перегородки можно изготавливать двойными или тройными, закладывая между ними звукоизоляционные материалы. При их устройстве также можно применять короткие доски, скрепляя их с длинными.

Перегородки из сэндвич-панелей устанавливают в процессе монтажа наружных стеновых панелей по технологии, применяемой при монтаже этого вида стенового ограждения.

Полы. Пол должен отвечать следующим основным требованиям: быть прочным и жестким; ровным; нескользким и безвредным; тепло-, звуко- и водонепроницаемым; теплым, беспыльным и бесшумным; обеспечивать возможность влажной и других видов уборки. Основным элементом пола является верхнее покрытие, которое и определяет вид пола.

В зданиях с деревянными стенами применяются в основном полы из древесины. В подвальных помещениях могут устраиваться бетонные или грунтовые полы, на верандах, в прихожих и на кухне — из линолеума.

Наиболее распространенными являются дошчатые полы из строганых половых реек сечением $(22...37) \times (74...124)$ мм. Для плотного соединения друг с другом рейки имеют с одной стороны паз, с другой — гребень.

На первом этаже половые рейки толщиной 37 мм можно настилать непосредственно по балкам или лагам, располагаемым через 0,6...0,8 м; при толщине 22 мм рейки настилают по черновому полу или по лагам, установленным через 0,5...0,6 м. Балки междуэтажного перекрытия устанавливают с шагом 0,4...0,5 м.

В комнатах доски располагают по направлению света, в коридорах — по направлению движения. Настилают доски паркетным или пакетным способом, гребнем вперед (рис. 9.26, а).

При паркетном способе каждую доску прижимают к ранее установленной и прибивают; при пакетном — укладывают по 10...15 досок, прижимают к ранее установленным с помощью прижимных клиньев или сжимов и прибивают. Последнюю доску ставят забивкой.

Плинтусы и другие отделочные детали устанавливают после острожки провесов (стыков досок). Для вентиляции в плинтусах сверлят или прорезают специальные отверстия.

Полы из штучного паркета укладывают на предварительно антисептированный деревянный черновой пол, фанеру или штатное основание. Паркетные клепки крепят гвоздями, забивая их в низ

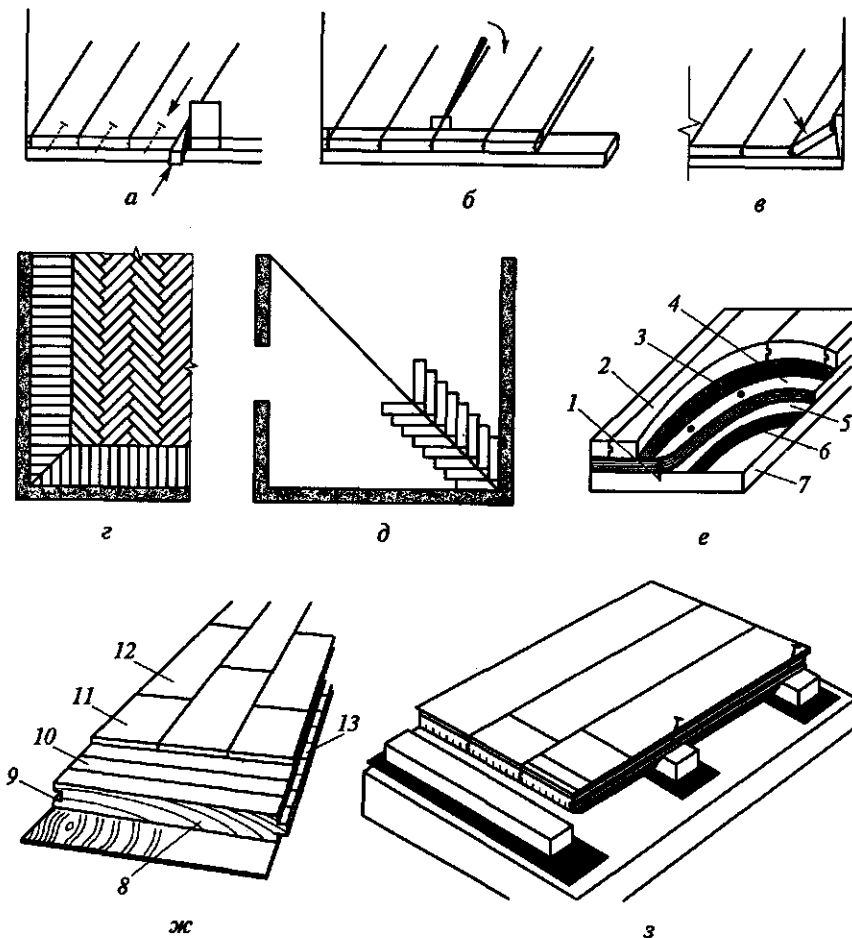


Рис. 9.26. Устройство дошчатых и паркетных полов:

а, б — дошчатых паркетным и пакетным способом; в — установка последней доски; г, д, е, ж, з — паркетные полы соответственно в обычную «елку», в косую «елку», декоративный паркет, паркетные доски, паркетные щиты; 1 — гвозди; 2 — паркетная клепка; 3 — клей; 4 — влагостойкая фанера; 5 — клей на смоляной основе; 6 — праймер; 7 — основание; 8 — листовичный слой; 9 — паз; 10 — слой мягкой древесины; 11 — слой твердой древесины; 12 — лаковое покрытие; 13 — гребень

боковой щели паза. Наиболее распространен способ укладки «в елку» вдоль длинной стены или по диагонали (см. рис. 9.26).

Для декоративного паркета может применяться укладка «в конверт», «в квадрат», «змейкой», «лесенкой» и другие способы.

Укладка паркета «в елку» осуществляется в следующей последовательности: по центру комнаты набирают насухо, а затем крепят маячный ряд; настилают основной фон «елки»; производят его обрезку параллельно расположению стен; укладывают фризовый ряд.

Технологическая схема работ при укладке декоративного паркета (рис. 9.26, е) включает в себя следующие операции:

на деревянное основание укладывают полиэтиленовую, специально фольгированную или пропиленовую пленку с выводом под плинтус;

приклеивают или прибивают многослойную фанеру или плиты ДСП;

на фанеру приклеивают паркет и пристреливают гвоздями к фанере в местах, показанных на рисунке;

выполняют окончательную отделку покрытия (острожка, циклевка, пылеудаление, финишная отделка лаком).

Описанная технология позволяет получать высококачественный пол из штучного паркета.

Паркетные доски еще сравнительно недавно настилались паркетным способом по технологии дощатых полов. Укладывали лаги или устраивали сплошной плитный настил из ДВП. Паркетные доски сплавляли сжимами, прибивали к основанию или приклеивали клеями. Такая технология еще применяется в ряде регионов страны.

В основном же применяют ленточные трехслойные «плавающие» паркетные доски, которые не приклеивают и не прибивают гвоздями к основанию, а соединяют друг с другом за счет паза и гребня (желобка и язычка) как по продольным, так и по торцовым сторонам. Собранный таким образом настил прижимают по периметру плинтусами.

Верхний слой доски покрыт наполнителем (грунтом) и несколькими слоями специального сверхпрочного лака, а калиброванные по размеру клепки из твердых пород древесины укладывают с рисунком, напоминающим штучный паркет.

Для получения более высококачественного «плавающего» пола доски, изготовленные с прослойками из натуральной пробки, при укладке склеивают друг с другом по стыкам, но не приклеивают к подоснове.

Щитовой паркет из древесины или плитной основы и облицовочного шпона крепят к плитам или брускам. Листы имеют пазы и гребни. Гвозди забивают в нижнюю щеку паза. Укладку ведут методом «на себя» — к двери.

Линолеум получил свое название по виду основного сырья — льняного масла; в натуральном виде применяется редко из-за высокой стоимости. Его повсеместно заменил синтетический линолеум — виниловое или поливинилхлоридное покрытие, безосновное или на вспененной основе, на тканом полотне или синтетическом войлоке.

Напольные покрытия из линолеума настилают на деревянные и другие основания, неровности которых не превышают 2 мм. Основания высушивают, частично или полностью шпатлюют, шлифуют и грунтуют. Для приклеивания применяют различные виды клеев и мастик.

Нарезанные для приклеивания полотнища раскатывают насухо с нахлесткой и выдерживают в таком положении 1...2 сут до полного распрямления и нагрева до температуры помещения.

Линолеум скатывают да середины помещения, наклеивают эту половину, а затем таким же образом наклеивают вторую половину, оставляя неприклеенной полосу вдоль нахлестки шириной 100 мм. После высыхания клея или мастики кромки полотнищ прирезают и приклеивают клеем или двухсторонней клейкой лентой.

При необходимости получения водонепроницаемого ковра стыки полотнищ сваривают холодным или горячим способом, т. е. склеивают специальным карандашом — распылителем — или плавлением плавящего шнура горячим воздухом от специального прибора (фена) или сварочного автомата после полного высыхания клея или мастики.

Для деревянных оснований более предпочтительной представляется укладка толстого линолеума на теплозвукоизоляционной основе или ковровина (линолеума с ворсом). Выполняется такая настилка по следующей схеме: заготавливается полотнище размером «на комнату»; после соответствующей выдержки полотнище укладывается, прирезается и прижимается по периметру помещения плинтусами или приклеивается клейкой лентой.

Технология укладки тонкого ковровина практически не отличается от традиционной технологии укладки обычного линолеума. Особенность — при укладке необходимо следить, чтобы смежные полотнища имели одинаковое направление уклона ворса.

Потолки. Наряду с полом потолок, в первую очередь, определяет архитектурную выразительность жилища. Гладкая поверхность потолка может быть получена за счет штукатурки (рис. 9.27, а), но из-за больших трудовых затрат этот способ отделки потолочных поверхностей повсеместно вытесняется другими способами.

Подшивные потолки устраиваются из фанеры, древесно-волоконистых плит, гипсокартонных листов, облицовочной доски (вагонки) и других облицовочных материалов.

Общими недостатками подшивных потолков являются неудобство в работе при креплении подшивки снизу и открытые

шляпки гвоздей или шурупов (частично устраняется за счет использования металлических клеммеров, устанавливаемых в паз обшивочной доски).

Подвесные потолки (рис. 9.27, в) используют главным образом для того, чтобы скрыть располагаемые между несущими перекрытиями и потолком электрические сети и другие коммуникации. Для этого на конструкции перекрытия устанавливают основной и несущий бруски, служащие опорой подшивки.

Монтаж подвесных потолков ведется по следующей технологической схеме производства работ:

разметка мест крепления подвесов и тяг, их установка и закрепление;

закрепление основных и несущих брусков;

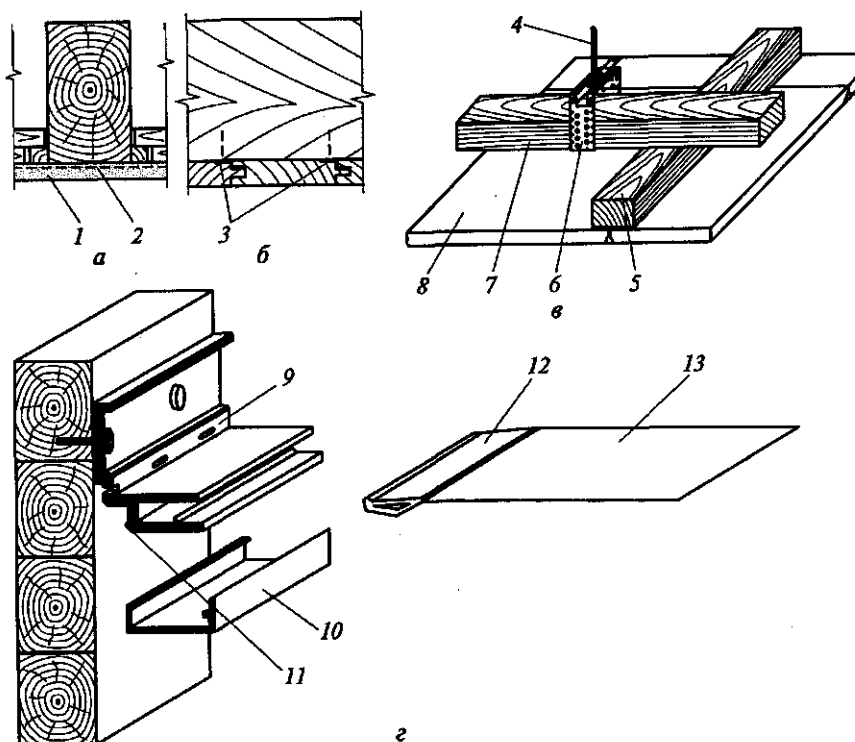


Рис. 9.27. Детали конструкции потолков:

а — оштукатуренного; б — подшитого вагонкой; в — навесного; г — натяжного;
1 — штукатурка; 2 — сетка; 3 — клеммеры; 4 — тяга; 5 — несущий брусок; 6 — подвес с зажимом; 7 — основной брусок; 8 — ГКЛ; 9 — воздушный регулятор;
10 — декоративный профиль; 11 — фиксирующий профиль; 12 — гарпун; 13 — полотно потолка

установка облицовки в проектное положение с помощью подпорки или телескопического подъемника, крепление ее к каркасу; заделка швов облицовки.

Натяжные потолки известны человечеству с давних пор. Так, на Кавказе применялась следующая технология:

на деревянный каркас натягивали ткань;

ткань смачивали водным раствором мела и высушивали;

после высыхания ткань давала усадку, образуя ровную белую поверхность.

Современная технология появилась в скандинавских странах в 60-е гг. XX в., затем получила развитие во Франции, из которой попала в Россию.

Сущность технологии заключается в следующем:

полотнища из синтетических материалов (виниловая пленка, толщиной 20 мкм) нарезают по размеру;

полотнища сваривают и заносят в помещение, в котором требуется произвести облицовку потолка; затем их укладывают на высоте 1,5 м от тепловой пушки, работающей от газового баллона;

помещение и полотнище нагревают до тех пор, пока полотно не станет мягким;

с небольшим натяжением закрепляют полотнища начиная с фиксации противоположных углов; затем продолжают натяжение равномерно с противоположных сторон. Для закрепления полотнищ используют фиксирующие профили 11 (багет) и гарпуны 12 (см. рис. 9.27, г);

устанавливают декоративные профили 10. После охлаждения потолок натягивается сам.

Благодаря такой технологии ускоряется процесс монтажа, снижаются производственные затраты, повышается качество выполнения работ.

РАЗДЕЛ III СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава 10 ВОЗВЕДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ЗАГЛУБЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

10.1. Земляные работы

Инженерными называются сооружения, не предназначенные для проживания или производственной деятельности людей, хотя их временное нахождение в таких сооружениях не исключается.

Инженерные сооружения могут подвергаться значительным статическим и динамическим воздействиям, иметь большие размеры и высоту. Поэтому их обычно возводят из железобетона или металла, используя сложные технические приемы и средства. Земляные основания под такими сооружениями должны выдерживать большие сосредоточенные нагрузки.

Основания под инженерные сооружения могут устраиваться на насыпях, полунасыпях-полувыемках, в выемках, иногда на достаточно глубоком уровне от земной поверхности, глубоко под землей и под водой (рис. 10.1).

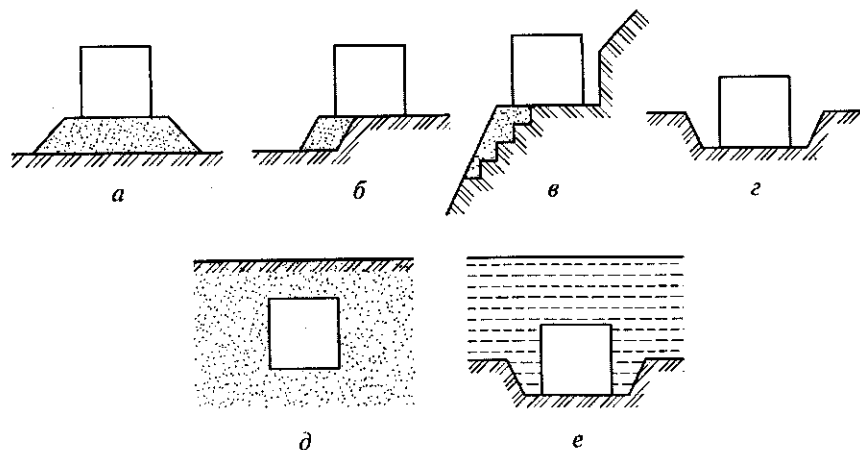


Рис. 10.1. Подготовка оснований под инженерные сооружения:

а, б, в — соответственно на насыпях, полунасыпях и полунасыпях-полувыемках; г — в выемках; д — в подземной выработке; е — под водой

Разработка грунта и подготовка основания под фундаменты заглубленных и подземных инженерных сооружений в зависимости от особенностей производства работ, грунтовых условий, объемов разработки грунта и условий его транспортирования может осуществляться гидромеханическим и механическим способами: открытым, закрытым, опускным и способом «стена в грунте». При открытом (наиболее распространенном) способе грунт разрабатывается по обычным схемам землеройными и землеройно-транспортными машинами: экскаваторами, погрузчиками, бульдозерами, скреперами, грейдерами.

Размеры выемок должны обеспечивать размещение конструкций и механизированное производство работ, выполняемых в выемке, а также возможное перемещение людей в пазах. Минимальная ширина выемки под подземные конструкции должна включать в себя ширину конструкции с учетом опалубки, толщины изоляции и креплений с добавлением 0,2...0,5 м с каждой стороны.

Выемку по глубине рекомендуется разрабатывать до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания или осуществлять их разработку в два этапа: черновая разработка с отклонениями +0,1...+0,25 м (в зависимости от вида землеройной машины) и окончательная — до проектной отметки.

На первом этапе обычно ведется механизированная экскаваторная разработка, на втором этапе грунт разрабатывается бульдозерами-планировщиками или вручную.

Отсыпку грунта производят горизонтальными или слабонаклонными слоями с тщательным уплотнением. Работы чаще всего осуществляются по технологической схеме (рис. 10.2), включающей

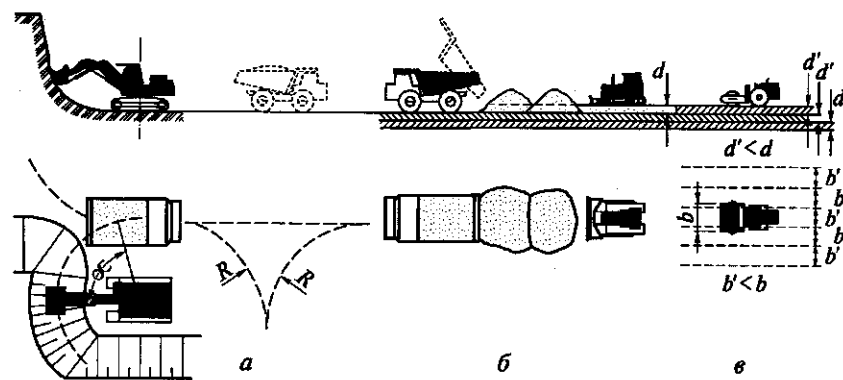


Рис. 10.2. Схема комплексной механизации земляных работ:

а — разработка и транспортирование; б — разгрузка и разравнивание; в — уплотнение

в себя разработку, транспортирование, разгрузку, разравнивание, уплотнение грунта (при необходимости его увлажнение или подсушивание).

Толщина укладываемых слоев грунта d должна соответствовать техническим возможностям имеющихся в наличии грунтоуплотняющих машин и механизмов (d' — толщина слоев грунта после уплотнения). К отсыпке последующего слоя можно приступать только после уплотнения нижележащего слоя грунта до требуемой плотности (92...98 %). Ширина уплотненной полосы b' должна быть меньше ширины прохода машины b на 0,2...0,3 м.

Для уплотнения грунта в насыпях обычно используют катки различного типа: металлические вальцовые, пневмоколесные, статического или вибрационного действия и др. При выполнении

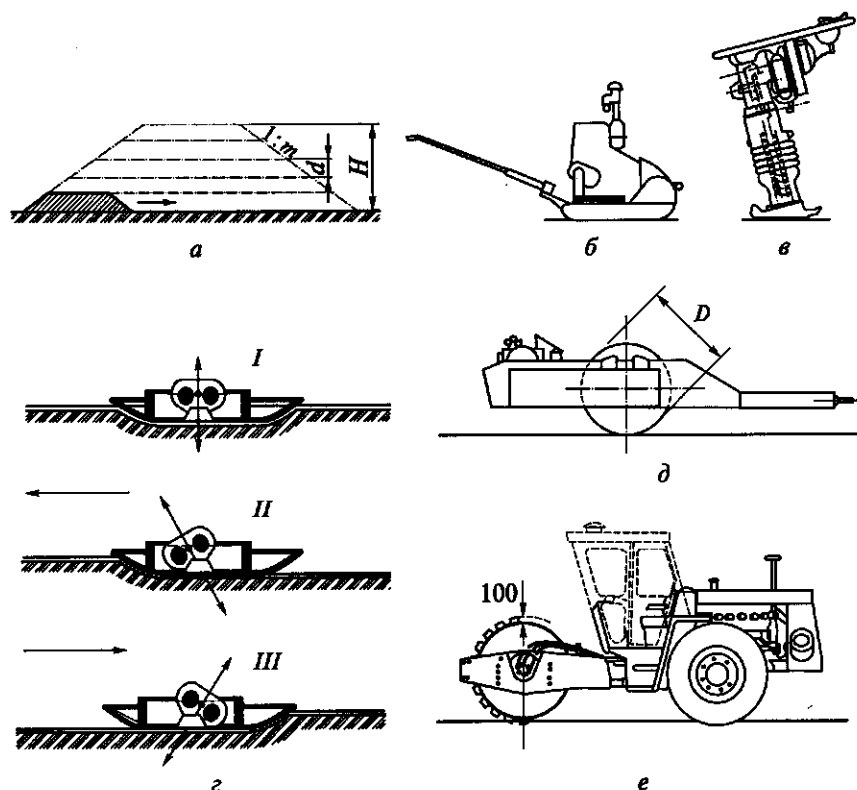


Рис. 10.3. Схемы уплотнения грунта:

a — общий вид насыпи высотой H ; b, v — уплотнение плитой и вибротрамбовкой; g — уплотнение самопередвигающейся виброплитой; d, e — уплотнение прицепным виброкатком и самоходным статическим катком диаметром D ; I, II, III — виброуплотнение соответственно на месте, при движении вперед и назад

грунтоуплотнительных работ в стесненных условиях (основания под полы, обратная засыпка пазух и т.д.), когда невозможно использовать катки, применяют виброплиты, вибрационные пневмо- и электротрамбовки и т.п. (рис. 10.3). При этом подлежащий уплотнению грунт рекомендуется путем увлажнения или подсушивания доводить до оптимальной для уплотнения влажности.

Рекомендуемая оптимальная влажность уплотняемого грунта приведена в табл. 10.1.

При уплотнении грунта обратной засыпкой следует соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить подземные коммуникации и гидроизоляцию, а также учитывать изменение свойств грунта при возможном его увлажнении, например при намокании, когда заложенные в соответствии с рекомендациями табл. 10.1 откосы могут оказаться недостаточно пологими. Поэтому часто при разработке выемок под инженерные сооружения боковые стенки выемок приходится укреплять от обрушения.

Для повышения несущей способности основания выемок под инженерные сооружения грунт часто приходится укреплять путем втапливания камня, щебня, гравия или гальки.

Если при строительстве надземных и заглубленных инженерных сооружений, как правило, применяется открытый способ разработки грунта, то при возведении подземных сооружений могут быть применены закрытые способы разработки: прокол, продавливание, горизонтальное бурение, щитовая проходка и др. Принципиальные схемы разработки грунтов закрытыми способами, применяемые в промышленном и гражданском строительстве, приведены на рис. 10.4.

При проколе на конец трубы диаметром до 400 мм устанавливается закрытый конусный наконечник, препятствующий попаданию грунта внутрь трубы. Труба врезается в грунт за счет домкрата, специального шомпола и штока. При необходимости диаметр лидирующей скважины расширяют виброуширителями.

Таблица 10.1. 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 песчаных	До 5 Более 80	До 12 Более 50	12...33 —	Более 33 —
Оптимальная влажность уплотнения, %	8...12	9...15	12...20	19...23

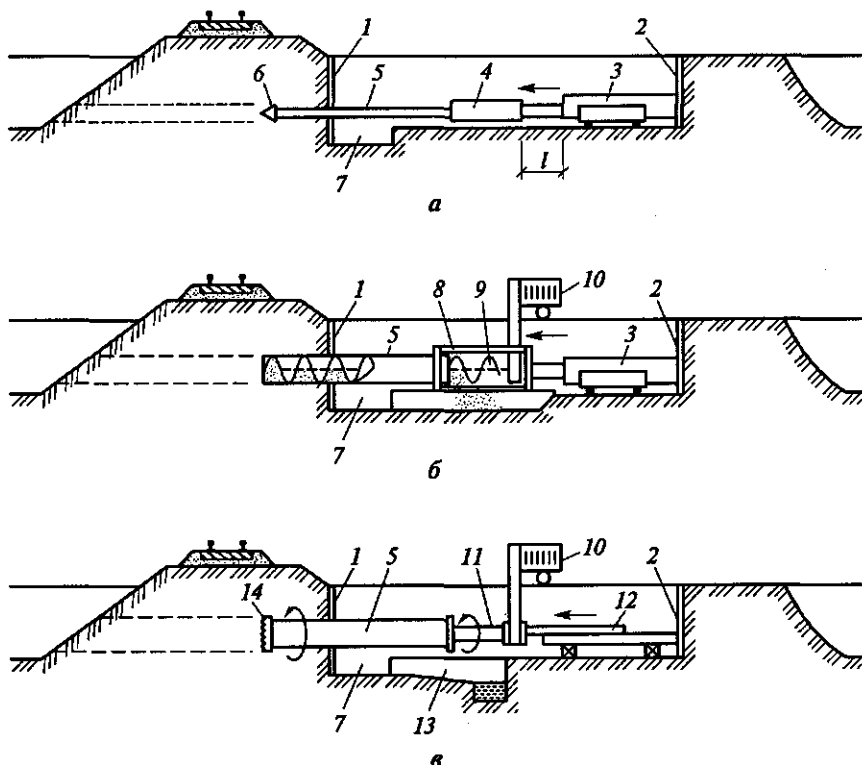


Рис. 10.4. Закрытые способы разработки грунта:

а — прокалывание; *б* — продавливание; *в* — горизонтальное бурение; 1 — ход штока; 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 — рама, передающая давление; 9 — шнековое устройство для извлечения грунта из трубы; 10 — привод; 11 — вращающийся шпиндель; 12 — реечный домкрат; 13 — лоток и приямок для пульпы; 14 — режущая коронка

При методе *продавливания* труба диаметром до 1,8 м домкратами или специальными силовыми установками проталкивается через грунт. Необходимое усилие для продавливания трубы определяется по формуле

$$P = r\pi DL,$$

где r — сила трения грунта (20...25 кН на 1 м² поверхности трубы); D — наружный диаметр трубы, м; L — общая длина продавливания трубы, м.

Часть грунта, попавшая внутрь трубы, разрабатывается и удаляется с помощью специальных челноков, ковшей, шнеков и др.

По мере врезания в грунт труба наращивается специальными патрубками.

Горизонтальное бурение скважины диаметром до 1 м и длиной до 100 м можно выполнять с помощью специальных установок для горизонтального бурения типа УГБ и ГБ. При бурении скважин длиной до 50 м могут быть использованы пневмопробойники, перемещаемые в грунте за счет сжатого воздуха и оставляющие за собой круглые скважины диаметром 135 мм. После установки расширителя диаметр скважины может быть увеличен до 400 мм.

В последнее время предложена технология горизонтального «обратного бурения». При этом способе первоначально бурится пилот — скважина диаметром 219 мм, а затем эта скважина расширяется пробуриванием в обратном направлении до диаметра 400...1200 мм. Положение буровой головки в период бурения контролируется лазером, вынесение породы на поверхность осуществляется с помощью шнека или бурового раствора.

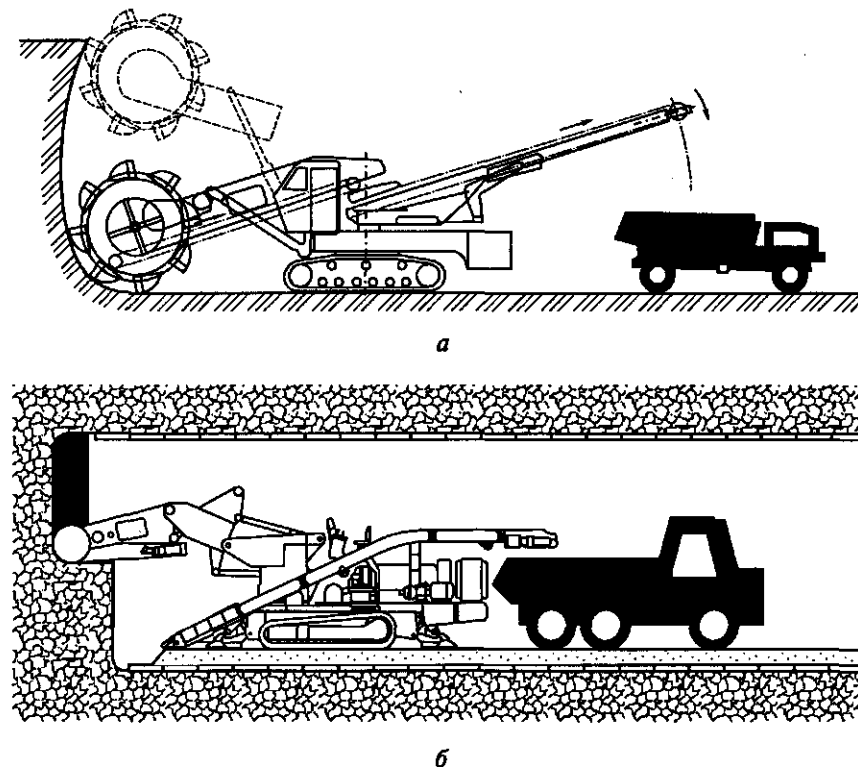


Рис. 10.5. Разработка грунта роторными стреловыми экскаваторами: *а* — при открытой разработке; *б* — при закрытой разработке

Щитовая проходка применяется при строительстве глубоко заглубленных сооружений. Сущность щитовой проходки заключается в следующем: за счет домкратов, упирающихся в наращиваемую обделку, в грунт врезается щит, под защитой которого производится разработка и подача грунта наверх через шахту транспортерами или шахтоподъемниками. Затем устанавливается очередная секция обделки и цикл врезания щита и разработки грунта повторяется. В пространство между обделкой и грунтом нагнетается инъекционный раствор.

При возведении как заглубленных, так и подземных инженерных сооружений при открытом и закрытом способе разработки грунта могут быть использованы роторные стреловые экскаваторы (рис. 10.5). Грунт разрабатывается вращающимся ротором при одновременном повороте роторной стрелы в горизонтальной и вертикальной плоскостях и через ленточный транспортер перегружается в транспортное средство, а затем отвозится по пандусу от места разработки.

Сравнительная эффективность различных способов разработки грунтов определяется критериями себестоимости, трудоемкости, продолжительности работ и другими дополнительными показателями. Процессы должны выполняться поточно при непрерывной работе исполнителей и равномерной сдаче элементов продукции. Число захваток должно соответствовать числу одновременно выполняемых процессов — частных потоков. Размеры захваток определяются необходимым фронтом работ для ведущих машин.

10.2. Возведение заглубленных и подземных сооружений открытым способом

К заглубленным относятся сооружения, нижняя часть которых располагается под землей, а верхняя — выше уровня земли. Таким образом возводятся очистные сооружения, резервуары, вагоноопрокидыватели, многоэтажные гаражи, транспортные сооружения и др. Грунт обычно разрабатывается открытым способом. При этом, как правило, производится выемка грунта, объем которого превышает объем самого сооружения.

Открытый способ целесообразно применять в сухих грунтах, когда уровень грунтовых вод находится ниже днища сооружения. Работы производят в следующем порядке: разрабатывается котлован с естественными или укрепленными откосами, на дне которого возводится сооружение; выполняется обратная засыпка пазух грунтом. Если уровень грунтовых вод находится выше основания сооружения, то приходится принимать меры по откачке воды из котлована или понижению уровня грунтовых вод.

На рис. 10.6 приведена схема возведения цилиндрического заглубленного резервуара из сборных железобетонных элементов диаметром 36 м и высотой 20 м. Котлован отрывается экскаватором открытым способом. Днище — монолитное железобетонное, остальные несущие и ограждающие конструкции (фундаменты, колонны, балки, плиты покрытия, стеновые панели) — из сборного железобетона.

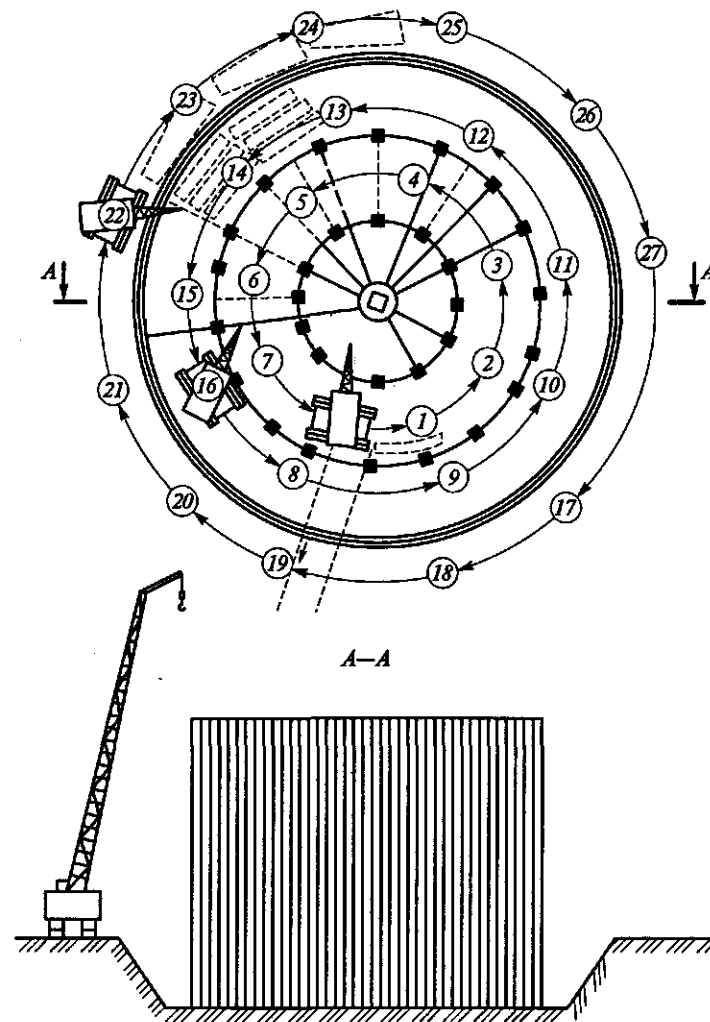


Рис. 10.6. Монтаж конструкций железобетонного резервуара:
1 ... 27 — последовательность стоянок крана

Используется следующая технологическая схема работ:
отрывка котлована, втрамбовывание в дно котлована щебня и гравия на глубину 40 мм, устройство песчаной подготовки;
инструментальная проверка сохранности разбивочных осей и высотных отметок;

установка центрального фундамента и центральной колонны, установка «с колес» стаканов фундаментов под остальные колонны;

устройство гидроизоляции и бетонной подготовки под монолитное железобетонное днище резервуара;

установка комплексным методом изнутри сооружения сборных колонн, кольцевых балок и плит покрытия первого и второго кольца (колонны при монтаже раскрепляются временными расчалками, прикрепляемыми к фундаментам и инвентарным железобетонным блокам массой до 5 т);

перевод крана на позиции с внешней стороны сооружения, монтаж несущих конструкций внешнего кольца резервуара, установка стеновых панелей, заделка стыков, устройство монолитного железобетонного днища;

набивка на стены резервуара (после достижения бетоном заделки 70 % проектной прочности) кольцевой арматуры и ее натяжение с помощью навивочной машины;

проведение заключительных работ — торкретирование железобетонных поверхностей, гидравлические испытания плотности заделки стыков, обратная засыпка пазух и др.

При заглублении инженерных сооружений значительно ниже уровня грунтовых вод открытый способ разработки грунта также является наиболее простым и доступным. Однако положение осложняется необходимостью выполнения дополнительных работ по осушению выемок с применением водоотлива или водопонижения.

В период выполнения работ нулевого цикла вначале, как обычно, устраивают котлованы необходимых размеров с откосами, бермами и площадками для размещения землеройных машин и механизмов, пандусами для съезда и выезда землеройной техники и транспортных средств, возводят сооружение и выполняют обратную засыпку пазух.

Инженерные сооружения, возводимые в открытых котлованах, могут иметь различную форму и размеры, сооружаться из металла, камня или кирпича, но чаще всего они бывают из монолитного или сборного железобетона, прямоугольными в плане с заглублением от дневной поверхности земли до 10 м.

Например, при строительстве колодцев водозаборов (рис. 10.7), расположенных у водоемов в непосредственной близости от воды, необходимо перед началом основных работ срезать откос и огранить будущий котлован земляными перемычками со шпунтовыми

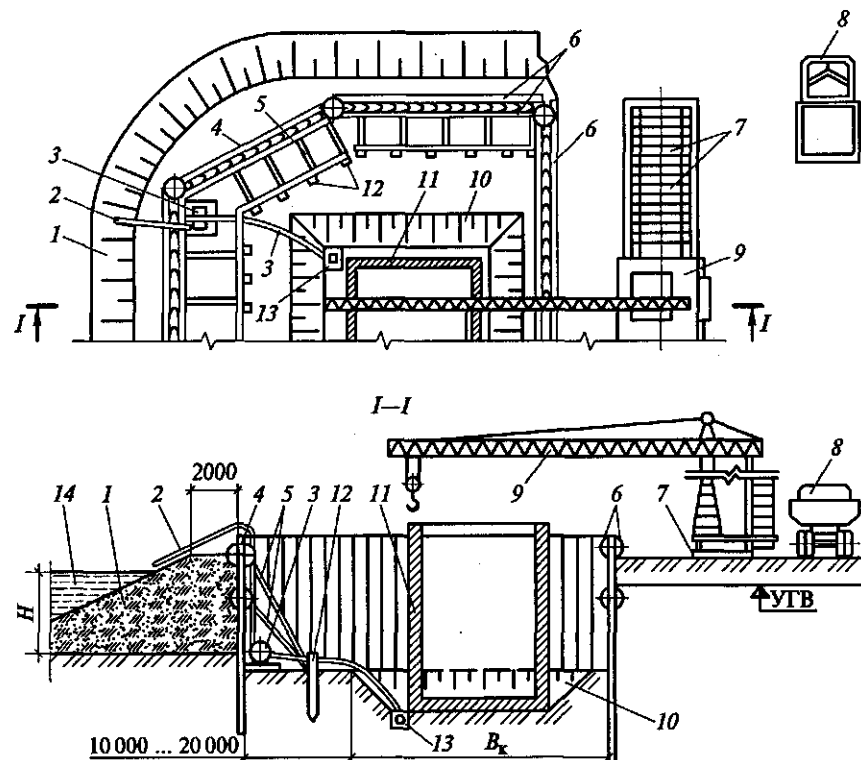


Рис. 10.7. Строительство колодцев водозаборов в открытом котловане:

1 — грунтовая перемычка; 2 — рукав (трубопровод) водоотлива из котлована; 3 — насос водоотлива; 4 — шпунтовая деревянная стенка; 5 — подкосы; 6 — скрепляющие бруссы; 7 — подкрановый путь; 8 — автосамосвал; 9 — башенный кран; 10 — котлован; 11 — строящийся колодец; 12 — упорные сваи; 13 — водоприемный зумпф; 14 — водоем

стенками, а затем произвести его осушение с помощью водоотлива или водопонижения и осуществлять его до окончания гидроизоляционных работ. Колодцы водозаборов, расположенных на некотором расстоянии от водоемов, также часто возводят в открытых котлованах с осушением грунта водоотводными канавами или иглофильтровыми установками.

При открытой разработке котлованов обычно используются одноковшовые экскаваторы, оборудованные обратной лопатой или драглайном. При небольших объемах земляных работ могут использоваться экскаваторы с грейферными ковшми. После черновой разработки котлованов зачистку дна до проектных отметок лучше всего производить бульдозерами или экскаваторами-планировщиками. Эффективным оборудованием при планировочных работах в котлованах является шнековый планировщик на базе

трактора, снимающий слой грунта до 0,2 м и отбрасывающий его своим метателем в сторону от полосы разработки. Грунт затем можно удалять из котлована самосвалами с выездом по пандусам или бадьями с помощью крана.

В тех случаях когда грунт основания имеет недостаточную несущую способность или дает большие осадки, применяют его искусственное уплотнение. Чаще всего основание дна котлована укрепляют трамбованием виброплитами с втапливанием камня или щебня на глубину около 40 мм.

До начала бетонирования основания должны быть проверены и оформлены соответствующими актами:

все скрытые работы — подготовка основания, гидроизоляция, установка закладных частей, контрольно-измерительной аппаратуры и др.;

правильность установки опалубки, облицовки, поддерживающих лесов, креплений и подмостей, рельсформ для перемещения бетоноукладочных машин, а также надежность их закрепления от динамических воздействий при укладке бетонной смеси;

точность расположения и надежность закрепления закладных деталей для анкеровки арматуры и опалубки, диафрагм и других фиксаторов положения арматуры.

Бетонное основание колодца укладывают по направляющим полосам шириной около 3 м и уплотняют виброрейками, глубинными или поверхностными вибраторами. Качество бетонной смеси должно соответствовать требованиям проекта. Чтобы смесь сохраняла свои технологические свойства до конца укладки, ее необходимо транспортировать в автобетономешалках или других транспортных средствах, в которых эти свойства сохраняются в требуемой степени.

В показанном на рис. 10.7 варианте производства работ бетонная смесь доставляется на объект самосвалами, что не является оптимальным решением, а может быть связано с отсутствием в строительной организации необходимой строительной техники. Смесь подается в опалубку башенным краном в бадье вместимостью до 1,5 м³, выгружается в переставляемые по периметру стены виброхоботы и укладывается слоями, не превышающими по высоте 1,25 рабочей части глубинного вибратора.

Кроме рассмотренной схемы бетонная смесь может укладываться непосредственно в конструкцию с использованием вибрототков, транспортеров, вибропитателей и т. п. Весьма перспективным является применение для этих целей передвижных автобетономешалок типа «PUMI», оборудованных раздаточной стрелой или транспортером.

При бетонировании стен и перекрытий заглубленных сооружений в открытых котлованах чаще всего применяется разборно-переставная мелко- и крупнощитовая опалубка или несъемная

опалубка, оставляемая затем в качестве облицовки. Работы по установке опалубки, армированию и бетонированию рекомендуется выполнять поточно, по захваткам. Продолжительность работ на захватке должна соответствовать продолжительности одной или нескольких смен.

Инженерные сооружения из сборных железобетонных элементов монтируют с помощью башенных, козловых или стреловых кранов. Предпочтение отдается самоходным гусеничным кранам, для которых не требуется устройства специальных полос движения, что является немаловажным обстоятельством в условиях строительной площадки с низким залеганием грунтовых вод. Кран следует подбирать в зависимости от размеров сооружения, массы и конструкции монтируемых сборных элементов, глубины котлована и других условий строительства.

При строительстве небольших в плане заглубленных сооружений для монтажа сборных конструкций и подачи материалов стреловые краны, как правило, размещают на дневной поверхности земли. При возведении заглубленных инженерных сооружений значительной протяженности могут быть рекомендованы рельсовые стреловые краны. Большой грузовой момент и значительная грузоподъемность на наибольшем вылете стрелы дают возможность монтировать этими кранами все сборные элементы при расположении крана с одной стороны котлована. Краны этого типа могут перемещаться вдоль пути с подвешенным грузом, благодаря чему их производительность на монтаже сборных элементов на 20 % выше, чем у гусеничных и пневмоколесных кранов.

При строительстве больших заглубленных сооружений для монтажа элементов с бровки котлована требуются краны очень большой грузоподъемности (соответственно дорогостоящие). Поэтому стреловые краны часто опускают на дно котлована или на откосах котлована устраивают бермы для размещения на них грузоподъемных и транспортных средств.

В зависимости от размеров возводимого сооружения, массы сборных элементов и принятой схемы производства работ кран иногда устанавливают непосредственно на бетонное или железобетонное днище. При этом бетон или сборные элементы доставляют автотранспортом на дно котлована, а затем краном подают к месту укладки, что является одним из наиболее рациональных решений, так как позволяет наиболее полно использовать грузоподъемность при минимальном вылете стрелы. Если такое решение невозможно, то кран располагают на дне котлована за пределами габаритов сооружения с одной из его сторон. При ширине прямоугольного сооружения более 24 м и большой массе сборных элементов краны приходится располагать на дне котлована с двух сторон сооружения. Следует учитывать, что при выборе схемы расположения кранов на дне за пределами габаритов возводимого

сооружения увеличиваются объемы земляных работ, а также периметр систем водоотлива или водопонижения, что, в свою очередь, приводит к общему удорожанию строительства.

При строительстве заглубленных сооружений в открытых котлованах возможна и такая схема производства работ, при которой один кран располагают на дне котлована, а другой — на поверхности земли у бровки откоса. В этом случае доставленную автотранспортом бетонную смесь, сборные элементы и другие материалы подают краном, расположенным на поверхности, на площадку крана, находящегося на дне котлована, для последующей подачи их к месту укладки.

После возведения сооружений в открытых котлованах производят обратную засыпку пазух грунтом (иногда с добавлением песка и щебня). Под пристройку рекомендуется устраивать свайные основания или укладывать сплошные железобетонные плиты. Некачественное выполнение заключительных работ может вызвать просадки оснований и деформации участков площадок в период эксплуатации сооружений, а также повреждение некоторых конструктивных элементов (отмосток, дорог, примыканий трубопроводов, камер переключений, колодцев и т. п.).

При возведении открытым способом подземных сооружений, располагающихся на глубине до 15 м от поверхности земли, для закрепления земляного массива (особенно при строительстве сооружений в черте города) могут быть использованы временные крепления, сваи и шпунтовые ограждения, искусственное замораживание стенок котлована, постоянные и временные анкеры, удерживающие несущие временные конструкции.

На рис. 10.8 приведена технологическая схема устройства участка тоннеля метрополитена в открытом котловане со свайным креплением, заглубленным на 12 м от поверхности земли.

Работы выполняют в следующей последовательности:

производят трассировку сооружения и разметку осей, определяют и закрепляют выносками места забивки свай;

устанавливают шпунтовое ограждение, вскрывают контрольную траншею и забивают сваи (в случае близкого расположения фундаментов построенных ранее зданий забивные сваи следует заменить набивными, бетонируемыми без извлечения обсадных труб);

между рядами свай разрабатывают грунт экскаваторами-драглайнами, установленными на поверхности, и бульдозерами, опущенными в котлован;

козловыми (или стреловыми) кранами монтируют пояса, элементы распорной системы или анкерной крепи;

устанавливают бетонную подготовку по утрамбованному и укрепленному втапливанием щебня земляному основанию;

выполняют проектную гидроизоляцию лотка;

монтируют сборные элементы отделки;

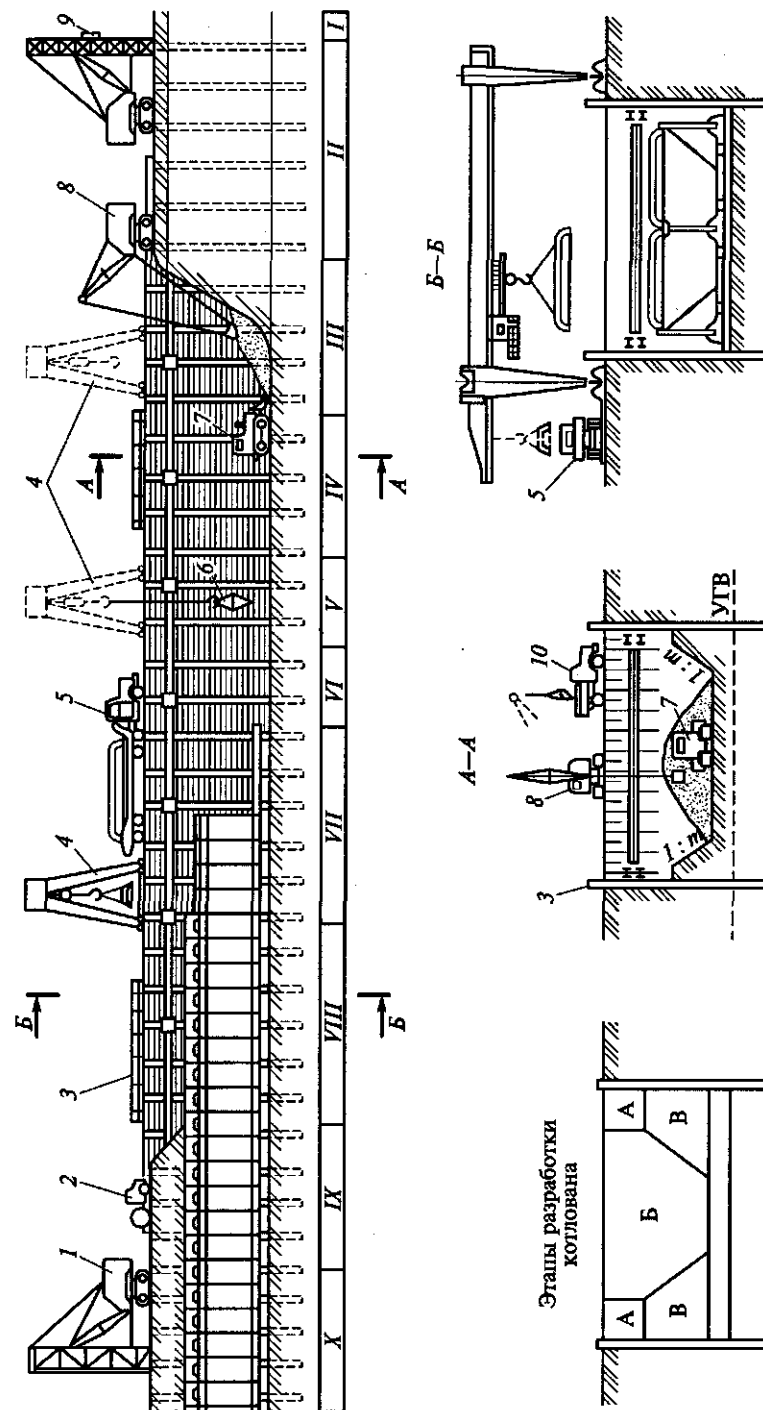


Рис. 10.8. Технологическая схема сооружения тоннеля в открытом котловане со свайным креплением:

1 — установка для извлечения шпунта; 2 — каток; 3 — ограждение котлована; 4 — козловый кран; 5 — трейлер; 6 — бункер для бетона; 7 — бульдозер; 8 — экскаватор; 9 — установка для забивки свай; 10 — самосвал; УГВ — уровень грунтовых вод

выполняют гидроизоляцию стен и перекрытий в соответствии с проектом;

производят обратную засыпку пазух и перекрытия;

извлекают шпунт и восстанавливают элементы ландшафта.

При устройстве шпунтового ограждения необходимо учитывать, что применение вибропогружения вблизи фундаментов соседних зданий и сооружений может привести к их осадкам и деформациям. Поэтому в условиях, когда фундаменты возводимых подземных сооружений располагаются ниже существующих фундаментов и в непосредственной близости от них, при отрывке котлована выполняют следующие мероприятия: предварительно (до рытья котлована) опирают существующие фундаменты на временные опоры или сваи; устраивают опускную крепь, в которую заключают существующий фундамент; вдавливают шпунтовое ограждение или сваи с последующей установкой распорных конструкций, анкеров и других креплений.

10.3. Возведение подземных инженерных сооружений опускным способом

Общая технология работ. Опускным способом возводят насосные станции, отстойники и подземные резервуары, скиповые ямы, подземные части установок для непрерывной разливки стали и крупного дробления руды, фундаменты тяжелого оборудования и другие подземные инженерные сооружения, строительство которых, особенно в обводненных грунтах, представляет большие сложности.

Сущность способа опускания заключается в том, что на поверхности, непосредственно на месте будущего сооружения, изготавливается открытая сверху и снизу железобетонная оболочка (колодец), которая опускается под действием собственной массы, если под ней разрабатывают грунтовое основание.

Условие опускания может быть выражено следующей формулой:

$$0,9Q > 1,2\pi Dhr,$$

где 0,9 и 1,2 — соответственно коэффициенты перегрузки и условий работы; Q — масса колодца; πD — периметр стен колодца; h — высота слоя грунта, контактирующего со стенами колодца; r — удельная сила трения между бетоном и грунтом.

Толщина стен колодца (0,4...1,2 м) назначается не по условиям их прочности, а по необходимости создания достаточно большой массы для лучшего преодоления трения грунта. Для облегчения опускания стены колодца изготавливают ступенчатого сечения с уступом 7...15 см (рис. 10.9) или придают стенам наклон

1 % для уменьшения сечения в верхней части стен, в полость между стеной и грунтом закачивают тиксотропный раствор бентонитовой глины («тиксотропная рубашка»), значительно снижающей силы бокового трения. Для этих же целей нижнюю часть стен колодца оборудуют стальным «ножом» из уголка или тавра. Силы трения между опускаемым колодцем и грунтом можно значительно уменьшить, если по специально подведенным к ножу и наружным поверхностям стен колодца трубкам подвести воду.

При наличии в основании однородных грунтов без крупных каменных включений предварительно (для уменьшения высоты оболочки) отрывают котлован, дно которого должно находиться выше уровня грунтовых вод приблизительно на 0,5...1 м, или (на местности, залитой водой) насыпают насыпь высотой не менее 0,5 м над поверхностью воды. Перпендикулярно осям стен устанавливают временные опоры из бревен, пластин или шпал, на

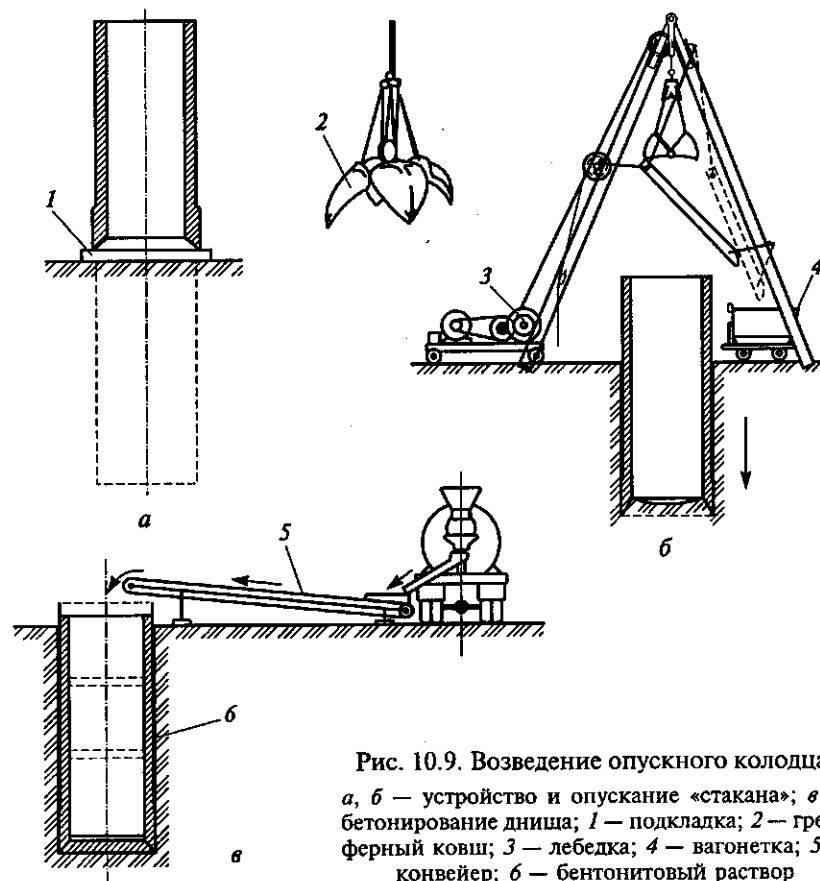


Рис. 10.9. Возведение опускного колодца:
а, б — устройство и опускание «стакана»; в — бетонирование дна; 1 — подкладка; 2 — грейферный ковш; 3 — лебедка; 4 — вагонетка; 5 — конвейер; 6 — бентонитовый раствор

которые опирают возводимое опускное сооружение. Перед погружением опоры убирают, разрабатывают грунт внутри сооружения, в результате чего оно опускается под действием собственной тяжести.

Процесс возведения колодца включает в себя следующие этапы: устройство рабочей площадки и временных опор, ярусное или полное изготовление стакана, гидроизоляция стен, опускание колодца, устройство днища и перекрытий, установка оборудования, устройство покрытия и кровли.

После погружения оболочки на проектную глубину и удаления из нее грунта образовавшаяся полость может заполняться бетонной смесью на всю высоту для образования тела фундамента или только частично для образования днища подземной части сооружения.

В основном применяются опускные железобетонные колодцы (хотя не исключено применение других материалов). Железобетонные колодцы изготавливают монолитными или сборными диаметром до 50 м и более, иногда на глубину до 70 м. Они могут быть квадратными, прямоугольными или овальными в плане, но обычно изготавливаются круглой формы, так как круглый опускной колодец лучше работает на сжатие и меньше подвержен кренам при опускании.

Грунт обычно разрабатывают механическим способом, но иногда может применяться гидромеханическая разработка с использованием для размыва и подъема грунта гидромониторов, землесосных снарядов, эрлифтов или гидрожелонков. Различают механическую разработку грунта «насухо» и с выемкой из-под воды. В первом случае землеройные механизмы работают под землей, для чего их опускают на дно выемки, а грунтовые воды понижают иглофильтрами или откачивают, во втором — экскаваторы, располагаясь на земной поверхности, разрабатывают грунт с использованием четырех- или двухчелюстных грейферов.

Технология устройства монолитных колодцев. До начала сооружения колодца проводят подготовительные работы: готовят места опускания (снятие растительного слоя, устройство пионерного котлована, углубления или насыпи, устройство песчано-гравийной подушки и др.); заготавливают элементы лесов, опалубки, кружал, креплений, металлической ножевой части.

Подкладки размерами 2...3,5 м раскладываются по периметру стен (рис. 10.10, а) по тщательно выровненной песчаной, песчано-гравийной или щебеночной подготовке с зазором 0,15...0,2 м, втапливанием на 1/2 высоты и подбивкой песка. Для крупных колодцев, возводимых на слабых грунтах, могут устанавливаться опоры из песчано-гравийных призм.

На следующем этапе работ укладывают металлический нож и устанавливают опалубку первого (ножевого) яруса колодца. Обычно

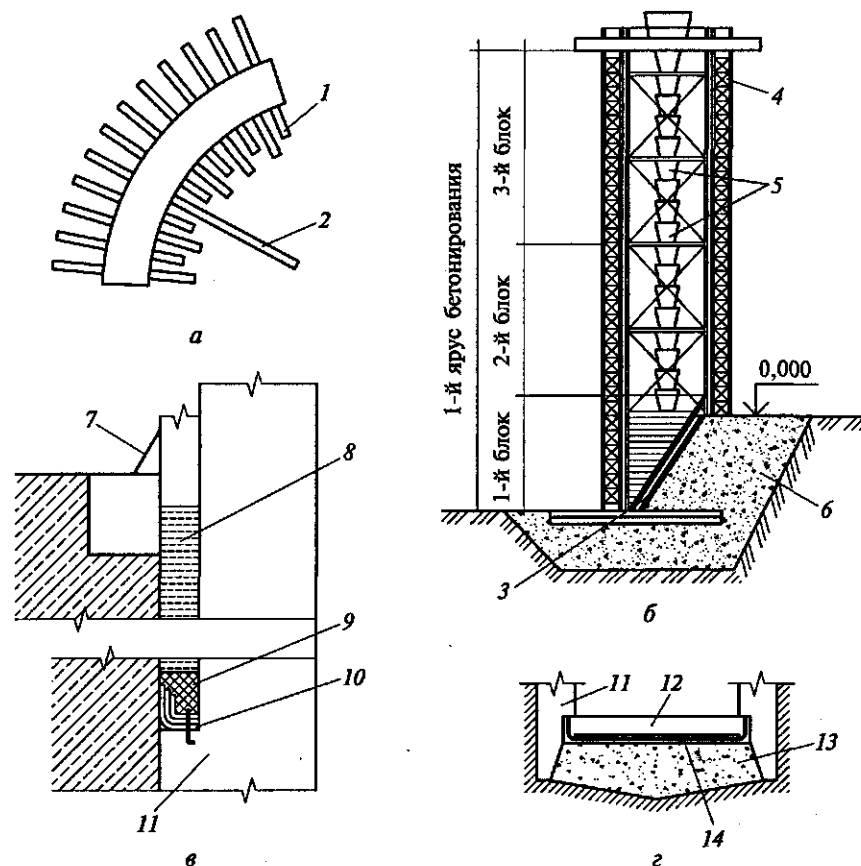


Рис. 10.10. Возведение монолитных железобетонных колодцев:

а — установка подкладок; б — бетонирование стен; в — устройство тиксотропной рубашки; г — бетонирование днища; 1, 2 — подкладки под стены; 3 — металлический нож колодца; 4 — опалубка; 5 — хобот; 6 — песчано-гравийная призма; 7 — форшахта; 8 — тиксотропный раствор; 9 — мягкая глина; 10 — замковое уплотнение из листовой резины; 11 — стена; 12 — железобетонное днище; 13 — бетонная подушка; 14 — гидроизоляция

используется щитовая разборно-переставная опалубка или опалубка из отдельных досок.

Колодцы высотой до 10 м можно бетонировать в один ярус. Стены колодцев большей высоты опалубливают и бетонуют ярусами высотой до 6...8 м. При этом может быть применена как подвесная и щитовая деревометаллическая опалубка, так и опалубка, оставляемая в конструкции стен в качестве гидроизоляции — несъемная металлическая или опалубка из железобетонных тонкостенных плит. Но наибольшее распространение получила раз-

борно-переставная опалубка, монтируемая из деревянных щитов со стационарных или инвентарных лесов и подмостей.

Распространена следующая технологическая схема работ: устанавливают опалубку внутренней поверхности стены и арматуру на всю высоту яруса; устанавливают опалубку с наружной стороны стены высотой на один блок (в зависимости от высоты щитов — 1,2...2 м); бетонируют блок; наращивают наружную опалубку и бетонируют следующий по высоте блок.

Для армирования стен применяются армокаркасы, армосетки и армоблоки, изготавливаемые из арматуры классов А-II или А-III и поставляемые к месту установки в готовом виде. Их монтируют последовательно по контуру стен колодца с помощью крана и скрепляют между собой поперечными связями и скрутками. Металлические хоботы и приемные бункеры для укладки бетонной смеси монтируют в собранном виде одновременно с арматурой.

При проведении железобетонных работ, в зависимости от размеров колодца, могут использоваться башенные, стреловые или козловые краны.

В большинстве случаев колодцы погружают ниже уровня грунтовых вод, поэтому бетон, укладываемый в стены и днище, должен быть не только прочным, но и плотным, водонепроницаемым. Для приготовления бетонной смеси должны использоваться цементы марки не ниже М300, а при сооружении колодцев в агрессивных средах — специальные сульфатостойкие и другие цементы, противодействующие агрессивной среде.

В опалубку опускного колодца бетонную смесь подают бетононасосами или кранами в бадьях. Подача бетонной смеси бадьями непосредственно в конструкцию обычно практикуется при бетонировании крупных блоков, например днища. При устройстве стен смесь желательно подавать по хоботам, располагаемым по периметру колодца и укрепляемым на несущих арматурных каркасах или опалубке (см. рис. 10.10). Расстояние между приемными загрузочными воронками назначается с таким расчетом, чтобы не возникало необходимости дополнительной перекидки бетонной смеси при укладке. При небольших объемах работ смесь может подаваться по лоткам.

Бетонная смесь укладывается последовательно по всему периметру стены слоями толщиной 0,2...0,5 м, но не больше, чем 1,25 длины рабочей части глубинного вибратора. Укладка каждого слоя должна производиться до схватывания бетона ранее уложенного слоя. При перерывах в бетонировании ранее уложенный слой бетона должен набрать прочность не менее 1,5 МПа, затем следует произвести насечку поверхности и очистить ее от мусора сжатым воздухом и струей воды. Поверхность также должна быть очищена проволочными щетками от грязи и образовавшейся на ней цементной пленки. Если цементная пленка затвердела, то ее следует

удалить с помощью пневматического молотка. После обработки поверхность тщательно промывают 1 %-м раствором сульфитно-дрожжевой барды (СДБ).

Наиболее высокое качество укладки бетонной смеси обеспечивается при непрерывном бетонировании, поэтому бетонные работы должны быть организованы так, чтобы протяженность таких швов была минимальной, а ответственные конструктивные элементы колодца, которые будут находиться под напором воды в период эксплуатации, бетонировались непрерывно.

Для предотвращения обрушения грунта у стен колодца вблизи дневной поверхности можно произвести срезку бровки под углом, равным или меньшим угла естественного откоса грунта. Однако с этой целью и для создания гидростатического напора в верхней зоне тиксотропной рубашки более предпочтительным является устройство форшахты из металлического листа толщиной 3...5 мм и высотой 1 м с опорой в виде железобетонного кольца, уложенного по бровке полости тиксотропной рубашки.

После бетонирования стен первого яруса удаляют крепления опалубки, срезают скрутки, освобождают болты, удаляют расклинки и т. п. Опалубочные щиты снимают с помощью крана в последовательности, обратной порядку их установки. Перед погружением на наружные поверхности колодца наносят гидроизоляцию и удаляют прокладки.

Для гидроизоляции стен колодца могут быть нанесены торкрет — штукатурка, слой битумного раствора, оклеечная и асфальтовая изоляция, а также жесткая листовая гидроизоляция из металлических листов. Иногда в качестве гидроизоляции применяются эпоксидно-стеклопластиковые и ребристые полиэтиленовые покрытия. На практике в качестве гидроизоляции стен колодцев чаще всего применяется торкрет — штукатурка толщиной не менее 30 мм.

Извлечение прокладок — наиболее ответственная работа, требующая особого внимания и тщательности, чтобы не допустить перекосов колодца при погружении и обеспечить постепенное и равномерное включение его стен в работу. Прокладки удаляют попарно, симметрично с противоположных сторон, взамен удаляемых прокладок под нож подбивают грунт. Последними извлекают так называемые фиксирующие пары прокладок, расположенные перпендикулярно друг другу.

Снятие с опор и погружение первого яруса колодца производится после достижения бетоном стен проектной прочности. При погружении разработку грунта в сухих условиях можно выполнять экскаваторами или бульдозерами, размещаемыми внутри оболочки, а подъем грунта осуществлять в бадьях при помощи кранов, установленных на дневной поверхности земли, или грейферными ковшами.

Первоначально грунт разрабатывают в центральной части обочины, оставляя берму у ножевой части колодца. По мере уменьшения ширины бермы колодец врезаются в грунт и отваливает оставшуюся часть бермы. Когда нож опускается до уровня поверхности грунта внутри колодца, экскаватором вновь производят углубление — таким способом колодец погружается до заданной отметки.

При небольших перекосах при погружении колодца (кренах) его можно выровнять путем выемки грунта под ножом с отстойной стороны. При значительных кренах колодец можно выровнять методом последовательных качаний. Если это не дает желаемого результата, то под пониженную часть ножа устанавливают специальные железобетонные опоры и разрабатывают грунт с противоположной крену стороны или сверху пригружают стены в этом месте.

После погружения первого яруса устанавливают опалубку, бетонируют стену и выдерживают бетон до 70 % проектной прочности, после чего опускают следующий ярус. Для уменьшения сил трения наружной поверхности колодца о грунт полость вокруг стен колодца заполняют тиксотропным раствором (суспензией) бентонитовой глины, для чего предварительно по периметру наружного выступа стены устраивают горизонтальное замковое уплотнение из эластичного материала и мягкой глины (0,5...0,7 м), а на дневной поверхности земли срезают часть бровки или устанавливают форшахту (рис. 10.10, а). По мере погружения колодца уровень раствора в форшахте поддерживается постоянным.

Разработку грунта без водоотлива (так же как и «насухо») можно выполнять грейферами вместимостью 0,5...2 м³, которые разрабатывают грунты без опускания экскаватора на дно выемки, лопасти грейферов должны быть снабжены специальными зубьями (см. рис. 10.9), которые позволяют грейферу успешно врезаться в грунт. В последнее время вместо обычных стали используют виброгрейферы с вибропогружателями.

Завершающей операцией по опусканию колодца является устройство днища. При отсутствии в основании воды осложнений в период бетонирования днища не возникает. При погружении колодца в обводненные грунты вначале, используя методы подводного бетонирования, устраивают бетонную подушку (рис. 10.10, а). После набора бетоном подушки достаточной прочности воду из колодца откачивают и под прикрытием подушки устраивают гидроизоляцию, армируют и бетонируют днище.

Возведение сборных опускных колодцев. Колодцы со стенами из монолитного железобетона обычно возводят в тех случаях, когда подземное помещение по технологическим требованиям имеет сложное очертание в плане, когда нет возможности изготовить и смонтировать сборные панели или сборный опускной колодец конструктивно более тяжело выполнить, чем монолитный, а так-

же когда необходимо проходить сложные грунты или грунты с большим количеством валунов.

Во всех других случаях рекомендуется сооружать опускные колодцы из сборных тонкостенных плоских железобетонных панелей или пустотелых блоков. Первые обычно применяют при глубине опускания колодцев 20...25 м, пустотелые железобетонные блоки — при строительстве крупных опускных колодцев с глубиной опускания 30...40 м и более.

Опускные колодцы со стенами из сборных железобетонных панелей могут быть полностью сборными или сборно-монолитными (с монолитной ножевой частью) с совмещенным или съемным ножом. Временные опоры сборных колодцев устраивают из железобетонных плит или блоков, к которым железобетонные панели стен крепятся сваркой или болтами. Для удобства разборки блоков перед погружением колодца их укладывают по периметру стен колодца под ножом двумя кольцами с зазором 30...50 мм.

На рис. 10.11, а приведена схема подготовки основания под ножевую часть опускного колодца из сборных железобетонных панелей. Первоначально по контуру стен разрабатывается котлован глубиной 0,6...0,8 м и шириной внизу 2...2,5 м, по наружному контуру стен колодца бетонируется форшахта, подсыпается с уплотнением песчано-гравийная подушка, монтируются опорные кольца, пространство между ними и форшахтой заполняется щебнем с тщательным уплотнением.

При сборно-монолитной конструкции колодца, т. е. когда ножевую часть армируют и бетонируют непосредственно на месте погружения, основание под нож подготавливают так же, как и при монолитных опускных колодцах. Технология возведения стен сборных колодцев существенно отличается от технологии устройства монолитных колодцев — оболочки монтируются на дневной поверхности земли сразу на всю высоту и погружаются не отдельными ярусами, а в целом виде.

В состав работ входят монтаж стен ограждения, замоноличивание стыков, погружение колодца, устройство монолитного железобетонного днища, монтаж перекрытий и перегородок.

Монтаж стеновых ограждений первого яруса осуществляется с использованием специальных стационарных или консольно-поворотных кондукторов.

Кондукторы стационарного типа (рис. 10.11, б) используются при монтаже стен сравнительно небольших колодцев при строительстве насосных станций, водозаборов и других водопроводных и канализационных сооружений. При монтаже сборных конструкций кран обычно располагают с наружной стороны колодца. Последовательно монтируя по периметру панели первого яруса, кран перемещается вокруг колодца по спланированной и укрепленной щебнем круговой полосе движения.

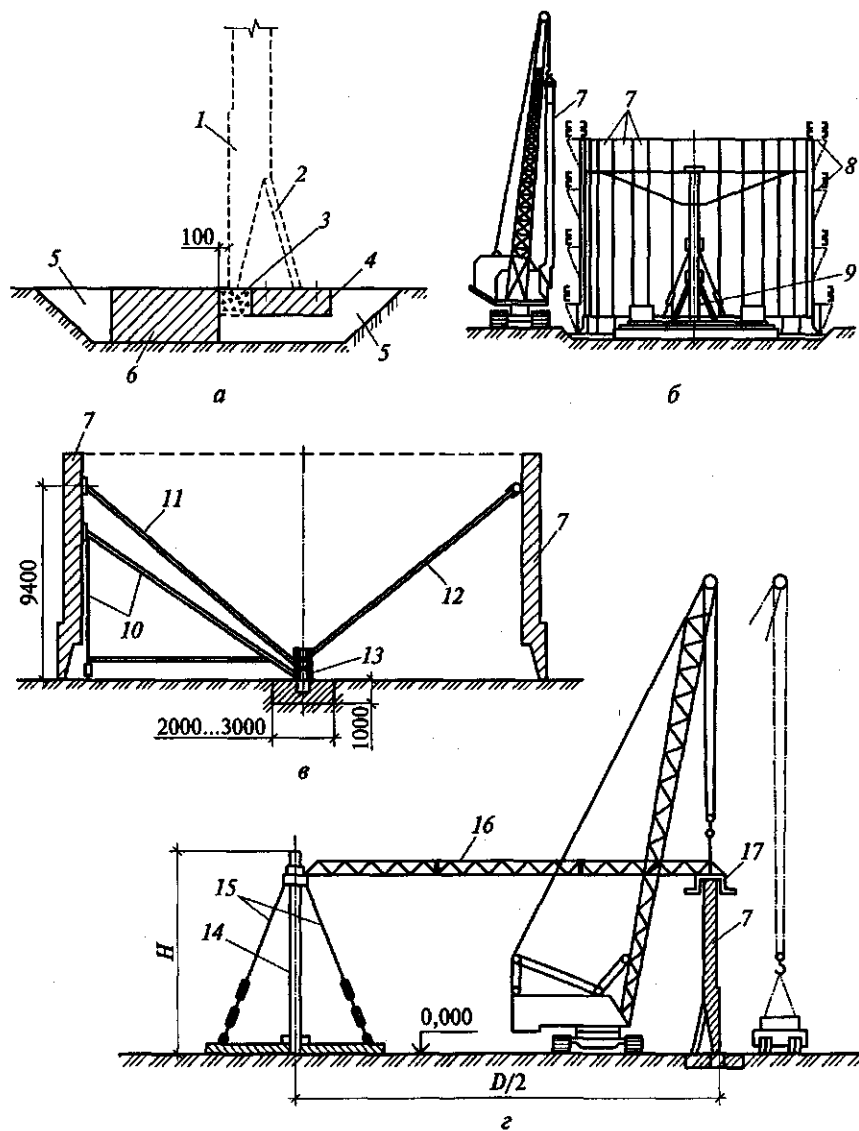


Рис. 10.11. Монтаж сборных опускных колодцев:

а — подготовка основания; *б, в, г* — устройство стен с помощью кондукторов, соответственно стационарного, с поворотными раскосами, с поворотной распоркой; 1 — нож; 2 — распорные стойки; 3 — уплотненный щебень; 4 — опорное кольцо; 5 — песчано-гравийная подушка; 6 — формашта; 7 — стеновые панели; 8 — подмости; 9 — кондуктор; 10 — подвижная ферма; 11, 12 — упорные трубы; 13 — трубчатая опора; 14 — мачта высотой H ; 15 — растяжки; 16 — поворотная распорка; 17 — опорная часть кондуктора; D — диаметр ножевой части

Кондукторы с поворотными раскосами (рис. 10.11, *в*) используют при монтаже стен колодцев массового применения диаметром 8...24 м с толщиной стен 0,4...0,8 м. Кондуктор состоит из короткой трубчатой опоры, забетонированной в фундаменте. На нее свободно надевают три патрубка, жестко соединенных с фермой и двумя опорными трубами, равными внутреннему радиусу колодца и фиксирующими положение верхней части панелей. После скрепления панелей между собой металлическими накладками упорные трубы отсоединяют, снимая болтовые крепления, а затем поворачивают к следующей устанавливаемой панели.

Стеновые панели монтируют в следующей технологической последовательности. Подвижную ферму 10 устанавливают в положение для монтажа первой панели и прикрепляют к ней. Затем на высоте 9,4 м от земли устанавливают и закрепляют на первой панели упорную трубу 11. Подвижную ферму 10 освобождают от первой панели и устанавливают в положение для монтажа второй панели. Устанавливают вторую панель и закрепляют ее верхнюю часть упорной трубой 12. Освобождают ферму 10, устанавливают ее в положение для монтажа третьей панели и так далее, до полного окончания монтажа стен колодца.

Кондукторы с поворотной распоркой (рис. 10.11, *г*) применяют при монтаже стен колодцев диаметром до 60 м с толщиной стен 0,6...0,9 м. Кондуктор состоит из центральной мачты, устанавливаемой в центре колодца на растяжках, и поворотной распорки, фиксирующей положение верхней части панели при монтаже. Кран размещается внутри колодца и монтирует панели «на себя», перемещаясь по внутреннему периметру оболочки. Последние 3...4 панели устанавливают с наружных стоянок после выезда крана из внутренней полости оболочки.

Панели скрепляют между собой временной сваркой с обеих сторон с помощью накладок. После окончательной выверки в целях получения гладкой наружной поверхности накладки с наружной стороны оболочки удаляют, а с внутренней — приваривают окончательно. В дальнейшем они служат внутренней опалубкой стыков панелей.

Дальнейшие работы по армированию и бетонированию стыков между стеновыми панелями колодца выполняют с подвесных лесов или подмостей.

При монтаже второго яруса стеновых панелей колодца используют только распорки, все остальные приспособления демонтируют, так как геометрические размеры колодца уже зафиксированы при монтаже первого яруса. Вертикальность панелей второго яруса определяется по отвесу и теодолиту. Все операции по монтажу панелей второго яруса и заделке вертикальных стыков аналогичны работам, выполняемым при возведении первого яруса.

Горизонтальный стык между верхним и нижним ярусами панелей выполняют из двух стальных горизонтальных полос, привариваемых сплошным швом с наружной стороны к закладным деталям панелей, с внутренней — к металлической гидроизоляции. С наружной стороны шов покрывают битумной гидроизоляцией, с внутренней — защищают арматурной сеткой, торкретируют или заделывают раствором и также гидроизолируют.

Размеры многпустотных железобетонных блоков зависят от размеров сооружений и имеющегося кранового оборудования для их монтажа. Стены из пустотелых блоков монтируют ярусами по 5...7 блоков по высоте в каждом ярусе. К монтажу блоков каждого последующего яруса приступают после опускания колодца на высоту предыдущего яруса.

Блоки монтируются теми же стреловыми кранами, которые используются для монтажа панелей. Их укладывают на цементном растворе друг на друга с образованием вертикального стыка на всю высоту яруса и армируют стык вертикальной арматурой. После сварки горизонтальных выпусков арматуры блоков между собой и установки с обеих сторон прикрепляемых к арматуре опалубочных щитов все стыки замоноличиваются с навесных монтажных площадок и подмостей. По окончании бетонирования стыков для повышения прочности и жесткости конструкции по верху каждого яруса армируют и бетонируют монолитный железобетонный пояс высотой до 1 м. Ярус опускают после достижения бетоном стыков и пояса проектной прочности и выполнения гидроизоляционных работ.

Стены сборных опускаемых колодцев обычно монтирует одна специализированная бригада, состоящая из трех звеньев: одно звено выполняет монтажные работы, второе — сваривает между собой элементы и армирует стыки, третье — выполняет работы по замоноличиванию стыков и их герметизации.

После монтажа стен сборного колодца наиболее ответственным является снятие его с временных опор. Порядок снятия колодца с опор следующий: срезаются металлические упоры, удаляются деревянные стойки и бетонные блоки с подбивкой пустот песком. Устраивается замок для удержания тиксотропной суспензии, бетонируется кольцо формашты.

Методы разработки грунта и опускания сборного колодца почти не отличаются от методов погружения монолитного колодца. Однако использование тонкостенных железобетонных панелей может потребовать проведения специальных мероприятий по предупреждению всплывания и перекосов колодца при погружении. Одним из таких мероприятий является метод принудительно регулируемого погружения колодцев с помощью домкратов.

Для этого перед началом возведения опускаемого колодца по периметру наружных стен на расчетном расстоянии друг от друга на глубину ниже погружения дна колодца устанавливают анкер-

ные сваи и закрепляют анкерные канаты (тяжи). После возведения на стенах колодца монтируют специальные домкраты, в замках которых закрепляют свободные концы тяжей.

При погружении колодца грунт вынимают в его центральной части, оставляя, как обычно, бермы у ножевой части оболочки. После разработки грунта на необходимую глубину включают домкраты и колодец равномерно по всему контуру вдавливаются в грунт. После этого разрабатывают грунт бермы, разрушенный во время вдавливания колодца, и цикл повторяется.

Изменяя усилие домкратов, регулируют глубину вдавливания ножа по контуру опускаемого сооружения, т.е. управляют процессом погружения и препятствуют всплыванию колодца. Таким образом можно исключить возможность перекосов, зависаний и проскоков колодца. Кроме того, сокращаются сроки строительства, трудоемкость и объемы разрабатываемых земляных масс, повышается качество работ.

В дальнейшем выполняются те же операции, проведение которых осуществляется при опускании монолитных колодцев.

Возведение опускаемых колодцев под водой. Работы по возведению инженерных сооружений под водой, например мостовых опор в руслах быстротекущих рек, очень сложны технически, поэтому опускаемый способ, при котором сооружение опоры осуществляется в надводном положении, очень широко распространен в мостостроении.

Сечение колодца (рис. 10.12, а) определяется формой и размерами надфундаментной части опоры, контурами фундамента, глубиной и скоростью течения реки, а размеры шахтных отверстий при грейферной разработке грунта должны превышать размеры грейфера с раскрытыми челюстями не менее чем на 0,5 м.

Колодцы проектной высотой до 5 м изготавливаются сразу на всю высоту. При большей проектной высоте колодец возводят отдельными секциями (4...6 м). Из условий устойчивости высоту первой секции обычно принимают близкой к ее ширине. Колодцы могут возводиться и опускаться с искусственно созданного земляного островка, с подмостей и на плаву (см. рис. 10.12).

Островки в зависимости от скорости течения и глубины реки отсыпают на высоту H , превышающую уровень воды, с барж или намывают земснарядами с откосами без ограждения или с вертикальным укреплением шпунтом (рис. 10.12, б).

Усилие на 1 м стенки цилиндрического шпунта рассчитывают по формуле

$$S = 0,5DP_{\max},$$

где P_{\max} — максимальное радиальное давление засыпки.

Диаметр шпунтового ограждения D принимают таким, чтобы расстояние от стенок колодца B до ограждения было не менее 1 м.

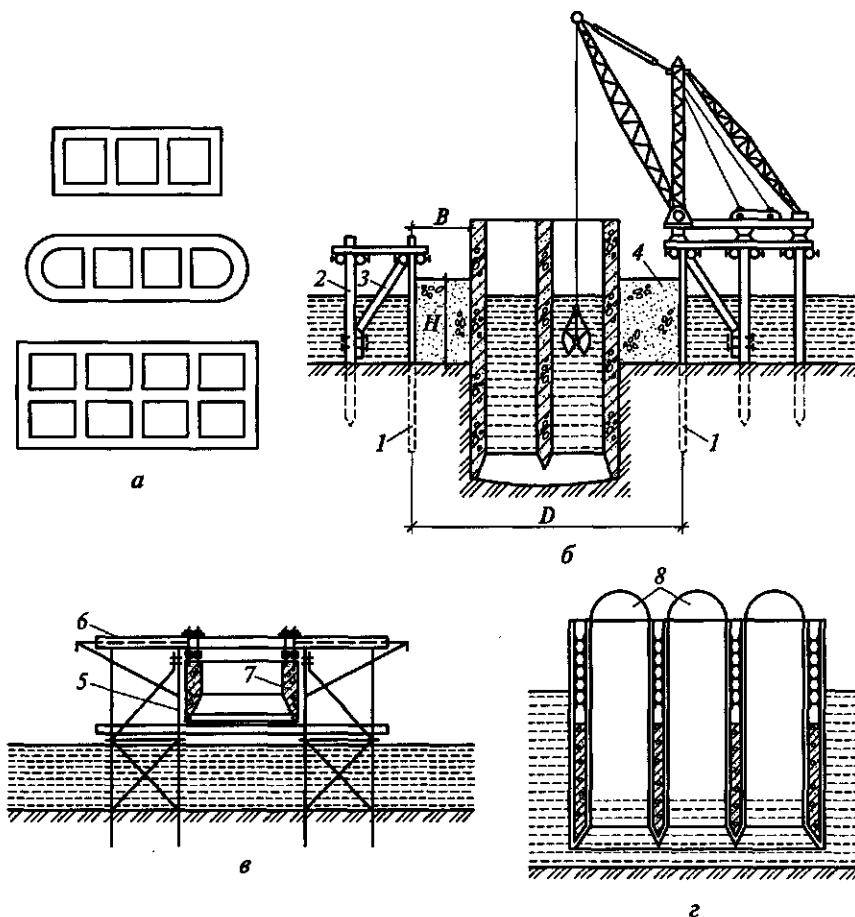


Рис. 10.12. Погружение опускаемых мостовых опор:

a — формы сечения; *б, в, г* — погружение соответственно с островка, с подмостей, на плаву; *1* — шпунтовое ограждение; *2* — опорная свая; *3* — подкос; *4* — грунт островка; *5* — сваи; *6* — несущая балка; *7* — ножевая секция колодца; *8* — съемные потолки

Глубина забивки шпунта в грунт зависит от степени возможного размыва грунта на дне и его выпирания из-под низа ограждения под влиянием массы засыпки.

Размеры и число подкладок определяют из расчета допустимого давления на грунт $0,1 \dots 0,2$ МПа. Прокладки извлекают таким образом, чтобы обеспечить постепенное и равномерное включение стенок колодца в работу, особенно на восприятие растягивающих усилий от собственной массы.

Работы по погружению колодца обычно ведутся без водоотлива. При погружении колодцев в слабые мелкозернистые грунты

для предотвращения выноса грунтовых частиц из-под стен колодца уровень в шахтных отверстиях искусственно повышают над уровнем воды в реке, а разработку грунта ниже ножа ведут на глубину до 1 м. При возникновении намечающихся перекосов ведут опережающую разработку грунта механическим способом, подмывом или пригрузкой.

В сложных грунтовых условиях, когда нет уверенности в погружении оболочки до проектной отметки без водоотлива и возможна встреча с каменным препятствием на дне реки, колодец может быть переоборудован в кессон за счет устройства штрабы в его стенах для возведения потолка кессона.

Если после погружения колодца до проектной отметки без водоотлива в его основании отсутствуют водоупорные грунты, то необходимо уложить тампонажный слой бетона способом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ), а после приобретения им прочности более 7 МПа откачать воду насосами, опущенными в колодец на подвесных люльках.

После откачки воды и проверки состояния основания с составлением акта скрытых работ можно приступить к бетонированию шахтных отверстий, верхней и опорной труб колодца.

При возведении колодца на подмостях особое внимание должно быть уделено устройству мест опирания его стен. Площадка, на которой изготавливается оболочка, должна быть надежной и строго горизонтальной. Подмости должны возвышаться не менее чем на 0,5 м над наивысшим горизонтом воды, который возможен в период от начала изготовления оболочки до момента снятия ее с прокладок.

Если акватория, на которой опускается колодец, подвержена волнению, то при назначении отметки площадки подмостей необходимо также учесть высоту максимальной для данного места волны.

Перед погружением на дно оболочку подвешивают к раме подмостей с помощью тяжей, заложенных в стены колодца. После этого слегка приподнимают настил подмостей, затем, наращивая тяги, опускают оболочку на дно. В дальнейшем технология погружения колодца с подмостями практически не отличается от рассмотренной ранее.

Наплавные опускаемые колодцы изготавливают на берегу, на стапелях. Стены таких колодцев делают пустотелыми с деревянным или металлическим каркасом. Затем колодцы буксируют к месту установки. Их плавучесть обеспечивают устройством временных днищ или потолков. После доставки к месту, установки и закрепления с помощью расчалок с якорями колодец погружают на дно реки за счет постепенного заполнения бетонной смесью пустот в стенах или организованного постепенного выпуска воздуха из полостей стен опускаемого колодца. Дно акватории в месте уста-

новки наплавного колодца должно быть предварительно спланировано.

Ниже дна реки погружение идет под действием собственной массы при извлечении грунта из колодца и заполнения стен бетонной смесью. При устройстве опускных сооружений в условиях, когда имеется опасность осадки расположенных вблизи сооружений, или в сильно обводненных грунтах, когда требуются большие затраты на водоотлив, экономически выгоднее использовать кессон.

Кессон представляет собой опускной колодец, оборудованный в нижней части закрытой перекрытием кессонной камерой, в которую через шахтные трубы от компрессорной станции нагнетается сжатый воздух с избыточным давлением:

$$P_{\text{в}} \geq \gamma H / 10,$$

где γ — плотность воды; H — гидростатический напор на уровне банкетки ножа.

В результате избыточного давления воздуха (0,6...0,8 МПа) из кессонной камеры вытесняется вода и появляется возможность разработки грунта (преимущественно гидромеханизированным способом).

10.4. Сооружения, устраиваемые способом «стена в грунте»

Способ «стена в грунте» (рис. 10.13) наиболее эффективен при устройстве противофильтрационных завес и возведении заглубленных сооружений, устройстве фундаментов и подпорных стен в неустойчивых грунтах. Сущность данного способа заключается в том, что узкие выемки для будущих стен и фундаментов роются на полную глубину, в выемках устраиваются стены, под защитой которых затем разрабатывается котлован, монтируются или бетонируются перекрытия, устанавливается оборудование, производятся отделочные, санитарно-технические, электромонтажные и другие работы.

Отпадает необходимость устройства откосов котлована и обратной засыпки пазух. За счет снижения объемов работ снижается трудоемкость и стоимость возведения здания или сооружения.

Обычно стены, возведенные таким образом, оказываются достаточно прочными, чтобы предотвратить обрушение грунта при разработке котлована. Для сооружений, для которых после удаления грунта устойчивость стен не гарантируется (даже при наличии перекрытий), по мере разработки котлована устанавливаются распорные крепления, подкосы или грунтовые анкеры. Устройство таких стен может быть осуществлено без удаления и с

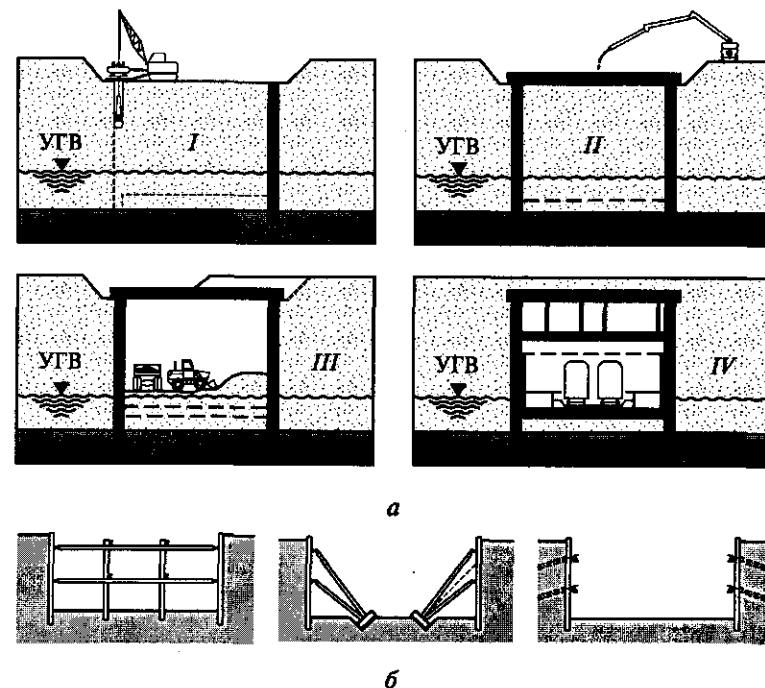


Рис. 10.13. Возведение подземных сооружений методом «стена в грунте»: а — этапы возведения сооружений; б — временное крепление стен распорками, подкосами, анкерами; УГВ — уровень грунтовых вод; I—IV — этапы возведения

удалением грунта. В первом случае стены в грунте могут устраиваться в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскостях, и не только предохранять выработки от обрушения грунта, но и служить в качестве противофильтрационной завесы.

Для образования *противофильтрационных стен* используют буровильно-крановые машины с пустотелой буровой штангой, оборудованной смесительным буром с режущими и перемешивающими лопастями. После пробуривания скважины до проектной отметки через буровую штангу к ее основанию раствором насосом нагнетается водоцементная суспензия. При обратном подъеме штанги с вращением перемешивающие лопасти раскрываются, грунт перемешивается с суспензией и в дальнейшем затвердевает, образуя грунтобетонную сваю, изготовленную на месте без выемки грунта.

В результате последовательного изготовления ряда примыкающих друг к другу свай в грунте получают довольно прочную стену, препятствующую обрушению грунта и просачиванию грунтовой воды. При работе в малосвязных грунтах буровильно-крановая установка может быть оборудована несколькими штангами, что

позволяет существенно ускорить процесс возведения грунтовой стены.

Стены, сооружаемые по технологии с извлечением грунта, подразделяются на свайные и траншейные, возводимые сухим или мокрым способом. Сухой способ устройства свайных стен может быть применен при работе в устойчивых малоувлажненных грунтах с бетонированием без обсадных труб по следующей технологической схеме: сначала бурят скважины по периметру сооружения через промежутки, примерно равные диаметру скважин, затем армируют и бетонируют сваи, разрабатывают грунт в промежутках между забетонированными скважинами (обычно плоскими двухлопастными грейферными ковшами), после чего армируют и бетонируют промежутки. На рис. 10.14, а приведены конструкции свайных стен со сваями, располагаемыми на разном расстоянии друг от друга.

При устройстве свай без обсадных труб в неустойчивых обводненных грунтах в скважину после бурения закачивают раствор бентонитовой глины, который, циркулируя по скважине, выносит разрушенный буром грунт и укрепляет стенки скважины. По монолитной трубе (способом подводного бетонирования) в сва-

жину подается бетонная смесь и одновременно поднимается труба. Соприкасаясь с глинистым раствором, цемент из смеси не вымывается и бетон после этого не теряет своей проектной прочности.

При устройстве свай в обсадной трубе бурение производится через промежутки, не превышающие диаметр ствола сваи. Устройство свай в обсадной трубе с извлечением грунта (см. рис. 10.14) можно осуществлять в любых условиях без применения глинистого раствора, поэтому такая технология доминирует во многих зарубежных строительных фирмах. Сначала с помощью лебедки и погружателя устанавливают и погружают две секции обсадной трубы, используя момент вращения и продольное усилие погружателя, затем поочередно извлекают и погружают все секции трубы. С помощью бурового снаряда извлекают грунт из обсадной трубы, периодически опорожняя защитный кожух, устанавливают арматурный каркас, производят бетонирование, в процессе которого, используя момент вращения и извлекающее продольное усилие погружателя, извлекают обсадную трубу собственной лебедкой и демонтируют секции трубы.

После бетонирования свай (через одну) в промежутках между изготовленными (нечетными) сваями бурят скважины, устанавливают арматуру и производят бетонирование промежуточных (четных) свай. Примыкая друг к другу, сваи образуют сплошную стену с волнистой поверхностью.

Траншейные стены возводят из монолитного или сборного железобетона сухим или мокрым способом, в зависимости от свойств грунта и его влажности.

Монолитные стены сухим способом (рис. 10.15) устраивают в связных необводненных грунтах поточным методом по захваткам длиной до 6 м. Технологическая схема работ включает в себя следующие операции:

устройство железобетонного крепления верхней части стенок траншеи (воротника), защищающего траншею от обрушения и фиксирующего ее расположение в плане;

разработка грунта с установкой по границам захваток инвентарных перегородок — ограничителей, прикрепляемых к воротнику. Разработка может выполняться как специальными машинами, так и одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратными лопатами, грейферами или драглайнами, а также многоковшовыми экскаваторами или траншеекопателями. Наибольшее распространение получило оборудование в виде двухчелюстных грейферов с гидравлическим приводом при вскрытии траншей глубиной 10...12 м и с канатным приводом — при разработке глубоких траншей;

установка арматурного каркаса, равного по размерам глубине и длине захватки. Толщина каркаса должна быть на 0,1...0,15 м

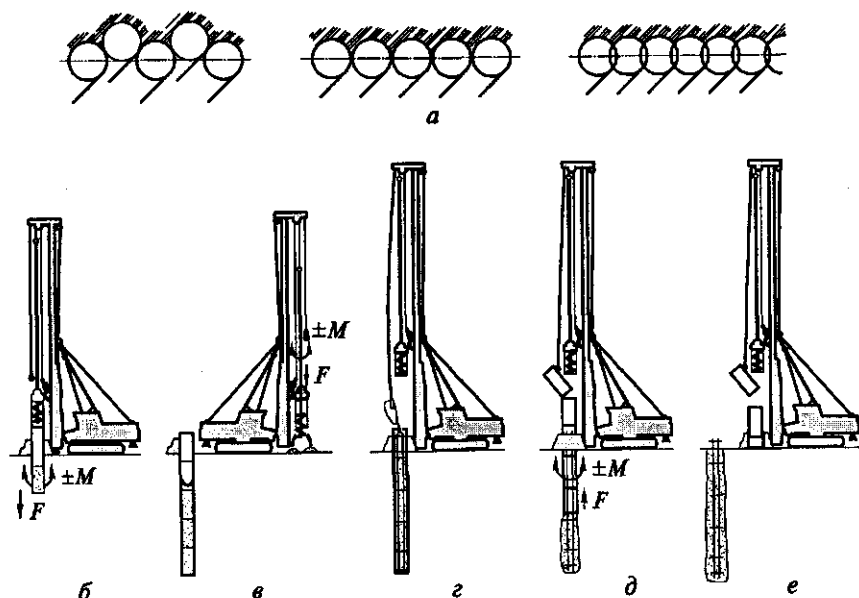


Рис. 10.14. Устройство свайной «стены в грунте»:

а — конструкции стен; б — погружение и наращивание трубы; в — разгрузка грунта; г — установка арматурного каркаса; д — извлечение трубы; е — окончание бетонирования и демонтаж секций трубы

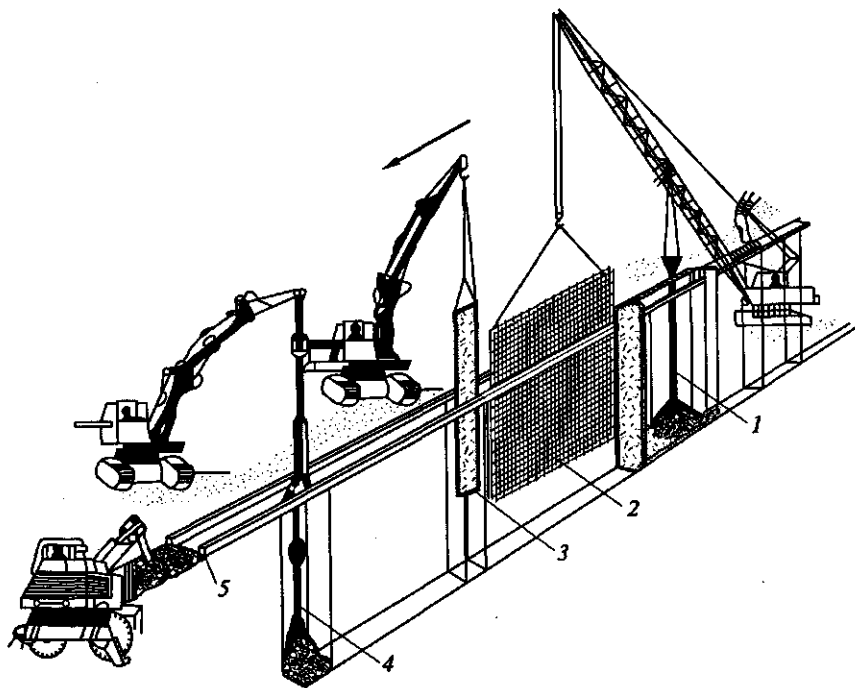


Рис. 10.15. Устройство траншей монолитной «стены в грунте»:

1 — бетонирование стены; 2 — установка армокаркаса; 3 — установка ограничителей; 4 — рытье траншей; 5 — устройство воротника

меньше ширины траншеи. В каркасах должны быть предусмотрены отверстия для пропуска бетонолитных труб, направляющие устройства для фиксирования их положения в траншее и закладные детали для анкеровки и сопряжения с другими элементами;

бетонирование стены с укладкой бетонной смеси непосредственно в конструкцию с помощью передвижного бетононасоса или с помощью бетонолитных труб (две на захватку), расстояние между которыми не должно превышать 4 м.

Вертикальность труб обеспечивается переносным кондуктором. Трубы могут быть снабжены как глубинными, так и поверхностными вибраторами.

Мокрым способом устраивают стены в водонасыщенных неустойчивых грунтах, обычно требующих закрепления стенок траншеи от обрушения при разработке грунта и укладке бетонной смеси. Траншею заполняют тиксотропным глинистым раствором, что позволяет отказаться от таких работ, как забивка шпунта и водопонижение.

Частицы разрушенного грунта или выбуренной породы, отделяясь от забоя, взвешиваются в глинистом растворе и поднимаются наверх. После очистки от грунта (регенерации) раствор вновь поступает в траншею. Находясь в траншее, тиксотропный глинистый раствор коагулирует (закупоривает) поры ее стенок, что позволяет сохранить устойчивость траншеи в период устройства стены.

Для приготовления глинистых растворов рекомендуется применять бентонитовые глины, поставляемые на стройку в виде порошка, а при отсутствии их — местные, так называемые комовые, глины, которые должны быть предварительно исследованы в лаборатории для установления их соответствия установленным требованиям. Местные, менее дорогостоящие, глины чаще всего применяют для приготовления глиняных суспензий при разработке траншей ковшовыми машинами.

До начала проведения основных работ по возведению монолитных стен «мокрым» способом на объекте должны быть выполнены следующие виды работ: расчистка и выравнивание строительной площадки; устройство временных сооружений для приготовления, хранения и очистки глинистого раствора, дорог и проездов, сетей временного электро- и водоснабжения; разбивка и закрепление на местности осей сооружения; устройство конструкций, обеспечивающих устойчивость верхних кромок траншеи (форшахты или воротника).

Кроме того, должны быть решены вопросы, связанные с подбором состава глинистой суспензии и организацией так называемого глинистого хозяйства, включающего в себя устройство для приготовления суспензии, ее хранение и подачу в траншею, откачку зашламованной суспензии, ее очистку и др.

Работы могут быть организованы циклично по захваткам (через одну) или непрерывным потоком. В первом случае сначала возводят стены нечетных секций, затем — четных.

На границе каждой секции по ее осям забуривают скважины, затем между готовыми скважинами под глинистым раствором производят разработку грунта экскаватором с удлиненной рукоятью или штанговым грейфером. Обязательным условием при производстве работ должно быть поддержание уровня глинистого раствора в траншее не ниже 0,1...0,2 м от верха форшахты. После разработки грунта устанавливают ограничители, арматурные каркасы (или каркасы с приваренными ограничителями) и производят укладку бетона методом вертикально перемещаемой трубы.

Глинистый раствор при этом выжимается наверх и подается насосами на сепаратор для очистки и повторного использования. Когда бетон в нечетных секциях наберет необходимую прочность, с той же технологической последовательностью выполняются работы в четных секциях.

При бетонировании следует выполнять следующие технологические требования: бетонолитная труба по всей длине должна быть заполнена бетонной смесью; не допускаются перерывы в бетонировании более 1 ч; закупорка смеси в трубе устраняется включением вибраторов или встряхиванием за счет быстрого подъема и опускания трубы на высоту 0,1...0,15 м.

После окончания бетонирования верхний, загрязненный шламом слой бетона толщиной до 30 см удаляют.

Для рытья круглых и прямолинейных замкнутых в плане траншей сооружений целесообразно применять гидромеханизированные траншеекопатели, процесс работы которых состоит из следующих операций: установка траншеекопателя на геометрическую ось отрываемой траншеи, забуривание рабочего органа машины на полную глубину траншеи, рытье траншеи на величину захватки.

Для организации непрерывного потока при проходе прямолинейных протяженных траншей используются специальные буровые фрезерные машинные комплексы, в том числе с подъемом грунта гидромеханизированными способами. На рис. 10.16 приведена схема производства работ при возведении монолитной железобетонной «стены в грунте» под слоем глинистого раствора с использованием специализированного машинного комплекса СВД-500.

Прямолинейная траншея шириной 0,5 м и глубиной 20 м выбуривается фрезерованием по вертикали породоразрушающим инструментом (перьевыми или шарошечными долотами). Грунт после разработки во взвешенном состоянии удаляется через пульпопровод в ситогидроциклонную установку, где производится отделение шлама. Очищенная глиняная суспензия возвращается в траншею для повторного использования.

При бетонировании траншею с помощью трубчатых ограждающих шаблонов разделяют на отдельные захватки (секции) длиной до 5 м. Шаблоны должны удерживать давление бетонной смеси, предотвращать ее утечку и обеспечивать водонепроницаемость стыка.

Бетонирование осуществляется методом ВПТ. Нижний конец бетонолитной трубы должен быть постоянно заглублен в бетонную смесь: при глубине бетонирования до 10 м не менее чем на 0,7 м; при глубине до 20 м — не менее чем на 1,2 м. Бетонная смесь должна иметь подвижность 14...16 см, для чего в нее вводятся пластифицирующие добавки.

По мере повышения уровня бетонирования трубу поднимают и лишние звенья удаляют. После достижения бетоном стены прочности 1,5 МПа трубчатые ограждающие шаблоны извлекают, стыки бетонируют инъекционным или вибронагнетательным методом.

Применение при методе «стена в грунте» вместо монолитного железобетона сборных элементов позволяет индустриализировать и ускорить процесс строительства заглубленных сооружений, со-

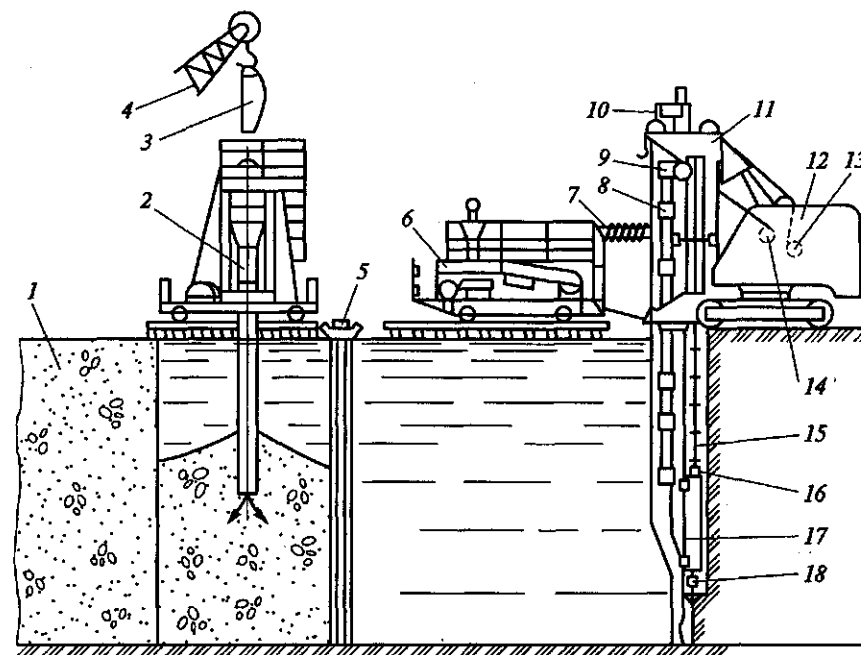


Рис. 10.16. Производство работ непрерывным потоком:

1 — забетонированный блок; 2 — установки для заполнения траншеи бетоном; 3 — транспортная бадья для бетона; 4 — кран грузоподъемностью 7...10 т; 5 — ограждающий шаблон; 6 — ситогидроциклонная установка; 7 — пульпоотводящий рукав; 8, 15 — канаты; 9, 16 — блоки; 10 — направляющий шаблон; 11 — рама; 12 — гусеничный кран; 13, 14 — лебедки подъема стрелы и груза; 17 — электробур; 18 — породоразрушающий инструмент

кратить объемы земляных работ, исключить из технологического цикла трудоемкий процесс бетонирования на строительной площадке, повысить прочность и водонепроницаемость их несущих и ограждающих конструкций, а также качество отделки фактурных поверхностей, так как сборные элементы изготавливаются на стационарном оборудовании в заводских условиях.

Технология устройства стен из сборных железобетонных панелей мало отличается от способа возведения монолитных стен — вначале таким же образом устраивают крепление верхних кромок траншеи (воротник или форшхта), а затем под глинистым раствором роют траншею на всю глубину, устанавливают и закрепляют сборные стеновые панели и устраивают по ним верхний монолитный пояс.

Особенности технологий, применяемых зарубежными строительными фирмами, зависят от конструкций сборных стеновых панелей и методов их стыковки. Например, заделка вертикальных

стыков панелей может производиться методом восходящего раствора (ВР) с вытеснением из закрытого стыка глиняной суспензии; монтаж стеновых панелей осуществляют в траншее, заполненной специально подобранными медленно твердеющими растворами, которые заполняют стыки панелей и пространство между ними и стенками траншеи; после монтажа стен заменяют глиняную суспензию цементно-песчаным раствором и т.д.

Получившая наибольшее распространение в отечественной практике технология сборных «стен в грунте» предусматривает следующий порядок работ (рис. 10.17):

выполняют подготовительные работы — устройство площадки, разбивка траншей, организация глинистого хозяйства и др.;

выкапывают экскаватором с обратной лопатой пионерную траншею, краном укладывают сборные плиты воротника с таким расчетом, чтобы между его вертикальными стенками было расстояние, на 0,1...0,15 м превышающее ширину рабочего органа землеройной машины. При необходимости обеспечения дополнительного напора суспензии на воротнике монтируется металлическая форшахта высотой до 1 м. На воротнике масляной краской отмечают места стыков монтируемых панелей или наносят риски, совмещаемые при монтаже с рисками на панелях;

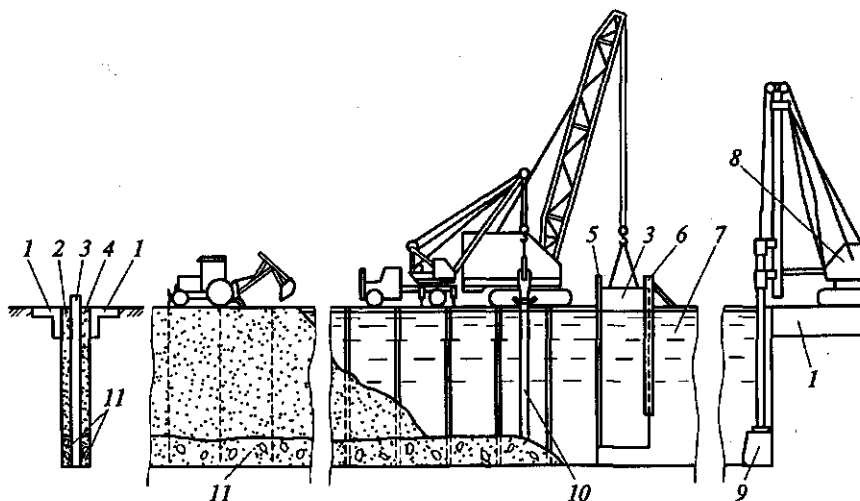


Рис. 10.17. Технологическая схема метода «стена в грунте» (сборный вариант):

1 — облицовка пионерной траншеи; 2 — наружная забутовка глинощебеночным материалом; 3 — сборная панель; 4 — внутренняя забутовка песчано-гравийной смесью; 5 — монтажный шаблон-двутавр; 6 — направляющий кондуктор; 7 — траншея, заполненная глинистым раствором; 8 — штанговый экскаватор; 9 — ковш экскаватора; 10 — двоянная бетонная труба; 11 — нижнее (фундаментное) заземление панели бетоном

роют траншею экскаваторами с удлиненной рукоятью или штанговым экскаватором под слоем глинистого раствора на 0,2...0,3 м глубже проектной отметки для подсыпки ее дна щебнем или гравием;

на подчищенное механическим или гидромеханическим способом дно траншеи укладывают подсыпку из щебня или гравия; особо тщательно устанавливают направляющий кондуктор П-образного сечения для установки, выверки и закрепления первой стеновой панели, от качества установки которой в плане и по высоте зависит качество установки всех последующих панелей;

безвыверочным способом монтируют рядовые стеновые панели, снабженные в торце съемными (из двутавра) или несъемными (из уголка) металлическими направляющими (шаблонами), которые при опускании панели охватываются фиксаторами (лапками) ранее установленных панелей и обеспечивают правильное положение монтируемых панелей. Съемные шаблоны извлекаются краном из полости стыка и устанавливаются на очередной монтируемый элемент. Скорость монтажа панелей должна соответствовать скорости разработки траншеи. Если верх очередной монтируемой панели оказывается выше или ниже проектного положения, то в первом случае панель краном приподнимают и опускают несколько раз — до тех пор, пока щебень подсыпки не утрамбуется и панель не займет свое проектное положение; во втором случае панель поднимают и производят дополнительную подсыпку щебня. По верху каждую установленную панель закрепляют сваркой выпусков арматуры и закладных деталей воротника траншеи;

для закрепления панелей понизу с обеих сторон от их нижних торцов с помощью двоянной бетонной трубы укладывают на дно траншеи слой тощего бетона толщиной 1 м;

производят обратную засыпку пазух: с внутренней стороны легкоразрушающимся материалом (песком, щебнем или их смесью), с наружной — цементно-глинистым раствором, служащим в дальнейшем гидроизоляцией;

после монтажа стеновых панелей и засыпки пазух по всему периметру сооружения по верху панелей устраивают монолитную железобетонную обвязочную балку. Только после этого начинают разработку грунта внутри сооружения и по мере углубления котлована заделку стыков между панелями.

Разработку грунта внутри сооружения под защитой возведенных стен в зависимости от степени обводненности грунта можно организовать по трем схемам. По первой схеме грунт разрабатывают экскаваторами или бульдозерами и выдают на поверхность кранами в бадьях или вывозят автосамосвалами по пандусам. Вторая схема предусматривает разработку грунта грейферами, при необходимости с одновременным водоотливом или водопонижением. Способ выдачи грунта грейферами из-под воды может быть

использован лишь при большом притоке воды, когда организовывать водоотвод или водопонижение экономически нецелесообразно. При третьей схеме используют гидромеханический способ с разработкой грунта гидромониторами, т.е. ведут разработку по технологии, нередко применяющейся при строительстве опускных колодцев.

Следует отметить, что гидромеханизированную разработку грунта можно организовать, если есть возможность сброса пульпы, на строительной площадке имеется необходимое количество воды и электроэнергии. Поэтому чаще всего разработку грунта ведут экскаваторами и бульдозерами в осушенных забоях одним-двумя экскаваторами или одним экскаватором и одним бульдозером.

При опускании землеройных машин в забой используют экскаваторы на гусеничном ходу. При разработке сильно увлажненных грунтов с малой несущей способностью под гусеницы экскаватора укладывают настил.

При разработке влажного грунта землеройными механизмами, опущенными вниз неглубокой выемки, предпочтение отдается экскаваторам, оборудованным обратной лопатой или драглайном, так как такими экскаваторами легче устраивать зумпфы для открытого водоотлива, а сами экскаваторы будут располагаться на более высоких отметках. При разработке сухих грунтов имеет преимущество экскаватор с прямой лопатой в связи его более высокой производительностью по сравнению с экскаватором, оборудованным обратной лопатой или драглайном, особенно при разработке неглубоких котлованов и возможности вывоза грунта автотранспортом.

При значительном заглублении сооружения возможна совместная работа экскаватора, опущенного на дно выемки, и крана, расположенного на дневной поверхности земли. При разработке грунт помещается в саморазгружающие бадьи вместимостью, соответствующей грузоподъемности крана. Поднятый на поверхность грунт отвозится автосамосвалами в отвал или используется для подсыпки и планировки территории строительной площадки.

Однако более предпочтительной представляется схема разработки, при которой используется экскаватор с грейферным ковшом объемом 0,5...1 м³, располагающийся на дневной поверхности земли. Такими экскаваторами можно разрабатывать как сухой, так и влажный грунт, в том числе находящийся под слоем воды. Имеющиеся в распоряжении строителей грейферные экскаваторы, в том числе не только с канатной подвеской, но и с гидравлическим приводом и жесткой телескопической штангой, позволяют разрабатывать грунты на глубине 30...40 м. Так, грейферным оборудованием на базе экскаватора ЭО-5122 с дневной поверхности земли можно разрабатывать траншеи шириной до 1 м и глубиной 25 м; грейферные установки французской фирмы «Потен»,

имеющей довольно тесные контакты с российскими строителями, способны разрабатывать грунт на глубине до 30 м, а машиной ВРН 40-60 итальянской фирмы «Сойлмек» можно производить разработку грунта на глубине 40 м.

Как правило, грейферами разрабатывают грунты 1-й и 2-й групп. Для грунта 3-й группы используют специальные тяжелые грейферы объемом более 1 м³, лопасти которых для лучшего рыхления грунта снабжаются специальными стальными зубьями. При рыхлении грунта бульдозерами могут применяться обычные грейферы.

На рис. 10.18 приведена схема разработки грунта внутри сооружения (заглубленной автостоянки) грейферным ковшом с канатной подвеской. Экскаватор располагается на дневной поверхности земли на одной постоянной позиции, без перемещений. Грунт разрабатывается и подталкивается к экскаваторному забою бульдозером. По мере углубления уровня разработки грунта устраиваются перекрытия, въездные и выездные пандусы; лифты и другое оборудование устанавливаются после полной разработки котлована и устройства бетонной подушки по грунту, гидроизоляции и силовой плиты. Параллельно с земляными осуществляются монтажные работы по возведению надземной части сооружения. Отделочные процессы выполняются отдельным специализирован-

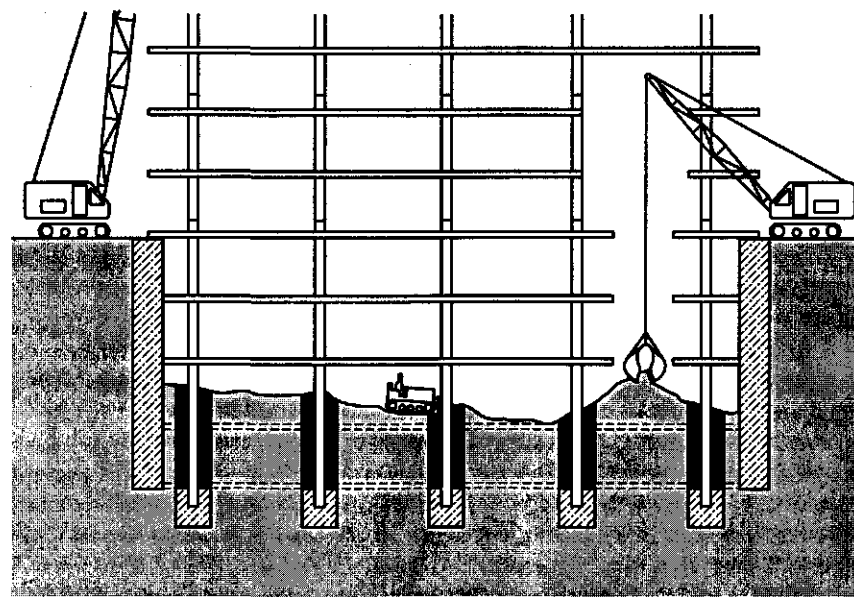


Рис. 10.18. Разработка грунта внутри заглубленного сооружения, возводимого методом «стена в грунте»

ным потоком после окончания всех работ по устройству несущих конструкций.

Заделку стыков между смежными стеновыми панелями при устройстве «сборной стены в грунте» осуществляют изнутри сооружения поярусно по направлению сверху вниз по мере разработки и удаления грунта. В пределах каждого яруса высотой 1...1,5 м стыки замоноличивают снизу вверх методом торкретирования, пневмонабрызга или инъектирования. Перед заделкой стыки очищают от материала засыпки (песок, щебень), протирают и промывают напорной струей воды. Узкие щели проконопачивают. При инъектировании устанавливают металлическую опалубку, имеющую отверстия для инъекции раствора.

Давление при инъектировании должно не менее чем на 30 % превышать гидростатическое давление грунтовых вод. Применяемая иногда заделка стыков под глинистой суспензией в период монтажа стен не обеспечивает высокого качества соединения сборных элементов, так как качество заделки фактически не контролируется, в каких-то местах прочность стыков может оказаться очень низкой, а, как известно, прочность и водонепроницаемость всей конструкции определяется самым слабым ее участком.

ВОЗВЕДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

11.1. Градирни

Градирни — сооружения башенного типа, применяемые для охлаждения промышленной воды. Основные части градирни: фундамент, резервуар и вытяжная башня. Фундамент представляет собой железобетонную раму, на которой располагается оросительное устройство. Вытяжная башня выполняется в виде пространственного стального каркаса, состоящего из стоек-ферм, горизонтальных ферм и диагональных раскосов. С внутренней стороны каркас по ярусам, образованным горизонтальными фермами, обшивается деревянными, алюминиевыми или асбестоцементными листами.

Такое конструктивное решение башни позволяет монтировать ее поярусными блоками, высота которых равна расстоянию между горизонтальными фермами, ширина — длине граней башни.

Монтаж градирен начинают с возведения водоохлаждающего устройства либо с параллельного монтажа конструкций водоохлаждающего устройства и нижней части башни, используя для этого стреловой кран (рис. 11.1).

После того как возможности стрелового крана будут исчерпаны, вокруг градирни укладывают кольцевые подкрановые пути, на которые устанавливают башенные краны, способные перемещаться по криволинейным путям. Монтаж верхнего яруса градирни может производиться с помощью специальной траверсы с противовесом.

Монтаж крупных градирен высотой 70...90 м и более может осуществляться с помощью приставных кранов, устанавливаемых в центре башни градирни и прикрепляемых к ее стенкам по мере увеличения монтажного горизонта.

При наличии стреловых кранов, способных поднимать груз на высоту 100 м и более, нижние ярусы башни можно монтировать снаружи с помощью широко распространенных отечественных гусеничных или пневмоколесных кранов, а для монтажа верхних ярусов — использовать мощные краны импортного производства (КАТО NK-3000, KRUPP КМК-11000, HITACHI KH-700 и др.).

В настоящее время при строительстве градирен рекомендуется выполнять поярусный монтаж башни (наращиванием) укрупненными, предварительно подготовленными блоками, с обшивкой и навешенным оборудованием. Технологическая схема монтажа яруса

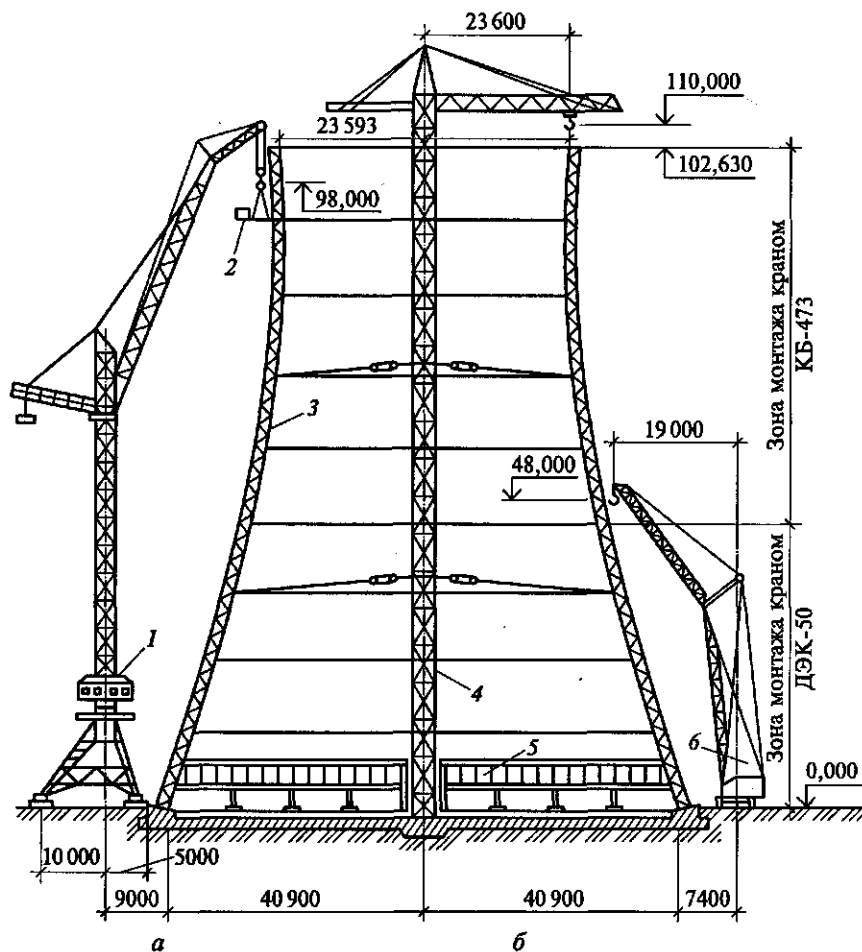


Рис. 11.1. Варианты монтажа каркасно-обшивной башни градирни:
 а — башенным краном, б — приставным краном; 1 — кран БК-1000 АМП; 2 — траверса с противовесом; 3 — башня; 4 — приставной кран КБ-473; 5 — водоохлаждающее устройство; 6 — кран ДЭК-50

башни градирни укрупненными блоками включает в себя следующие виды работ:

- предварительная сборка блоков с обшивкой и раскладка их по периметру градирни у мест стоянок крана;
- монтаж блоков яруса до замыкания контура с временным их креплением расчалками и подкосами;
- установка ферм жесткости, оборудованных щитами настила подмостей;

- проверка геометрических размеров яруса башни с составлением исполнительной схемы;
- проектное закрепление всех блоков яруса;
- переход к монтажу следующего по высоте яруса.

11.2. Этажерки

Этажерки — многоярусные металлические решетчатые башни значительной высоты, устанавливаемые на постамент и используемые как пристройки к цехам предприятий тяжелой промышленности для размещения на них промышленных аппаратов различного назначения.

Этажерки могут монтироваться обычным блочным методом наращивания или устанавливаться в целом виде. В первом случае монтаж может осуществляться горизонтальными или вертикальными блоками.

При горизонтальной разрезке этажерка по высоте разделяется на три части (блока). Два нижних блока собирают на монтажной площадке в вертикальном положении, а третий (верхний) — предварительно укрупняют, поднимают и стыкуют с ранее установленным.

Работы по стыковке осуществляют при нахождении верхнего блока в подвешенном состоянии. При этом большую часть работ приходится выполнять на значительной высоте, что существенно усложняет их проведение.

При вертикальной разрезке этажерка также разделяется на три части, но вертикальными плоскостями. Монтаж крайних блоков осуществляется поочередно с помощью двух монтажных мачт, которые вначале наклоняются к собранному блоку, а затем с грузом поворачиваются в обратную сторону — к месту монтажа. После установки двух крайних вертикальных блоков производится досборка средней части этажерки отдельными элементами.

Такой маневр двумя мачтами является технически сложным и опасным. Поэтому на практике предпочтение чаще отдается монтажу этажерки в целом виде.

Схема монтажа этажерки в собранном виде с помощью двух монтажных мачт приведена на рис. 11.2.

Этажерка представляет собой пространственную монтажную конструкцию массой 365 т, длиной 66,6 м, размером в поперечном сечении 8×34 м, устанавливаемую на постамент высотой 14 м. Для повышения жесткости этажерки в период подъема и монтажа внутри нее установлена ферма усиления массой 50 т.

Этажерка собирается в горизонтальном положении на сборочной площадке недалеко от места монтажа верхней частью к постаменту. Для создания большей жесткости и обеспечения усло-

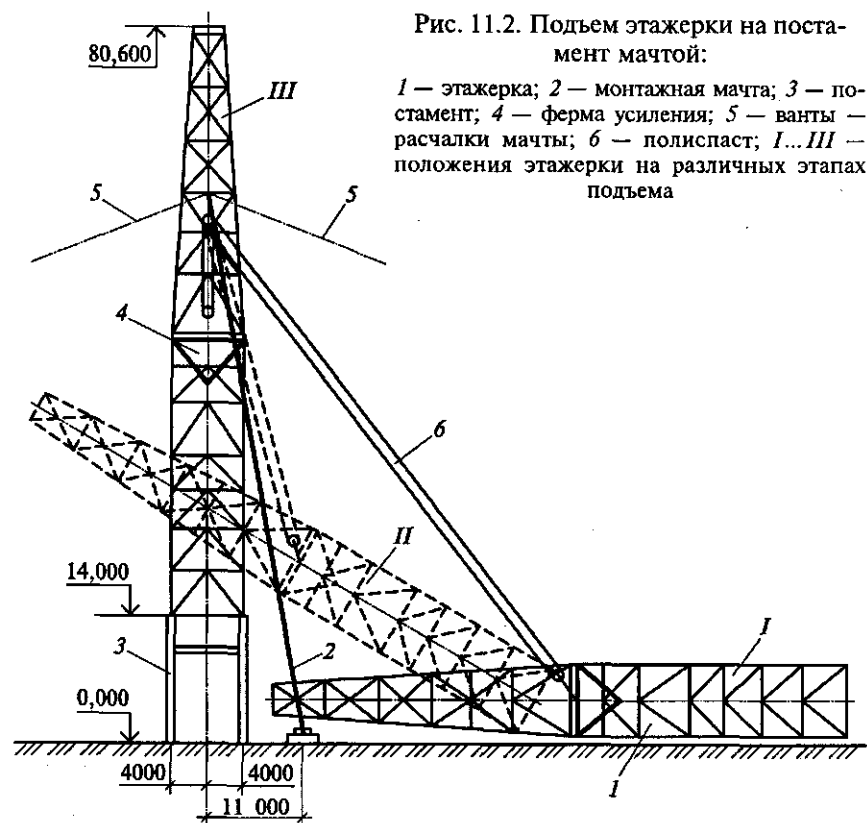


Рис. 11.2. Подъем этажерки на постамент мачтой:

1 — этажерка; 2 — монтажная мачта; 3 — постамент; 4 — ферма усиления; 5 — ванты — расчалки мачты; 6 — полиспаст; I...III — положения этажерки на различных этапах подъема

вий более точной установки этажерки на анкерные болты в ее нижней части дополнительно установлены две трубы, пропущенные вдоль этажерки и соединенные между собой связями.

В качестве основных подъемных средств используется комплект из двух монтажных мачт типа АК-400 грузоподъемностью 400 т, высотой 62 м при неизменяемом в плане положении мачт в процессе подъема этажерки.

В проектное положение этажерка устанавливается в три этапа:

1-й — перевод этажерки из горизонтального положения в наклонное с расположением ее верха выше постамента;

2-й — подъем над постаментом до вертикального положения грузовых полиспастов;

3-й — установка низа этажерки на анкерные болты, выверка положения конструкции и проектное закрепление.

При этом способе по сравнению с блочным монтажом существенно сокращаются трудоемкость и стоимость монтажных работ.

11.3. Копры

Надшахтные здания (копры) возводят над стволами рудных и угольных шахт. В обслуживающих помещениях копров размещаются механизмы и оборудование, предназначенные для подъема угля и руды из шахт. В зависимости от производственной мощности шахт здания копров имеют большую или меньшую высоту и число ячеек.

Здание копра с погрузочными бункерами состоит из следующих основных конструктивных элементов (рис. 11.3, а): фундамент 1; здание копра 2, в котором расположены обслуживающие помещения 3, шахта 4 для клетки копра; приемные бункеры 5; погрузочные бункеры 6, под которыми предусмотрено мощное железобетонное перекрытие с люками для погрузки руды из вагонов в железнодорожные вагоны.

Фундаменты башенного копра с погрузочными бункерами выполнены в виде сплошной железобетонной плиты, уложенной по бетонной подготовке. Каркас металлический из сварных двутавров, перекрытия из сборного или монолитного железобетона по профилированному настилу, ограждающие конструкции — керамзитобетонные панели или панели типа «сэндвич».

При возведении копров может применяться блочный монтаж или монтаж в целом виде. Для сокращения продолжительности строительства конструкции копра (рис. 11.3, б) до отметки 71,6 м монтаж может осуществляться двумя башенными кранами: передвижным и приставным-передвижным, после чего башенный передвижной кран демонтируют, а приставной-передвижной кран закрепляют на отметке 42,0 и 68,0 м к несущим конструкциям надшахтного здания.

В этом случае монтаж ведется поярусно плоскостными блоками массой до 24 т. Предварительное укрупнение блоков производят с помощью гусеничного крана на площадке укрупнительной сборки, располагаемой непосредственно у места монтажа. При этом используется комплексный метод — работы на ярусе доводят до полной готовности, включая установку технологического оборудования и выполнение общестроительных работ. Параллельно с монтажом конструкций надшахтного здания башенные краны подают на перекрытия технологическое оборудование и различные материалы общей массой до 1500 т.

Копры меньшего размера можно устанавливать в целом виде методом поворота. Схема монтажа копра безъякорным методом (рис. 11.3, в) наглядно показывает достоинства этого способа выполнения монтажных работ.

Копер размером в плане 6 × 6 м и высотой 72,6 м собирают на земле в горизонтальном положении с помощью стреловых самоходных кранов. Затем этими же кранами собранную нижнюю часть

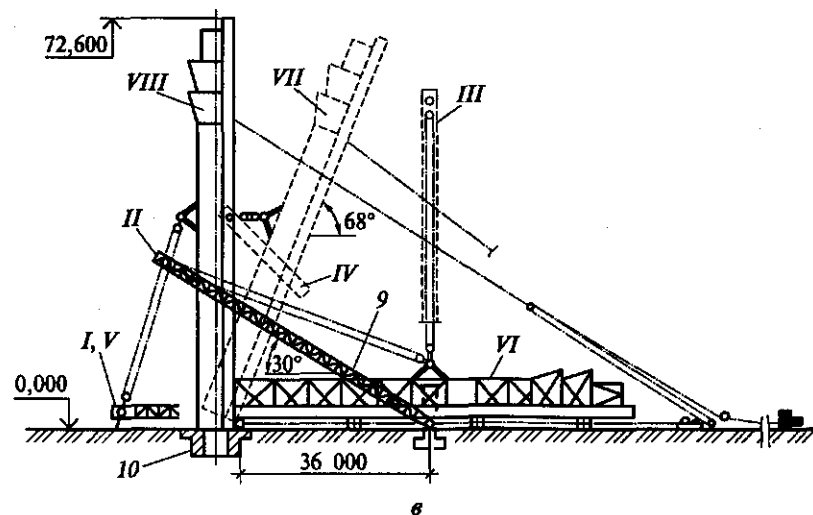
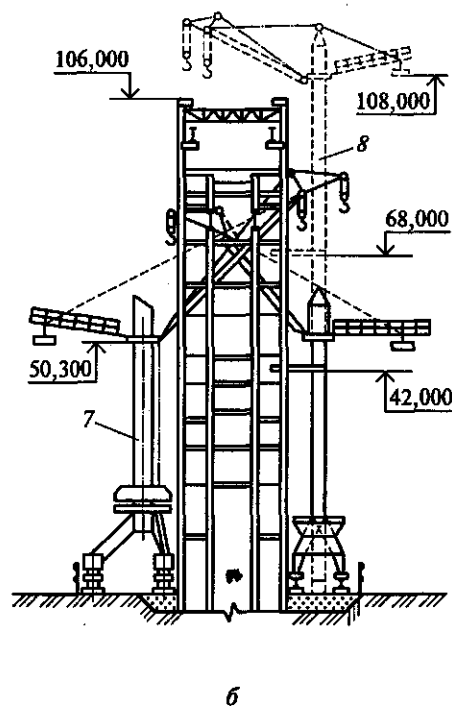
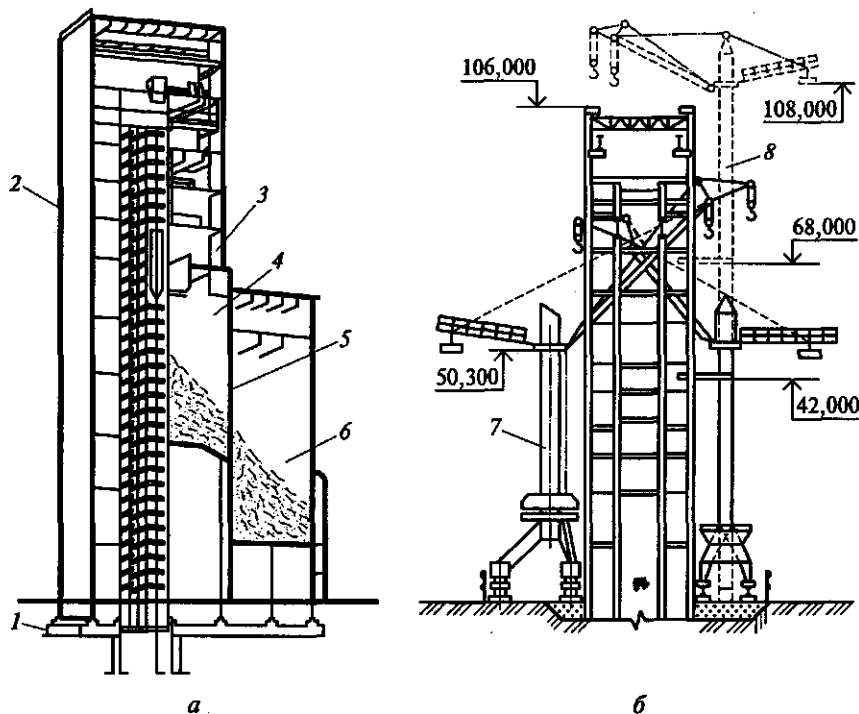


Рис. 11.3. Строительство копров:

a — общий вид копра; *б, в* — монтаж методами наращивания и поворота: 1 — фундамент; 2 — здание копра; 3 — обслуживающие помещения; 4 — шахта; 5, 6 — бункеры; 7, 8 — краны башенные передвижной и приставной; 9 — портал; 10 — ствол шахты; I... V — положение портала в процессе подъема; VI... VIII — положение копра в процессе подъема

копра приподнимают вокруг шарниров для проверки надежности их работы и посадки подошв стоек копра на фундаментные болты.

После сборки всего копра конструкцию поворотом устанавливают в вертикальное положение с помощью укосины-портала и 10-тонных лебедок, установленных на инвентарные рамы.

Значительный экономический эффект может быть достигнут путем одновременного выполнения работ по проходке, армированию ствола шахты, устройству фундаментов копра и его монтажу. Такое совмещение можно осуществлять за счет сборки надшахтного здания в стороне от его проектного месторасположения с последующей надвижкой копра по накаточным путям в проектное положение.

При большой массе надшахтного здания можно выполнять надвижку частично собранного копра (например, 3/4 его высоты) или передвигать копер без навешенных ограждающих конструкций.

11.4. Башни промышленного назначения

Башни — сооружения, имеющие сравнительно небольшие размеры в плане и значительно превосходящую их высоту. Благодаря низкому расположению центра тяжести башни не требуют дополнительных оттяжек и поэтому не занимают больших площадей, что является важным обстоятельством в условиях города или производственного предприятия.

В большинстве случаев каркас башни возводят из металлических профилей, хотя на практике встречаются случаи, когда он выполняется из монолитного железобетона или из железобетона и металла (нижняя часть башни выполняется в бетоне, верхняя — в металле).

Водонапорные башни в недалеком прошлом строились исключительно из кирпича, однако такие башни часто не могли обеспечить необходимый напор воды, были трудоемки в изготовлении, материалоемки, требовали массивных, глубоко заложенных фундаментов. Поэтому в настоящее время в промышленном строительстве наибольшее распространение получили башни с металлическим стволом решетчатой конструкции, облицованные металлическими или асбестоцементными листами, а также другими материалами, стойкими к атмосферным воздействиям.

На рис. 11.4, *a* приведена схема промышленной водонапорной башни с водяным баком емкостью 3600 м³, диаметром 20 м и высотой 58,17 м. Днище бака на отметке 44,2 м опирается на опорное кольцо, передающее нагрузку на 12 металлических колонн двутаврового сечения. Несущие элементы покрытия бака

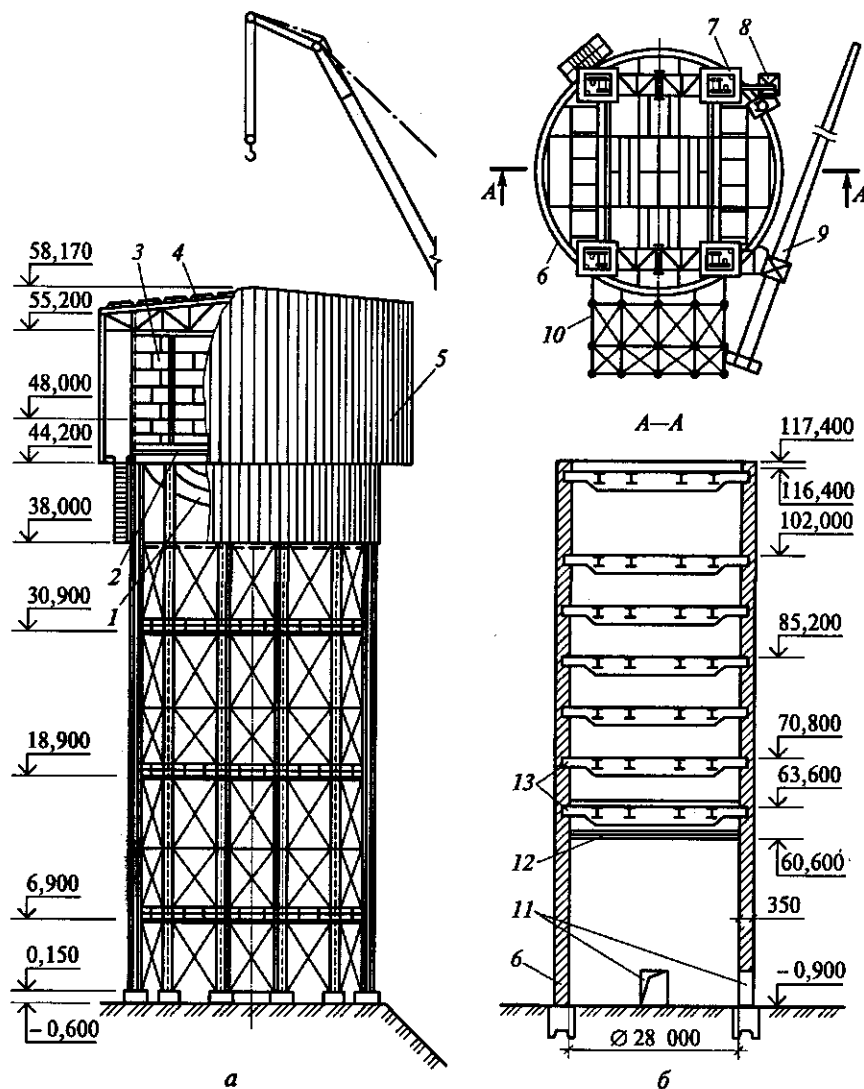


Рис. 11.4. Возведение башен промышленного назначения:

а — водонапорной; *б* — грануляционной; 1 — днище бака; 2 — опорное кольцо; 3 — бак; 4 — покрытие бака; 5 — обшивка; 6 — ствол башни; 7 — лебедка; 8 — лифт; 9 — приставной кран; 10 — пристройка; 11 — монтажные проемы; 12 — защитный экран; 13 — перекрытие

выполнены в виде 12 радиально расположенных металлических ферм, соединенных друг с другом в центре башни металлическим кольцом. По фермам укладываются радиальные железобетонные плиты.

На отметке 38,0 м в целях утепления бака также предусмотрена укладка перекрытия из сборных железобетонных плит. Выше этой отметки бак огражден утепленными щитами из профилированного настила.

Монтаж каркаса башни производили плоскостными блоками массой до 34 т, состоящими из двух колонн высотой 22 м, объединенных проектными связями. Блоки собирали на площадке укрупнительной сборки, расположенной рядом с местом монтажа, и устанавливали методом поворота с помощью башенного крана.

Каждый блок после установки временно раскрепляли расчалками и соединяли постоянными связями с соседними блоками. Одновременно с монтажом блоков устанавливали укрупненные конструкции маршевой лестницы массой до 23 т.

После монтажа второго яруса плоскостных блоков колонн на отметке 44,2 м укрупняли и монтировали блоки опорного кольца. Блоки сферического днища укрупняли с помощью гусеничного крана МКГ-25, а затем в виде семи блоков-секторов массой по 4 т устанавливали на проектной отметке.

Предварительно свальцованные из двух сваренных листов элементы цилиндрической части бака поставляются на строительную площадку в специальных контейнерах, что позволяет избежать их деформации при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах.

На объекте из свальцованных элементов на специальном стенде собирают царги высотой по 2,8 м, размером на 1/4 периметра бака и поярусно устанавливают и закрепляют на проектных отметках с 44,2 по 55,2 м. Перед подъемом царги обстраивают подмостями, что позволяет максимально использовать грузоподъемность крана и исключить устройство подмостей на высоте.

Несущие конструкции покрытия бака также укрупняют в блоки-секторы, состоящие из двух радиальных металлических ферм со связями. Перед монтажом блоков-секторов покрытия укрупняют центральную ферму длиной 20 м с кольцом по центру, на которое затем опирают концы укрупненных блоков-секторов ферм при их установке.

Грануляционные башни (рис. 11.4, *б*) представляют собой цилиндрические сооружения, выполненные из монолитного железобетона с перекрытиями из железобетона и стальных конструкций, опирающимися на ствол башни. Нижнее перекрытие (защитный экран) подвешивается к основному перекрытию. Технологическое оборудование для получения гранул устанавливается на монолитные железобетонные плиты перекрытий.

К башне примыкает пристройка — многоэтажная металлическая этажерка с шагом колонн 3 и 6 м, с перекрытиями из монолитного железобетона и ограждающими конструкциями из железобетонных стеновых панелей с металлическими переплетами.

Железобетонный монолитный ствол башни обычно выполняется в скользящей опалубке. После окончания работ по возведению ствола и уборке вспомогательного оборудования внутри ствола башни собирают стальные балки и с монолитным перекрытием поднимают их в проектное положение с помощью полиспастов, подвешенных к временным монтажным балкам, опираемым на верхний обрез железобетонного ствола. Для свободного подъема каждого перекрытия внутри ствола балки поднимают укороченными на 120...300 мм. Поднятые на проектные отметки перекрытия подвешивают в четырех точках с помощью жестких тяг к ранее поднятым, а верхнее перекрытие — к монтажным балкам. После подъема перекрытий в проектное положение их наставляют или опирают с помощью специальных выдвижных столиков с овальными отверстиями. На стволе башни предусматривают закладные детали для крепления подмостей на всех уровнях и крепления приставного крана.

Для установки и демонтажа монтажных балок, лебедок, полиспастов, лестниц, монорельсов и другого оборудования, а также для монтажа несущих и ограждающих конструкций пристройки снаружи ствола башни после окончания бетонирования ствола устанавливается приставной кран, а для подъема рабочих — лифт или грузопассажирский подъемник. При монтаже стальных конструкций широко применяется их укрупнение в плоские рамы массой до 8 т.

11.5. Промышленные трубы

Промышленные трубы предназначены для отвода газов, в том числе горячих, в атмосферу.

Дымовые трубы должны выдерживать температуру горячих газов не менее 750...800°C, поэтому их возводят из жаропрочных материалов: кирпича или бетона. В связи с тем что кирпичные и монолитные железобетонные трубы очень трудоемки в изготовлении, предпочтение обычно отдается трубам из жаропрочного сборного железобетона с шамотным заполнением, собираемым из отдельных кольцевых царг, высотой до 1,5 м. С внутренней стороны в царгах предусматриваются вертикальные и горизонтальные температурные швы для снижения влияния усилий температурного расширения. Внутри стенок царг формируются вертикальные отверстия для прохода арматуры, устанавливаемой при сборке трубы.

Трубы высотой до 40 м собирают в горизонтальном положении и монтируют в целом виде. При сборке под торец нижней царги ствола трубы подкладывают специальный кондуктор, скользящий по рельсам во время подъема трубы. Через вертикальные отвер-

стия царг протаскивают арматуру в виде стержней или канатов и производят ее натяжение. Затем инъецируют в каналы жаростойкий раствор и устанавливают ходовую лестницу, грозозащиту и светофорные площадки.

Подъем и установку трубы можно осуществлять с помощью двух монтажных мачт или современного стрелового крана на шасси автомобильного типа грузоподъемностью 300...400 т (рис. 11.5, а, б).

Опорный стакан трубы устанавливают на анкерные болты фундамента, производят геодезическую выверку положения трубы с помощью теодолитов и закрепляют ее на фундаменте.

Дымовые трубы высотой более 40 м возводят за счет вертикального наращивания царг. Нижние 20 м ствола армируют верти-

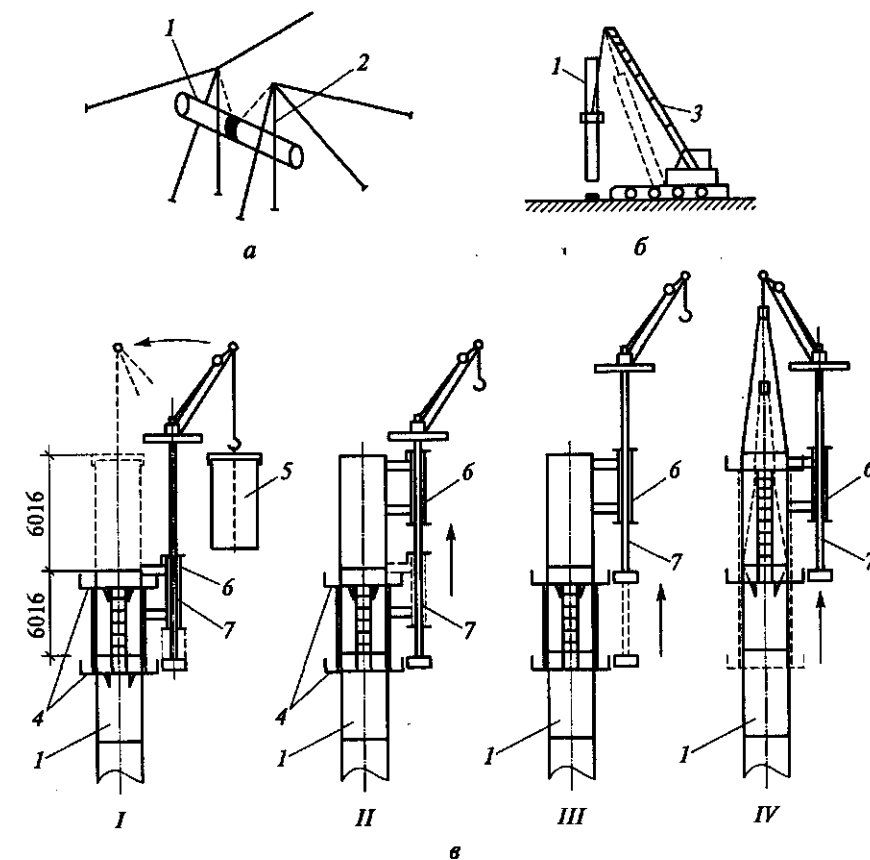


Рис. 11.5. Устройство промышленных труб с использованием:

а — монтажных мачт; б — стрелового крана; в — ползучего крана; 1 — труба; 2 — монтажные мачты; 3 — стреловой кран; 4 — подмости; 5 — секция трубы; 6 — обойма; 7 — ползучий кран; I...IV — этапы установки секции трубы и перестановки крана

кальной арматурой, воспринимающей ветровую нагрузку. Друг с другим царги соединяют в соответствии с проектными решениями. Заделка пазов с рабочей вертикальной арматурой производится торкрет-бетоном.

Труба может наращиваться с помощью мощных стреловых кранов типа КАТО НК-3000 или KRUPP КМК-11000, способных поднимать груз массой 5...10 т на высоту 110...120 м. При отсутствии таких кранов могут быть использованы башенные приставные или ползучие краны. Схемы монтажа трубы ползучим краном приведены на рис. 11.5, в.

Вытяжные трубы предназначены для вывода газов из производственных помещений. Они обычно состоят из стальной решетчатой башни и газоотводящих труб. При наличии свободного пространства конструкция собирается в горизонтальном положении, ставится на шарнир и поднимается поворотом с выжиманием с использованием монтажного портала (рис. 11.6, а).

Опоры портала располагаются на тележке, перемещающейся по рельсовому пути с помощью лебедок. Для предотвращения опрокидывания трубу удерживают тормозной лебедкой.

В стесненных условиях строительства трубу обычно возводят методом наращивания с предварительным укрупнением конструкций в крупные блоки или методом подращивания.

При наращивании в качестве грузоподъемного оборудования могут использоваться приставные, самоподъемные краны или стреловые краны в комплексе с другими видами грузоподъемного оборудования: самоподъемными кранами, порталными подъемниками, равноплечевыми траверсами или выдвижными монтажными обоями.

Выдвижную обойму устанавливают стреловым краном на смонтированную им же секцию трубы башни (рис. 11.6, б). Предварительно укрупненный блок секции каркаса башни подают на стенд, а затем вместе с приспособлениями поднимают лебедками через систему полиспастов. После поднятия на 100 мм выше смонтированной секции каркаса башни блок перемещают грузовой кареткой внутрь обоймы.

Установку блока и закрепление стыка секций выполняют с площадок снаружи обоймы. После закрепления смонтированной секции обойму поднимают вверх с помощью системы полиспастов. Закрепив обойму на пространственном блоке постоянными проектными связями, поднимают следующий блок и т.д.

При использовании метода подращивания большую часть сооружения собирают на земле со стационарных подмостей. По центру трубы башни собирают верхние блоки, затем стреловым краном монтируют блоки порталной части, прикрепляя их к смонтированной части башни. К конструкциям портала закрепляют верхние блоки подъемных полиспастов, а с двух сторон к низу со-

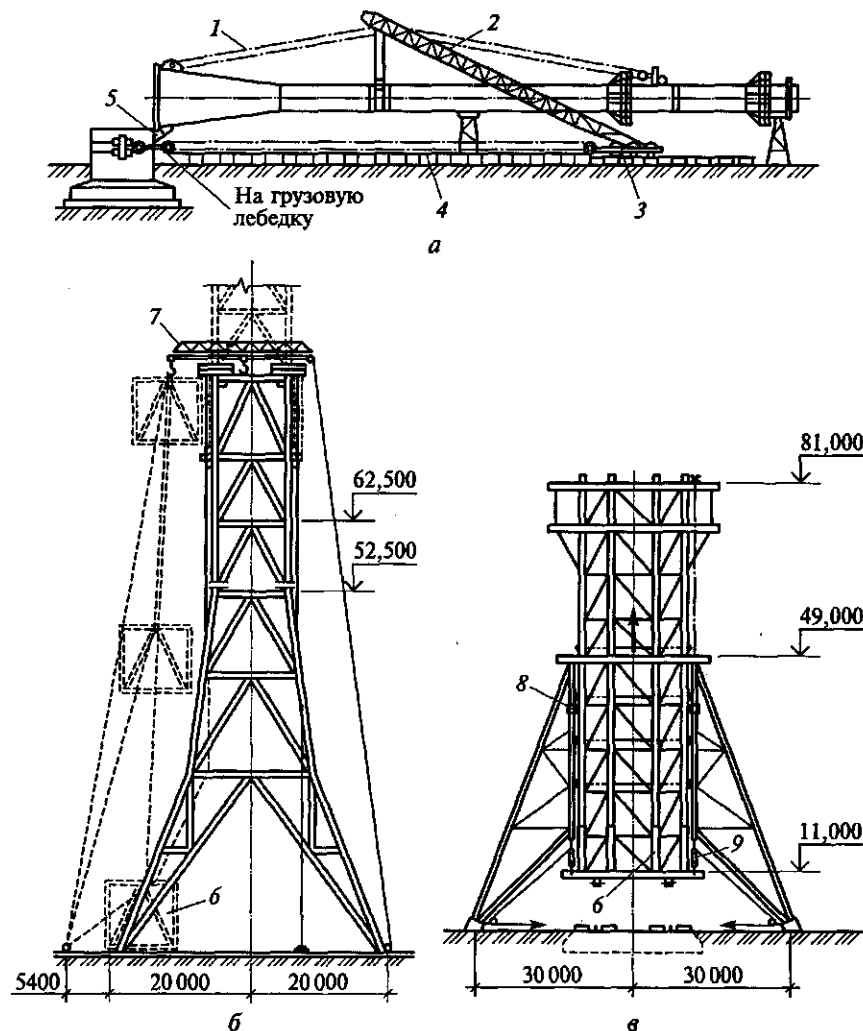


Рис. 11.6. Возведение вытяжных труб:

а — поворотом с выжиманием; б — наращиванием; в — подращиванием; 1 — расчалка; 2 — портал; 3 — тележка; 4 — рельсы; 5 — шарниры; 6 — укрупненный блок; 7 — обойма с монорельсом; 8 — выдвижные упоры; 9 — тяговые полиспасты

бранной верхней части башни также крепят подъемные балки с нижними блоками полиспастов. Затем верхнюю часть башни поднимают так, чтобы под нее можно было поставить следующую секцию.

Например, монтаж вытяжной трубы башни высотой 180 м с тремя газоотводящими стволами вели с использованием ее пира-

мигальной части высотой 49 м в качестве направляющей обоймы (рис. 11.6, в). В период между подъемами призматическая часть башни опиралась на пирамидальную через специальные выдвижные упоры.

Конструкции вытяжной башни монтировали поэтапно в последовательности: сборка на земле в вертикальном положении конструкций верхней части ствола башни высотой 59,6 м и массой 366 т; выдвижение смонтированной части башни на отметку 11,0 м (позже эта часть ствола башни заняла место в проектных отметках 111,0...170,6 м); монтаж и подъем следующих 14 укрупненных пространственных блоков высотой 8 м. Низ стыкуемых блоков поднимали до отметки 11,0 м, что обеспечивало пропуск укрупненных блоков высотой 8 м; методом подрачивания вели монтаж газоотводящего ствола из 14 укрупненных блоков-царг высотой до 12 м и массой до 20 т.

11.6. Буровые вышки и платформы

Буровые вышки имеют высоту до 60 м. Как правило, их приходится возводить в труднодоступных районах при отсутствии кранового оборудования. Поэтому эти сооружения чаще всего монтируют в целом виде после предварительной сборки на земле в горизонтальном положении.

Наиболее распространен способ их монтажа поворотом вокруг шарнира в нижней опоре вышки с использованием монтажной («падающей») стрелы, а в качестве грузоподъемных средств — тракторных лебедок или вертолетов (рис. 11.7). При таком способе установки необходимо учитывать следующие особенности:

требуется устройство якорей на большие усилия;

«падающая» стрела должна быть размером около $1/3$ высоты вышки;

строповку конструкции необходимо осуществлять несколько выше ее центра тяжести;

для торможения конструкции в период ее подхода к положению неустойчивого равновесия и предотвращения опрокидывания вышка обязательно должна удерживаться страховочными канатами.

При использовании в качестве грузоподъемных средств вертолетов поворот конструкции может быть осуществлен без установки «падающей» стрелы. Этот способ требует меньшей подготовки при производстве работ, но более высокой квалификации пилотов, особенно если подъем осуществляется двумя вертолетами.

Если отсутствуют условия для подъема вышки поворотом, то ее можно возводить методом блочного вертикального наращива-

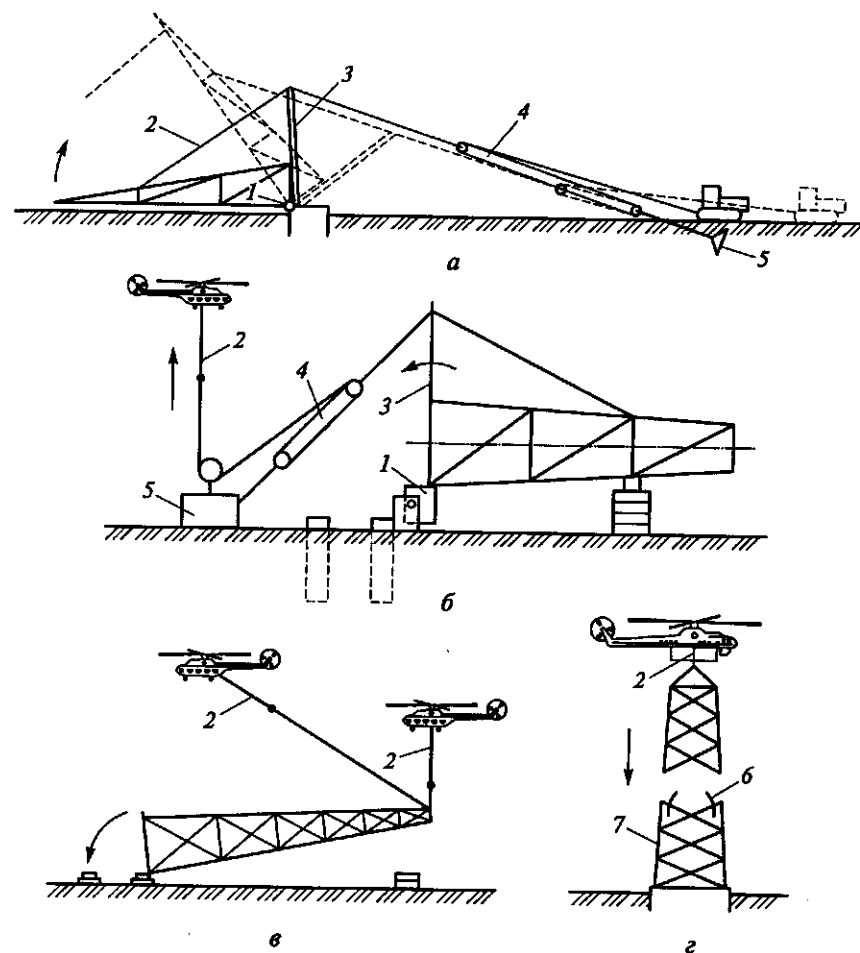


Рис. 11.7. Монтаж буровых вышек:

а, б — поворотом «падающей» стрелы; в — поворотом двумя вертолетами; г — наращиванием; 1 — поворотный шарнир; 2 — тяговый канат; 3 — «падающая» стрела; 4 — полиспаст; 5 — якорь; 6 — направляющие уголки-ловители; 7 — блок

ния (см. рис. 11.7, г). Однако этот метод, как правило, является экономически менее выгодным и применяется только в исключительных случаях.

Более сложные технические задачи возникают при установке буровых вышек на морских платформах, так как, во-первых, их монтаж осуществляется в открытом море на большой глубине, а во-вторых, они имеют большие размеры и массу в несколько сотен тысяч тонн.

Конструктивно морская платформа состоит из трех основных частей: фундамента, несущей опоры и надводного сооружения в виде одной или нескольких палуб с буровым и эксплуатационным оборудованием.

В качестве фундаментов используются сваи с донной плитой, выполняющей роль ростверка, и сваи-анкеры, к которым присоединяются плавучие или полупогружные платформы. Сваи могут забиваться в донное основание или устраиваться набивным способом.

Несущие опоры представляют собой решетчатые башни, трубчатые стальные или железобетонные столбы. Надводные сооружения служат для размещения оборудования и обслуживающего персонала. Они состояются из стальных или железобетонных блоков (модулей), число которых в зависимости от размеров платформы может быть 14 и более.

По конструкции платформы могут быть каркасно-свайного, полупогружного, плавучего (гравитационного) и башенного типа.

Опоры *каркасно-свайных платформ* (рис. 11.8, а) при изготовлении оснащаются встроенными камерами плавучести. Сухой док, где изготавливается несущая конструкция платформы, заполняется водой. Конструкция всплывает и буксируется к месту установки.

В местах установки опоры постепенно заполняются водным балластом, принимают вертикальное положение, а при увеличении балластировки погружаются и устанавливаются на донную опорную плиту.

После выверки положения опор по углам забивают трубчатые стальные сваи, затем с помощью плавучего крана монтируют модули надводного строения.

Платформы полупогружного типа (рис. 11.8, б) опираются на вертикальные стальные колонны с затопленными понтонами в основании и удерживаются на месте тяжелыми анкерами или струнными канатами, закрепленными на дне моря. Изменяя объем воды в затопленных понтонах, можно приподнимать или опускать установку. Чем ниже понтоны погружены в воду, тем менее установка подвержена воздействию волн.

Плавучий корпус платформы собирают в сухом доке, выводят в глубокие воды, пригружают водной балластировкой и монтируют надстройки. Затем сооружение буксируют к месторасположению, присоединяют опоры к предварительно заложенным якорным сваям и, освобождая понтоны от балласта, натягивают опоры.

Платформы плавучего (гравитационного типа) (рис. 11.8, в), имея большую массу, сохраняют свою устойчивость без специального прикрепления к морскому дну.

Сотовидное железобетонное основание платформы изготавливают в сухом доке и транспортируют по воде в защищенную глу-

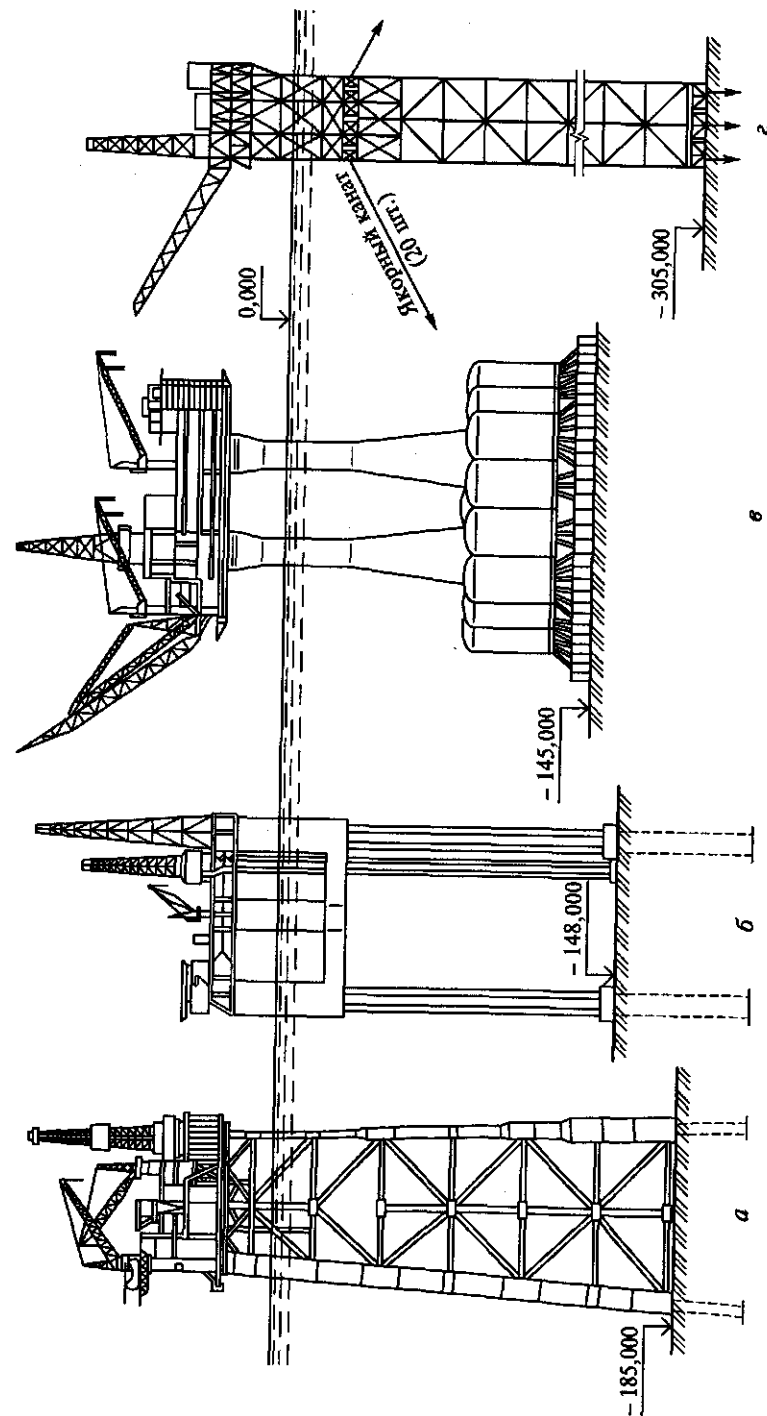


Рис. 11.8. Конструктивные схемы морских нефтедобывающих платформ:

а — стальная каркасно-свайная несущая конструкция; б — полупогружного типа; в — железобетонная гравитационного типа; г — башенная с якорными растяжками

боководную бухту, где четыре ячейки дорасчивают с помощью скользящей опалубки до получения железобетонных опорных колонн. Для удобства ведения работ ячейки закрывают и пригружают водным балластом с таким расчетом, чтобы место выполнения бетонных работ все время было на одном уровне.

Параллельно с бетонированием собирают стальное надводное строение, устанавливают на понтоны и подводят к опорам. За счет увеличения водной балластировки понтонов строение устанавливается на колонны. Затем всю конструкцию в вертикальном положении буксируют и устанавливают на требуемом месте.

После откачки воды закрытый сотовидный фундамент служит в качестве резервуаров для хранения нефти и дизельного топлива.

Платформы башенного типа (рис. 11.8, з) представляют собой стальные решетчатые башни, опирающиеся на дно и прикрепленные к нему сваями, анкерами и якорными канатами с пригрузами. В условиях относительно спокойного моря пригрузы будут лежать на дне, натягивая канаты, а во время шторма они будут медленно подниматься, позволяя башне наклоняться в пределах 2% от вертикального положения.

Башенные опоры собирают из плоских блоков на стапеле, перемещают по нему на понтон и транспортируют по воде к месту установки. Там их с помощью плавучих кранов устанавливают на основание и закрепляют анкерами и растяжками.

В настоящее время около 1/3 мировой добычи нефти и газа приходится на скважины, обслуживаемые морскими платформами, поэтому строительству этих сооружений в настоящее время уделяется большое внимание.

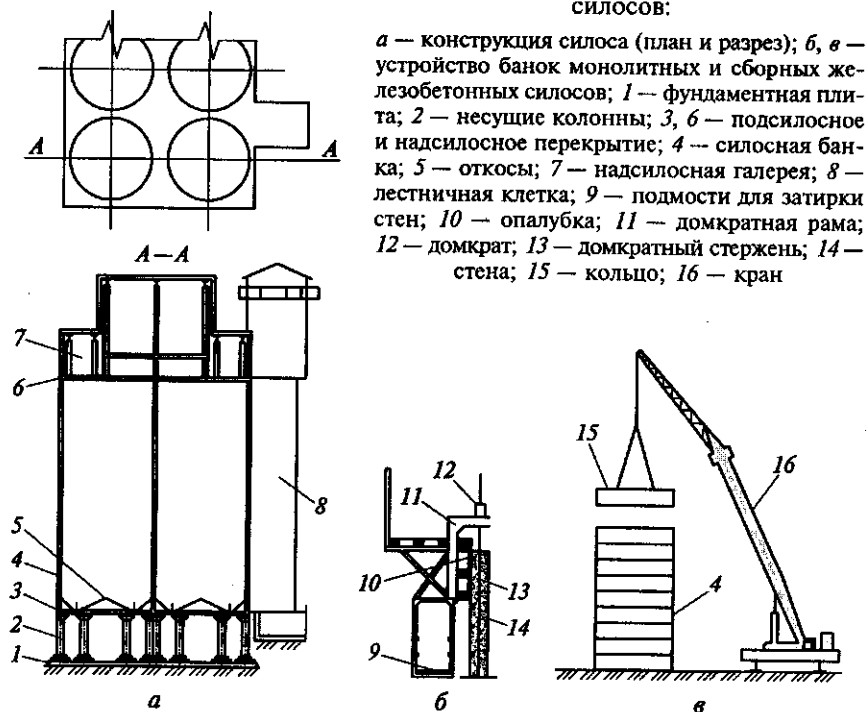
ВОЗВЕДЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЫПУЧИХ, ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ

12.1. Силосы

Силосы — это хранилища для сыпучих и пылевидных материалов. Они представляют собой цилиндрические или прямоугольные резервуары высотой до 30 м и более, диаметром 6...12 м, компактно сгруппированные по 6...24 шт. (банок). Наиболее часто силосы используются для хранения цемента.

На рис. 12.1 представлена конструкция цементного силоса из шести банок, состоящего из следующих основных конструктивных элементов: фундаментная плита, несущая колонна, перекрытие, стены и надсилосная галерея. Наиболее ответственные конструкции силоса — стены — изготавливаются из монолитного или сборного железобетона.

Рис. 12.1. Возведение железобетонных силосов:



а — конструкция силоса (план и разрез); б, в — устройство банок монолитных и сборных железобетонных силосов; 1 — фундаментная плита; 2 — несущие колонны; 3, 6 — подсилосное и надсилосное перекрытие; 4 — силосная банка; 5 — откосы; 7 — надсилосная галерея; 8 — лестничная клетка; 9 — подмости для затирки стен; 10 — опалубка; 11 — домкратная рама; 12 — домкрат; 13 — домкратный стержень; 14 — стена; 15 — кольцо; 16 — кран

Толщина стен принимается постоянной — не менее 16...20 см с двухсторонним вертикальным и горизонтальным армированием.

Для возведения монолитных стен силосов может применяться щитовая, подъемно-переставная и другие типы опалубок. Однако предпочтение обычно отдается скользящей опалубке, позволяющей весь комплекс железобетонных работ выполнять одновременно. При этом скорость бетонирования (не менее 2,5 м в сутки) позволяет заканчивать работы по устройству стен за 8...12 сут, а замедление темпов бетонирования приводит лишь к ухудшению качества работ.

Принципиальная схема конструкции скользящей опалубки приведена на рис. 12.1, б.

При бетонировании стен силосов в скользящей опалубке должны неукоснительно соблюдаться следующие основные требования:

высота опалубки должна составлять 1,1...1,2 м (уменьшение высоты приводит к нарушению устойчивости, а увеличение — к утяжелению);

конусность опалубки должна составлять 0,5 % ее высоты (при уменьшении конусности неизбежно возникают большие силы трения между бетонной смесью и опалубкой и, как следствие, срывы бетона; при увеличении конусности возникают неровности стены за счет «оплывания» бетонной смеси);

щиты опалубки не должны жестко крепиться к кружалам и между собой (иначе возможное проскальзывание отдельных домкратов может привести к искривлению, опалубки и нарушению вертикальности стен);

поперечная связь домкратной рамы не должна возвышаться над рабочим настилом (палубой) более чем на 0,3 м (в противном случае свободные концы вертикальной арматуры будут отклоняться и затруднять вязку горизонтальных колец арматуры);

выгрузку бетонной смеси необходимо производить равномерно по всему периметру стен (во избежание перекоса палубы).

Чтобы не допустить сцепления укладываемой бетонной смеси с опалубкой, работы по ее подъему, армированию и бетонированию должны производиться непрерывно (без остановок) в три смены. Подъем всей системы опалубки с палубой осуществляется за счет домкратов, опирающихся на оставляемые в теле бетона круглые стальные домкратные стержни диаметром 32 мм, устанавливаемые через каждые 1,5...2,0 м по длине стены.

Для подъема опалубки могут использоваться три типа домкратов: электромеханические, гидравлические или ручные. Наибольшее распространение получили гидравлические домкраты, обеспечивающие более равномерный и плавный подъем опалубки по всему фронту сооружения.

Работы по возведению силоса проводят в следующей последовательности:

после выполнения работ нулевого цикла и нивелировки основания стен производят разбивку сооружения, проверяют размеры щитов опалубки и работу механизмов подъема;

устанавливают кольца кружал, арматуру стен и домкратные рамы, монтируют металлоконструкции рабочего пола и щиты опалубки (особенно тщательно проверяют ее конусность, так как при дальнейших работах изменить ее не представляется возможным);

устанавливают домкраты и подключают их к насосным станциям;

устанавливают в домкраты домкратные стержни разной длины (разница длин стержней составляет 1...1,2 м);

выполняют технологический процесс армирования и уплотнения смеси при постоянном подъеме опалубки (бетонную смесь марки не ниже М200 подвижностью 6...12 см укладывают одновременно с двух противоположных сторон сооружения и уплотняют вибраторами с гибким валом и вручную — штыкованием; дефекты поверхности стен, выходящих из-под опалубки, затирают с подвесных подмостей, домкратные стержни в процессе подъема наращивают с применением резьбовых соединений или сварки);

бетонируют перекрытия, надсилосные галереи, устанавливают воронки и технологическое оборудование.

Силосные банки из сборных железобетонных лотков (см. рис. 12.1, в) или колец монтируют с помощью башенных или стреловых кранов большой грузоподъемности. Силосные кольца высотой 1,5 м и диаметром 6...10 м могут изготавливаться на заводе или собираться на строительной площадке. В процессе сборки колец возможно их предварительное напряжение.

Возведение сборных силосов осуществляют следующим образом:

бетонируют монолитную железобетонную силовую фундаментную плиту со стаканами для закрепления колонн;

монтируют колонны подсилосного помещения, наружные стеновые блоки и панели подсилосного перекрытия;

насухо или на растворе поярусно монтируют кольца банок, одновременно крепят опалубку для бетонирования стыков колец и пилястр в угловых силосах;

вертикальными пространственными каркасами и сетками армируют соединения банок между собой и производят обетонировку стыков;

монтируют надсилосное перекрытие, надсилосную галерею и плиты покрытия.

При монтаже конструкций применяются обычные способы установки сборных железобетонных элементов. Установка колец осуществляется с подмостей, подвешиваемых к выпускам ранее

смонтированных колец, переставляемых краном. Для подъема рабочих устраивается облегченная шахта с площадками и стремянками, наращиваемая по мере возведения силоса. Для прохода рабочих из шахты на рабочие места применяются инвентарные стремянки.

12.2. Резервуары и газгольдеры

Вертикальные цилиндрические *стальные резервуары* для хранения нефти и нефтепродуктов могут собираться из отдельных листовых заготовок или рулонных заготовок днища и корпуса — методом рулонирования.

Сборка резервуаров из отдельных листов представляет собой очень трудоемкий процесс монтажа с большим количеством сборочных и сварочных работ, осуществляемых вручную. Метод рулонирования менее трудоемок и позволяет резко уменьшить объем сборочных и сварочных работ на строительной площадке и в среднем в 4 раза сократить продолжительность монтажа.

Работы по возведению резервуара методом рулонирования проводятся в следующей последовательности (рис. 12.2).

Вначале на песчаной подготовке трактором разворачивают свернутое в рулон днище. На него накатывают и устанавливают в вертикальное положение рулон. До подъема рулона к продольной кромке полотнища, расположенной сверху, приваривают мачту жесткости, к которой прикрепляют расчалки, после чего трактором поднимают рулон при помощи «падающего» шевра или крана и поворотного устройства.

После подъема рулона мачту расчаливают и она удерживает кромку рулона в вертикальном положении. Чтобы рулон легче разворачивался, его устанавливают на лист-поддон в виде круга несколько большего диаметра, чем рулон. Чтобы рулон не сползал при перемещении, к поддону изнутри рулона приваривают ограничители, а днище поддона для уменьшения трения смазывают солидолом.

Перед разворачиванием рулона из центра днища очерчивают риску наружной окружности нижнего пояса резервуара, по которой через 0,5...1 м приваривают ограничители из уголков. В центре днища краном устанавливают стойку и раскрепляют ее к днищу подкосами. Эта стойка в дальнейшем является временной опорой при монтаже кровли резервуара.

На высоте 400...500 мм к рулону приваривают скобу, к которой прикрепляют тяговый канат от трактора.

Рулон разворачивают участками по 3...4 м, постепенно прихватывая сваркой стенку к днищу. Возможное самопроизвольное сворачивание рулона устраняется клиновым предохранительным

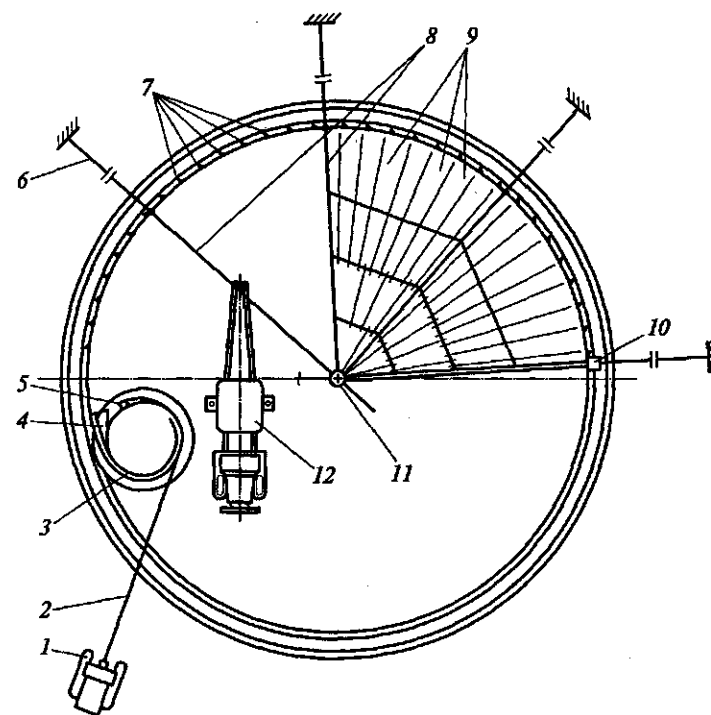
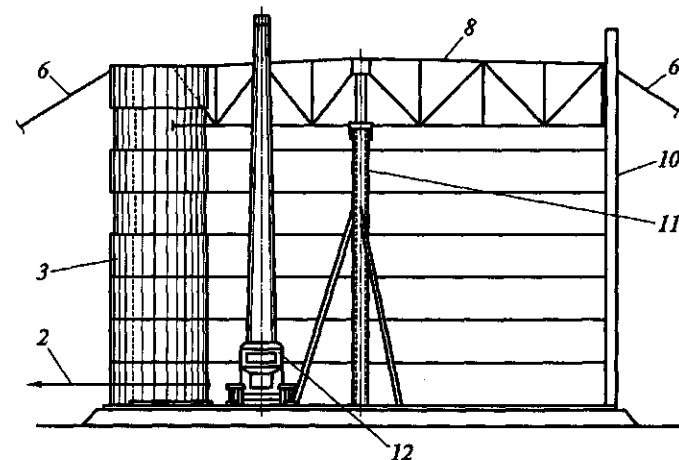


Рис. 12.2. Монтаж резервуара из рулонных заготовок:

1 — трактор; 2 — тяговый канат; 3 — рулон; 4 — клиновой упор; 5 — скоба; 6 — расчалка; 7 — упоры; 8 — полуферма; 9 — кровля; 10 — мачта жесткости; 11 — временная опорная стойка; 12 — кран

упором, который вставляют между развернутой частью стенки и рулоном. Одновременно с разворачиванием устанавливают и приваривают к стенке резервуара опорные стойки кровли, монтируют стропила, прогоны и кровлю.

Работа выполняется находящимся на днище резервуара автомобильным краном, с помощью которого соединяют свободный конец полотнища с начальной кромкой корпуса, используя стяжные приспособления.

Сварку вертикального шва выполняют с настила. Сварочные швы днища, вертикальный монтажный шов и другие швы испытывают гидравлическим методом — наполняют резервуар водой и выдерживают его в таком положении несколько дней, наблюдая за уровнем воды, состоянием конструкций и швов.

Кровлю испытывают нагнетанием сжатого воздуха, для чего с помощью компрессора в резервуаре создается требуемое давление воздуха, а все соединения на кровле промазываются мыльным раствором. О местах с дефектами судят по появляющимся на кровле пузырям.

Железобетонные резервуары могут полностью изготавливаться из монолитного железобетона, но в основном бывают сборно-монолитными: днища — монолитные по бетонной или песчаной подготовке, а стенки, колонны, балки и плиты покрытия — сборные.

Резервуары бывают цилиндрической, реже — прямоугольной формы, заглубленными и надземными. После бетонирования днища монтаж выполняют автомобильным или пневмоколесным краном, перемещающимся внутри или вне резервуара. Сначала устанавливают центральную колонну, затем — через 6 м — стаканы фундаментов под колонны первого и последующих рядов. При выполнении этих работ кран передвигается концентрическими кругами, одновременно монтируя все конструкции: колонны, а после их замоноличивания — балки и плиты кровли. Стыки обрабатывают с передвижных подмостей.

После монтажа всех конструкций внутри резервуара, кроме плит кровли первого ряда, приступают к монтажу панелей стенки резервуара. Панели последовательно устанавливают в паз кольцевого фундамента и сваривают друг с другом арматурными выпусками. После укладки всех панелей в швы устанавливают опалубку и заполняют их бетонной смесью. Одновременно с панелями монтируют оставшиеся плиты покрытия.

После достижения бетоном стыков требуемой прочности на стенки резервуара при помощи навивочной машины устанавливают кольцевую арматуру из высокопрочной стальной проволоки и производят ее натяжение. В дальнейшем замоноличивают панели стен в пазы кольцевого фундамента днища и по всей наружной и внутренней поверхности торкретируют стенки слоями толщи-

ной 10...15 мм. Для проверки герметичности резервуара проводят гидравлические испытания.

Стальные резервуары для хранения газов (газгольдеры) по форме бывают цилиндрическими или сферическими. Цилиндрические газгольдеры в конструктивном отношении имеют много общего с вертикальными резервуарами, предназначенными для хранения нефтепродуктов. Поэтому они изготавливаются и монтируются по тем же технологическим схемам рулонирования, что и стальные резервуары: изготовление на заводе полотнищ рулонов днищ и стенок; доставка, разворачивание и установка рулонов; сварка рулонов и элементов стальной кровли и т. д.

Производство сферических газгольдеров более сложное, чем цилиндрических, но при такой их форме более равномерно распределяется напряжение в элементах конструкции от избыточного давления сжиженных и сжатых газов, достигающего 0,25...1,8 МПа.

Газгольдеры вместимостью 2000 м³ (рис. 12.3) имеют диаметр 16 м, массу около 300 т и толщину оболочки 36 мм. Они могут собираться из изготовленных на заводах листовых элементов в виде лепестков двумя методами.

По первому методу лепестки собирают в блоки на шарнирно-качающемся стенде с автоматической сваркой меридиональных швов. Полушария или укрупненные блоки собирают на лучевом стенде, после чего их поднимают и устанавливают в проектное положение. Монтажные швы корпуса сваривают вручную, что снижает эффективность метода.

По второму методу все швы сваривают автоматической сваркой под слоем флюса. На специальном сборочном стенде собирают полусферы или укрупненные блоки из лепестков. Сборку ведут с помощью стяжных приспособлений, вручную выполняют лишь подварочный шов. Полусферы устанавливают на специальный вращатель (манипулятор), где автоматически сваривают меридиональные и кольцевые швы резервуара.

Испытания сферических емкостей, как правило, производят путем наполнения их водой под давлением, превышающим расчетное в 1,25...1,5 раза, и выдержки их в таком состоянии не менее 10 мин.

Для хранения сжиженных газов при отрицательных температурах (до -195 °С) и атмосферном давлении строят *цилиндрические изотермические резервуары*. Низкая температура хранения газов обуславливает конструктивные особенности резервуаров: применение хладостойких сталей; увеличение высоты (обычно 24 м); наличие двойной стенки для размещения теплоизоляции и соответствующего фундамента, предотвращающего промерзание грунта; устройство анкерных креплений.

При сооружении изотермических резервуаров могут быть применены следующие способы их монтажа (рис. 12.4).

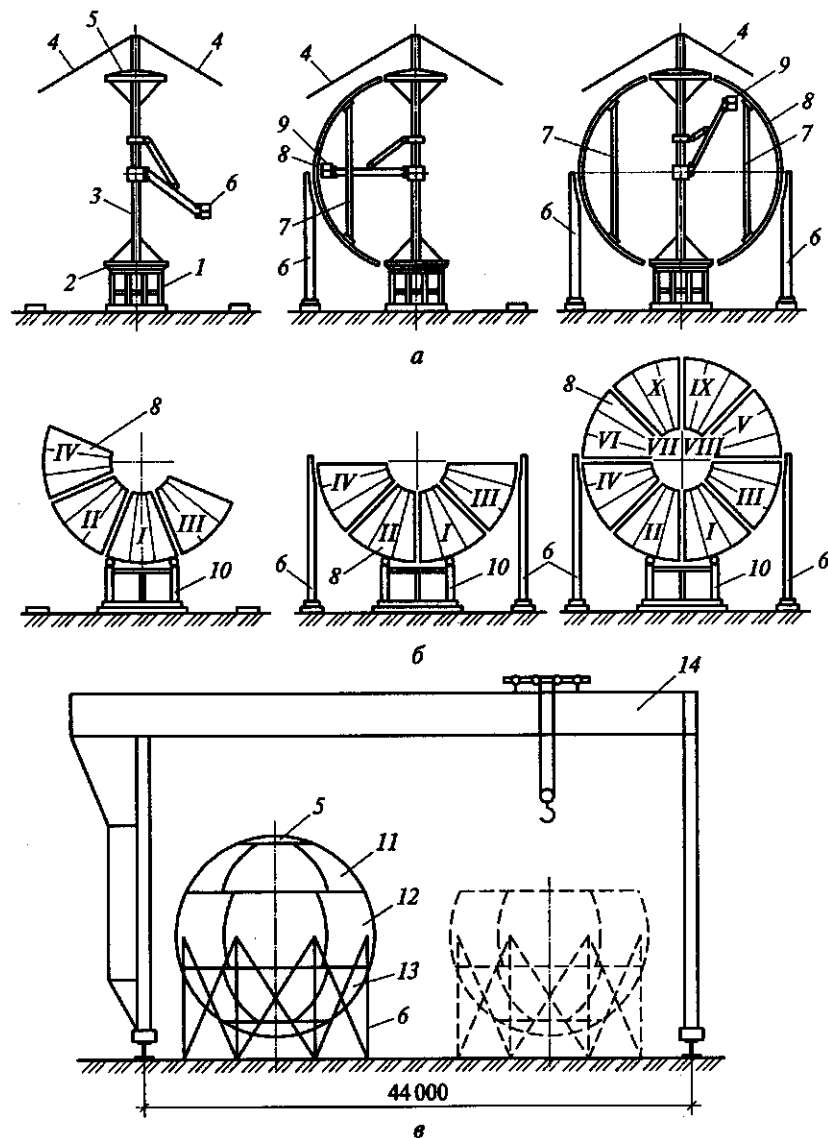


Рис. 12.3. Сборка сферических резервуаров вместимостью 2000 м³:

а, б — из меридиональных блоков соответственно в вертикальном и горизонтальном положениях; в — из укрупненных поясов в горизонтальном положении; 1 — неподвижная опора манипулятора или временное опорное кольцо; 2 — днище резервуара; 3 — временная центральная стойка; 4 — расчалки; 5 — купол резервуара; 6 — опорная стойка; 7 — временная стойка жесткости; 8 — меридиональные блоки оболочки резервуара; 9 — полноповоротная подъемная люлька; 10 — манипулятор; 11 — верхний пояс; 12 — экваториальный пояс; 13 — нижний пояс; 14 — козловой кран; I...X — последовательность монтажа блоков резервуара

1. Монтаж нижней части стенок резервуара из рулонных заготовок с последующим полистовым их наращиванием до проектных отметок с лесов, установленных внутри резервуара.

2. Монтаж нижней части стенок рулонами, а верхней — секциями, укрупненными на специальном стенде, обеспечивающем их сборку с необходимым прогибом и сварку с обеих сторон.

3. Монтаж нижней, а затем и верхней частей стенок рулонами. Нижнюю кромку монтируемого рулона удерживают с помощью специальных ловителей, устанавливаемых на смонтированном ранее полотнище.

4. На наружном днище разворачивают рулоны нижней части наружной стенки и верхних частей наружной и внутренней стенок. В центре днища устанавливают в вертикальном положении рулоны нижней части внутренней стенки. На верхней стенке монтируют внутреннюю и наружную крышу и поднимают полученный блок в проектное положение, создавая избыточное давление воздуха внутри резервуара. После установки поднятого блока разворачивают рулоны нижней части внутренней стенки и соединяют их кромки с кромками внутренней стенки подвешенного блока.

5. Рулоны нижней и верхней стенок резервуара разворачивают в горизонтальном положении. Кромки развернутых полотнищ соединяют встык, объединенное полотнище наматывают на катушку, накатывают на днище, устанавливают в вертикальное положение и разворачивают.

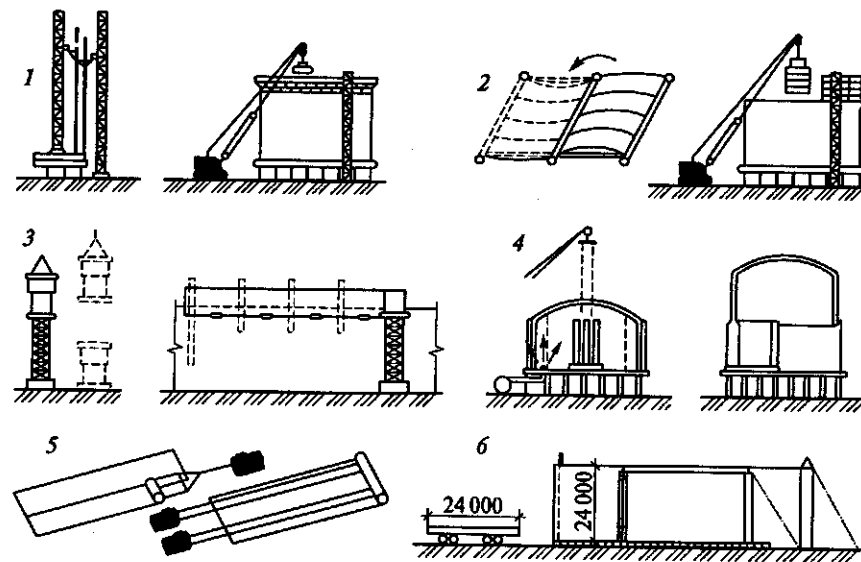


Рис. 12.4. Варианты (1... 6) монтажа изотермического резервуара с применением рулонных заготовок

6. Стенки резервуаров возводят из изготовленных на заводе рулонов высотой 24 м, что снижает трудоемкость монтажа, но требует дополнительных капитальных вложений для оснащения завода-изготовителя стендом по рулонированию полотнищ шириной 24 м.

Внутреннее днище устраивают следующим образом: поднимают домкратами собранные стенки, на наружное днище укладывают блоки теплоизоляции (пеностекла), производят полистовой монтаж внутреннего днища и опускают стенки резервуара.

Крышу внутреннего резервуара можно устанавливать в собранном состоянии тремя кранами. Крышу наружного резервуара обычно монтируют с помощью стрелового крана укрупненными щитами.

После гидравлического и пневматического испытания на внутреннюю стенку изотермического резервуара навешивают теплоизоляционные маты и в межстенное пространство засыпают перлит.

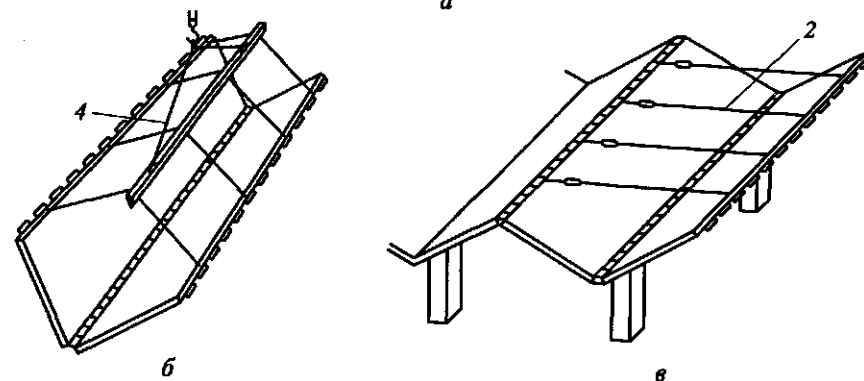
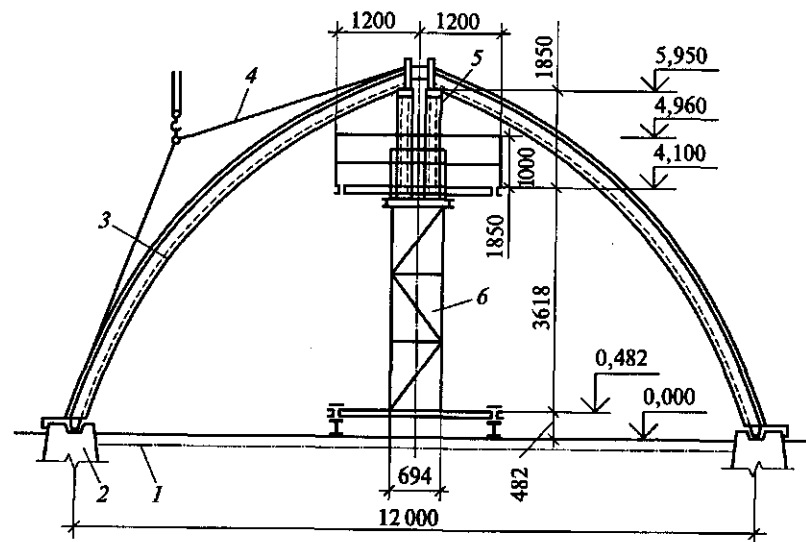


Рис. 12.5. Покрытия складов:

a — армоцементными сводами; *б, в* — складчатыми элементами (процесс подъема и установки); 1 — затяжка; 2 — фундаментная балка; 3 — армоцементный элемент; 4 — строп; 5 — домкрат; 6 — передвижной кондуктор

Склады часто перекрывают *армоцементными сводами* (рис. 12.5) пролетами 12 и 18 м, собираемыми из волнистых элементов шириной 2 м. Элементы свода опирают на фундаментные балки, связанные между собой на уровне пола затяжками. По торцам элементы имеют диафрагмы, выполняющие функции нижнего стыка, водослива и шарнирного соединения.

При изготовлении элементы усиливают монтажными стяжками и в таком виде транспортируют по две пары на специальных полуприцепах, буксируемых седельными автотягачами. Разгрузку и складирование элементов производят на устройства, воспринимающие распор от их собственной массы. Во время подъема элемента этот распор воспринимается специальными балансирными стропами.

Монтаж элементов армоцементного свода осуществляют стреловым краном на передвижном кондукторе. Сначала элементы трех волн свода устанавливают на монтажный кондуктор, выравнивают с помощью реечных домкратов. Затем элементы смежных волн сваривают между собой. После опускания подвижных головок кондуктор перемещают на очередную стоянку.

Замоноличивание стыков между продольными гранями элементов смежных волн свода производят цементно-песчаным раствором с тележки, перемещаемой по своду. Нижняя опалубка швов может быть выполнена в виде полосы стеклохолста, приклеиваемой полимерцементным клеем, или полосы бекелизированной фанеры, закрепляемой скобами.

Складчатые покрытия составляют из спаренных сборных железобетонных плит. Для покрытий обычно применяют складки длиной до 40 м, шириной до 7,5 м, толщиной 30...70 мм с углом наклона 30°. Длина спаренных плит ограничивается условиями транспортирования. Спаренные железобетонные плиты перевозят с завода в сложенном виде в вертикальном положении автотягачами с прицепами.

Монтаж складчатого покрытия из спаренных плит (за исключением первой складки) производят без кружал или вспомога-

тельных подпорок одним или двумя стреловыми кранами. Для установки каждой пары плит в проектное положение длина монтажных стропов должна равняться половине ширины складки.

Стропы закрепляют в пазах, после чего плиты опрокидывают и они занимают свое положение, определяемое длиной монтажных стропов (см. рис. 12.5). Складку, находящуюся в сборке, закрепляют распорками, связывают поперечную арматуру в коньке и в желобе, замоноличивают стыки быстротвердеющим бетоном или пластбетоном.

После схватывания бетона в ендове и коньке монтажные стропы и распорки снимают.

ВОЗВЕДЕНИЕ ВЫСОТНЫХ МАЧТОВО-БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

13.1. Мачты и опоры ЛЭП

Мачтами называются сооружения постоянного или переменного сечения, значительной высоты и небольших размеров в плане, устойчивость которых обеспечивается расчалками. В отличие от мачт башни имеют большую площадь опирания, обеспечивающую их устойчивость без расчалок. Верхнее сечение башен часто бывает значительно меньше нижнего.

К мачтовым сооружениям энергетики и связи относят опоры линий электропередачи, прожекторные опоры, радиомачты и т. д. Надземная часть таких сооружений обычно изготавливается из металла. Монтируются они, как правило, в целом виде после предварительной сборки у места монтажа.

Опоры ЛЭП в зависимости от условий транспортирования поставляются плоскими решетчатыми блоками или пространственными секциями, болтовую сборку которых производят с помощью стреловых самоходных кранов у места монтажа.

Опоры высотой до 50 м можно устанавливать обычным способом с помощью стрелового крана. Место строповки конструкции должно быть выше ее центра тяжести. Конструкция также может быть установлена на шарнир и повернута краном в проектное положение (рис. 13.1).

Опоры больших размеров и массы поднимают с применением «падающей» стрелы или тросовым подъемом (см. рис. 13.1, в). Иногда практикуется совместная работа стреловых кранов для подъема и тракторов для тяги и торможения.

В начале подъема тяжелых анкерно-угловых опор, когда требуется максимальное усилие тяги, могут использоваться два или даже три трактора. После подъема опоры на 50...60° один из тракторов переходит на торможение, необходимое для предотвращения возможного опрокидывания конструкции.

Переходные опоры большой высоты и массы могут монтироваться методом посекционного наращивания. Первые секции конструкции при такой схеме работ устанавливаются стреловым краном, затем этим же краном и полиспастом, закрепленным на смонтированной секции опоры, устанавливается трубчатый ползучий кран с поворотной головкой, перемещающийся с помощью самоходного устройства на каждую из установленных им секций.

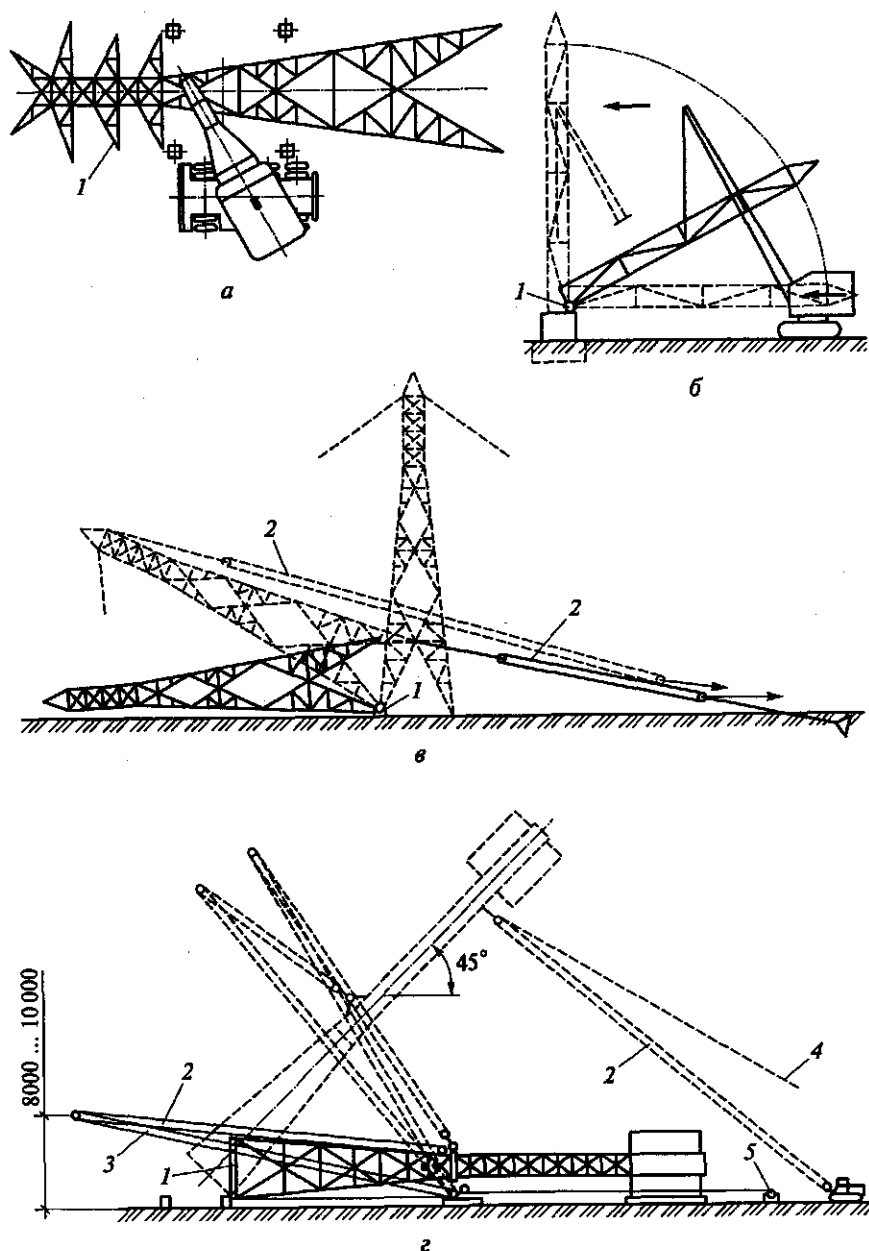


Рис. 13.1. Подъем опор электрических линий:

а — краном; б — краном поворотом через шарнир; в — тросами; г — с помощью портала; 1 — поднимаемая конструкция; 2 — тросы с полиспастами; 3 — портал; 4 — отводная нитка на трактор; 5 — лебедка

Прожекторные опоры могут монтироваться теми же методами, что и опоры ЛЭП, но чаще при их установке применяют безъякорный способ с использованием монтажного портала (шевра) с шарнирным опиранием (рис. 13.1, г).

После сборки опоры краном поднимают верх портала на высоту 8...10 м для снятия нагрузки с крана и его освобождения, а затем продолжают подъем лебедками до достижения порталом угла подъема около 45° , при котором начинает подниматься прожекторная опора.

С началом подъема прожекторной опоры шевр также поднимается, пока угол его поворота не составит 60° .

При повороте прожекторной опоры на угол 45° к горизонту изменяют натяжение тормозного полиспаста, а при достижении угла $80...85^\circ$ дальнейший поворот опоры до проектного положения выполняют только тормозным полиспастом, прикрепленным к трактору, используемому в качестве якоря.

После закрепления анкерными болтами прожекторной опоры к фундаменту шевр опускают вниз с помощью подъемного полиспаста.

Радио- и телевизионные мачты трубчатого сечения, имеющие высоту 300 м и более, возводят посекционным наращиванием с помощью ползучих кранов, подращиванием или поворотом.

При монтаже наращиванием опорную секцию и установку на ней ползучего крана осуществляют при помощи стрелового крана, а последующие секции монтируют ползучим краном с одновременной установкой временных расчалок, постоянных оттяжек-вант и балконных площадок (рис. 13.2, а, б). По мере установки постоянных оттяжек расположенные под ними расчалки снимают.

В процессе монтажа систематически выверяют вертикальность мачт. Окончательную выверку производят после монтажа всей мачты, демонтажа крана и во время натяжения постоянных оттяжек. После окончания работ мачту оборудуют световой сигнализацией.

Мачты трех- и четырехгранного сечения монтируют аналогичным образом, но вместо ползучих применяют более простые в изготовлении самоподъемные качающиеся краны грузоподъемностью 4 т.

Процесс монтажа методом наращивания является трудоемким и продолжительным из-за низкой производительности ползучего крана, поэтому мачты высотой до 140 м стараются устанавливать в целом виде методом поворота вокруг шарнира.

На рис. 13.2, в приведена схема монтажа мачты с антенной при помощи кранов и тракторов. Мачта устанавливается в следующей последовательности:

сборка на шпальных клетках мачты с антенной, кабельной системой, контрольными и другими приборами;

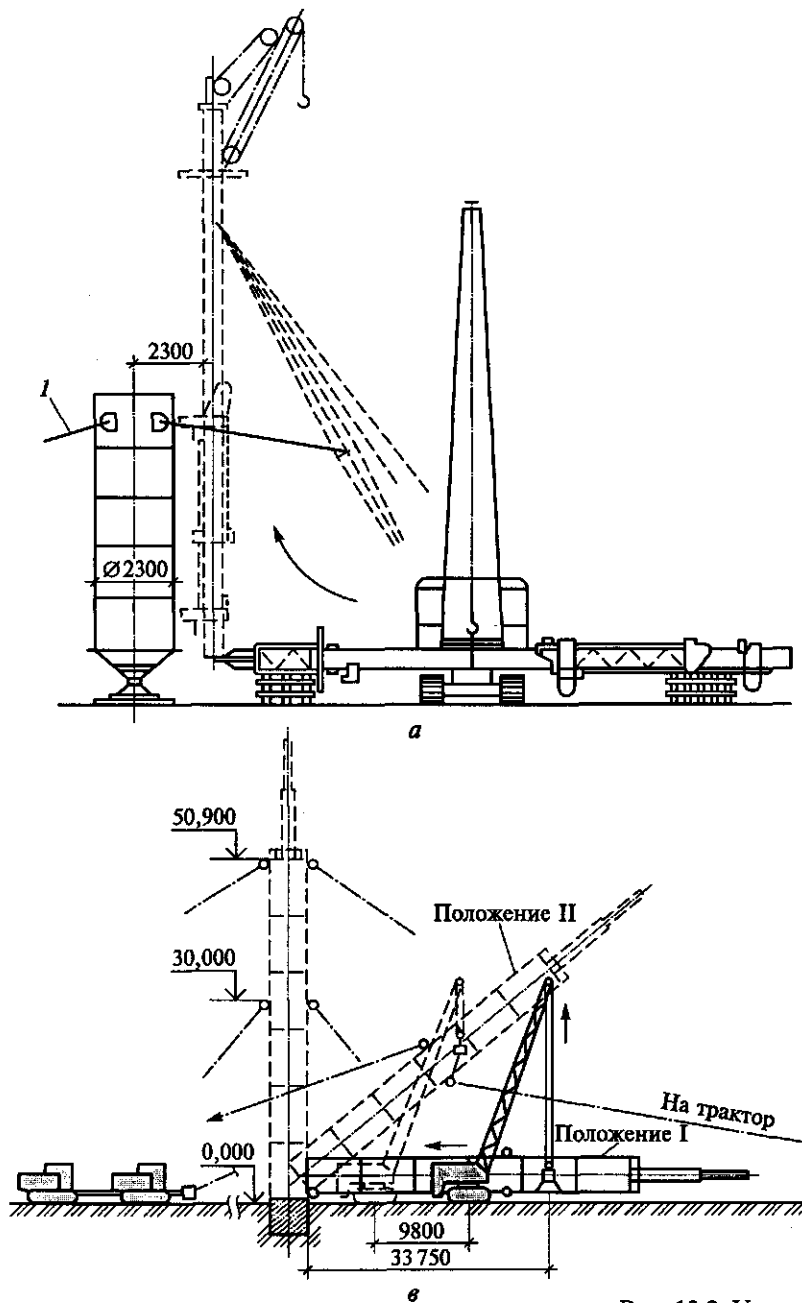
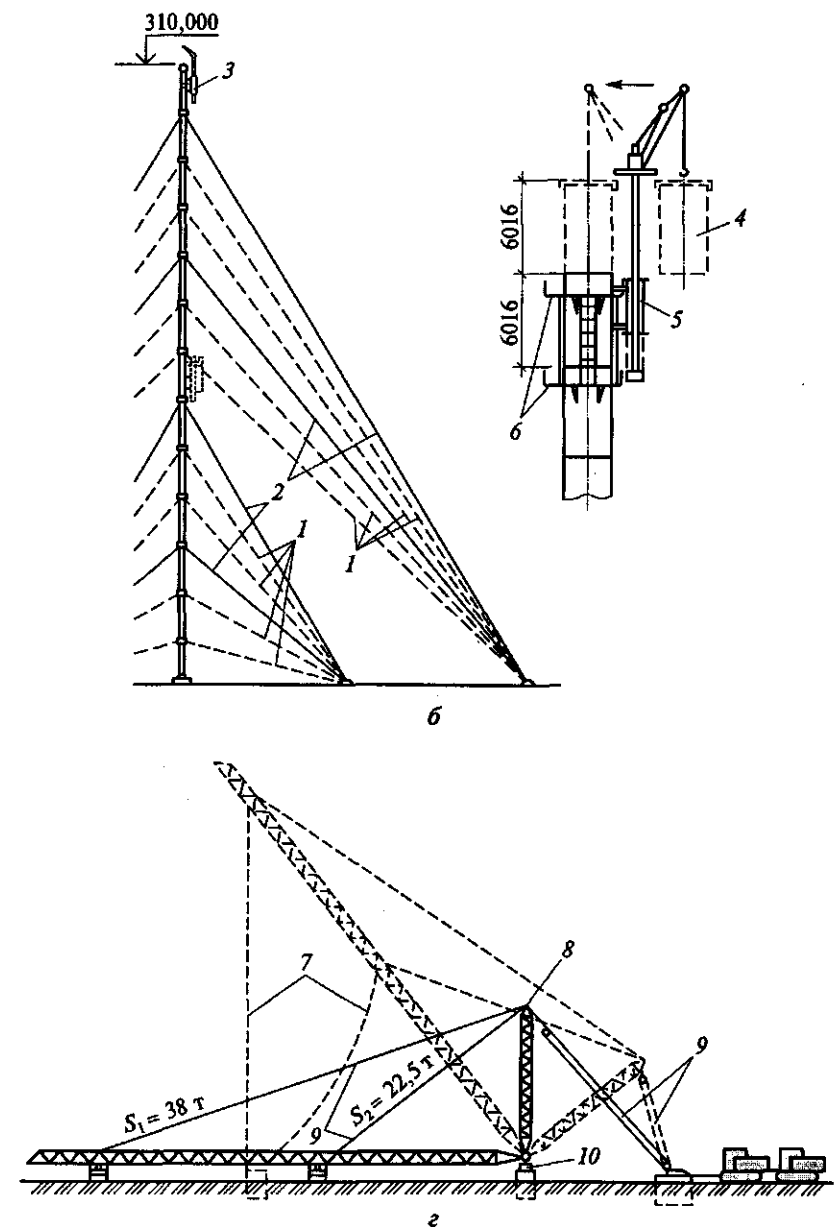


Рис. 13.2. Установка

а — опорных секций; *б* — наращивание и раскрепление; *в* — совместный подъем кн; 2 — оттяжки; 3 — ползучий кран; 4 — поднимаемая секция; 5 — обойма ный трос с полиспастом;



радио- и телемачт:

кранами и тракторами; *з* — подъем с помощью «падающей» стрелы; 1 — расчал-крана; 6 — подмости; 7 — тормозной трос; 8 — монтажная стрела; 9 — подъем-10 — шарнир

подъем двумя кранами на $40...43^\circ$ с одновременным передвижением кранов в стороны фундамента;

дальнейший поворот мачты до вертикального положения за счет тракторной тяги с одновременной страховкой во избежание опрокидывания);

выверка положения мачты и закрепление ее опорной части и оттяжек к анкерам.

На практике основным способом установки мачт-антенн остается монтаж их в целом виде методом поворота с использованием «падающей» стрелы, при котором верх монтажной стрелы прикрепляется неподвижно к мачте подъемными тягами и подвижно подъемным полиспастом — к якорю. За счет тяги от тракторов (рис. 13.2, г) конструкция поворачивается и принимает вертикальное положение. Продолжительность такого подъема составляет 3...4 ч.

13.2. Телебашни

Башни радиотелевизионных станций представляют собой уникальные сооружения высотой несколько сотен метров, поэтому при возведении подобных сооружений возникают большие технические и организационные сложности, связанные с участием большого числа подрядных организаций.

Несущие конструкции башен могут быть полностью металлическими или комбинированными: нижняя часть из железобетона, верхняя — из стали. При возведении башен часто используется комплекс монтажных методов: наращивание, подрачивание, уравновешенная сборка и т.д. Башни высотой до 100 м могут возводиться методом поворота в целом виде, а также наращиваться отдельными частями с помощью крана или вертолета.

Стальные башни представляют собой решетчатые конструкции в форме усеченной пирамиды или цилиндра, заканчивающегося антенной. Поперечное сечение башни может быть в виде круга, квадрата или многоугольника с ядром жесткости, в котором размещаются лифты и другие технологические устройства. В башне могут устраиваться технические здания, в которых размещаются радиотелевизионные службы, ремонтные помещения, рестораны и др.

Нижнюю часть башни обычно монтируют укрупненными блоками с помощью передвижных или приставных кранов, верхнюю часть — самоподъемными кранами. Антенну, имеющую высоту до 100 м и более и переменное сечение, возводят с помощью самоподъемного крана или подрачиванием снизу и выдвиганием секций верхней части, снабженных оборудованием, а также выдвиганием полностью собранной внутри башни антенны.

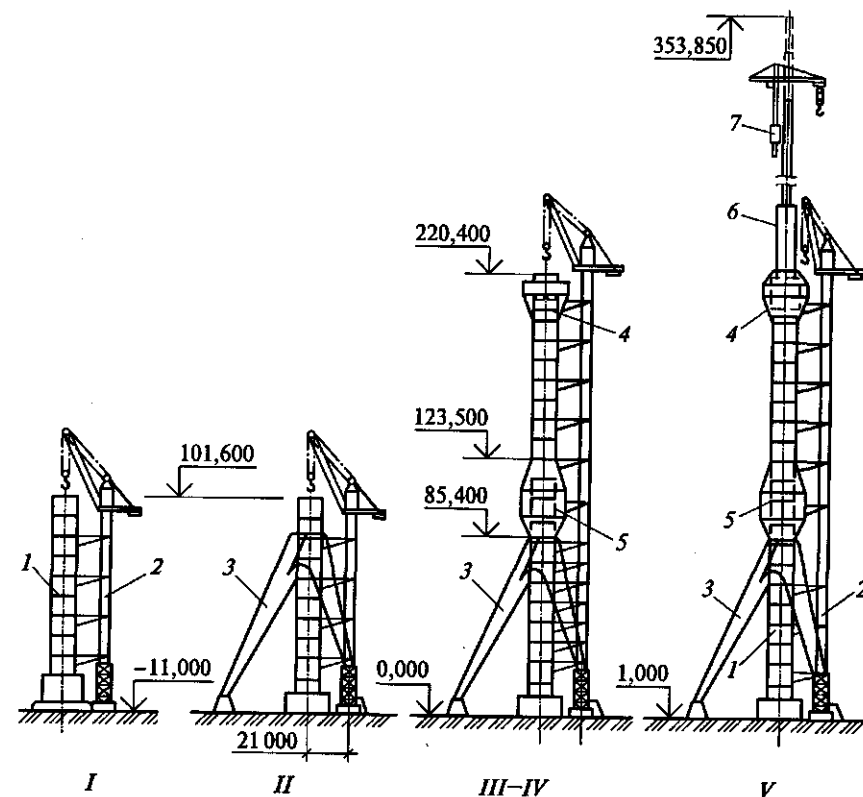


Рис. 13.3. Монтаж конструкций телебашни на I... V этапах:

1 — ствол телебашни; 2 — прислонный кран ПК-25; 3 — опорные подкосы ствола башни; 4, 5 — нижнее и верхнее технические здания; 6 — антенная часть башни; 7 — самоподъемный кран

В связи с уникальностью этого вида сооружений применяются разнообразные схемы их возведения. Наиболее часто встречается технологическая схема возведения стальных радиотелевизионных башен, которая была применена при строительстве Ташкентской телебашни высотой 354 м (рис. 13.3).

Работы проводились в следующем порядке:

возведение опорной части башни и первой секции ствола стреловыми кранами, установка приставного крана и монтаж нижней части ствола посредством наращивания укрупненными плоскими блоками с помощью приставного крана;

установка и закрепление опорных подкосов ствола башни;

монтаж конструкций нижнего технического здания и конусной части ствола до отметки 123,5 м;

монтаж ствола и верхнего технического здания до отметки 220,4 м;

монтаж конструкции антенны подращиванием внутри башни с выдвижением на проектную отметку 353,85 м.

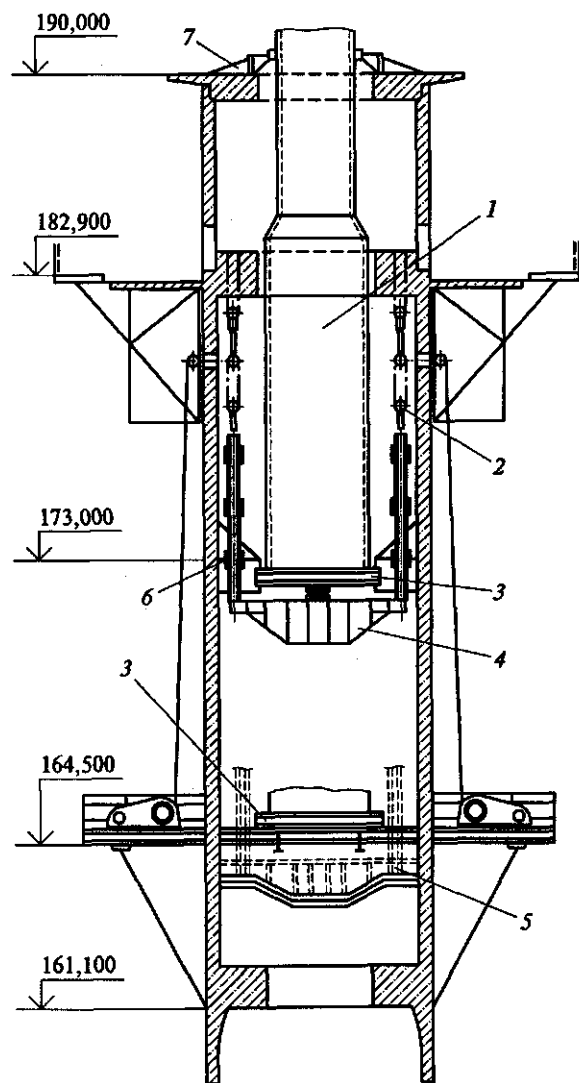


Рис. 13.4. Выдвижение антенны:

1 — выдвигаемая антенна; 2 — полиспаст; 3, 4 — верхняя и нижняя траверсы; 5 — защитная стена; 6, 7 — нижние и верхние направляющие

Башни комбинированного типа состоят из железобетонного фундамента, железобетонного ствола, возводимого в скользящей опалубке с шахтами лифтов и технических зданий, металлической антенной части.

При возведении башни такого типа последовательно выполняются следующие работы:

после бетонирования кольцевой железобетонной фундаментной плиты толщиной 2...3 м и набора бетоном установленной строительной лабораторией прочности в светлое время суток монтируют элементы скользящей опалубки, подключают насосно-распределительное оборудование, устанавливают домкратные стержни и арматуру. В темное время суток при искусственном освещении выполняют вспомогательные и электросварочные работы;

после тщательной проверки положения опалубки и составления геодезической исполнительной схемы начинают бетонирование стенок ствола башни. Толщина стенок принимается в пределах 0,4...0,6 м;

после окончания бетонирования стенок устраивают монолитные железобетонные перекрытия и параллельно монтируют металлоконструкции технологического балкона, строительный подъемник и временные монтажные площадки с грузовыми лебедками на отметке 164,5 м (рис. 13.4). На уровне площадок устраивают временные монтажные проемы для подачи материалов и конструкций внутрь башни;

устанавливают конструкции шахты лифтов и стреловой подъемник, монтируют направляющие для последующего выдвижения антенны и верхнюю часть металлической антенны, подвешивают ее полиспастами к верхнему кольцу направляющих;

секции антенны поднимают и через монтажные проемы подают внутрь башни, а затем подращивают с помощью полиспастов. После закрепления очередной секции антенна выдвигается вверх на высоту секции с помощью лебедок и полиспастов, прикрепленных к металлоконструкциям технологического балкона (отметка 182,9 м);

на земле вокруг основания башни собирают металлический каркас верхнего технического здания и опорную чашу, с помощью лебедок поднимают и закрепляют их на проектных отметках. Нижнее техническое здание, опирающееся на перекрытия технического подвала, изготавливают из монолитного железобетона.

14.1. Общие положения

Различают надземные, надводные и подземные транспортные инженерные сооружения. К надводным и надземным инженерным сооружениям относятся мосты, путепроводы, эстакады, надземные галереи, предназначенные для пересечения водных преград, прокладки коммуникаций, пропуска транспорта и пешеходов, подачи материалов к месту их переработки и т.д.

К подземным инженерным сооружениям относятся тоннели для прокладки транспортных магистралей сквозь толщу горных массивов, а в городских условиях — для устройства под землей автомобильных и железнодорожных коммуникаций, переходы — для создания условий безопасного движения пешеходов, подпорные стенки, подземные гаражи с подъездными путями, коллекторы, трубопроводы и др.

Транспортные инженерные сооружения стараются располагать таким образом, чтобы они не препятствовали движению наземного транспорта и производственно-хозяйственной деятельности людей.

14.2. Сборные железобетонные мостовые сооружения

Мостовые сооружения могут изготавливаться из железобетона, стали и дерева на воде (наплавные), над водой и над землей. Надземные мосты устанавливают над глубокими ущельями (виадуки), оврагами, заболоченными местами, а в городских условиях — для пропуска автомобилей, железнодорожного транспорта и пешеходов.

Наиболее сложными являются мосты через реки, водоемы и болота. Основные разновидности мостов через водные преграды приведены на рис. 14.1.

Мост или другое мостовое сооружение (виадук, путепровод, эстакада) состоит из береговых (устоев) или русловых (промежуточных) опор и пролетных строений. Мостовые опоры изготавливаются из железобетона обычными методами подводного бетонирования. Практиковавшиеся ранее опоры из камня сейчас не возводятся. Исключения составляют ремонтные работы при восстановлении ранее построенных опор (быков).

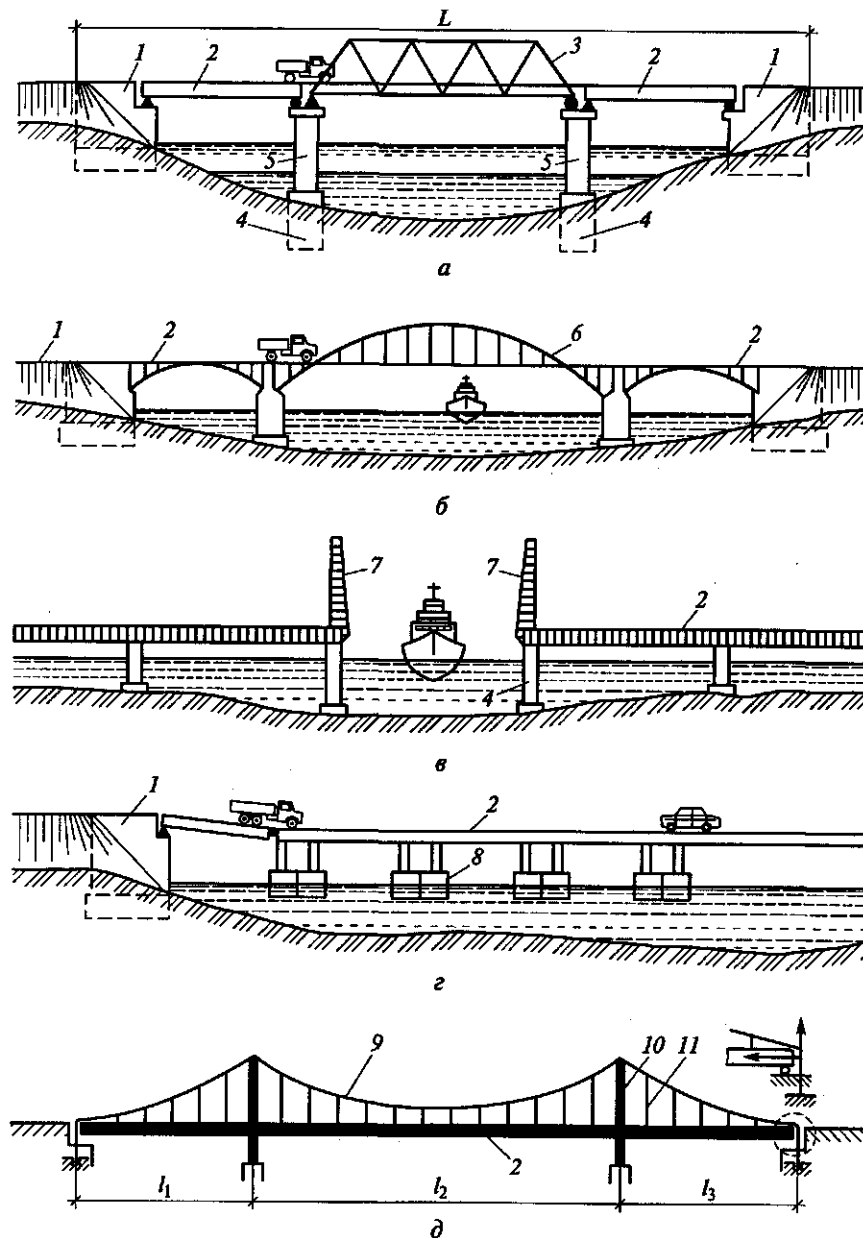


Рис. 14.1. Основные типы мостов:

a — балочный; *б* — арочный; *в* — разводной; *г* — наплавной; *д* — висячий; 1, 5 — соответственно береговая и русловая мостовые опоры; 2, 3, 6 — пролетное строение с ездой поверху, понизу и посередине; 4 — фундамент опоры; 7 — разводное пролетное строение; 8 — плавучая опора (понтон); 9 — ванты; 10 — пилон; 11 — подвеска

Пролетные строения состоят из несущих конструкций (балок, ферм, арок и т.п.) и конструкций проезжей части с тротуарами, ограждениями и всеми вспомогательными элементами. В зависимости от расположения проезжей части в несущих конструкциях пролетных строений мосты бывают с ездой поверху, понизу или посередине (см. рис. 14.1). В зависимости от вида несущих конструкций мосты подразделяются на балочные, арочные, рамные или висячие. Бывают также мосты комбинированной системы, например рамно-балочные и т.д.

Монтаж сборных железобетонных простых балочных пролетных строений плитной и ребристой конструкции при строительстве городских мостов, путепроводов и эстакад состоит из установки блоков пролетных строений на опоры, соединения блоков и устройства мостового полотна, тротуаров и перил.

Для установки балок на опоры применяются стреловые самоходные краны на автомобильном, пневмоколесном или гусеничном ходу. Краны можно располагать вверху (на проезжей части моста) или внизу на земле (рис. 14.2). В первом случае требуется кран большой грузоподъемности, так как он устанавливает балки

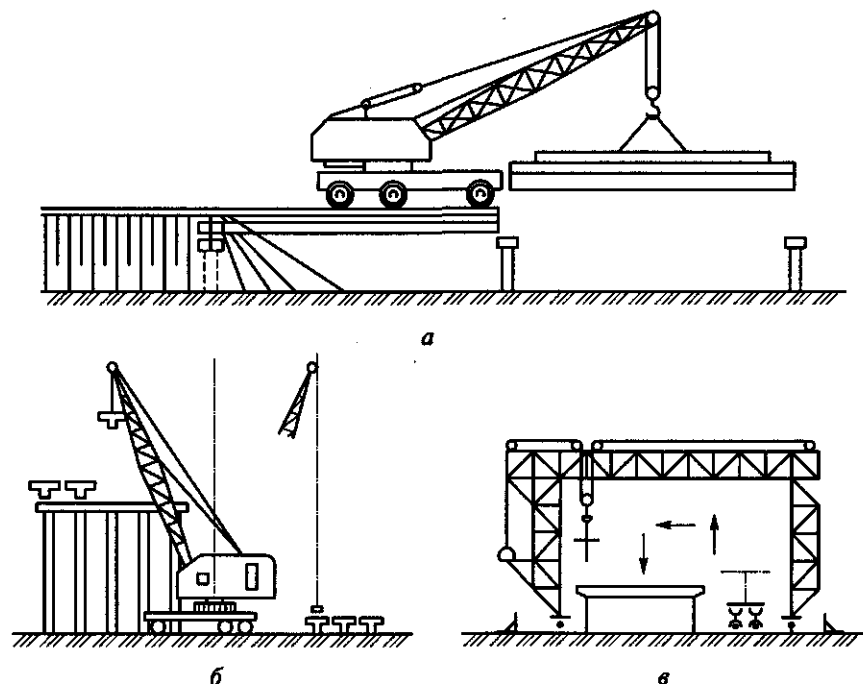


Рис. 14.2. Монтаж простых балок кранами:

а, б — стреловым, располагаемым соответственно на проезжей части моста и на земле; в — козловым

перед собой на большом вылете стрелы. Во втором случае кран устанавливает балки сбоку при минимальном вылете стрелы и поэтому может иметь меньшую грузоподъемность. Однако при установке балок на высокие опоры кран должен иметь длинную стрелу.

Рекомендуемые схемы монтажа простых балок пролетных строений двумя стреловыми кранами широкого распространения на практике не нашли в связи со сложностью осуществления синхронной работы кранов.

Многопролетные мосты, путепроводы и эстакады небольшой высоты и ширины могут монтироваться козловыми или портальными кранами. Краны передвигаются вдоль моста по подкрановым путям. На местности, покрытой водой, подкрановый путь может укладываться по рабочим мостикам, состоящим из деревянных свайных опор и прогонов из металлических двутавров.

14.3. Металлические мосты

Пролетные строения металлических мостов собирают непосредственно на месте установки — в пролете или в стороне от пролета с последующим их перемещением и монтажом в целом виде на опоры. В первом случае для сборки можно использовать сплошные подмости, временные опоры (полунавесная сборка) или производить сборку без опирания на опоры (навесная сборка). В целом виде пролетные строения устанавливают кранами или плавучими средствами, продольной или поперечной подвижкой, вертикальным подъемом и опусканием.

Различают разрезные и неразрезные, решетчатые и сплошнотенчатые, распорные и безраспорные системы пролетных строений. Монтаж перечисленных систем строений должен вестись с учетом их конструктивных особенностей.

Сборка на подмостях обеспечивает высокое качество монтажа, но требует больших трудовых и материальных затрат на их устройство. Поэтому этот способ применяют редко, при небольших пролетах, малой высоте моста и незначительной глубине воды.

Полунавесная сборка (рис. 14.3, а...г) применяется главным образом в условиях, не допускающих навесную сборку, и для перекрытия первого (анкерного) пролета. Для обеспечения устойчивости сборку пролетных строений начинают на коротких сплошных подмостях с закреплением монтируемого пролетного строения за опору моста или ранее установленное пролетное строение.

Обычно используется одна промежуточная опора. Опирание конструкции на две промежуточные опоры допускается как исключение с обязательным авторским надзором и усиленным контролем со стороны главного инженера строительства.

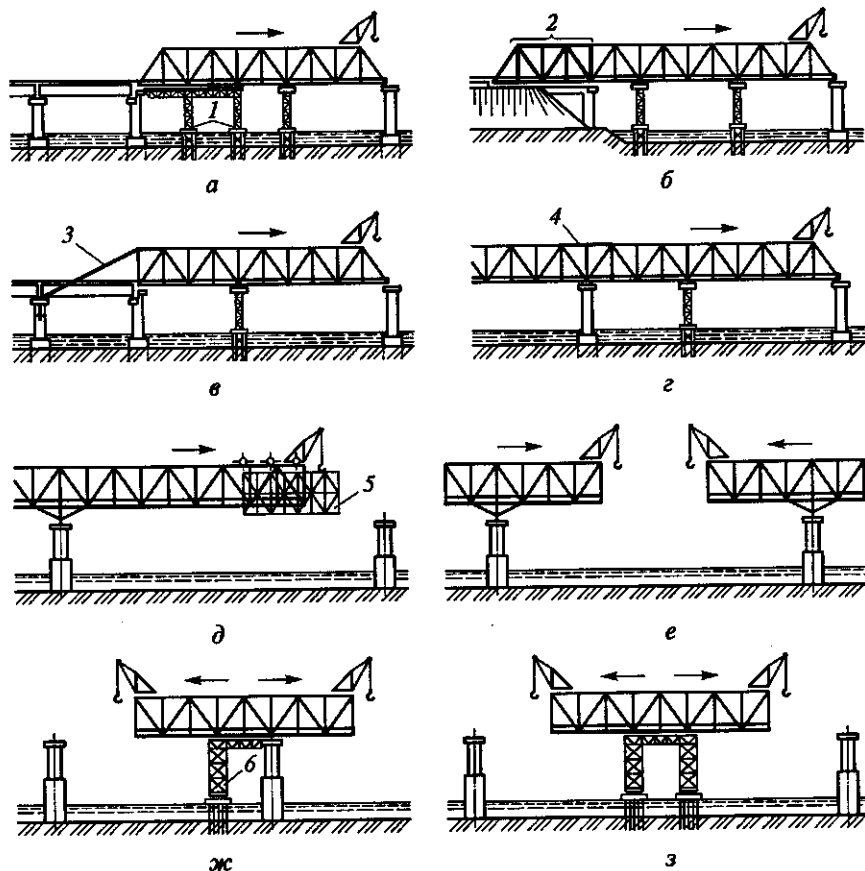


Рис. 14.3. Способы полунавесной и навесной сборки пролетных строений:

а — полунавесная сборка с участком сплошных подмостей; *б...г* — полунавесная сборка с противовесом, закреплением за опору и установленное пролетное строение; *д, е* — навесная сборка, соответственно односторонняя и от опор к середине пролета; *ж, з* — уравновешенная сборка от опоры и от середины пролета к опорам; *1* — сплошные подмости; *2* — противовес; *3* — анкерное закрепление; *4* — соединительные элементы; *5* — подвижные подмости; *б* — сборочные подмости

Навесная сборка (рис. 14.3, *д...з*) применяется при большой высоте моста, интенсивном судоходстве и большой глубине воды. При этом способе монтируемое пролетное строение закрепляют за специальный анкер, опору моста, смонтированное пролетное строение или установленный противовес.

Она может вестись от опор или, наоборот, к опорам. Разновидностью навесной сборки является уравновешенная сборка, когда секции пролетного строения равномерно наращивают в обе стороны от середины пролета или от опоры в смежные пролеты.

Уравновешенную сборку обычно ведут двумя кранами. Сборка одной консоли пролетного строения не должна опережать сборку другой консоли больше чем на один блок. В тех случаях когда прочность или устойчивость конструкций оказывается недостаточной, их усиливают за счет установки дополнительных соединительных элементов, поддерживающих консолей, шпренгелей вант и т. п.

Пролетные строения собирают из геометрически неизменяемых пространственных секций. Установка элементов на место производится под действием собственной массы элемента с помощью оттяжек. Совмещение монтажных отверстий производят сборочными ломиками, конусными оправками и пробками без повреждения металла.

Расстроповку элементов можно выполнять только после установки расчетного числа пробок и стяжных болтов. Окончательное соединение элементов болтами и заклепками производят только после окончательной выверки положения секции.

Рамы и арочные фермы обычно собирают навесным или полунавесным способом из пространственно-неизменяемых блоков от опор к середине пролета.

При езде по низу проезжая часть подвешивается к собранной арке. Для обеспечения жесткости арочной системы могут устанавливаться анкеры (рис. 14.4, *а*). Собираемое внизу арки мостовое полотно выполняет роль жесткой затяжки.

При езде поверху на арку устанавливают элементы надарочного строения и надежно крепят их к арке в узлах.

Арочные фермы собирают полунавесным или навесным способом, но примерно по 1/3 пролета от каждой опоры. Среднюю часть арки собирают внизу, поднимают кранами и закрепляют на собранных крайних частях арки. Затем собирают надарочное строение (рис. 14.4, *б*).

Пролетное строение можно собирать в вертикальном положении полуарками, поворачивать их в проектное положение и замыкать на них надарочное строение (рис. 14.4, *в*).

Вантовые (висячие) мосты могут быть распорными (с фермами жесткости) и безраспорными (со сплошными балками). Сборку пролетных строений можно осуществлять любым из рассмотренных способов, но чаще предпочтение отдается навесному способу с подвешиванием секций пролетного строения к вантам или кабелям. Во многих случаях это существенно снижает трудоемкость и продолжительность монтажа.

Технологическая схема сборки распорных висячих мостов (рис. 14.5, *а, б*) обычно включает в себя следующие операции:

установка пилонов (пилоны небольшой высоты собирают на месте в горизонтальном положении и устанавливают в проектное положение поворотом, пилоны большой высоты собирают на месте в вертикальном положении методом наращивания);

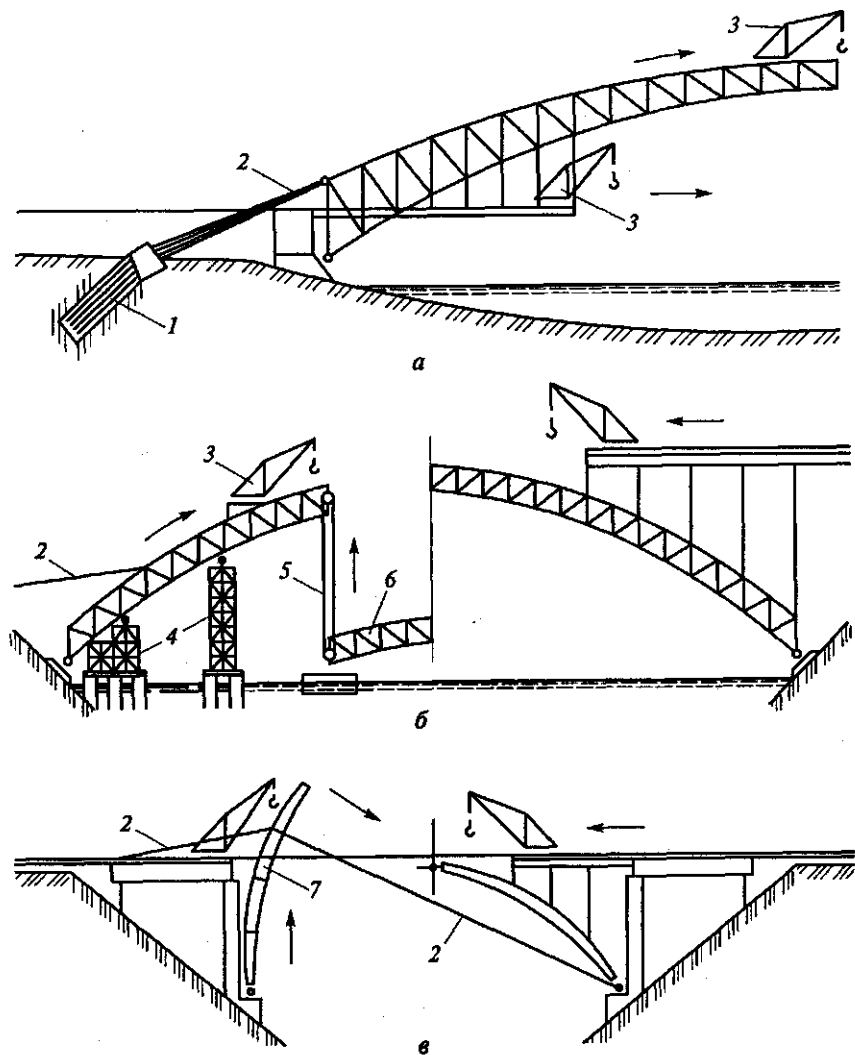


Рис. 14.4. Способы сборки арочных пролетных строений:

a — навесная сборка с анкером; *b* — полунавесная сборка с подъемом верхней части арки; *в* — сборка полуарок в вертикальном положении с поворотом; 1 — анкер; 2 — оттяжка; 3 — кран; 4 — временная опора; 5 — полиспаст; 6 — средняя часть арки; 7 — полуарка

сборка вант из тросов, прядей и проволок, доставка их в пролеты моста на тележках или понтонах, поднятие и укладка на пилоны кранами или лебедками, закрепление за береговой анкер (протаскивание вант через пилоны осуществляется при помощи временного монтажного каната);

обустройство кабеля подвесками, хомутами; работы по защите кабеля от коррозии; натяжение и закрепление вант;

установка ферм или балок жесткости (фермы жесткости чаще всего собирают в пролетах уравновешенным способом путем подвешивания их элементов к готовому кабелю: сначала от пилонов в пролет, затем — от середины пролета к пилону; одновременно с монтажом ферм устанавливают продольные и поперечные связи, балки и элементы проезжей части).

Технологическая схема работ при устройстве вантовых мостов безраспорной системы (рис. 14.5, *в...е*) отличается от описанной последовательностью и составом операций:

сборка секций неразрезной балки жесткости (вначале — на сплошных подмостях, затем — методом полунавесной сборки);

установка пилонов после сборки всей балки жесткости или ее частей в крайних пролетах;

сборка вант, кабелей или цепей на установленные балки жесткости (при выполнении этой операции могут быть использованы вспомогательные канаты, навешенные между пилонами);

установка, натяжение и закрепление вант с регулированием их длины и степени напряжения;

устройство мостового полотна.

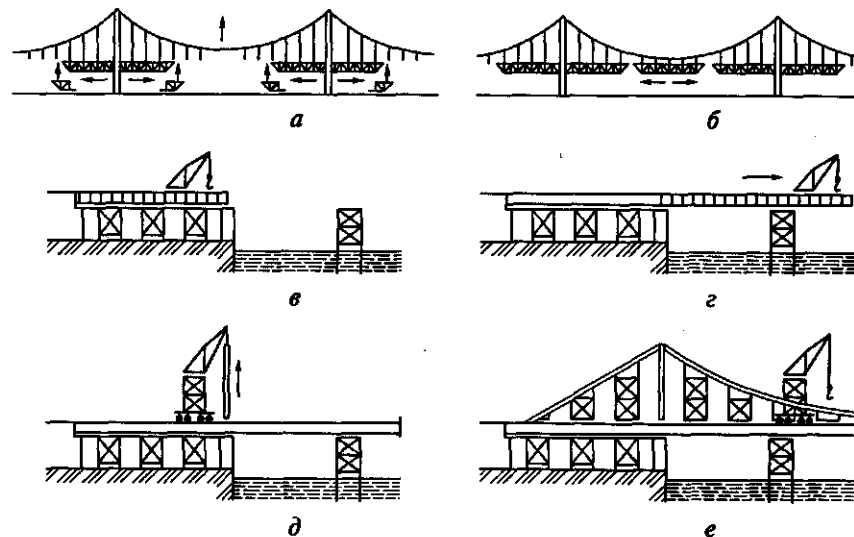


Рис. 14.5. Схемы сборки висячих мостов:

a, б — уравновешенная сборка соответственно от опор и от середины пролета; *в* — сборка крайнего пролета на подмостях; *г* — сборка среднего пролета полунавесным способом; *д* — сборка пилона; *е* — сборка кабеля

Полная сборка пролетных строений с последующей установкой их в целом виде позволяет одновременно возводить мостовые опоры, собирать и монтировать пролетные строения, что сокращает сроки строительства.

В строительной практике применяются следующие способы монтажа пролетных строений в целом виде: специальными кранами (консольными, шлюзовыми и др.); продольной и поперечной надвижкой с использованием плавучих средств, лебедок, аванбеков и др.

Наиболее простым способом является установка пролетных строений стреловыми, порталными и консольными кранами большой грузоподъемности. На рис. 14.6, а приведен пример монтажа балочного пролетного строения консольным краном ГЭПК-130 грузоподъемностью 130 т, который способен монтировать целые пролетные строения длиной до 45 м.

Технологический цикл работы крана длится 3...4 ч и включает в себя строповку и подъем собранной конструкции на сборочной площадке, перемещение крана с конструкцией по рельсовым путям, опускание и установку пролетного строения на опорные части, возвращение крана на склад.

Продолжительность монтажа пролетного строения может быть существенно сокращена за счет предварительной укладки на него мостового полотна в процессе сборки на складе. Однако такой способ может быть применен лишь при перекрытии сравнительно небольших пролетов и наличии крана необходимой грузоподъемности.

Продольная надвижка предварительно собранных пролетных строений на опоры осуществляется по сплошным подмостям, по временным опорам, на плавучих опорах, при помощи аванбека и т. п. Надвижка должна сопровождаться строгим геодезическим контролем.

Продольную надвижку по сплошным подмостям (рис. 14.6, б) применяют при небольших глубинах воды и высоте моста. Пролетные строения надвигают на катках или железнодорожных платформах по накаточному рельсовому пути с помощью лебедок и полиспастов. На месте монтажа их приподнимают домкратами и после отвода платформ опускают на опорные части.

При значительной глубине воды и большой высоте моста устанавливают одну или две временные промежуточные опоры с

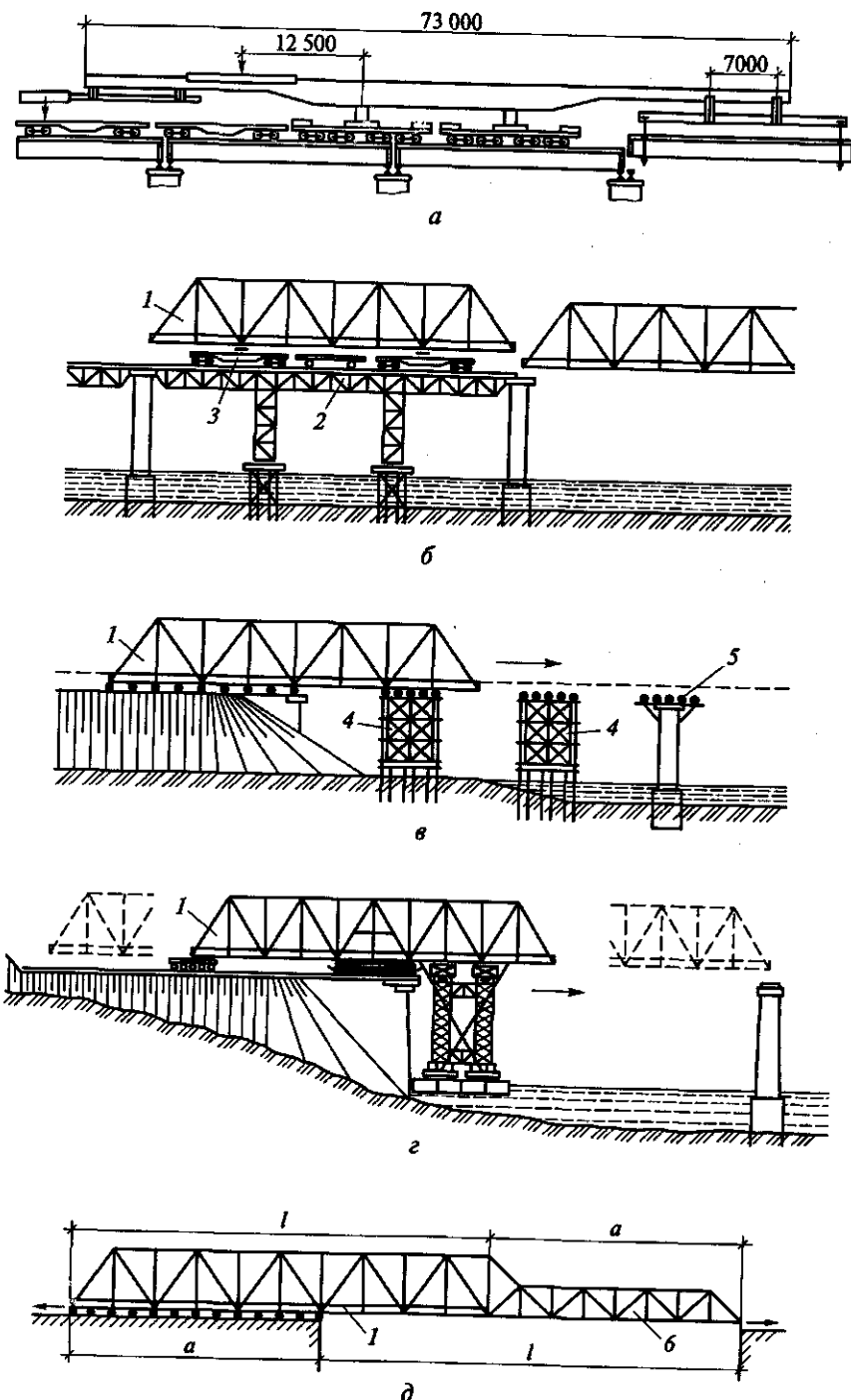


Рис. 14.6. Установка пролетных строений мостов в целом виде:

а — консольным краном; б, в — надвижкой по сплошным подмостям и временным опорам; г, д — надвижкой на плавучих опорах и с использованием аванбека; 1 — надвигаемое пролетное строение; 2 — сплошные подмосты; 3 — железнодорожная платформа; 4 — временная опора; 5 — катки; 6 — аванбек

таким расчетом, чтобы длина консоли надвигаемой конструкции не превышала $1/3$ длины пролета (рис. 14.6, в). Под катками устраивают нижний накаточный путь из рельсов или двутавровых балок с клиньями для регулирования положения конструкции.

Поперечная надвигка применяется главным образом при смене пролетных строений на эксплуатируемых мостах или их уширениях. При проведении надвигки используют постоянные опоры мостов, а также временные подмости, плавучие средства и т.п. В техническом плане проведение работ практически не отличается от организации работ при выполнении продольной надвигки.

Поперечная надвигка пролетного строения позволяет сокращать перерывы в эксплуатации железных или автомобильных дорог в период их реконструкции, так как сборка пролетного строения выполняется в стороне от трассы движения транспорта.

Надвигка на плавучих опорах (рис. 14.6, г) применяется при большой глубине, когда другие способы надвигки оказываются экономически невыгодными.

Опоры состоят из понтонов и металлических вышек, высоту опор регулируют водным балластом. Опору перемещают лебедками поперек реки, удерживают тросами, расположенными под разными углами. При постановке пролетного строения на постоянную опору водную балластировку понтонов увеличивают.

Аванбек (рис. 14.6, д) — легкая металлическая конструкция, удлиняющая пролетное строение в период установки и препятствующая его опрокидыванию при надвигке. Условия применения аванбека аналогичны условиям применения плавучих опор.

Для облегчения накатывания на опору конец аванбека имеет плавный подъем, равный прогибу от собственной массы консольной части надвигаемой системы. После надвигки строения аванбек снимается и переставляется на следующее надвигаемое пролетное строение.

14.4. Монолитные железобетонные мосты

Железобетонные пролетные строения сооружают в проектном положении (в пролетах моста). При этом выполняются следующие технологические процессы: устройство временных вспомогательных конструкций, заготовка и установка опалубки и арматуры, приготовление и укладка бетонной смеси, разборка опалубки и временных конструкций, устройство гидроизоляции и мостового полотна. При возведении предварительно напряженных пролетных строений, кроме того, производят натяжение напрягаемой арматуры.

На строительной площадке моста устраивают бетонный завод, склады цемента и заполнителей, опалубочный и арматурный цехи, системы энерго- и водоснабжения, доставляют и устанавливают различные строительные машины и оборудование. В холодное время года оборудуют тепляк или организуют устройство утепления опалубки, подогрев воды и заполнителей или разогрев бетонной смеси.

Сооружение монолитных железобетонных строений требует значительных материальных и трудовых затрат. Однако применение инвентарных временных опалубок, товарного бетона, а также местных строительных материалов (песка, щебня, пиломатериалов и др.) существенно повышает эффективность монолитных пролетных строений, особенно при большой длине пролетов и высоте моста.

Железобетонные монолитные пролетные строения сооружают следующими способами: на подмостях, методом навесного бетонирования, с помощью жестких арматурных каркасов.

Сооружение пролетных строений на подмостях обеспечивает простоту и высокое качество производства работ по установке опалубки, арматуры и бетонированию, но требует дополнительных затрат на устройство и разборку подмостей, что увеличивает продолжительность и стоимость строительства.

Применяют следующие типы подмостей (рис. 14.7): стоечные на свайном или лежневом основании (при отсутствии воды); на башенных опорах и свайных фундаментах; на подкосах и фермах, опирающихся непосредственно на мостовые опоры.

Бетонирование на подмостях практически ничем не отличается от обычной технологии бетонирования ребристых конструкций покрытия: установка лесов и опалубки, армирование, укладка и уплотнение бетона, предварительное напряжение конструкции «на бетон».

Щитовая металлическая или деревометаллическая опалубка, предварительно подготовленная на строительном дворе, подвозится укрупненными блоками по рельсовым путям и с помощью крана собирается в бетонируемом пролете. В стенах опалубки по месту вырезаются отверстия для прохода напрягаемой арматуры. Жесткость опалубки обеспечивается болтовыми стяжками.

Армирование ребер и плит пролетного строения осуществляется соответственно каркасами и сетками. Установка ненапрягаемой арматуры в опалубку производится с помощью кранов; длинные канаты, пучки и стежни напрягаемой арматуры перемещаются лебедками по гладким дощатым трапам.

Бетонную смесь приготавливают на приобъектном бетоно-растворном узле или доставляют автобетоносмесителями с бетонного завода (товарная смесь). Укладка смеси в опалубку осуществляется бетононасосом горизонтальными непрерывными слоями

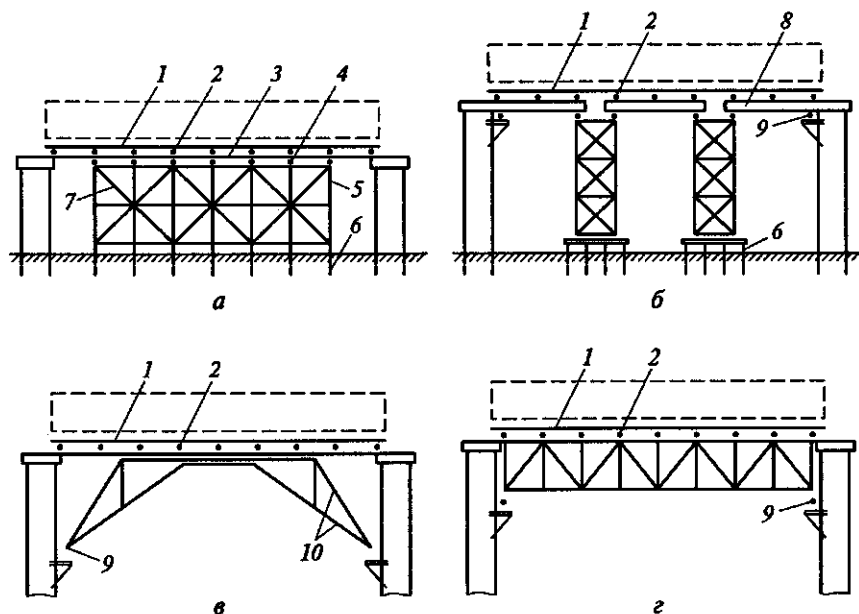


Рис. 14.7. Подмости для устройства монолитных пролетных строений: а — стоечные; б — башенные; в — подкосные; г — ферменные; 1 — настил; 2 — поперечина; 3 — прогон; 4 — насадка; 5 — стойка; 6 — свая; 7 — продольные связи; 8 — балка; 9 — прибор для опускания; 10 — подкос

толщиной 100...300 мм с тщательным уплотнением вибраторами. Смесь должна укладываться без перерывов на всю длину пролета с устройством рабочих швов над постоянными или временными опорами.

Предварительное напряжение конструкции создается натяжением на бетон канатов, пучков или стержней, располагаемых в металлических гофрированных или полиэтиленовых трубках, установленных в опалубку до бетонирования. Раскручивание готовых железобетонных строений производится с помощью клиньев, песочниц, домкратов и т.п.

Сооружение пролетных строений методом навесного бетонирования производят секциями в передвижном агрегате, расположенном на готовой части пролетного строения. Каждую секцию армируют и бетонируют в опалубке агрегата. После выдержки бетона и разборки опалубки агрегат передвигают вперед и возводят в нем следующую секцию. Этот способ применяют при строительстве больших мостов, когда устройство подмостей невозможно или невыгодно.

Навесное бетонирование (рис. 14.8) может быть односторонним — начиная с берега от одной опоры к другой — или уравни-

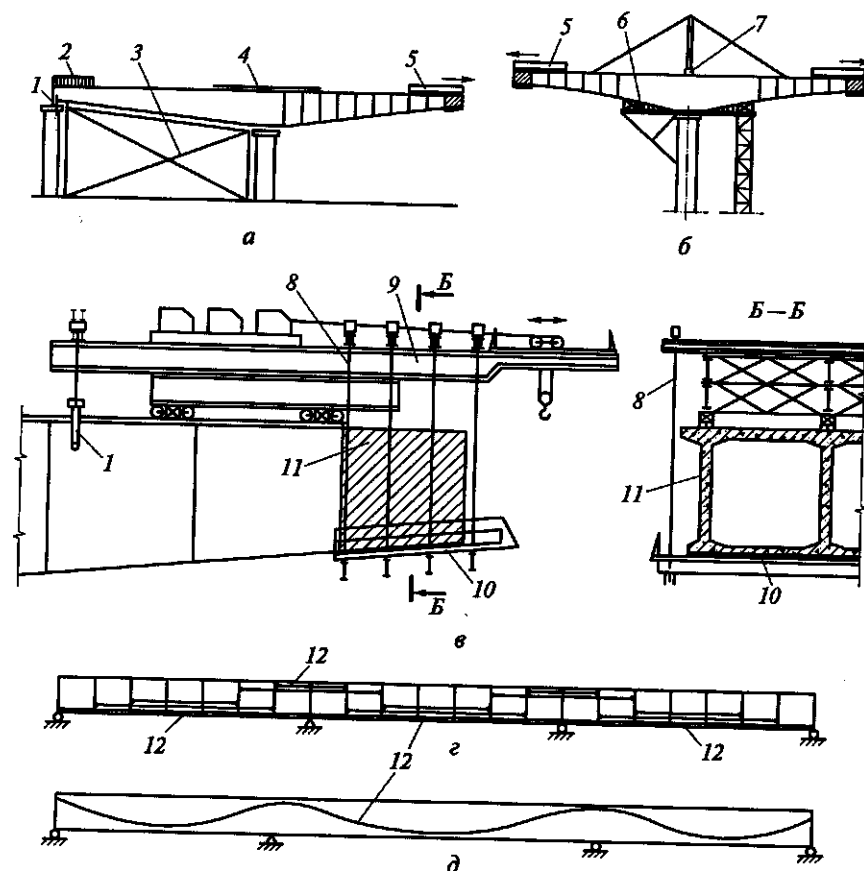


Рис. 14.8. Возведение пролетных строений методом навесного бетонирования:

а — одностороннее бетонирование; б — одностороннее уравновешенное бетонирование; в — агрегат для бетонирования; г — армирование отдельными пучками в верхней и нижней зонах; д — армирование сплошным кабелем плавного очертания; 1 — анкер; 2 — противовес; 3 — подмости; 4 — монтажная арматура; 5 — агрегат для бетонирования; 6 — обстройка опоры; 7 — рама; 8 — тяги; 9 — консольная балка; 10 — подмости; 11 — бетонируемая секция; 12 — напрягаемая арматура

вешенным, когда бетонирование секций выполняется последовательно в одну и другую сторону от опоры.

В первом случае работы выполняют в следующей последовательности:

на подмостях бетонируют береговой (анкерный) пролет; обеспечивают устойчивость пролетного строения за счет укладки на конец строения противовеса, закрепления противовеса

и строения анкерами и укладки над промежуточными опорами временной монтажной напрягаемой арматуры;

устанавливают и закрепляют к анкерам агрегат для бетонирования (см. рис. 14.8, в), с помощью которого бетонировуют секции длиной 3...4 м;

агрегат переставляют, закрепляют к следующему анкеру и цикл повторяется.

При значительной высоте моста и по условиям судоходства, когда сооружение подмостей в анкерном пролете затруднительно или невозможно, применяют уравновешенный способ, при котором для обеспечения прочности пролетного строения опора обустраивается приопорными подмостями и оборудуется опорной рамой с тягами, поддерживающими бетонизируемые секции (см. рис. 14.8). Бетонирование выполняется одновременно в обе стороны от опоры. Работы по бетонированию секции включают в себя следующие последовательно выполняемые этапы:

- установка подвесных подмостей и монтаж опалубки;
- установка арматурного каркаса и прикрепление его сваркой к выпускам арматуры забетонированной ранее секции;
- укладка и уплотнение бетона в пределах секции;
- укладка и натяжение напрягаемой арматуры;
- инъектирование раствора;
- раскручивание и распалубка секции.

Секции бетонировуют в металлической щитовой опалубке, конструкция которой позволяет изменять ее высоту при переменной высоте пролетного строения.

Раствор для инъекции замешивают на цементе марки не ниже М400. Заполнение каналов раствором начинают после натяжения арматуры. Канал вначале заполняют водой, а затем — раствором, без перерыва, со скоростью 2...3 м/мин. Нагнетание прекращают после того, как вытечет вся вода и 10...12 л раствора.

При возведении пролетных строений напрягаемую арматуру располагают по плавным кривым: в середине пролета — в нижней зоне строения; над опорами — в верхней (см. рис. 14.8, з, д).

При попролетном бетонировании напрягаемую арматуру устанавливают таким образом, чтобы она заканчивалась в шве бетонирования и могла соединяться с напрягаемой арматурой следующего пролета.

При секционном бетонировании пучки арматуры могут оканчиваться по торцам каждой забетонированной секции анкерами, прижимающими следующую пару забетонированных секций к собранному ранее консольям.

Сооружение пролетных строений с помощью жестких арматурных каркасов требует устройства каркасов из стержневой арматуры и прокатного металла, рассчитанных на строительные и эксплуатационные нагрузки. Каркасы собирают в пролете моста или в сторо-

не с последующей надвижкой и установкой в проектное положение. Затем к каркасу подвешивают опалубку и бетонировуют пролетное строение. Таким образом, арматурные каркасы заменяют подмости, но, оставаясь в конструкции железобетонных пролетных строений, увеличивают расход металла на строительство моста.

При строительстве мостов могут также применяться сборно-монолитные строения, состоящие из сборных железобетонных несущих элементов и укладываемого на них монолитного бетона.

14.5. Специальные транспортные сооружения

При прокладке транспортных магистралей часто возникает необходимость в устройстве специальных инженерных сооружений (подпорные стенки, галереи, тоннели и др.).

Подпорные стенки сооружают для укрепления низового или верхового откоса (рис. 14.9) из камня, сборного или монолитного железобетона. Их устанавливают с таким расчетом, чтобы равнодействующая сила давления на стенку не вызывала опрокидывания. Для локализации влияния температурных и усадочных воздействий в стенках через каждые 10..20 м устраивают деформационные швы. Для отвода воды в нижней части стенки должны быть

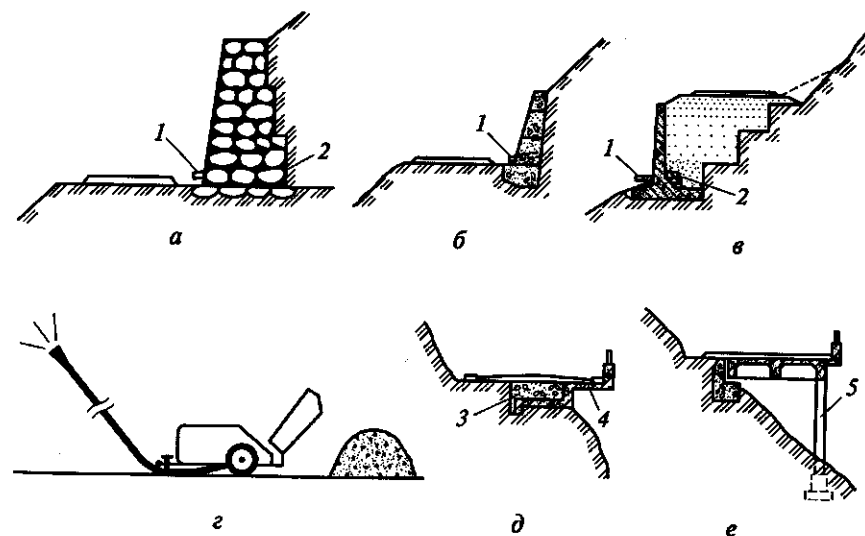


Рис. 14.9. Устройство на горных дорогах:

а, б, в — соответственно каменных, монолитных, сборных железобетонных подпорных стенок; з — укладка бетона пневмоустановкой; д — «балкон»; е — «полумост»; 1 — водоотводная трубка; 2 — дренаж; 3 — бетонный пригруз; 4 — сборный блок; 5 — опора полумоста

предусмотрены дренажные отверстия, а с тыльной стороны — гидроизоляция.

Подпорные стенки из естественного камня возводятся неиндустриальными методами, т. е. с большими трудозатратами, но достоинством таких конструкций является то, что они естественно вписываются в ландшафт и сооружаются из местных материалов, часто из отходов камня (при прокладке трассы транспортной магистрали через горные участки).

Каменные подпорные стенки могут возводиться традиционными методами — на цементном растворе или без раствора («сухая» кладка).

Возведение стенок на цементном растворе выполняется методом «под лопатку», с перевязкой смежных горизонтальных рядов. Для достижения устойчивости (во избежание сдвига и опрокидывания) стенки должны быть достаточно массивными, толщиной не менее $1/3$ высоты. Для повышения устойчивости ширина основания стен делается большего размера, чем вершина. Лучевые грани верстовых рядов часто, хотя и грубо, обтесываются («прикалываются»).

При «сухой» кладке стена возводится без раствора, но с соблюдением всех требований к обычной кладке. Она должна иметь толщину, равную половине высоты, устраиваться с наружным уклоном и внутренними уступами примерно через $1/3$ высоты. Промежутки между кладкой и материковым слоем грунта необходимо засыпать землей с трамбованием. Для выравнивания рядов, заполнения промежутков между камнями и увеличения плотности кладки используется песок, мох и другие материалы.

При засыпке «пазух» недренирующими грунтами, например глиной, тыльная поверхность стенки дренируется гравием или щебнем на высоту не менее 0,3 м.

Камни могут подбираться по высоте («под скобу»), что придает стенке более эстетичный вид. В целях снижения трудоемкости кладки камни могут без подборок засыпаться в устанавливаемые по месту контейнеры — сетчатые «сумки», изготовленные из высокопрочной арматуры диаметром 5...8 мм. Промежутки между камнями засыпают землей с трамбованием, а наружную поверхность сеток покрывают защитным слоем бетона или раствора.

Сборные подпорные стенки возводят из стеновых железобетонных блоков с использованием технологии, аналогичной монтажу подвальной части зданий:

производят выборку грунта материкового залегания и подготовку основания с устройством песчаной подушки толщиной 30...70 мм;

по схеме раскладки, приведенной в технологической карте, укладывают фундаментные блоки, начиная с установки и выверки маячных блоков;

по причалке, натянутой между маячными блоками по их наружной грани, монтируют промежуточные блоки первого и вышележащего рядов, соединяют их друг с другом сваркой и заделывают стыки мелкозернистым бетоном (при установке блоков соблюдают перевязку вертикальных швов не менее чем на $1/4$ длины блока);

с тыльной стороны подпорной стенки наносят 2...3 слоя гидроизоляции и производят обратную засыпку пазух.

Монолитные железобетонные подпорные стенки, как правило, имеют меньшую толщину, чем сборные. Они армируются вертикальными или наклонными, одинарными или двойными арматурными сетками, заделанными внизу в фундаментную плиту. В зависимости от высоты конструкции бетонирование может осуществляться с применением щитовой опалубки на всю высоту стены или ярусами.

Бетонную смесь можно укладывать по схеме «кран-бадья», но в стесненных условиях производства работ рациональнее использовать передвижные автобетоносмесители типа «PUMI» с легкими бетоноводами или мобильные многоцелевые пневмонагнетальные установки, загружаемые на месте товарной сухой смесью, а также мобильные установки, оборудованные дозаторными устройствами и работающие на местном сырье, загружаемом вручную или скиповыми устройствами.

На участках транспортных магистралей с крутыми откосами иногда устраивают инженерные сооружения, которые называются «балкон» и «полумост» (см. рис. 14.9)

«Балкон» представляет собой консольную железобетонную сборно-монолитную конструкцию. Пригрузка сборной консоли осуществляется монолитным тощим бетоном или бутобетоном. Втопленные в уложенный слой тощего бетона крупные камни («изюм») позволяют снизить расход цемента и использовать обычно имеющиеся на месте крупногабаритные камни, которые в противном случае подлежат вывозке с трассы.

Наиболее ответственным местом в конструкции является консольная часть, поэтому ее изготовление должно находиться под особым контролем сотрудников строительной лаборатории и отдела технического контроля (ОТК) завода-изготовителя.

Заанкеривание опорной части консоли, сварка и пригрузка производятся при натянутых стропях грузоподъемного, обычно стрелового, крана.

«Полумосты» балочной или рамной конструкции устраиваются из монолитного или сборного железобетона. Особо ответственной частью этой конструкции является установка надежных опор.

Монтаж пролетных строений производится стреловым краном методом «перед собой». Технология монтажа практически не отличается от технологии установки мостов балочно-рамной конструкции.

Возведение монолитных строений подобного типа является технически сложной задачей. Поэтому в настоящее время применяется в основном сборный вариант. Строившиеся ранее каменные «полумосты» в современных условиях, как правило, не вводятся из-за высокой трудоемкости работ. Исключение составляют ремонтные работы и в некоторых случаях работы по реконструкции ранее построенных сооружений.

Защитные галереи (рис. 14.10) представляют собой сооружения, более безопасные при возможных горных обвалах, чем «балконы» и «полумосты». Чтобы избежать непосредственного падения обвальных масс снега или камня на галерею, ее покрывают наклонной засыпкой из камня толщиной 2...3 м.

Галереи обычно возводят из сборного или монолитного железобетона. В качестве несущих элементов используются стойки или рамы. Наружная часть галереи может быть сплошной с проемами для освещения и вентиляции или открытой с опорами в виде стоек. Галереи из камня представляют собой арочный свод, опирающийся на массивные стены.

Галереи из сборных железобетонных конструкций возводят по следующей схеме:

устройство фундаментов стаканного типа;

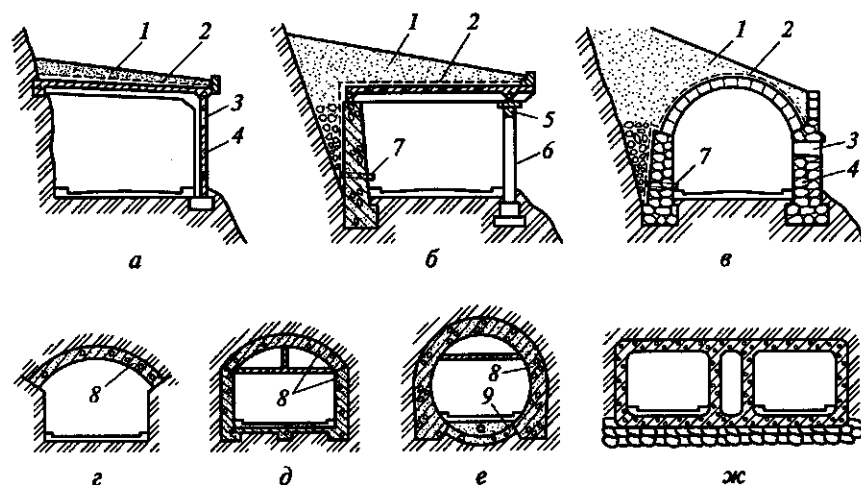


Рис. 14.10. Защитные галереи и тоннели на горных дорогах:

а, б — железобетонные галереи с опиранием покрытия соответственно на скалу и подпорную стенку; в — галереи с опиранием на накатные стены; г, д, е — тоннели с опиранием сводов соответственно на скалу, стену, обратный свод; ж — тоннель прямоугольной формы; 1 — защитная засыпка; 2 — гидроизоляция; 3 — проемы; 4 — сплошная стена; 5 — прогон; 6 — стойка; 7 — водоотводная трубка; 8 — обделка свода; 9 — обратный свод

установка стоечных опор с надежным закреплением в местах опирания (устанавливаемые опоры в период монтажа раскрепляют растяжками);

укладка на стойки продольного прогона, служащего верхней обвязочной балкой;

укладка и закрепление ребристых балочных элементов (с нагорной стороны элементы могут опираться непосредственно на скальное основание или на специально возводимую подпорную стенку, воспринимающую кроме вертикальной нагрузки от ребристых элементов горизонтальную нагрузку от грунта);

устройство гидроизоляции и каменной засыпки;

возведение наружной стены (если она предусмотрена проектом).

Галереи из монолитного железобетона обычно имеют рамную конструкцию. Рамы могут бетонироваться как отдельные конструкции или совместно с покрытием. Бетонирование таких конструкций на транспортной трассе является сложным и трудоемким процессом, поэтому монолитное покрытие часто заменяют сборным из ребристых балочных элементов, закрепляемых сваркой с рамами и между собой.

Каменные галереи возводят в тех случаях, когда на трассе имеется большое количество отходов скальных пород, подлежащих вывозке.

При подготовке к кладке галереи первоначально следуют произвести отбор камня: мелкого и крупного, постелистого и клинообразного. Камни, напоминающие по форме параллелепипед, отбирают для прокладных рядов свода (ближних к стенам), постелистые — для стен. Мелкие камни используются для расщепки пустот между крупными, камни средней величины — в средней части свода, крупные — ближе к замку. Замковые камни должны иметь ярко выраженную клинообразную форму.

Следующим этапом работ является возведение фундаментов и стен. Работы ведутся методом «под лопатку» на цементном растворе. При выкладке стен значительной толщины внутренняя часть — «забутка» — может выполняться «под залив» жидким раствором.

После возведения стен и установки опалубки, состоящей из стоек с раскосами, кружал и верхней палубы, постепенно переводят стены в цилиндрический свод. Свод выкладывается в следующем порядке: в качестве маячных выкладывают наружный (щечковой) ряд, затем по этой маячной арке подбирают и укладывают с соблюдением перевязки остальные камни соответствующей толщины. Работы ведутся по направлению от пят к замку.

Кладка может выполняться отдельными кольцами в последовательности — нижнее, среднее, верхнее; продольными полосами на всю высоту свода одновременно с двух сторон; сегментами на всю высоту, например четырьмя звеньями, каждое из которых

начинает кладку с нижней и средней частей пролета по направлению к замку. Может быть применен смешанный метод — кольцами из сегментов.

Размеры укладываемых камней должны отвечать следующим требованиям: длина каждого камня должна быть не больше его пятикратной ширины, а высота — не меньше ширины. Вертикальные швы при кладке могут оставаться пустыми, а затем заливаться литым раствором.

Последним этапом работ является раскружаливание, заделка швов внутренней поверхности свода и устройство засыпки.

Каменные водопропускные трубы (рис. 14.11, а) представляют собой цилиндрические своды, разделенные вместе с фундаментом поперечными швами на 3...6-метровые участки. Без такого разделения от неравномерного давления насыпи и неоднородности грунта основания трубы обычно неравномерно оседают с образованием трещин. Разделение труб швами дает возможность каждому звену проседать самостоятельно.

При кладке каменных труб применяют те же методы и приемы работ, что и при кладке обычных сводчатых перекрытий:

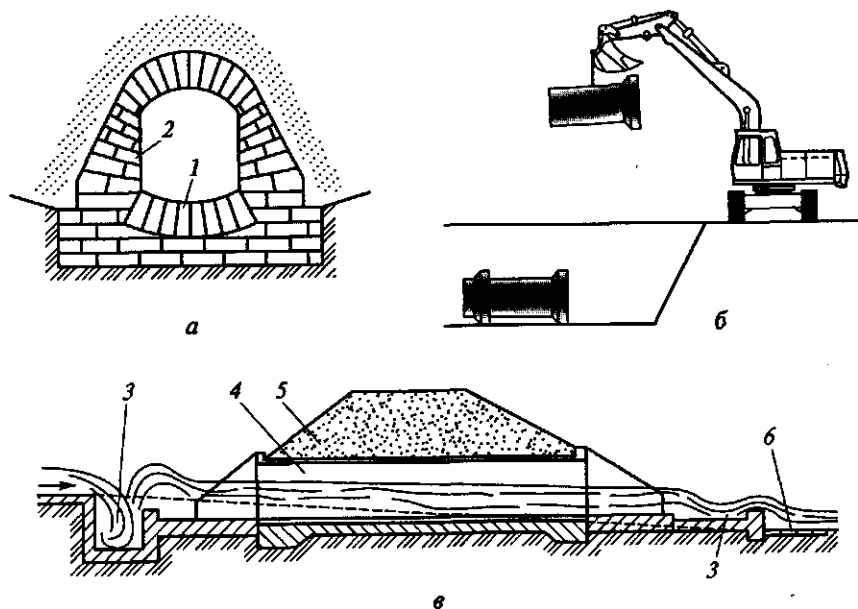


Рис. 14.11. Установка труб:

а — каменных; б — железобетонных; в — схема пропуска водного потока; 1 — полусвод; 2 — стенка; 3 — водобойный колодец; 4 — труба; 5 — насыпь; 6 — мощение

по подготовленному основанию выкладывают фундамент на длину участка и лоток, по которому движутся потоки воды (обратный свод);

выкладывают стены и подготавливают площадки для опорных пят свода;

устанавливают опалубку, опирающуюся на кружала овальной формы;

по опалубке в направлении от пят к замку выкладывают свод, заканчивающийся укладкой враспор замковых камней;

производят раскружаливание участка конструкции и перестановку опалубки на следующий участок.

Работы на смежном участке продолжают в такой же последовательности.

Железобетонные трубы (рис. 14.11, б) сечением 0,5...3 м, длиной 1...3 м изготавливают на заводе из бетона класса не ниже В15 морозостойкостью Мрз150...Мрз300.

Трубы доставляют на объект, изолируют и монтируют с помощью кранов или экскаваторов, выполняющих земляные работы. Укладка их производится на подготовленный фундамент или подушку из крупного песка, щебня или гравия. При сухих и хорошо дренирующих грунтах основания трубы могут укладываться непосредственно на грунт.

Вокруг входного и выходного отверстий трубы устраиваются крылья, улучшающие условия прохода воды. В тех случаях когда трубу укладывают с уклоном более 3...4 %, устраивают ступенчатые лотки или водобойные колодцы (рис. 14.11, в) для того, чтобы погасить скорость течения водного потока и предотвратить размыв основания трубы. Подход к ним укрепляют плитами или мощением.

Металлические трубы изготавливают круглого сечения из гофрированного (волнообразного) листа, что обеспечивает жесткость и устойчивость трубы при засыпке насыпи грунтом.

Технология укладки металлических труб практически такая же, как при укладке железобетонных труб, но вместо раструбных соединений используют болтовые.

14.6. Тоннели

В зависимости от места размещения и глубины расположения различают горные и городские, глубокие и мелкие тоннели.

Горные тоннели, проходящие через скальные породы, могут быть без облицовки (обделки) или с тонкой обделкой, опирающейся пятнами на твердую скальную породу (см. рис. 14.10). При прокладке тоннелей в менее прочных грунтах в зависимости от глубины заложения и давления грунта обделку выполняют в виде свода,

поддерживаемого боковыми вертикальными стенками криволинейного или прямоугольного сечения из монолитного или сборного железобетона, чугуна или другого влагостойкого материала.

При прокладке тоннелей в обязательном порядке должны быть предусмотрены устройства для отвода воды, вентиляции, освещения и обеспечения безопасного движения транспорта и пешеходов. Тоннели глубокого заложения прокладываются с использованием специальных методов производства работ (в данной главе не рассматриваются). Тоннели мелкого заложения в зависимости от условий движения транспорта могут прокладываться закрытым или открытым способом.

При закрытом способе разработка скальных пород ведется буровзрывными методами, а несцементированных — механизированными щитами или специальным экскаваторным оборудованием (рис. 14.12). Параллельно с разработкой грунта производится закрепление тоннеля обделкой из монолитного или сборного железобетона, чугунных или керамических колец (тубингов) и т.п.

Разработанный роторным рабочим органом щита или экскаватора грунт с помощью ленточных конвейеров загружается в тележки или самосвалы и вывозится по наклонному пандусу или поднимается подъемниками через вертикальную шахту. После разработки забоя на ширину одного кольца обделки с помощью бетоно- или блокоукладчика укладывается очередное кольцо монолитной или сборной обделки.

Способы заделки стыков должны обеспечивать такую же прочность и водонепроницаемость стен тоннеля, как и составляющих сборных элементов обделки.

Могут применяться как ручные, так и механизированные способы заделки стыков цементно-песчаным раствором или бетоном. Однако предпочтение отдается механизированному замоноличиванию стыков способом шприц-бетонирования с использованием установки, состоящей из мобильного многоцелевого бетононасоса, передвижного компрессора производительностью 9 м³/мин, развивающего давление не менее 0,9 МПа, автобетоносмесителя, шлангов и сопла (см. рис. 14.12, в).

При наличии шприц-бетона сопло располагают на расстоянии около 1 м от бетонируемой поверхности. Набрызг начинают снизу. За один намет наносят слой бетона толщиной 30...40 мм. При

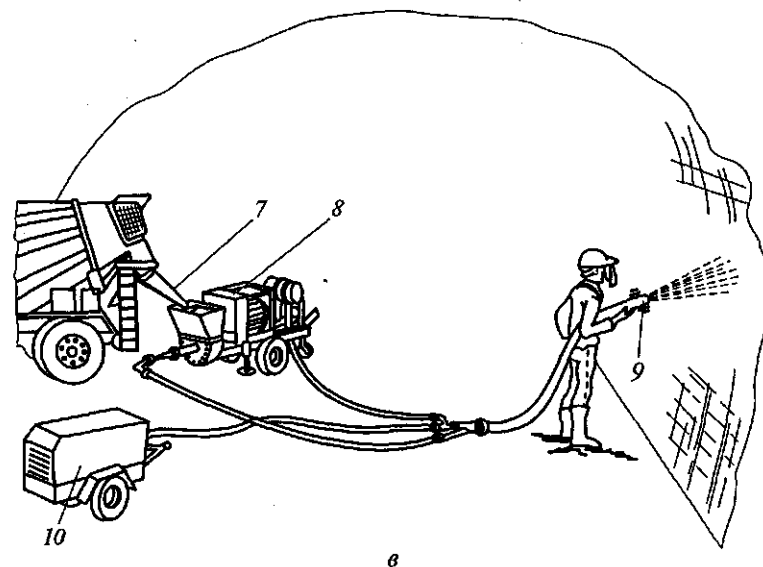
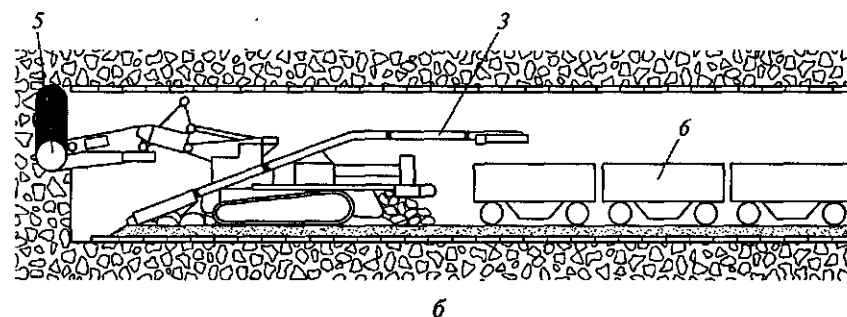
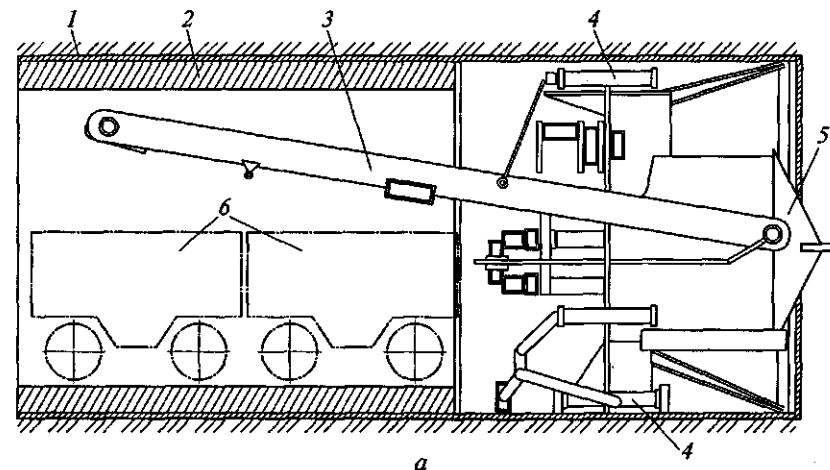


Рис. 14.12. Прокладка глубокозаглубленных тоннелей:

а, б — закрытая разработка грунта с помощью механизированных щитов и роторно-стреловых экскаваторов; в — торкретирование стыков; 1 — гидроизоляция; 2 — обделка свода; 3 — конвейерная лента; 4 — домкраты; 5 — режущая роторная часть; 6 — тележки; 7 — автобетоносмеситель; 8 — многоцелевой бетононасос; 9 — сопло; 10 — компрессор

небольших объемах работ стыки можно заделывать торкретированием с использованием цемент-пушки. Каждый последующий слой в этом случае наносят толщиной не более 20 мм через 15... 30 мин после нанесения предыдущего слоя.

Городские тоннели прокладывают для пропуска транспортных потоков по улицам, площадям или под путями железных дорог (рис. 14.13), а также для прохода пешеходов вне транспортных магистралей. Как правило, городские тоннели имеют мелкое заложение, что позволяет уменьшить их длину и уклоны на въездах-выездах. В то же время прокладка таких тоннелей и подземных переходов очень часто ведется на улицах с интенсивным движением, что заставляет временно закрывать движение по части улицы или площади и четко организовывать работу в целях сокращения сроков строительства.

По форме городские тоннели и подземные переходы, как правило, бывают прямоугольного поперечного сечения, однопролетными, а при широких тоннелях — двухпролетными; по конструкции — сборными, сборно-монолитными или монолитными.

Сборные железобетонные тоннели (см. рис. 14.13, б), состоящие из фундаментных блоков, в которых укреплены стеновые блоки и средние стойки.

Между фундаментными блоками укладывают лотковые, которые служат для поддержания покрытия проезжей части и обеспечения замкнутости конструкции тоннеля. На средние стойки укладывают продольный прогон, служащий вместе с боковыми стенками опорой для верхнего покрытия из ребристых железобетонных блоков.

Швы между блоками заполняют цементным раствором или бетоном, наружную поверхность тоннеля покрывают гидроизоляцией.

Монтаж сборных тоннелей осуществляют в следующей последовательности:

подготавливают и уплотняют основание, укладывают подстилающий слой и наносят гидроизоляцию;

устанавливают фундаментные и лотковые блоки, соединяют их сваркой и омоноличивают стыки;

устанавливают стеновые блоки, а при широких тоннелях — средние стойки с прогонами;

укладывают балочно-ребристые конструкции верхнего пролетного строения;

выполняют гидроизоляцию тоннеля с наружной стороны, обратную засыпку пазух и засыпку основания под верхнее дорожное покрытие;

над тоннелями восстанавливают, а внутри тоннеля наносят новое дорожное покрытие.

Городские тоннели из монолитного железобетона в настоящие время сооружают, главным образом, закрытым способом, когда

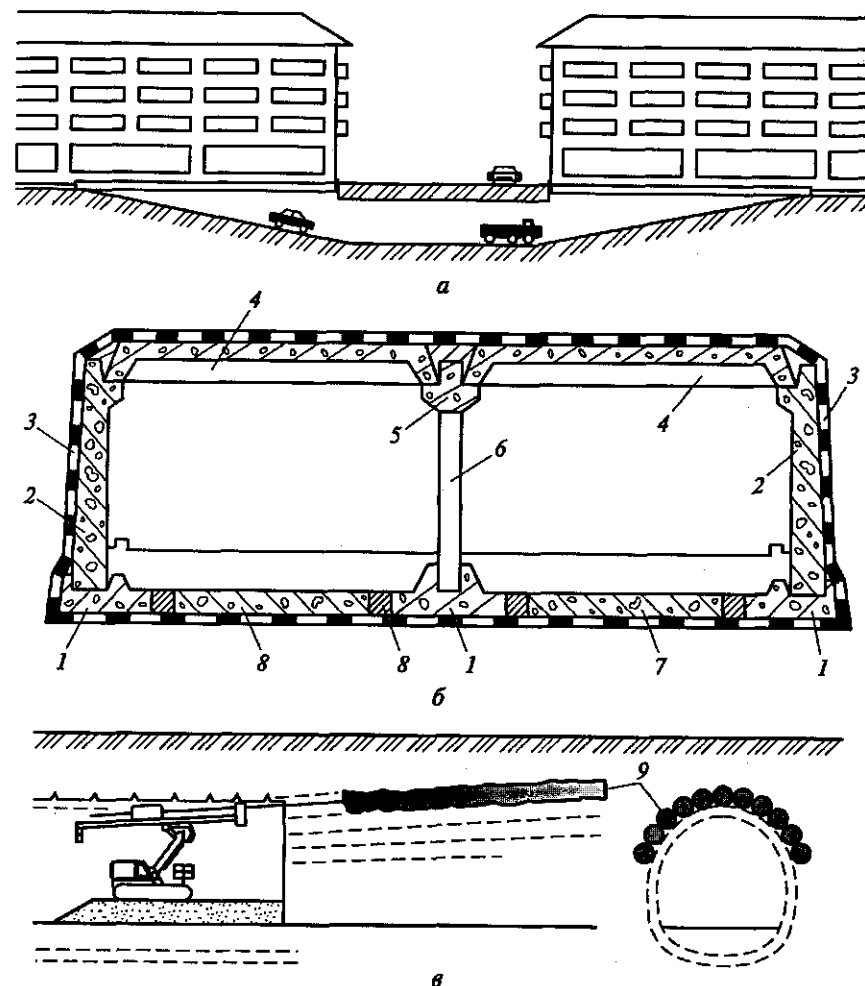


Рис. 14.13. Устройство мелкозаглубленных тоннелей:

а — общий вид тоннеля; б, в — тоннели из сборного и монолитного железобетона; 1, 2 — фундаментный и стеновой блоки; 3 — гидроизоляция; 4 — перекрытие; 5 — прогон; 6 — стойка; 7 — лотковый блок; 8 — стык омоноличивания; 9 — защита от обрушения грунта

по местным условиям невозможно закрыть движение по трассе или сделать объезд.

Силовая железобетонная плита устраивается обычным способом. Стенки и свод бетонируются с помощью объемно-переставной горизонтально извлекаемой или катучей опалубки, перемещаемой по специально уложенным рельсовым путям. Бетонирование осуществляется поэтапно: передвижка на очередной участок и

подъем с помощью домкратных устройств щитов опалубки, бетонирование и опускание опалубки после затвердевания бетона.

Разработку грунта в таких случаях лучше всего вести роторными стреловыми экскаваторами. Во избежание обрушения грунта над тоннелем сооружают грунтобетонные козырьки (см. рис. 14.13, в). Для этого в грунт погружают буровые штанги с режущими и перемешивающими лопастями, через которые нагнетается водоцементная суспензия. При обратном движении штанг с вращением лопастей раскрываются, грунт перемешивается с суспензией и в дальнейшем затвердевает, образуя над тоннелем плотную корку.

Сборно-монолитные тоннели и подземные переходы состоят из железобетонной монолитной силовой плиты, сборных стенок и балочно-ребристого покрытия. Силовая плита устанавливается на подготовленное основание. В зависимости от предполагаемой интенсивности движения арматура плиты может быть одинарной или двойной.

Возведение сборно-монолитного тоннеля осуществляется в следующей последовательности:

- после разработки котлована, подготовки основания и укладки подстилающего слоя устраивают гидроизоляцию и производят армирование плиты плоскими арматурными сетками или объемными каркасами;

- по периметру тоннеля в местах температурных швов устанавливают опалубку и производят бетонирование плиты отдельными участками, разделенными температурными швами;

- устанавливают сборные железобетонные стеновые блоки, соединяют их сваркой с выпусками арматуры силовой плиты;

- укладывают и закрепляют сваркой балочно-ребристые покрытия тоннеля;

- устраивают гидроизоляцию, обратную засыпку и укладывают дорожное полотно;

- производят штукатурные, облицовочные и другие отделочные работы.

В отдельных местах для пропуска через транспортные магистрали воды прокладывают каменные, железобетонные или стальные трубы с уклоном не менее 2 % и укреплением входов и выходов железобетонными плитами или мощением камнем.

СТРОИТЕЛЬСТВО СООРУЖЕНИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

15.1. Общие положения

В связи с разнообразием сельскохозяйственных предприятий производственные комплексы могут быть как крупными, так и мелкими, комплексно сосредоточенными или разбросанными на значительном расстоянии друг от друга, что иногда затрудняет при строительстве сельскохозяйственных объектов применение средств крупной механизации производственных процессов и индустриализации строительства. В связи с этим большое значение при строительстве в сельской местности производственных, жилых, культурно-бытовых зданий и специальных инженерных сооружений имеет применение местных строительных материалов: естественного камня, древесины, камышитовых и торфяных плит и т.п. Тем не менее это не исключает использование привозных индустриальных конструкций из железобетона или стали, если их применение оказывается экономически целесообразным.

В сельском строительстве, как правило, не применяются краны большой грузоподъемности, крупные землеройные и землеройно-транспортные механизмы, сложные виды опалубок и т.д. Инженерные сооружения, возводимые в сельской местности, за некоторым исключением, также не отличаются большими размерами в плане и по высоте. Имеющие наибольшее распространение сооружения агропромышленного комплекса, такие как ремонтно-механические мастерские и хозяйственные дворы, животноводческие фермы, теплично-парниковые хозяйства, местные котельные, предприятия первичной обработки и переработки сельскохозяйственной продукции и прочие, при возведении чаще всего обслуживаются автомобильными кранами и маневренными экскаваторами типа «Беларусь».

Во многих случаях строительные работы в сельской местности осуществляются хозяйственным способом с использованием имеющихся в хозяйстве многофункциональных тракторных агрегатов со сменным оборудованием: экскаваторными и погрузочными ковшами, телескопическими и решетчатыми грузоподъемными стрелами и т.д. Однако при необходимости строительства крупных сельскохозяйственных объектов, таких как гидромелиоративные сооружения, зерновые элеваторы, могут быть привлечены подрядные строительные организации, оснащенные крупной строительной техникой.

15.2. Сооружение ремонтно-механических мастерских

Ремонтно-механические мастерские, машинно-тракторные станции, базы механизации и другие сельскохозяйственные производственные здания выполняют по одной из двух основных конструктивных схем: с несущими стенами из местных строительных материалов; с железобетонным каркасом.

Наибольшее распространение в агропромышленном комплексе получило строительство зданий с *несущими каменными стенами*. Несущие стены (обычно из кирпича) сооружают в тех случаях, когда нет необходимости в установке мостового подъемно-транспортного оборудования, а ширина пролетов в производственных помещениях не превышает 12 м. Устойчивость наружных каменных стен обеспечивается за счет устройства утолщений — *пилястр*, располагаемых чаще всего в местах опирания несущих конструкций покрытия — балок или ферм.

В качестве подъемно-транспортного оборудования в зданиях подобного типа обычно предусматриваются подвесные кран-балки грузоподъемностью до 5 т, перемещающиеся по нижним полкам стальных направляющих балок, подвешенных к несущим элементам покрытия (рис. 15.1, а).

Если достаточно оборудовать грузоподъемным транспортом лишь узкую полосу помещения, то можно вместо кран-балки установить *монорельс*, т. е. подвесную направляющую двутавровую балку, по нижней полке которой движется на катках электроталь (тельфер).

Возведение зданий такого типа осуществляют по обычной технологической схеме:

после планировки площадки и разбивки сооружения экскаватором разрабатывают траншеи, выполняют их зачистку и враспор со стенами траншеи устраивают бутовые или бутобетонные ленточные фундаменты;

на основании инструментальной проверки положения разбивочных осей и высотных отметок фундамента составляют исполнительную геодезическую схему и оформляют акты скрытых работ (рис. 15.1, б).

выкладывают стены с пилястрами, устраивают бетонные подушки в местах опирания несущих элементов покрытия (в связи с динамическими нагрузками на стены от грузоподъемного оборудования кладку рекомендуется вести с применением однорядной системы перевязки и армировать в ответственных местах горизонтальными сетками);

монтируют балки покрытия или фермы, прогоны и плиты покрытия, выполняют кладку карнизной части стен;

устанавливают грузоподъемное оборудование, заполняют оконные, дверные и воротные проемы, выполняют кровельные

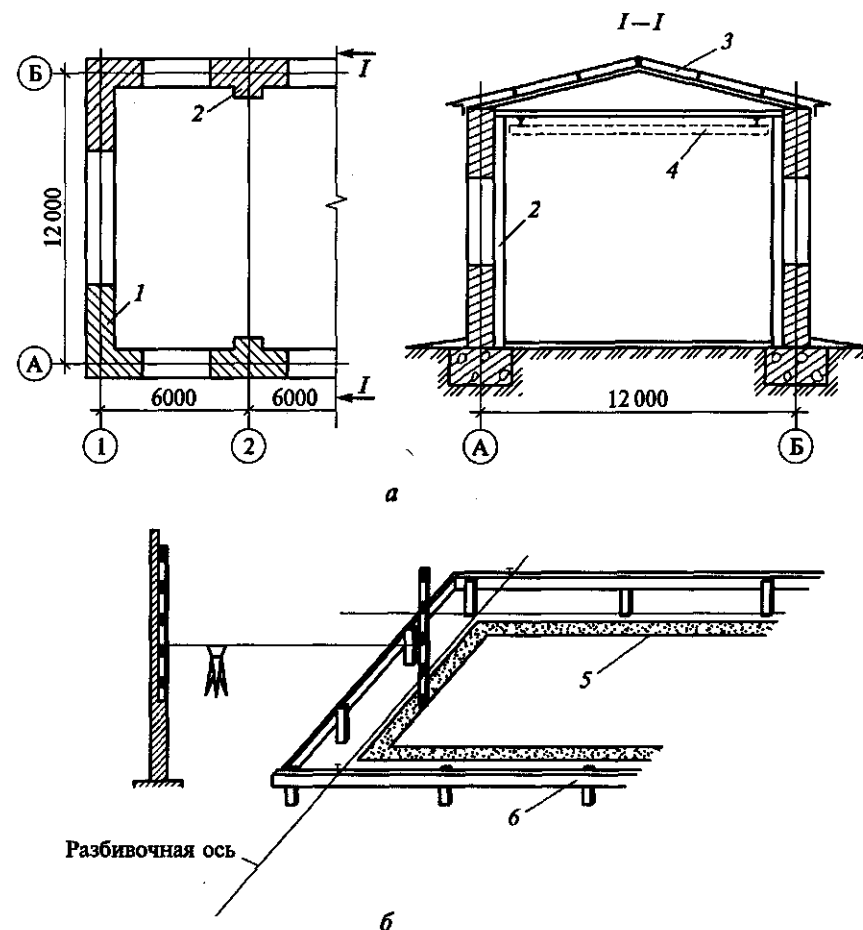


Рис. 15.1. Возведение ремонтной мастерской:

а — планировочное решение; б — схема проверки расположения фундамента; 1 — стена; 2 — пилястра; 3 — балка покрытия; 4 — кран-балка; 5 — бутобетонный фундамент; 6 — обноска

и отделочные работы, благоустраивают территорию строительства.

В соответствии с календарным планом (табл. 15.1), отражающим последовательность выполнения работ при строительстве ремонтной мастерской (см. рис. 15.1), продолжительность общестроительных и специальных монтажных работ на объекте составляет 75 рабочих дней. Коэффициент неравномерности движения рабочих $K_N = 1,5$, что означает, что принятые схемы организации работ на

Таблица 15.1. Календарный план строительства объекта

Виды работ	Затраты труда, чел.-дни	Количе- ство рабочих, чел.	Срок работ, дни	График работ, дни															
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
Земляные работы	25	5	5	5															
Возведение подземной части	100	5	20			5													
Возведение надземной части	300	10	30								10								
Кровельные работы	25	5	5												5				
Установка оборудования	50	5	10													5			
Отделочные работы	200	10	20													10			
Санитарно-техниче- ские и электро- монтажные работы	100	5	20		5								5			5			
Благоустройство территории	50	5	10														5		
Неучтенные работы	175	5	35							5						5			

объекте соответствуют общему уровню показателей, принятых для городского промышленного строительства.

Строительство зданий с железобетонным каркасом ведется по традиционным типовым технологическим схемам. В подземный цикл входят следующие работы: разработка котлованов или траншей (в зависимости от расстояний между колоннами); установка столбчатых сборных железобетонных фундаментов или бетонирование монолитных фундаментов, в том числе под оборудование; устройство подпольных каналов и вводов коммуникаций; гидроизоляция и обратная засыпка фундаментов; устройство подготовки под полы.

При возведении надземной части здания монтажный цикл разделяют на отдельные потоки по установке несущих и ограждающих конструкций, после чего устраивают кровлю (обычно рулонную), выполняют спецмонтажные и отделочные работы, благоустраивают территорию застройки.

В связи с недостатком мощного монтажного оборудования в последнее время в сельских районах стали возводить здания из легких сборных быстромонтируемых конструктивных элементов панельного типа, совмещающих несущие и ограждающие функции. Быстромонтируемые здания (БМЗ) могут быть одно- и многопролетными, с шириной пролетов 6, 12 и 18 м. Длина зданий принимается кратной 3 м и обычно бывает не менее 24 м. В качестве стеновых ограждений и покрытия применяются типовые ребристые железобетонные панели с эффективным утеплителем и защитным гидроизоляционным покрытием, наносимым в заводских условиях.

Пролеты шириной 6 и 12 м перекрывают целыми панелями, пролеты шириной 18 м — кровельными блоками (КБ), состоящими из двух панелей, объединенных на специальном шаблоне на строительной площадке сварными стыками и металлическими затяжками. В однопролетных зданиях кровельные блоки опирают на вертикально установленные стеновые панели, в торцовых секциях многопролетных зданий — на стеновые панели и промежуточные железобетонные решетчатые колонны и подкраново-подстропильные фермы, в рядовых секциях — на колонны и подкраново-подстропильные фермы (рис. 15.2).

Вертикальную планировку площадки, разбивку здания, устройство временных подъездных путей и коммуникаций, обустройство объекта временными бытовыми и складскими инвентарными помещениями и другие подготовительные работы рекомендуется выполнять с применением средств комплексной механизации, обеспечивающих подготовку площадки за короткий промежуток времени.

Фундаменты под наружные стены обычно делают ленточными, под колонны — столбчатыми. Монтаж сборных железобетон-

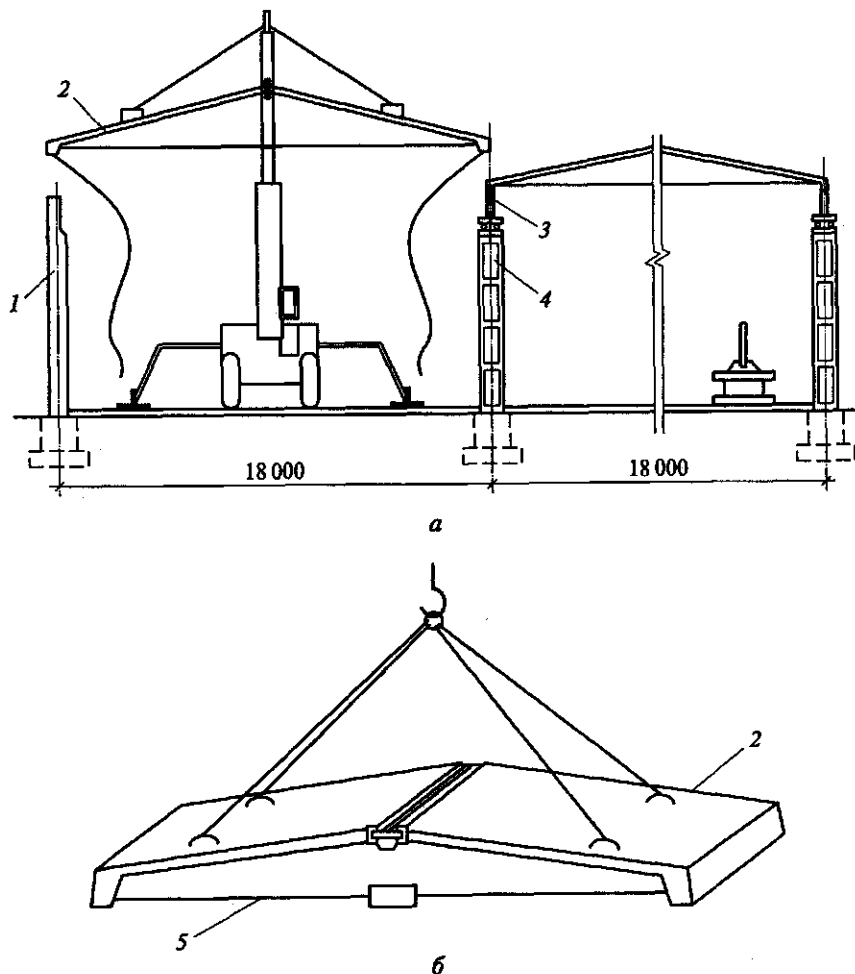


Рис. 15.2. Возведение быстромонтируемых сельскохозяйственных зданий:
 а — установка несущих и ограждающих конструкций; б — строповка кровельных блоков; 1 — вертикальная стеновая панель; 2 — блок покрытия; 3 — подкраново-подстропильная ферма; 4 — колонна; 5 — затяжка

ных фундаментов осуществляют автокранами грузоподъемностью 16 т, точность их установки контролируют геодезическими приборами.

При скоростном строительстве необходимо сведение к минимуму объемов земляных работ, поэтому наиболее рациональным является использование в качестве фундаментов коротких забивных или набивных свай с монолитным ростверком. Однако широкое внедрение свайных фундаментов в сельскохозяйственном стро-

ительстве пока сдерживается недостатком сваебойного и бурового оборудования.

Возведение надземной части быстромонтируемых зданий рекомендуется выполнять несколькими технологическими потоками с применением одного или двух кранов и доставкой сборных конструкций автотранспортом по графикам, соответствующим последовательности установки элементов. Опережающим потоком является монтаж колонн, остальные элементы (панели наружных стен, подкраново-подстропильные фермы, кровельные блоки) монтируют комбинированным методом. Укрупнительную сборку кровельных блоков и подачу их в монтажную зону выполняют параллельно с процессом монтажа.

Укрупнительная сборка осуществляется на кондукторе, расположенном на автомобильном шасси. Первоначально устанавливают две плиты и создают коньковый шарнир. Затем устанавливают затяжку и плиты приподнимают. Коньковый узел сваривают с применением накладок, а затяжку натягивают до проектных значений.

Для производства работ по возведению зданий пролетом 18 м рекомендуется использовать два крана — для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Подбор кранов осуществляется с учетом максимальной массы элементов покрытия, колонн и стеновых панелей при движении крана параллельно оси монтируемых элементов.

Монтаж стеновых панелей производится путем первоначального образования углового устойчивого элемента. Затем методом последовательного наращивания осуществляется установка прилегающих панелей с болтовым креплением к основанию и ребру соседней панели.

После установки подкраново-подстропильной фермы производится монтаж кровельного блока, состоящего из двух плит с затяжкой. Затем цикл повторяется.

В табл. 15.2 приведен примерный график производства работ по монтажу элементов торцевой и рядовой ячеек. Увязка технологических потоков укрупнительной сборки, погрузочно-разгрузочных и других строительных процессов позволяет осуществлять непрерывный цикл монтажных работ.

При выполнении работ монтажного цикла особое внимание уделяется геометрической точности установки панелей, колонн, подкраново-подстропильных ферм. Этому способствует непрерывная работа геодезической службы.

Значительные габаритные размеры сборных элементов требуют использования специальных средств выверки и временного крепления, обеспечивающих помимо этого устойчивость монтируемых конструкций от различных нагрузок и безопасность производства работ.

Таблица 15.2. График монтажа торцевой и рядовой ячеек БМЗ с размером пролета 18 м

Виды работ	Нормы времени		Рабочие дни и смены													
			1		2		3		4		5		6		7	
	чел.-ч	маш.-ч	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Монтаж колонн	8,2	1,64														
Укрупнительная сборка кровельных панелей	7,05	2,3														
Монтаж ферм	8,5	1,7														
Монтаж рядовых стеновых панелей	4,8	1,2														
Монтаж КБ	7,5	1,5														
Монтаж торцовых стеновых панелей	3,82	0,96														
Монтаж угловых элементов	3,3	0,83														
Монтаж карнизных панелей	3,24	0,81														
Погрузочно-разгрузочные работы	1,08	0,54														

15.3. Возведение зерновых элеваторов и зернохранилищ

Особенности строительства. Сооружения для обработки и хранения зерна в зависимости от объемов и необходимой длительности хранения могут быть самых разных типов — от высокомеханизированных элеваторов до простейших навесов.

Зерновые элеваторы возводятся межрайонными строительными организациями и служат для переработки и хранения больших масс зерна и зернопродуктов. Эти инженерные сооружения по конструкции и размерам относятся к числу сложных сооружений, поэтому их возведение, как правило, осуществляется с применением специального оборудования рабочими и ИТР, имеющими практический опыт работы и получившими основные теоретические знания в области сложных бетонных и монтажных работ.

Основными конструктивными частями элеваторов (рис. 15.3) являются рабочая башня и силосы (банки), объединенные галереями и тоннелями. К ним примыкают пункты приемки, сортировки, сушки и подготовки зерна. Рабочая башня обычно бывает прямоугольной в плане, а силосы — круглыми, диаметром 3, 6, 12, 18 и 24 м, высотой до 60 м и более. Однако не исключаются и другие их формы: квадратная, прямоугольная, шестигранная и многогранная. Наиболее рациональной считается их группировка по 6... 18 банок.

Элеваторы могут полностью возводиться из монолитного или сборного железобетона, но основным является сборно-монолитный вариант: монолитные фундаменты и стены; сборные колонны, воронки, балки, плиты перекрытий и покрытий.

Фундаменты могут устраиваться в виде отдельных лент, но, как показала практика, после загрузки силосов такие фундаменты могут дать неравномерную осадку, поэтому основным типом фундаментов является сплошная монолитная железобетонная плита, выполняемая обычными методами бетонирования.

Элеваторы с монолитными стенами. Стены элеваторов могут возводиться в скользящей (см. рис. 15.3), скользяще-переставной или подъемно-переставной опалубке, начиная с фундаментной плиты или с подсилосного перекрытия. До начала монтажа опалубки производят обратную засыпку пазух фундаментов и устраивают отвод поверхностных вод.

Для устройства подсилосного помещения с технологическим оборудованием (трубопроводы, приборы, конвейерные ленты и другие устройства для разгрузки силосов), в стаканы фундаментов устанавливают железобетонные колонны, а над ними сооружают мощное железобетонное перекрытие, являющееся основанием для силосов.

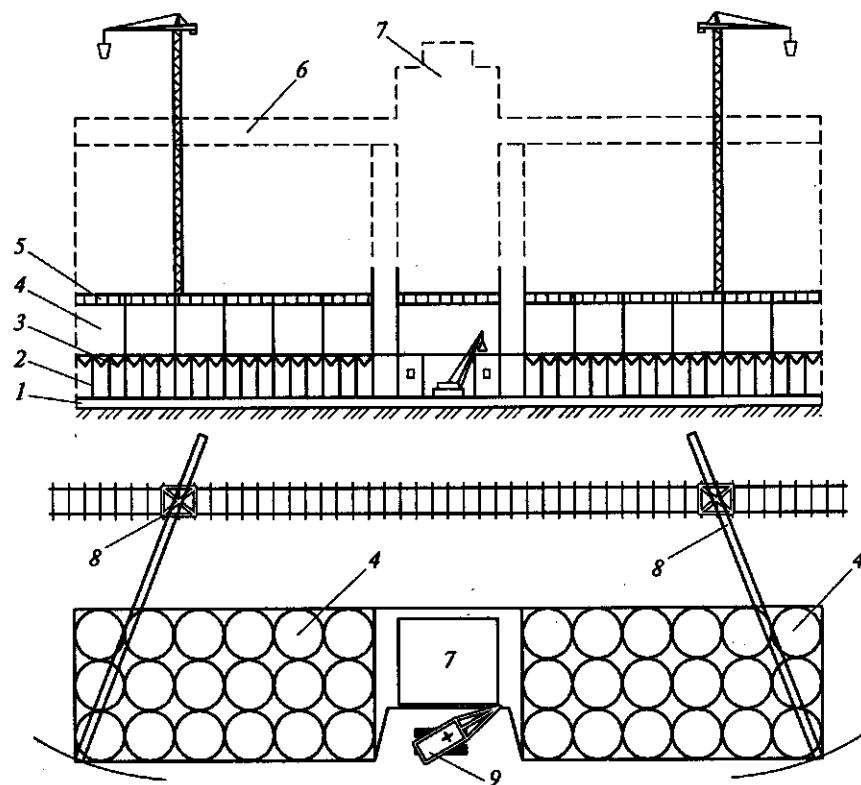


Рис. 15.3. Возведение зернового элеватора в скользящей опалубке:

1 — фундаментная плита; 2 — колонны подсилосного помещения; 3 — воронки; 4 — силосные банки; 5 — скользящая опалубка; 6 — надсилосная галерея; 7 — рабочая башня; 8 — башенный кран; 9 — стреловой кран

Внутри силосов (банок) на подсилосном перекрытии вокруг разгрузочных отверстий делают откосы в виде железобетонных или металлических воронок.

Промежутки между колоннами на высоту от фундаментной плиты до подсилосного перекрытия по всему контуру сооружения чаще всего заполняют кирпичной кладкой. Толщина стен, возводимых в скользящей или переставной опалубке, по технологическим соображениям принимается одинаковой на всю высоту — не менее 160 мм. Армирование стен выполняется с двухсторонним расположением вертикальной и горизонтальной арматуры, без вырезки ее в местах проемов до приобретения бетоном необходимой прочности.

Перекрытие башни и силосов рекомендуется выполнять из сборных железобетонных панелей, однако не исключено выполнение

перекрытий из монолитного железобетона по металлическим балкам, монтируемым после окончания бетонирования стен силосов и полного демонтажа опалубки.

При использовании скользящей опалубки работы по ее устройству и распалубливанию, армированию, укладке и уплотнению бетонной смеси выполняют совмещенно и непрерывно в течение суток. При этом скорость наращивания стен должна быть не менее 2,5 м в сутки. Основное правило бетонирования: чем выше темпы бетонирования, тем лучше качество работ. Поэтому скользящую опалубку применяют только в тех условиях, когда полностью гарантированы непрерывность и надлежащая скорость бетонирования.

Возведение элеватора с монолитными железобетонными стенами осуществляется по следующей технологической схеме:

- выполняют подготовительные, земляные и разбивочные работы;
- устанавливают монолитную железобетонную фундаментную плиту;
- монтируют колонны и перекрытия подсилосного этажа;
- устанавливают опалубку и бетонруют стены силосного корпуса и рабочей башни (дефекты поверхности бетона исправляют штукатурными методами, работая на подвесных подмостях);
- сооружают надсилосные перекрытия и транспортные галереи.

Элеваторы со стенами из сборных элементов. При возведении сборных элеваторов колонны подсилосного этажа устанавливают в стаканы сборных подколонников, смонтированных на фундаментной плите. Стыки колонн и стаканов замоноличивают мелкофракционным бетоном и уплотняют глубинными вибраторами с наконечниками. Выверку и временное закрепление колонн осуществляют с помощью клиновых вкладышей, клиньев или растяжек (при высоте подсилосного этажа более 8 м). Выверка в обязательном порядке должна производиться с инструментальным геодезическим сопровождением и составлением исполнительной схемы.

Перекрытие подсилосного этажа сооружают из усиленных сборных железобетонных конструкций с установкой железобетонных или металлических воронок. Монтаж сборных элементов осуществляется с помощью башенных кранов или, если башенные краны еще не установлены, стреловых кранов на гусеничном ходу или шасси автомобильного типа.

Стены силосного корпуса и рабочей башни сооружают из отдельных элементов и предварительно укрупненных блоков высотой 1,18... 1,5 м. Блоки могут укрупняться на полигоне вблизи места монтажа или на заводе и транспортироваться к месту монтажа на автоплатформах или трейлерах. Наибольшая масса блоков не должна превышать 6 т, чтобы их можно было монтировать башенным краном (КБ-503 или КБ-504) на вылете стрелы до 30... 35 м.

Блоки круглой формы в виде укрупненных колец диаметром 6 и 12 м собирают из четырех или восьми элементов, соединяемых

друг с другом с помощью болтов или натяжением кольцевой арматуры. Однако масса блоков силосов диаметром 12 м может достигать 35 т, что затрудняет их монтаж обычными башенными кранами.

Соединение блоков друг с другом осуществляется на болтах с заделкой швов цементно-песчаным раствором.

Силосы квадратной формы монтируют из трех типов готовых элементов: объемных блоков, плоских и угловых элементов (рис. 15.4). Элементы устанавливают на слой цементно-песчаного раствора, скрепляют между собой стяжными болтами, затем с навесных двухъярусных подмостей заполняют вертикальные швы раствором.

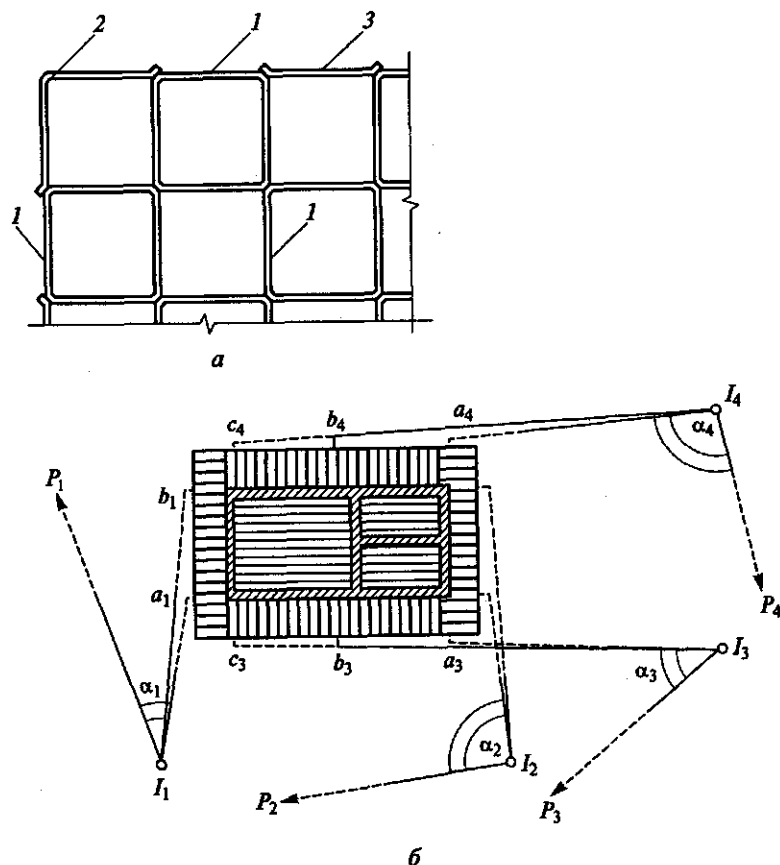


Рис. 15.4. Монтаж элеваторов с силосами квадратной формы (план): а — взаимное расположение элементов; б — геодезический контроль при возведении стен; 1 — объемные элементы (СОГ); 2 — угловые элементы (СУГ); 3 — плоские элементы (СПГ)

При установке стеновых элементов силосов соблюдают определенную последовательность работ: по сотовой схеме монтируют объемные блоки СОГ, затем с наружной стороны к ним присоединяют плоские элементы СПГ и угловые элементы СУГ. Одновременно с монтажом силосных блоков ведут работы по устройству постоянной лестницы, используемой при монтажных работах для подъема рабочих.

После окончания установки стеновых блоков и элементов монтируют надсилосное перекрытие и галереи, сооружают кровлю.

Комплекс работ по монтажу сборных силосов и рабочей башни включает в себя:

- устройство монолитной железобетонной фундаментной плиты и установку подколонников;

- монтаж элементов подсилосного этажа — колонн, панелей перекрытия, воронок, стеновых панелей;

- монтаж стеновых конструкций силосного корпуса, сборных стен и перекрытий рабочей башни;

- устройство надсилосного перекрытия и галерей;

- устройство кровли, спецмонтажные и отделочные работы.

Строительство зернохранилищ. Зерновые элеваторы предназначены для хранения большого количества зерна. На местах, в колхозах и фермерских хозяйствах, первичная обработка зерна часто осуществляется на токах под инвентарными навесами или просто под открытым небом, а дальнейшее хранение — в механизированных зернохранилищах закроного или напольного типа.

В закрожных зернохранилищах в центре здания оставляют широкий проход, по сторонам которого располагают закрома (отгороженные емкости для сыпки зерна). Вместимость отдельных закромов составляет обычно от 5 до 10 т при предельно допустимой высоте загрузки зерна 2,5 м. Закромные хранилища являются особенно практичными для сортового семенного зерна, так как обеспечивают удобный доступ к зерну и систематическое наблюдение за его состоянием.

В напольных зернохранилищах зерно хранится на полу без закромов. Высота насыпи при напольном хранении в зависимости от периода хранения и состояния зерна по влажности составляет от 1 до 3 м.

Зернохранилище любого типа должно отвечать следующим требованиям: быть сухим и чистым, хорошо вентилируемым и тщательно изолированным от атмосферной и грунтовой сырости; обеспечивать возможность применения механизации погрузочно-разгрузочных операций.

На рис. 15.5 приведена схема устройства напольного зернохранилища с полным железобетонным каркасом и самонесущим ограждением из трехслойных стеновых панелей. Масса наиболее тяжелых элементов не превышает 3,5 т, что позволяет использовать

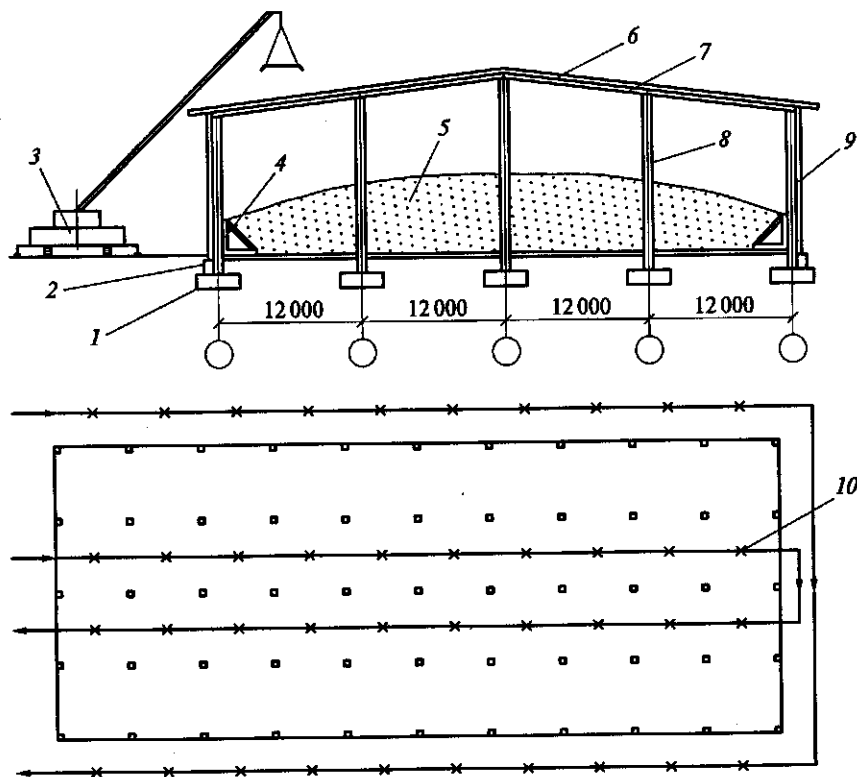


Рис. 15.5. Монтаж конструкций зернохранилища:

1 — фундамент; 2 — фундаментная балка; 3 — автокран; 4 — подпорные инвентарные щиты; 5 — место засыпки зерна; 6 — ребристые плиты покрытия; 7 — балки; 8 — колонны; 9 — стеновые панели; 10 — места стоянок крана

в качестве грузоподъемного механизма автокран КС-4572 грузоподъемностью 16 т.

Фундаменты стаканного типа устанавливают «с колес» на песчаную постель толщиной 50 мм. Точность установки угловых маячных фундаментов контролируют двумя теодолитами, устанавливаемыми в створах крайних продольных и поперечных осей.

В дальнейшем выверку фундаментов по промежуточным осям осуществляют с помощью теодолита-нивелира.

Конструкции надземной части здания монтируют после гидроизоляции и обратной засыпки фундаментов. Перемещаясь внутри зернохранилища (см. рис. 15.5), кран монтирует колонны и закрепляет их в верхней части кровельными балками (в нижней части колонны при установке временно закрепляются клиньями). После бетонирования нижних частей стыков и набора бетоном

необходимой прочности клинья удаляют и производят добетонирование стыков.

При перемещении крана наружной проходкой монтируют плиты покрытия, фундаментные балки и стеновые панели. Затем по слою утрамбованной глины и шлакобетонной подготовке устраивают асфальтовые полы, устанавливают оконные блоки и ворота. Для предохранения стен от давления зерна по периметру зернохранилища с внутренней стороны ставят подпорные инвентарные щиты. Для удаления из зерна излишней влаги предусматривают специальную систему вентиляции и оборудуют места для напольно-переносных вентиляторов.

15.4. Строительство животноводческих сооружений

К сооружениям для содержания животных и птиц предъявляется целый ряд общестроительных и санитарно-гигиенических требований. Они должны быть компактными, экономичными и обеспечивать возможность применения комплексной механизации производственных процессов (раздачу кормов, поение, очистку помещения от навоза и др.). Помещения должны быть сухими, светлыми, а в холодное время года и достаточно теплыми.

Поддержание необходимой температуры внутри помещения обеспечивается применением соответствующих ограждающих конструкций и отоплением. При расчете отопления в помещениях для содержания животных и птиц учитываются их собственные тепловыделения.

Отопление в коровниках и телятниках, как правило, не предусматривается. Оно может быть в родильных отделениях и в профилакториях для новорожденных телят или поросят, в помещениях для искусственного осеменения, в доильных помещениях и бытовых помещениях для персонала.

По своему назначению животноводческие здания подразделяются на племенные, товарные (продукция — молоко, мясо, яйца и др.) и откормочные.

Существуют три основные системы содержания животных и птиц: стойловая (клеточная), беспривязная (свободная) и пастбищная. При стойловой (клеточной) системе животные или птицы содержатся в индивидуальных стойлах или клетках, в которых производится их кормление и поение. При беспривязной системе животные содержатся группами в отдельных секциях здания, из которых им обеспечивается свободный выход. При пастбищной системе животные все время находятся на пастбищах или часть года (дня) находятся на воле, а часть — в помещении. Независимо от района строительства животноводческие здания и птичники должны быть закрыты со всех сторон и при необходимости отапливаться.

При беспривязном и пастбищном содержании кроме утепленных зданий на площадке выгула животных должны быть сооружены в зависимости от условий района строительства полуоткрытые или закрытые со всех четырех сторон навесы для защиты животных от внешних воздействий и хищников.

При строительстве *животноводческих и птицеводческих* зданий должны широко применяться местные строительные материалы, а при наличии индустриальной базы — сборные железобетонные и облегченные металлические конструкции. Внедрение облегченных конструкций, как известно, позволяет снизить сметную стоимость строительных работ до 15 %, массу конструкций — до 45 %, трудоемкость установки — до 30 %. Однако их широкое применение сдерживается недостаточной развитостью на селе индустриальной базы. Поэтому животноводческие здания и сооружения (фермы, овчарни, птичники, свинарники и др.) часто возводят из бутового камня, древесины и т. п. Среди индустриальных методов распространен монтаж каркасных зданий с несущими трехшарнирными рамами и железобетонными плитами покрытия. Стеновые ограждения при этом могут быть в виде сборных железобетонных панелей, из камня, кирпича и других местных строительных материалов. Стандартная ширина помещений обычно составляет 12 или 18 м.

На рис. 15.6 приведены схемы монтажа производственного пролета животноводческого комплекса шириной 18 м с несущими железобетонными рамами, состоящими из двух полурам, и железобетонными плитами покрытия размером 6 × 1,5 м. Масса этих элементов позволяет использовать для монтажных работ автокран грузоподъемностью 10 т.

До начала монтажа надземных конструкций должны быть выполнены планировочные работы, произведена разбивка сооружения, отрыты траншеи или котлованы под фундаменты, решены вопросы водо- и электроснабжения, установлены и подключены передвижные растворо- или бетономешалки и т. д.

Монтаж сборных железобетонных фундаментов желательно производить «с колес», без дополнительной перегрузки, используя следующую монтажную схему: кран перемещается вдоль пролета осевой проходкой, монтируя с одной стоянки шесть фундаментов, расположенных в два ряда в кузове одной бортовой автомашины (всего для транспортирования блоков следует задействовать не менее двух автомашин — одна разгружается, другая в это время загружается и подвозит элементы).

Монтаж каркаса осуществляется следующим образом. В середине температурного блока здания создают жесткую связевую ячейку, для чего в месте пересечения главных осей сооружения (продольной и поперечной) устанавливают монтажную вышку, служащую временной опорой для верхних концов двух монтируемых

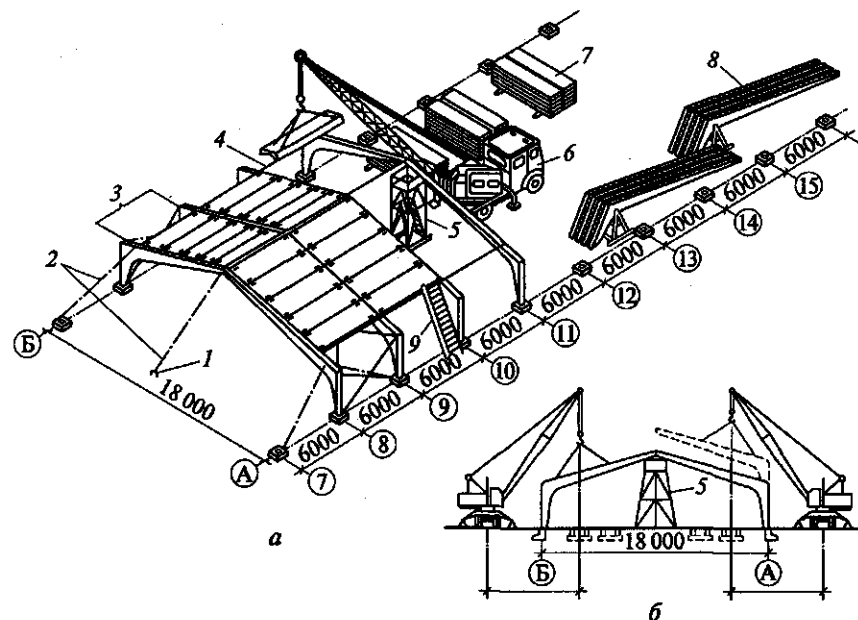


Рис. 15.6. Монтаж пролета животноводческого комплекса:

а — монтаж при движении крана внутри пролета; б — монтаж двумя кранами при движении снаружи пролета; 1 — якорь; 2 — расчалки; 3 — связевая ячейка; 4 — распорка; 5 — монтажная вышка; 6 — автокран; 7, 8 — склады плит и полурам

полурам, располагаемых по главной поперечной оси сооружения. Нижние концы полурам устанавливают в стаканы фундаментов и временно закрепляют клиньями или клиновыми вкладышами. Верхние концы полурам выверяют домкратами на рабочей площадке монтажной вышки и соединяют болтами. Затем собранная рама раскрепляется регулируемыми расчалками (см. рис. 15.6).

Аналогичным образом устанавливается вторая рама связевой ячейки, выверяется и временно раскрепляется тремя распорками. Затем в направлении от карниза к коньку укладываются плиты покрытия. По мере укладки плит временные распорки снимают, затем между стойками первой и второй рам устанавливают вертикальные связи или жестко крепят железобетонные стеновые панели.

Таким же образом в обе стороны от связевой ячейки методом «на себя» ведут дальнейший монтаж каркаса. Временные связи первой рамы снимают после установки и закрепления конструкций не менее, чем в трех ячейках. При второй проходке крана (по периметру сооружения с наружной стороны) устанавливают стеновые панели, карнизные плиты покрытия, стойки и ригели воротных рам.

Подземные коммуникации, системы навозоудаления и другие громоздкие элементы оборудования можно монтировать открытым способом до возведения каркаса. В этом случае рациональнее использовать два крана, перемещающихся с обеих сторон сооружения и осуществляющих монтажные работы комплексным методом.

Сварочные работы, заполнение стыков и герметизацию швов желательно осуществлять одновременно с монтажом конструкций, с отставанием на 1...2 ячейки. Установка надземного производственного оборудования (поилки, кормушки и др.) обычно производится в принятом после монтажа корпусе после выполнения кровельных работ, во избежание порчи оборудования в результате атмосферных воздействий.

Конструктивные решения полов принимаются в зависимости от вида и возраста животных и способов их содержания. Полы должны быть ровными, нескользкими, стойкими к воздействию сточной жидкости и дезинфицирующих веществ, а в местах отдыха животных — малотеплопроводными. Они должны возвышаться над землей не менее чем на 0,5 м. Полы в зданиях для беспривязного содержания животных изготавливают из утрамбованного грунта, а со стойловым содержанием — асфальтовыми по шлаковой подготовке или дощатыми по лагам, вложенным в глинобитный подстилающий слой, или железобетонными. В последнем случае часть пола, примыкающего к навозному проходу, следует сооружать из досок или кирпича на ребро.

Лаги обрабатывают многократной промазкой известковым раствором, что предохраняет их от быстрого загнивания. В проходах могут устраиваться бетонные полы. Ограждения стойл и индивидуальных станков делают деревянными или железобетонными с просветами для лучшего проветривания.

Все внутренние деревянные конструкции на высоту не менее 1 м должны быть остроганы.

Необходимость устройства канализации зависит от способа содержания животных. В зданиях для беспривязного содержания животных канализация не предусматривается, как и в зданиях птичников при свободном содержании птиц. При стойловом или станковом содержании животных канализацию предусматривают в виде системы открытых лотков, располагаемых вдоль проходов. В стойлах и станках для стока смывочной воды и навозной жижи полам придается уклон в сторону лотков. Лоткам также придают уклон (не менее 1%) по направлению к трапам или приямкам, через которые жижка отводится канализационными трубами в жижесборники (рис. 15.7, а). Выпускные трубы, отводящие жижку в жижесборники, должны располагаться ниже уровня промерзания грунта или утепляться.

Сооружения, устраиваемые для зимнего содержания пчел, называются *зимниками*, или *омшаниками*. В зависимости от необходи-

мости они могут вмещать 100...800 пчелиных семей, возводиться над землей или заглубляться на несколько метров ниже земной поверхности. Необходимые условия содержания пчел зимой: температура 0...2 °С; влажность 75...85%; отсутствие света. Такие условия лучше всего соблюдаются в заглубленных сооружениях. Поэтому наземные омшаники строят лишь в местах с высоким залеганием грунтовых вод. Во всех остальных случаях предпочтение отдается заглубленным на 2...3 м сооружениям с каменными, железобетонными или деревянными стенами (рис. 15.7, б).

Жижесборники и омшаники сооружаются по схожей технологической схеме:

разрабатывают котлован и выполняют кладку стен (обычно стены возводят из натурального камня по технологии, принятой при возведении подпорных стен «под лопатку» или «под залив»);

устраивают глиняный «замок» при условии, что стены имеют достаточную прочность и выдержат боковое давление грунта при уплотнении (в противном случае глиняный «замок» устраивают после возведения перекрытия);

выполняют работы по устройству перекрытия. Если имеются сборные железобетонные плиты перекрытия, то их монтируют автокранами грузоподъемностью до 10 т, но гораздо чаще сооружают монолитное железобетонное или деревянное перекрытие, укладывая опалубку на прогоны, располагаемые через 1...1,5 м; прогоны опирают на стойки, расшитые временными раскосинами;

приготавливают бетонную смесь непосредственно на месте в передвижных бетономешалках или на бойках, что определяется

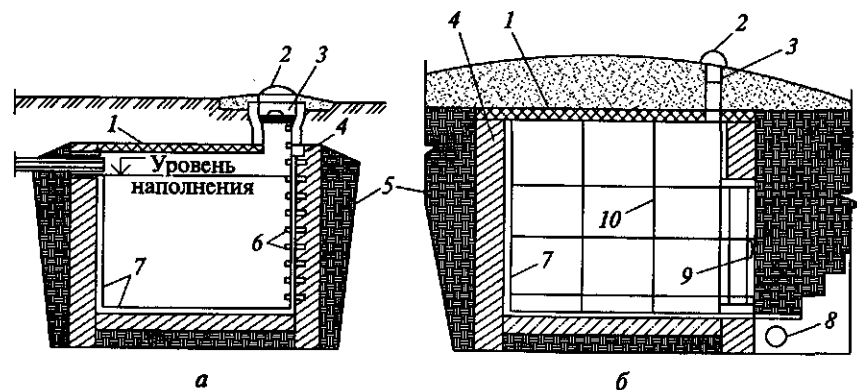


Рис. 15.7. Заглубленные сооружения:

а — жижесборник; б — омшаник; 1 — железобетонное перекрытие; 2 — люк вентиляции; 3 — утепленная крышка; 4 — каменные стены; 5 — глиняный замок; 6 — скобы для спуска; 7 — штукатурка; 8 — труба для отвода воды; 9 — двойная утепленная дверь; 10 — стеллаж для улей

необходимым объемом бетонной смеси (уплотнение смеси производят поверхностными вибраторами, или трамбованием);

устраивают систему вентиляции, выполняют штукатурку стен, наносят бетонное или деревянное покрытие пола, устанавливают скобы для спуска, стеллажи и другое оборудование, в омшаниках устанавливают двойные утепленные двери;

выполняют проектную гидроизоляцию, производят засыпку перекрытия грунтом, устраивают водоотвод поверхностных вод и оформляют ступенчатый вход в омшаник для обслуживающего персонала.

15.5. Строительство тепличных сооружений

Теплицы, оранжереи и парники представляют собой сооружения, в которых искусственно создаются нужные климатические и почвенные условия, позволяющие выращивать ранние овощи, рассаду и цветы. Растения в теплицах могут выращиваться на грядках непосредственно в грунте или на стеллажах в ящиках, заполняемых питательным слоем земли. Для поддержания необходимой температуры применяется солнечный и технический обогрев (главным образом, водяной). Трубы отопления располагают под остекленным покрытием вдоль стен и под стеллажами, а в теплицах с выращиванием растений на грядках — также и в грунте на глубине 0,7 м от их поверхности.

Здания теплиц сейчас предпочитают строить из пропускающих солнечные лучи легких панелей заводского изготовления. В большинстве случаев несущие конструкции теплиц и оранжерей изготавливают из металла, ограждающие конструкции могут быть из стекла или армированной пленки. Различают однопролетные ангарные и многопролетные блочные теплицы.

Ангарные теплицы (рис. 15.8, а) по конструкции напоминают производственные и животноводческие сооружения, поэтому их также часто монтируют методом полунавесной сборки с временным опиранием полурам на монтажную вышку. Установку фундаментов, как правило, осуществляют «с колес».

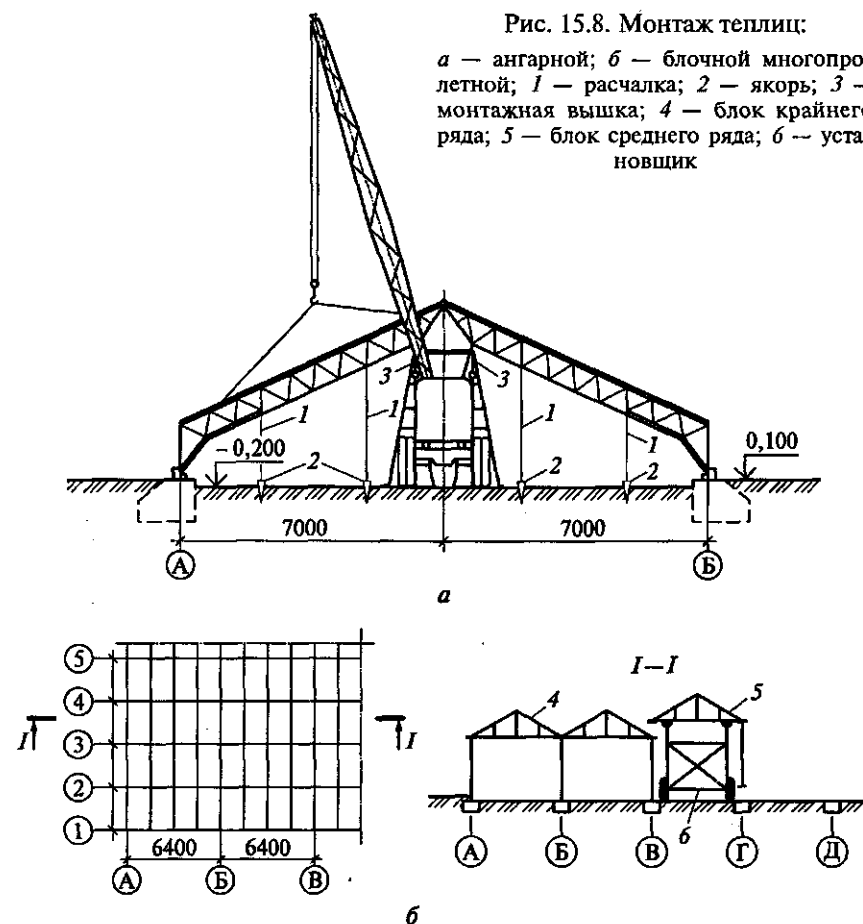
Монтаж каркаса начинают с центральной связевой ячейки или с торцевой ячейки, если постоянные связи предусмотрены не в центральной, а в торцевых ячейках.

Каркас возводят по следующей технологической схеме:

из четырех полурам и 5...7 прогонов монтируют связевую ячейку, при этом сначала устанавливают и закрепляют с помощью болтов в коньке и на фундаментах две металлические полурамы; прикрепляют их к анкерам временными расчалками; затем переставляют монтажную вышку; устанавливают и закрепляют аналогичным образом вторую пару полурам; образованные таким обра-

Рис. 15.8. Монтаж теплиц:

а — ангарной; б — блочной многопролетной; 1 — расчалка; 2 — якорь; 3 — монтажная вышка; 4 — блок крайнего ряда; 5 — блок среднего ряда; 6 — установщик



зом рамы скрепляют между собой горизонтальными и вертикальными связями;

монтируют последующие ячейки — полурамы опирают на переставляемую монтажную вышку и фундаменты, прикрепляют болтами друг к другу и фундаментам, связывают с ранее установленными рамами временными шаблонами-распорками, которые снимают после монтажа прогонов;

производят антикоррозийную обработку стыковых соединений.

Блочные многопролетные теплицы (рис. 15.8, б) часто монтируют вручную, так как масса отдельных элементов обычно не превышает 30...40 кг. Облегченный металлический каркас состоит из стоек, ригелей, прогонов и связей. Элементы каркаса (обычно из гнутых алюминиевых профилей) поставляются на объект комплектно. На месте из профилей предварительно собирают попереч-

чные плоские рамы. При монтаже стойки рам шарнирно закрепляют в фундаментах, в продольном направлении по рамам укладывают прогоны и ставят связи, обеспечивающие устойчивость каркаса.

При сборке многопролетных теплиц, занимающих площади в несколько десятков гектаров, может быть использован блочно-конвейерный метод монтажа с помощью универсального кондуктора-установщика. При этом остается практически неизменным принцип организации блочно-конвейерного метода монтажа, основной особенностью которого является сборка пространственных блоков на специализированных постах в непосредственной близости от места монтажа и установка их на опоры специальным кондуктором-установщиком.

Сборка пространственных блоков — торцовых и промежуточных, в крайних и средних рядах, размерами в плане $6,4 \times 6,0$ м (по два шага стоек) и оснащение их технологическим оборудованием производится поточными методами непосредственно на кондукторе-установщике, перемещаемом по сборочной площадке от одного поста технологической линии к другому.

Подготовленный на постах (вместе с остеклением наружных ограждений) с установленным санитарно-техническим и технологическим оборудованием блок доставляется установщиком к месту монтажа и наводится на опоры — фундаменты и стойки. После установки блока в проектное положение кондуктор-установщик возвращается на исходную позицию — к посту № 1 конвейерной линии и включается в очередной технологический цикл.

Парники представляют собой неглубокие траншеи, окаймленные поверху деревянными или железобетонными обвязками, на которые укладывают съемные остекленные рамы. Обогрев парников осуществляют биологическим топливом (в основном навозом) или системой труб центрального отопления. При обогреве парника биологическое топливо располагают под питательным слоем земли. При центральном отоплении трубопроводы прокладывают в слое песка (в целях равномерной передачи тепла питательному слою), а при необходимости и в верхней части траншеи под рамами парника. В таких парниках легко регулировать температуру.

Наиболее широкое распространение в сельском хозяйстве имеют простейшие парники (рис. 15.9, а) с биологическим топливом и деревянными продольными лежнями, так как подобные парники очень быстро и легко можно изготовить без привлечения сложной строительной техники. При устройстве таких парников экскаватором типа «Беларусь», малогабаритным многофункциональным трактором типа «Вовсат» или вручную с промежутками $0,7 \dots 1$ м отывают ряд траншей, располагаемых параллельно друг другу с широтной ориентацией.

В траншеи укладывают слой биотоплива и засыпают питательной почвой (черноземом). На бровках траншей устанавливают продольные лежни (парубни) и для жесткости через $1 \dots 2$ м связывают между собой поперечными деревянными брусками. Затем изготавливают и устанавливают на парубни остекленные рамы.

При изготовлении более сложных парников с водяным или паровым отоплением, конструкция которых приведена на рис. 15.9, б, могут быть использованы индустриальные железобетонные конструкции, а также более доступный мелкий фермерским хозяйствам монолитный железобетон или камнебетон. К тому же, при монолитном варианте для выполнения строительных работ можно использовать различные многофункциональные тракторы со сменным оборудованием.

Технологическая схема строительства парников из монолитных железобетонных рам включает в себя следующие виды работ: производят разметку площадки и с помощью установленного на трактор шнекового ямобура через $2 \dots 3$ м по длине парника подготавливают скважины под стойки рам;

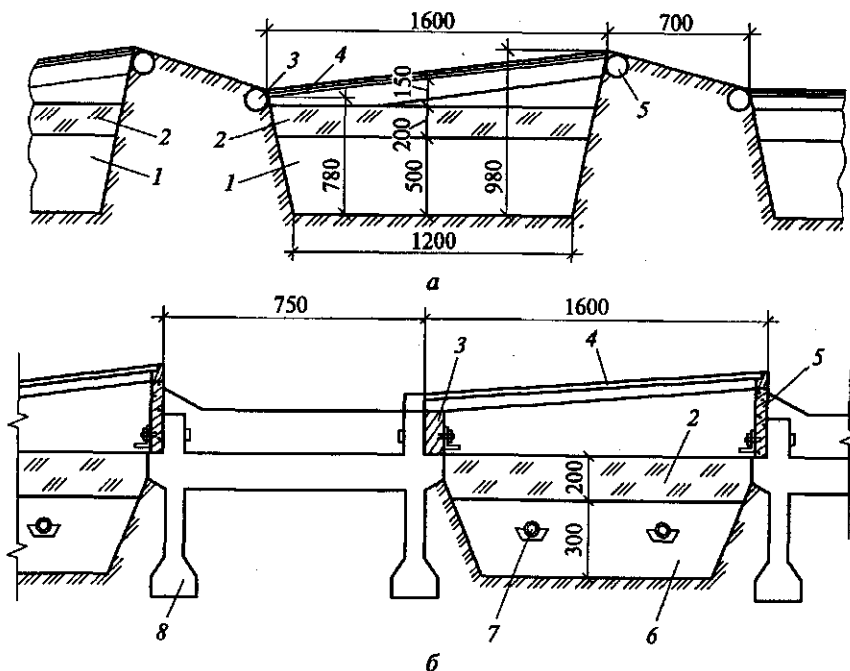


Рис. 15.9. Траншейные парники с обогревом:

а — биотопливом; б — горячей водой; 1 — навоз; 2 — питательный слой грунта; 3, 5 — соответственно южный и северный парубни; 4 — парниковая рама; 6 — песок; 7 — отопительная труба; 8 — железобетонная рама

производят доуплотнение обсыпавшегося грунта в скважинах, устанавливают арматурные каркасы и производят бетонирование рам (при бетонировании оголовков стоек устанавливают деревянные рамки и стягивают их болтами, после снятия которых в оголовках остаются отверстия для крепежных болтов);

устанавливают на трактор экскаваторный ковш и разрабатывают траншеи;

укладывают слой песка и монтируют отопительные трубы, закрывают их вторым слоем песка и укладывают питательный слой грунта;

с помощью болтов прикрепляют к оголовкам рам железобетонные южные и северные парубки и засыпают рамы песком;

устанавливают съемные застекленные деревянные рамы.

15.6. Возведение хранилищ овощей и силосных кормов

Овощехранилища предназначены для зимнего хранения овощей в свежем виде. Обычно они представляют собой одноэтажные прямоугольные в плане сооружения шириной 18 м. По отношению уровня пола к планировочной отметке земли овощехранилища подразделяются на заглубленные и наземные.

В заглубленных овощехранилищах теплоизоляция стен надежнее и режим хранения стабильнее, но устраивать их можно там, где грунтовые воды расположены не ближе чем на 2...3 м от поверхности земли.

Наземные овощехранилища строят там, где требуется меньшая теплоизоляция и грунтовые воды подходят близко к поверхности земли.

Лукохранилища всегда делают наземными.

Для предупреждения порчи продуктов внутри хранилищ должна быть обеспечена проветриваемость, надлежащие температура, степень естественной освещенности и относительная влажность воздуха.

В хранилищах картофеля, корнеплодов и капусты естественное освещение не допускается. В других хранилищах и в отдельных помещениях предусматриваются окна. В зависимости от климатических условий овощехранилища могут быть без отопления и с отоплением от тепловых сетей, котельных или электрокалориферов.

Регулирование относительной влажности воздуха обычно осуществляется приточно-вытяжной вентиляцией. Вытяжные отверстия делают в крыше хранилищ, а приточные — в полу под закромами или стеллажами вдоль центрального коридора с забором воздуха через приточные короба.

Наружные стены овощехранилищ возводят из кирпича, камня или бетона высотой не менее 2 м. С наружной стороны стены рекомендуется обваловывать и одерновывать, а для защиты от увлажнения — устраивать глиняный замок. Входы в хранилища располагают у торцовых стен и огораживают тамбурами.

Для хранения картофеля, свеклы, брюквы необходимо предусмотреть устройство закромов или ящиков.

Для моркови, петрушки, сельдерея и репы закрома можно не устраивать, их можно хранить в штабелях слоями с пересыпкой умеренно влажным песком. Капусту следует хранить на стеллажах. Стеллажи можно изготавливать из металла, но с деревянными полками.

Закрома устраивают из дерева со сплошным полом, разборными решетчатыми стенками высотой 1...1,5 м.

Полы в проходах, в хранилищах и под закромами — глинобитные или глинобетонные, а в проездах — бетонные или асфальтобетонные.

Для выравнивания и отделки стен применяют штукатурку. Изнутри хранилища белят известью, а металлические части окрашивают масляной краской или оцинковывают.

Работы по возведению типового наземного овощехранилища размером 36×18 м (рис. 15.10, а) выполняют, как правило, без привлечения крупной строительной техники.

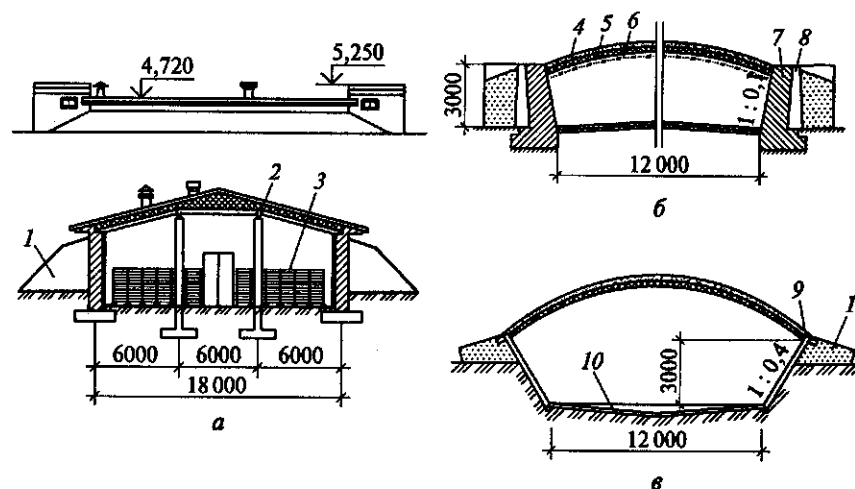


Рис. 15.10. Сельскохозяйственные хранилища:

а — овощное; б, в — силосные, соответственно наземное и полузаглубленное; 1 — обвалование стен; 2 — помещение овощехранилища; 3 — закрома; 4, 5 — слой грунта и глины; 6 — силосная масса; 7 — каменная стена; 8 — контрфорс; 9 — стеновая панель; 10 — плиты днища

Разработку траншей под ленточные фундаменты в местах трассировки основных осей (по контуру сооружения) и котлованов под внутренние колонны в местах пересечения детальных осей ведут обычно маломощными многофункциональными экскаваторами «Беларусь», очень распространенными в сельских хозяйствах.

Места строительства овощехранилищ рекомендуется выбирать на возвышенностях, где грунтовые воды располагаются достаточно низко, поэтому вопросы водоотлива при производстве земляных работ возникают редко.

В связи с небольшими нагрузками на основание заложение фундаментов также бывает неглубоким.

Ленточные фундаменты в большинстве случаев сооружают из бутового камня «под лопатку». При наличии рваного бутового камня фундаменты можно устраивать «под залив» в распор со стенками траншей.

Фундаменты под внутренние колонны проще всего сооружать из камнебетона, оставляя в теле камнебетонного фундамента стаканы, в которые в последующем замоноличивают железобетонные колонны.

Если колонны возводятся из кирпича, то устройство стаканов не предусматривается.

Несмотря на некоторое снижение трудозатрат при кладке «под залив» предпочтение часто отдается бутовой кладке «под лопатку», так как во втором случае отпадает необходимость в вибрировании кладки, что бывает сложно осуществить при ведении строительных работ в сельских условиях.

Кирпичная или каменная кладка стен и столбов выполняется обычными методами без ограничений применения систем перевязки. Основное требование — надежная гидроизоляция, так как сырость в овощехранилище неизбежно приведет к загниванию и порче овощей. В связи с этим использование для кладки силикатного кирпича является недопустимым.

В примере, приведенном на рис. 15.10, а, предусмотрено использование сборных железобетонных прогонов, колонн и ребристых плит покрытия, монтаж которых может при благоприятных погодных условиях осуществляться маломощным автокраном, перемещающимся внутри помещения по пролетам осевыми проходками.

При наличии более мощного автокрана может быть применена схема с одной проходкой внутри сооружения, для чего в центральном проезде предварительно следует устроить бетонную подготовку. Перемещаясь по подготовленной таким образом полосе движения, кран устанавливает колонны, прогоны и плиты покрытия в центральном и крайних пролетах. Такая схема может быть использована при любых погодных условиях.

При отсутствии сборных железобетонных конструкций овощехранилище может быть перекрыто деревянными балками с подборкой по черепным брускам и теплоизоляцией засыпным утеплителем.

После установки покрытия по периметру сооружения с помощью бульдозера устраивают глиняный «замок» и обваловывание стен.

Глина уплотняется трамбованием. Грунт, используемый для обвалования, дополнительного уплотнения не требует. Обычно он достаточно уплотняется от массы бульдозера, производящего обваловывание.

Внутри помещения дополнительно завозится глина и устраиваются глинобитные полы по всей площади хранилища, за исключением центрального проезда, где устраиваются бетонные полы. Для выравнивания стен применяется простая штукатурка с дальнейшей окраской известковым раствором.

Общестроительные работы заканчиваются сооружением стеллажей, полок, закровов, навесной ворот и т.п. Окна и двери окрашивают масляной краской, а закрома, стеллажи и полки — известковым раствором.

Силосохранилища строятся для хранения силоса без доступа воздуха.

Силосование представляет собой консервирование зеленых сочных кормов для скота с длительным хранением в специальных силосных сооружениях, которые могут быть ямного, траншейного и башенного типа.

Наибольшее распространение получили силосохранилища траншейного типа. Для получения силоса высокого качества и обеспечения его длительного хранения силосохранилища должны отвечать следующим требованиям:

предохранять силос от доступа к нему воздуха, так как он вызывает развитие плесени и гниение силоса;

ограждающие конструкции должны иметь гладкую поверхность, быть водонепроницаемыми и обеспечивать незамерзание силоса; быть удобными для механизированной погрузки и разгрузки силосной массы.

Силосохранилища устраивают по возможности на возвышенном месте, на площадках, имеющих уклоны для стока поверхностных вод и удобных для подъезда транспортных средств. Иногда траншеи блокируют с животноводческими помещениями. При наличии на ферме кормоцеха или кормокухни силосные сооружения располагают при них.

Различают наземные, полузаглубленные и заглубленные траншеи.

Наземные траншеи (рис. 15.10, б) сооружают на участках с ровным рельефом и высоким уровнем грунтовых вод.

Заглубленные и полузаглубленные траншеи устраивают на участках со связными грунтами (глина, суглинки), позволяющими сохранять угол естественного откоса грунта; для них пригодны площадки со сравнительно низким уровнем грунтовых вод. Размеры и конструкцию таких силосных сооружений определяют с учетом средств механизации укладки и выемки силоса, а также поголовья животных. Ширина их должна быть не менее удвоенной длины транспортных, трамбовочных или разгрузочных машин. Высота силосных сооружений составляет: наземного — не более 3 м, заглубленного и полузаглубленного — не менее 3 м. Длину принимают, исходя из потребной емкости, но она не должна быть меньше удвоенной ширины, емкость — от 250 до 3000 т силоса.

Основными материалами для стен и днища силосохранилища являются бетон, железобетон, кирпич и бутовый камень. Широко применяют сборные железобетонные элементы. Торцы наземных траншей после окончания закладки силоса закрывают деревянными щитами или тюками соломы. Стены их утепляют грунтом. Для обваловывания выступающих над землей стен полузаглубленных траншей используют вынутый грунт. Около силосных сооружений предусматривают канавы для стока атмосферных и сточных вод, подводят дороги с твердым покрытием и для въезда делают пандусы.

Наиболее привлекательными с точки зрения возведения и эксплуатации являются полузаглубленные силосохранилища, строительство которых осуществляется с применением сборных железобетонных панелей по следующей технологической схеме (рис. 15.10, в).

Бульдозером роют траншею глубиной 2...2,5 м. Для сохранения устойчивости стенкам траншеи придают уклоны, определяемые СНиП Ш-4—80*.

Для удобства выполнения последующих монтажных работ производят планировку откосов.

Дно траншеи подвергают дополнительному уплотнению с добавлением песка (при материковом залегании глины) и глины (при залегании супесчаных грунтов). Для предотвращения возможного вытекания из силосной массы излишней жидкости дну траншеи придают уклон 2 %.

Монтаж стеновых панелей производят с помощью крана, располагаемого на бровке выемки. Панели устанавливают с уклоном 40...70 %.

Нижние торцы панелей при установке выравнивают по причалке, верх панелей выверяют в наклонной плоскости с помощью деревянных подкладок.

По окончании монтажа панелей производят засыпку пазух глиной, после уплотнения которой образуется глиняный «замок»,

являющийся надежной гидроизоляцией сооружения. По мере засыпки пазух, когда необходимость в подкладках исчезает, их удаляют и досыпают глиняный «замок».

Монтаж плит дна траншеи производят изнутри сооружения «на себя» с выездом крана из траншеи. Затем производят обваловывание стен, сварку и заделку стыков панелей. Лицевые поверхности панелей при необходимости выравнивают штукатурными методами.

После загрузки траншеи силосной массой поверх нее укладывают плотную пленку и засыпают землей или создают глиняную защиту от атмосферных осадков и засыпают слоем земли, служащим теплоизоляцией.

1. Анзигитов В. А. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. пособ. — М.: МИКХиС, 1995. — 180 с.
2. Афонин И. А., Евстратов Г. И., Штоль Т. М. Технология и организация монтажа специальных сооружений: Учеб. пособ. для строит. вузов. — М.: Высш. шк., 1986. — 368 с.
3. Белецкий Б. Ф. Технология строительных и монтажных работ: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 1986. — 384 с.
4. Бобриков Б. В., Русаков И. М., Царьков А. А. Строительство мостов: Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1987. — 304 с.
5. Гибшман М. Е., Дедух И. Е. Мосты и сооружения. Учеб. для вузов. — М.: Транспорт, 1981. — 399 с.
6. Зубарев Г. Н. Конструкции из дерева и пластмасс. — М.: Высш. шк., 1990. — 300 с.
7. Никитин В. М. Руководство по контролю качества строительно-монтажных работ. — СПб.: Изд-во КН, 1998. — 784 с.
8. Смородинов М. И. Строительство заглубленных сооружений. — М.: Стройиздат, 1993. — 316 с.
9. Теличенко В. И., Липидус А. А., Терентьев О. М. Технология возведения зданий и сооружений: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 2001. — 320 с.
10. Торкатюк В. И. Монтаж конструкций большепролетных зданий. — М.: Стройиздат, 1985. — 368 с.
11. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций: Учеб. для вузов. — М.: Высш. шк., 1987. — 750 с.
12. СНиП 3.01.01—85* Организация строительства. — М.: Стройиздат, 1995.
13. СНиП 3.02.01—87 Земляные сооружения, основания и фундаменты. — М.: Стройиздат, 1998.
14. СНиП 3.03.01—87 Несущие и ограждающие конструкции. — М.: Стройиздат, 1988.
15. СНиП 12-03—2001. Безопасность труда в строительстве. — М.: Стройиздат, 2001.
16. СНиП 10-01—94. Система нормативных документов в строительстве. — М.: Стройиздат, 1994.

Предисловие	3
Введение	5

РАЗДЕЛ I ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Глава 1. Организационно-технологическая подготовка строительства	11
1.1. Общие положения	11
1.2. Разработка проектно-сметной документации	12
1.3. Технологическое проектирование	14
1.4. Определение потребности в ресурсах	19
Глава 2. Инженерная подготовка строительной площадки	25
2.1. Общие положения	25
2.2. Расчистка территории	25
2.3. Осушение площадки	27
2.4. Создание опорной геодезической сети	28
2.5. Размещение машин и механизмов	31
2.6. Устройство внутрипостроечных дорог, складов, временных сооружений	36

РАЗДЕЛ II ВОЗВЕДЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Глава 3. Возведение промышленных зданий с металлическими конструкциями	42
3.1. Общие положения	42
3.2. Материалы, оборудование, приспособления	44
3.3. Монтажные соединения металлических конструкций	49
3.4. Монтаж конструкций одноэтажных промышленных зданий	51
Глава 4. Монтаж промышленных зданий с большепролетными покрытиями	66
4.1. Общие положения	66

4.2. Здания с балочными конструкциями	67
4.3. Здания с рамными конструкциями	68
4.4. Монтаж арочных конструкций	71
4.5. Армоцементные своды	74
4.6. Монтаж железобетонных оболочек	75
Глава 5. Возведение большепролетных гражданских зданий	79
5.1. Монтаж зданий с купольными покрытиями	79
5.2. Особенности устройства мембранных покрытий	82
5.3. Перекрытие больших пролетов структурными системами	84
5.4. Монтаж вантовых конструкций	86
Глава 6. Возведение высотных зданий	90
6.1. Конструктивные особенности высотных зданий	90
6.2. Крановое оборудование	91
6.3. Технологические схемы возведения высотных зданий	93
6.4. Установка наружного стенового ограждения	97
Глава 7. Возведение зданий с каменными стенами	98
7.1. Общие положения	98
7.2. Конструктивные решения зданий с каменными стенами	101
7.3. Возведение подземной части здания	105
7.4. Технология возведения зданий с несущими каменными стенами	112
7.5. Возведение зданий с облегченными стенами	119
7.6. Монтаж сборных конструкций кирпичных зданий	129
7.7. Возведение мансардных этажей	135
7.8. Контроль качества и приемка каменных работ	141
Глава 8. Возведение каменных зданий в особых условиях	143
8.1. Здания на просадочных грунтах	143
8.2. Возведение каменных зданий в районах повышенной сейсмической активности	150
8.3. Возведение каменных зданий в условиях низкой и высокой температур	155
Глава 9. Технология возведения зданий с деревянными стенами	159
9.1. Общие положения	159
9.2. Конструктивные решения зданий и сооружений из древесины	162
9.3. Особенности возведения фундаментов	165
9.4. Строительство зданий с бревенчатыми и брусовыми стенами	168

9.5. Строительство зданий с каркасными и каркасно-панельными стенами	176
9.6. Устройство деревянных перекрытий и крыш	183
9.7. Изготовление и установка элементов внутреннего обустройства	196

РАЗДЕЛ III СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Глава 10. Возведение подземных и заглубленных сооружений	204
10.1. Земляные работы	204
10.2. Возведение заглубленных и подземных сооружений открытым способом	210
10.3. Возведение подземных инженерных сооружений опускным способом	218
10.4. Сооружения, устраиваемые способом «стена в грунте»	232
Глава 11. Возведение инженерных сооружений, связанных с технологическими процессами промышленного производства	245
11.1. Градирни	245
11.2. Этажерки	247
11.3. Копры	249
11.4. Башни промышленного назначения	251
11.5. Промышленные трубы	254
11.6. Буровые вышки и платформы	258
Глава 12. Возведение сооружений для хранения сыпучих, жидких и газообразных веществ	263
12.1. Силосы	263
12.2. Резервуары и газгольдеры	266
12.3. Помещения для складирования промышленных материалов	272
Глава 13. Возведение высотных мачтово-башенных сооружений энергетики и связи	275
13.1. Мачты и опоры ЛЭП	275
13.2. Телебашни	280
Глава 14. Транспортные инженерные сооружения	284
14.1. Общие положения	284
14.2. Сборные железобетонные мостовые сооружения	284
14.3. Металлические мосты	287
14.4. Монолитные железобетонные мосты	294
14.5. Специальные транспортные сооружения	299
14.6. Тоннели	305

Глава 15. Строительство сооружений агропромышленного	
комплекса	311
15.1. Общие положения	311
15.2. Сооружение ремонтно-механических мастерских	312
15.3. Возведение зерновых элеваторов	
и зернохранилищ	319
15.4. Строительство животноводческих сооружений	325
15.5. Строительство тепличных сооружений	330
15.6. Возведение хранилищ овощей и силосных кормов	334
Список литературы	339

Учебное издание

**Соколов Геннадий Константинович,
Гончаров Анатолий Артемьевич**

Технология возведения специальных зданий и сооружений

Учебное пособие

Редакторы *В. Н. Путилов, И. В. Могилевец*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *В. А. Крыжко*
Корректоры *Т. В. Кузьмина, Н. Т. Захарова*

Изд. № А-693-1. Подписано в печать 23.05.2005. Формат 60×90/16.
Бумага тип. № 2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 22,0.
Тираж 4000 экз. Заказ № 14917.

Издательский центр «Академия».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004.
117342, Москва, ул. Бутилова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (095) 330-1092, 334-8337.

Отпечатано в ОАО «Саратовский полиграфический комбинат»
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.