В. И. Сосков

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА и заготовительные работы

Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника для студентов
высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1989

Н76
С66

ББК 30.8
С66
УДК 697

Рецензенты:

кафедра технологии строительного производства МИСИ им. В. В. Куйбышева (зав. кафедрой д-р техн. наук, проф. А. А. Афанасьев); В. И. Краснов (нач. отдела технологии и внедрения новой техники при производстве санитарно-технических работ треста «Мосоргстрой» Главмосстроя).

Сосков В. И.

С66 Технология монтажа и заготовительные работы: Учеб. для вузов по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция». — М.: Высш. шк., 1989. — 344 с.: ил.

ISBN 5-06-000161-X

В учебнике изложены теоретические основы и методы производства общестроительных, монтажных и специальных работ, выполняемых при монтаже систем теплогазоснабжения и вентиляции. Значительное внимание уделено совершенствованию монтажно-сборочных работ с укрупнительной сборкой изготовленных в заводских условиях монтажных элементов и узлов. Рассмотрены особенности производства работ при реконструкции действующих объектов.

С $\frac{3309000000(4309000000)-328}{001(01)-89}$ 226—89

ББК 30.8
6С9.4

ISBN 5-06-000161-X

БИБЛИОТЕКА
политехнического
института
г. Хабаровск

© Издательство «Высшая школа», 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебник написан в соответствии с программой дисциплины «Техника и технология монтажа заготовительных и сварочных работ», утвержденной Государственным комитетом СССР по народному образованию.

Изложение материала базируется на логической взаимосвязи и последовательности изучения фундаментальных общеобразовательных и специальных инженерных дисциплин.

С учетом специфики специальности главное внимание уделено вопросам технологии производства специализированных работ по прокладке тепловых и газовых сетей, монтажу систем вентиляции и кондиционирования воздуха, технологического, котельного и общезаводского оборудования с обвязкой трубопроводов из металлических и неметаллических материалов. Но поскольку строительство указанных сетей и сооружений и осуществление монтажно-сборочных операций по санитарно-техническим системам невозможно без выполнения многих общестроительных работ, в учебнике освещены основные понятия и положения по технологии этих работ. Кроме того, в нем приводятся методики и рекомендации по выбору наиболее эффективных способов производства работ с использованием научных основ технологического проектирования строительного процесса. Изложены также требования к качеству выполняемых работ, их приемке и условиям безопасного выполнения в условиях строительных площадок.

При написании учебника автором использованы достижения науки и техники в области технологии строительного производства, передовой опыт специализированных, проектных и научно-исследовательских организаций, научные труды и методические разработки ведущих специалистов.

Автор приносит благодарность коллективу кафедры «Технология строительного производства» Московского инженерно-строительного института им. В. В. Куйбышева (зав. кафедрой — д-р техн. наук, проф. А. А. Афанасьев) и начальнику отдела технологии и внедрения новой техники при производстве санитарно-технических работ треста «Мосоргстрой» Главмосстроя тов. В. И. Краснову за ценные замечания, советы и предложения, сделанные ими при рецензировании рукописи учебника.

Искреннюю признательность автор приносит товарищам по работе, оказавшим помощь в процессе подготовки рукописи, — проф. Л. Г. Дикману, канд. техн. наук, доц. К. С. Орлову, преп. Н. В. Лелякину, И. И. Пруткиной.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Капитальное строительство — одна из важнейших отраслей материального производства. Основной его задачей является обеспечение расширенного воспроизводства основных фондов страны на базе научно-технического прогресса для удовлетворения постоянно растущих материальных и духовных потребностей советских людей. На ближайшую перспективу (на 1986—1990 годы и на период до 2000 года) определен новый крупный этап в создании и ускоренном обновлении основных фондов народного хозяйства и в первую очередь по реконструкции промышленных предприятий и различных зданий и сооружений.

Структурной единицей капитального строительства является строительное производство — совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке, включая строительно-монтажные и специальные работы. Конечным результатом выполнения совокупности строительных процессов является строительная продукция, под которой подразумеваются введенные в эксплуатацию промышленные предприятия и цехи, жилые дома, здания общественного назначения, магистральные трубопроводы и другие вновь построенные и реконструированные объекты.

В свою очередь, строительное производство объединяет две подсистемы — технологию строительного производства и организацию, планирование и управление строительным производством, каждая из которых имеет свою сущность и научные основы *.

Технология строительного производства — это наука о методах выполнения строительных процессов, обеспечивающих обработку материалов, полуфабрикатов и конструкций с качественным изменением их состояния, физико-механических свойств, геометрических размеров и конструкций с целью получения продукции заданного качества. При этом понятие «метод» включает в себя последовательность и принципы выполнения строительных процессов.

Составляющей частью технологии строительного производства является технология монтажа и заготовительные работы, решающая вопросы, как и чем выполнять строительные процессы по системам теплогазоснабжения и вентиляции, которые имеют свою специфику.

В нашей стране до 1950 г. монтаж систем теплогазоснабжения

---

* Организацию, планирование и управление строительным производством изучают в соответствующем учебном курсе.

и вентиляции производился преимущественно путем изготовления, сборки и сварки линий непосредственно на строительной площадке. Такой способ требовал больших затрат труда при сравнительно низком качестве работ и удлинял сроки строительства. В настоящее время строительное производство превратилось в комплексно-механизированный процесс монтажа систем из готовых узлов и блоков заводского изготовления.

Монтажные организации за последние годы добились значительных успехов в индустриализации и механизации работ по сооружению систем теплогазоснабжения и вентиляции и технологических трубопроводов. Усовершенствованы старые и внедрены новые технологические процессы массового изготовления деталей, значительно расширено и усовершенствовано централизованное изготовление узлов и блоков указанных систем на поточно-операционных линиях, применяются все более прогрессивные приемы сборки и сварки. Это в 2...3 раза снижает объем работ, выполняемых непосредственно на строительной площадке, и позволяет производить монтаж систем параллельно с ведением общестроительных работ.

Данный учебник поможет студентам овладеть необходимыми знаниями в области технологии изготовления и монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основные сведения о строительных работах и процессах

Конечной *продукцией строительного производства* являются здания, сооружения, устройства и их комплексы, годные для эксплуатации.

В любом строительном процессе участвуют *рабочие,* воздействующие с помощью *орудий труда* (машины, инструменты) и вспомогательных устройств и приспособлений (леса, подмости, кондукторы) на *предметы труда* (монтажные узлы, заготовки, блоки, бетон, арматура и т. д.).

По **сложности выполнения** строительные процессы могут быть простыми и комплексными. Простой процесс представляет собой совокупность технологически связанных между собой рабочих операций, осуществляемых постоянным составом рабочих при сохранении неизменных предметов и орудий труда. Каждая *рабочая операция* состоит из *рабочих приемов,* которые, в свою очередь, представляют собой сумму рабочих движений. Комплексный (сложный) процесс представляет собой совокупность простых рабочих процессов, находящихся во взаимной организационной и технологической зависимости и связанных единством конечной продукции.

По **технологическим признакам** различают заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные строительные процессы.

Заготовительные процессы обеспечивают строящийся объект полуфабрикатами, деталями и изделиями. Эти процессы обычно выполняются на специализированных предприятиях и площадках для повышения степени заводской готовности изделий или укрупнения элементов.

Транспортные процессы обеспечивают доставку материалов, полуфабрикатов и изделий как на строительную площадку (внеплощадочные), так и непосредственно к рабочим местам (внутриплощадочные). Транспортным процессам обычно сопутствуют процессы погрузки, разгрузки и складирования.

Подготовительные процессы предшествуют монтажно-укладочным и обеспечивают их эффективное выполнение (укрупнительная сборка воздуховодов, устройство лесов для монтажа котлов).

Монтажно-укладочные процессы, выполняемые во время строительства объекта, заключаются в переработке, изменении формы или придании новых качеств предметам труда, результатом чего является конечная продукция — отдельные части здания и сооружения.

Монтажно-укладочные процессы могут быть *ведущими* и *совмещенными*. Ведущие процессы (монтаж конструкций, кладка стен) входят в непрерывную технологическую цепь производства и определяют развитие и продолжительность строительства объекта. Совмещенные процессы (монтаж системы отопления, устройство подготовки под полы, монтаж системы вентиляции), технологически непосредственно не связанные с ведущими процессами, могут выполняться параллельно с ним.

В зависимости от характера производства различают непрерывные и прерывные процессы. В непрерывных процессах (монтаж систем канализации, прокладка инженерных сетей) производственные операции протекают незамедлительно одна за другой. Их продолжительность определяется лишь организационными соображениями. Прерывные процессы сопровождаются перерывами, обусловленными свойствами укладываемых материалов и особенностями технологии, например сушкой асбестоцементной штукатурки при изоляции труб теплового пункта матами из шлаковаты. Прерывные процессы увеличивают сроки выполнения работ, поэтому их часто заменяют непрерывными процессами (мокрую штукатурку заменяют на облицовку).

Для выполнения каждого строительного процесса необходимо правильно организовать рабочее место. *Рабочим местом называется зона, оснащенная необходимыми средствами и предметами труда, в которой совершается трудовая деятельность отдельного рабочего или технологического звена рабочих, совместно выполняющих рабочий процесс или операцию.*

Участок работы, выделяемый одному рабочему или звену для выполнения сменного задания, называется *делянкой*, а участок, выделяемый бригаде,— *захваткой*.

Совокупность строительных процессов, в результате которых появляется промежуточная или конечная продукция, представляет собой строительные работы, которые могут быть общестроительными или специальными. К *общестроительным работам* относятся: земляные, каменные, бетонные, отделочные, монтаж строительных конструкций и др.; к *специальным работам* — санитарно-технические, электромонтажные, монтаж технологического оборудования, а также работы по возведению особых сооружений (дымовых труб, градирен, доменных печей и т. п.).

1.2. Организация труда строительных рабочих

Большое разнообразие строительных процессов требует для их выполнения привлечения рабочих различных *специальностей,* имеющих необходимые знания и практические навыки, например теплоизолировщик, гидроизолировщик, трубоукладчик. Таким образом, узкая специализация по определенному виду работ определяет специальность рабочих. Более широкое название работ определяет *профессию* рабочих, т. е. профессия определяется видом и характером выполняемых работ, например, слесарь-сантехник, изолировщик.

Для выполнения строительно-монтажных и специальных работ требуются рабочие с определенной профессией и специальностью, но с разной *квалификацией,* т. е. с разным уровнем подготовки. Номенклатура профессий, специальностей и квалификаций строительных рабочих устанавливается Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих. Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕТКС, вып. 3).

Показателем квалификации рабочего является разряд, присваиваемый квалификационной комиссией, которая при оценке выполненной работы руководствуется требованиями по объему знаний и профессионального мастерства, перечисленными в ЕТКС по каждому разряду. Рабочий должен уметь читать чертежи, знать технологию процесса и правила проверки его качества, правила техники безопасности, выполнять работы заданной сложности. Всего установлено шесть квалификационных разрядов.

Для рационального использования труда рабочих целесообразно, чтобы каждый из них выполнял работу, соответствующую его квалификации. Поэтому для выполнения строительных процессов, требующих участия нескольких исполнителей, их организуют в *звенья* из двух, трех и более человек различной квалификации.

Для выполнения общестроительных или специальных работ из звеньев составляют *бригады,* возглавляемые бригадиром — опытным рабочим V или VI разряда. Количественный или квалификационный состав бригад устанавливают в зависимости от объема работ и сложности процессов. При работе в две-три смены назначается старший по смене — звеньевой. Наиболее распространены в строительстве *специализированные* и *комплексные бригады.* Специализированные бригады организуют при наличии достаточного объема работ с однородными процессами, например, специализированные бригады слесарей-сантехников, трубоукладчиков, слесарей-вентиляционников. Комплексные бригады, в состав которых входят специализированные звенья, формируют при необходимости связать организационно простые процессы по видам работ в единый комплексный процесс. Обычно комплексная бригада объединяет 50...60 рабочих различных профессий и специальностей.

Для проведения работ по конструктивным элементам или по всему зданию или сооружению весьма эффективно формирование

комплексных бригад конечной продукции. Эти бригады, как правило, работают по аккордным нарядам, выдаваемым на весь объем выполняемых работ. Благодаря рациональному использованию средств механизации и повышению ответственности выработка рабочих в таких бригадах на 20...25% выше, чем в обычных комплексных бригадах. В результате этого сокращаются сроки строительства, снижаются материальные потери и повышается качество работ. На базе этой прогрессивной формы организации труда широкое распространение получил метод *бригадного подряда.* Подобные бригады принимают на себя ответственность за комплексное выполнение работ и подготовку к сдаче по системам, по возведению надземной или подземной части здания, по сооружениям или по всему объекту в целом.

1.3. Техническое и тарифное нормирование, оплата труда

Основным критерием оценки трудовой деятельности рабочего является *производительность труда,* определяющая прогресс общественного производства, а также уровень развития производительных сил общества. Производительность труда строительных рабочих определяется: *выработкой* — количеством строительной продукции, выпущенной за единицу времени (день, месяц, год); *трудоемкостью* — затратами рабочего времени на единицу строительной продукции (чел-дн на 1 м теплосети, чел-ч на 1 котел и т. п.).

Количественно трудоемкость регламентируется техническим нормированием. **Техническое нормирование** — это научная система исследования затрат труда и ресурсов при производстве строительно-монтажных работ с целью установления производственных норм, улучшения использования материально-технических и трудовых ресурсов, внедрения передовых методов организации производства и труда.

Нормирование труда является важнейшей частью технического нормирования. Оно заключается в определении научно обоснованных затрат рабочего времени на изготовление единицы продукции в конкретных организационно-технических условиях. Нормы затрат труда выражают в виде норм времени и выработки.

Нормой времени рабочих называется количество времени, необходимого для изготовления единицы продукции надлежащего качества. *Нормой времени машины* также является количество времени работы машины, необходимое для изготовления единицы продукции соответствующего качества при правильной организации работы, позволяющей максимально использовать эксплуатационную производительность машины.

Норма выработки рабочего или звена представляет собой количество доброкачественной продукции, получаемой за единицу времени при условиях, принятых для установления норм времени.

Нормы выработки приводятся в физических единицах за определенный отрезок времени — час, смену, сутки.

Норма времени и норма выработки связаны следующим соотношением:

$$H_{\text{выр}} = 1/H_{\text{вр}}, \tag{1.1}$$

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

Зная нормы времени и нормы выработки, можно определить уровень производительности труда. Например, если по нормам на заданную работу полагалось $T_{\text{нор}}$ времени, а выполнена она была за $T_{\text{фак}}$, то

$$У_{\text{п.т}} = (T_{\text{нор}}/T_{\text{фак}})\, 100\%. \tag{1.2}$$

Если по норме за единицу времени должны были получить количество продукции $П_{\text{нор}}$, а фактически получено количество продукции $П_{\text{фак}}$, то

$$У_{\text{п.т}} = (П_{\text{фак}}/П_{\text{нор}})\, 100\%. \tag{1.3}$$

Норма производительности машины определяет количество продукции, которое должно быть выполнено машиной за единицу времени в условиях правильной организации производства и труда рабочих, занятых ее управлением и обслуживанием. Она выражается в измерителях продукции, на которые установлены нормы времени, и рассчитывается по формуле

$$H_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{м}}}{H_{\text{вр.м}}}\, 100\%, \tag{1.4}$$

где $T_{\text{м}}$ — период времени, за который определяют производительность машины; $H_{\text{вр.м}}$ — норма времени машины; $H_{\text{пр}}$ — норма производительности машины.

Нормы времени и нормы производительности машин — величины взаимно обратные.

С технико-экономическими нормами труда и использования машин тесно связаны понятия трудоемкости и машиноемкости производственных процессов, которые часто применяются при нормировании и планировании показателей строительства.

Трудоемкость строительно-монтажного процесса представляет собой количество труда рабочих, затрачиваемое в рациональных производственных условиях на выполнение работ по выпуску доброкачественной продукции. Трудоемкость выражается в человеко-часах или человеко-днях.

Машиноемкость строительно-монтажного процесса определяет количество машинного времени, расходуемого в рациональных производственных условиях на выполнение работ по выпуску доброкачественной продукции. Машиноемкость выражается в часах или сменах.

Вся методика технического нормирования основана на поэлементном изучении затрат рабочего времени, т. е. на установленной законом продолжительности рабочего дня (смены). Изучение рабочего времени производится с целью его нормирования и распространения передовых методов труда, а также выявления и устранения его внутрисменных потерь.

Чтобы пронормировать строительный процесс, необходимо его проанализировать, т. е. установить характеристики, содержащие описание конструкции, технические требования к качеству и другие данные. Затем провести на выбранном объекте хронометражные наблюдения, фотоучет с применением скоростной киносъемки для быстропротекающих процессов и технический учет. На основе накопленных данных разрабатывают технически обоснованные нормы и нормали, которые затем апробируются в производственных условиях.

Цель тарифного нормирования — оценить размером заработной платы качество труда, количество которого устанавливают по технически обоснованным нормам в зависимости от сложности выполняемой работы, т. е. дифференцировать заработную плату в зависимости от сложности и трудности выполняемой работы на основании следующих тарифных ставок:

Разряд	1	2	3	4	5	6
Часовая ставка, коп. . .	59	64	70	79	94	106

Оплата труда рабочих в строительстве в основном производится по сдельной, повременной, сдельно-премиальной, аккордной и повременно-премиальной системам оплаты труда.

При *повременной оплате труда* рабочему начисляется заработная плата за фактически отработанное время по действующим тарифным ставкам по разряду, присвоенному ему согласно ЕТКС. Эту форму оплаты применяют для рабочих, занятых на работах, которые не поддаются точному нормированию и учету. Например, слесарь-сантехник на дежурстве по системе отопления или по кондиционированию, машинисты крана, машинисты компрессоров при монтаже тепловых и газовых сетей и т. п. За своевременное и качественное выполнение работ может выплачиваться премия в размере до 40% тарифной ставки. В этом случае оплата труда будет *повременно-премиальной.*

Сдельная форма оплаты труда предусматривает начисление рабочему заработной платы за фактически выполненный объем работ по расценкам за единицу продукции надлежащего качества. Сдельная оплата труда может быть сдельно-премиальной и аккордной.

Расценки для сдельной оплаты труда принимают по ЕНиР, УКН, ВНиР и местным нормам.

Основными нормативными документами, на которых базируется оплата труда рабочих, занятых на строительных, монтажных и ремонтно-строительных работах, являются ЕНиР («Единые нормы

и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы»), утвержденные Госстроем СССР и Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам по согласованию с ВЦСПС.

Нормы времени и выработки в строительстве разрабатывают под руководством Центрального бюро нормативов по труду в строительстве (ЦБНТС).

Для нормирования затрат труда и заработной платы на конечный измеритель труда по видам работ с включением затрат труда и заработной платы как на основные, так и на весь комплекс технологически взаимосвязанных и неразрывных по времени выполнения сопутствующих и подсобно-вспомогательных работ, которые необходимо выполнить, чтобы получить законченную продукцию, разработаны ЦБТНС укрупненные комплексные нормы (УКН) на строительно-монтажные работы.

УКН разработаны методом калькулирования по ЕНиР с учетом современных форм специализации подрядных строительных организаций, кооперации и разделения труда в бригадах, а также прогрессивных технологических схем выполнения работ.

Министерствам и ведомствам разрешается разрабатывать на отдельные виды строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ, которые не охвачены ЕНиР, ведомственные нормы и расценки (ВНиР), методика составления которых не должна отличаться от методики разработки ЕНиР. Пользоваться ВНиР разрещается только после регистрации их в Госстрое СССР.

На работы, не вошедшие в ЕНиР, УКН и ВНиР, на основе современных методов технического нормирования центральные и местные нормативно-исследовательские станции разрабатывают местные и комплексные нормы и расценки, которые вводятся в действие начальником строительства, строительно-монтажной организацией или руководителем предприятия, осуществляющего строительство хозяйственным способом, по согласованию с комитетом профсоюза. При переходе на работу по бригадному или коллективному подряду руководителям строительно-монтажных организаций предоставлено право по согласованию с профкомами повышать по укрупненным и комплексным нормам и расценкам сдельные расценки до 20% за счет экономии фонда заработной платы, полученной от снижения трудоемкости работ в результате пересмотра норм выработки.

Рабочим с неблагоприятными условиями труда руководителем объединений, предприятий и организаций по согласованию с профкомами вводятся дифференцированные доплаты в размере до 12% тарифной ставки на работах с тяжелыми и вредными условиями труда и до 24% на работах с особо тяжелыми и вредными условиями труда. При этом право на получение доплат возникает не автоматически в зависимости от включения профессий в соответствующий перечень, а по результатам оценки условий труда на основании аттестации конкретных рабочих мест.

Природные (географические) условия труда учитываются районными коэффициентами к заработной плате путем умножения нормы и расценки базового района на определенный районный коэффициент.

При определении норм и расценок на работы, выполняемые в зимних условиях, учитывают поправочный коэффициент (от 1,05 до 1,6), зависящий от температурной зоны, времени года и группы работ.

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

Для механизированных работ кроме норм времени рабочих в чел-ч. приведены в скобках нормы времени в маш-ч. Для машин, эпизодически участвующих в строительных процессах, работа машинистов и их помощников нормами не учитывается и, как правило, оплачивается по повременно-премиальной системе.

Перед началом работ бригаде выдают наряд, в котором указывают характер, состав (т. е. описание) и объем работ, норму и расценки на единицу продукции, общую стоимость и трудоемкость и срок выполнения. Наряды закрывают после окончания работ и приемки задания. Труд рабочих специализированных и комплексных бригад оплачивается за всю произведенную ими продукцию, а распределяется между членами бригады в соответствии с их трудовым вкладом.

Аккордная оплата труда является основной формой сдельной оплаты. Аккордные задания выдаются бригадам или звеньям на объем работ в целом по объекту, его очереди, этапу, технологическому комплексу или виду работ на основе калькуляций затрат труда и расчетов заработной платы, утвержденных руководством строительно-монтажных организаций. Калькуляции составляются по единым нормам и расценкам.

Календарный срок выполнения аккордного задания устанавливается исходя из графика производства работ и возможного сокращения бригадой нормативного времени. Установленный срок выполнения аккордного задания не подлежит продлению и в указанный период выдача других нарядов-заданий бригаде не допускается, за исключением случаев, когда имели место целосменные перерывы в работе по погодно-климатическим условиям и аварийным ситуациям и рабочие временно переводились на другие работы или простаивали.

За выполнение аккордного задания ранее установленного срока к аккордной расценке доплачивается за каждый процент нормативного времени до 3% в зависимости от качества сдаваемых работ, но не более 40% сдельного заработка.

При невыполнении аккордного задания к установленному сроку

оплата выполненных работ производится по аккордному наряду без начисления премий.

При определении сокращения нормативного времени по аккордному заданию для начисления бригаде премии фактически затраченным считается все сменное время по графику работ, включая сверхурочное и работы в выходные дни, разрешенные в установленном порядке. Прогулы подлежат включению в фактически отработанное время.

При плановой продолжительности выполнения аккордного задания свыше одного месяца указанная выше премия при условии соблюдения графика производства работ может выплачиваться ежемесячно в виде аванса, но не более 50% установленного размера премии по аккордному заданию.

Кроме вышеперечисленных форм оплаты труда на некоторых стройках в качестве эксперимента применяют *безнарядную систему оплаты,* при которой заработную плату бригаде начисляют по фонду заработной платы от стоимости выполненных строительно-монтажных работ.

Премиальные доплаты рабочим, всем специалистам и служащим, кроме руководящих работников, осуществляются в соответствии с положениями о премировании, разработанными руководителями объединений, предприятий и организаций и утвержденными профсоюзными комитетами этих организаций в пределах средств, зарабатываемых самими предприятиями, сориентированными на полный хозяйственный расчет, самоокупаемость и самофинансирование. При этом учитывается непосредственная связь премий с трудовыми результатами каждого работника и коллективов бригад и подразделений, т. е. начисление премий коллективу (бригаде, участку, структурному подразделению). При сохранении максимального размера премий для рабочих (40% тарифной ставки в месяц в среднем по коллективу) премии отдельным работникам максимальными размерами не ограничиваются. В пределах общей начисленной суммы премии каждому рабочему можно определять дифференцированно в соответствии с личным вкладом в общие результаты работы (коэффициентом трудового участия — КТУ).

Бригадиры сверх заработной платы, причитающейся им в соответствии с коэффициентом трудового участия, получают доплату за руководство бригадами в процентах к заработной плате с учетом численного состава бригады.

1.4. Строительные нормы и правила

Строительные нормы и правила (СНиП) являются основными нормативными документами по составлению проектно-сметной документации и осуществлению строительства, утверждаемыми Госстроем СССР. Их требования обязаны выполнять все проектные, строительные, монтажные, пусконаладочные организации, предприятия промышленности строительных материалов, заводы по

изготовлению монтажных узлов и заготовок всех отраслей народного хозяйства, а также ведомства, осуществляющие приемку строительно-монтажных работ.

В соответствии со СНиП 1.01.01—82 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения», введенными в действие с 1 июля 1983 г., вводится новый классификатор строительных норм и правил с разделением их на пять частей, каждая из которых делится на группы.

Классификатор предназначен для установления состава и обозначения (шифра) Строительных норм и правил. Первая цифра обозначает номер части, две следующие цифры соответствуют номеру группы, две последующие цифры присваиваются номеру документа, две следующие цифры, присоединенные через тире, обозначают год утверждения СНиПа.

Часть 1 — «Организация, управление, экономика» — содержит систему нормативных документов в строительстве, требования к организации, управлению и экономике строительства; нормы продолжительности проектирования и строительства и положения об организациях и должностных лицах.

Часть 2 — «Нормы проектирования» — распространяется на проектно-изыскательские работы по строительству новых или реконструкции существующих зданий и сооружений для всех отраслей народного хозяйства.

Часть 3 — «Организация, производство и приемка работ» — регламентирует организацию и технологию строительного производства, содержит указание и требования, предъявляемые к технологии и безопасному ведению строительно-монтажных работ и их приемке, определяет специфику строительного производства в экстремальных условиях (в сейсмических районах, районах вечной мерзлоты, при отрицательных условиях и т. д.), а также содержит указания по контролю качества строительной продукции.

Часть 4 — «Сметные нормы и правила» — устанавливает систему сметных нормативов в строительстве, основные задачи сметного нормирования и ценообразования, виды сметных нормативных документов, требования к сметным нормативам; порядок разработки, согласования, утверждения, регистрации и издания сметных нормативов и информации о них, пересмотра и изменения их.

Часть 5 — «Нормы затрат материальных и трудовых ресурсов» — содержит систему нормативных документов по расходу материальных и трудовых ресурсов на всех этапах строительства, а также нормирует потребность в строительных машинах, инструменте и инвентаре.

К СНиПам могут выпускаться вспомогательные материалы — пособия. Пособия не являются нормативными документами и детализируют отдельные их положения, содержат примеры и алгоритм расчетов, текстовые, табличные и графические данные и другие вспомогательные и справочные материалы, необходимые для изыскания, проектирования и строительства.

1.5. Качество строительно-монтажных работ

Качество строительной продукции — основной фактор, обеспечивающий надежность и долговечность здания или сооружения и воздействующий на экономичность и рентабельность законченного строительством объекта.

Одним из главных условий повышения качества строительства является систематический контроль за приемкой материалов, конструкций и изделий, за качеством ведения строительно-монтажных работ на всех стадиях строительства, а также тщательная проверка качества выполненных работ при окончательной сдаче-приемке объектов в эксплуатацию.

При проведении контроля качества строительно-монтажных работ руководствуются: Строительными нормами и правилами (СНиП); строительными нормами Госстроя СССР (СН); ведомственными строительными нормами (ВСН); техническими условиями (ТУ) и техническими правилами (ТП); государственными стандартами (ГОСТ); инструктивными указаниями Госстроя СССР (публикуемыми в Бюллетенях строительной техники).

Контроль качества в современных условиях осуществляют визуально, по измерениям линейных размеров, лабораторными исследованиями и испытаниями.

Визуально устанавливают качество тех конструкций, монтажных заготовок и сооружений, которые доступны для обозревания. Визуальный осмотр производится с использованием несложных измерительных приборов и инструментов и позволяет установить общее состояние систем, узлов, монтажных заготовок и т. д.

Соблюдение линейных размеров изделий, полуфабрикатов, монтажных заготовок, узлов, систем определяют с использованием нивелиров, теодолитов, мерных лент, рулеток, штангенциркулей, микрометров и других измерительных приборов.

Фактические размеры материалов, монтажных узлов и заготовок не должны выходить за пределы, установленные в части 3 Строительных норм и правил. Допуски могут быть положительными, отрицательными и знакопеременными. Положительные допуски указывают на то, что действующие фактические размеры могут быть больше проектных, но до установленного предела. При отрицательных, наоборот, фактические значения не могут их превышать. При знакопеременных допусках фактические размеры должны быть в интервале между наибольшим и наименьшим допустимыми отклонениями.

Лабораторный контроль качества строительства осуществляют лаборатории строительно-монтажных управлений, ПМК, трестов, объединений, домостроительных комбинатов с регистрацией в журнале результатов испытаний материалов, соблюдения технологических режимов производства работ, контролем дозирования и приготовления растворов, бетонов, мастик и составов. При лабораторном контроле применяется механический или разрушающий (дест-

руктивный) и физический или неразрушающий (адеструктивный) методы испытаний.

Механический или разрушающий метод дает возможность установить прочностные, влажностные, деформативные и другие характеристики материалов.

Физический или неразрушающий метод испытаний проводят для определения основных характеристик физико-механических свойств материалов, не причиняя им повреждения.

Физические методы контроля качества базируются на импульсном и радиационном способах.

Различают два вида *импульсного способа* испытаний: акустический, при котором измеряется скорость распространения упругих волн в исследуемом материале и рассеивания их энергии, и импульсный вибрационный, при котором замеряются затухания собственных колебаний с учетом конструктивных форм элемента.

Радиационный способ основан на определении уменьшения интенсивности потока γ-лучей при просвечивании материалов. Качество и свойство материалов устанавливают по показаниям счетчиков, определяющих количество испускаемых, поглощенных и прошедших через исследуемый элемент изотопов γ-лучей.

После завершения строительно-монтажных и специальных работ системы или сооружения должны быть подвергнуты натурным испытаниям на прочность и герметичность с участием представителей эксплуатационных служб с составлением соответствующего акта. Вид и порядок испытаний определены соответствующим разделом СНиП часть 3 в зависимости от характера работ.

По отношению к изготовлению строительной продукции во времени различают следующие виды контроля: входной, операционный, приемочный и инспекционный.

Поступающие на стройку конструкции, изделия, материалы, заготовки, узлы и инженерное оборудование подвергаются *входному контролю* на соответствие их государственным стандартам, техническим условиям, требованиям рабочей документации, паспортов и других документов, подтверждающих качество их изготовления. Этим же видом контроля проверяется соблюдение правил транспортирования и разгрузки.

Операционный контроль осуществляется на строительных объектах в процессе выполнения производственных операций и должен обеспечивать своевременное выявление дефектов и причин их возникновения и принятие мер по их устранению и предупреждению.

Важнейшим звеном операционного контроля является освидетельствование скрытых работ с составлением соответствующего акта.

Скрытые работы — это такие работы, продукция которых в дальнейшем становится недоступной для осмотра. К числу скрытых работ относятся, например, прокладка канализационных труб в полах здания. В составлении акта принимают участие исполнитель-производитель работ и представитель технадзора заказчика.

За операционным контролем следует *приемочный контроль* с оценкой качества строительно-монтажных и специальных работ. Ответственные конструкции по мере их готовности подлежат приемке в процессе строительства с участием представителя проектной организации и технического надзора заказчика с составлением акта промежуточной приемки этих конструкций. Приемочный контроль качества законченного строительства объекта проводится с целью проверки его готовности к эксплуатации. На этом этапе контроль определяет возможность проведения Государственной комиссии и является основным элементом ее работы.

Инспекционный контроль качества строительства осуществляют Государственная приемка, Государственная строительная инспекция Госстроя СССР, инспекция Госархстройконтроля Госкомархитектуры при Госстрое СССР, учреждения банков СССР, финансирующих строительство, Государственный санитарный надзор СССР, Государственный пожарный надзор СССР и ведомственные технические инспекции.

С позиций организации контроль качества подразделяется на внутренний и внешний. Внутренний контроль — функция административно-технического персонала строительной организации, внешний — функция заказчика, проектной организации и специальных инспекций.

Большое влияние на улучшение качества продукции оказывают организационные, экономические и воспитательные мероприятия. К организационным мероприятиям относятся: создание необходимых условий для повышения профессионального мастерства рабочих, правильное формирование бригад и звеньев и применение эффективных систем контроля и самоконтроля, к экономическим — стимулирование за высокое качество путем дифференциального начисления премий в зависимости от оценки качества при приемке выполненных работ, к воспитательным — повышение ответственности по соблюдению технологической и производственной дисциплины, морального стимулирования и деловой критики.

Технический надзор заказчиками-застройщиками ведет контроль за объемами и качеством работ на протяжении всего срока строительства и принимает от подрядчика подготовленные к вводу в эксплуатацию объекты. Участие заказчика во входном, операционном и приемочном контроле фиксируется в документальной форме. Например, проверив рабочую документацию, заказчик передает ее строительной организации с надписью «к производству работ» и подписью ответственного лица, без чего чертежи считаются недействительными.

Акты промежуточной приемки ответственных конструкций и освидетельствования скрытых работ оформляются подрядчиком при обязательном участии заказчика.

Проектная организация осуществляет *авторский надзор* и является основной инстанцией, контролирующей соблюдение производителями работ проектных решений и своевременно решающей все

возникающие в процессе строительства вопросы по проектно-сметной документации.

Все мероприятия по контролю за качеством должны быть направлены на предупреждение отступлений от нормативов, своевременное их выявление и исправление на ранней стадии, когда затраты труда и материальных ресурсов на устранение недостатков будут минимальными.

1.6. Индустриализация строительного производства

Индустриализация строительного производства характеризуется превращением его в механизированный процесс возведения зданий и сооружений из крупноразмерных унифицированных изделий и деталей заводского или централизованного изготовления. На этой основе строительная площадка превращается в монтажно-сборочную с методами работ, присущими методам стационарного промышленного производства (комплексная механизация и автоматизация процессов, конвейеризация производства, высокая степень заводской готовности продукции, точность изготовления и др.).

Предпосылкой индустриализации строительства является разработка проектно-сметной документации на базе новейших достижений науки и техники и современных высокопроизводительных машин и механизмов. Рабочая документация или рабочий проект должны содержать необходимые сведения для автоматизированной системы проектирования деталировочных чертежей узлов, блоков, секций по системам теплогазоснабжения и вентиляции. Для сокращения сроков и стоимости строительства изготовление монтажных узлов, блоков, секций и элементов производится параллельно или с незначительным отставанием с изготовлением сборных строительных конструкций здания, вследствие чего осуществить контроль за их изготовлением по замерочным чертежам с натуры или «по месту», которого еще нет, практически невозможно. Как правило, монтаж санитарно-технических и вентиляционных систем ведется в едином ритме с основными работами по возведению объекта с предоставлением фронта работ бригадам других специальностей. Следовательно, монтажные заготовки, узлы, блоки с высокой степенью заводской готовности должны поставляться на объект почти одновременно или с некоторым опозданием с комплектацией общестроительных работ строящегося объекта. Поэтому проектно-сметная документация по теплоснабжению и вентиляции по своему составу, содержанию и качеству должна быть пригодной для выполнения работ индустриальным методом. В первую очередь она должна содержать достаточную информацию о размерах, привязках, спецификациях и быть увязана с другими разделами проектно-сметной документации, особенно

по совмещенной прокладке других трубопроводов, слаботочных и электрических сетей и средств противопожарной автоматики.

Основным элементом индустриализации строительного производства является *уровень сборности сооружений и систем.* Он представляет собой отношение стоимости монтажных узлов, комплектов, заготовок, поставляемых заготовительными предприятиями, сборных железобетонных конструкций, фасонных частей, типовых деталей заводского изготовления к общей стоимости выполненных работ по системе или сооружению.

Важным направлением индустриализации строительного производства является *повышение степени заводской готовности* материалов, деталей, полуфабрикатов, изделий, оборудования на заготовительных заводах или базах Управления производственно-технологической комплектации. Оборудование и материалы, входящие в поставку заказчика, трубы и комплектующие изделия в первом случае поступают на монтажный завод, а во втором случае — на базу УПТК для комплектации, агрегирования, нанесения антикоррозионной и тепловой изоляции и увеличения массы элементов. Это создает основу для внедрения таких прогрессивных методов монтажных работ, как узловой и блочно-агрегатный.

Увеличение массы, габаритов монтажных заготовок, узлов, блоков и агрегатов регламентирует требования к средствам *механизации* монтажных процессов: мобильность, универсальность, устойчивость, большая грузоподъемность. Несмотря на сравнительно большой парк строительных машин и механизмов и высокий уровень сборности сооружений и систем, удельный вес ручного труда в строительном производстве еще велик. Вытеснение ручного труда — важнейшая задача индустриализации строительства. Одним из направлений в решении поставленной задачи является внедрение *комплексной механизации* и автоматизации монтажных и строительных процессов с переходом от комплексной механизации отдельных процессов к комплексной механизации отдельных видов работ с помощью строительных машин, средств малой механизации, ручного инструмента, транспортных средств и вспомогательного оборудования, сформированных на основе технологических требований строительства с учетом перспектив его развития.

Комплексная механизация — это метод производства строительно-монтажных работ, когда все технологические операции определенного процесса выполняются с помощью комплекта машин и средств малой механизации, увязанных между собой по технологическому назначению и производительности с обеспечением заданного темпа работ и оптимальных технико-экономических показателей.

Индустриализация строительного производства создает условия для сокращения продолжительности монтажных работ, ускорения ввода объектов в эксплуатацию, повышения производительности труда, уменьшения материальных затрат, снижения стоимости строительства, улучшения их качества.

1.7. Охрана труда в строительстве

Охрана труда представляет собой систему взаимосвязанных законодательных, социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и наиболее благоприятных условий труда. Эта система включает в себя вопросы трудового законодательства, техники безопасности, санитарно-гигиенических мероприятий, противопожарной безопасности, охрану окружающей среды, а также надзор и контроль за выполнением требований норм и правил по охране труда.

Следует иметь в виду, что строительное производство имеет свои специфические особенности, отличающие его от других производств. Прежде всего строительство характеризуется фактором разобщенности на огромных территориях; непостоянством технологических процессов и относительной их кратковременностью; постоянным изменением обстановки как в целом на строительной площадке, так и на каждом рабочем месте; необходимостью работать в условиях открытой местности нередко при неблагоприятных метеорологических условиях (в жару и холод, в сырую погоду, при сильном ветре); применением машин и механизмов, являющихся источником повышенной опасности.

Указанные особенности требуют постоянного совершенствования мер, направленных на улучшение охраны труда, максимальное исключение риска, высококачественное санитарно-бытовое и медицинское обслуживание рабочих строительных специальностей.

Трудовое законодательство регламентирует порядок взаимоотношений между рабочими, ИТР и администрацией, режим рабочего времени и отдыха трудящихся, условия труда женщин и подростков, порядок приема, перевода и увольнения работников, различных категорий рабочих и ИТР и другие положения.

Техника безопасности принадлежит к сфере технических наук и представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, приводящих к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

Правила техники безопасности на строительно-монтажных работах изложены в СНиП III-4—80, в системе стандартов безопасности труда — ССБТ, ГОСТ 12.0.000—00 (комплекс взаимосвязанных стандартов, объединяющий более 200 государственных стандартов по безопасности труда), правилами Государственного комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзора СССР) и других нормативах.

В соответствии с указанными нормативами администрация стройки должна в установленные сроки организовать инструктаж, изучение и проверку знаний рабочих и технического персонала в области техники безопасности с выдачей соответствующих удосто-

верений. Эти мероприятия проводят в соответствии с Типовыми программами по обучению рабочих безопасным методам труда и проверке знаний инженерно-техническими работниками техники безопасности в строительстве.

Все вновь поступающие рабочие проходят *вводный инструктаж* по технике безопасности и *инструктаж непосредственно на рабочем месте (производственный инструктаж)*. Не позднее трех месяцев со дня поступления на работу они должны пройти *обучение безопасным методам работ* по установленной программе. При изменении условий работы или при переходе на новую работу вновь производится инструктаж непосредственно на рабочем месте. *Повторную проверку знаний* по технике безопасности рабочих и инженерно-технических работников проводят периодически один раз в год. Если на строящемся объекте произойдет несчастный случай или грубое нарушение правил техники безопасности, то проводят *внеочередную проверку знаний* по технике безопасности.

К работам на особо опасных и вредных производствах рабочие и инженерно-технические работники допускаются только после соответствующего обучения и сдачи ими экзамена.

В целях лучшего усвоения правил техники безопасности выпускаются памятки для рабочих различных профессий. Значительный эффект по предупреждению травматизма дает наглядная агитация в виде плакатов, развешиваемых вблизи рабочих мест, в бытовых помещениях.

С целью экономии рабочего времени, повышения оперативности в обучении рабочих безопасным методам труда, а также пропаганды передового опыта по технике безопасности используются стенные и многотиражные газеты, радио, передвижные и стационарные кабинеты по технике безопасности.

Санитарно-гигиенические мероприятия, основанные на изучении влияния условий труда на организм и здоровье человека, предусматривают обеспечение нормального санитарно-гигиенического обслуживания трудящихся на рабочих местах и в бытовых помещениях. К таким мероприятиям относятся: создание на рабочих местах нормальной воздушной среды, освещенности, устранение вредного воздействия вибрации и шума, оборудование необходимых бытовых и санитарных помещений, применение системы «биоритмов» и др.

Противопожарная безопасность включает комплекс мероприятий по снижению пожарной опасности в строительно-монтажных процессах, улучшению противопожарного состояния строящегося объекта и быстрой ликвидации пожаров. В качестве руководства по предупреждению пожаров на строящемся или реконструируемом объекте разработаны Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ.

На строительных площадках необходимо обеспечивать правильное складирование материалов и изделий, устранять возможность

загорания легковоспламеняющихся и горючих материалов, ограждать места производства сварочных и других работ с открытым огнем, своевременно убирать строительный мусор, разрешать курение только в специально оборудованных местах, содержать в постоянной исправности все средства пожаротушения (временные и проектные линии водопровода с пожарными гидрантами, огнетушителями, сигнализационные устройства, пожарный инвентарь) и организовать пожарные расчеты в каждой смене из числа работающих на строительном объекте.

В случае грубых нарушений правил пожарной безопасности сотрудник Государственного пожарного надзора имеет право наложить штраф на виновного инженерно-технического работника, а в случае угрозы возникновения пожара приостановить строительство.

Охрана окружающей среды включает в себя мероприятия по охране окружающей природной среды, которые должны предусматривать рекультивацию земельных угодий, предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение вредных выбросов в почву, водоемы и атмосферу, спуск воды при промывках и опрессовках систем без размыва склонов.

Надзор и контроль за охраной труда осуществляют органы и инспекции Государственного надзора, технические инспектора профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов и совета профсоюза, органы общественного контроля, общественные инспектора и сами строители.

Глава 2

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

2.1. Основы технологического проектирования

Основной задачей технологического проектирования является разработка оптимальных технологических и организационных условий для выполнения строительных процессов, обеспечивающих выпуск продукции в намеченные сроки при минимальном использовании всех видов ресурсов.

Оптимальное решение строительного процесса — это нахождение наилучших из всех возможных сочетаний параметров и вариантов процесса. Для разработки конкретных организационно-технических решений производят необходимые расчеты, составляют спецификации и калькуляции, выполняют чертежи, схемы, графики, делают необходимые описания. Базовым документом для разработки организационно-технологических решений служит совмещенный график выполнения строительных и монтажных работ, составленный генеральным подрядчиком с участием субподрядных организаций на основе директивного графика строительства. Разработку организационно-технологических решений по строи-

тельному процессу оформляют в виде технологических нормалей, технологических карт, карт трудовых процессов.

Проектированием строительных процессов сооружений и отопительно-вентиляционных и газовых систем зданий последовательно предусматривается:

разработка технологических вариантов выполнения строительных процессов и принятие наиболее эффективного по технико-экономическим параметрам;

выполнение строительного процесса в пространстве и времени;

расчет технологической надежности строительного процесса;

оформление документации по строительному процессу.

Обработанный строительный процесс как выражение результата работы коллектива ученых, проектировщиков, технологов и рабочих, используют как в одной строительной организации, так и в целой отрасли, доводя этот процесс до типового решения. Указанное позволяет: аккумулировать опыт и знание коллективов строителей; освободить от необходимости при возведении новых объектов заново разрабатывать технологические процессы на большинство строительно-монтажных работ; уменьшить время на проектирование процессов; сократить длительность и трудоемкость технологической подготовки производства; внедрить наиболее проверенные и рациональные методы технологии; распространить передовой опыт в разработке технологии; повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции.

Для выявления тенденций развития технологии строительных процессов и строительного производства на ближайшие 15...20 лет и более длительный период используют методы *технологического прогнозирования.*

Сначала рассматриваются долгосрочные прогнозы, составляемые Госпланом СССР, Госстроем СССР, Госкомитетом СССР по науке и технике, Академией наук СССР, отраслевыми министерствами. Затем анализируется прошлое развитие строительного производства (ретроспекция) и его настоящее состояние (диагноз). После этого составляется непосредственный прогноз и перспективные характеристики ожидаемой строительной продукции и технологии ее выпуска. Обобщающим результатом производственного прогноза в строительстве является разработка структуры перспективных объектов строительства и прогрессивной технологии их возведения. При разработке прогноза используют логические, аналитические и комбинированные модели прогнозирования.

В результате технологического прогнозирования определяют сроки, объем и числовые характеристики прогнозируемых показателей, в том числе состав и структуру санитарно-технических и монтажных работ, их объемы и технологию выполнения с характеристикой производственной базы индустриального строительства. Указанные показатели носят вероятностный характер и в дальнейшем корректируются.

2.2. Общие принципы проектирования потока

Известно, что производительность труда резко возрастает, если исполнитель выполняет одну и ту же работу длительное время. Рост производительности происходит за счет приобретения и совершенствования трудовых навыков, использования специальных приспособлений оснастки и инструмента, сокращения непроизводительных затрат времени на перемещение с одного места на другое. Указанная закономерность лежит в основе специализации. Специализация предполагает максимальное расчленение любой работы на отдельные технологические части (работы, процессы) с поручением выполнения каждой такой части отдельному соответствующему трудовому коллективу (бригаде, звену). Для этого целесообразно строительный процесс организовать в пространстве и времени.

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

Участками называют часть здания и сооружения, в пределах которых существуют одинаковые производственные условия, дающие возможность применять одинаковые методы работ. В качестве участков принимают температурные блоки одноэтажных промышленных зданий, секции жилых домов, этаж или часть этажей многоэтажных промышленных зданий, часть теплосети или газопровода определенной протяженности и т. д.

Захватками называют часть зданий и сооружений, в пределах которых повторяются одинаковые комплексы строительных процессов, выполняемые каждый в отдельности определенное и равное время. В качестве захватки могут быть приняты один этаж секции жилого дома, часть теплосети от пикета до пикета и т. д.

Число захваток на участке равно отношению общего фронта работ на участке к фронту работ на захватке. Фронт работ на захватке должен быть достаточным для одновременной расстановки всех рабочих звена или бригады со сроком выполнения всех операций на захватке не менее одной смены.

Строительные процессы на захватках или участках во времени можно выполнить последовательно, параллельно и последовательно-параллельно.

При организации выполнения строительных процессов во времени весь комплексный процесс по санитарно-техническим системам или возведению сооружений делят на отдельные строительные процессы, операции или работы, а затем организуют их выполнение последовательным, параллельным или поточным методом.

Сравнительная характеристика выполнения строительных процессов по санитарно-техническим работам во времени различными методами приведена на рис. 2.1.

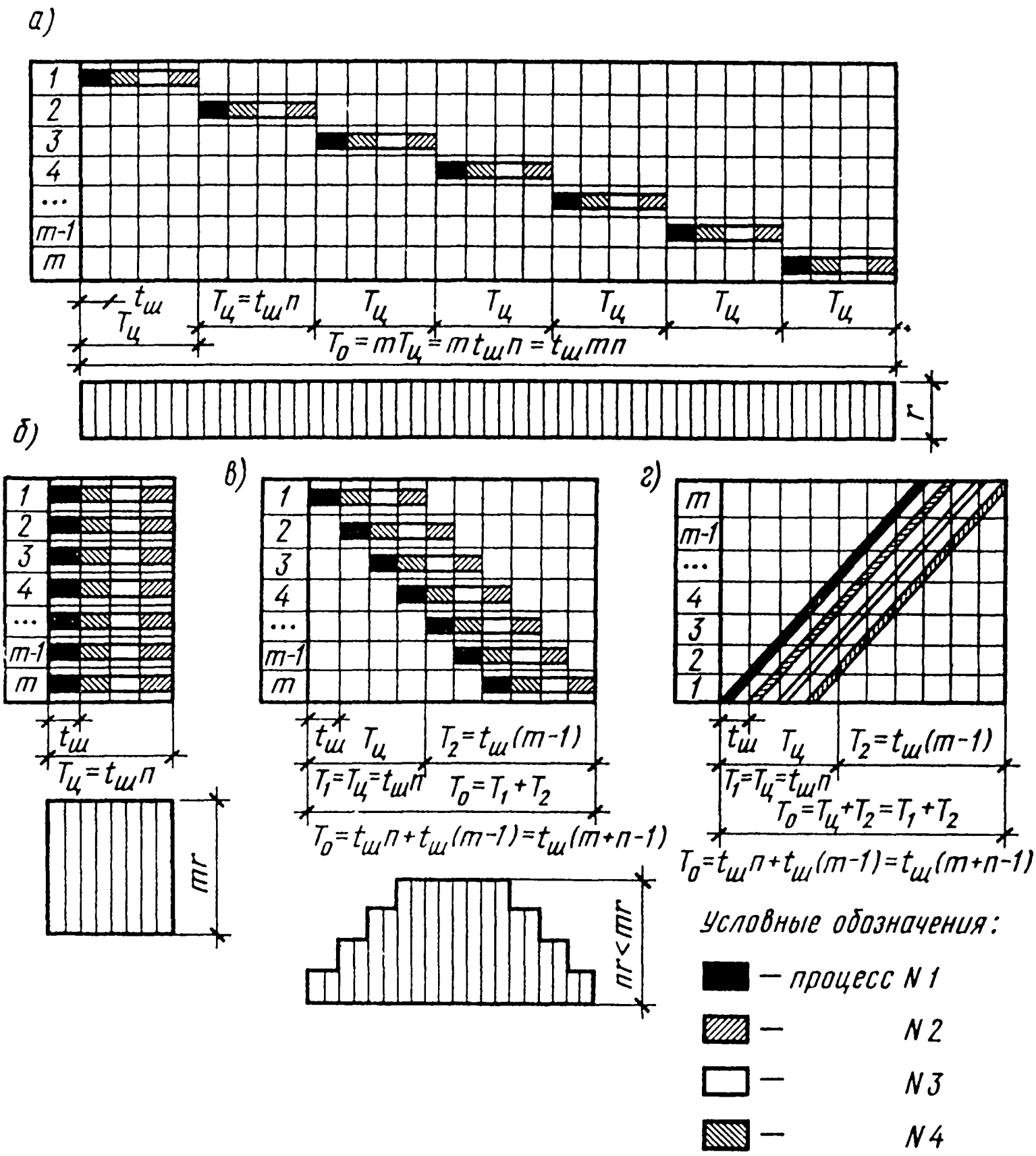


Рис. 2.1. Сравнительная характеристика выполнения процессов во времени различными методами:

а — последовательным; *б* — параллельным; *в* — поточным с изображением развития потока в виде линейного календарного графика; *г* — то же, с изображением в виде циклограммы: № 1 — монтаж системы отопления; № 2 — монтаж систем вентиляции; № 3 — устройство систем кондиционирования воздуха; № 4 — монтаж технологических трубопроводов; *1, 2, 3, 4, ..., m* — количество захваток; *n* — число технологических циклов, выполняемых на каждой захватке

В качестве строящегося объекта выбран инженерно-лабораторный корпус этажности *N*. Санитарно-технические работы разбиваем на четыре отдельно выполняемые процессы: монтаж отопления, монтаж вентиляции, устройство кондиционирования воздуха, монтаж технологических трубопроводов (в дальнейшем *n* процессов). За захватку условно принимаем один этаж строящегося корпуса, т. е. $m = N$.

При **последовательном методе** (рис. 2.1, *а*) все монтажные процессы ведутся сначала на первой захватке, затем на второй, третьей и т. д. Продолжительность выполнения санитарно-технических работ на объекте будет максимальной, т. е. $T_0 = T_1 N$, где T_1 — длительность всех монтажных процессов, выполняемых на захватке. Уровень потребления ресурсов — рабочих кадров, строительных машин и механизмов, материалов будет минимальным, т. е. $r = R/T_0$, где R — общая затрата ресурсов на осуществление всех монтажных циклов на N захватках. Каждый из видов ресурсов будет участвовать кратковременно, так как периодически требуются рабочие разных специальностей, различные машины, механизмы и материалы. Неизбежны также простои машин и потери на их перебазировку. Частая смена видов материалов, изделий и конструкций вносит большие трудности в работу предприятий-изготовителей, транспорта, органов снабжения.

При **параллельном методе** все монтажные процессы ведутся одновременно на всех захватках (рис. 2.1, *б*), обеспечивая минимальную продолжительность выполнения санитарно-технических работ на объекте, т. е. $T_0 = T_1$. Потребление ресурсов, как видно из графика, возрастает до максимальной величины, т. е. $R = rN$.

Скученность рабочих одной специальности, постоянное изменение вида потребляемых ресурсов в зависимости от периода строительства на всех захватках одновременно — характерные черты параллельного метода.

При **поточном методе** (рис. 2.1, *в*) каждый монтажный процесс выполняется сначала на первой захватке, затем на второй, третьей и т. д. Это позволяет последовательно проводить однородные монтажные процессы и параллельно — разнородные. Таким образом, поточный метод сочетает в себе положительные качества последовательного и параллельного методов — относительно короткие сроки выполнения санитарно-технических работ на объекте и рациональное потребление ресурсов.

Общая продолжительность выполнения санитарно-технических работ на объекте составляет

$$T_0 = T_1 + T_2. \tag{2.1}$$

Из графика видно, что

$$T_1 = t_ш n, \tag{2.2}$$

где $t_ш$ — ритм (шаг потока — время выполнения одного монтажного процесса на одной захватке); n — количество монтажных процессов.

$$T_2 = t_ш (N - 1). \tag{2.3}$$

Преобразуя формулу (2.1), получим основную формулу потока

$$T_0 = t_ш n + t_ш (N - 1) = t_ш (n + N - 1). \tag{2.4}$$

В зависимости от характера исходных данных по формуле (2.4) можно рассчитать различные элементы потока. Так, при заданной общей продолжительности строительства и известном количестве бригад и захваток шаг потока

$$t_{ш} = T_{о}/(n + N - 1). \qquad (2.5)$$

Количество монтажных процессов при заданном $T_{о}$ и принятых $t_{ш}$ и N

$$n = \frac{T_{о}}{t_{ш}} + 1 - N, \qquad (2.6)$$

а количество захваток

$$N = \frac{T_{о}}{t_{ш}} + 1 - n. \qquad (2.7)$$

Период развертывания потока определяется по формуле

$$T_{разв} = t_{ш}(n - 1). \qquad (2.8)$$

В приведенном на рисунке 2.1, *в* потоке период свертывания потока $T_{св}$ равен периоду развертывания потока $T_{разв}$.

Период установившегося потока

$$T_{ус} = T_{о} - T_{разв} - T_{св} = t_{ш}(n + N - 1) - 2t_{ш}(n - 1) = t_{ш}(N - n + 1). \qquad (2.9)$$

В технологическом проектировании развитие строительных процессов во времени может быть представлено кроме линейных календарных графиков (см. рис. 2.1, *а, б, в*) в виде циклограммы, представленной на рис. 2.1, *г*. В циклограммах захватки располагают последовательно снизу вверх, а монтажные процессы изображают в виде наклонных линий. Циклограммы более наглядно отображают развитие процессов во времени и пространстве.

Классификацию потоков осуществляют в зависимости от структуры и вида конечной продукции.

Частный поток — это последовательное выполнение одного процесса на различных захватках.

Специализированный поток — совокупность частных потоков, объединенных одной системой параметров в виде законченных видов работ.

Объектный поток — совокупность специализированных потоков, продукцией которых является законченный объект.

Комплексный поток — совокупность объектных потоков, необходимых для возведения зданий и сооружений, объединенных в общий комплекс.

По характеру временного развития различают следующие виды потоков:

Равноритмичный, в котором все составляющие потоки имеют единый ритм, т. е. одинаковую продолжительность работы на всех захватках;

кратноритмичный, в котором все составляющие потоки имеют не равные, но кратные ритмы;

разноритмичные, в которых составляющие потоки не имеют постоянного ритма вследствие неоднородности зданий и сооружений и неравенства темпов составляющих потоков.

По продолжительности функционирования различают потоки краткосрочные, долгосрочные и непрерывные.

По направлению развития потока они подразделяются на горизонтальные, вертикальные, наклонные и смешанные.

Применение поточного метода производства работ позволило в специализированных управлениях снизить трудоемкость работ на 15...20%, а себестоимость — на 2...3%.

2.3. Проектирование производства работ

Разработка оптимальных технологических и организационных условий выполнения строительно-монтажных процессов ведется подрядной организацией или по ее поручению организацией технологического проектирования — трестом Оргтехстрой в составе проекта производства работ (ППР).

Исходными материалами для составления проекта производства работ служат: проектно-сметная документация; совмещенный график выполнения общестроительных и монтажных работ, составленный генподрядчиком с участием субподрядных организаций на основе директивного графика строительства; данные о поставках оборудования и материалов, входящих в обязанности заказчика; данные о наличии парка машин и механизмов; действующие нормативные документы; карты трудовых процессов; типовые технологические карты.

ППР состоит из трех основных видов технологических документов: графиков, стройгенпланов и технологических карт. В зависимости от величины, назначения и сложности объекта проект может содержать неодинаковое сочетание этих документов с разной степенью детализации.

Технологическая карта — документ технологии строительного производства, регламентирующий последовательность и режимы выполнения строительного процесса на основе прогрессивных методов и комплексной механизации. Она разрабатывается в соответствии с руководством по разработке типовых технологических карт в строительстве и состоит из четырех разделов.

1-й раздел — область применения карты — состоит из краткой характеристики монтажных процессов, характеристики условий и особенностей производства работ и указаний о привязке карты к конкретному объекту строительства. В необходимых случаях мо-

гут быть приведены основные параметры или схемы системы или части сооружения.

2-й раздел — организация и технология строительного процесса — содержит:

план и разрезы той конструктивной части здания или сооружения, на которой будут выполняться работы, предусмотренные технологической картой, с размещением и привязкой машин и механизмов и материалов; указания о продолжительности, способах хранения, запасах и транспортировке к месту установки изделий, монтажных узлов, агрегатов и материалов на строительной площадке и в рабочей зоне;

способы, режимы и последовательность ведения операций с указанием рациональных типов технологической оснастки с разбивкой здания и сооружения на участки и захватки;

уточненный график производства работ и данные о затратах труда согласно принятой технологии выполнения монтажных процессов;

численный, профессиональный и квалификационный состав звена рабочих исполнителей с распределением рабочих операций по исполнителям;

последовательность выполнения монтажных процессов, их продолжительность и взаимосвязь в работе отдельных звеньев и бригад;

трудоемкость и машиноемкость с указанием марок применяемых машин;

указания по привязке карт трудовых процессов по выполнению отдельных рабочих процессов, входящих в строительный процесс, предусмотренный технологической картой;

основные требования к качеству работ со ссылками на соответствующие главы СНиП, а также ведомственные технические указания и инструкции;

решения по охране труда.

3-й раздел — технико-экономические показатели — характеризуются затратами ручного труда и машинного времени на весь объем работы на принятую единицу измерения, выработкой на одного рабочего в смену в физических единицах и себестоимостью строительно-монтажных работ.

В *4 разделе — материально-технические ресурсы* — приводится потребность в ресурсах, необходимых для выполнения предусмотренной данной картой строительного процесса, в виде трех таблиц: первая — для определения по проектно-сметной документации, спецификациям, монтажным проектам и нормам расхода номенклатуры и количества полуфабрикатов, изделий, монтажных заготовок, узлов блоков и оборудования; вторая — для выявления потребности в технических средствах (количество и типы машин и механизмов, инструмента, инвентаря и приспособлений) в соответствии с принятой схемой организации и технологии строительного процесса; третья — для определения потребности в экс-

плуатационных материалах в соответствии с нормами их расхода.

При строительстве типовых и многократно повторяющихся зданий, сооружений и их частей, а также зданий и сооружений с применением унифицированных габаритных схем и типовых сборных конструкций применяются типовые технологические карты, разработанные по типовой и повторно применяемой проектно-сметной документации.

Привязка типовой технологической карты к конкретным условиям работ состоит в уточнении объемов работ, средств механизации, потребности в трудовых и материально-технических ресурсах, а также графической части организации строительного процесса соответственно фактическим размерам систем или сооружениям.

2.4. Научная организация труда

Под научной организацией труда (НОТ) в строительстве понимается система мероприятий, которые при достигнутом уровне техники и организации работ обеспечивают рациональное использование рабочей силы и высокую эффективность строительного производства. Она позволяет наиболее эффективно соединять технику и людей в едином производственном процессе, обеспечивает повышение производительности труда и сохранение здоровья человека. Иными словами научная организация труда решает три органически взаимосвязанные задачи — экономическую, социальную и психофизиологическую.

Экономические задачи НОТ направлены на повышение производительности труда, эффективное использование материальных и трудовых ресурсов, увеличение объема выпуска готовой продукции и повышение ее качества, обеспечение высокой технико-экономической эффективности всего строительного производства.

К социальным задачам НОТ относятся всестороннее развитие человека в коллективе, повышение содержательности, привлекательности и квалификации труда при одновременном повышении его производительности, развитие творческой инициативы, превращение труда в первую жизненную потребность человека.

Психофизиологические задачи НОТ предусматривают создание наиболее благоприятных условий труда работающих, сохранение их здоровья и работоспособности, обеспечение наименьших затрат человеком физической и нервной энергии в процессе труда.

Основной целью НОТ в социалистическом обществе является повышение эффективности всего общественного производства и формирование на этой основе новых социалистических отношений, соответствующих современной фазе социализма.

Главными направлениями НОТ в настоящее время являются:

разработка и внедрение рациональных форм разделения и ко операции труда;

улучшение организации подбора, подготовки, воспитания, по вышения квалификации и переподготовки кадров;

совершенствование организации и обслуживания рабочи мест;

совершенствование трудового процесса, внедрение передово технологии и прогрессивных методов организации труда — широ кое применение бригадного и коллективного подряда, индустри альной технологии монтажа систем и возведения сооружений и элементов, узлов или блоков полной заводской готовности;

совершенствование нормирования труда;

внедрение рациональных форм и методов материального и мо рального стимулирования;

улучшение условий труда;

укрепление трудовой, производственной и технологической дис циплины и развитие коммунистического отношения к труду.

НОТ в строительстве, например, тепловых сетей предусмат ривает применение индустриальных методов производства рабо на основе внедрения полносборных строительно-изоляционны конструкций теплопроводов полной заводской готовности; выпол нения изоляционных и строительно-монтажных работ в строго соответствии с рекомендациями карт трудовых процессов; вклю чение в хозрасчетную бригаду рабочих различных специальносте и квалификации — трубоукладчиков, сварщиков, изолировщико машинистов, бетонщиков; обучение рабочих комплексной бригад смежным профессиям; разработка и внедрение типовых техноло гических карт и обеспечение ими звеньев по видам работ как со ставной части аккордных или аккордно-премиальных нарядо комплексной бригады.

Головной и координирующей организацией по НОТ являетс Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт тру да в строительстве (ВНИПИтруда), разрабатывающий теоретиче ские основы научной организации труда рабочих в строительстве совершенствующий методику исследования трудовых процессов учетом новейших достижений физиологии, гигиены, психологии социологии, эстетики, эргономики, трудового права и профессио нальной педагогики с применением современных технически средств.

Важнейшими нормативными и инструктивными документам научной организации труда являются карты трудовых процессо строительного производства, разработанные под методическим руководством ВНИПИтруда в строительстве.

Карты трудовых процессов разрабатываются для определения рациональных приемов труда при выполнении отдельных видо технологических операций. В них описываются: область и эффек тивность применения карты; условия и подготовка выполнени

процесса; исполнители, предметы и орудия труда; технология процесса и организация труда.

Эффективность применения карты трудовых процессов определяется показателями производительности труда — выработкой на 1 чел-дн в единицах продукции и затратами труда в чел-ч на единицу продукции.

В подготовку и условия выполнения процесса обычно включают мероприятия, которые должны быть осуществлены к началу процесса, условия, при которых процесс может быть начат, и условия безопасного ведения работ.

В разделе «Исполнители, предметы труда и орудия труда» указывается состав звена по профессии и квалификации рабочих, вид применяемых материалов, полуфабрикатов, монтажных узлов и изделий, нормокомплект инструмента приспособлений и инвентаря с приведением их основных параметров.

В технологии процесса и организации труда дается описание последовательности выполнения процесса, условия доставки предметов труда к месту укладки; организации рабочего места с указанием расположения механизмов, приспособлений, инвентаря и рабочих; поминутный график выполнения трудового процесса с включением времени на подготовительно-заключительные работы и отдых; разъяснений по поводу выполнения отдельных производственных операций с рекомендациями рациональных рабочих движений и приемов труда с графическим изображением рабочего места.

Карты трудовых процессов составляются на основе изучения и обобщения передового опыта, отвечающего современному уровню строительного производства, обеспечивающего необходимые технико-экономические показатели и высокое качество работ при соблюдении правил по технике безопасности.

2.5. Выбор оптимальных вариантов организационно-технологических решений

Практика технологического проектирования санитарно-технических работ показывает, что при выборе организационно-технологических решений важное значение имеет комплексный учет последствий, к которым приводит принятие того или иного решения. Как правило, изменение технологии и организации одной из работ сказывается и на других работах. Поэтому, выбирая варианты организационно-технологических мероприятий, необходимо провести их оптимизацию с учетом изменения показателей на других работах. Следовательно, необходимо провести комплексный системный анализ всей технологии и организации строительства.

Выбор обоснованных решений в наиболее общих случаях предполагает наличие следующих основных этапов: определение замысла и цели; сбор и изучение информации; разработка вариантов решения; принятие решения.

Определение цели решения заложено в совмещенном график общестроительных и монтажных работ.

Сбор и изучение информации предполагает изучение условий производства санитарно-технических процессов с выявлением ограничений по срокам (когда, какие процессы можно начинать и когда их следует закончить) и взаимоувязки их между собой и другими видами работ; данных о генеральном подрядчике и субподрядных организациях; нормативных документов, типовых технологических карт и карт трудовых процессов; опыта аналогичных работ на других объектах; материально-технические возможности и производственную базу монтажной организации. Целесообразно также выяснить мнение компетентных лиц (инженерно-технических работников организаций, которым намечено поручить выполнение отдельных видов санитарно-технических работ) и составить обзор по современному состоянию техники в данной области.

Прежде чем приступить к *разработке вариантного решения* необходимо четко сформулировать требования, применительно к которым далее будет выбираться наиболее подходящий вариант. Такими требованиями могут явиться продолжительность монтажа системы, сроки передачи фронта работ под другие строительно-монтажные процессы, устройство временного розлива на промежуточных этажах жилых и гражданских зданий для пуска отопления по временной схеме, затраты на монтаж и т. д.

Далее разрабатываются варианты технологического проектирования строительного процесса, по которым необходимо *принять решение.*

Для принятия решения обычно отводятся определенные, как правило, сжатые сроки, и у разработчиков просто не хватает времени для проработки всех возможных вариантов. Поэтому на практике обычно ограничиваются разработкой и сопоставлением двух-трех вариантов. Ущерб, наносимый не до конца проанализированными, необоснованными решениями, становится при гигантском размахе строительства в нашей стране все более ощутим.

Способ преодоления противоречий между возрастающими требованиями к качеству решений и прогрессивно увеличивающейся сложностью их выработки заложен в использовании принципиально нового подхода к формированию и оценке вариантов решений, называемого *экономико-математическим моделированием.*

При традиционном проектировании инженер детально разрабатывает каждый сравниваемый вариант. Сущность же экономико-математического моделирования заключается в следующем. Создается математическая модель в виде системы уравнений, описывающих данный исследуемый процесс. В такую модель входят уравнения, связывающие показатели исследуемого процесса и переменные, варьируемые параметры процесса. Варьируя переменные величины, на модели изучают поведение процесса. Ис

пользуя полученную информацию о поведении исследуемого процесса при изменении его параметров, находят наиболее приемлемые значения этих параметров.

Экономико-математическое моделирование позволяет не только успешно преодолеть трудности в разработке всех возможных вариантов, но и вплотную подойти к новой, высшей стадии — выполнению строительно-монтажных процессов в оптимальных режимах. Возможность такого выбора заложена в использовании современной вычислительной техники.

В инженерно-строительных вузах студенты получают необходимые знания в области современной прикладной математики и вычислительной техники. Уравнения, связывающие показатели исследуемого процесса, кодируют и вводят в электронную вычислительную машину, которая за короткое время производит расчет всех возможных вариантов и определяет наиболее оптимальные решения.

2.6. Технико-экономическая эффективность организационно-технологических решений

Основными технико-экономическими показателями организационно-технологических решений являются себестоимость, трудоемкость и продолжительность выполнения процесса. В зависимости от характера сравниваемых вариантов строительных процессов основные показатели могут быть дополнены частными: затратами времени на единицу продукции; выработкой одного рабочего, выражаемой в единицах строительной продукции или в рублях; показателями выполнения норм выработки в процентах; выработкой машины за единицу времени; затратами на средства механизации на единицу строительной продукции; использование машин во времени или по грузоподъемности и др.

Себестоимость работ отражает уровень технического и организационного совершенства данного процесса

$$C=(З+М+Э+Т_р)K_н, \qquad (2.10)$$

где З — заработная плата рабочих; М — стоимость материалов, изделий и конструкций, включая заготовительно-складские расходы и стоимость доставки на приобъектный склад; Э — затраты на эксплуатацию машин, механизмов и установок; $Т_р$ — транспортные расходы; $K_н$ — коэффициент, учитывающий накладные расходы, в состав которых входят административно-хозяйственные расходы, содержание пожарной и сторожевой охраны, износ инвентаря и инструмента, испытание материалов и изделий и др.

Затраты на эксплуатацию машин или механизмов

$$Э=Е+Э_г Т_ф/Т_г+Э_{см}Т_ф, \qquad (2.11)$$

где Е — единовременные расходы на перевозку, монтаж и демонтаж машины, если они не входят в себестоимость машино-смены,

временные устройства, необходимые для работы машины (по крановые пути, подводка электроэнергии и др.); $Э_г$ — годовые эк плуатационные расходы, включая амортизационные отчислен механизации и т. п.; $Т_ф$ — фактическое число смен работы маш при выполнении процесса; $Т_г$ — нормативное число смен работ машины в течение года; $Э_{см}$ — сменные эксплуатационные расх ды (оплата труда машинистов и других рабочих, обслуживающ машину; стоимость энергоресурсов — электроэнергии, топлив сжатого воздуха; смазочных материалов и обтирочных матери лов; затраты на все виды ремонтов, кроме капитального, с начи лениями) или стоимость машино-часа эксплуатации машин.

Трудоемкость единицы продукции механизированного процес

$$Т = \frac{\Sigma Т_м + \Sigma Т_р + \Sigma Т_в}{V}, \qquad (2.1$$

где $\Sigma Т_м$ — затраты труда на эксплуатацию машин, включая ус ройство подкрановых путей, доставку машин на объект, монта ее и демонтаж; $\Sigma Т_р$ — затраты труда на выполнение строительн монтажных процессов, выполняемых вручную; $\Sigma Т_в$ — затраты тр да на вспомогательные работы (устройство временного подъезд погрузочно-разгрузочные и транспортные процессы); V — объ продукции выполняемого процесса в соответствующих единица

Продолжительность выполнения процесса определяют д увязки операций в единый технологический процесс и для пос роения линейных графиков и циклограмм. Затраты времени, тр бующиеся на выполнение конкретного объема работ, зависят влияния многочисленных производственных факторов: вида и об ема работ, формы организации технологического процесса и ст пени его механизации, численности рабочих и уровня их квалиф кации.

При равной продолжительности выполнения процессов сра ниваемых вариантов экономический эффект

$$Э_п = (С_1 - С_2) + Е_н (К_1 - К_2), \qquad (2.1$$

где $(С_1 — С_2)$ — разница в себестоимости строительно-монтажн процессов по сравниваемым вариантам, в которой отражают только затраты, меняющиеся в зависимости от принятых реш ний; $Е_н$ — нормативный коэффициент эффективности, предста ляющий собой величину, обратную сроку окупаемости капитал ных вложений ($Е_н = 0{,}12$, а для районов Крайнего Севера и пр равненных к ним местностей $Е_н = 0{,}15$); $(К_1 — К_2)$ — разница стоимости необходимых для осуществления строительства осно ных и оборотных производственных фондов (орудия труда и пре меты труда).

Экономический эффект от сокращения продолжительности в полнения процесса

$$Э_т = Е_м С (Т_1 - Т_2), \qquad (2.1$$

где T_1 и T_2 — продолжительность работ по эталону и по рассматриваемому процессу; С — себестоимость выполнения строительно-монтажного процесса.

Следует отметить, что комплексные показатели, оценивающие эффективность выбираемого метода производства работ с точки зрения стоимости, трудоемкости и продолжительности, еще не разработаны. Поэтому выбор оптимальных комплектов машин и механизмов производят только по себестоимости единицы продукции

$$C = \frac{E_0 + 1{,}08\Sigma C_{маш\text{-}см} 1{,}5\Sigma З_р}{V_{об}}, \qquad (2.15)$$

где E_0 — единовременные затраты с учетом накладных расходов (перевозка, монтаж, и демонтаж средств механизации, устройство временных дорог и т. д.), руб.; $\Sigma C_{маш-см}$ — общая стоимость машино-смен машин и механизмов, руб.; $\Sigma З_р$ — сумма заработной платы рабочих, выполняющих строительные процессы, руб.; 1,08 и 1,5 — коэффициенты накладных расходов на эксплуатацию машин и заработную плату; $V_{об}$ — общий объем работ в соответствующих единицах.

Глава 3

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВОДСТВЕ САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ

3.1. Основы современной технологии санитарно-технических работ

При возведении зданий и сооружений подготовка и организация монтажных работ состоят из ряда отдельных производственных процессов, выполняемых в определенной последовательности. Производственные процессы, составляющие технологический процесс, называются этапами производства. При индустриальных методах выполнения санитарно-технических работ технологическая схема производства состоит из пяти основных этапов.

Подготовительный этап — изучение технической документации, подготовка объекта под замеры (если это требуется), разработка проекта производства работ.

Замерочный этап — разработка монтажных проектов по строительным чертежам объекта или эскизам, выполняемым по замерам строительных конструкций объекта. Замеры с натуры производят в тех случаях, когда объект нетиповой или отсутствуют в полном объеме строительные чертежи.

Заготовительный этап — изготовление заготовок для монтажа санитарно-технических систем по монтажному проекту или замерочным эскизам, поступившим из монтажного управления в виде заказа.

Монтажно-сборочный этап — сборка и монтаж систем из под готовленных в заводских условиях укрупненных элементов, узло и элементов.

Сдаточный этап (заключительный) — проверка смонтирован ных систем в действии, их регулировка и вывод на проектные па раметры и сдача заказчику по акту.

Таким образом, санитарно-технические работы разбиваются на заготовительные и монтажные процессы. При централизованном изготовлении монтажных заготовок обеспечивается возможност перенести до 60% всех трудозатрат с монтажной площадки в за водские условия: механизировать большинство производственных операций, в том числе наиболее трудоемкие, внедрить высокопро изводительные станки и машины, сборочно-сварочные установки и приспособления; широко применять механическую, механизиро ванную газопламенную и газоэлектрическую резки, полуавтомати ческие и автоматические способы сварки; внедрить поточные ав томатизированные линии с электронным управлением, на кото рых все производственные операции выполняются не рабочими а автоматами; механизировать подъемно-транспортные операции значительно повысить качество изготовления заготовок и узлов

Очень часто в практике строительства подготовительный, за мерочный и заготовительный этапы рассматривают в качестве подготовительных работ и монтаж систем теплогазоснабжения и вентиляции разбивают на два этапа: первый — монтажно-сбороч ный, чаще всего выполняемый до начала малярных работ; вто рой — приемо-сдаточный, выполняемый после подготовки поверх ности помещений под последнюю окраску.

Работы по монтажу систем теплогазоснабжения, вентиляции и технологическим трубопроводам производятся в увязке с обще строительными, отделочными и специальными работами согласно совмещенному графику общестроительных и монтажных работ составляемому генподрядчиком с участием субподрядных органи заций на основе директивного графика строительства. При со ставлении указанного графика учитывают специфические особен ности объекта, правила выполнения отдельных видов работ, воз можное совмещение работ в пространстве и времени. Работы мон тажно-сборочного этапа планируют по захваткам с шагом, рав ным ритму монтажа здания, а работы приемо-сдаточного этапа — вне потока, без деления на захватки. В зимний период планируют дополнительные работы по устройству временных розливов для отопления отделываемых этажей. Например: до начала работ по отоплению и газоснабжению жилого дома должно быть смонтиро вано не менее пяти этажей одной или нескольких секций, проби ты отверстия под стояки и оштукатурены ниши в местах установ ки отопительных приборов. Далее планируют производство всех указанных работ по захваткам одновременно на разных этажах с шагом, равным ритму монтажа этажа. После выполнения мон тажно-сборочных работ по системам газоснабжения и отоплени

строителям планируют заделку отверстий в стенках и перекрытиях, бетонирование диафрагм в коммуникационных каналах со сдачей помещений под отделочные работы. Установку газовых плит, подготовку к сдаче систем газоснабжения и отопления планируют после настилки чистых полов и окончания малярных работ.

При составлении графика работы по устройству приточных камер необходимо планировать в первую очередь, так как отопление производственных зданий, как правило, связано с системами приточной вентиляции.

3.2. Состав технической документации на производство санитарно-технических работ

Объем и содержание проектной документации должны соответствовать СНиП 1.02.01—85 «Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений», системе проектной документации для строительства (СПДС), а также указаниям проектных отраслевых и специализированных институтов. В *соответствии с указанными документами проектирование зданий и сооружений осуществляется в две или одну стадии* в зависимости от сложности и мощности предприятий и комплекса зданий. Проектирование в две стадии (*проект* со сводным сметным расчетом стоимости строительства и *рабочая документация* со сметами) производится для крупных и сложных предприятий, сооружений и комплексов зданий, в одну стадию (*рабочий проект* со сводным сметным расчетом стоимости строительства и сметами) — для предприятий, зданий и сооружений, строительство которых будет осуществляться по типовым и повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам, а также для технически несложных строек.

Проект содержит основные решения по системам теплогазоснабжения и вентиляции; опросные листы и заказные спецификации, необходимые для размещения заказов на технологическое, насосно-компрессорное, отопительно-вентиляционное и котельное оборудование, на изготовление которого требуется длительное время; ведомости, составленные по укрупненной номенклатуре на остальное серийное оборудование, приборы контроля, арматуру и материалы.

В *состав чертежей рабочей документации или рабочего проекта* по системам теплогазоснабжения и вентиляции входят: лист общих данных, поэтажные планы и разрезы с нанесенными на них системами газоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, теплоснабжения и хладоснабжения, схемы этих установок, отдельных узлов и эскизы нетиповых узлов и конструкций.

На листе «Общие данные» помещают ведомость чертежей основного комплекта, ведомость примененных и ссылочных документов, описание системы, перечень и характеристики оборудования, заложенного в проекте, перечень работ, на которые составляются акты скрытых работ, а также требования по окраске, изоляции, герметизации и монтажу воздуховодов, трубопроводов и отопительно-вентиляционного оборудования.

На поэтажных планах даны разбивочные оси здания и расстояния между ними, нанесены системы газоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха — трассировка трубопроводов и воздуховодов с указанием диаметров или периметров, расположение их по отношению друг к другу и к строительным конструкциям с привязкой осей трубопроводов, воздуховодов и др. В планах также показаны места расположения приточных и вытяжных камер, теплового пункта, газового оборудования, кондиционеров и технологического оборудования, связанного с потреблением газа или с вентиляционными установками. Приведены отметки чистых полов, показаны места пересечения воздуховодов и трубопроводов со строительными конструкциями и указаны отметки по осям круглых воздуховодов и трубопроводов и по низу прямоугольных воздуховодов.

Схемы систем теплогазоснабжения и вентиляции представлены, как правило, в аксонометрической проекции. На них показаны трассировка трубопроводов и воздуховодов, их диаметры или сечение, отметки, места расположения запорной арматуры, воздухораспределительных устройств, клапанов, шумоглушителей, а также устанавливаемое оборудование с основными характеристиками (тип, производительность и т. п.).

В состав технологической документации должны входить указания по определению качества поставляемого оборудования и материалов с заводов-изготовителей. Поставщики удостоверяют качество и комплектность поставляемой продукции сертификатом, удостоверением о качестве продукции, техническим паспортом, актом технической приемки или другими документами. Кроме того, дается ссылка на заводские инструкции по монтажу, испытанию, наладке и эксплуатации запроектированного оборудования. По чертежам, спецификациям и вышеприведенным указаниям на строительной площадке проверяется комплектность поставки оборудования, его соответствие проекту, наличие и полнота технической документации заводов-изготовителей.

3.3. Монтажные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции

При проектировании, изготовлении и монтаже воздуховодов и трубопроводов используются следующие термины и параметры, отражающие специфику этих работ.

Деталь — часть линии воздухо- или трубопровода, не имеющая соединений (отрезок трубы, отвод, переход, заглушка, тройник, фланец и т. д.), а также изделия, входящие в конструкцию ее крепления (опора, подвеска и т. д.).

Элемент — сборочная единица, состоящая из двух-трех деталей, соединенных сваркой или резьбой (воздуховод с фланцами, труба с одним или двумя отводами и т. д.).

Линия — участок воздуховода или трубопровода для транспортирования воздуха или продукта, рабочие параметры которых постоянны. Каждая линия имеет в проекте свой индекс.

Узел — сборочная единица части линии, ограниченная транспортными габаритами, которая по размерам и конфигурации может быть установлена в проектное положение или подлежит последующей укрупнительной сборке в блоки. Узел состоит из одного или нескольких элементов и арматуры. Узлы подразделяются на плоские и пространственные.

Блок — линия или часть линии воздуховода или трубопровода, состоящая из одного или нескольких узлов, арматуры и отрезков, собранных на разъемных и неразъемных соединениях, которая по размерам и конфигурации может быть установлена в проектное положение без предварительного укрупнения.

Секция — сборочная единица части линии воздуховода или трубопровода, состоящая из нескольких сваренных между собой воздуховодов или труб одного диаметра, ось которых составляет одну прямую линию, а общая длина не превышает транспортных габаритов.

Звено — часть линии наружного трубопровода, состоящая из нескольких сваренных между собой труб одного диаметра.

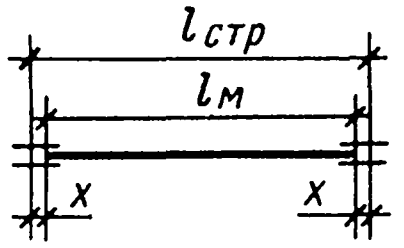
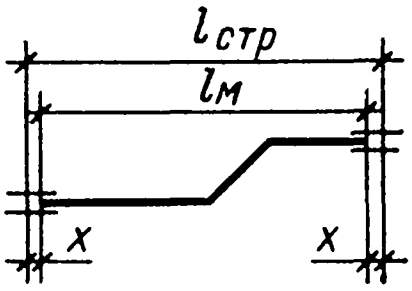
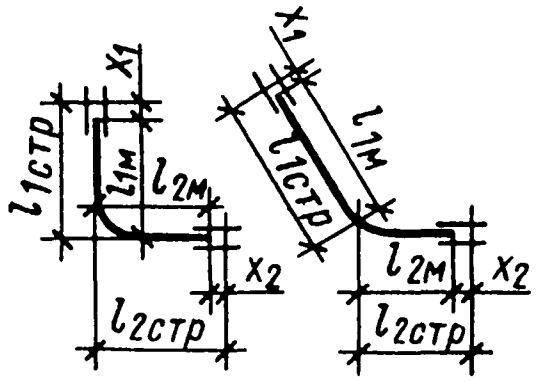
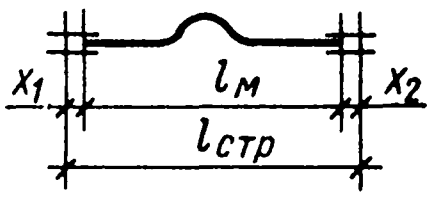
Плеть — линия или часть линии трубопровода, состоящая из нескольких сваренных между собой звеньев или секций трубопроводов. Плети обычно собирают и сваривают на месте прокладки трубопровода.

В проекте или при составлении размеров с натуры указываются *строительные длины* участков воздуховодов или трубопроводов по их осям. В отличие от нее *монтажная длина* представляет фактическую (габаритную) длину изготовленной в заводских условиях детали. Таким образом, в трубопроводе или воздуховоде, соединяемом на резьбе, сварке или фланцах, монтажная длина всегда меньше строительной на величину скидов. Строительные длины определяют по чертежам или по замерам с натуры. Расстояние между центром фасонной части и началом монтируемой заготовки называют *скидом* (табл. 3.1, *x*). Для определения прямого отрезка, который после выполнения на нем предписанных изгибов приобретает точную монтажную длину, служит *заготовительная длина*. Основные формулы для расчета заготовительных и монтажных длин приведены в табл. 3.1. Значения удлинения *Z* для уток, отводов, полуотводов, скоб, сварного Т-образно-

го сечения и значения скидов для фасонных частей, арматуры и приварных муфт приведены в справочной литературе.

Основными направлениями в совершенствовании организации и индустриализации работ по теплогазоснабжению и вентиляции являются стандартизация, типизация и унификация узлов снабже-

Таблица 3.1. **Основные формулы для расчета заготовительных и монтажных длин**

Схема изделия	Расчетные формулы
	$l_м = l_{заг} = l_{стр} - 2x$
	$l_м = l_{стр} - 2x$ $l_{заг} = l_м + Z$ $l_{заг} = l_{стр} - 2x + Z$
	$l_{1м} = l_{1стр} - x_1$ $l_{2м} = l_{2стр} - x_2$ $l_{заг} = l_{1м} + l_{2м} - Z$ $l_{заг} = l_{1стр} - x_1 + l_{2стр} - x_2 = Z$
	$l_м = l_{стр} - x_1 - x_2$ $l_{заг} = l_м + Z$ $l_{заг} = l_{стр} - x_1 - x_2 + Z$

ния и теплоснабжения, кондиционирования воздуха и других санитарно-технических систем. Используя максимальную типизацию и унификацию элементов указанных систем, можно перейти к новой технологии заготовительных работ, базирующейся на массовом поточно-механизированном производстве с применением высокопроизводительных автоматов и автоматизированных линий, причем большинство изделий и элементов можно будет получить с заводов-поставщиков по аналогии с поставками болтов, гаек, муфт, запорной арматуры, калориферов, вентиляторов и т. д.

Стандартными называют такие детали, которые имеют постоянные конфигурацию и размеры, *типовыми* — детали с постоянной конфигурацией, но с размерами, меняющимися в зависимости от места и условий применения этих деталей.

Стандартные детали не замеряют, и их можно применять для любых систем. Типовые же детали изготовляют для каждой отдельной системы после замеров их в натуре или по чертежам.

Монтажное положение — это рациональное расположение отопительных приборов, трубопроводов, воздуховодов и оборудования относительно строительных конструкций и технологического оборудования, обеспечивающее удобный монтаж и безопасную эксплуатацию систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Монтажное положение трубопроводов, воздуховодов, приборов и оборудования определяется графическим или макетно-модельным методом. Эта документация должна зафиксировать во всех подробностях выбранную трассу трубопроводов и расположение всей системы и обеспечить необходимую информацию для централизованного изготовления и монтажа трубопровода. Монтажные положения трубопроводов должны отвечать требованиям безопасной эксплуатации и обеспечить их надежность, экономичность и ремонтоспособность. В этой связи очень важно при большой насыщенности воздуховодов и трубопроводов определить их положение относительно друг друга, разработать совмещенные планы и разрезы с разбивочными осями здания, схематическими изображениями строительных конструкций (в виде подосновы), отметками и привязками к разбивочным осям и отметкам чистого пола каждого воздуховода и трубопровода. При сложной конфигурации воздуховодов и трубопроводов и нетиповом решении их пересечений со строительными конструкциями, технологическими развязками или другими системами целесообразно разработать детальные чертежи этих пересечений в масштабе 1:20 или 1:50.

Сущность макетно-модельного метода проектирования заключается в том, что на основании уточненного плана расположения общезаводского и технологического оборудования разрабатывается рабочий макет в масштабе 1:25, 1:50 или 1:100 с разбивкой его на блоки и дополняющие макет чертежи совмещенных сетей трубопроводов и воздуховодов. Он позволяет более рационально расположить и скомпоновать оборудование, трубопроводы и воздуховоды, избежать ошибок и тем самым сократить объем работ по переделкам. Одновременно наличие макета позволяет установить рациональную последовательность выполнения монтажных работ и обучить эксплуатационный персонал.

3.4. Производство замеров систем теплогазоснабжения и вентиляции с натуры

При производстве работы на действующих предприятиях, при отсутствии в проекте точных привязок технологического и общезаводского оборудования, а в отдельных случаях при отсутствии архитектурно-строительных чертежей *возникает необходимость составления монтажной документации на основе замеров в на-*

type тех элементов строящихся зданий и оборудования, которые определяют необходимые размеры монтажных узлов трубопроводов и вентиляционных устройств.

Эту работу выполняют инженерно-технические работники или высококвалифицированные рабочие (замерщики), которые входят в состав участков подготовки производства монтажного управления, УПТК или треста.

Процесс монтажа в данном случае осложняется натурными измерениями и не выполняется до определенной строительной готовности здания, что приводит к задержке окончания строительства объекта и к его удорожанию.

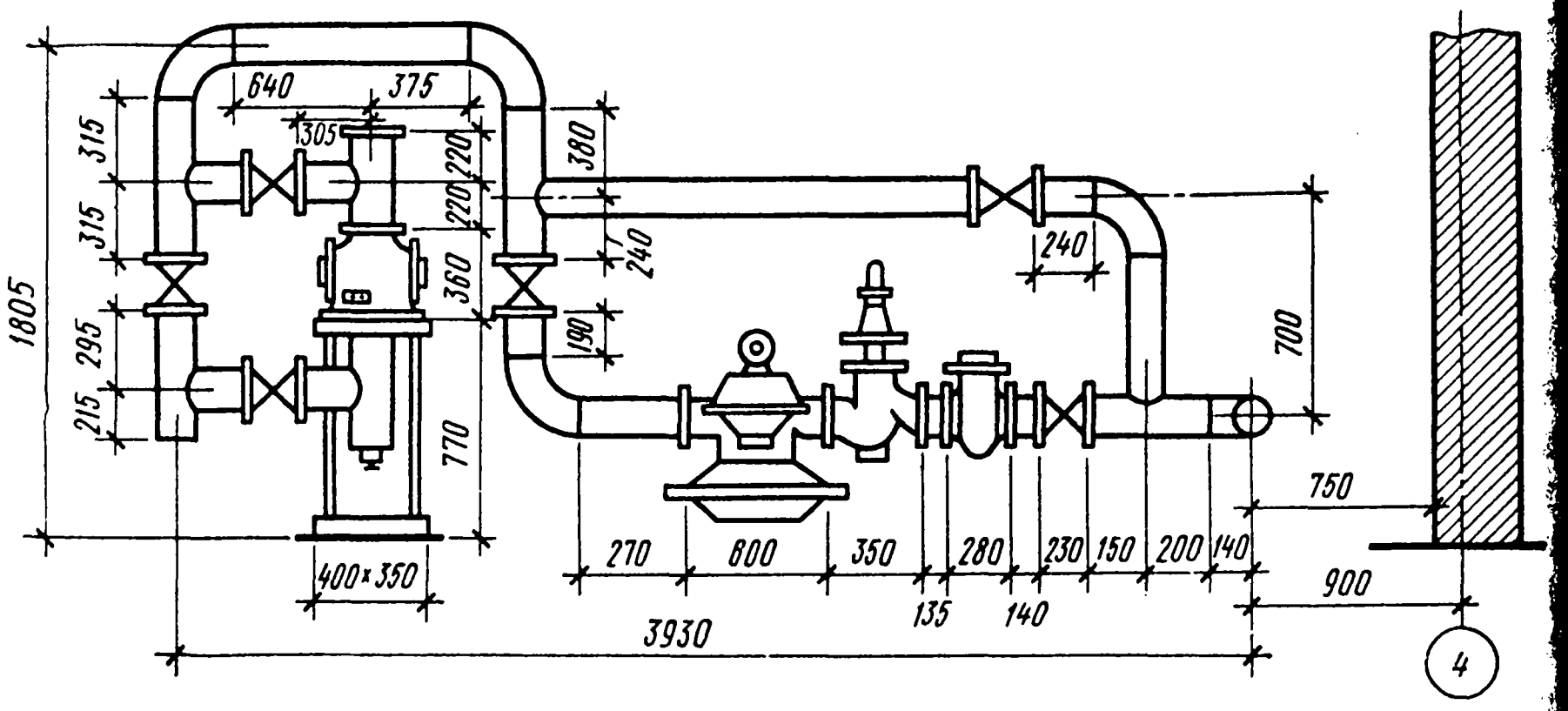


Рис. 3.1. Замерная схема трубопроводов и оборудования газорегуляторного пункта

Для производства замеров в натуре необходимо, чтобы на строящемся объекте были возведены стены и перегородки в помещениях, где будут монтироваться системы теплогазоснабжения и вентиляции, сооружены фундаменты под общезаводское и технологическое оборудование, вынесены отметки чистых полов и оси здания, даны точные привязки технологического оборудования.

Производство замеров с натуры начинают с подготовки контрольных эскизов строительных конструкций, связанных с системами теплогазоснабжения и вентиляции, и вычерчивания в тонких линиях планов, продольных и поперечных разрезов цеха или сооружения, а также местных сечений, которые должны дать полное представление о месте прокладки и положении каждой линии воздуховода или трубопровода в пространстве. Затем производят подготовку объекта к замерам с разметкой в натуре отверстий для прохода воздуховодов и трубопроводов с последующей пробивкой, если эти отверстия не были оставлены при строительстве зданий. Далее размечают оси трубопроводов или воздуховодов в натуре и производят их привязку к строительным конструкциям и осям здания. Снятые размеры наносят на контрольные эскизы планов и разрезов помещений в двух вариантах.

По первому варианту указываются размеры прямых участков, патрубков, деталей трубопровода и воздуховода, арматуры, опор и подвесок и т. д. Замерная схема трубопроводов и оборудования газорегуляторного пункта по данному варианту приведена на рис. 3.1.

По второму варианту трубопроводы или воздуховоды разбиваются на элементы и размеры снимаются только для привязки указанных элементов. Укрупнение деталей достигается главным образом путем прямого удлинения отводов и уток и производится с учетом их веса, транспортабельности, возможности доставки в монтажную зону и удобства последующей сборки в укрупненные узлы на монтажной площадке. Таким образом, замерные эскизы выполняют с расчетом на максимальное сокращение отдельных деталей.

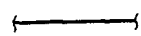
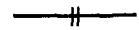
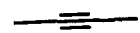
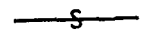
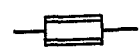
3.5. Разработка монтажных проектов

Рабочая документация или рабочий проект, выпускаемые проектными организациями, не всегда отвечают индустриальным методам изготовления монтажных заготовок и не содержат сведений о точных размерах деталей при их изготовлении и монтаже. Поэтому указанные чертежи дорабатывают. Эта *дополнительная стадия подготовки технической документации называется монтажным проектированием* и выполняется силами монтажной организации или по ее заказу оргтехстроем или проектно-конструкторской организацией. Монтажное проектирование осуществляется на базе чертежей проектной организации или по замерочным эскизам, выполненным с натуры.

При разработке монтажных чертежей помимо соблюдений СНиП, ГОСТ, ТУ, нормалей и заводских инструкций по монтажу необходимо учитывать технологию изготовления элементов и узлов на заготовительных предприятиях, возможность кооперированных поставок унифицированных изделий и обеспеченность производства стандартными узлами, элементами и деталями. Следует также закладывать прогрессивные решения, способствующие снижению трудоемкости изготовления узлов и элементов и стоимости монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции и более экономичному использованию металлопроката. Вносимые в монтажные чертежи принципиальные изменения должны согласоваться с проектной организацией.

Монтажный проект включает в себя монтажные чертежи на каждую систему в отдельности с детализацией в необходимых случаях отдельных узлов и деталей, комплектующую ведомость с наименованием деталей и их размеров и площади поверхности каждой вентиляционной детали в $м^2$. К проекту прикладывается лист общих данных с указанием марок основных комплектов чертежей, ведомости чертежей основного комплекта, ведомости при-

Таблица 3.2

Детали	Условные обозначения
Прямой участок воздуховода	
Тройник	
Крестовина	
Утка прямоугольного сечения	
Переход односторонний	
Переход центровой	
Фланцевое соединение воздуховодов	
Бесфланцевое соединнение воздуховодов (бандажное, реечное и др.)	
Сварное соединение воздуховодов	
Дроссель-клапан	
Шумоглушитель	
Зонт над воздуховодом	
Мягкая вставка	

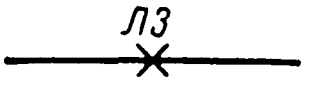
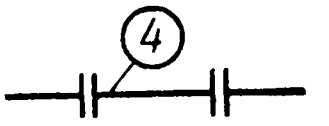
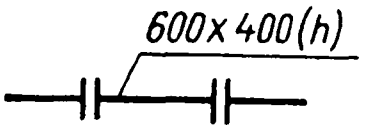
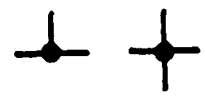
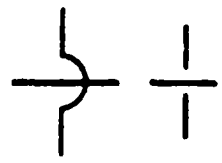
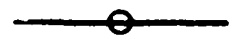
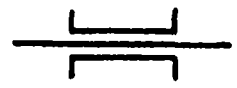
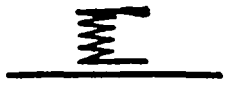
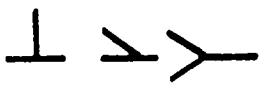
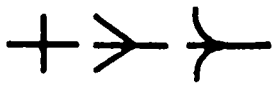
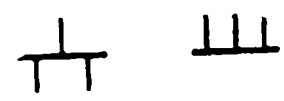
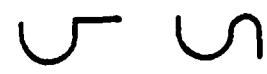
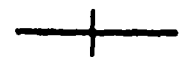
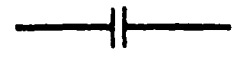
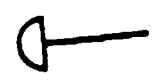
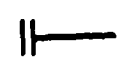
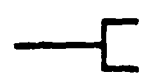
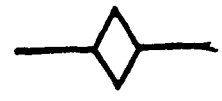
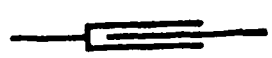
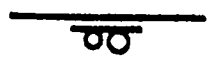
Детали	Условные обозначения
Лючек замера	
Насадок воздухоприточный	
Вентиляционный агрегат	
Номер участка. Круг диаметром 10 мм	
На горизонтальных участках прямоугольных воздуховодов (высота h)	
Циклон	
Секция кондиционера	
Приточная камера	
Воздушная завеса	
Калорифер	
Заслонка	
Клапан огнезащитный	

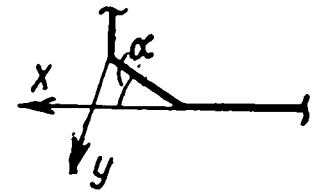
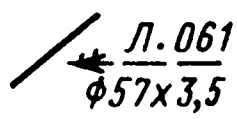
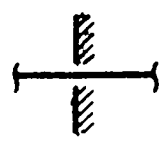
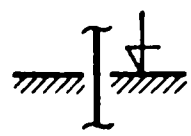
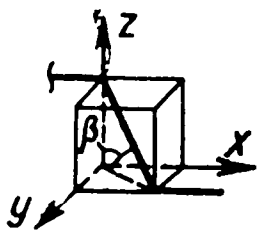
Таблица 3.3. **Условные графические обозначения элементов трубопроводо и арматуры**

Наименование	Обозначение
Трубопровод	
Соединение трубопроводов	
Перекрещивание трубопроводов (без соединения)	
Трубопровод с вертикальным стояком	
Трубопровод гибкий	
Изолированный участок трубопровода	
Трубопровод в трубе (футляре)	
Подвеска:	
неподвижная	
направляющая	
упругая (пружинная)	
Детали соединения трубопроводов:	
тройник	
крестовина	
колено, отвод	

Наименование	Обозначение
коллектор, гребенка	
сильфон	
Разъемные соединения трубопроводов:	
общее обозначение	
фланцевое	
штуцерное резьбовое	
Конец трубопровода с заглушкой:	
общее обозначение	
фланцевый	
резьбовой	
сферический	
Конец трубопровода под разъемное соединение:	
общее обозначение	
фланцевое	
штуцерное резьбовое	
Переход:	
общее обозначение	

Наименование	Обозначение
фланцевый	
штуцерный	
Компенсатор:	
общее обозначение	
П-образный	
линзовый	
сильфонный	
Z-образный	
сальниковый	
Опора трубопровода:	
неподвижная	
подвижная	
направляющая	
скользящая	
катковая	

Наименование	Обозначение
шариковая	
упругая (пружинная)	
Вентиль (клапан) запорный:	
проходной	
угловой	
Вентиль (клапан) трехходовой	
Клапан обратный (невозвратный):	
проходной	
угловой	
Клапан дроссельный	
Клапан редукционный	
Задвижка	
Кран:	
проходной	
угловой	
Кран трехходовой	

Наименование	Обозначение
Конденсатоотводчик	
Граница элемента	
Позиция элемента	
Обозначение узла: 1 — порядковый номер узла 3 — число узлов в линии	
Граница узла	
Угол поворота линии в плоскости	
Устанавливается на монтаже	
Линия, не разрабатываемая на данном чертеже	
Проход трубопровода через строительные конструкции:	
через стенку	
через перекрытие	
Угол поворота линии в пространстве	

мененных и ссылочных документов, данных по суммарному объему работ и окраске изделий.

Монтажный чертеж каждой вентиляционной системы, отопительного стояка или технологического трубопровода выполняется на отдельном бланке определенного формата. Все аксонометрические схемы выполняются под углом 45° в одну линию с обозначением конструктивных элементов. Наиболее сложные в изготовлении узлы и детали изображаются в крупном масштабе.

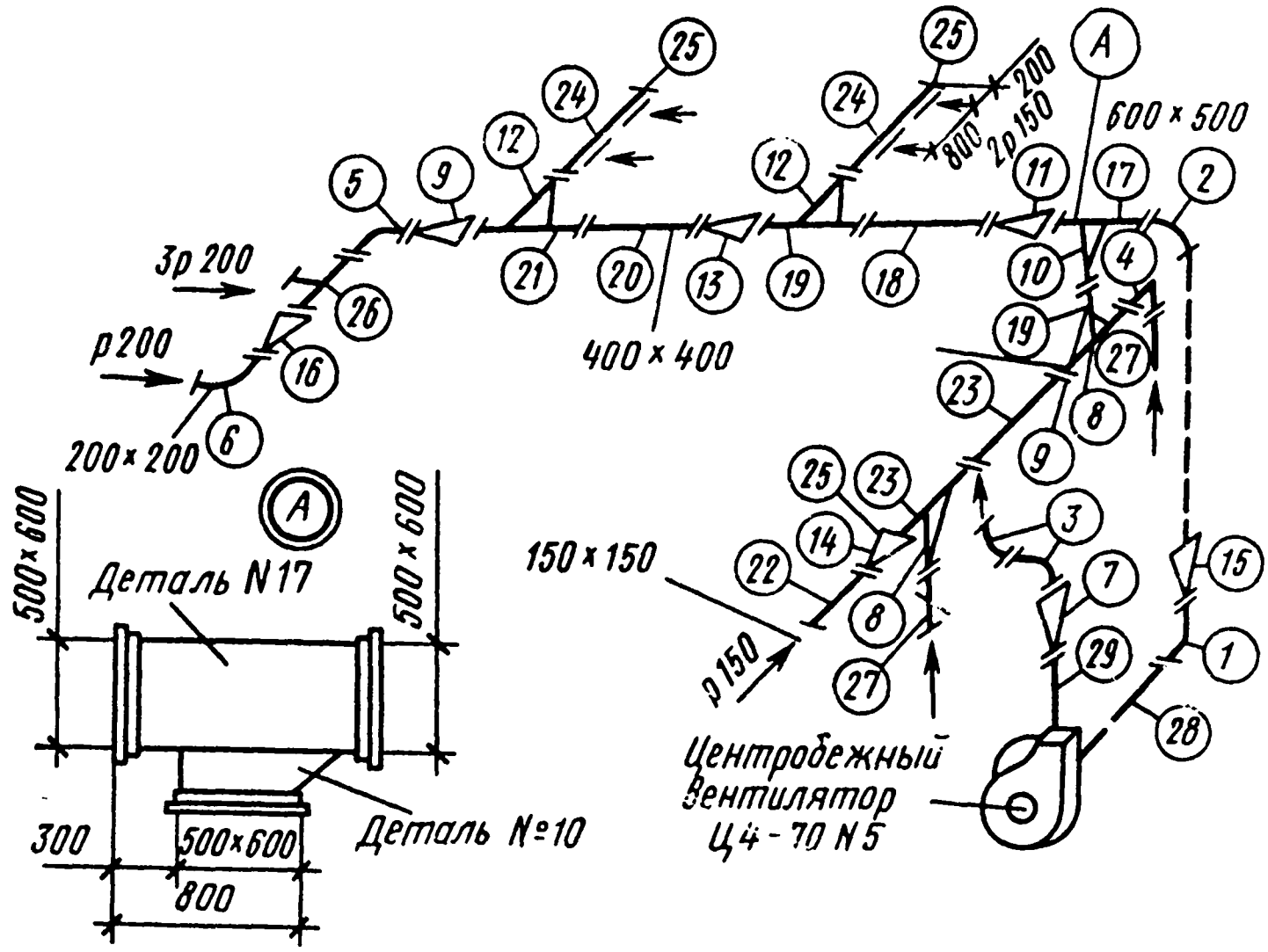


Рис. 3.2. Монтажный чертеж системы вентиляции с прямоугольными воздуховодами из унифицированных деталей

На монтажных чертежах показывают: привязку воздуховодов и трубопроводов к строительным конструкциям или аппаратам в плане и высотные отметки их размещения; числовые значения и направление уклонов с указанием начальных или конечных точек; значение предварительного растяжения (или сжатия) компенсаторов; привязку положения арматуры в пространстве и ее штурвалов; места установки контрольно-измерительных приборов; расположение подвижных и неподвижных опор; места врезок деталей и подключения импульсных линий; высотные отметки, вылеты и углы поворотов штуцеров и другие данные, необходимые для монтажа воздуховодов и трубопроводов и разработки деталировочных чертежей.

При разработке и использовании на строительной площадке монтажных чертежей применяют условные обозначения, изображенные в табл. 3.2 для систем вентиляции и кондиционирования воздуха, в табл. 3.3 — для трубных разводок.

Таблица 3.4. **Комплектовочная ведомость к монтажу системы вентиляции В**

№ детали	Наименование деталей	Размеры поперечного сечения, мм			Длина прямых участков, мм	Центральный угол, град	Число деталей, шт.	Площадь поверхности, м²	
		круглых	прямоугольных						
		диаметр	ширина	высота				одной детали	общая
1	Отвод	500	—	—	—	90	1	1,23	1,23
2		—	500	600	—	90	1	1,76	1,76
3		—	500	500	—	90	2	1,46	2,92
4		—	250	250	—	90	1	0,53	0,53
5		—	400	250	—	90	1	0,89	0,89
6		—	200	200	—	90	1	0,4	0,4
7	Переход	—	350	350	100	—	1	0,2	0,2
		—	500	500	400	—	1	0,68	0,68
8		—	250	250	150	—	2	0,2	0,4
9		—	250	400	150	—	2	0,24	0,48
10		—	500	600	100	—	1	0,98	0,98
11		—	400	500	200	—	1	0,44	0,44
12	»	—	200	250	100	—	2	0,11	0,22
13		—	400	400	100	—	1	0,23	0,23
14		—	150	150	100	—	1	0,18	0,18
15	Переход центровой	500	500	600	450	—	1	0,9	0,9
16		400×250	400 200	250 200	200	—	1	0,3	0,3
17	Прямой участок	—	600	500	1000	—	1	2,2	2,2
18		—	400	500	2000	—	1	3,6	3,6
19		—	600	500	1250	—	1	2,75	2,75
20		—	400	400	2000	—	1	3,2	3,2
21		—	400	400	800	—	1	1,26	1 26
22		—	150	150	500	—	1	0,3	0,3
23		—	400	250	1250	—	2	2,7	5,4
24	Прямой участок с двумя решетками Р-150	—	200	250	2000	—	2	1,8	3,6
25	Заглушка	—	250	400	—	—	3	0,1	0,3
26	Прямой участок с врезкой	—	400	250	1000	—	1	1,35	1,35

Продолжение табл. 3.4

№ детали	Наименование деталей	Размеры поперечного сечения, мм			Длина прямых участков, мм	Центральный угол, град	Число деталей, шт.	Площадь поверхности, м²	
		круглых	прямоугольных						
		диаметр	ширина	высота				одной детали	общая
27	Прямой участок с дроссель-клапаном	—	250	250	2000	—	2	1	1
28	Мягкая вставка брезентовая	—	500	—	150	—	1	0,24	0,24
29		—	350	350	150	—	1	0,21	0,21
						Итого...			38,15

Независимо от метода проектирования для обеспечения возможности централизованного изготовления элементов трубопроводов и воздуховодов и их монтажа готовыми узлами разрабатывают *деталировочные чертежи* (КМД), которые являются неотъемлемой частью монтажных чертежей и входят в их состав. Деталировочные чертежи разрабатывают на объект в целом или на отдельную его часть.

В комплект деталировочных чертежей входят: опись текстового и графического материала; пояснительная записка; перечень деталировочных частей; сводные спецификации материалов и изделий; чертежи.

Деталировочные чертежи содержат: монтажно-сборочную схему стояка, вентиляционной системы, линии; ведомости примененных и ссылочных документов; разбивку на монтажные узлы(элементы); таблицу сварных соединений; особые условия изготовления и испытания данной системы или линии.

Сводные спецификации составляют раздельно на трубы, арматуру, крепежные изделия, прокладки, опоры и подвески, группируя их по ГОСТам и видам материалов.

На рис. 3.2 показан монтажный чертеж системы вентиляции с воздуховодами прямоугольного сечения, на котором представлены все элементы системы (прямые участки, переходы, мягкие вставки и т. д.). Наиболее сложные в изготовлении узлы и детали изображены в крупном масштабе. Все необходимые данные о деталях приведены в комплектовочной ведомости (табл. 3.4).

Глава 4

ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

4.1. Основные принципы организации заготовительного производства

Технологический процесс изготовления заготовок являетс частью общего производственного процесса монтажа систем тепло газоснабжения и вентиляции. Он состоит из совокупности приемо и способов по обработке полуфабрикатов, выполняемых планомер но и последовательно, и устанавливает не только последовательны технологические операции, которые проходит заготовка в процесс ее обработки, но и виды оборудования, приспособлений и инстру мента, при помощи которых осуществляются эти операции. В со став технологического процесса включают и средства технологиче ского контроля.

Способ выполнения технологической операции, обусловленны определенной последовательностью и применением орудий прои водства, называется *операционной технологией.* Она отражена технологической карте на производственную операцию. А порядо выполнения производственных операций называется *маршрутно технологией* технологического процесса.

Маршрутная технология разрабатывается на каждый техноло гический процесс и на изготовление каждого изделия. Ей подчин ется весь производственный процесс заготовительного предприяти Анализ маршрутной технологии позволяет правильно определи номенклатуру и количество необходимого оборудования и план ровку его расположения в цехах.

Маршрутная технология предусматривает следующие метод производства: операционный, поточно-операционный, конвейерны

При *операционном методе* изготовления узлы и монтажные эл менты обрабатываются раздельно по операциям на соответству щих станках, механизмах или вручную. Рабочий может выполня одну или несколько технологических операций, работая на одно или нескольких станках и переходя с изготовляемой деталью одного механизма к другому.

При *поточно-операционном методе* технологические операц при изготовлении элемента, узла или изделия выполняются в стр го определенной последовательности несколькими рабочими. Раб чий в этом случае выполняет одну или две операции, находясь одном месте. После завершения операции рабочий сам переда изделия другому рабочему или это выполняют подсобные рабочи

Конвейерный метод регламентирует не только очень строг последовательность выполнения технологических операций, но время выполнения каждой операции, так как изготовляемая дета перемещается от одного рабочего к другому на конвейерах, движ щихся с установленной скоростью.

Наряду с указанными методами часть изделий изготовляют на полуавтоматических линиях и агрегированных станках и механизмах, где последовательно выполняется ряд технологических операций без затрат ручного труда.

Заготовительные предприятия по объему выпускаемой продукции, оснащенности производства, числу занятых рабочих подразделяются на *завод монтажных заготовок* (ЦМЗ), *центрально-заготовительные мастерские* (ЦЗМ), *участковые заготовительные мастерские* (УЗМ). Заводы монтажных заготовок и крупные ЦЗМ работают, как правило, на полном хозяйственном расчете и действуют на основе Положения о государственном предприятии. УЗМ и небольшие ЦЗМ осуществляют свою деятельность в соответствии с планами, определяемыми нуждами монтажных управлений или участков, в ведении которых они находятся, и не имеют самостоятельного баланса.

Одним из новых направлений решения проблемы изготовления деталей и узлов систем теплогазоснабжения и вентиляции является создание передвижных заготовительных участков. Здесь возможны два пути решения. На удаленных объектах с небольшим объемом работ целесообразно использовать подвижные мастерские, оборудованные полным набором специальных механизмов и приспособлений для выполнения всех видов работ. Мастерская, расположенная в передвижных фургонах, на месте работы подключается к источникам энергии и обеспечивает выполнение всего цикла работ. Вторым путем решения проблемы является перемещение к месту работ стационарного оборудования в сборно-разборном исполнении на специальных автоприцепах. Это позволяет изготовлять длинномерные элементы, детали и звенья систем, благодаря чему ускоряется монтаж. Такая организация производства целесообразна при больших объемах работ с обеспечением ритмичной загрузки стационарного оборудования в течение длительного срока.

Применение того или иного метода комплектации строящегося объекта монтажными заготовками определяется технико-экономическим расчетом с учетом объемов работ, места расположения объекта, радиуса действия, рельефа местности, наличия транспортных магистралей и мест складирования заготовок.

4.2. Изготовление монтажных узлов и деталей из стальных труб

Технологический процесс изготовления узлов трубопроводов включает в себя следующие основные операции: очистку и огрунтовку наружной поверхности труб; разметку труб; прямую и фасонную резку труб; гибку труб; правку концов труб и деталей для сборки под сварку; расконсервацию и зачистку концов труб и деталей перед сборкой под сварку; сборку фасонных деталей под сварку; сварку фасонных деталей; сборку элементов; механизированную сварку элементов; сборку узлов; сварку узлов; сборку уз-

лов с арматурой; испытание трубных узлов и систем; доогрунтовк узлов; маркировку изделия.

Очистку наружной поверхности можно выполнять как отдел ных труб, так и готовых изделий, однако во втором случае из-з сложной конфигурации и широкой номенклатуры узлов и детале осуществление механизированного процесса очистки вызывает зна чительные трудности.

Внутренние поверхности очищают от ржавчины, окалины и от сидной пленки только при наличии указаний в проекте и выполн ют, как правило, после завершения всех работ, связанных с н гревом.

Очистку поверхности перед нанесением защитного покрыти производят механическим или химическим способами. К механич ским способам относятся: очистка с помощью абразивов (дроб метный, дробеструйный); металлическими щетками и иглофрез ми, металлическими ершами. К химическим способам очистки п верхности труб, узлов и деталей относятся обработка поверхносте преобразователями ржавчины и травление в кислотах. Конц имеющие нарезку, перед травлением покрывают бакелитовым ил другим кислотоупорным лаком. После химической очистки труб изделий отверстия целесообразно закрыть пластмассовыми или д ревянными пробками.

Огрунтовку наружной поверхности производят коррози онно-стойкими грунтовками с гарантированным сроком защиты м талла труб от атмосферной коррозии не менее 6 мес. Грунтов наносят на поверхность деталей пульверизатором, безвоздушны распыливанием, кистью, путем окунания изделия в ванну с грунто кой и другими способами.

Разметка должна обеспечивать максимальное использов ние материалов и сокращение отходов с учетом технологическо припуска, величина которого назначается в зависимости от прин той технологии последующей обработки, марки стали и размер труб.

Места разметки целесообразно окрасить смесью меловой крас с жидким стеклом и столярным клеем. На окрашенной поверхн сти чертилкой наносят риски, после чего их накернивают, что предохранить от стирания. Во избежание ошибок при нанесен линий не рекомендуется производить наметку мелом, который ле ко стирается. Для разметки на трубах отверстий используют ун версальный циркуль и шаблоны.

В условиях трубозаготовительных цехов и участков с высок степенью механизации разметку труб совмещают с помощью сп циальных приспособлений и устройств с фасонной резкой тр (отмерно-подающее устройство СТД-566, отмерно-отрезной автом СТД-1151, отмерно-отрезной полуавтомат СТД-691 и т. д.).

Резку труб выполняют газопламенным, плазменным и мех ническим способами. Способ резки выбирают в зависимости от ма ки стали, способа соединений, размеров труб и заготовок.

Газопламенный и плазменный способы резки с помощью стационарных или переносных труборезов или с ручной подачей резака предусматривают проведение зачистки поверхности реза с целью удаления грата, снятия дефектного слоя металла на глубину до 5 мм (особенно у труб из высоколегированных сталей при заготовительных работах по технологическим трубопроводам), образовавшегося вследствие перегрева металла. Кроме того, зачистка требуется до получения требуемого притупления и ликвидации неплоскостности торца, особенно при ручной газопламенной резке трубопровода. Зачистка производится шлифовальными кругами и армированными абразивными дисками.

Для механической резки применяют стационарные отрезные и трубонарезные станки различных типов, переносные приспособления и устройства. Трудоемкость зачистки и подгонки кромок в значительной степени снижается при применении механического способа резки резцами, ножовками или абразивными кругами. Резка труб в стационарных условиях с высокой степенью механизации производится преимущественно клиновыми дисковыми ножами, которые, обкатывая трубу, отрезают заготовку. Подачу режущих дисков на трубу и их возврат осуществляют диафрагменными пневмокамерами.

В настоящее время применяют два метода формирования резьбы на трубах — *нарезание* и *накатывание*. При нарезании резьбы в результате снятия стружки происходит значительное утончение стенки трубы (почти наполовину), вследствие чего значительно снижается долговечность трубы и совершенно невозможно использовать «облегченные» трубы. При нарезании резьбы на станках и автоматах используют в основном раскрывающиеся головки нарезные С-225-2В, 3Т и 4Т с тангенциальными плашками. При малых объемах работ нарезку резьбы на водогазопроводных трубах производят на передвижных трубонарезных механизмах (ВМС-2а, ПРП-603 и др.) или вручную трубными клуппами. Профиль резьбы в процессе нарезания приобретает заостренную вершину, что не позволяет применять уплотнительные ленты и препятствует механизации сборки узлов.

Для накатывания резьбы на трубах применяют раскатывающие резьбонакатные головки и в редких случаях нераскрывающиеся головки (плашки типа НПТ).

В связи с тем, что трубы имеют допустимые отклонения наружного диаметра (до 1 мм) и значительную эллипсность, в раскрывающихся резьбонакатных головках на входе устанавливают специальные редуцирующие ролики, которые, калибруя трубу до требуемого наружного диаметра, центрируют ее, предохраняя накатные ролики от удара торцом трубы. Одновременно с накатыванием резьбы производится снятие внутренней фаски.

При сборке стыков трубопроводов под сварку должно быть обеспечено правильное взаимное расположение соединяемых концов труб и деталей, при этом разностепенность, т. е.

разница толщин стенок и смещение кромок, не должны превыша
35% толщины стенки трубы для $P \leqslant 10$ МПа, но не более 3 мм,
для пара и горячей воды, подведомственные Госгортехнадзо
СССР — 0,15 толщины стенки трубы, но не более 2 мм или друг
значений согласно СНиП 3.05.05—84. Трубы и детали трубопров
дов, у которых фактические размеры и форма присоединительны
концов не обеспечивают требуемую точность сборки стыка, *по
вергают правке,* а в отдельных случаях производят выборочны
подбор по близкому совпадению диаметров. В заводских услови
правку концов труб производят на механизированных установк
или наружными и внутренними центраторами. На строительны
площадках правка достигается раздачей конусными оправками и
подкаткой в горячем состоянии (с нагревом газовыми горелками

При изготовлении гнутых отводов и узлов таких трубопроводо
применяют гибку труб холодным или горячим спос
бами. При гибке материал труб подвергается с одной сторон
растяжению, а с другой — сжатию. В результате растягивающих
сжимающих деформаций толщина стенки выпуклой части труб
уменьшается, а толщина стенки вогнутой части увеличивается
В процессе гибки труб, особенно тонкостенных, на вогнутой час
трубы иногда образуются гофры и волнистость, а по сечению тр
бы — овальность.

Холодные способы гнутья труб выполняют гибочным сегмент
на двух опорах, обкаткой роликом и с внутренним дорном. Пос
холодной гибки на станках освобожденная труба пружинит п
действием сил упругих деформаций. Угол, на который пружин
труба, называется *углом пружинения.* При изгибе на 90° указанн
угол для стальных труб составляет 3...5°, поэтому чтобы получи
требуемый угол изгиба трубы, его нужно увеличить при гибке
угол пружинения.

Горячий способ гибки труб предусматривает их нагрев в пл
менных печах или горнах или токами высокой частоты. Перв
способ требует предварительной набивки труб песком, изготов
ния гибочных шаблонов и использования лебедок. Он имеет низк
производительность, высокую трудоемкость и, как следствие, пр
меняется очень ограниченно, только при отсутствии специальн
трубогибочного оборудования.

Сущность способа гибки с нагревом токами высокой частоты з
ключается в непрерывно-последовательном зональном изгибе н
большого участка трубы, нагреваемого в кольцевом индукторе п
действием быстропеременного электромагнитного поля, создава
мого токами высокой частоты. Для обеспечения прогрева толь
на заданной длине труба охлаждается водой за пределами раз
греваемого участка. При таком нагреве труба деформируется тол
ко в зоне разогретого кольца и тем самым ограничивается возмо
ность овализации сечения трубы и образования гофр. Гибку труб
нагревом ТВЧ осуществляют по трем схемам: с отклоняющим р
ликом, с водилом и с «подсадкой».

При гибке прямошовных электросварных и водогазопроводных труб продольные швы следует располагать в зоне наименьших деформаций (на боковых поверхностях изгиба).

С целью увеличения или уменьшения диаметра труб производят раздачу или обжатие концов труб в холодном и горячем состоянии за один или несколько переходов в зависимости от степени относительной деформации конца трубы. Это требуется для соединения труб с различными диаметрами или когда отсутствуют стандартные переходы, а также в случаях получения соединений враструб или под подкладное кольцо.

С целью образования стыка на торцах труб под сварку применяют на трубах механизмы для *высечки седловин* или производят *вытяжку ответвлений* на специальных установках.

Сборка элементов и узлов трубопроводов производится под сварку на прихватках, на резьбе, на фланцах и на клею.

Независимо от способа сварки соединяемые концы труб и деталей перед сборкой и сваркой должны быть очищены от загрязнений, ржавчины и оксидов по кромкам и прилегающей к ним наружной и внутренней поверхности на ширину 10... 15 мм. Зачистку концов труб и деталей производят вручную металлическими щетками, абразивными кругами или с помощью специальных приспособлений и установок.

Элементы и узлы под сварку собирают: на специальных стендах, оборудованных приспособлениями для установки деталей, их закрепления и фиксации в заданном положении; с помощью наружных и внутренних центраторов; с помощью шаблонов и манипуляторов.

Сварка трубопроводов производится всеми возможными промышленными способами, обеспечивающими требуемое качество сварных соединений. Предпочтение должно отдаваться автоматическим и полуавтоматическим способам сварки. Способ и режимы сварки, сварочные материалы, порядок контроля, режимы и способы термической обработки сварных стыков (в случае необходимости ее применения) устанавливаются рабочей документацией, монтажным проектом или производственными инструкциями.

Сборку фланцев под сварку с трубами и деталями производят так, чтобы плоскость уплотнительной поверхности под прокладку была строго перпендикулярна оси трубы, а плоскость ответного фланца была ей параллельна. При сборке трубопроводов фланцы устанавливают так, чтобы отверстия для болтов и шпилек были расположены симметрично главным осям, но не совпадали с ними. Фланцы на замыкающих участках приваривают только в случаях, когда расположение болтовых отверстий в них неограничено.

В остальных случаях они должны быть только прихвачены к трубе сваркой, а затем после уточнения их положения по месту приварены.

Сборку фланцевых соединений начинают с проверки параллельности фланцев и зазора между ними, для чего узлы на фланцах предварительно собирают без установки прокладок. Зазор проверяется щупом в диаметрально противоположных точках. Непараллельность двух фланцев не должна превышать удвоенного допустимого отклонения от перпендикулярности одного фланца к оси трубы.

Болты и шпильки перед сборкой смазывают графитовой или графитомедистой смазкой. Гайки фланцевых соединений с мягкими прокладками затягивают по способу крестообразного обхода, с металлическими прокладками затягивают по способу кругового обхода.

Мягкие прокладки перед установкой натирают с обеих сторон сухим графитом. Не допускается смазывать прокладки маслом, красками, мастиками, так как они портят поверхность фланцев.

Соединение трубных узлов на резьбе (трубы с резьбой, сгоны, соединительные фитинги и арматура) производится с предварительно нанесенными на резьбу средствами уплотнения механизированным способом или вручную. Максимальный момент свинчивания ограничен специальным устройством или динамометрическими ключами.

Сборку стальных труб на клею выполняют в такой последовательности. Концы труб тщательно подгоняют; соединительные поверхности зачищают наждачной бумагой; склеиваемые детали обезжиривают растворителем (ацетоном); наносят клей на склеиваемые поверхности; соединяют склеиваемые поверхности; избыточный выдавленный клей удаляется сразу после сборки соединения. В период набора прочности (определяется инструкцией) указанное соединение не должно подвергаться никаким механическим воздействиям.

После изготовления узлов и деталей в соответствии с записями в рабочей документации они подвергаются испытанию на герметичность гидростатическим или пузырьковым методами на специальных стендах, установленных в конце технологического процесса перед камерами сушки и окраски изделий.

Изготовленные узлы и детали маркируют в соответствии с монтажным проектом или указаниями рабочей документации. Маркировку наносят цветной краской на расстоянии не менее 50 мм от концов трубопровода. Маркировка узла должна содержать номер заказа, числовой индекс системы, номер блока, линии или узла и индекс ОТК.

4.3. Изготовление монтажных узлов из термопластов

Технологическая последовательность выполнения заготовительных процессов по изготовлению монтажных узлов и деталей из термопластов мало чем отличается от аналогичных процессов изготовления монтажных заготовок из стальных труб.

Соединения труб могут быть *неразъемными* (рис. 4.1) и *разъемными* (рис. 4.2), от которых зависит технология заготовительного производства.

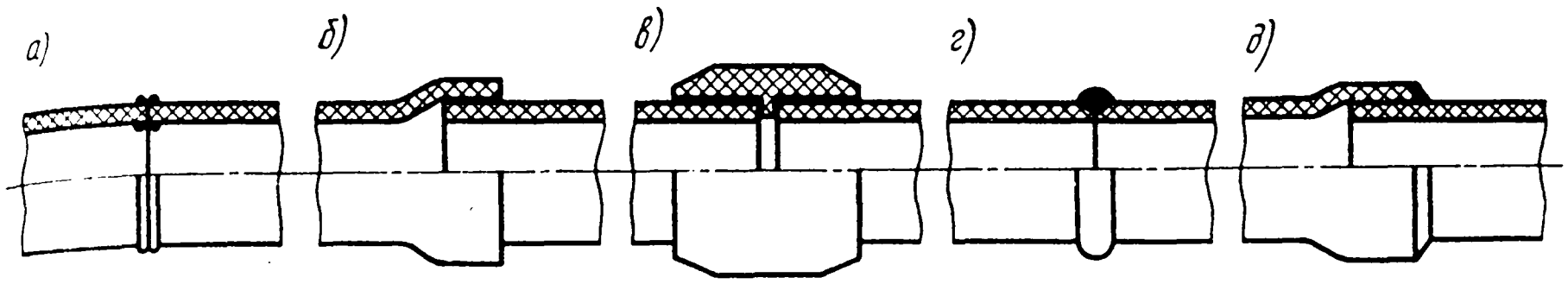


Рис. 4.1. Неразъемные соединения трубопроводов из термопластов:
а — контактная сварка встык; *б, в* — контактная сварка или склеивание враструб; *г* — газовая прутковая сварка; *д* — газовая прутковая сварка враструб

Разметку труб из термопластов производят на стеллажах, желобах и других устройствах, исключающих возможность механических повреждений. Разметочные линии наносят чертилкой, карандашом или краской.

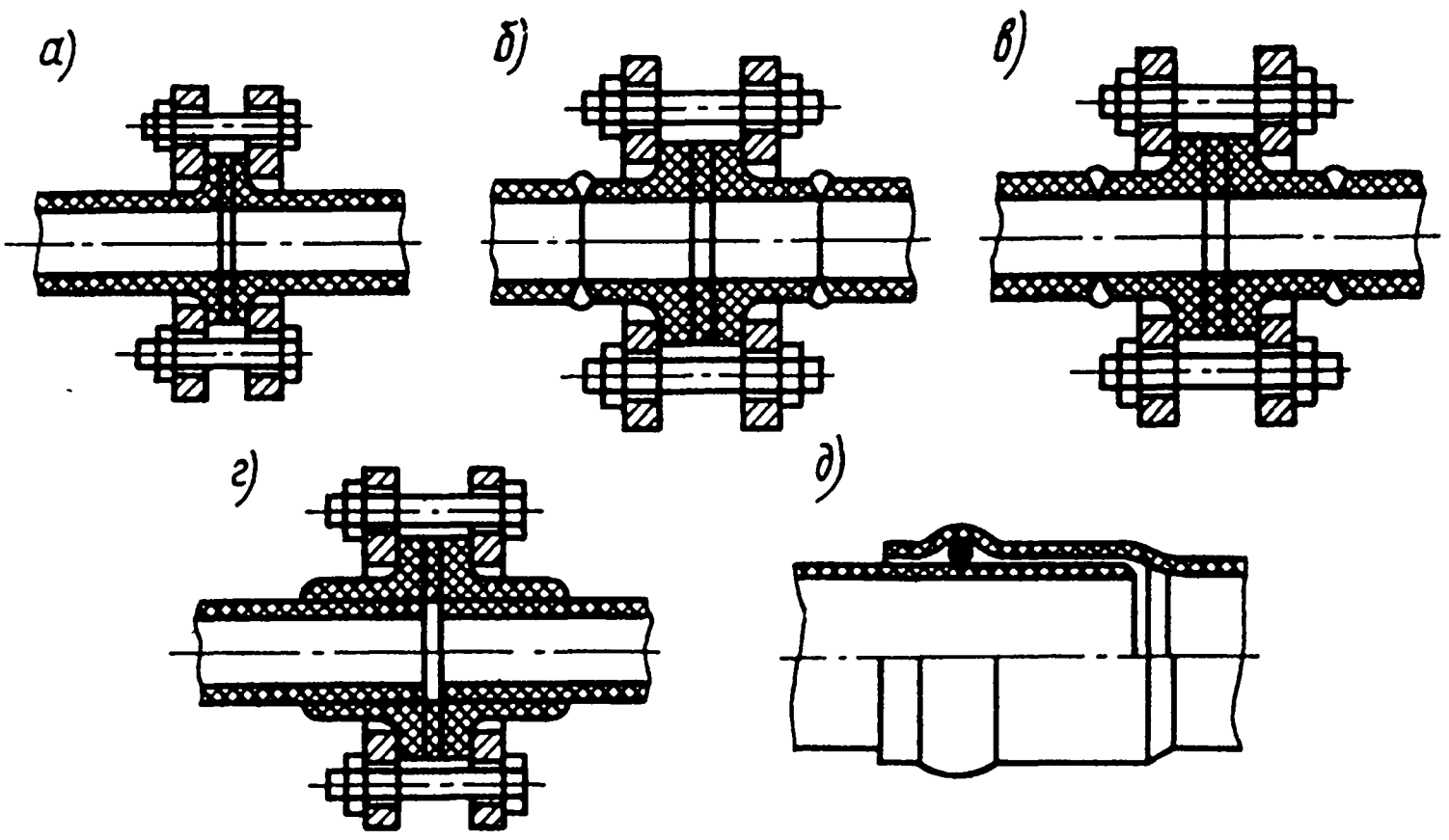


Рис. 4.2. Разъемное соединение трубопроводов из термопластов:
а — фланцевое на отбортованной трубе; *б* — фланцевое на приварных втулках встык; *в* — фланцевое на отформованных концах труб с утолщенным бортом; *г* — фланцевое на приварных или приклеенных втулках враструб; *д* — враструб с резиновым уплотнительным кольцом

Резку указанных труб производят маятниковыми пилами с абразивными армированными кругами, электроножовками с режущими полотнами, дисковыми и ленточными пилами и резцами, а также специальными механизированными и ручными устройствами.

Сверление отверстий в трубах осуществляют на станках и электроприводных устройствах. Для отверстий до 50 мм применяют перовые и спиральные сверла, а свыше 50 мм — циркульные резцы и специальные трубные сверла. При этом охлаждение режущего инструмента при механической обработке труб из термопластов

производят сжатым воздухом. Применение воды и других охлаждающих жидкостей не допускается.

Гибку труб выполняют одним из следующих способов: обкаткой роликом вокруг шаблона без наполнителя; наматыванием на шаблон с внутренней оправкой; по шаблону с применением наполнителя. Перед гибкой трубы нагревают в глицериновых ваннах, электропечах и пр. В качестве наполнителя при гибке труб по шаблонам используют резиновый жгут, гибкий металлический или резиновый шланг и сухой песок, предварительно нагретый до 373 К (100°С).

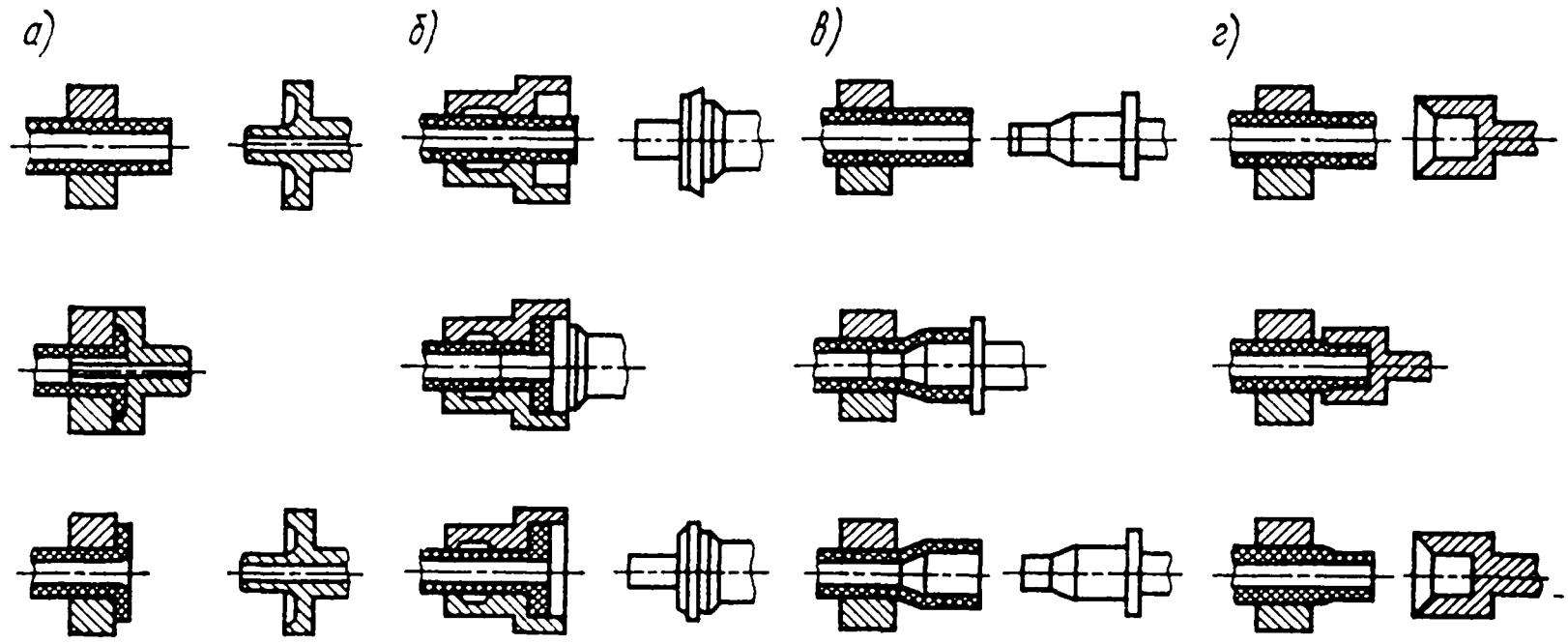


Рис. 4.3. Схема обработки концов труб формованием:
а — отбортовка; *б* — изготовление утолщенных буртов; *в* — изготовление раструбов; *г* — калибровка

Изготовление на трубах или заготовках отбортовок, утолщенных буртов, раструбов и переходов, калибровку и вытяжку отверстий производят формованием участка трубы с предварительным нагревом в термошкафах и кольцевых печах, в которых в качестве теплоносителя используют воздух, а также в нагревательных устройствах с инфракрасными излучателями или в глицериновых ваннах. Схема обработки концов труб формованием приведена на рис. 4.3.

Для выравнивания торцов и снятия окисленного слоя *свариваемые* или *склеиваемые поверхности труб* подвергают торцовке. А соединяемые поверхности, не подвергающиеся механической обработке, непосредственно перед сваркой или склеиванием обезжиривают растворителями (бензин-растворитель, ацетон, метилен хлорид и др.) на участке, превышающем зону соединения на 30 мм.

Стыки труб из пластмассы сваривают на специальном сварочном оборудовании или переносных приспособлениях, обеспечивающих крепление и центрирование труб, устранение овальности, а также создание и поддержание необходимых контактных давлений при сварке. Контактную сварку встык выполняют в такой технологической последовательности: очистка, сборка, центровка, обработка торцов, оплавление торцов, удаление нагревательного инструмента, осадка и охлаждение сварного соединения. Технология

готовления отводов, тройников и крестовин сваркой встык включает следующие операции: резку труб, торцовку и очистку концов труб, сварку отводов, отрезку вершины отводов для тройников и крестовин и их сварку.

Технологический процесс контактной сварки враструб и контактной раструбно-стыковой сварки состоит из следующих операций: подготовка, сборка и установка ограничительного хомута, оплавление свариваемых поверхностей, соединение свариваемых труб и охлаждение сварного соединения. Эту сварку производят съемным электронагревательным инструментом.

Сварку газовую прутковую производят вручную в обычном или скоростном режиме (рис. 4.4). Площадь выходного канала наконечника *4* принимают на 10... ...15% больше поперечного сечения прутка. При выполнении сварки в скоростном режиме наконечник горелки *3* должен иметь раздельные выходные каналы *5* и *6* для предварительного подогрева прутка и кромок свариваемых деталей. В качестве газа-теплоносителя применяют сжатый воздух, очищенный от влаги и масел, а также газовоздушную смесь продуктов сгорания пропан-бутана. Допускается использовать для сварки азот, аргон и другие инертные газы.

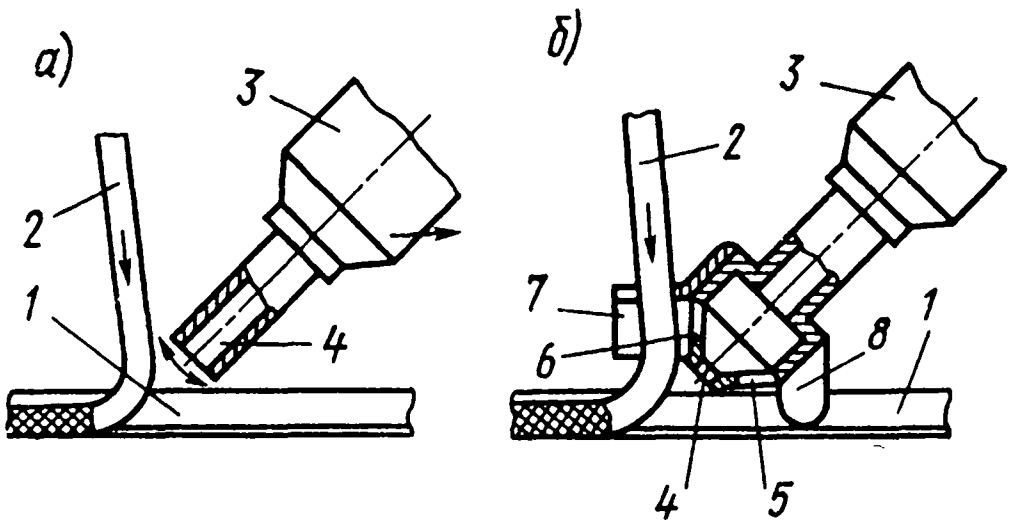


Рис. 4.4. Схема ручной газовой прутковой сварки обычной (*а*) и скоростной (*б*):

1 — свариваемые детали; *2* — присадочный пруток; *3* — сварочная горелка; *4* — выходной канал наконечника; *5* — канал предварительного подогрева деталей; *6* — канал предварительного подогрева прутка; *7* — направляющая для прутка; *8* — направляющий клин

Обычно для прутковой сварки применяют электрические (рис. 4.5), а иногда газовые горелки, нагревающие теплоноситель от 493 (220) до 543К (270°С). Температура теплоносителя в горелках регулируется в соответствии с материалом свариваемых труб изменением напряжения или количеством нагреваемого теплоносителя.

Газовая струя должна направляться колебательными (веерообразными) движениями наконечника горелки на свариваемый пруток и кромки деталей.

Поверхность труб перед склеиванием протирают шкуркой (достигается шероховатость поверхности) и обезжиривают ацетоном или метиленхлоридом. Перед склеиванием проверяют зазор и производят контрольную сборку соединения.

Клей наносят мягкой кистью равномерным тонким слоем в осевом направлении, после чего в течение 1 ... 2 мин детали склеивают. При этом смещение труб относительно друг друга в течение 2 ч не допускается, т. е. соединение должно находиться в состоянии покоя.

Резьбовые и фланцевые соединения труб из термопластов в полняются теми же технологическими приемами, что и для стал ных трубопроводов.

Сборка, испытание и маркировка узлов из термопластов про водятся на тех же стендах, что и узлов из стальных труб.

4.4. Изготовление монтажных узлов и деталей из листовой стали

Руководствуясь СНиПом и ведомственными Строительны нормами при проектировании, изготовлении и монтаже систем в тиляции и кондиционирования воздуха применяются унифициров ные размеры воздуховодов круглого и прямоугольного сечения их деталей. Это позволяет изготовлять монтажные узлы и дета из листовой стали индустриальными методами. В настоящее вре комплектация заказов по системам вентиляции и кондициониро ния воздуха выполняется двумя методами.

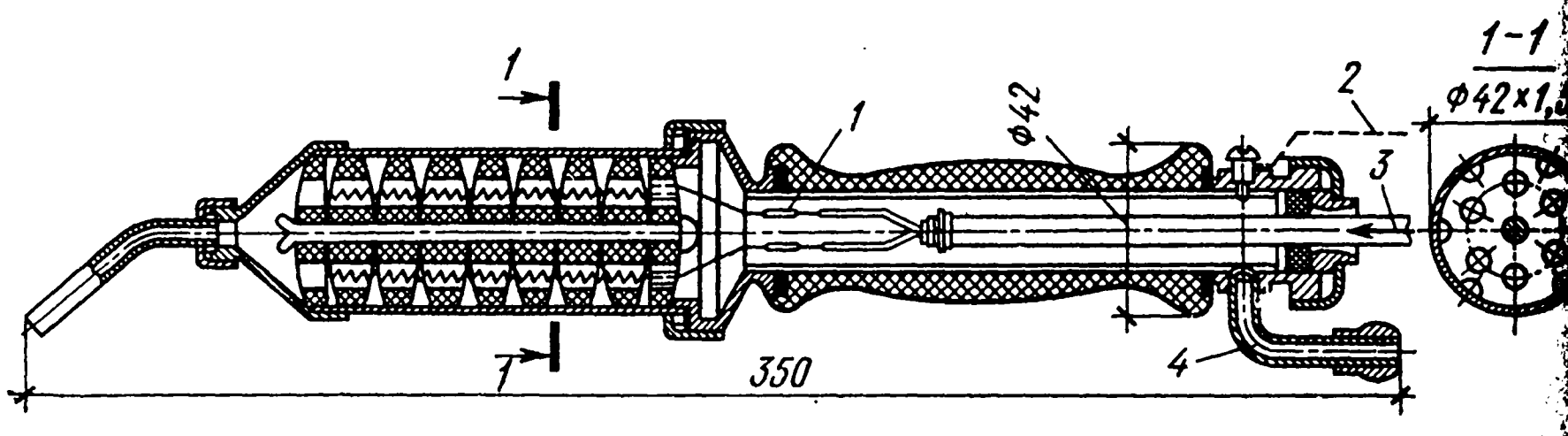


Рис. 4.5. Электросварочная горелка:
1 — места спайки проводов; *2* — заземление; *3* — подвод электрического тока; *4* — шту для присоединения трубы со сжатым воздухом

Традиционная технология изготовления воздуховодов предпо гает, что одна бригада рабочих готовит целиком всю вентиляци ную систему согласно монтажному проекту или замерному эски делает разметку, подборку материалов, изготовляет детали и ко лектует заказ-систему.

Если изготовление прямых участков воздуховодов находится достаточно высоком техническом уровне (автоматические лин многооперационные полуавтоматы и др.), то изготовление фас ных частей и доукомплектование вентиляционных систем разл ными деталями (врезка решеток, вырезка отверстий и др.) тре ют большого количества ручного труда.

Принципиально новая технология изготовления воздухово из унифицированных деталей разделена на три самостоятель производства, предусматривающих специализацию рабочих и т нологических потоков и линий по выпуску обезличенных дета (не привязанных к конкретной системе): 1) изготовление унифи рованных деталей, из которых состоят фасонные части (бокови шейки и затылки отводов, переходов и др.); 2) сборка фасон

Таблица 4.1. **Технология изготовления стальных воздуховодов**

Операция	Оборудование, марка	Примечание
Резка прямая тонколистового проката:		
рулонированного	Автоматическая линия И-1181ЦМ резки рулонной стали на полосы	Резка дисковыми ножами
	Автоматическая линия СТД-13008 резки рулонной стали на заготовки вентиляционных изделий	Резка прямыми ножами
	Автоматическая линия СТД-13024 продольно-поперечной резки рулонной стали	Комбинированная резка
листового	Механизм СТД-9 для резки листа с наклонным ножом	Может комплектоваться тележками для подвоза и уборки заготовок
Резка сортового проката	Механизм СТД-14001 для резки проката	
Резка фасонная тонколистового проката:		
по копиру	Механизм СТД-11012 для фасонной резки заготовки вентиляционных изделий	
по разметке	Высечной механизм ВМС-106	
Гибка деталей из тонколистового проката:		
цилиндрических и конических обечаек	Механизм СТД-518 для вальцевания	Трехвалковая, асимметричная, минимальный диаметр 100 мм
	Механизм СТД-14 для вальцевания	Четырехвалковая симметричная, минимальный диаметр 165 мм
прямоугольных обечаек	Механизмы ЛС-4 и ЛС-5 листогибочные с поворотной балкой	
	Механизм листогибочный СТД-19	
	Механизм для гибки обечаек СТД-522	На механизмах можно гнуть обечайки с замкнутым контуром
Гибка сортового проката	Механизмы для гибки круглых фланцев: СТД-42 — горизонтальный СТД-747 — вертикальный	
	Механизм СТД-45 для гибки прямоугольных фланцев	
Профилирование фальцевых соединений:		

Операция	Оборудование, марка	Примечание
прямых	Механизм фальцепрокатный СТД-16А	
криволинейных	Механизм СТД-13 для прокатки криволинейного фальца	
Уплотнение фальцевых соединений	Механизм фальцеосадочный СТД-28	
Отбортовка торцов и соединение элементов	Механизм СТД-519 для отбортовки круглых воздуховодов	
	Механизм СТД-588 для двусторонней отбортовки круглых воздуховодов	
	Комплекс СТД-13025 для изготовления отводов круглого сечения	
	Механизм СТД-11006 для отбортовки звеньев отводов	
	Механизм СТД-11007 для сборки отводов	
	Механизмы для изготовления фасонных частей воздуховодов:	
	ВМС-76 — минимальный диаметр обработки 200 мм	
	СТД-865 — то же, 100 мм	
Изготовление элементов воздуховодов с бесфланцевым соединением:		
воздуховоды круглого сечения	Автоматическая линия СТД-180А для изготовления бандажей	Бандажи для воздуховодов диаметром до 315 мм
	Автомат СТД-470 для изготовления ушек бандажей	
	Комплекс СТД-13023 для изготовления бандажей малых диаметров	То же
	Механизм СТД-449 для наполнения бандажей герметиком	
воздуховоды прямоугольного сечения СТД-339	Автомат СТД-516 для прокатки шин и реек с мерной резкой	
	Штампы для изготовления уголков, планок и скоб Ш734 ... Ш739; Ш741; Ш844 Ш847 ... Ш849; Ш851; Ш924	
то же, СТД-339А	Автомат СТД-516-130 для профилирования соединительных элементов	

Продолжение табл. 4.1

Операция	Оборудование, марка	Примечание
Автоматизированное изготовление прямых участков воздуховодов из рулонной стали:	Комплекс оборудования СТД-13027 для резки шин, изготовления уголков, соединительных элементов и сборки	
круглого сечения	Автоматическая линия СТД-850 изготовления спирально-фальцевых воздуховодов Автоматические линии изготовления спирально-сварных воздуховодов: СТД-450А — сварка в среде CO_2 СТД-450Б — плазменная сварка	
прямоугольного сечения	Автоматизированная линия СТД-352М изготовления деталей воздуховодов прямоугольного сечения	
То же, из листовой стали:		
круглого сечения	Автоматизированная линия СТД-596 изготовления царг	Диаметром до 315 мм
	Полуавтомат СТД-363 для изготовления круглых воздуховодов	—
прямоугольного сечения	Полуавтомат СТД-361 для изготовления прямоугольных воздуховодов	Максимальное сечение 250×400 мм
	Механизм СТД-11013 для угловой сшивки прямоугольных воздуховодов	

частей из этих заранее приготовленных деталей; 3) комплектация вентиляционных систем с учетом поставки заранее изготовленных прямых участков воздуховодов и деталей систем (решетки, дроссели, обратные клапаны, шиберы, зонты, средства крепления и т. д.).

Примерная технологическая последовательность изготовления деталей систем вентиляции и кондиционирования воздуха и основное оборудование заготовительного производства приведены в табл. 4.1.

Окраска воздуховодов производится двумя методами: 1) окраска листовой стали с последующим изготовлением изделий; 2) окраска готовых изделий в объемном исполнении. Перед окраской лю-

бым методом детали проходят весь цикл предпокрасочной подготовки.

Основными способами окраски воздуховодов являются: окраска в электростатическом поле; струйный облив с выдержкой в парах растворителя; окунание листов и малогабаритных изделий в ванну с лакокрасочным материалом; ручная окраска безвоздушным распылением в электростатическом поле.

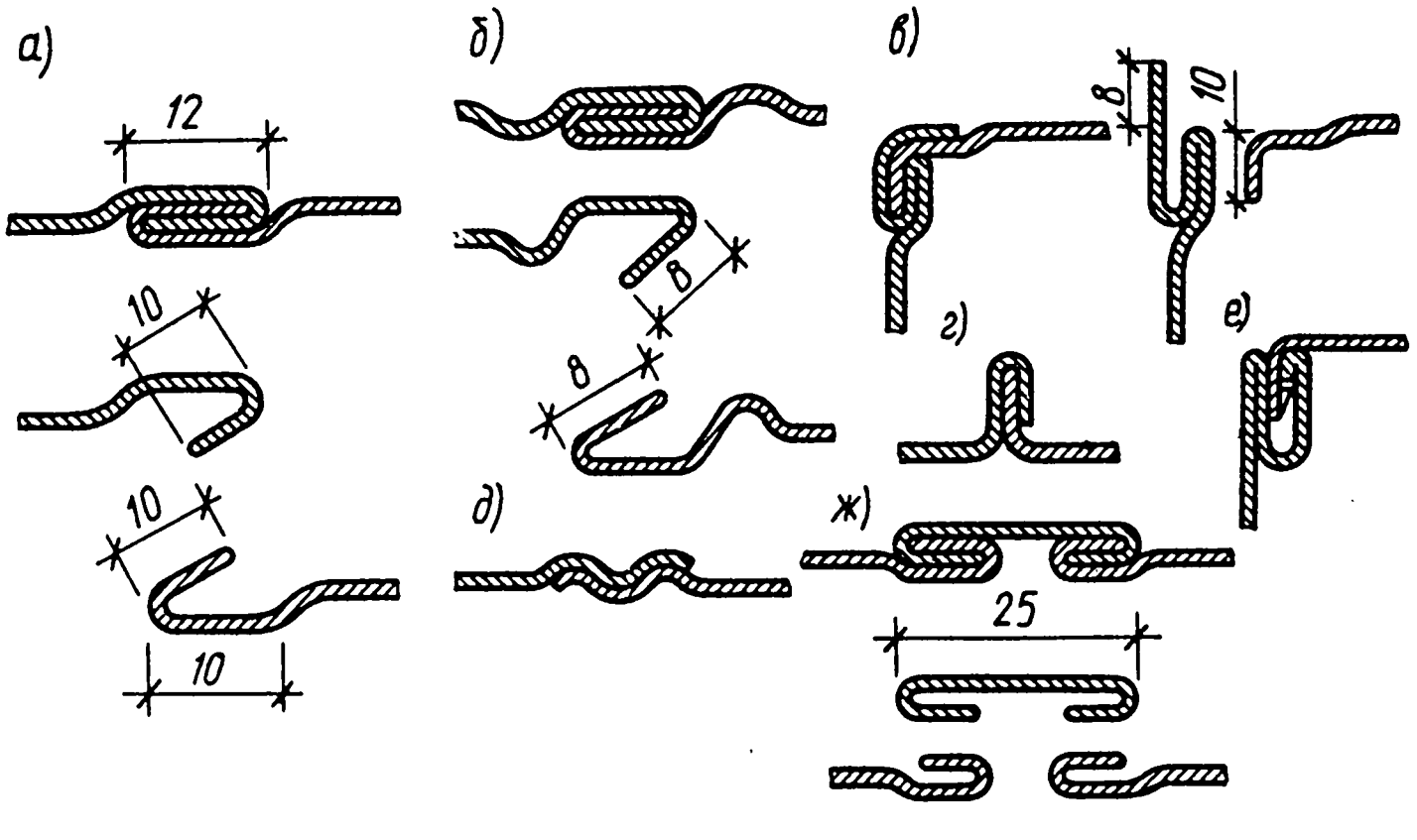


Рис. 4.6. Виды фальцевых соединений:
а — на простом лежачем фальце; *б* — на фальце с двойной отсечкой; *в* — на угловом фальце; *г* — на поперечном фальце; *д* — на зигах; *е* — на простом лежачем фальце с защелкой; *ж* — соединительной планкой

При изготовлении воздуховодов из листового металла используют различные фальцевые и сварные соединения. Сборку стальных воздуховодов при толщине металла до 1,5 мм производят преимущественно на фальцах, а при большей толщине — на сварке. Воздуховоды из алюминия и его сплавов при толщине листа до 1 мм осуществляют на фальцах, а свыше 1 мм — на сварке.

При толщине металла (сталь, алюминий, сплавы алюминия) от 1 до 1,5 мм воздуховоды могут изготовляться на фальцах и на сварке. При отсутствии специальных указаний в монтажном проекте продольные швы воздуховодов из листа, толщиной до 1,5 мм сваривают внахлестку, а при толщине металла свыше 1,5 мм — встык или внахлестку. Основные виды фальцевых соединений, выполняемых механизированным способом, приведены на рис. 4.6. Все продольные швы воздуховодов должны быть закреплены на концах вблизи расположения фланцев точечной сваркой, заклепками или другим надежным способом.

Для прямых участков воздуховоды могут изготовляться из картин, не допуская при этом более двух соединений лежачих фальцев. Правильная сборка элемента воздуховода из картин показана на рис. 4.7, *а*, неправильная — на рис. 4.7, *б*.

Жесткость воздуховодов обеспечивается в виде зигов, рамок жесткости, внутренних колец, овальных вставок и др. Конструкцию элементов жесткости, расстояние между ними и от фланцев на концах воздуховодов указывают в монтажном проекте.

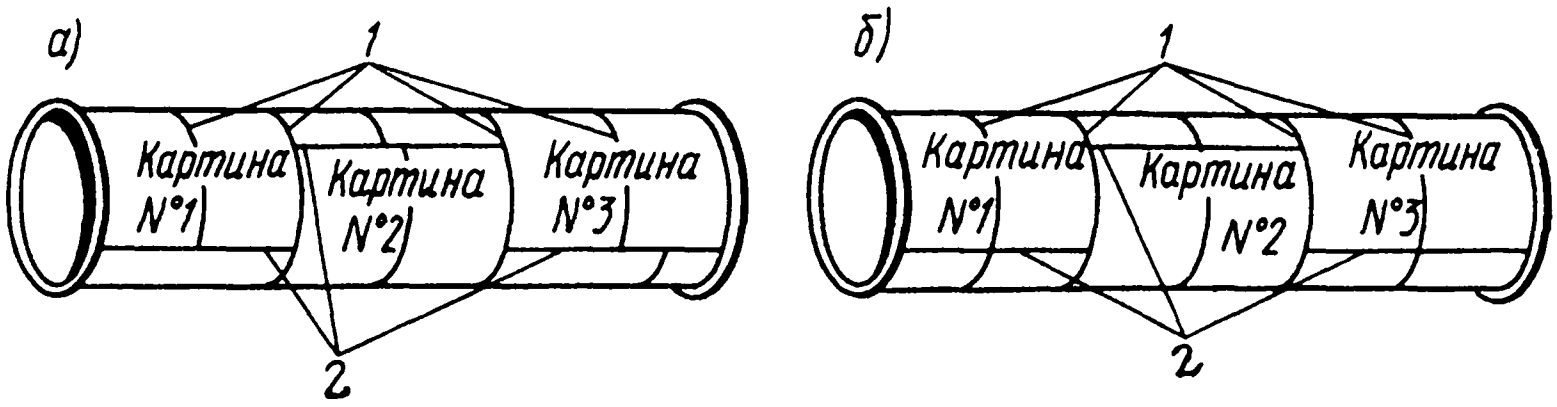


Рис. 4.7. Элемент воздуховода круглого сечения, составленный из трех картин:
а — правильная сборка; *б* — неправильная сборка; *1* — торцовые швы; *2* — продольные швы

Сварку элементов воздуховодов производят с помощью полуавтоматов или вручную. Значительно реже применяют контактную сварку — точечную и шовную. Наиболее распространенные виды сварных соединений в элементах стальных металлических воздуховодов приведены на рис. 4.8.

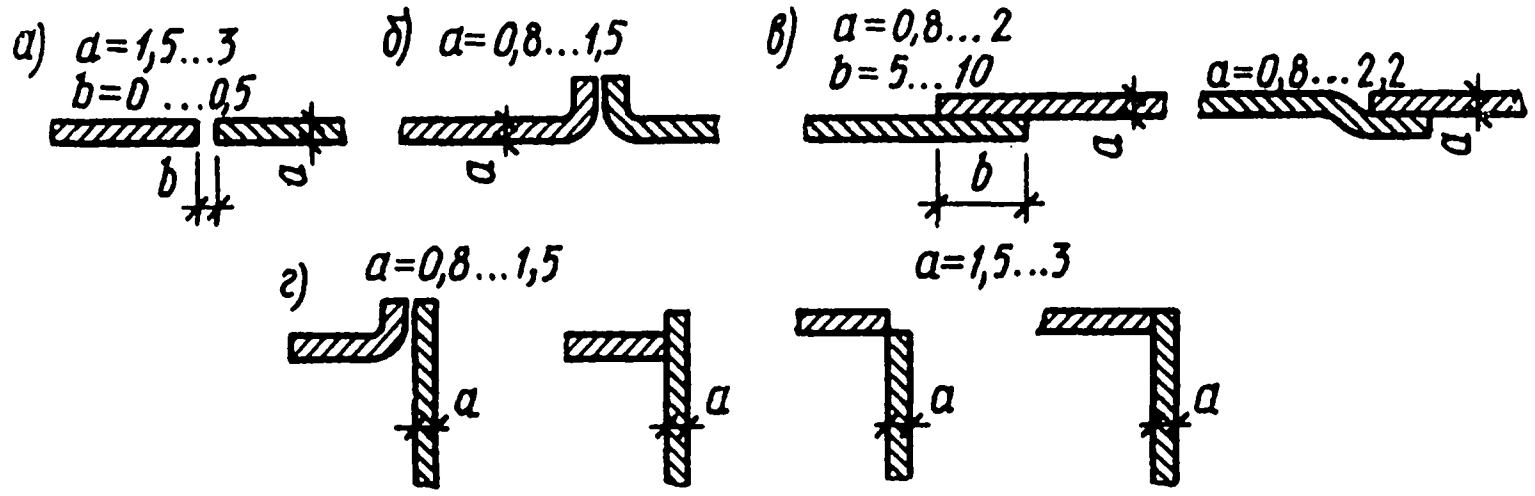


Рис. 4.8. Виды сварных соединений металлических воздуховодов:
а — встык; *б* — встык с отбортовкой; *в* — внахлестку; *г* — угловые

Тройники, крестовины, отводы также изготовляют на фальцах, на сварке или на клею, с раскроем как непосредственно на металле, так и с предварительным приготовлением шаблона из плотной бумаги, картона или тонкого листа металла.

Сборку вентиляционных заготовок производят под различные соединения элементов воздуховодов: бесфланцевое, фланцевое, клеевое, сварное. Тип соединений определяется монтажным проектом. Описание основных типов указанных соединений элементов воздуховодов дано в гл. 8 учебника.

Воздуховоды, фасонные части и изделия, работающие в средах с большим влагосодержанием, а также дефлекторы, зонты, вытяжные шахты, устанавливаемые вне зданий и подверженные атмос-

ферным воздействиям, следует изготовлять из оцинкованной стали. В некоторых случаях при воздействии на воздуховоды сильнокоррозионных сред их изготовляют из антикоррозионных материалов — металлопласта, алюминия и его сплавов, титана, нержавеющей стали и др. Металлопласт применяют в качестве заменителей нержавеющих сталей и цветных металлов. Его получают нанесением различных пластмассовых пленок на металлоизделия или металлические листы.

4.5. Штамповка санитарно-технических изделий

Часть изделий санитарно-технических и вентиляционных систем (пластины конвекторов, хомуты, скобы, полки, стойки, бандажи, решетки и пр.) изготовляют штамповкой. При массовом производстве указанных изделий в составе заготовительных предприятий организуют отделения или небольшие цеха. Иногда прессы со штампами включают в механизированные комплексы для производства заготовок. Например, в состав комплекса для изготовления унифицированных узлов обвязки отопительных приборов и междуэтажных стояков входит пресс со штампом для гибки подводок. Как правило, все автоматы по штамповке изделий работают по принципу непрерывного проталкивания заготовки к штампу. Штамп, предназначенный для изготовления готового элемента, состоит из матрицы, пуансона с пуансонодержателем и съемника. Приводится он в движение шатунно-кривошипным механизмом, пневмоцилиндрами или гидроцилиндрами. Управление приводом может осуществляться дистанционно.

4.6. Изготовление типовых деталей санитарно-технических систем из листовой стали

Основными операциями при изготовлении расширителей, воздухосборников, поддонов, баков запасов воды являются: правка металла, разметка, резка, гибка, сварка и огрунтовка.

Правка листового проката осуществляется на правильных вальцах, мощность которых выбирают в зависимости от толщины выправляемого листа.

Намечаемые к резке листы покрывают меловой краской с клеем и после ее высыхания производят разметку заготовок чертилкой или карандашом. В опорных точках (узлах) разметочную линию накернивают. Чаще всего разметку делают по шаблону.

Резку металла толщиной до 3 мм и шириной до 2 м осуществляют на гильотинных ножницах, а металла с большими размерами — полуавтоматической и автоматической газопламенной или плазменной резкой. При малых объемах работ резку металла толщиной более 3 мм производят вручную газовой горелкой.

Для выкатки цилиндрических и конических поверхностей из стальных листов и угловой стали применяют листогибочные вальцы

различной модификации. Свальцованные заготовки поступают на стенд для сварки. Продольные швы обечайки сваривают внахлестку или встык с применением различных приспособлений для прижатия и зажима. Днища и крышки приваривают к внешней части обечайки, и как исключение — к внутренней.

Сварку производят всеми возможными промышленными способами, обеспечивающими герметичность изделий и прочность сварных соединений, с учетом работы под давлением.

После изготовления изделия испытывают, высушивают, обезжиривают и грунтуют такими же методами, что и при изготовлении монтажных заготовок из стальных труб.

4.7. Сборка укрупненных монтажных узлов и блоков

Одним из основных направлений индустриализации монтажно-сборочных работ является повышение сборности систем теплогазоснабжения и вентиляции за счет поставки с заготовительных предприятий транспортабельных узлов и блоков. Этому положению способствует типизация и унификация как отдельных элементов, так и узлов указанных систем. Поставка на строящиеся объекты газорегуляторных и тепловых пунктов в объемном исполнении, элеваторных узлов, насосных агрегатов, приточных камер в агрегированном виде, узлов технологических трубопроводов, отопления, газо- и хладоснабжения, звеньев труб — все это значительно сокращает трудоемкость монтажа и сроки строительства.

На заготовительных предприятиях созданы специальные стенды для сборки укрупненных монтажных узлов, а при массовом производстве однотипных изделий внедрены автоматизированные и полуавтоматизированные комплексы. Так, в состав технологической линии для изготовления унифицированных блоков и этажестояков (СТД-420) входит следующее оборудование: линия безотходной резки труб (СТД-435) с бункером (СТД-757); транспортно-распределительное устройство; автоматическая линия для изготовления сгонов (СТД-510); автомат для изготовления верхних подводок (СТД-426) с накаткой резьбы и образованием раструбов (нагрев токами высокой частоты); автомат для изготовления междуэтажных вставок (накатка резьбы и снятие фасок); полуавтоматы для двусторонней сварки радиаторных узлов (СТД-557); транспортер участка сварки и сборки; механизм для навертывания фитингов (ВМС-48); стенд для испытания радиаторных узлов; гибочные устройства.

Аналогичным образом указанная линия может работать с заменой чугунных радиаторов на конвекторы, но с добавлением комплекса для изготовления конвекторов как в едином технологическом процессе, так и с выделением его в самостоятельный участок. Все установки для сборки узлов и блоков должны быть оборудованы приспособлениями для установки деталей, их закрепления и фиксации в заданном положении. Так как собираемые детали могут

иметь допустимые отклонения по размерам и форме, конструкции сборочных стендов и приспособлений должны позволять равномерно распределять по периметру соединения смещение кромок и зазоры.

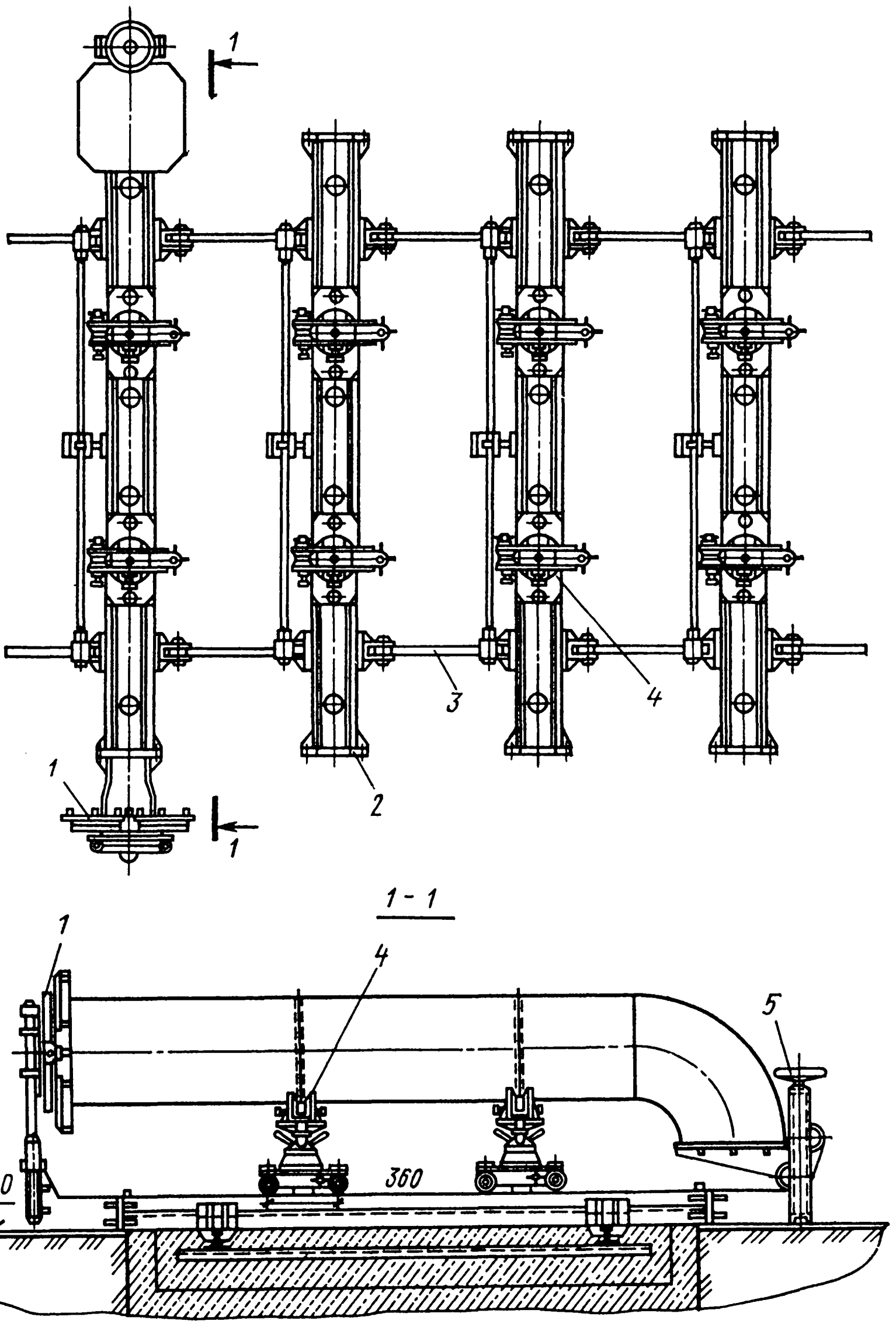


Рис. 4.9. Стенд для сборки элементов и узлов трубопроводов с D = =50...500 мм:

1 — приспособление для сборки труб с фланцами; *2* — подвижная балка; *3* — рельсовые направляющие; *4* — каретка с выдвижными призмами и зажимами; *5* — стол для сборки труб с отводами

Для сборки узлов трубопроводов диаметром до 500 мм широкое применение получил стенд (рис. 4.9), состоящий из нескольких (до 4) подвижных балок *2*, перемещающихся по рельсовым направляющим *3*. Сборка пространственных узлов на стенде достигается путем разворота в вертикальной плоскости собранных элементов или плоских узлов с фиксацией их положения цепными прижимами.

При малом объеме работ элементы и узлы трубопроводов диаметром до 500 мм собирают на столах (рис. 4.10), имеющих толстую опорную плиту (40...60 мм), на которой нанесена координатная сетка с отверстиями для установки призм, упоров и других сборочных приспособлений. Для выполнения в процессе сборки подгоночных работ, связанных с подбивкой кромок труб и деталей, на указанном столе с двух сторон установлены двутавровые балки.

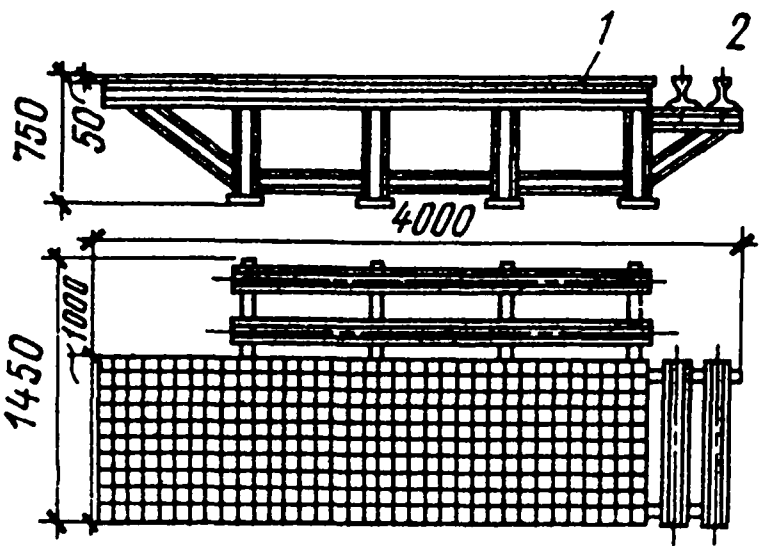


Рис. 4.10. Стол для сборки элементов и узлов с $D=200...$ ...500 мм:

1 — опорная плита с координационной сеткой; *2* — двутавровые балки

Глава 5

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

5.1. Значение монтажных работ в строительстве

Отличительной чертой сооружения систем теплогазоснабжения и вентиляции является превращение строительной площадки в монтажно-сборочную. Следовательно, монтажные процессы стали основными в возведении зданий и сооружений.

Удельный вес монтажных работ увеличивается с каждым годом. Наряду со снижением массы элементов ожидается увеличение блочности и веса отдельных узлов и комплектов, доведения их до максимальной заводской готовности. Развитие монтажных работ в СССР базируется на дальнейшем росте уровня их комплексной механизации, применении прогрессивных технологий и методов производства работ. Была разработана и создана серия специальных монтажных приспособлений для комплексной механизации работ, в том числе различного типа захватов, траверс, кондукторов, лебедок, самоподъемных тележек и т. д.

В последние годы широкое распространение получили методы укрупнительной сборки блоков (блок-установки). Осваиваются методы пневмоподъема оборудования, использования при монтаже различных летательных аппаратов и других монтажных средств.

Внедряется бескрановый монтаж, основанный на использовании подъемников различных модификаций.

Все это позволяет значительно упростить технологию и организацию монтажных работ по системам теплогазоснабжения и вентиляции, сократить их продолжительность и себестоимость, заметно снизить затраты труда непосредственно на строящемся объекте.

5.2. Подготовительные работы к монтажу

Монтаж систем теплогазоснабжения и вентиляции требует тщательной и продуманной подготовки к производству работ. Подготовка к производству работ включает: своевременное получение от генерального подрядчика проектно-сметной документации, а от заказчика паспортов, сертификатов, заводских инструкций на оборудование и комплектующие изделия; разработку монтажных проектов и размещение заказов на заготовительных предприятиях; разработку проектов производства работ; приемку строительного объекта или встроенных помещений под монтаж; приемку оборудования в монтаж; приемку заготовок и их укрупнительную сборку; устройство временного усиления конструкций; обвязку технологического оборудования; завоз на объект грузоподъемных машин и грузозахватных приспособлений; решение общих вопросов производства монтажных работ — выбор способов выверки и закрепления оборудования на фундаментах с подбором инструментов и оформление приемо-сдаточной документации.

Несомненно важнейшим направлением в указанных работах является определение оптимального метода монтажа систем теплоснабжения и вентиляции с обеспечением безопасных условий труда и достигнутой технологичности монтажных узлов и блоков.

Технологичность монтажа характеризуется обобщенным свойством монтируемых элементов, узлов или блоков, которое определяет соответствие требованиям технологии и позволяет при данных условиях изготовления транспортировать и производить монтаж с наименьшими затратами труда, материалов, средств и высоким качеством. С целью ее повышения и улучшения использования грузоподъемных механизмов на строительной площадке производят обвязку трубопроводами технологического оборудования и укрупнительную сборку узлов как непосредственно на месте монтажа, так и на специально оборудованных площадках, стеллажах и стендах. Например, при монтаже горизонтальных участков воздуховодов под перекрытием здания отдельные секции (звенья) и детали воздуховодов подают к месту монтажа, где их собирают в укрупненные блоки на инвентарных подставках и готовят к монтажу.

В тех случаях, когда при подъеме и установке в отдельных элементах возникают опасные напряжения, выполняют *временное усиление* монтажного узла. Эти напряжения определяют при проверочном расчете прочности и устойчивости элементов конструкции под действием монтажных нагрузок. Временное усиление может

быть произведено с помощью стального профиля, труб, пластин, брусьев, связей и других элементов, которые крепятся болтами, скобами или хомутами. После монтажа крепежные элементы и детали снимают.

При разработке ППР целесообразно монтажные операции разделить по технологическим признакам на три группы: *такелажные,* связанные с подготовкой конструкции к подъему,— оснастка, строповка, захват; *монтажные,* включающие подъем, наводку, ориентирование, установку, выверку и закрепление узлов и оборудования; *сопутствующие,* предусматривающие установку крепежных деталей, анкеров, обводных блоков, бетонирование опорных конструкций, подливку фундаментов и т. п. Это связано с тем, что отдельно выполняемые операции (оснастка, выверка, закрепление) могут иметь и самостоятельных исполнителей (такелажников, монтажников, сварщиков, бетонщиков) с четким разграничением круга обязанностей и объема работ.

Отдельные разделы ППР должны быть согласованы с соответствующими проектными и строительными организациями в части мест закрепления грузоподъемных средств (блоки, полиспасты, ручные рычажные лебедки и т. д.), расположения монтажных приемов и совмещения монтажных работ с другими специальными или общестроительными работами.

5.3. Краны и другие грузоподъемные механизмы для монтажных работ

При монтаже систем теплогазоснабжения и вентиляции используют различные машины и механизмы: грузоподъемные краны, автопогрузчики, самоходные подъемники, телескопические вышки, трубоукладчики.

Выбор машин и механизмов определяется проектом производства работ и зависит от массы и габаритных размеров монтажных узлов, блоков, оборудования, высоты, на которую их поднимают, характеристики объекта и местных условий.

Применяемые краны и другие грузоподъемные механизмы в зависимости от видов монтажных узлов, организации их подачи и технологической особенностью подразделяются на мобильные, ограниченно-мобильные, немобильные, плавучие и летательные.

К мобильным монтажным средствам, которые могут свободно перемещаться как в пределах одного объекта, так и в пределах нескольких строек, относятся монтажные краны и устройства на гусеничном, пневмоколесном, автомобильном и комбинированном ходу, а также на воздушной подушке. Основными достоинствами их являются большая мобильность, высокая маневренность, возможность проведения технического обслуживания и ремонта в стационарных условиях. Рабочая зона указанных средств благодаря незначительным затратам времени на перемещение с одной стоянки (объекта) на другую и приведение их из транспортного положения в рабочее

практически ограничивается только собственными техническими параметрами (большая зона обслуживания). Главный недостаток — неодинаковая устойчивость при различных положениях поворотной части. Кроме того, монтажные устройства данной группы, как правило, имеют небольшую скорость опускания груза (0,2 ... 3 м/мин), чтобы обеспечить плавную посадку конструкции на место.

Друг от друга мобильные грузоподъемные краны и устройства отличаются техническими и технологическими параметрами, основными из которых являются: грузовой момент или грузоподъемность; вылет стрелы; высота (глубина) подъема (опускания) крюка; скорость передвижения с грузом и без груза; скорость подъема и опускания груза; особенность приведения подъемного средства из транспортного положения в рабочее; конструкция шасси, которая требует или не требует специальных подготовительных работ для передвижения монтажных средств в пределах строительной площадки (устройство дополнительных временных дорог, устройство уширения существующих или временных дорог и т. п.).

В нашей стране для стреловых мобильных машин и механизмов по главному параметру — грузоподъемности предусмотрены единые типоразмеры 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100 и 160 т с последующим увеличением до 250 т.

К ограниченно-мобильным монтажным машинам и механизмам, позволяющим вести работы только в определенной зоне, относятся башенные, козловые, железнодорожные, мостовые и кабельные краны, а также самоподъемные и ползучие краны, мачты и порталы. Зона их работы определяется размерами горизонтальных или вертикальных направляющих (рельсовых путей) и радиусом действия рабочего оборудования. В пределах расположения направляющих указанные машины и механизмы перемещаются, не вызывая больших перерывов в работе.

Основными техническими характеристиками грузоподъемных средств данной группы являются грузовой момент, наибольший вылет стрелы, высота подъема крюка и скорости подъема и опускания груза. Для башенных кранов серии КБ установлены следующие грузовые моменты (кН·м): 40; 160; 250; 400; 600; 1000; 2600; 2500; 4000; 6300; 10 000.

К **немобильным грузоподъемным монтажным средствам**, которые не могут самостоятельно передвигаться в монтажной зоне, относятся шевры, порталы, ленточные подъемники, вантовые мачтостреловые краны, монтажные мачты, строительные лебедки, тали. Рабочая зона этих средств описывается размерами всей машины или отдельными ее органами, например стрелой.

Плавучие монтажные краны применяются для строительства дюкеров, переходов через естественные водные преграды и других сооружений, находящихся в воде.

При **использовании вертолетов** на монтаже систем теплогазоснабжения и вентиляции следует учитывать аэродинамические свойства элементов и особенно их внешние габариты (конфигура-

цию, парусность и т. д.). Во время производства работ летчик-монтажник располагается в специальной кабине так, чтобы видеть поднимаемый груз и место его установки, что позволяет ему в момент наводки и стыковки узлов принимать управление вертолетом на себя.

Выбор монтажных кранов имеет большое значение, поскольку эффективная и безопасная работа крана зависит от степени соответствия его рабочих параметров конкретным условиям монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции, особенно при прокладке тепловых и газовых сетей. При этом необходимо, чтобы эксплуатационные и рабочие параметры кранов строго соответствовали расчетным, а сами они были наименьшей грузоподъемности, что обеспечивает высокие экономические показатели их применения.

Выбор крана производят в два этапа. На *первом этапе* определяют требуемые для данных условий и принятых схем монтажных работ минимально возможные рабочие параметры крана — грузоподъемность, высоту подъема (глубину опускания в траншею или котлован) крюка и вылет крюка. По найденным параметрам, пользуясь справочниками, подбирают несколько марок (типов) кранов, соответствующих расчетным требованиям. На *втором этапе* определяют технико-экономические показатели для каждого из подобранных кранов и по ним выбирают наиболее экономичный тип крана с оптимальными технико-экономическими параметрами.

Для монтажа внутренних систем теплогазоснабжения обычно используются краны генерального подрядчика, работающие на строительстве объекта. Тогда ограничиваются сопоставлением технических данных указанного крана с расчетными параметрами.

Расчетная грузоподъемность крана определяется как сумма масс элементов, навешиваемых одновременно на крюк крана, т. е. массы монтируемого элемента, конструкции усиления, грузозахватных приспособлений и навесной монтажной оснастки:

$$Q_р = m_э + m_{ус} + m_{стр} + m_{м.осн}, \qquad (5.1)$$

где $Q_р$ — расчетная грузоподъемность, т; $m_э$ — масса монтажного элемента, узла или блока, т; $m_{ус}$ — масса конструкций временного усиления монтажного элемента, узла или блока, т; $m_{стр}$ — масса строп или другого грузозахватного приспособления, т; $m_{м.осн}$ — масса навесной монтажной оснастки, т.

Минимальная требуемая высота подъема крюка крана определяется из возможности монтажа оборудования, элемента, узла или блока, расположенных на самой высокой отметке сооружения (расширительные баки, градирни, вентиляционные агрегаты и т. д.).

Из рис. 5.1. видно, что

$$H_{кр} = h_0 + h_з + h_э + h_г, \qquad (5.2)$$

где h_0 — расстояние от уровня стоянки крана до монтажного горизонта установки в проектное положение оборудования, элемента,

узла или блока систем теплогазоснабжения и вентиляции, м; $h_з$ — запас по высоте, необходимый для установки и проноса элемента над ранее смонтированными конструкциями, принимаемый по правилам техники безопасности 0,5 м, а при наличии рабочих на мон-

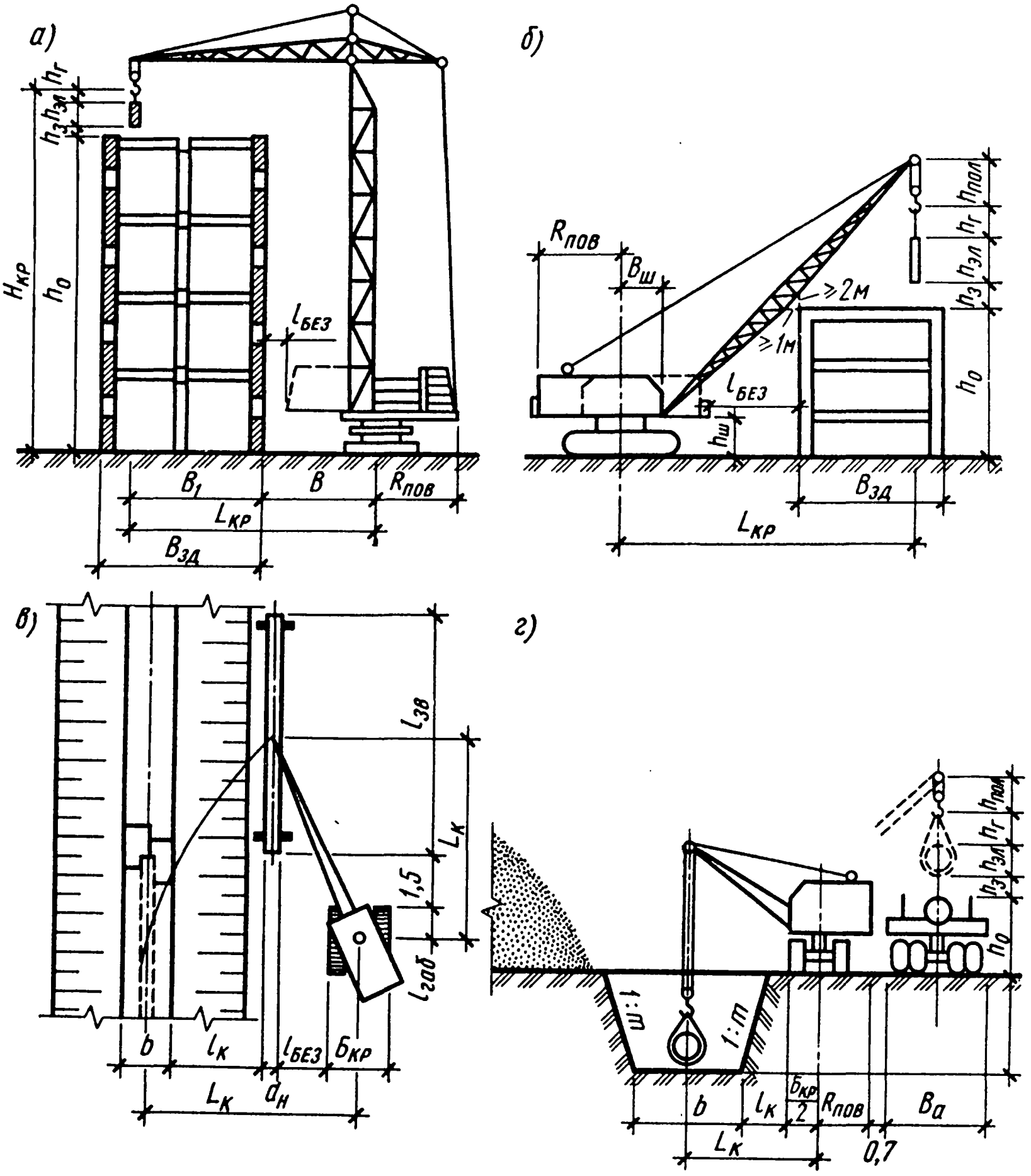


Рис. 5.1. Схемы для определения требуемых параметров крана:

а — для башенно-стреловых кранов; *б* — для стреловых кранов; *в* — при укладке звеньев труб с бровки в трапецеидальные траншеи; *г* — то же, при монтаже «с колес»

тажном горизонте — 2,5 м; $h_э$ — высота оборудования, элемента, узла или блока, равная расстоянию от точки опоры до места строповки в положении подъема, м; $h_г$ — высота грузозахватного устройства (расстояние от места строповки монтируемого элемента до центра крюка крана), м.

Если уровень стоянки крана выше отметки верха опор, то h_0 принимает отрицательное значение и кран выбирают по техниче-

ским характеристикам, учитывая возможность подачи груза в котлован или траншею.

Минимально необходимый вылет крюка крана определяется из условий монтажа наиболее удаленного от крана элемента:

$$L_{кр}=B+B_1, \tag{5.3}$$

где B — расстояние от оси вращения (середины колеи крана) до ближайшей к крану грани здания (стена, эркер, пилястра), м; B_1 — расстояние от грани здания, обращенной к крану, до центра тяжести наиболее удаленного от крана сборного элемента, м.

Расстояние B_1 может принимать значение от 0 до величины, равной ширине здания.

В большинстве случаев расстояние B регламентируется радиусом поворота платформы или противовеса крана и безопасным расстоянием между наружной гранью или выступающей частью здания и движущейся частью крана:

$$B=R_{пов}+l_{без}, \tag{5.4}$$

где $l_{без}$ — безопасное расстояние, м (принимается не менее допустимого расстояния от выступающей части крана до габарита здания, равного 0,7 м на высоте до 2 м и 0,4 м на высоте более 2 м).

При выборе самоходных стреловых кранов (рис. 5.1, *б*) необходимо учитывать, что длина наклонно расположенной стрелы и ее вылет зависят также и от допустимого приближения стрелы к монтируемому элементу. Зная вылет крюка, место расположения шарнира стрелы (ось поворота стрелы) и ориентировочно принимая высоту полиспаста или минимальное расстояние от крюка до головки стрелы $h_{пол}=2$ м, определяем наименьшую длину стрелы

$$L_{к\,min}=\sqrt{(L_{кр}-B_{ш})^2+(H_{кр}+2-h_{ш})^2}, \tag{5.5}$$

где $B_{ш}$ — расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы, м; $h_{ш}$ — высота центра шарнира пяты стрелы над уровнем стоянки крана (расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы), м; 2 — минимальное расстояние от крюка крана до головки стрелы.

Вылет крюка кранов, устанавливаемых вблизи котлованов и траншей, определяют из условий наименьшего допустимого расстояния от бровки котлована до ближайшей опоры крана, глубины заложения и габаритов монтажных элементов. Так, при прокладке газовых сетей из звеньев труб в трапецеидальную траншею согласно рис. 5.1, *в* вылет крюка определяют по формуле

$$L_{кр}=0{,}5\,(b+Б_{кр})+d_{н}+l_{к}+l_{без}, \tag{5.6}$$

а для прокладки газовых сетей с транспортных средств согласно рис. 5.1, *г* — по формуле

$$L_{кр}=0{,}5\,(b+Б_{кр})+l_{к}, \tag{5.7}$$

где b — ширина траншеи по дну, м; $Б_{кр}$ — ширина базы крана, м; $d_н$ — наружный диаметр укладываемых труб, м; $l_к$ — наименьшее допустимое расстояние по горизонтали от основания откоса выемки до ближайших опор крана, м.

В соответствии со СНиП III-4—80 $l_к$ принимают по табл. 5.1.

На втором этапе производим окончательный выбор наиболее экономичного крана путем сравнения себестоимости механизированных работ, рассчитанной для каждого из рассматриваемых вариантов по формулам, приведенным в гл. 2.

Таблица 5.1. **Наименьшее допустимое расстояние по горизонтали (м) от основания откоса выемки до ближайших опор крана**

Глубина траншеи, м	Грунт (ненасыпной)				
	песчаный и гравийный	супесчаный	суглинистый	глинистый	лёссовый сухой
1	1,5	1,25	1,0	1,0	1,0
2	3,0	2,4	2,0	1,5	2,0
3	4,0	3,6	3,25	1,75	2,5
4	5,0	4,4	4,0	3,0	3,0
5	6,0	5,3	4,75	3,5	3,5

Особый вид работ, связанный с подъемом и перемещением насосов, вентиляторов, технологического оборудования, приточных камер, кондиционеров, трубопроводов или их узлов и блоков, называется *такелажными работами.*

Для создания тягового усилия применяют ручные рычажные и барабанные лебедки, электрические лебедки, ручные червячные и электрические тали, тракторные лебедки, а также реечные, клиновые, гидравлические и винтовые домкраты (рис. 5.2).

Для изменения направления движения каната и уменьшения силы, необходимой для перемещения или подъема груза, применяют монтажные блоки и полиспасты.

Для закрепления такелажных приспособлений применяют якоря различных конструкций (свайные, наземные, винтовые и т. д.). При ведении монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции внутри зданий и сооружений в качестве якорей могут быть использованы строительные конструкции зданий: колонны, ригели, кирпичные стены и др. Возможные схемы закрепления лебедок показаны на рис. 5.3.

При монтаже систем вентиляции широко распространены монтажные строительные машины МШТС различных модификаций, автогидроподъемники типа АГП, которые могут поднимать двух рабочих в люльках на высоту до 28 м. Наибольший вылет люлек от оси указанных передвижных подъемников 10,5 м при угле поворота мачты 360°.

5.4. Грузозахватные приспособления для монтажных работ

Для подъема и установки элементов, узлов, блоков и оборудования, а также для погрузочно-разгрузочных работ применяют съемные грузозахватные приспособления в виде гибких стальных канатов различного рода траверс, механических захватов, подвесок и др.

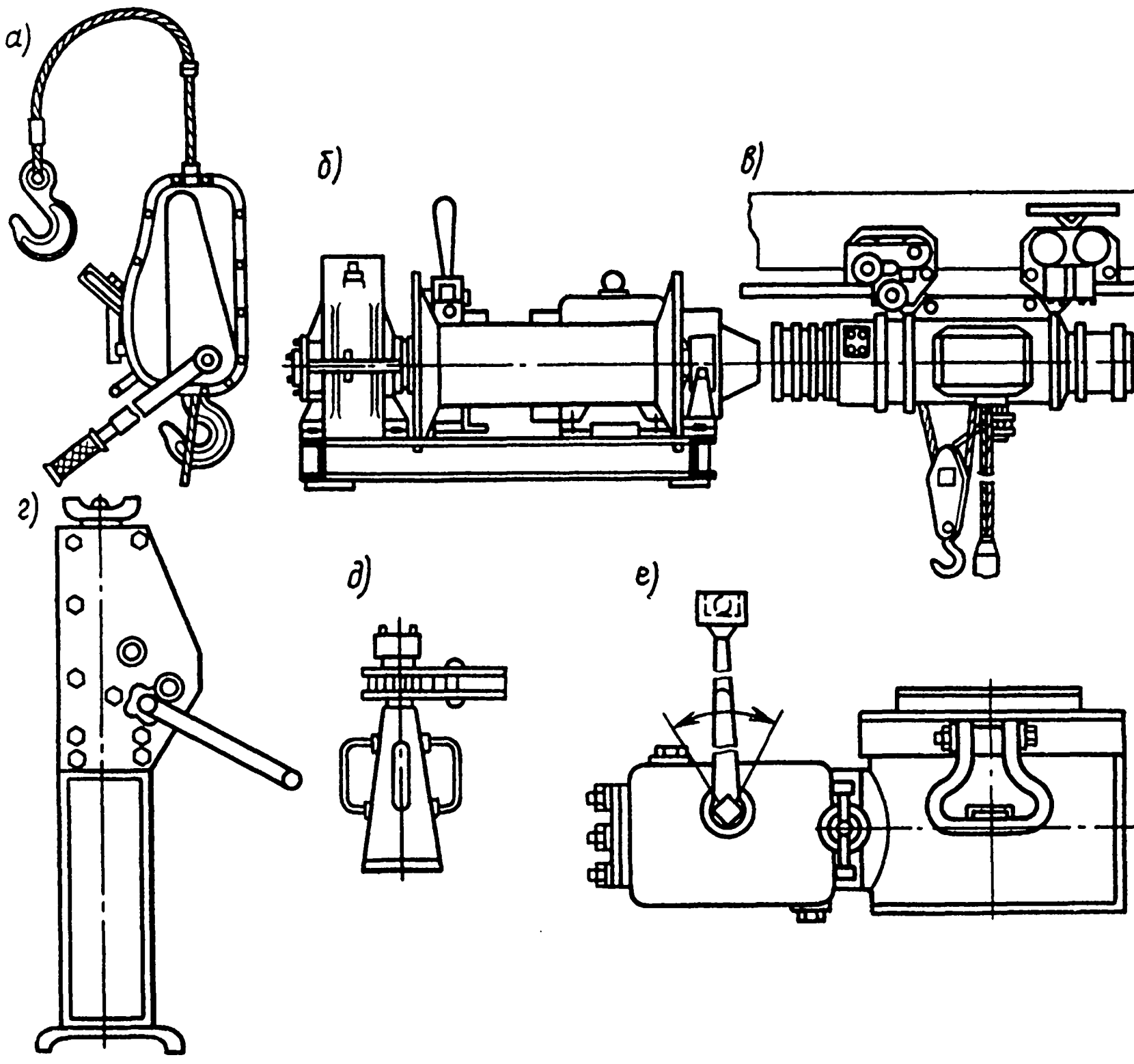


Рис. 5.2. Механизмы для такелажных работ:
а — ручная рычажная лебедка; *б* — электролебедка; *в* — электроталь; *г* — реечный домкрат; *д* — винтовой домкрат; *е* — гидравлический домкрат

К конструкциям грузозахватных устройств предъявляются следующие основные требования: обеспечение необходимой грузоподъемности; возможность простой и удобной строповки и растроповки; надежность закрепления или захвата, исключающих возможность обрыва груза; недопустимость повреждения как самого груза, так и его изоляционного покрытия.

Грузозахватные устройства испытывают путем их пробного нагружения в соответствии с требованиями Госгортехнадзора. Предельную грузоподъемность грузозахватных приспособлений указы-

вают на специальном клейме. В процессе монтажа производят их подекадный осмотр с занесением результатов осмотра в журнал учета и осмотра грузозахватных приспособлений и тары.

Основные типы грузозахватных устройств, применяемые при монтаже систем теплогазоснабжения и вентиляции, приведены на рис. 5.4.

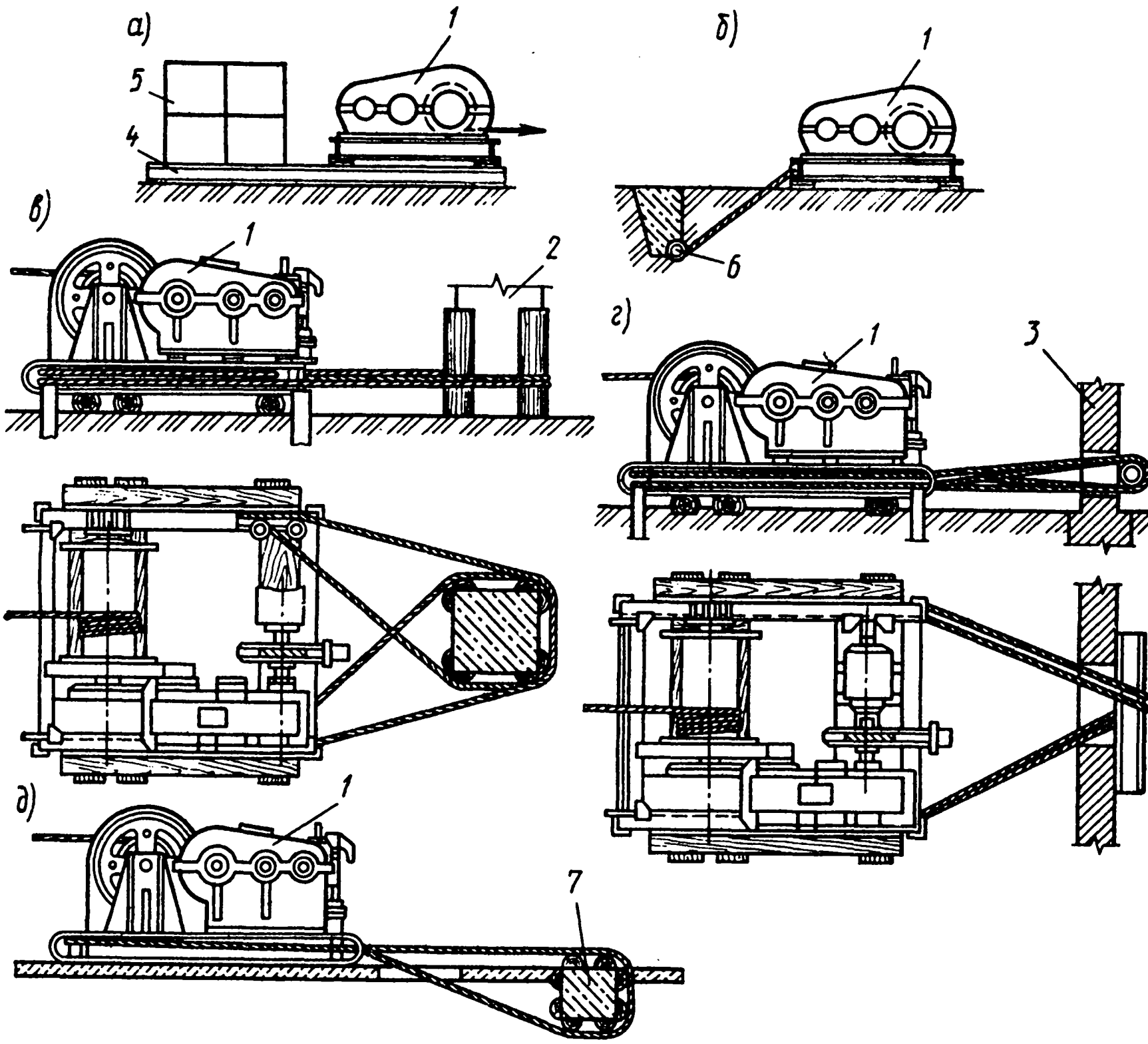


Рис. 5.3. Схемы закрепления лебедок:

а, б — к якорям; *в* — к колонне здания; *г* — к стене здания; *д* — к перекрытию; *1* — электролебедка; *2* — колонна здания; *3* — стена здания; *4* — металлическая рама; *5* — инвентарный якорь; *6* — земляной якорь; *7* — ригель перекрытия

Выбор того или иного грузозахватного приспособления осуществляют с учетом их конструктивных особенностей и области рационального применения, массы и вида применяемых узлов и элементов, выбранного типа монтажного крана и методов монтажа узлов и оборудования. Результат выбора заносится в таблицу весов, поднимаемых при разгрузке и монтаже грузов с разработкой схем строповки монтажных элементов и оборудования.

5.5. Методы монтажа строительных конструкций

Методами монтажа называют технические решения, определяющие способ приведения конструкций в проектное положение и последовательность сборки зданий и сооружений или отдельных его частей и систем.

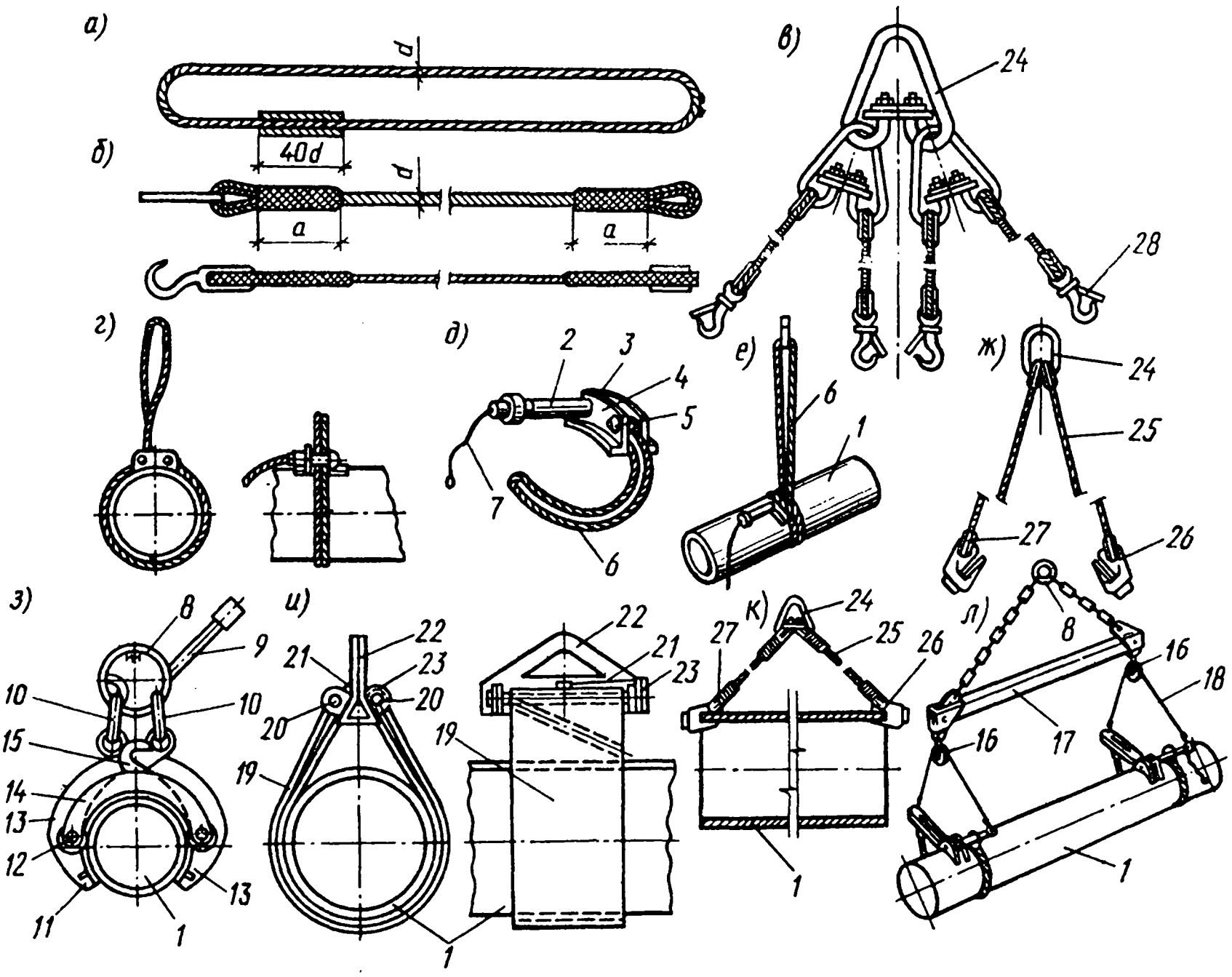


Рис. 5.4. Грузозахватные приспособления, применяемые при монтаже систем теплогазоснабжения и вентиляции:

а — универсальный строп; *б* — облегченный строп с крюком и петлей; *в* — четырехветвевой канатный строп; *г* — строповка труб универсальным стропом с приспособлением для расстроповки; *д* — полуавтоматический строп «удавка», *е* — строповка трубы этим стропом; *ж* — двухветвевой строп с торцовыми захватами для труб; *з* — полуавтоматический клещевой захват; *и* — строповка труб мягким захватом (полотенцем); *к* — строповка стальной трубы двухветвевым стропом; *л* — траверса для длинномерных труб; *1* — труба; *2* — фиксатор-замок; *3* — щеки; *4* — опорная плита; *5* — палец; *6* — трос; *7* — тросик; *8* — кольцо; *9* — ручка; *10* — подвеска; *11* — выдвижные губки; *12* — ось; *13* — рычаги; *14* — скоба *15* — два крюка; *16* — уравновешивающие блоки; *17* — траверса; *18* — стропы; *19* — мягкий строп (полотенце); *20* — стержни; *21* — привод для протягивания полотенца из-под трубы; *22* —серьга-траверса; *23* — опора; *24* — серьга (кольцо); *25* — строп; *26* — захват; *27* — коуш; *28* — замок

По способу приведения конструкций в проектное положение различают свободный, принудительный и координатный монтаж.

При свободном методе монтажа подъем и перемещение элемента в пространстве с последующим его *наращиванием в вертикальном или горизонтальном пространстве* производится без ограничений, т. е. без специальных монтажных приспособлений, а точность монтажа обеспечивается визуальным контролем. К свобод-

ному методу монтажа относится и установка элементов в проектное положение с применением различных кондукторов, манипуляторов и других устройств, дающих возможность точно установить монтажные элементы, т. е. с обеспечением направленного движения элемента в момент его установки в проектное положение.

Наращивание элементов в горизонтальном направлении может осуществляться путем сборки на подмостях, на перекрытиях нижележащих этажей, навесной сборки с удержанием смонтированных конструкций на весу без установки промежуточных или временных опор и полунавесной сборки с применением временных опор.

Принудительный метод монтажа предусматривает подъем монтажных элементов с жестким ограничением в вертикальных или горизонтальных направлениях и имеет четыре разновидности.

Монтаж с перемещением конструкций по вертикальным направляющим применяют при строительстве зданий способом подъема перекрытий и этажей, объемных конструкций, оболочек и др. Для подъема конструкции в проектное положение используют гидравлические подъемники и домкраты, работающие по принципу выталкивания, выжимания или подтягивания. Необходимым условием применения данного метода является наличие в самой конструктивной схеме объекта элементов, которые могли быть использованы в качестве временных или постоянных направляющих. Их устройство предусматривается до начала или во время производства работ.

Метод подращивания конструкций предусматривает последовательное присоединение нижележащих элементов к нижним плоскостям ранее смонтированных вышележащих конструкций. Непременным и обязательным условием методов подращивания является подъем и временное удержание или закрепление ранее смонтированной части сооружения. Для подъема можно использовать краны, мачты, шевры, лебедки, домкраты, а для временного удерживания или закрепления— временные или стационарные опоры.

Метод надвижки (передвижки, накатки и т. п.) предусматривает перемещение частично или полностью собранных узлов и блоков и оборудования, а также зданий и сооружений по горизонтальным или наклонным направляющим. Для надвижки используют полиспасты, лебедки и другие монтажные средства. Направляющими могут служить рельсовые пути, металлические листы, плоские поверхности ранее смонтированных конструкций. Чтобы при надвижке не происходило смещение с направляющих, к опорным местам конструкции прикрепляют боковые упоры.

Монтаж методом поворота конструкции основан на принудительном повороте конструкций в вертикальной плоскости вокруг неподвижной или подвижной опоры (шарнира). Его применяют при кантовке конструкции с переводом из горизонтального положения в вертикальное с последующим их подъемом в проектное положение или непосредственной установкой в проектное положение без подъема. Монтаж ведут с помощью кранов, шевров, порталов,

«падающих» стрел, мачт с полиспастами, лебедок, тракторов, трубоукладчиков.

Разновидностью данного метода является поворот конструкции во время монтажа вокруг подвижного шарнира. Он заключается в одновременном вертикальном подъеме вершины конструкции и горизонтальном перемещении ее нижнего основания путем его подтаскивания (скольжения) по грунтовому основанию, рельсовым путям и другим направляющим. Поворот происходит вокруг оси, которую перемещают во время монтажа конструкции.

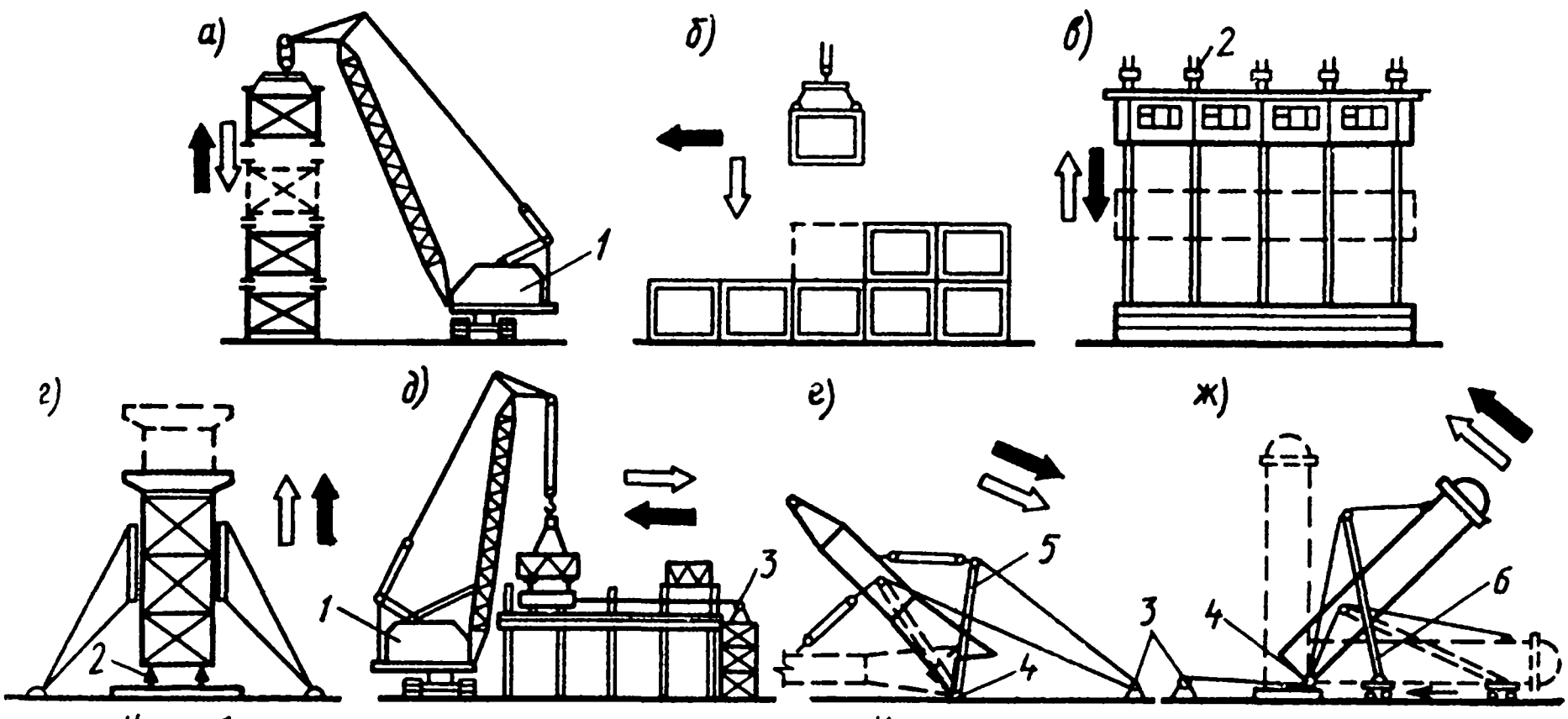


Рис. 5.5. Основные методы монтажа строительных конструкций:

Свободный метод: *а* — подъем с наращиванием по вертикали; *б* — то же, по горизонтали; принудительный метод: *в* — подъем по вертикальным направляющим; *г* — то же, методом выжимания с подращиванием конструкции; *д* — надвижка конструкции; *е* — поворот цельнособранной конструкции вокруг неподвижного шарнира с помощью «падающей» стрелы (шевра); *з* — то же, с помощью толкателя (кран, портал и т. д.); *1* — кран; *2* — домкраты; *3* — лебедка; *4* — шарнир; *5* — «падающая» стрела; *6* — толкатель

Основные методы монтажа строительных конструкций приведены на рис. 5.5.

Продолжаются исследования по координатному монтажу строительных конструкций, предусматривающего программноуправляемое движение монтируемого элемента во всех процессах монтажного цикла. Этот метод требует наличия монтажных механизмов с программным управлением, проектов зданий, рассчитанных на монтаж по заданным координатам, программного обеспечения и т. д.

В зависимости от последовательности монтажа строительных конструкций различают раздельный (дифференцированный), комплексный (совмещенный) и комбинированный (смешанный) методы монтажа элементов. Но во всех случаях должна быть обеспечена устойчивость и геометрическая неизменяемость смонтированной части здания под действием ветра, собственной массы и монтажных нагрузок.

Раздельная последовательность установки предусматривает раздельную установку однотипных элементов в пределах монтажной захватки (участка). Например, сначала на захватке монтируют колонны с окончательной их выверкой и заделкой стыков, затем после набора бетоном в стыках колонн 70% проектной прочности производится монтаж подкрановых балок опять на всей захватке и после их закрепления монтируют стропильные фермы.

Комплексная последовательность установки предусматривает одновременный монтаж различных конструкций в пределах одной или нескольких ячеек здания, образующих жесткую и устойчивую системы за одну проходку крана.

Комбинированная (смешанная) последовательность установки конструкций заключается в сочетании двух видов последовательности — раздельной и комплексной. Например, при монтаже каркаса здания вначале устанавливают раздельно колонны, а затем монтируют все элементы покрытия.

В монтажных работах систем теплогазоснабжения применяют все три вида указанной последовательности. Например, для монтажа внутреннего газоснабжения целесообразна раздельная последовательность установки монтажных элементов, а при монтаже систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха — комплексная; при монтаже технологического оборудования и технологических трубопроводов более целесообразна комбинированная последовательность сборки систем.

Монтаж систем теплогазоснабжения и вентиляции осуществляется с приобъектного склада или с транспортных средств. Элементы, узлы, блоки и оборудование для монтажа с *транспортных средств* доставляют на автомашинах с прицепами или без прицепов, полуприцепах и других транспортных средствах в строгой технологической последовательности по часовому графику. При этом достигается экономия труда и времени на промежуточные погрузочно-разгрузочные работы, снижается стоимость монтажных работ.

Монтаж с транспортных средств должен вестить по специально разработанным ППР (технологическим картам, монтажным проектам) и оперативной документации (часовым графикам доставки и монтажа элементов и узлов, комплектовочным ведомостям и др.).

Расчет количества транспортных средств определяется непрерывностью монтажных работ за счет увязки по времени транспортного и монтажного циклов согласно формулам

$$N_т = T_ц / T_м, \tag{5.8}$$

$$N_{пр} = N_т + 2, \tag{5.9}$$

где $N_т$ — количество автомашин или тягачей, шт.; $N_{пр}$ — количество прицепов, шт.; $T_ц$ — общая продолжительность транспортного цикла, мин; $T_м$ — общая продолжительность монтажа элементов, узлов, оборудования, доставляемых за один рейс, мин.

Глава 6

МОНТАЖ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

6.1. Материалы и оборудование

Для систем центрального отопления применяют в основном стальные легкие или обыкновенные водогазопроводные, электросварные и бесшовные трубы. На чертежах и спецификациях указывают для водогазопроводных труб диаметр условного прохода, а для бесшовных и тонкостенных труб — наружный диаметр и толщину стенки, а также соответствующий ГОСТ (например, 50×1,8, ГОСТ 10707—80 *). Сортамент стальных труб приведен в любых справочниках.

В зависимости от параметров теплоносителя, вида системы отопления и типов нагревательных приборов применяют: задвижки с латунными уплотнительными кольцами, пробковые проходные сальниковые бронзовые краны, прямоточные запорные вентили, проходные вентили, бронзовые пробко-сальниковые краны и тройники, краны двойной регулировки, краны регулирующие дроссельного типа, краны Маевского, регуляторы расхода, температуры, давления, обратные клапаны и др. Вся арматура с точки зрения технологии их установки подразделяется на муфтовую и фланцевую. Их монтаж производят так, чтобы теплоноситель поступал под седло клапана.

В зависимости от конструкции, принципа действия теплоносителя, а также параметров теплоносителя применяют стандартные и типовые монтажные детали и изделия и различные насосы.

К типовым изделиям относятся воздухосборники, расширительные баки, фильтры для воды, грязевики, баки конденсационные, гидравлические затворы, конденсатоотводчики, водоотделители, к типовым монтажным деталям — детали трубопровода (бочонки, скобы, подводки, опуски, перемычки, отводы и полуотводы, переходы и т. д.).

К стандартным изделиям относятся муфты, тройники, фланцы, метизы, дроссельные шайбы, детали крепления отопительных приборов и трубопроводов, виброизоляторы под отопительные насосы и т. д.

В качестве уплотнителя для фланцевых соединений при температуре теплоносителя не более 423 К (150°С) применяют паронит толщиной 2 ... 3 мм или фторопласт-4, а при температуре теплоносителя не более 403 К (130°С) — прокладки из термостойкой резины. Для резьбовых соединений в качестве уплотнителя применяют ленту из фторопластового уплотнительного материала (ФУМ) или льняную прядь, пропитанную свинцовым суриком или белилами, замешанными на олифе (при температуре теплоносителя до 378 К (105°С)), а также асбестовую прядь вместе с льняной прядью, пропитанные графитом, замешанным на олифе, или ленту ФУМ (при

температуре теплоносителя выше 378 К (105°С) и для конденсационных линий).

Сальники у задвижек, вентилей и кранов должны быть уплотнены при температуре теплоносителя до 373 К (100°С) хлопчатобумажной, льняной, пеньковой, фторопластовой набивкой, а при паре или воде с температурой более 373 К (100°С) асбестовой, тальковой плетеной или фторопластовой набивкой.

По санитарно-гигиеническим нормам в жилых и промышленных зданиях устанавливают чугунные радиаторы, чугунные ребристые трубы, стальные штампованные панельные радиаторы, регистры из гладких труб, конвекторы, отопительные панели и бетонные греющие панели.

Для перекачки воды в системах водяного отопления с искусственной циркуляцией теплоносителя применяют насосы центробежные различной модификации и электронасосы циркуляционные малошумные типа ЦВЦ.

6.2. Подготовительные работы перед монтажом систем

Кроме общих положений по подготовке объекта к монтажу, изложенных в § 5.2, необходимо разметить места установки нагревательных приборов, места прохода трубопроводов и места установки насосов и узлов управления (элеваторов).

При приемке строительного объекта под монтаж особое внимание обращают на готовность фундаментов под насосы; на соответствие отверстий и борозд для прокладки трубопроводов заданным проектным величинам или рекомендациям СНиПа; на отделку ниш и поверхности стен за нагревательными приборами (поверхность штукатурки или облицовки указанных мест должна в дальнейшем совпадать с общей плоскостью штукатурки или облицовки стен или перегородки, а средства крепления трубопроводов и нагревательных приборов должны быть установлены до облицовки).

При разметке и прокладке трубопроводов и нагревательных элементов систем отопления следует соблюдать уклоны и предельно допустимые отклонения при монтажных работах. Вертикальные трубопроводы не должны отклоняться от вертикали больше чем на 2 мм на 1 м длины трубопровода.

Расстояние от поверхности штукатурки или облицовки до оси неизолированных трубопроводов при открытой прокладке должно составлять при диаметре труб до 32 мм от 35 до 55 мм, а при диаметре 40...50 мм — от 50 до 60 мм с допустимыми отклонениями ±5 мм.

Расстояние между креплениями и опорами для стальных трубопроводов на горизонтальных участках определяется проектом или таблицей 2 СНиП 3.05.01—85. Средства крепления стояков из стальных труб в жилых и общественных зданиях при высоте этажа до 3 м не устанавливаются, а при высоте этажа более 3 м устанавливаются на половине высоты этажа. Средства крепления стояков в

производственных зданиях устанавливаются через 3 м. Подводки к отопительным приборам при длине более 500 мм также должны иметь крепления.

Трубопроводы, нагревательные приборы и калориферы при температуре теплоносителя выше 378 К (105°С) устанавливаются на расстоянии не менее 100 мм от сгораемых конструкций, если они не имеют тепловую изоляцию.

В местах пересечения трубопроводов с перекрытиями, стенами и перегородками устанавливаются гильзы заподлицо с поверхностями стен и перегородок и выше на 20...30 мм отметки чистого пола. Зазор между гильзой и трубой, обеспечивающей свободное перемещение труб при изменении температуры теплоносителя, заполняется согласно проектным решениям в зависимости от температуры теплоносителя. В отдельных случаях указанные гильзы не устанавливаются (например, однотрубные системы отопления со смещенными замыкающими участками).

Уклоны магистральных трубопроводов пара, воды и конденсата определяются рабочей документацией или рабочим проектом, но должны быть не менее 0,002, а паропровод, имеющий уклон против движения пара,— не менее 0,006. Уклоны подводок к нагревательным приборам выполняются по ходу движения теплоносителя в пределах 5...10 мм на всю длину подводки. При длине подводки менее 500 мм она может быть смонтирована горизонтально.

Разметка мест установки нагревательных приборов и креплений указанных приборов производится согласно рабочей документации с обеспечением удаления воздуха и спуска теплоносителя из системы отопления. Места расположения отверстий под кронштейны или другие виды креплений размечаются с помощью шаблонов после штукатурки мест установки нагревательных приборов.

Средства крепления трубопроводов и нагревательных приборов устанавливают на дюбелях с применением строительно-монтажного пистолета (на бетонных, кирпичных, железобетонных и гипсолитовых стенах и перегородках) или путем заделки цементным раствором марки не ниже 100 на глубину не менее 100 мм в предварительно просверленные отверстия. Применение деревянных пробок для заделки кронштейнов не допускается.

6.3. Монтаж систем центрального отопления

Заготовки из труб для системы отопления транспортируются на строящийся объект в контейнерах или собранными в пакеты, снабженные бирками с указанием номера заказа, стояка и этажа.

Доставленные на объект заготовки принимают по акту (входной контроль) и разносят к месту установки согласно маркировке или монтажному проекту.

При монтаже систем отопления должно быть обеспечено: точное выполнение работ в соответствии с проектом и указаниями СНиПа; плотность соединений; прочность креплений элементов систем; вер-

тикальность стояков; соблюдение проектных уклонов разводящих и магистральных участков; отсутствие кривизны и изломов на прямолинейных участках трубопроводов; исправное действие запорной и регулирующей арматуры, предохранительных устройств и контрольно-измерительных приборов; возможность удаления воздуха и полного опорожнения системы и наполнения ее водой; надежное закрепление оборудования и ограждений их вращающихся частей.

Трубы перед их установкой проверяют на отсутствие засорения, а их концы, оставляемые открытыми, закрывают инвентарными пробками. Применять для этой цели паклю или тряпки запрещается.

Монтаж магистральных трубопроводов производится после раскладки монтажных узлов на опоры и подвешивания их к строительным конструкциям путем сборки узлов на льне и сурике или стыковки узлов с последующей их сваркой. Затем магистрали выверяют и закрепляют на опорах и подвесках.

В двухтрубных системах водяного отопления стояк горячей воды всегда монтируется справа, а стояк обратной воды — слева (если смотреть на стену из помещения). В системах парового отопления стояк монтируют справа от конденсационного. Расстояние между осями смежных неизолированных стояков диаметром до 32 мм принимается равным 80 мм, а при большем диаметре это расстояние определяется из условий удобства монтажа.

После сборки магистральных трубопроводов к ним присоединяют стояки и ответвления к оборудованию. Вначале устанавливают отопительные узлы на место и выверяют по уровню и отвесу, затем соединяют отопительные узлы с помощью междуэтажной вставки. В отдельных случаях междуэтажная вставка поставляется на объект из двух частей с раструбным соединением. Тогда производится выверка вставки по отвесу с обваркой раструбного соединения. Для восприятия температурных линейных расширений на стояках монтируют междуэтажные вставки (где это требуется по проекту) с П-образными компенсаторами. Отопительные приборы к междуэтажным вставкам присоединяются на резьбе или сварке. На рис. 6.1 изображены элементы междуэтажной вставки в жилых и общественных зданиях.

Расположение отопительных приборов средств регулирования, подводок и обвязок для различных систем отопления определяется проектной документацией с учетом выполнения следующих нормативов: расстояние от оси трубопровода до поверхности штукатурки стены принимается равным 35 м для труб диаметром до 32 мм; радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 60 мм от пола, 50 мм от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм от поверхности штукатурки стен, а в помещениях лечебно-профилактических, санитарно-курортных и детских учреждений радиаторы устанавливаются на расстоянии не менее 100 мм от пола и 60 мм от поверхности стены: конвекторы монтируются от пола до низа оребрения или кожуха на расстоянии 70...150% глубины устанавливаемого

отопительного прибора и 20 мм от поверхности штукатурки стен до оребрения или кожуха; гладкие и ребристые трубы устанавливаются на расстоянии не менее 200 мм от пола и подоконной доски до ближайшей трубы и 25 мм от поверхности штукатурки стен с

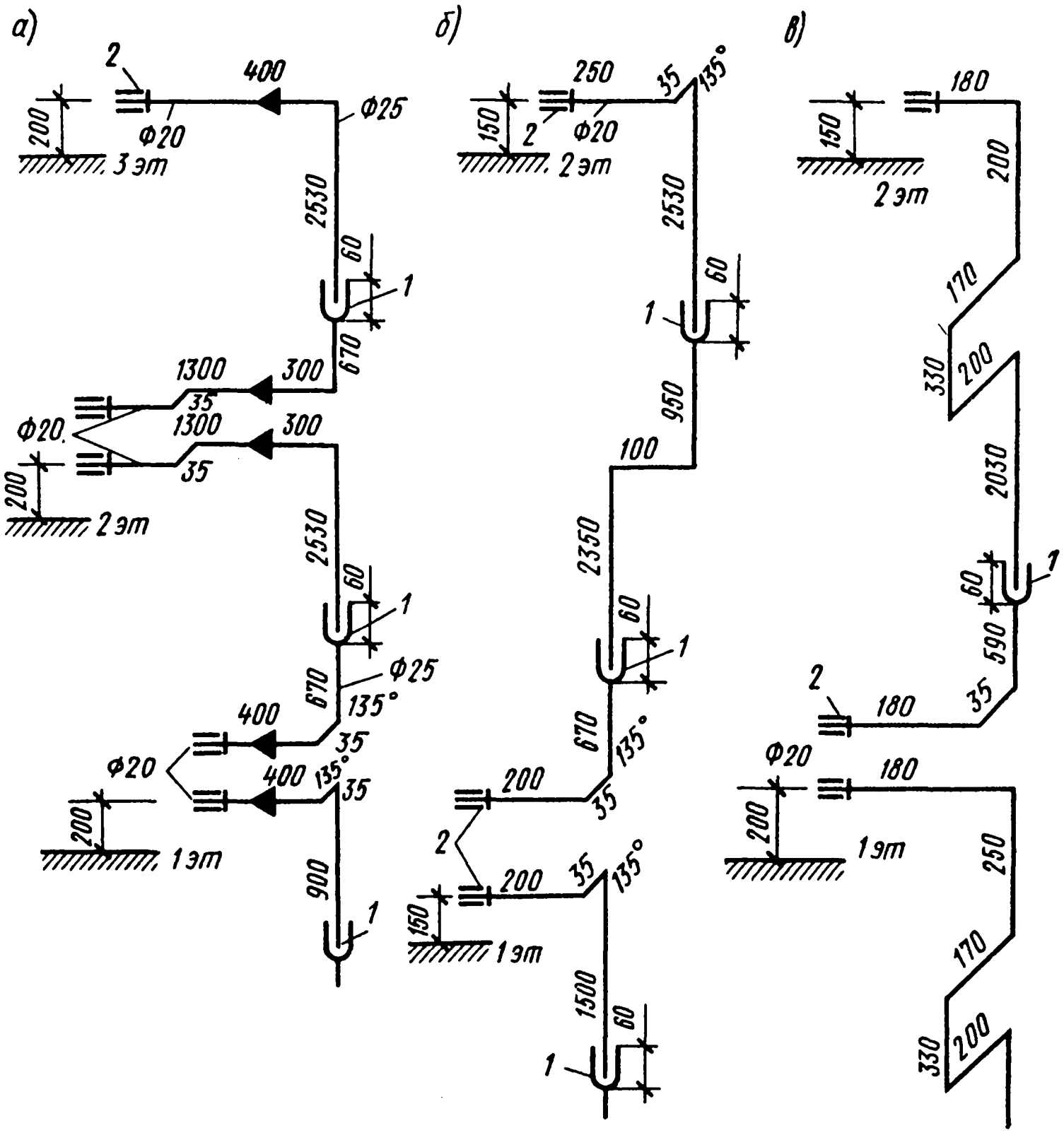


Рис. 6.1. Междуэтажные вставки жилых и промышленных зданий:
а — жилых; *б* — гражданских; *в* — промышленных; *1* — раструбное соединение; *2* — резьбовое соединение

расстоянием между осями смежных труб не менее 200 мм; при установке отопительного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проема, причем совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно; в однотрубной системе отопления с односторонним присоединением отопительных приборов открыто прокладываемый стояк монтируется на расстоянии (150±50) мм от кромки оконного проема, а длина подводок к отопительным приборам должна быть не более 400 мм.

Задвижки на магистралях и вводах в здание устанавливаются шпинделем вверх на горизонтальном трубопроводе и шпинделем

горизонгально на вертикальном трубопроводе. Направление потока транспортируемой среды любое.

Вентили запорные монтируются шпинделем вверх с наклоном в пределах верхней полуокружности на горизонтальном трубопроводе и шпинделем горизонтально на вертикальном трубопроводе. Направление потока транспортируемой среды — под клапан.

Краны пробковые проходные сальниковые устанавливают пробкой вверх или горизонтально. Краны пробковые натяжные устанавливают так, чтобы ось пробки была параллельна стене, к которой крепят трубопровод. Направление потока транспортируемой среды любое.

Конденсатоотводчики монтируют горизонтально, направление потока транспортируемой среды определяется стрелкой на корпусе конденсатоотводчика.

Остальная запорная арматура монтируется в горизонтальном положении, направление потока транспортируемой среды — под клапан.

Установка регуляторов, предохранительных клапанов и контрольно-измерительных приборов производится по рабочей документации (рабочему проекту) или в соответствии с заводской инструкцией.

Элеваторный узел поступает на строительную площадку, как правило, в собранном виде, и монтаж заключается в установке его краном на предварительно установленные кронштейны. Иногда на ЦЗМ изготовленный элеваторный узел разбирается на два или четыре типовых монтажных узла, а на строительном объекте собирается в процессе его монтажа. Элеваторы водоструйные устанавливают горизонтально, диаметр в сопле должен соответствовать проектному.

Манометры одного назначения, устанавливаемые на трубопроводах и оборудовании, целесообразно располагать на одном уровне с монтажом перед каждым манометром трехходового крана. На трубопроводах, имеющих температуру теплоносителя выше 378 К (105°С), манометры присоединяются через сифонную трубку.

Штуцера для установки термометров заливаются минеральным маслом и должны находиться в потоке теплоносителя.

Расширительные баки устанавливают на опорах, кронштейнах или подвешивают на хомутах в верхней точке системы отопления и присоединяют с отопительной системой без запорных и регулировочных устройств. Расширительные баки изготовляют как типовое изделие централизованно и снабжают отверстиями для присоединения расширительной циркуляционной, контрольной и переливной трубы. В процессе изготовления расширительные баки испытывают и окрашивают внутри и снаружи два раза железным суриком на натуральной олифе.

На строительной площадке расширительные баки устанавливают согласно монтажному проекту в проектное положение, подсоединяют к соответствующим трубам и покрывают тепловой изоляцией.

Для автоматического поддерживания определенного уровня воды в баке на его боковой стенке предусмотрены штуцера для присоединения двух реле уровня. Одно реле дает импульс на включение подпиточных устройств, другое — на их выключение. При установке реле уровня штуцер для присоединения контрольной трубы заглушается. Спуск грязи и шлама осуществляется через штуцер с пробкой в днище бака.

При монтаже расширительных баков необходимо выдерживать расстояние между точками присоединения расширительной и циркуляционной труб к обратному трубопроводу, которое в насосных системах должно быть не менее 2 м, а для других систем определяется проектом.

Горизонтальные и вертикальные воздухосборники изготовляют по типовым проектам в заводских условиях, испытывают, покрывают внутри и снаружи эмалью ПФ-115.

Горизонтальные воздухосборники устанавливаются в высших точках систем на горизонтальных участках трубопроводов с условным диаметром от 15 до 100 мм, а вертикальные — в высших точках вертикальных магистральных трубопроводов с условным диаметром от 40 до 150 мм (главные стояки). На патрубках для выпуска воздуха устанавливается запорный вентиль со штуцером для присоединения резинового шланга для отвода воздуха или конденсата в атмосферу или канализационную сеть. Установленные в неотапливаемых помещениях воздухосборники покрываются тепловой изоляцией.

Насосы поставляются на строящиеся объекты с баз УПТК или трубозаготовительных заводов в агрегированном виде, т. е. насос и электродвигатель закреплены на одной раме с установкой задвижек, обратных клапанов и врезкой бобышек под термометры и манометры.

В общем виде установка центробежного насоса выполняется следующим образом: принимают насосы с обвязкой, доставленные с баз УПТК или трубозаготовительного завода (входной контроль); проверяют готовность фундаментов под насосы, обратив особое внимание на расположение крепежных болтов рамы под насосный агрегат; анкерные болты, закрепленные в шаблон гайками, опускают в гнезда фундамента, устанавливая их на требуемую высоту с помощью клиньев, и заливают гнезда мелкозернистым бетоном или цементным раствором (перед установкой в гнездо фундамента резьба анкерных болтов выше шаблона смазывается машинным маслом и обертывается ветошью с обвязкой проволокой); через 48 ч после заливки гнезд отвертывают гайки, снимают шаблон, а клинья оставляют на месте; насосные агрегаты устанавливают на клиньях. Поочередно выдвигая клинья, опускают агрегаты на фундамент; выверяют агрегаты по уровню, завертывают гайки и контргайки и при необходимости делают подливку фундаментов из мелкозернистого бетона или цементного раствора; подсоединяют к насосным агрегатам трубопроводы.

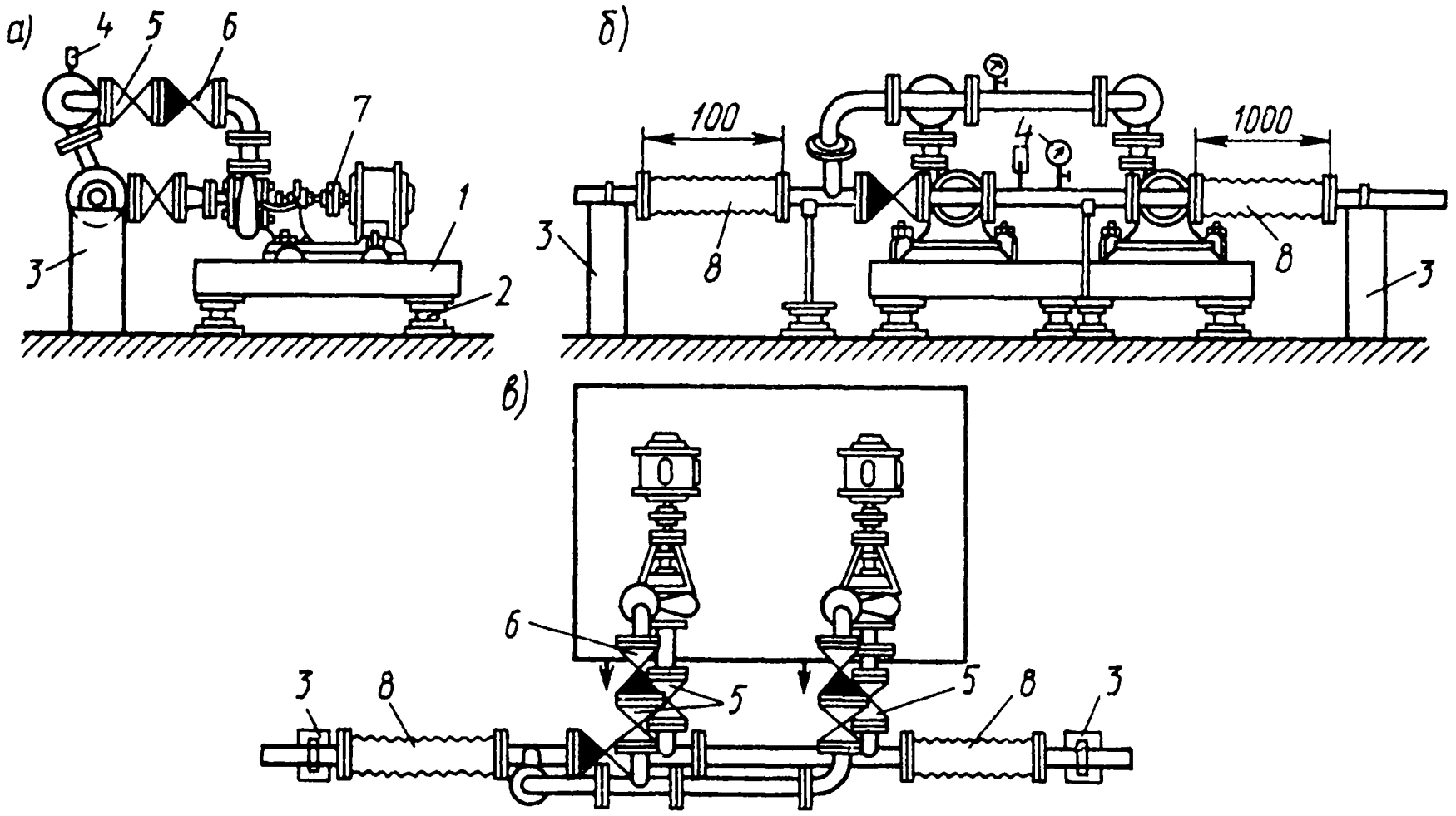


Рис. 6.2. Виброизолирующее основание с гибкими вставками для установки центробежного насоса:

а — вид сбоку; *б* — вид спереди; *в* — план; *1* — фундамент; *2* — виброосновaние фундамента; *3* — неподвижная опора; *4* — манометр; *5* — задвижки (вентили); *6* — обратные клапаны; *7* — эластичная муфта; *8* — гибкие вставки

При работе агрегатов шум и вибрация передаются от насоса через трубопроводы и фундаменты. Для устранения вибрации и шума, где это необходимо насосные агрегаты устанавливают на плавающих фундаментах, которые через виброизоляторы опираются на чистый пол, а на всасывающих и нагнетательных трубопроводах монтируются гибкие вставки. Фрагмент указанной установки одного насосного агрегата показан на рис. 6.2.

6.4. Особенности монтажа систем панельного отопления

Технологическая последовательность монтажа панельных систем отопления определяется местом расположения греющих панелей (в полу, на потолке, во внутренних и наружных стенах и т. д.) и их конструктивной особенностью. В зданиях массового строительства, особенно при полносборном строительстве жилых зданий, применяют греющие поверхности, располагаемые в наружных стенах или перегородках с одно- и двусторонней теплопередачей, а также с двусторонней теплопередачей и с приточным каналом. Расположение греющих поверхностей в полу находит применение в аэровокзалах, ангарах, в вестибюлях общественных зданий, детских учреждений, плавательных бассейнах и водолечебницах.

В качестве нагревательных приборов применяют бетонные панели с замоноличенными в них змеевиками или регистрами из стальных труб, которые до их закладки в бетон испытываются гидростатическим методом. Имеется некоторый опыт применения на-

гревательных элементов из термостойкого стекла и пластмассы. Большой интерес представляют приборы из водонепроницаемого бетона и обычного бетона с пропиткой каналов водонепроницаемыми средствами, которые пока находятся в стадии исследования. Изготовление таких приборов возможно потому, что бетон и сталь имеют почти одинаковые коэффициенты линейного расширения. До закладки нагревательного элемента в бетон концы труб закрывают деревянными или пластмассовыми пробками, а для обеспечения уклона (должен быть не менее 0,005) и формы к нему приваривают планки жесткости.

При приеме отопительных панелей на строительной площадке (входной контроль) нагревательные элементы продуваются воздухом и концы труб снова закрываются инвентарными заглушками.

Установка греющих панелей производится общестроительной бригадой таким образом, чтобы их присоединительные патрубки были отцентрированы, а при отсутствии раструбов на одну из труб в каждом соединении надевается надвижная муфта из трубы большего диаметра.

Таким образом, индустриальность монтажа систем панельно-лучистого отопления зависит от типа применяемых приборов и от степени заводской готовности изделий. По существу монтажная организация производит только сварку стояков панелей (сварка раструбов или сварка надвижной муфты к наружной поверхности присоединяемых труб) и испытание системы. По данным многих организаций трудозатраты на монтаж систем панельного отопления по сравнению с радиаторными снижаются на 20...45%, а общая стоимость систем — до 30%.

6.5. Особенности монтажа систем воздушного отопления

Использование воздуха как теплоносителя для обогрева помещений применялось в России с начала XIX в. Воздух подогревался в специальных камерах и от них по каналам направлялся в отапливаемые помещения. Доставка в обогреваемое помещение тепла, потребного для возмещения теплопотерь, достигается за счет подогрева воздуха выше комнатной температуры. В качестве нагревательных приборов используются калориферы, ребристые трубы, трубы с навивным оребрением, теплоэнергонагреватели, разнообразные огневые теплогенераторы на твердом, жидком или газообразном топливе с отводом продуктов сгорания в атмосферу.

Воздушное отопление может осуществляться различными способами: по каналам и без каналов, с полной рециркуляцией воздуха, прямоточно и по смешанной схеме. Но в любом случае монтажная организация производит работы только по установке нагревательных приборов, работающих от теплоносителей, и обвязке их трубопроводами. Остальные работы — устройство каналов, отопительных шкафов, установка теплогенераторов, не использующих

горячую воду или пар, выполняют рабочие других специальностей (каменщики, плотники, вентиляционники, электрики и т. д.).

Для уменьшения габаритов нагревательных приборов и большей интенсификации процесса теплообмена обычно применяют высокотемпературный теплоноситель, который требует особого внимания при монтаже и в процессе эксплуатации.

Средства и места расположения креплений нагревательных приборов определяются проектом, а крепление и прокладка трубопроводов осуществляются как при монтаже систем центрального отопления.

При монтаже воздушного централизованного отопления, совмещенного с вентиляцией (АПВС, АПВ, АО2, АОД2, АОУ2, СТД, приточные камеры ПК и т. д.), также выполняется только обвязка нагревательных приборов трубопроводами и их подключение к источникам теплоносителя.

6.6. Особенности монтажа систем парового отопления

Паровое отопление отличается от водяного более высокой температурой теплоносителя, значительным тепловым удлинением трубопроводов и скоплением воздуха в нижних частях системы.

Эти особенности вызывают при монтаже систем парового отопления повышенные требования к компенсирующим устройствам, усилению креплений трубопроводов и к их расположению, так как воздух необходимо удалять через конденсационные и воздушные линии.

Паровые и конденсационные подводки к нагревательным приборам, как правило, прокладываются с отступами с повышенными требованиями к герметичности соединений, особенно в вакуум-паровых и субатмосферных системах.

Пар, используемый для системы парового отопления низкого давления, поступает в распределительную гребенку теплового пункта обогреваемого здания, из которой направляется в отдельные ветки системы отопления. В системах парового отопления высокого давления в тепловых пунктах устанавливают две распределительные гребенки: одна для пара, идущего на технологические нужды предприятия, другая — для распределения пара, используемого для отопления, вентиляции и бытовых нужд. Между гребенками монтируют редукционный клапан, автоматически поддерживающий заданное давление вне зависимости от расхода пара, а до и после него — паровые вентили. На гребенках обязательно устанавливаются предохранительный клапан для возможности сброса повышенного против нормы давления. Труба от предохранительного клапана, площадь сечения которой должна быть не менее удвоенной площади сечения предохранительного клапана, выводится за пределы теплового пункта в места, недоступные для людей.

Краны редукционные устанавливают поршневой камерой вниз строго вертикально. Конденсат из поршневой камеры отводится через сифонную трубу. Направление потока пара — под клапан. Пространство под поршнем до пуска пара обычно заливается водой.

Клапаны предохранительные рычажно-грузовые монтируются входным фланцем строго горизонтально для обеспечения вертикального и равномерного распределения давления груза на седло клапана. Грузы клапанов закрепляются на рычагах. Давление среды — под клапан. Выбросная труба выводится вверх, а дренажная отводится вниз.

Монтаж трубопроводов целесообразно начинать после установки нагревательных приборов с устройства неподвижных опор и разметки мест расположения компенсаторов, паро- и конденсатопроводов.

При монтаже систем необходимо строго выполнять требования проекта по соблюдению уклонов паро- и конденсатопроводов и монтажу приспособлений для спуска конденсата и удаления воздуха и грязи (накипи, пленки, окалины и др.).

Для периодической продувки системы в процессе испытаний, приемки и эксплуатации в тупиках на конденсационной линии у концевых нагревательных приборов целесообразно дополнительно устанавливать воздушные краны.

6.7. Особенности монтажа систем отопления промышленных зданий

Отопление промышленных зданий отличается от вышерассмотренных систем отопления возможностью применения различных систем отопления и совмещения его с системами вентиляции и кондиционирования воздуха. Как правило, в нерабочее время все системы отопления промышленных зданий отключаются с одновременным включением дежурного отопления.

Эти особенности необходимо учитывать при монтаже систем отопления промышленных зданий. Порядок и технологическая последовательность монтажа систем отопления определяются направлением специализированного потока, его увязкой с поточным ведением других специальных и общестроительных работ, назначением системы отопления, видом теплоносителя, технологической особенностью помещений и других факторов.

В комбинированных системах отопления в первую очередь монтируют системы, которые обеспечивают тепловую устойчивость зданий и сооружений в процессе его монтажа, затем системы воздушного и парового отопления высокого давления, а потом отопления низкого давления и системы водяного отопления.

Для сокращения общих сроков строительства целесообразно обеспечить первоочередной пуск тепла в технологических помещениях, обеспечивающих широкий фронт для выполнения общестроительных и других специальных видов работ (насосные станции,

венткамеры, залы кондиционирования воздуха, помещения контрольно-измерительных приборов и оборудования, пультовые, щитовые, распределительные пункты и т. д.).

6.8. Испытание систем, приемка и сдача работ

Смонтированные системы отопления должны быть испытаны, налажены и доведены до такого состояния, чтобы все технические показатели их соответствовали проектным данным.

Прием систем отопления производится в три этапа, наружный осмотр, испытания гидростатическим или манометрическим методом и испытания на тепловой эффект.

При наружном осмотре проверяются исполнительные чертежи и соответствие выполненных работ утвержденному проекту (рабочему проекту), правильность сборки и прочность крепления труб и отопительных приборов, установки контрольно-измерительных приборов, запорной и регулирующей арматуры, расположения спускных и воздушных кранов, соблюдение уклонов, равномерность нагрева приборов (на ощупь), относительная бесшумность работы насосов и системы в целом, отсутствия течи в резьбовых соединениях, секциях радиаторов, кранах, задвижках и др.

После наружного осмотра проводится испытание по программе определяемой системой отопления и временем года. Для удобства выявления дефектных мест каждая система испытывается по узлам, а затем вся в целом. Испытания должны производиться до начала малярных работ.

Испытание систем водяного отопления и теплоснабжения должно производиться при отключенных источниках теплоносителей (котлы, водоподогреватели, элеваторные узлы) и расширительных сосудах гидростатическим методом давлением, равным 1,5 рабочего давления, но не менее 0,2 МПа в самой нижней точке системы. Числовое значение давления для испытания вводов в здания и тепловых узлов, присоединяемых к теплоцентралям, должно быть согласовано с руководством ТЭЦ.

Системы парового отопления низкого давления (до 0,07 МПа) испытывают гидростатическим методом давлением, равным 0,025 МПа в нижней точке системы, а системы парового отопления высокого давления (более 0,07 МПа) — гидростатическим методом давлением, равным рабочему давлению плюс 0,1 МПа, но не менее 0,3 МПа в верхней точке системы.

Паровые и водяные системы считаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если в течение 5 мин нахождения ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,02 МПа и отсутствуют течи в сварных швах, трубах, резьбовых соединениях, арматуре, отопительных приборах и оборудовании.

Системы отопления с бетонными греющими панелями испытываются гидростатическим методом до заделки монтажных окон давлением 1,0 МПа в течение 15 мин. Допустимое падение давле-

ния за это время должно быть не более 0,01 МПа. Для совмещенных панельно-радиаторных или панельно-конвекторных систем отопления испытательное давление не должно превышать предельного пробного давления для установленных в системе отопительных приборов.

Системы парового отопления и теплоснабжения после испытания гидростатическим методом должны быть проверены на плотность соединений путем пуска пара с рабочим давлением системы.

Манометрические испытания систем отопления и теплоснабжения производятся следующим образом: систему заполняют воздухом пробным избыточным давлением 0,15 МПа; при обнаружении дефектов монтажа на слух снижают давление до атмосферного и устраняют дефекты; затем систему заполняют воздухом давлением 0,1 МПа и выдерживают ее под пробным давлением в течение 5 мин. Система признается выдержавшей испытание, если при нахождении ее под пробным давлением падение давления не превысит 0,01 МПа.

При пуске отопления в зимних условиях должна быть предусмотрена возможность быстрого опорожнения его от воды, а также включения и отключения по частям.

Исправное и эффективное действие систем отопления и теплоснабжения определяется в результате их семичасовой непрерывной работы с теплоносителем в подающем трубопроводе, температура которого должна соответствовать температуре наружного воздуха, но не менее 323 К (50°С) , и величине циркуляционного давления в системе согласно рабочей документации.

При сдаче систем представляется комплект исполнительных чертежей (рабочая документация с отметками о внесенных в них изменениях), все акты приемки скрытых работ, паспорта оборудования, акты о гидравлических испытаниях и акты теплового испытания систем.

6.9. Мероприятия по охране труда при монтаже систем отопления

Строительно-монтажные работы при монтаже систем отопления должны вестись согласно ППР во взаимоувязке с общестроительными и другими специальными работами.

Газовые баллоны необходимо хранить в металлических шкафах. Сварочные аппараты должны быть занулены или заземлены, а в нерабочее время обесточены. На проведение огневых работ должно быть получено специальное разрешение, особенно на объектах реконструкции.

При работе трубными и гаечными ключами нельзя надевать отрезки трубы на ручки ключей и применять металлические подкладки под губки ключей. При заполнении систем теплоносителем и его спуске, при испытании и наладке необходимо пользоваться переносными светильниками напряжением не выше 12 В.

Рабочие места газоэлектросварщиков должны содержаться в чистоте и оборудоваться переносными первичными средствами пожаротушения.

Глава 7

МОНТАЖ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

7.1. Общие сведения

К внутреннему газооборудованию относятся внутренние газопроводы жилых домов и предприятий, а также бытовые газовые приборы и газопотребляющие установки коммунальных и промышленных предприятий. К внутренним газопроводам относятся ответвления от уличных газопроводов, дворовые газопроводы с вводами в здания, а также внутридомовые и внутрицеховые разводки. Они служат для подачи газа из уличных распределительных газопроводов к газовым приборам и установкам. Ответвления и дворовые газопроводы, хотя и являются подземными газопроводами, всегда рассматриваются как составная часть газооборудования дома или предприятия.

Наиболее распространенными бытовыми газовыми приборами являются газовые плиты, водонагреватели для приготовления горячей воды и для нагрева воды отопительных систем небольших домов и отдельных квартир. Иногда используют газ для печного отопления небольших жилых домов. На промышленных и коммунальных предприятиях широко используют переведенные на газ котлы для подогрева воды или получения пара. В последнее время на газ переводят различные печи и технологические установки.

Материалы и технические изделия, применяемые в системах внутреннего газоснабжения, определяются проектно-сметной документацией и должны отвечать требованиям государственных стандартов, СНиП 2.04.08—87, технических условий или нормалей и иметь паспорта, сертификаты и другие документы, подтверждающие это соответствие. Возможность замены труб и технических изделий должна определяться проектной организацией по запросу заказчика и регистрироваться в местной конторе газового хозяйства, согласовавшей проект (рабочий проект) внутреннего газоснабжения.

7.2. Подготовительные работы перед монтажом систем

Проектно-сметная документация, поступившая в монтажную организацию, рассматривается в установленном порядке и передается для разработки монтажного проекта. Проекты систем внутреннего газоснабжения для массового строительства могут разра-

батываться уже в монтажном исполнении, т. е. со всеми необходимыми размерами, позволяющими изготовлять все узлы газопроводов без каких-либо доработок в заводских условиях. При реконструкции или модернизации жилых, административных и промышленных зданий вначале производят разметку по проекту положения газопроводов и приборов в натуре с привязкой их к элементам конструкций. Затем в намеченных местах (в стенах, перегородках, перекрытиях) по согласованию с проектной организацией делают отверстия для прохождения газопроводов. После этого приступают к замерам. Наличие отверстий позволяет определить расположение осей трубопроводов, арматуры и оборудования с миллиметровой точностью. Замерные схемы и необходимые эскизы выполняют на специальных бланках. Для индустриализации монтажных работ замерные схемы составляют с учетом максимального использования унифицированных деталей (отрезков труб определенной длины, сгонов, отводов, бочонков и т. п.), всегда имеющихся в необходимых количествах на заводе или комплектовочной базе.

Проект (рабочий проект), монтажный проект или замерная схема после утверждения их главным инженером монтажной организации передается на завод для изготовления заготовок и в соответствующую группу для разработки ППР.

К моменту начала монтажа стены и перегородки должны быть оштукатурены. В местах установки газовых приборов и размещения газопроводов должна быть выполнена подготовка под полы. В местах, где газопроводы проходят через фундаменты, стены, перегородки и перекрытия, должны быть оставлены отверстия требуемых размеров. Помещения, в которых будет производиться монтаж газопровода, ограждают от проникновения атмосферных осадков. Готовность зданий для монтажа внутренних систем газоснабжения оформляют актом. Отдельным актом оформляется готовность газоходов, предназначенных для отведения продуктов сгорания от газовых приборов (газовых колонок и др.).

В подготовленном к монтажу здании или сооружении должна быть обеспечена возможность подключения к силовым и осветительным сетям электросварочного агрегата, электрифицированного инструмента и переносных ламп.

7.3. Монтаж внутренних систем газоснабжения жилых зданий

В современных условиях монтаж газопроводов внутри жилых домов сводится к сборке узлов газовых сетей, изготовленных в заводских условиях, и присоединению газовых приборов к газопроводам.

В отдельных случаях при газификации жилых домов в местах, где отсутствуют трубозаготовительные заводы и доставка заготовок нерентабельна, заготовку труб производят на месте монтажа. В этих случаях к слесарным работам по сборке газопровода добав-

ляют работы по перерезке труб ручным способом, нарезке резьб, гнутью труб, сборке заготовок и дополнительные сварочные работы.

Доставленные с трубозаготовительного завода или с комплектовочной базы трубные заготовки монтажная организация принимает на стройобъекте с проверкой качества изделий и комплектности отправной документации. Проверяют наличие клейм и маркировки на блоках, узлах и деталях, наличие сертификатов, актов испытания, а также комплектность всего оборудования узлов системы. Затем трубные заготовки раскладываются поэтажно или по стоякам в соответствии с указаниями на бирках, прикрепленных к комплектам заготовок.

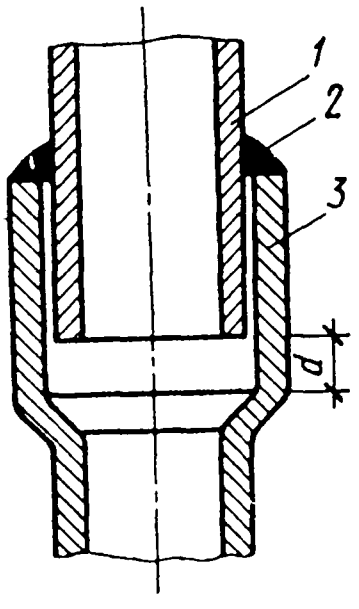


Рис. 7.1. Компенсирующий раструб:
1 — гладкий конец; *2* — сварной шов; *3* — раструб; *d* — регулирующий зазор

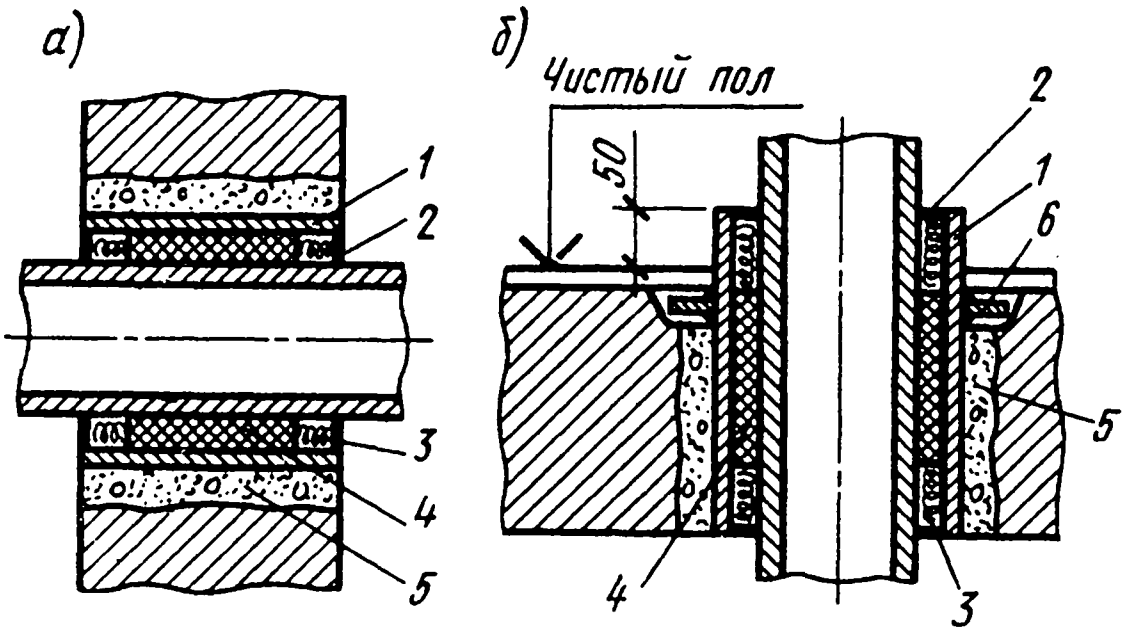


Рис. 7.2. Футляры (гильзы) для прокладки газопроводов:
а — через стены; *б* — через перекрытия; *1* — гильза; *2* — заделка битумом; *3* — битумизированная пакля; *4* — асбестовый шнур; *5* — раствор; *6* — опорное кольцо

Газовые стояки прокладывают строго вертикально. Отклонения их от вертикали должны быть не более 2 мм на 1 м длины трубопровода. Такие же требования предъявляются и к вертикальным участкам (опускам к приборам) внутриквартирной разводки.

Стояки монтируют из стальных труб, как правило, на сварке и прокладывают по лестничным клеткам, кухням и коридорам. До 1970 г. отдавали предпочтение стоякам, прокладываемым по лестничным клеткам, так как упрощался первичный пуск газа и улучшались условия проведения ремонта газовой системы. В настоящее время газовые стояки преимущественно прокладываются по кухням с минимальным расходом арматуры и фитингов.

Квартирный газопровод (или разводка) служит для подачи газа от стояка к газовым приборам. Квартирную газовую разводку выполняют из стальных труб на резьбе или сваркой. Резьбовые соединения применяют преимущественно в местах установки запорной арматуры и для присоединения газовых приборов. До 1977 г. квартирные газопроводы прокладывали на высоте 2 ... 2,2 м. В настоящее время высота прокладки не регламентируется. Во

всех случаях краны перед приборами всегда должны быть доступны и не заставлены. Все разводящие линии квартирной разводки прокладывают с уклоном не менее 0,001 к стояку или приборам.

Трубные заготовки стояков изготовляют обычно размером, не превышающим высоту этажа. В этом случае соединение элементов стояков по высоте делают раструбным на сварке. Раструб делают дорном на специальном станке. Такое соединение (рис. 7.1) позволяет регулировать высоту установки последующего элемента стояка, увеличивая или уменьшая зазор d в раструбе предыдущего элемента стояка и тем самым ликвидируются отклонения в строительной части. После окончательной установки верхнего элемента стояка делают прихватку, а затем его обваривают по периметру раструба.

Расстояние от стены до прокладываемого газопровода должно составлять не менее радиуса трубы, но не более 100 мм; резьбовые соединения во внутренней разводке (присоединение приборов и отключающих устройств) собирают на льняной пряди, пропитанной свинцовым суриком или белилами, разведенными натуральной олифой.

Собранные газопроводы надежно закрепляют к стенам и перекрытиям с помощью разъемных хомутиков, крючков (диаметр газопровода до 40 мм), подвесок и кронштейнов, заделанных в стену на цементном растворе или укрепляемых с помощью дюбелей.

При прохождении газопроводов через стены, перегородки и перекрытия устанавливают футляры (гильзы) с заделкой затрубного пространства (рис. 7.2). Футляр должен выступать выше чистого пола на 50 мм. Футляр следует предусматривать из труб такого диаметра, чтобы зазор между наружной стенкой газопровода и внутренней стенкой футляра был не менее 5 мм для газопроводов диаметром до 32 мм и не менее 10 мм для газопроводов большего диаметра. Расстояние от сварного шва до футляра должно быть не менее 100 мм.

К началу установки газового оборудования должна быть выполнена: облицовка или покраска стен, около которых устанавливаются оборудование, приборы и монтируются газопроводы; окраска полов в местах установки газового оборудования и приборов; установка моек, ванн, раковин, умывальников или других приборов, к которым подводятся трубопроводы.

Установка газовых приборов на место, присоединение их к газовым сетям и отопительным системам, а также обвязка газопроводами должны осуществляться с учетом требований заводских монтажно-эксплуатационных инструкций и нормалей.

Газовые приборы, опирающиеся на пол, устанавливают по уровню и ватерпасу. Нельзя подкладывать под ножки приборов для выравнивания щепки, картонки и другие прокладки. Газовые плиты устанавливают так, чтобы расстояние ее в свету до стены было не менее 70 мм. Если стена выполнена из сгораемого мате-

риала, то она за плитой должна быть оштукатурена или обита кровельной сталью по асбесту толщиной 3 мм. Обивка (или штукатурка) должна идти от пола и выступать за габариты плиты не менее чем на 100 мм с боков и не менее 800 мм по высоте.

При установке емкостных водонагревателей АГВ на деревянный пол в целях соблюдения требований пожарной безопасности под прибор перед его установкой укладывают стальной лист толщиной 0,8 мм по листовому асбесту толщиной 3 мм.

Проточные водонагреватели устанавливают на несгораемых стенах. При установке их на деревянные стены последние оштукатуривают или обивают кровельной сталью по листовому асбесту толщиной 3 мм. Обивка должна выступать за пределы водонагревателя на 100 мм во все стороны, а сам водонагреватель должен отстоять от нее не менее чем на 30 мм.

К стенам проточные водонагреватели крепят на подвесках или металлических планках. Установку водоподогревателей производят строго вертикально, ориентируя его по высоте так, чтобы расстояние по вертикали от пола до горелки было в пределах 900 ... ... 1200 мм.

Для отвода продуктов сгорания водонагреватели присоединяют к обособленным дымовым каналам с помощью труб, изготовленных из кровельной стали. Способ подвески и крепления дымоотводящих труб должен исключать возможность их прогиба. Звенья труб соединяются между собой с заходом трубы в трубу не менее 0,5 диаметра. Конец соединительной трубы не должен выступать за внутреннюю стенку канала, для чего на трубе перед входом в канал устанавливают шейку или гофру, которая упирается в стенку. После монтажа соединительные трубы, изготовленные из черной листовой стали, окрашиваются огнестойким (жароупорным) лаком.

Вводы в жилые дома чаще всего устраивают через лестничные клетки или непосредственно в помещение кухни. Допускается устройство одного общего ввода на все здание с разводящим трубопроводом в технических коридорах и технических подпольях при наличии постоянно действующей вентиляции.

В процессе работы составляются акты на скрытые работы и заполняется строительный паспорт как на внутридомовой газопровод, так и на газовый ввод низкого давления.

7.4. Особенности монтажа систем промышленных предприятий

Наиболее широко газ применяется на промышленных предприятиях в качестве топлива для приготовления пара и горячей воды и технического топлива в промышленных установках. Газ применяется для термической обработки металлов, обжига кирпича и керамических изделий, а также в различных отраслях промышленности строительных материалов. Промышленные предприятия

расходуют значительное количество газа, в связи с чем обычно снабжаются газом по газопроводам высокого или среднего давления. Иногда при расположении в одном районе большого числа предприятий к ним прокладывают специальные газопроводы, в которых поддерживается более высокое давление, чем в остальных городских сетях. На вводе газопровода обычно перед забором обязательно устанавливают отключающее устройство — чаще всего задвижку с линзовым компенсатором в колодце.

Газопроводы, прокладываемые по территории предприятия (межцеховые), могут быть подземные и надземные. Надземную прокладку газопровода осуществляют по наружным стенам зданий, по несгораемым перекрытиям, отдельно стоящим колоннам и эстакадам аналогично технологическим трубопроводам, методы и технологическая последовательность строительства которых изложены в гл. 12.

Внутренние газопроводы прокладывают открыто в местах, удобных для обслуживания и исключающих возможность их повреждения цеховым транспортом, подъемными кранами и другими движущимися механизмами. Ответвление к котлам, печам и другим агрегатам прокладывается в каналах со съемным несгораемым перекрытием или в штробе пола со сплошной заливкой бетоном.

Изготовление узлов и деталей внутренних газопроводов промышленных предприятий производится по замерочным чертежам. Перед монтажом узлов и деталей внутренних газопроводов производится их укрупнение до транспортабельных секций, которые монтажным механизмом устанавливаются в проектное положение. Соединения выполняют на сварке. Крепления открыто прокладываемых газопроводов к стенам, колоннам, перекрытиям внутри зданий, каркасам котлов или производственных агрегатов производят с помощью кронштейнов, хомутов, крючьев или подвесок на расстоянии, определяемом проектом.

При укладке участка внутреннего трубопровода в полу или в нишах производится его испытание на прочность и герметичность или все его стыковые соединения проверяются физическими методами контроля.

Газопроводы целесообразно вводить непосредственно в помещение в местах установки котлов, печей и других агрегатов, использующих газ. На вводе газопровода в помещение в доступном для обслуживания и освещенном месте устанавливают отключающее устройство. Расстояние от газопроводов, прокладываемых открыто внутри помещений до строительных конструкций, технологического оборудования и трубопроводов другого назначения, определяется условием обеспечения монтажа, осмотра и ремонта газопроводов и устанавливаемой на них арматуры.

На каждый внутрицеховой газопровод составляется строительный паспорт. Выполнение скрытых работ оформляется соответствующим актом.

7.5. Монтаж установок сжиженных газов

В небольших городах, рабочих поселках, в небольших промышленных узлах, коммунальных предприятиях, колхозах, совхозах и других населенных пунктах, снабжение которых природным газом по каким-либо причинам невозможно, используют сжиженные газы для приготовления пищи, отопления и для других хозяйственных и технологических нужд.

Газоснабжение небольших домов и мелких коммунально-бытовых потребителей осуществляется от индивидуальной газобаллонной установки, представляющей взаимосвязанную систему наполненного газом баллона с газовым прибором (чаще всего с плитой). Прибор и баллон соединяются между собой стальным газопроводом или гибким шлангом. Для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне у баллона или непосредственно на баллоне устанавливается редуктор. Баллоны устанавливаются в помещениях и на улице в специальных шкафах. На кухне, в коридоре или других нежилых помещениях по правилам Госгортехнадзора можно устанавливать только один баллон, причем он должен располагаться не ближе 1 м от газового прибора, радиатора отопления, печи. Установка баллонов против топочных дверок печей и плит не допускается. Баллон укрепляется к стене скобами или ремнями так, чтобы обеспечивались его устойчивость, легкая замена и осмотр. Монтаж газопроводов такой установки выполняют из готовых стандартных деталей. Газопроводы из резинотканевых рукавов, прокладываемые по стенам и другим конструкциям зданий и сооружений, укрепляются с помощью специальных скоб и хомутов, не допускающих смятие рукавов. Расстояние между скобами принимается в пределах 500 мм.

В специальных шкафах, как правило, устанавливают два баллона. Если газифицируют одну квартиру, то монтируют один шкаф, для нескольких квартир устанавливают несколько шкафов.

Шкаф монтируют с наружной стороны на прочное основание и укрепляют к стене здания. Расстояние от шкафа до окна первого этажа или двери должно быть не менее 500 мм, а от дверей и окон цокольных и подвальных помещений — не менее 3 м.

Для газоснабжения многоквартирных жилых домов вместо индивидуальных шкафов на каждую квартиру нередко устанавливают общие шкафы на группу баллонов (6, 8, 10, 12 и более баллонов). Разводку от шкафных установок к газовым приборам монтируют из водогазопроводных труб по наружным стенам до помещений, в которых устанавливают газовые приборы, а затем пропускают через стены и далее по стенам нежилых помещений. Если газифицируют двухэтажные жилые дома, то разводку делают внутри помещений с устройством стояков. Шкафы с обвязкой изготовляют и испытывают в заводских условиях или в мастерских.

Для газоснабжения многоэтажных жилых домов и промышленных предприятий применяются резервуарные установки вместимо-

стью 2,5 и 5 м³. Чаще всего резервуарные установки применяют подземные, но они могут быть и надземные. Расположение и ограждение их определяется проектом. Емкости с горловинами и фланцами изготовляют, испытывают и покрывают грунтовкой на заводах. Редукционные головки с кожухами также изготовляются на заводах и чаще всего входят в объем поставки вместе с емкостью.

Полученные с завода-изготовителя резервуары осматривают с внешней и внутренней сторон, проверяют комплектность поставки и наличие технической документации и по заводским клеймам определяют номер резервуара, дату изготовления и освидетельствования, вместимость, рабочее и пробное давление, массу. Затем устанавливают редукционную головку на емкость. Если резервуар или редукционная головка не использовались более года с момента изготовления или находились в ремонте, их подвергают испытанию.

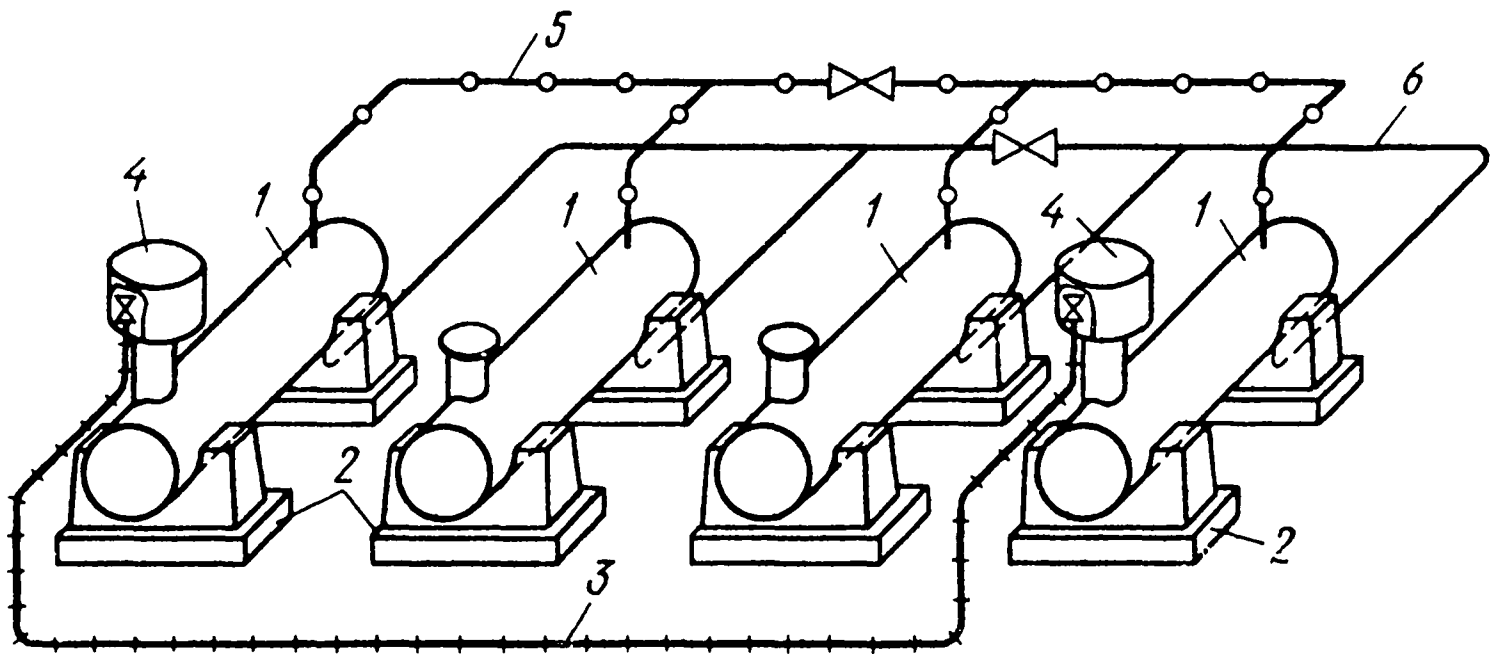


Рис. 7.3. Схема обвязки групповой резервуарной установки:
1 — резервуар; *2* — фундамент; *3* — подземный газопровод к потребителям; *4* — редукционная головка; *5* — трубопровод паровой фазы; *6* — трубопровод жидкой фазы

Технологическая последовательность выполнения работ по строительству групповой установки (резервуарной установки) (рис. 7.3) в общем виде без разделения строительных и монтажных работ включает в себя следующие основные операции: подготовка котлованов; устройство фундаментов под цистерны; гидроизоляция резервуаров; установка резервуаров на фундамент; обвязка резервуаров и прокладка трубопроводов; испытание системы; засыпка подземных резервуаров и трубопроводов; ограждение газобаллонной установки.

Установку резервуаров ведут с помощью самоходных стреловых кранов с использованием мягких строп — полотенец. После посадки резервуара на фундаменты и проверки целостности изоляции устанавливают подмости для установки разводок.

Трубопроводы обвязок изготовляют и собирают по проекту на трубозаготовительных заводах или базах УПТК. После испытания

их демонтируют, комплектуют и маркируют для отправки на стройплощадку.

Обвязочные трубопроводы монтируют из трубных заготовок на сварке, а к резервуарам подсоединяют на фланцах. В качестве прокладного материала используют паронит толщиной 3 ... 4 мм.

От групповой установки до жилых и общественных зданий газопроводы прокладывают под землей по правилам, изложенным в гл. 13. Заготовку внутренних элементов сети сжиженного газа, монтаж газопроводов, их испытание и сдачу в эксплуатацию выполняют по тем же правилам, что и для внутридомовых газопроводов.

На территориях промышленных предприятий прокладка сетей сжиженного газа допускается наземно и подземно по правилам прокладки технологических трубопроводов.

7.6. Пуск систем внутреннего газоснабжения в эксплуатацию

Законченный монтажом внутренний газопровод испытывают на прочность и герметичность.

В жилых домах, общественных и коммунально-бытовых зданиях испытания на прочность производят участками от отключающего устройства на вводе до кранов, установленных перед приборами, при этом приборы отключают. Если на сети установлены счетчики, то испытания проводят без них, соединив в этом месте участки газопровода перемычкой. До испытания производят осмотр всей системы и проверяют соответствие выполненных работ Строительным нормам и правилам и проекту. Исправное действие вентиляционных устройств должно подтверждаться документом, подписанным автором проекта и исполнителем работ. После устранения выявленных в процессе осмотра дефектов производится испытание газопроводов низкого давления на прочность воздухом давлением 100 кПа для выявления мест утечек. Дефектные места обнаруживают путем обмыливания мест соединений мыльной эмульсией. В местах утечек воздуха образуются пузыри. Дефекты сварки исправляют предварительной вырубкой дефектной части шва. Неплотности резьбовых соединений устраняют путем разборки и сборки их вновь. Исправление дефектов производят при снижении давления в газопроводе до атмосферного. После исправления дефектов газопровод вторично испытывают на прочность. Время испытания внутренних газопроводов на прочность не регламентируется.

На герметичность (плотность) внутренние газопроводы испытывают с установленными счетчиками и газовыми приборами воздухом давлением 4 кПа. Если установка счетчиков не предусмотрена проектом, то испытательное давление принимают равным 5 кПа. Чтобы обеспечить необходимую точность испытаний газопровод выдерживают под давлением в течение 3 ч. За это время

температура воздуха в газопроводе и окружающей среды выровнится. Испытанию подлежит вся газовая разводка. Газопровод считают выдержавшим испытание на плотность, если падение давления за 5 мин не превышает 0,2 кПа. За давлением наблюдают с помощью U-образного водяного манометра. Если падение давления выше нормы, то с помощью кранов отключают от испытываемой системы отдельные участки и смотрят, после отключения какого участка прекратилось падение давления. На этом участке особенно тщательно осматривают и обмыливают резьбовые соединения, краны и фитинги и устраняют обнаруженные неисправности. Нередко причиной недопустимого падения являются неплотное закрытие кранов газовых приборов. Неплотности в кранах чаще всего устраняют разборкой и смазкой пробок. Иногда пробки приходится притирать. После устранения дефектов газопровод вторично испытывают на герметичность.

Испытания на прочность и герметичность оформляют актами. Результаты испытаний заносят в строительные паспорта соответствующих внутренних газопроводов.

После испытаний вновь смонтированные газопроводы и газовые приборы перед пуском в эксплуатацию подлежат специальной приемке. Домовое газооборудование обычно принимает комиссия с обязательным участием представителя газового хозяйства, жилищного управления, монтажной организации. Комиссия проверяет соответствие выполненных работ проекту, СНиПу, техническим условиям и правилам Госгортехнадзора, определяет качество работ, проверяет исполнительную документацию и составляет акт, дающий право на пуск газа в систему и ее эксплуатацию.

Если после приемки внутреннего газопровода газ не был включен в течение длительного времени или в доме производились строительные работы, при которых могли быть повреждены газопроводы, то необходимо перед включением газа произвести повторную проверку газопровода на герметичность.

Подключение внутридомового газооборудования и пуск газа осуществляет назначенная эксплуатационной организацией газового хозяйства бригада квалифицированных слесарей во главе с инженерно-техническим работником в присутствии представителя монтажной организации и домоуправления. Руководитель бригады получает наряд на работу, проект газооборудования дома и исполнительные чертежи на газовые вводы.

После внешнего осмотра для полной гарантии от каких-либо неплотностей до начала пуска газа производят контрольную проверку газопроводов на давление 5 кПа. Если давление падает незначительно (менее 0,2 кПа за 5 мин), то закрывают краны на ответвлениях от стояков в квартиры, а при расположении стояков на кухнях — перед приборами и приступают к удалению газовоздушной смеси. При наличии задвижки на вводе после нее вынимают заглушку (глухую прокладку), которая ставится перед испытанием системы, и проверяют герметичность фланцевого соединения

с помощью мыльной эмульсии. Потом в верхней части стояка вывертывают концевую пробку, а на газопровод надевают гибкий шланг, один конец которого выводят в окно. При открытии вводного запорного устройства давлением поступающего газа из стояка газопровода через шланг удаляется сначала воздух, а затем газовоздушная смесь. Процесс удаления воздуха и газовоздушной смеси называется продувкой домовых газопроводов. Убедившись, что в газопроводе находится чистый газ, продувку заканчивают и отсоединяют шланг. Стояки продувают все сразу или поочередно в зависимости от числа слесарей в бригаде. Если продувают только часть стояков, то остальные стояки с помощью кранов и задвижек отключают от общей схемы дома.

Зажигать газовые приборы разрешается только после продувки квартирной разводки. Для этого один конец шланга надевают на трубку горелки плиты, предварительно сняв с нее форсунку, а второй выводят в окно.

Резервуары сжиженного газа испытывают в соответствии с требованиями правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных Госгортехнадзором СССР.

Внутренние газопроводы низкого давления от индивидуальных и групповых баллонных установок сжиженного газа в жилых и общественных зданиях подвергаются испытанию на прочность и герметичность по нормам испытания газопроводов природного газа.

Испытание трубопроводов жидкой и паровой фазы групповых установок сжиженного газа внутрицеховых газопроводов, а также пуск газа во внутрицеховые системы газоснабжения осуществляется в соответствии с проектом и в порядке, установленном правилами Госгортехнадзора.

7.7. Мероприятия по охране труда при монтаже внутренних систем газоснабжения

При пробивке отверстий в перекрытиях и стенах рабочие должны быть в защитных очках. Места пробивки отверстий ограждаются так, чтобы с противоположной стороны пробиваемых отверстий отскакиваемые куски не попали в людей.

При транспортировке трубных заготовок к месту монтажа они укладываются горизонтально и не должны мешать проходу рабочих.

При сварочных работах необходимо следить за заземлением сварочного аппарата и обеспечить безопасность труда в зоне монтажа рабочих других специальностей путем ограждения места производства работ.

При испытании систем давление должно повышаться равномерно, без пневматических ударов при непрерывном контроле за показаниями манометров.

Пуск газа в систему разрешается производить только лицам, специально подготовленным для этих работ. В помещении, где производится удаление газовоздушной смеси, присутствие посторонних лиц запрещается. При зажигании горелки сначала к горелке подносят зажженную спичку или лучину (в зависимости от конструкции прибора) и открывают кран, после чего регулируют пламя.

Перед пуском газа во внутренние газовые системы промышленных предприятий проверяют обособленность и плотность дымоходов, наличие в них тяги, а также исправное действие вентиляционных устройств. Наладку систем газоснабжения производят при обеспечении трехкратного воздухообмена в помещениях, где возможно появление газа при наладке.

Если работы ведутся с подмостей, выполнение каких-либо заготовительных процессов (гнутье труб, обрезка, развальцовка и т. п.) на них не разрешается. Стремянки и лестницы должны быть прочными и не скользить по полу.

Работу, связанную с огнем, на действующем предприятии при его реконструкции, в том числе и сварку, начинают только по наряду-допуску, в котором указывают все необходимые профилактические мероприятия, а также место работы, время и характер ее.

Глава 8

МОНТАЖ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

8.1. Оборудование, материалы и типовые детали систем вентиляции и кондиционирования воздуха

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха используются вентиляторы, кондиционеры, приточные камеры, воздушные завесы, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы.

Вентиляторы состоят из кожуха, рабочего колеса и привода. В зависимости от полного давления, которое создают вентиляторы при перемещении воздуха, они бывают *низкого давления* (до 1 кПа), среднего (1 ... 3 кПа) и *высокого* (3 кПа).

По направлению вращения рабочего колеса, если смотреть со стороны всасывания (СТ СЭВ 2145—80), вентиляторы изготовляются: *правого вращения* — колесо вращается по часовой стрелке; *левого вращения* — колесо вращается против часовой стрелки.

По принципу действия и конструктивным особенностям вентиляторы подразделяются на радиальные (центробежные), осевые, крышные и потолочные.

В зависимости от физико-химических свойств перемещаемых сред промышленность выпускает радиальные вентиляторы: *общего назначения* (для обычных сред) — для перемещения неагрессивных сред температурой не более 353 К (80°С) и запыленностью не более 1000 мг/м^3, не содержащих липких веществ; *коррозионностойкие* — для перемещения газообразных химически агрессивных сред; *искрозащищенные* — для перемещения взрывоопасных сред; *теплостойкие* — для перемещения газов температурой от 353 К (80°С) до 473 К (200°С); *пылевые* — для перемещения воздуха или газа температурой не более 353 К (80°С) и запыленностью более 100 мг/м^3 или для пневматического транспортирования сыпучих и волокнистых материалов.

По типу приводов вентиляторы изготовляют: с непосредственным соединением с электродвигателем; с клиноременной передачей и постоянным передаточным отношением; с одно- и двусторонним всасыванием; с регулирующей бесступенчатой передачей (вариаторы, гидравлические и электрические муфты скольжения).

Основными характеристиками радиального вентилятора служит его тип и номер. За номер вентилятора принимается величина, соответствующая номинальному диаметру рабочего колеса D, выраженному в дециметрах. Например, вентилятор, диаметр рабочего колеса которого $D=250$ мм, обозначают № 2,5; $D=1250$ мм — 12,5 мм и т. д.

Наилучшими монтажными свойствами обладают вентиляторные агрегаты с радиальными центробежными вентиляторами, поставляемые комплектно с полным приводом и виброизоляторами.

Кондиционеры — агрегаты, предназначенные для кондиционирования воздуха в помещении. По месту расположения относительно обслуживаемых помещений кондиционеры подразделяются на центральные и местные.

Центральные кондиционеры, снабжающие воздухом несколько отопительно-вентиляционных установок с рециркуляцией и без рециркуляции воздуха, поставляются в виде отдельных составных элементов, типовых секций или компактно в собранном виде.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы предназначены для устройства локальной вентиляции с целью предотвращения поступления холодного воздуха через открытые двери и ворота. В воздушных завесах используют воздух без подогрева, а в воздушно-тепловых — подогреваемый в воздухонагревателях. Воздушные и воздушно-тепловые завесы поставляются в виде отдельных элементов или в блочном исполнении.

Воздухонагреватели (калориферы) предназначены для нагревания воздуха в приточных системах вентиляции и кондиционирования воздуха, воздушного отопления, тепловых завес и в сушильных установках. Они по типу теплоносителя бывают *водяные* или *паровые,* а по числу рядов теплопередающих трубок — *однорядные, двухрядные, трехрядные* и т. д. По конструкции оребрения различают *пластинчатые* и *спирально-навивные воздухонагреватели.* На-

ружная оребренная поверхность их имеет противокоррозионное цинковое покрытие, которое одновременно улучшает теплопередачу в местах контакта пластин или спирального оребрения с трубками.

Промышленность в настоящее время изготовляет воздухонагреватели пяти моделей: *самую малую* (СМ), *малую* (М), *среднюю* (С), *большую* (Б) и *самую большую* (СБ). А каждая модель воздухонагревателей подразделяется на 12 номеров, которые определяют присоединительные размеры и поверхность нагрева. Воздухонагреватели выпускают с присоединительными штуцерами (патрубками). В отдельных случаях по условиям заказа патрубки одноходовых воздухонагревателей могут быть изготовлены с фланцами.

Кроме воздухонагревателей, обогреваемых водой и паром, промышленность выпускает *электровоздухонагреватели,* в которых электрический ток, проходя по спиралям или тэнам, нагревает их и проходящий через них воздух поглощает теплоту.

К **оборудованию для очистки воздуха** относятся циклоны, скрубберы, волокнистые, рукавные и электрические фильтры. Один из основных показателей указанного оборудования — эффективность очистки воздуха, которая выражается отношением массы пыли, осажденной в фильтрах или циклонах, к массе пыли, поступившей с загрязненным воздухом к оборудованию. Существует три вида очистки воздуха: *грубая,* при которой мелкая пыль не улавливается, *средняя,* при которой задерживается не только крупная, но и средняя и часть мелкой пыли, и *тонкая,* когда улавливаются даже очень мелкие пылинки.

По назначению **вентиляционные детали** подразделяются: на детали для регулирования количества воздуха; воздухораспределительные устройства; типовые детали вентиляционных устройств; детали крепления воздуховодов; детали для соединения воздуховодов.

К *деталям для регулирования количества воздуха* относятся дроссель-клапаны, воздушные унифицированные заслонки, огнезадерживающие клапаны, шиберы, лепестковые обратные клапаны во взрывобезопасном исполнении.

К *воздухораспределительным устройствам* относятся прямоточные регулируемые воздухораспределители (от ВР-2,5 до ВР-14), воздухораспределители для сосредоточенной подачи воздуха типа ВСП (прямоструйные), пристенные воздухораспределители (ВП-2 ... ВП-5), душирующие патрубки с верхней ПДв и нижней ПДн подачей воздуха, приколонные регулируемые веерные воздухораспределители (НРВ); эжекционные воздухораспределители (ВСП, ВР, ВЭПш, ВЭПв и др.). Простейшими распределителями также могут быть отверстия, вырезанные в приточных воздуховодах и закрытые обычной или просечной сеткой. В некоторых случаях отверстия перекрывают движками для регулирования количества воздуха, подаваемого в помещение.

К *типовым деталям вентиляционных систем* относятся штампованные воздухозаборные решетки с неподвижными ребрами, приточные регулируемые решетки РР, приточно-вытяжные щелевые решетки типа Р, просечная сетка, дефлекторы ЦАГИ, зонты, двери для вентиляционных камер, гибкие вставки, трубчатые глушители, пластинчатые шумоглушители, вентиляционные фильтры экранированных помещений, пружинные виброизоляторы, штампованные отводы, узлы прохода вентиляционных шахт через перекрытия зданий и сооружений, местные и бортовые отсосы; вытяжные шкафы, пылеприемники и др.

К *деталям крепления воздуховодов* можно отнести кронштейны, хомуты, траверсы, регулируемые и нерегулируемые подвески, тяги, захваты.

К *деталям для соединений воздуховодов и фасонных частей* относятся круглые и прямоугольные фланцы, бандажи, манжеты, замки, соединительные рейки.

Воздуховоды и фасонные части к ним бывают *круглого* и *прямоугольного сечений.* В зависимости от материалов, из которых их изготовляют, они подразделяются на *металлические* и *неметаллические.* По способу соединения между собой воздуховоды делятся на фланцевые и бесфланцевые.

Воздуховоды поставляются централизованно или выполняются из бетона, железобетона, кирпича, керамзитобетона, арболита, гипсокартона и других строительных материалов в виде каналов в процессе возведения здания. При использовании пространства подшивных потолков в качестве воздуховодов металлические конструкции должны быть защищены антикоррозионным покрытием, а строительные конструкции оштукатурены (затерты) и окрашены.

Для создания герметичности соединениям воздуховодов применяют различные **уплотняющие материалы** в виде *поролона, монолитной листовой технической и пористой резины, полимерного мастичного жгута* ПМЖ-1, *полимерного материала* ПРК-2, *термоусаживающих уплотняющих манжет, асбестового шнура, асбестового картона, бутепрола, герлена, кислотостойкого прокладочного пластика или кислотостойкой резины* и т. д.

К **вспомогательным материалам,** используемым для монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха, относятся *метизы, электроды, сварочная проволока, лакокрасочные материалы, приводные ремни, смазочные материалы.* Их марка определяется монтажным проектом или рабочей документацией.

8.2. Подготовительные работы перед монтажом систем

Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции и кондиционирования воздуха включают в себя следующие основные последовательно выполняемые процессы: подготовку объекта к мон-

тажу указанных систем; прием и складирование воздуховодов и оборудования; комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей; подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости проведение предмонтажной ревизии оборудования; сборку узлов; доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа; установку средств крепления; монтаж оборудования; укрупнительную сборку воздуховодов; монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов; монтаж опусков и деталей систем; изготовление и монтаж подмеров; обкатку смонтированного оборудования; наладку и регулирование систем; сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы; устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций под вентиляционное оборудование; установка предусмотренных проектом закладных деталей и опорных конструкций для присоединения к ним деталей крепления воздуховодов, герметических дверей, унифицированных воздушных заслонок и других деталей вентиляционных систем; устройство монтажных проемов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении зданий; оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов, установки решеток и других воздухораспределительных устройств; устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении (со штукатуркой и огрунтовкой внутренних поверхностей); нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах; остекление (хотя бы в одну нитку) окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот; устройство электрического освещения в местах выполнения вентиляционных работ и силовых щитков для подключения электросварочных агрегатов и электрифицированного инструмента; выполнены мероприятия для безопасного ведения работ (ограждены проемы, сделаны навесы и др.). Указанные работы должны быть выполнены на отдельных захватках или на всем объекте. Их готовность оформляется двусторонним актом.

При приемке фундаментов под вентиляционное оборудование рулеткой или метром проверяют правильность геометрических размеров, а также их привязку к строительным конструкциям (расстояние от стен, перегородок). При больших размерах фундаментов под кондиционеры, производят геодезическую съемку, чтобы проверить горизонтальное положение фундамента. Одновременно проверяют наличие и расположение отверстий для анкерных болтов.

После приемки объекта под монтаж уточняется совмещенный

график производства работ с возможной корректировкой сроков выполнения строительных, электромонтажных, санитарно-технических и других смежных работ, завозятся вентиляционные заготовки и детали, принимается в монтаж по акту вентиляционное оборудование, завозится ручной инструмент, средства малой механизации, инвентарь и приспособления, заказываются механизмы и согласовываются методы крепления такелажных устройств к конструкциям здания.

При разработке и корректировке совмещенного графика производства работ следует учитывать специфические особенности объекта и следующие общие правила: работы по устройству приточных камер необходимо выполнять в первую очередь; проходы вентиляционных воздуховодов через кровлю устраивают до или одновременно с возведением кровли; монтаж воздуховодов местных вытяжных систем производят после установки технологического оборудования с местными отсосами; воздуховоды в строительном исполнении возводят до монтажа остальных сборных воздуховодов; закладные детали и устройство средств крепления в строительных конструкциях выполняют в процессе их монтажа; воздуховоды из винипласта и синтетических материалов необходимо монтировать в теплое время года, а при их монтаже в зимних условиях в помещениях должна быть обеспечена плюсовая температура; особое внимание уделяется на пересечение воздуховодов с технологическими и другими трубопроводами и между собой.

8.3. Монтаж металлических воздуховодов

При монтаже металлических воздуховодов следует соблюдать следующие основные требования СНиП 3.05.01—85 «Внутренние санитарно-технические системы»: не допускать опирания воздуховодов на вентиляционное оборудование; вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от отвесной линии более чем на 2 мм на 1 м длины воздуховода; фланцы воздуховодов и бесфланцевые соединения не следует заделывать в стены, перекрытия, перегородки и т. д.; болты во фланцевых соединениях должны быть затянуты до отказа, все гайки болтов располагаются с одной стороны фланца, при установке болтов вертикально гайки располагаются с нижней стороны соединения; воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха, следует монтировать так, чтобы в нижней части воздуховодов не было продольных швов; разводящие участки воздуховодов, в которых возможно выпадение росы из транспортируемого влажного воздуха, прокладывают с уклоном 0,01 ... 0,15 в сторону дренирующих устройств; воздуховоды следует надежно крепить к строительным конструкциям, свободно подвешиваемые воздуховоды должны быть расчалены путем установки двойных подвесок через каждые две одинарные подвески при длине подвески до 1,5 м и через каждую одинарную подвеску при ее длине более 1,5 м.

Способ монтажа воздуховодов выбирают в зависимости от их положения (вертикальное, горизонтальное) характера объекта, местных условий, расположения относительно строительных конструкций (внутри или снаружи здания, у стены, у колонн, в межферменном пространстве, в шахте, на кровле зданий), а также от решений, заложенных в ППР или типовых технологических картах.

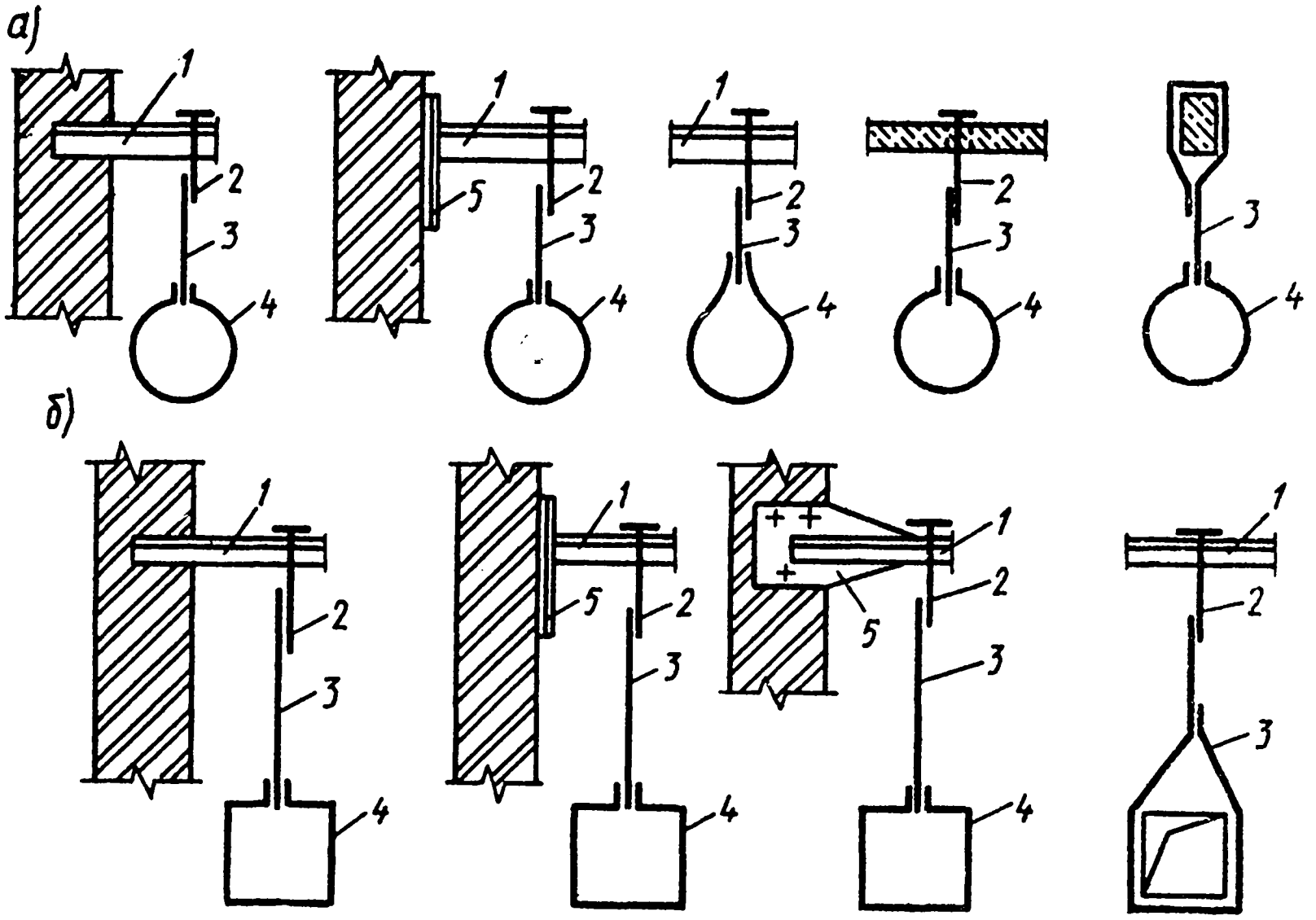


Рис. 8.1. Конструкция крепления стальных горизонтальных воздуховодов:

а — круглого сечения; *б* — прямоугольного сечения; *1* — кронштейн; *2* — регулируемая тяга; *3* — тяга из перфорированной ленты; *4* — хомут; *5* — плита

Расчетный шаг кронштейнов, подвесок и других креплений воздуховодов устанавливается монтажным проектом, рабочей документацией или в соответствии со СНиПом назначается до 3 м при диаметрах круглых горизонтальных воздуховодов или размерах стороны прямоугольного воздуховода более 400 мм и не более 4 м — для воздуховодов остальных размеров и вертикальных металлических.

Крепить растяжки и подвески непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Хомуты должны плотно охватывать металлические воздуховоды. Наиболее распространенные конструкции крепления стальных горизонтальных воздуховодов приведены на рис. 8.1, а крепления вертикальных стальных воздуховодов — на рис. 8.2. Конструктивные размеры средств крепления воздуховодов для всех диаметров и размеров по нормам приведе-

ны в альбоме типовых конструкций серия 5.904—1 «Крепления стальных неизолированных воздуховодов».

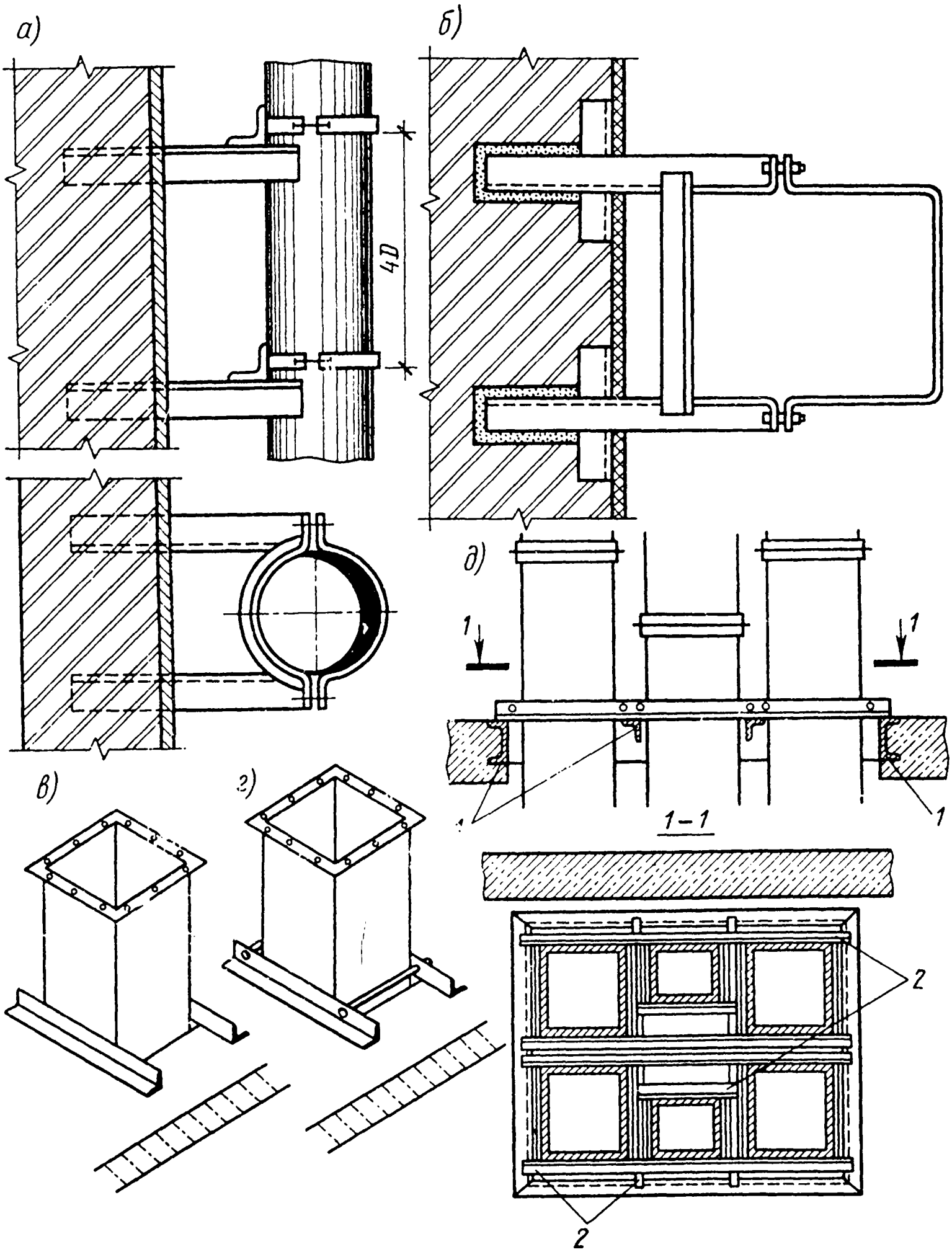


Рис. 8.2. Конструкция крепления стальных вертикальных воздуховодов:

а — круглого сечения; *б* — квадратного сечения; *в* — квадратного сварного; *г* — квадратного фальцевого; *д* — группы вертикальных воздуховодов; *1* — закладная рама; *2* — детали крепления

Монтаж воздуховодов независимо от их конфигурации и месторасположения начинают с разметки и осмотра мест прокладки, с тем чтобы выявить наиболее удобные пути транспортирования и подъем воздуховодов и недостающие средства крепления. Затем устанавливают на проектных отметках грузоподъемные средства,

доставляют в рабочую зону монтажа детали воздуховодов и пристреливают недостающие закладные детали. Далее из отдельных деталей собирают укрупненные блоки в соответствии с комплектовочной ведомостью с установкой хомутов для подвески воздуховодов.

Воздуховоды собирают на фланцевых и бесфланцевых соединениях. При сборке на фланцах следят за тем, чтобы прокладки между фланцами обеспечивали плотность соединения и не выступали внутрь воздуховода. При бесфланцевых соединениях воздуховодов применяют простейшее раструбное, бандажное, телескопическое, планочное и реечное соединения, а также бесфланцевое соединение с соединительной рейкой.

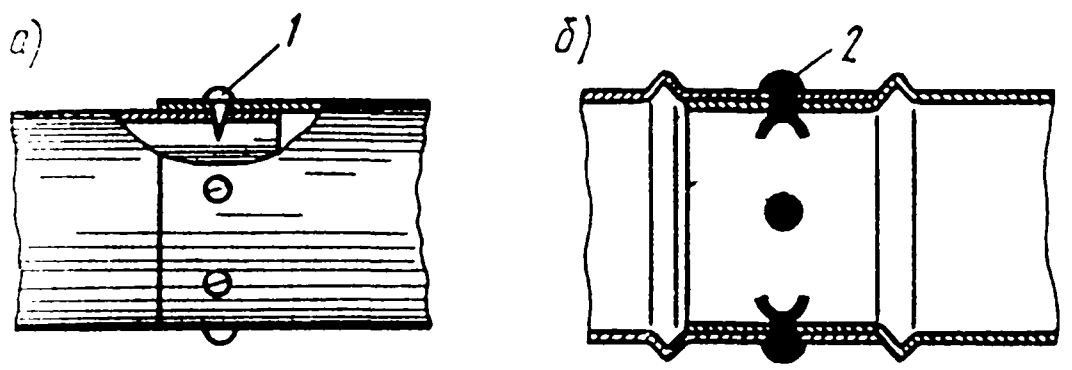


Рис. 8.3. Телескопическое соединение воздуховодов:

а — на самонарезающихся шурупах; *б* — упрочнение заклепками; *1* — самонарезающийся шуруп; *2* — заклепка односторонней клепки

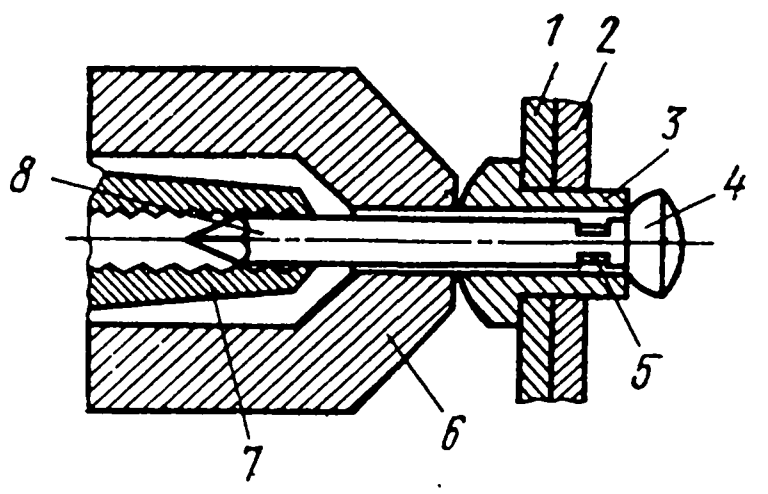


Рис. 8.4. Заклепка деталей односторонней клепкой:

1, 2 — склепываемые детали; *3* — корпус заклепки; *4* — головка стержня; *5* — концентратор напряжений; *6* — упор; *7* — цанга; *8* — стержень

Телескопическое соединение (рис. 8.3) на самонарезающихся шурупах или комбинированных заклепках является разновидностью раструбного соединения, которое может выполняться насухо, на клею, на эпоксидных составах и на полимерных составах с добавлением пластификаторов. Технологический процесс соединения двух деталей комбинированными заклепками выполняется следующим образом (рис. 8.4). Склепываемые детали *1* и *2* плотно соединяют друг с другом, после чего в них просверливают отверстие нужного диаметра, в которое вставляют заклепку так, чтобы ее головка и выступающая часть стержня (сердечника или концентратора напряжения) оказались над наружной поверхностью воздуховода. С помощью заклепочника или пистолета *6* с ручным, электрическим или пневматическим приводом его цанга *7* начинает затягивать стержень *8* заклепки. Корпус *3* заклепки под давлением головки *4* стержня начинает развальцовываться. При достижении определенных усилий стержень *8* обрывается в ослабленном сечении *5*. Обрыв стержня происходит в тот момент, когда детали достаточно плотно соединены между собой. Чтобы обеспечить жесткость, прочность и плотность указанных телескопических соединений применяют различные клеи и мастики.

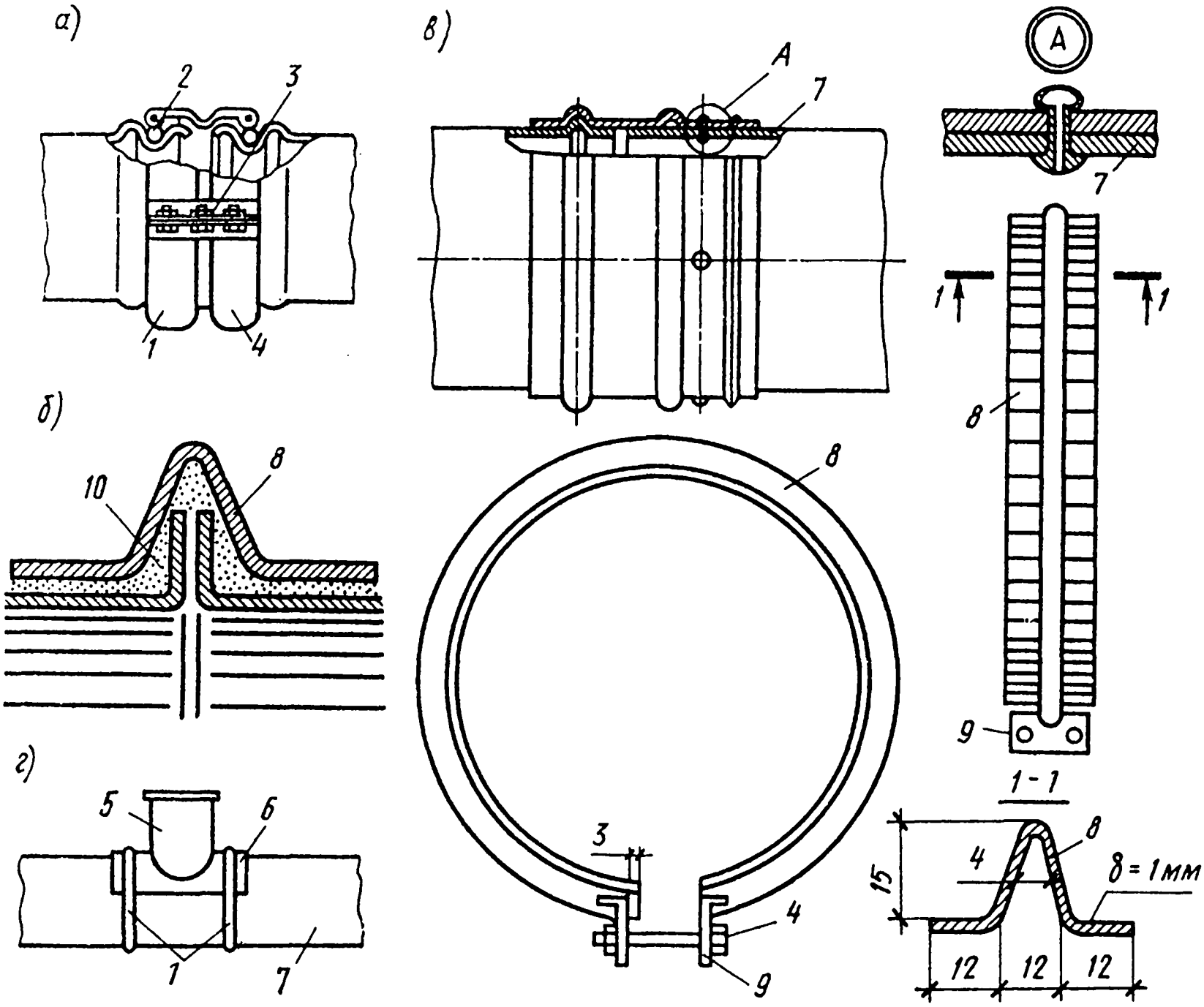


Рис. 8.5. Бандажное соединение звеньев воздуховодов:
а — с резиновыми уплотнителями; *б* — с бутепроловым уплотнителем; *в* — на заклепках; *г* — с врезкой на монтаже; *1* — бандаж; *2* — уплотнитель; *3* — стальные уголки; *4* — болты; *5* — патрубок; *6* — фартук; *7* — воздуховод; *8* — бандаж; *9* — натяжная петля; *10* — бутепрол

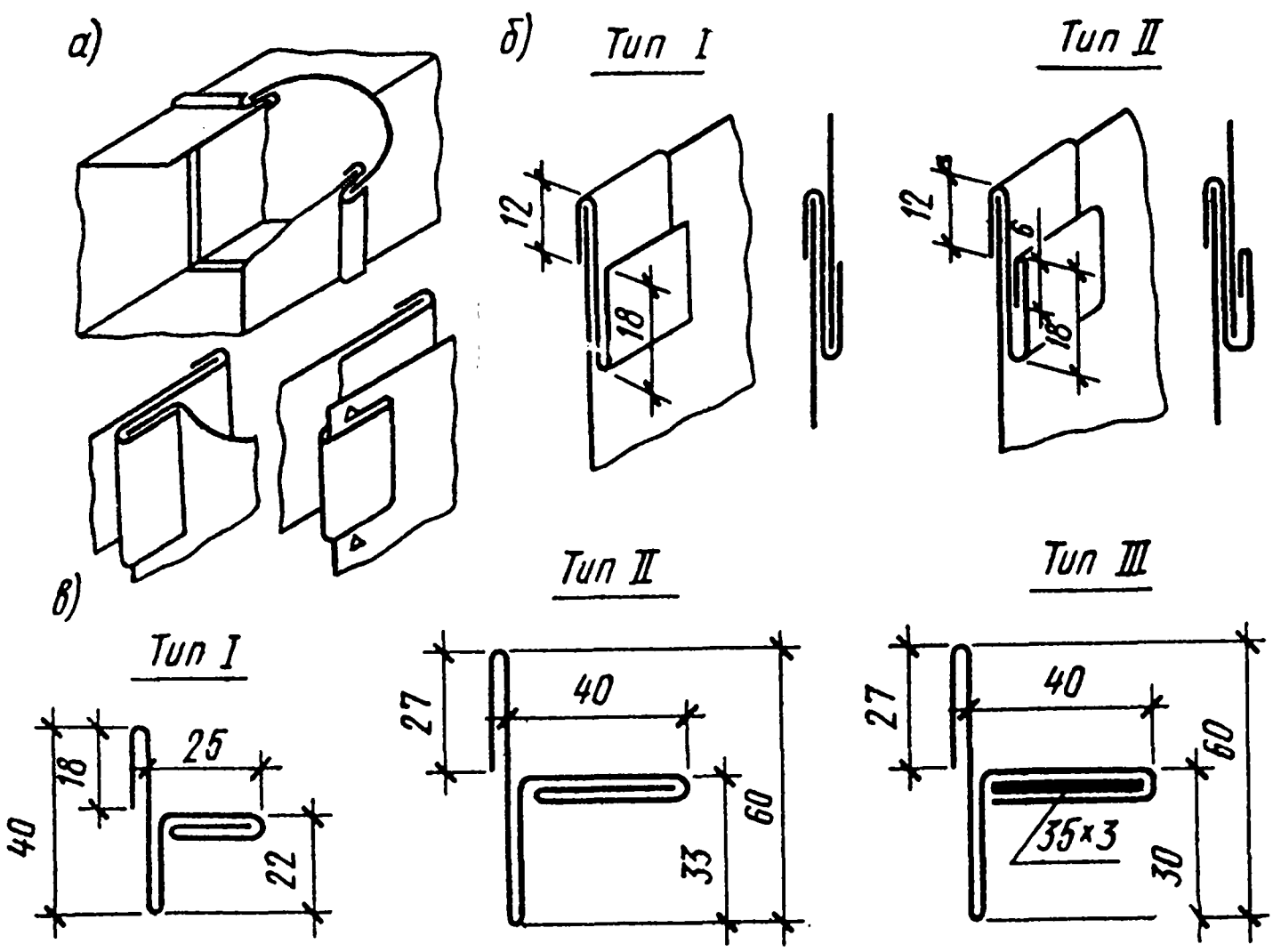


Рис. 8.6. Планочное соединение стальных воздуховодов:
а — общий вид; *б* — типы планок; *в* — Т-образные рейки

При *бандажном соединении* (рис. 8.5) на воздуховоды надевают бандаж, предварительно заполненный уплотнителем. Затем бандаж стягивают струбцинами и натяжные петли затягивают болтами. Для соединения требуется два-три болта. Металлоемкость бандажных соединений по сравнению с фланцевыми сокращается в шесть раз.

С помощью *планочных* (рис. 8.6) или *реечных* (рис. 8.7) соединений можно собирать отдельные звенья воздуховодов прямоугольного сечения в участки различной длины. Для прочности и герметичности швов соединения прокатывают на приводной или ручной зигмашине косыми гофрированными роликами. При соединении воздуховодов со сторонами более 400 мм используют Т-образные планки (рис. 8.6, *в*), которые обеспечивают не только надежное соединение, но и создают дополнительную жесткость. Как видно из рисунка, планка типа *III* даже усилена полосовой сталью размером 35×3 мм.

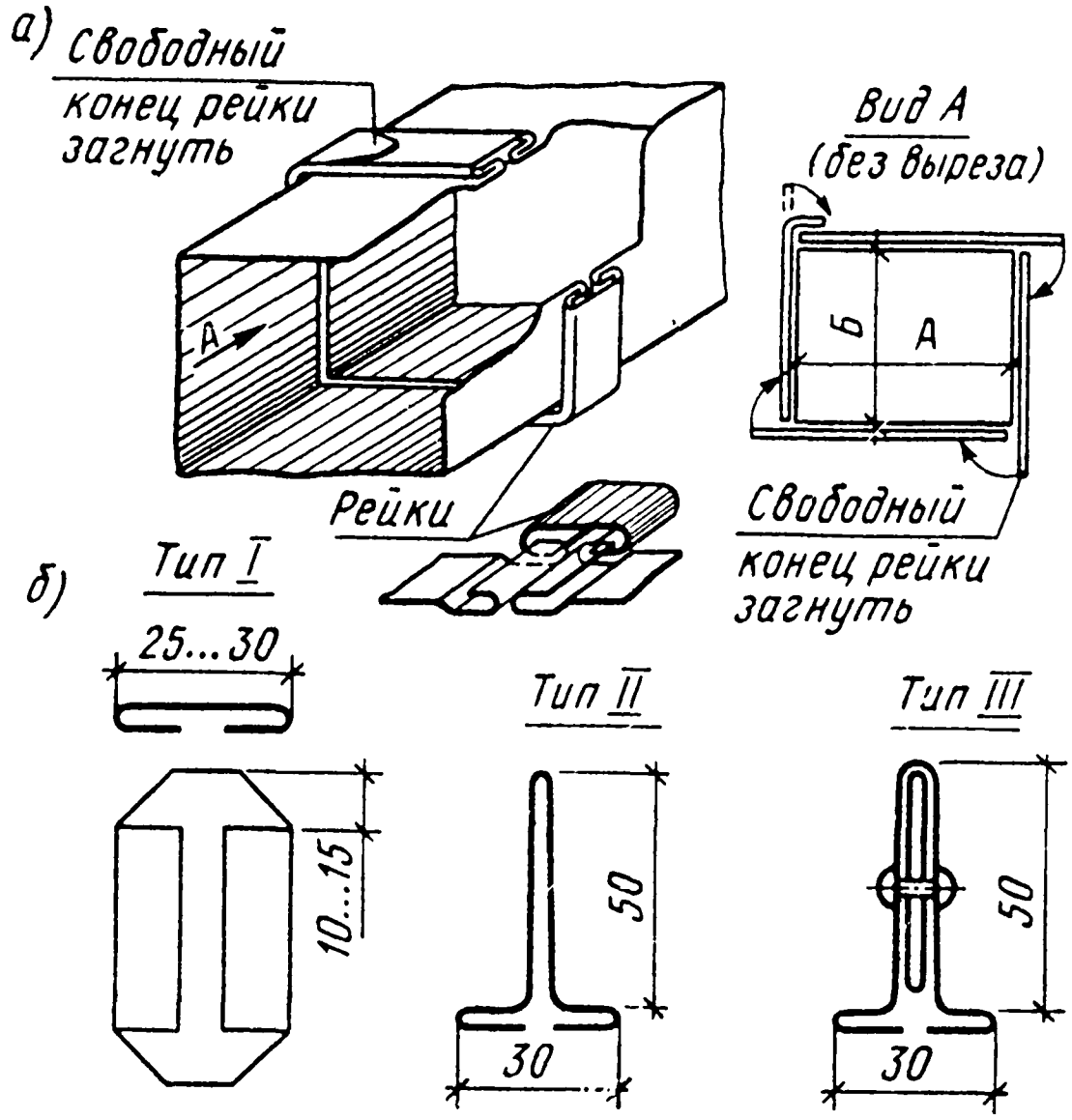


Рис. 8.7. Воздуховод прямоугольного сечения, соединенный на рейках:
а — общий вид; *б* — типы реек

При монтаже прямоугольных воздуховодов с *бесфланцевым соединением с соединительной рейкой* (рис. 8.8) совмещают торцы воздуховодов, предварительно подготовив их к соединению. Затем, используя отверстия в уголках жесткости, надвигают соединительные рейки. Потом на углы соединения устанавливают декоративные уголки.

После укрупнительной сборки воздуховодов в звенья непосредственно у места монтажа на полу приступают к монтажу горизонтальных воздуховодов. Для этого канатами, пропущенными через заранее установленные блоки, с помощью траверс или других грузозахватных устройств производят строповку звена воздуховода. По концам звена крепят оттяжки, удерживающие блок от раскачивания во время подъема и облегчающие его заводку на место установки. Чаще всего для оттяжек используют пеньковый канат диаметром 18 ... 23 мм. Делая пробные подъемы, уточняют положение центра тяжести звена и в случае необходимости производят перестроповку звена.

Далее звено воздуховода поднимают различными грузоподъемными средствами на проектную отметку, проверяют правильность положения звена воздуховода, после чего присоединяют его к ранее смонтированным участкам вентиляционной системы, используя для этого инвентарные вышки, автогидроподъемники и другие передвижные средства подмащивания. Правильность установки проверяют водяным уровнем или шнуром, натянутым по фланцам, сначала вдоль трех первых устанавливаемых звеньев, а затем и

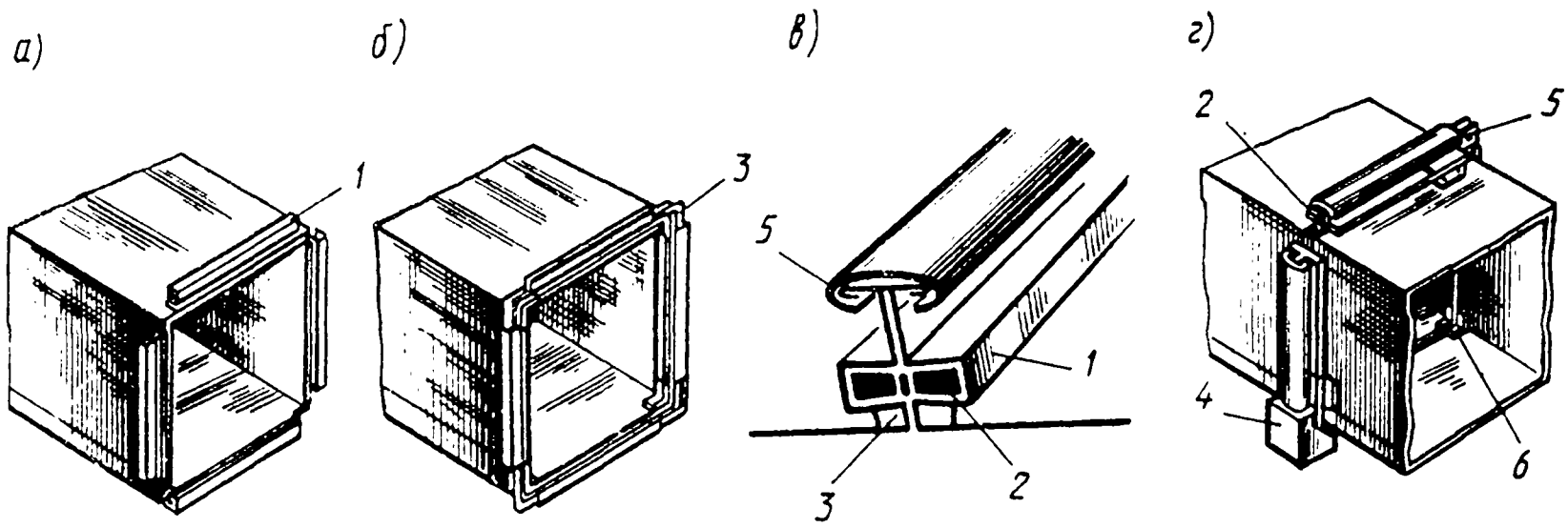


Рис. 8.8. Бесфланцевое соединение воздуховодов прямоугольного сечения:

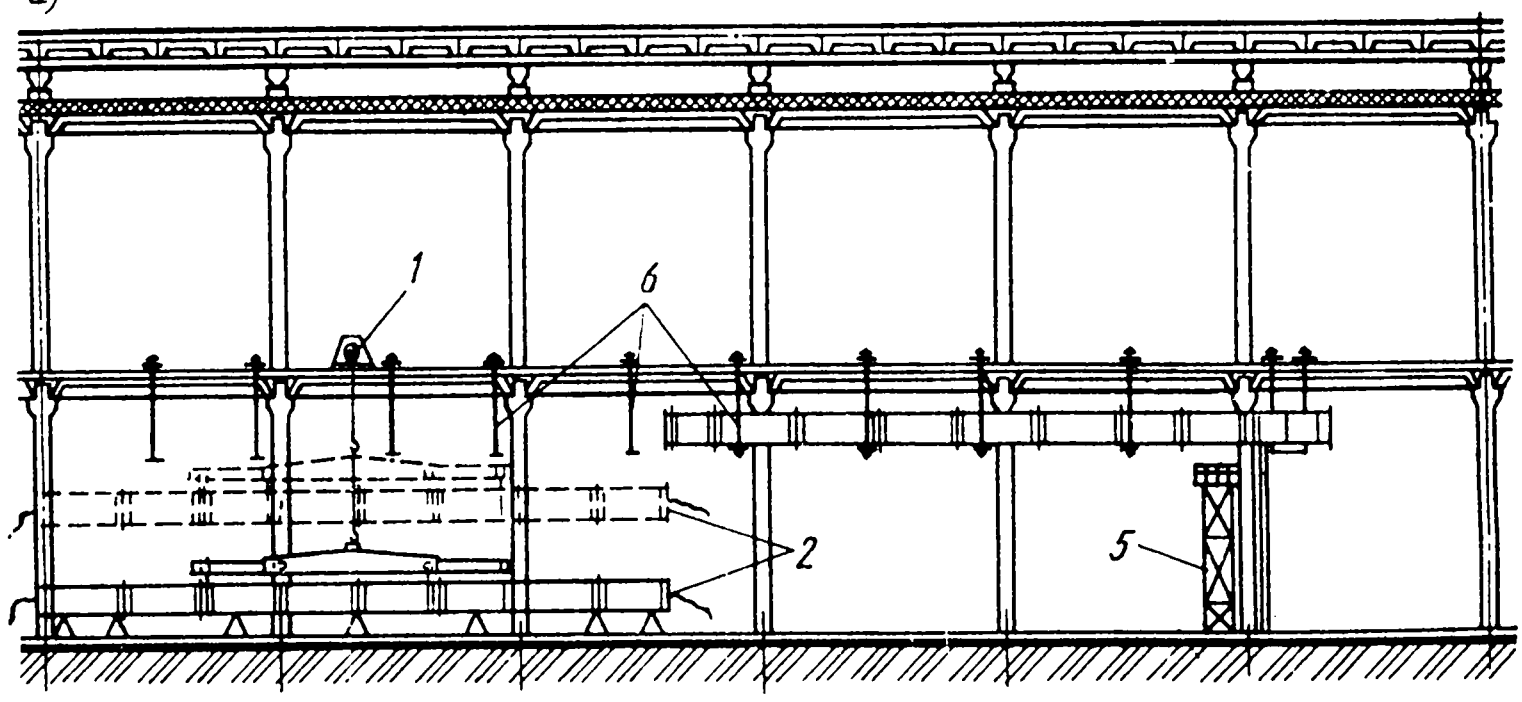
а, б — последовательность подготовки воздуховодов; *в* — сечение соединения; *г* — соединение в сборе; *1* — профиль замка; *2* — резиновый уплотнитель; *3* — капроновый уголок; *4* — декоративный уголок; *5* — соединительная рейка; *6* — уголок жесткости

вдоль каждого последующего. Только после выверки и устранения прогибов воздуховод захватывают хомутами подвесок и закрепляют. Хомуты должны плотно охватывать воздуховод, так как зазоры не допускаются. После закрепления воздуховодов на подвесках оттяжки и стропы снимают и вновь проверяют правильность смонтированного узла, при необходимости устраняя искривления талперами. При этом звенья воздуховодов не следует укладывать на инвентарные подмости и леса, их всегда надо поддерживать на весу до их подвески.

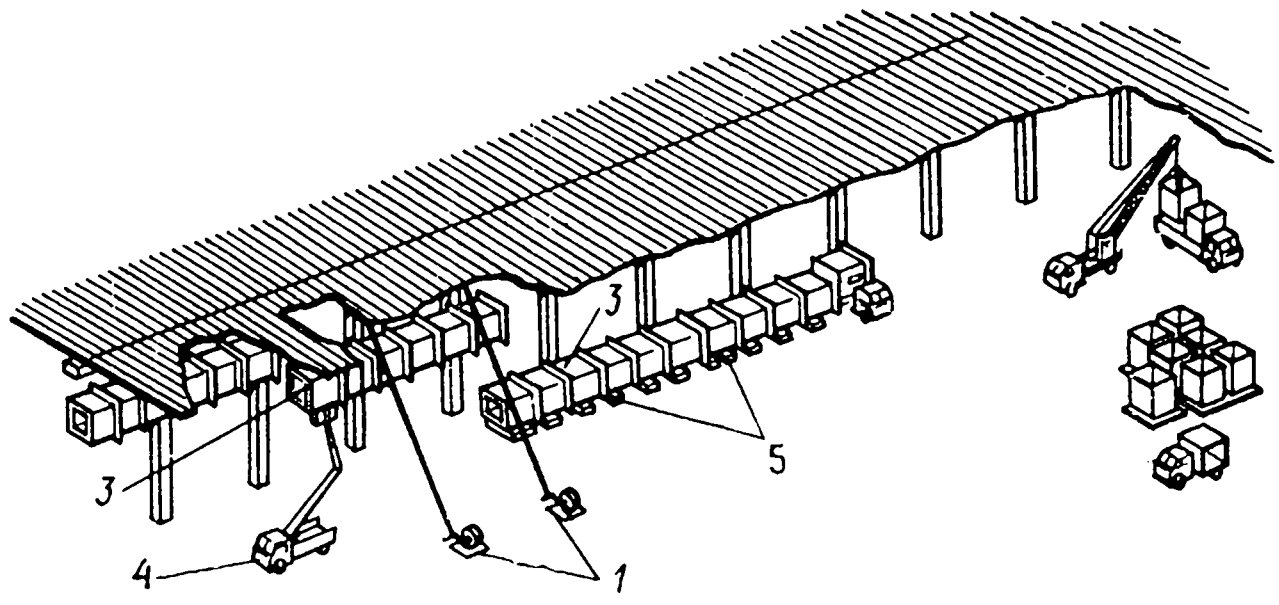
Допускается прямая врезка в магистральный воздуховод с использованием стандартных деталей (патрубки, бандажи и др.). В квадратном или прямоугольном воздуховоде вырезают отверстие заданного размера и затем к нему присоединяют стандартный патрубок нужного размера. Месторасположение патрубка с прокладкой из герлена или резины может присоединяться к воздуховоду на самонарезающихся винтах, заклепках или бандажах (см. рис. 8.5, *г*). Наиболее перспективный и менее трудоемкий способ — присоединение фартука к воздуховоду на бандажах, серийно выпускаемых заводами вентиляционных заготовок.

Различные варианты монтажа горизонтальных воздуховодов изображены на рис. 8.9.

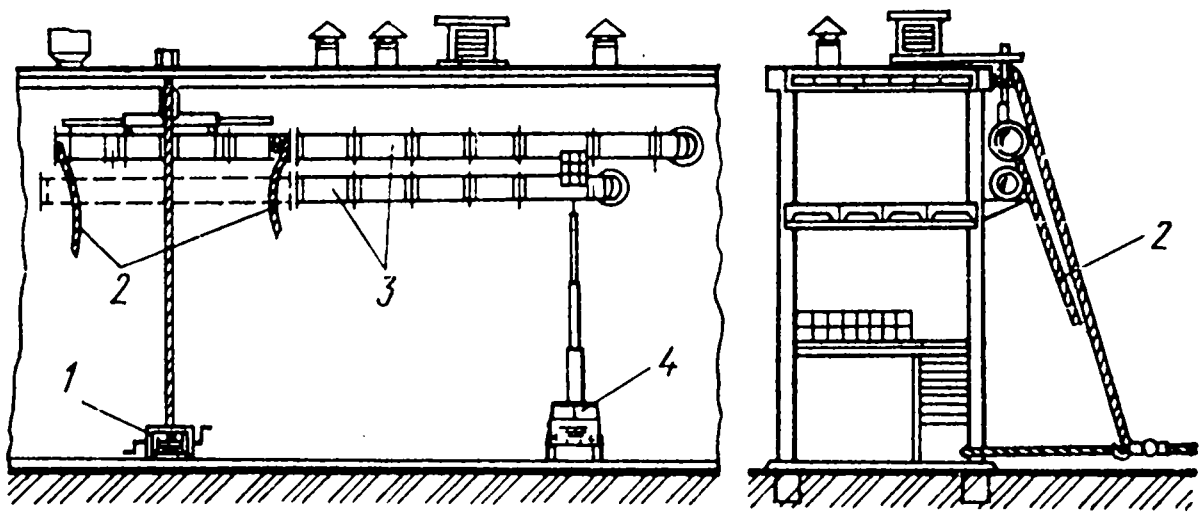
а)



б)



в)



г)

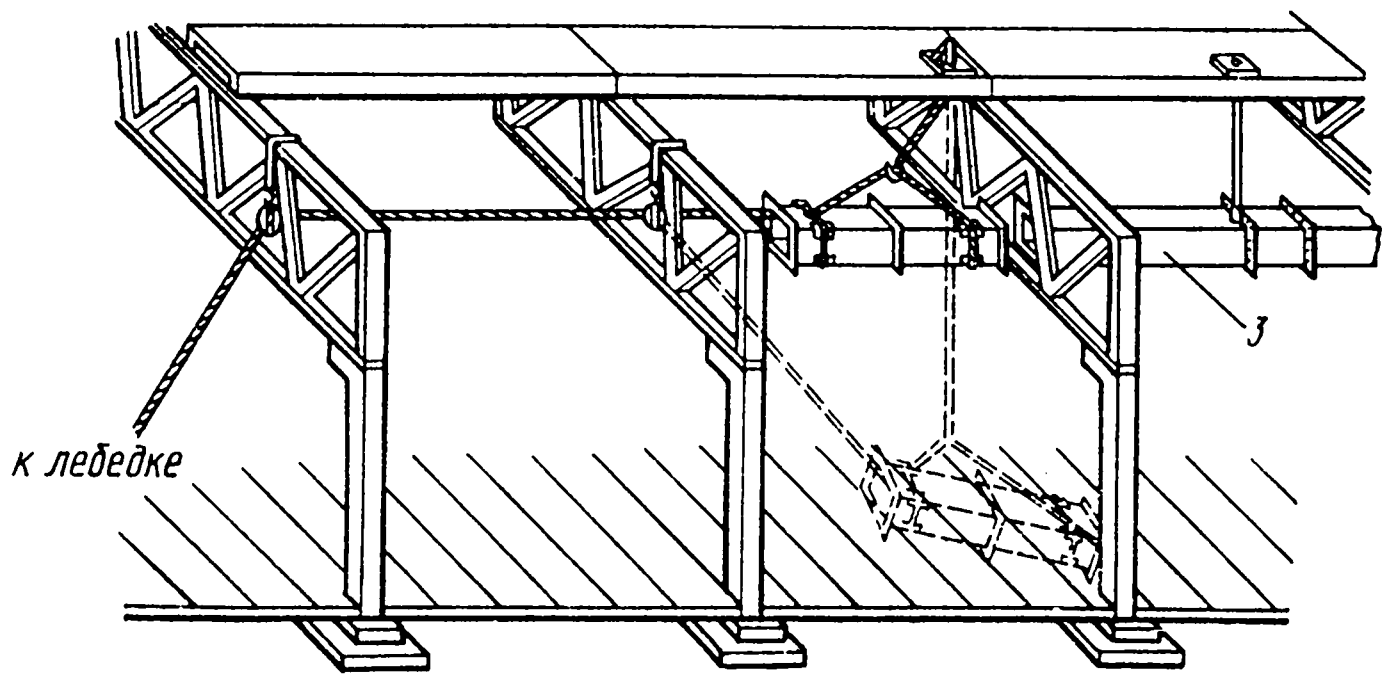


Рис. 8.9. Монтаж горизонтальных воздуховодов:

а — в здании; *б* — под перекрытием здания; *в* — на наружной стене; *г* — в межферменном пространстве; *1* — лебедка; *2* — оттяжка; *3* — воздуховод; *4* — автогидроподъемник; *5* — средства подмащивания; *6* — подвески

При прокладке воздуховодов в межферменном пространстве (рис. 8.9, *г*) собранное на нулевой отметке звено длиной не более 4 ... 6 м поднимают на проектную отметку и с помощью оттяжек заводят в межферменное пространство. Затем звено воздуховода соединяют с ранее смонтированными участками вентиляционной системы и с помощью хомутов крепят к строительным конструкциям. Последние операции слесари-вентиляционники выполняют с инвентарных подмостей или автогидроподъемников.

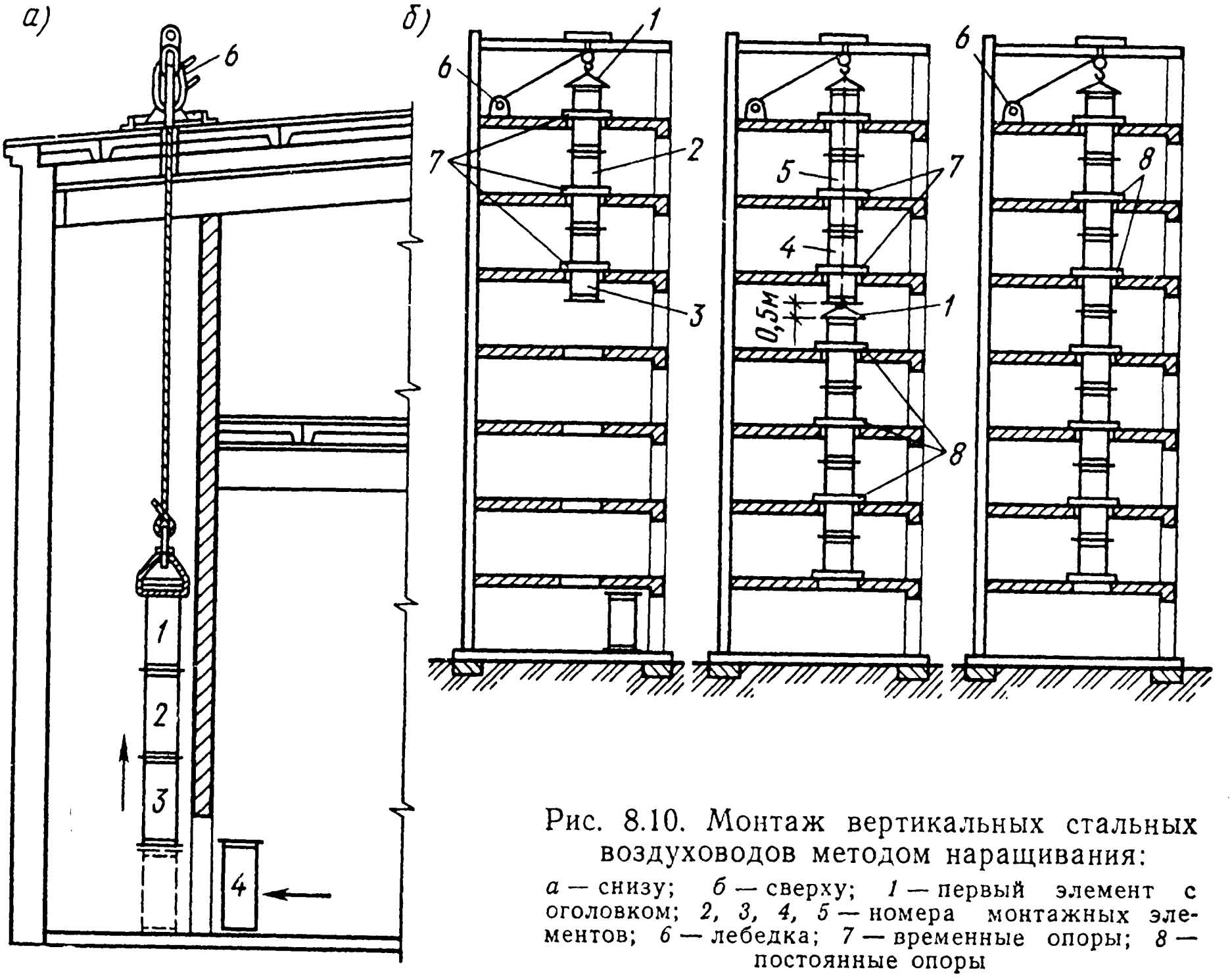


Рис. 8.10. Монтаж вертикальных стальных воздуховодов методом наращивания:

а — снизу; *б* — сверху; *1* — первый элемент с оголовком; *2, 3, 4, 5* — номера монтажных элементов; *6* — лебедка; *7* — временные опоры; *8* — постоянные опоры

Вертикальные воздуховоды монтируют методом наращивания, выдавливанием или поворотом с помощью падающей стойки или подставки. При монтаже металлических вертикальных воздуховодов так же, как и при монтаже горизонтальных, размечают места установки средств крепления и грузоподъемных средств, устанавливают их и доставляют детали воздуховодов к месту монтажа. Укрупнительная сборка воздуховодов в звенья производится не во всех случаях. Звенья или петли воздуховодов соединяют между собой с монтажного горизонта или с подмостей. Наиболее распространенные схемы монтажа вертикальных воздуховодов методом наращивания изображены на рис. 8.10. Монтаж наружных верти-

кальных металлических воздуховодов производится, как правило, в собранном виде методом свободного перевода из горизонтального положения в вертикальное при последующем их подъеме и установке в проектное положение (рис. 8.11).

Развернувшееся в последнее время строительство промышленных объектов из легких металлических конструкций потребовало новых методов монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Строительство крупных корпусов осуществляется, как правило, методом крупноблочного монтажа конструкций покрытий со сборкой блоков на конвейере. В основу его технологической схемы положена сборка блока покрытия (12×24; 30×30 м и пр.) с устройством остекления, прокладкой электрических и слаботочных разводок и монтажом воздуховодов, трубопроводов отопления, водоснабжения, канализации.

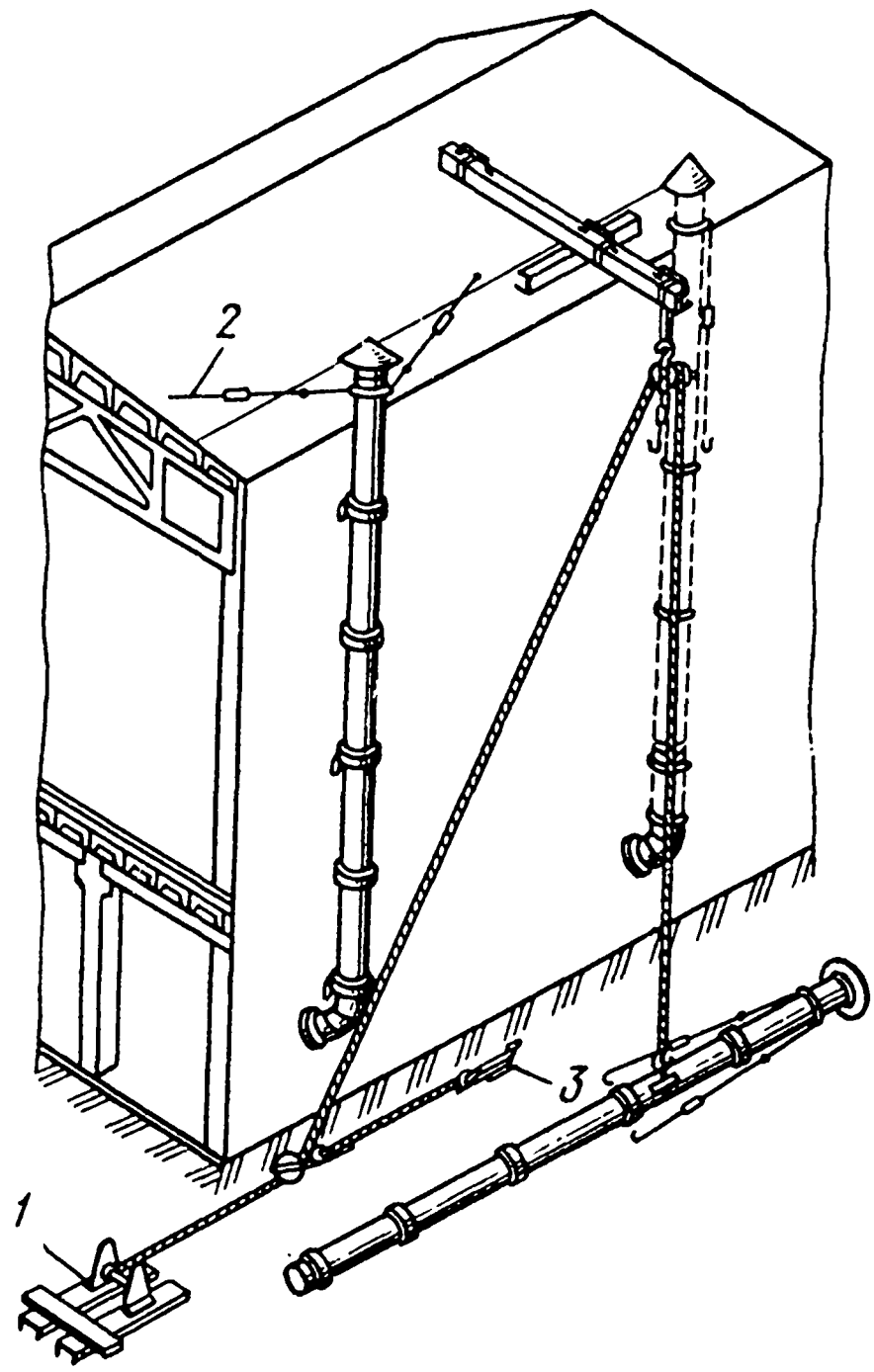


Рис. 8.11. Монтаж наружных вертикальных стальных воздуховодов:
1 — лебедка; *2* — постоянное крепление; *3* — якорь

Воздуховоды в блоках на нулевой отметке монтируют в следующем порядке. Производится сортировка и комплектовка заготовок или в непосредственной близости от монтажного конвейера располагают передвижной стан для изготовления спирально-сварных или спирально-шовных воздуховодов из оцинкованной стали, которые не требуют их огрунтовки и окраски. На стане изготовляют воздуховоды длиной 6 м, офланцовывают их и подают на сборочную площадку. Если длина воздуховодов 3 м, то их собирают в звенья до 6 м. Затем воздуховоды собирают с заводскими монтажными заготовками в плети и протаскивают в межферменное пространство или отвозят на следующий пост при конвейерной сборке для монтажа воздуховодов укрупненными блоками. Окончательную сборку, выправку и закрепление воздуховодов в проектное положение осуществляют перед подъемом блока покрытия. После того как блоки покрытия подняты в проектное положение с помощью автогидроподъемников, вышек или катучих подмостей, отдельные участки воздуховодов соединяют на фланцах, а затем устанавливают воздухораспределительные устройства.

При конвейерном методе сборки блоков покрытия работы по

монтажу горизонтальных стальных воздуховодов разбиваются на ряд процессов, равных по трудоемкости, обеспечивающих ритмичность основного процесса по сборке строительных конструкций.

8.4. Монтаж воздуховодов из неметаллических материалов

Вентиляционные системы из неметаллических воздуховодов (поливинилхлоридные, полиэтиленовые, винипластовые, гибкие из стеклоткани, бумажно-картонные, асбестоцементные) монтируются

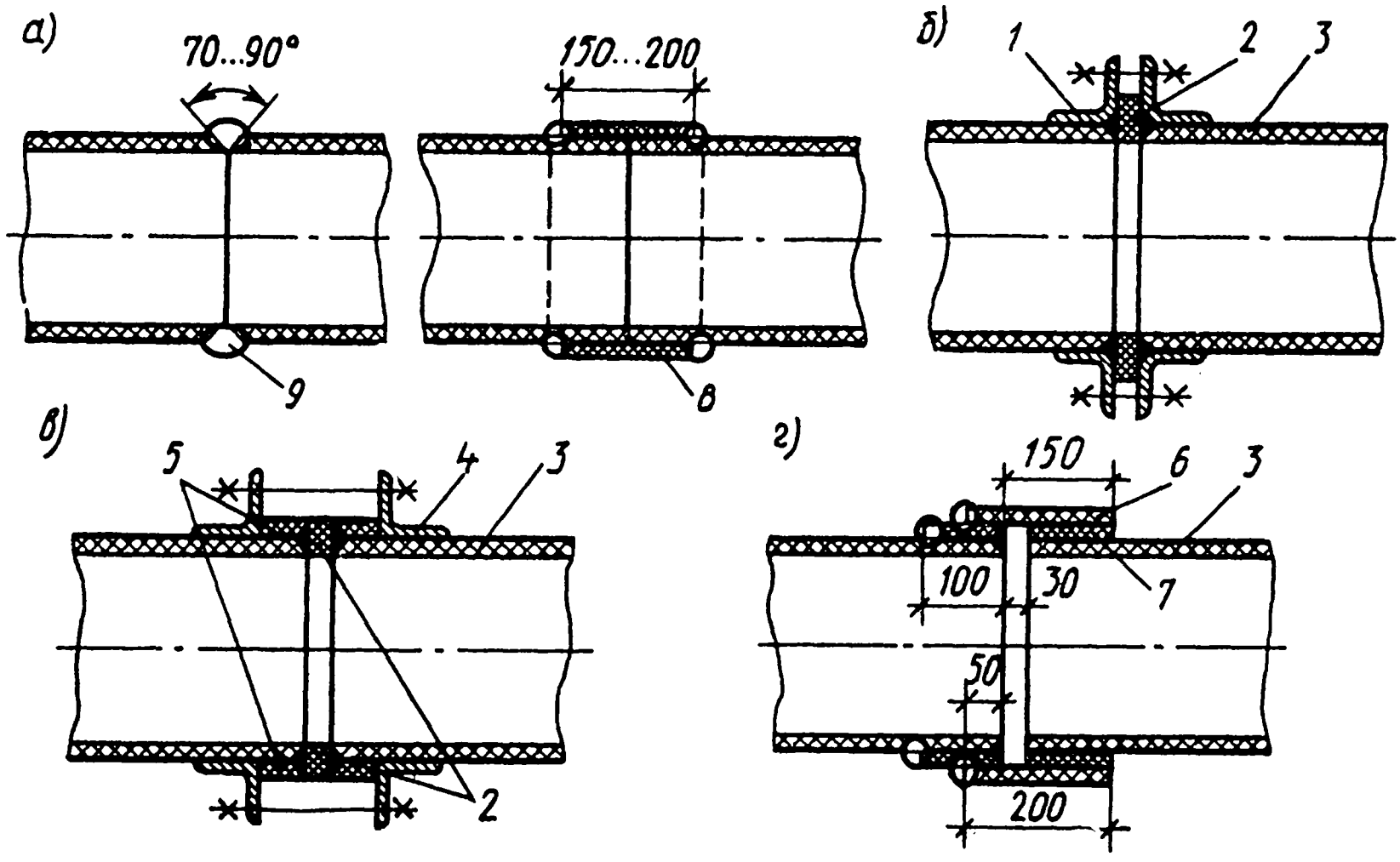


Рис. 8.12. Соединения воздуховодов из полимерных материалов:

а — неразъемное соединение на прямолинейных участках; *б* — разъемные соединения с помощью приварных винипластовых фланцев; *в* — то же, с помощью накидных стальных фланцев; *г* — раструбное соединение; *1* — винипластовый уголок; *2* — прокладка; *3* — воздуховод; *4* — стальной уголок; *5* — бурт из винипласта; *6* — раструб; *7* — асбестовая набивка; *8* — приварная муфта; *9* — монтажная сварка (зачерненные места — также места приварки)

в той же последовательности и такими же методами, что и системы из металлических воздуховодов. Для подъема деталей и звеньев должны применяться стропы из пеньковых канатов или специальные пояса из мягкого материала, а для подъема раструбных и фасонных частей — металлические контейнеры с резиновыми прокладками. Указанные воздуховоды крепят на подвесных и сплошных опорах. Каждый прямой участок и фасонная часть должны иметь самостоятельную опору или подвеску. Расстояние между подвесками не должно превышать 2 ... 2,5 м для горизонтальных воздуховодов и 3 м — для вертикальных. Между воздуховодами и хомутами следует ставить прокладку из резины или пластинка толщиной 3 ... 5 мм.

В связи с тем, что у неметаллических воздуховодов разный коэффициент линейного расширения, крепления следует преду-

смотреть такие, чтобы система подвесок обеспечила некоторую подвижность воздуховодов при колебаниях температуры транспортируемой или окружающей среды. При соединении неметаллических воздуховодов в звенья и плети продольные швы воздуховодов необходимо располагать вразбежку, а при монтаже плетей и звеньев целесообразно применять средства временного усиления.

Воздуховоды из полимерных материалов следует монтировать после окончания всех строительно-монтажных работ, включая монтаж технологического оборудования, что обеспечит их сохранность и исключит возможность случайных технических повреждений. Разъемные фланцевые соединения собирают на стальных болтах с подкладкой шайб как под головку болта, так и под гайку. В особых случаях фланцевые соединения выполняют на винипластовых болтах. Болты затягивают равномерно и не очень сильно, так как при сильной затяжке можно повредить полимерный материал. Чтобы соединение было герметичным, между фланцами устанавливают прокладку из поливинилхлоридного прокладочного пластика или профилированной резины.

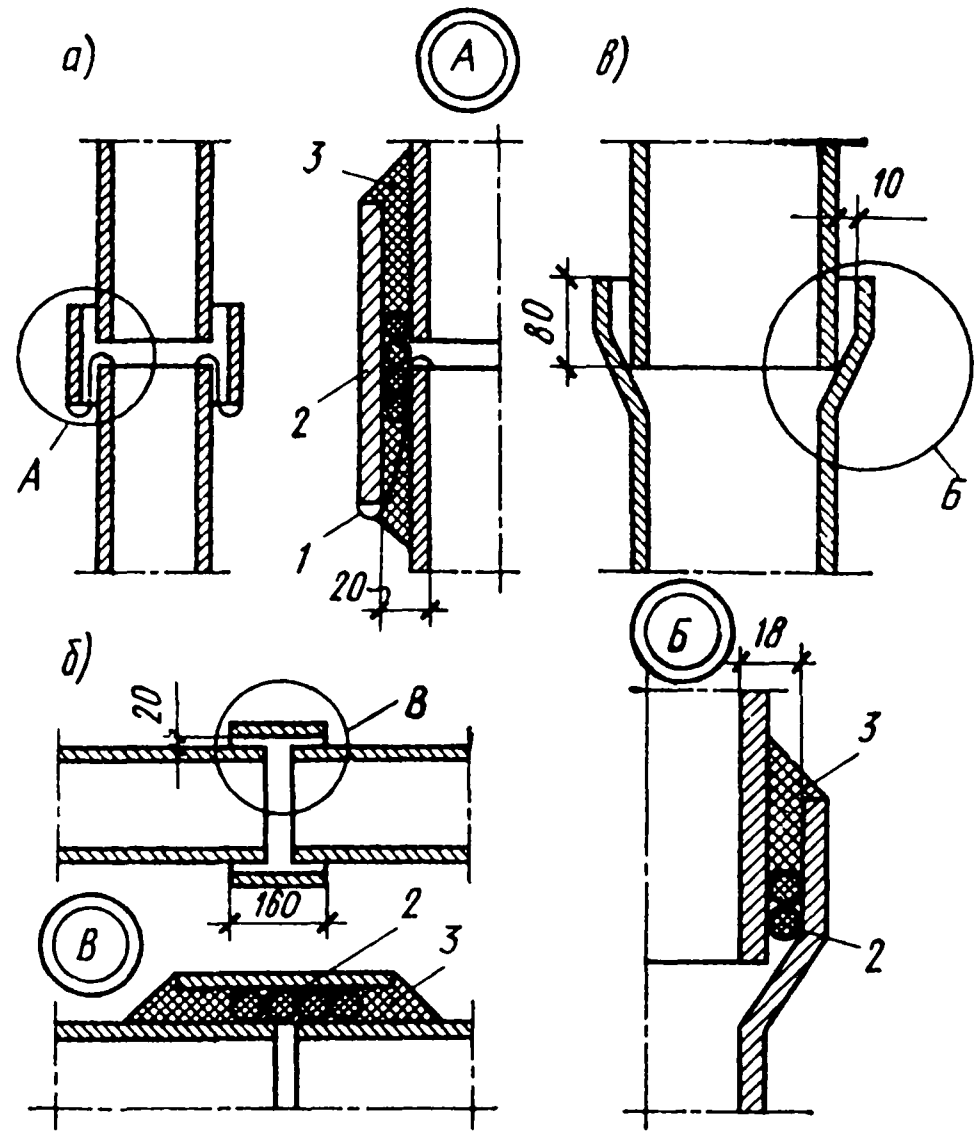


Рис. 8.13. Заделка стыков асбестоцементных коробов:

а — муфтовых вертикальных; *б* — муфтовых горизонтальных; *в* — раструбных вертикальных; *1* — кляммер; *2* — пеньковая прядь; *3* — мастика

Наиболее распространенные типы соединений асбестоцементных воздуховодов показаны на рис. 8.13, а воздуховодов из полимерных материалов — на рис. 8.12.

8.5. Монтаж вентиляционного оборудования

Монтаж вентиляционного оборудования ведут в соответствии с типовыми технологическими картами в следующем порядке: проверяют комплектность поставки; делают предмонтажную ревизию (при необходимости — заказчик или по его поручению — монтажная организация); доставляют к месту монтажа; поднимают и устанавливают на фундамент площадку или кронштейны; проверяют правильность установки, выправляют и закрепляют в проектное положение; проверяют работоспособность. При поставке

вентиляционного оборудования «россыпью» к перечисленным технологическим операциям добавляется ряд операций по сборке и агрегированию оборудования, которые могут выполняться непосредственно на месте монтажа или на сборочной площадке. Метод установки и способы монтажа вентиляционного оборудования определяются проектом производства работ и местными условиями.

Радиальные вентиляторы в пределах монтажной площадки перемещают с помощью различных устройств: на платформах (подкладных листах, санях, автомобилях, прицепах и т. д.); грузоподъемными средствами (мостовыми, башенными, стреловыми кранами, автопогрузчиками и т. д.); на тележках по временным рельсовым путям; перекатыванием. Применение того или иного способа зависит от условий строительства.

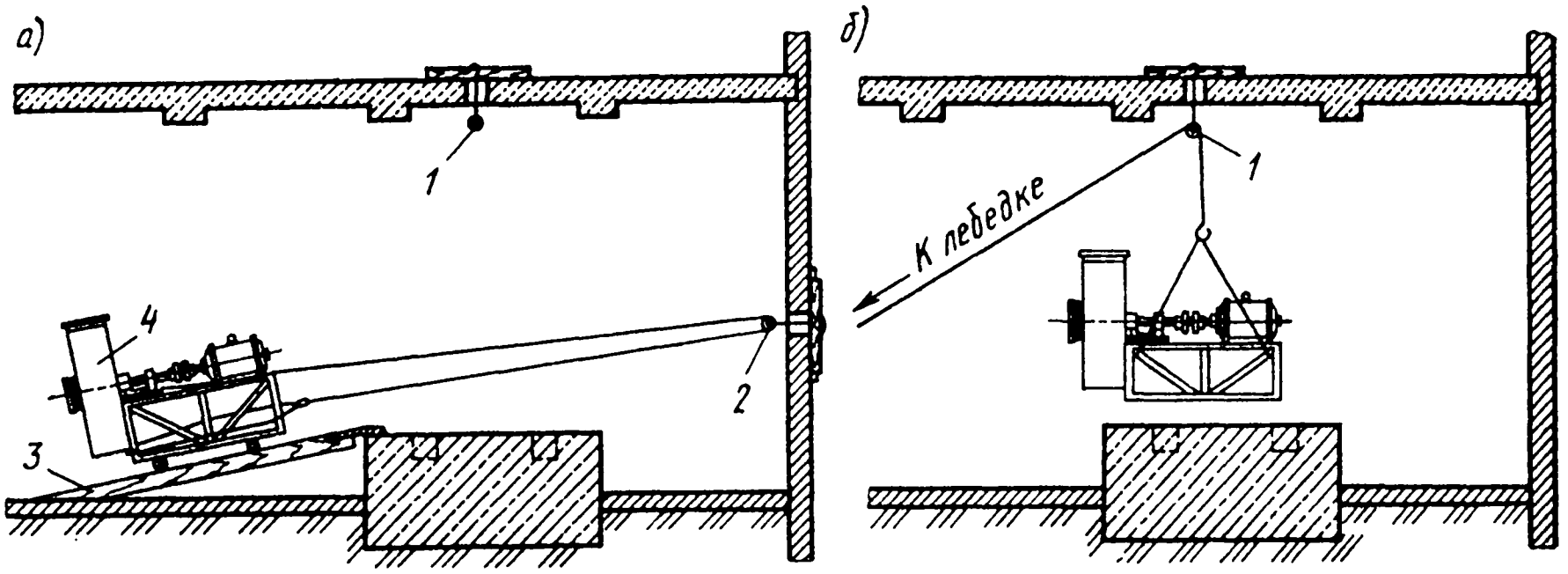


Рис. 8.14. Подъем вентиляторов на фундамент:
а — способом накатки; *б* — лебедкой; *1, 2* — блоки; *3* — лаги; *4* — вентилятор

Крупногабаритные вентиляторы (№ 5 ... 12,5) опускаются в вентиляционные камеры одновременно с монтажом строительных конструкций или доставляются на место монтажа грузоподъемными средствами через монтажные проемы. Радиальные вентиляторы до № 5, как правило, устанавливают после отделочных работ. Вентиляторы не свыше № 12,5 поднимают на фундамент или другую опорную конструкцию различными способами: методом накатки; с помощью лебедок, стреловых, башенных или мостовых кранов и др.

Для подъема вентилятора методом накатки (рис. 8.14, *а*) под небольшим углом на фундамент укладывают лаги, а на стене закрепляют блок, через который пропускают канат к лебедке. При вращении лебедки канат наматывается на барабан и вентилятор по лагам накатывается на фундамент.

При установке радиальных вентиляторов на фундамент с помощью различных грузоподъемных средств производится в зависимости от конструктивной схемы исполнения вентилятора строповка, его перемещение и установка на фундамент методом наращивания (рис. 8.14, *б*). Затем его выверяют так, чтобы отклонение

осей рамы от проектного положения в плане и по высоте было не более 5 мм. Правильность установки рамы достигается с помощью временных деревянных клиньев и металлических подкладок, которые не должны выступать за кромки рамы более чем на 20 мм.

К бетонным фундаментам радиальные вентиляторы крепят анкерными болтами, а при их установке на жесткое основание станина вентилятора должна плотно прилегать к звукоизолирующим прокладкам из листовой резины толщиной 20 ... 25 мм. Если радиальные вентиляторы устанавливают на пружинных виброизоляторах, то последние предварительно крепят на болтах к раме вентилятора. Если вентилятор с пружинными виброизоляторами устанавливается непосредственно на пол, то виброизолятор к нему не крепят, но следят за тем, чтобы виброизоляторы имели равномерную осадку.

Вентиляционные агрегаты с вентиляторами № 16 и выше монтируют в следующем порядке: проверяют наличие заводской документации; распаковывают и расконсервируют сборочные единицы; проверяют комплектность вентиляционного агрегата согласно рабочей и заводской документации; устанавливают раму вентилятора на временные подставки; собирают и устанавливают на раму нижнюю половину кожуха; отвертывают болты и снимают входной патрубок; устанавливают строго горизонтально на раму вал со стойкой, на который насаживают рабочее колесо и закрепляют его; устанавливают верхнюю половину кожуха, поставив между фланцами уплотнительные прокладки, и соединяют обе части кожуха болтами; устанавливают и закрепляют входной патрубок; проверяют и регулируют зазоры между кромкой переднего диска рабочего колеса и кромкой входного патрубка вентилятора в осевом и радиальном направлении; вынимают временные подставки, применяемые для выверки виброизоляторов, и закрепляют на фундаменте или на раме кожух и вал со стойкой; проверяют балансировку вентилятора; устанавливают электродвигатель с приводом, который крепят болтами к салазкам, установленным на раме, при этом оси шкивов электродвигателя и вентилятора с клиноременной передачей должны быть параллельными, а средние линии шкивов совпадать; ограждают клиноременную передачу или соединительную муфту.

Работу вновь смонтированных радиальных вентиляционных агрегатов целесообразно проверить путем пробного пуска на один час. При наличии посторонних шумов, стуков и вибрации, которые могут быть вызваны недостаточной центровкой валов, недостаточной жесткостью виброосновання и фундамента, ослаблением фундаментных болтов и другими неполадками, вентилятор немедленно останавливают, определяют причину неполадок и устраняют их.

Осевые вентиляторы устанавливают на фундаментах, металлических опорах-кронштейнах, в стенных проемах и в воздуховодах.

До начала монтажа проверяют исправность и комплектность вентиляторов и проводят визуальный осмотр опорных конструкций.

Монтаж вентилятора в собранном виде, рабочее колесо которого крепится непосредственно на валу электродвигателя, заключается в его строповке и установке на готовое основание с последующим креплением рамы болтами. Перемещают и поднимают вентилятор кранами, ручными и электрическими лебедками в зависимости от конкретных условий. Осевые вентиляторы, монтируемые в наружных стенах, снабжают шумопоглощающими прокладками и клапанами, управление которыми должно находиться внутри помещения на высоте 1,5...1,8 м от пола.

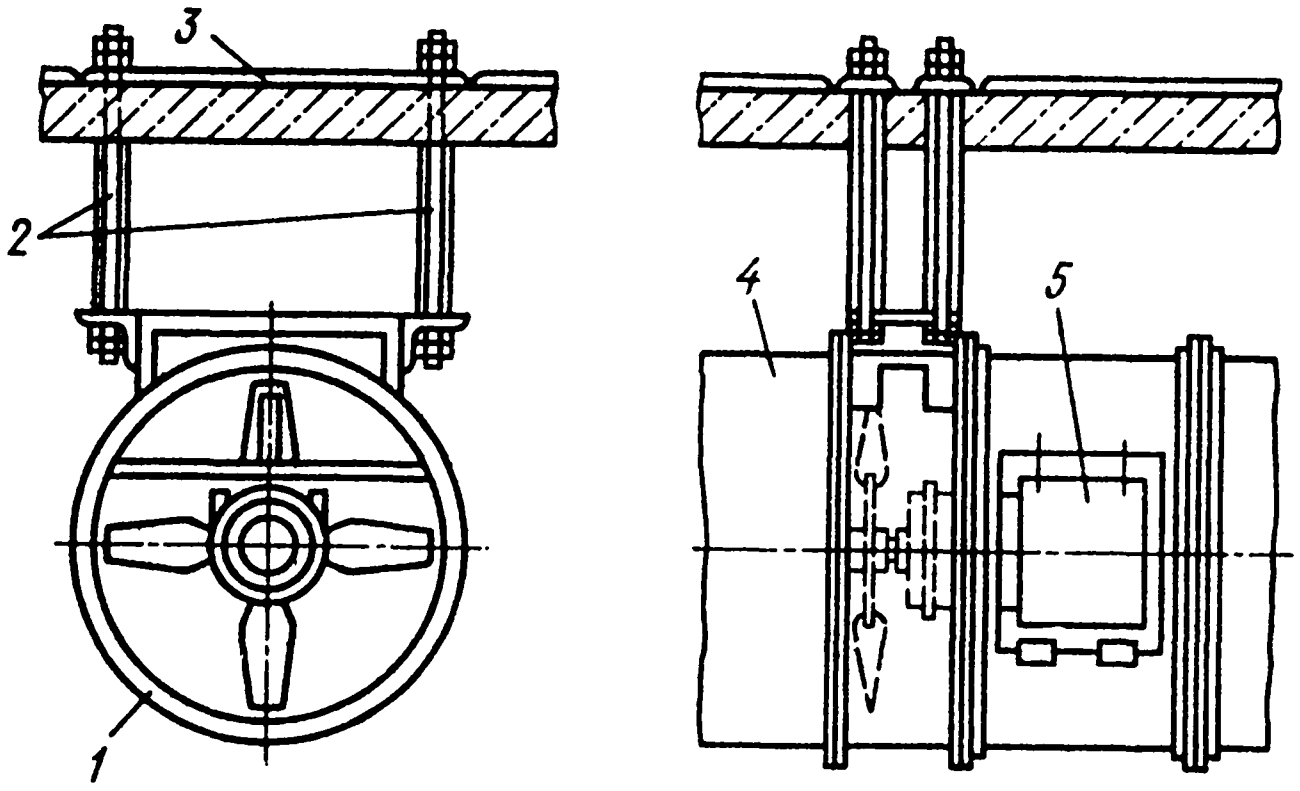


Рис. 8.15. Установка осевого вентилятора:
1 — вентилятор; *2* — подвески; *3* — перекрытие; *4* — воздуховод; *5* — лючок

При монтаже осевого вентилятора в воздуховоде (рис. 8.15) предварительно в перекрытии устанавливают подвески для вентилятора, а затем вентилятор поднимают на проектную отметку. Далее вентилятор с автогидроподъемника или средств подмащивания закрепляют на подвесках и снимают строп, а затем присоединяют к нему на фланцах воздуховод. В воздуховоде, расположенном со стороны электродвигателя, делают лючок для подключения вентилятора к электросети и проведения профилактического ремонта и осмотра.

Сборные осевые вентиляторы с виброосно ваниями монтируются в той же последовательности, что и радиальные вентиляционные агрегаты.

Радиальные и осевые крышные вентиляторы устанавливают на покрытиях промышленных, реже общественных зданий на железобетонных и металлических основаниях, снабженных анкерными болтами.

Крышные вентиляторы монтируют башенными или стреловыми кранами методом наращивания следующим образом: осматривают стаканы и вентиляторы; подготавливают монтажную оснастку; присоединяют к всасывающему отверстию самооткрывающийся клапан; устанавливают поддон и закрепляют его болтами к станку; произ-

водят строповку, перемещение и установку на стакан вентилятора; проверяют и выправляют по уровню вентилятор; окончательно закрепляют вентилятор, навертывая на каждый анкерный болт по две гайки.

После окончания монтажа вентиляторы подключают к электросетям и проверяют правильность их установки под нагрузкой, в том числе на прочность крепления вентилятора и электродвигателя к опорам и на правильность балансировки колеса вентилятора.

Всасывающее отверстие вентилятора, не подключенное к воздуховоду, должно быть защищено металлической сеткой.

Монтаж отопительно-вентиляционных агрегатов, поставляемых с завода-изготовителя комплектно в собранном виде, осуществляется грузоподъемными средствами методом наращивания (подвесные и напольные агрегаты) и методом надвижки (только напольные агрегаты). Строповку подвесного агрегата производят двумя облегченными стропами за серьги, приваренные к корпусу агрегата, а напольного — четырехветвевым стропам за скобы, приваренные к его корпусу. К месту монтажа агрегаты доставляют автопогрузчиками. После установки и выправки агрегаты закрепляют болтами и стропы снимают. Далее агрегаты подключают к сетям тепло- и электроснабжения.

До начала монтажа воздушных тепловых завес принимают готовность металлических или железобетонных площадок для размещения воздухонагревателей и вентиляционного агрегата или унифицированной воздушно-тепловой завесы. Затем производится установка металлической подставки под воздухоподогреватель (к железобетонной площадке закрепляется анкерными болтами, а к металлической — приваривается) и, уложив на нее прокладку из асбестового листа, размещают калорифер с закреплением его к подставке болтами. Потом устанавливают на виброизоляторах вентилятор с электродвигателем. Далее монтируют воздухораздаточные короба и воздуховоды и закрепляют их. После этого воздухонагреватель (калорифер) соединяют с диффузором, а вентилятор гибкими вставками с диффузором и нагнетательным патрубком. Проверив правильность монтажа, подключают к сетям тепло- и электроснабжения и осуществляют пробный пуск.

Унифицированные воздушно-тепловые завесы заводы-изготовители поставляют в собранном виде. Агрегаты устанавливают комплектно автомобильными кранами или погрузчиками на полу с внутренней стороны цеха вблизи ворот и закрепляют анкерными болтами.

8.6. Монтаж кондиционеров

Перед началом монтажа следует ознакомиться с паспортами на кондиционеры и заводскими инструкциями по их монтажу и эксплуатации, типовыми технологическими картами и проектом производства работ.

На строительстве крупных промышленных цехов и общественных зданий кондиционеры большой производительности располагаются группами в подвалах, специальных помещениях внутри цеха или на антресолях и в редких случаях в надстройках на кровле здания.

Центральные кондиционеры собирают из типового унифицированного оборудования (секций), выполняющего различные операции по обработке воздуха: нагревание, охлаждение, очистку от пыли; увлажнение, сушку.

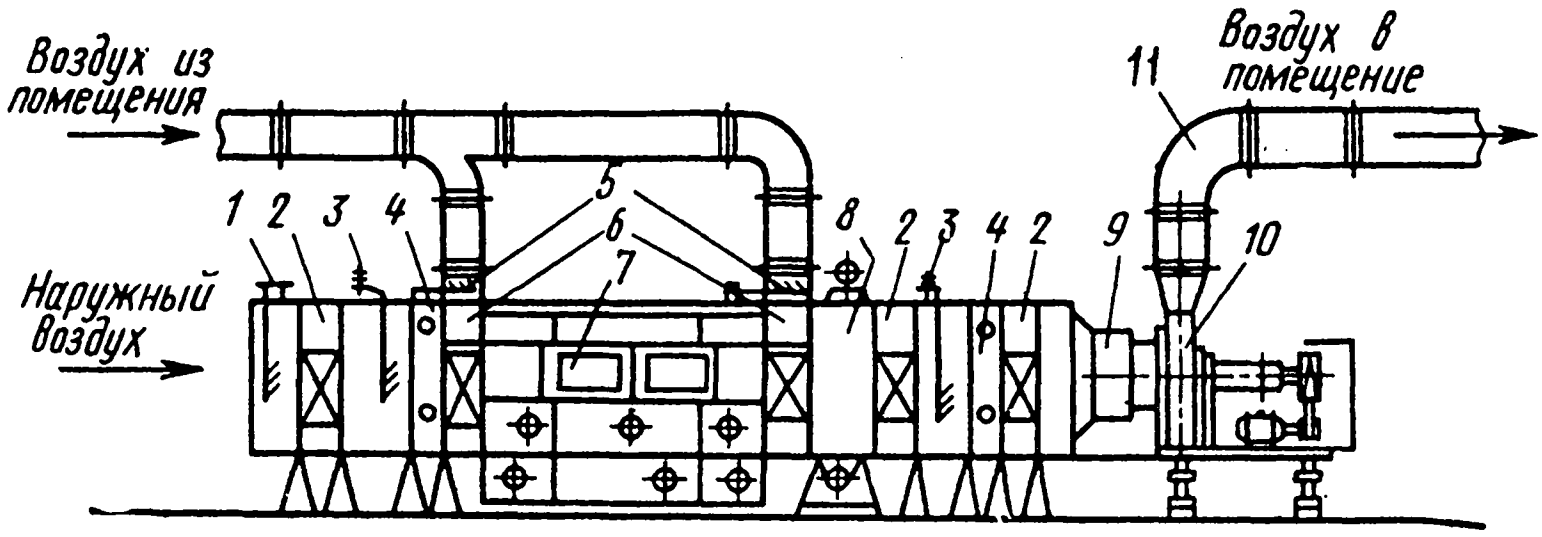


Рис. 8.16. Схема центрального кондиционера:

1 — утепленный клапан; *2* — промежуточные камеры; *3* — сдвоенные секционные клапаны; *4* — секция подогрева; *5* — секция с регулирующими клапанами; *6* — смесительные секции; *7* — оросительная секция; *8* — секция фильтров; *9* — переходная секция; *10* — вентиляционный агрегат; *11* — приточный канал

Унифицированные типовые секции позволяют собирать кондиционеры как в виде отдельных установок (агрегатов), так и встраиваемые в строительные конструкции. Кондиционеры поставляются правого и левого исполнения (по ходу движения воздуха со стороны обслуживания).

Для доставки к месту установки блоков, узлов и деталей кондиционеров устраивают монтажные проемы в стенах и перекрытиях. Их размеры и выбор грузоподъемных средств зависят от максимальной массы и габаритных размеров наиболее крупных узлов кондиционеров, монтируемых в камере.

При погрузочно-разгрузочных транспортных и монтажных работах необходимо соблюдать меры предосторожности, предупреждающие деформацию соединительных узлов, которая может быть причиной несовпадения монтажных отверстий во фланцевых соединениях.

Центральный кондиционер собирается из следующих типовых секций (рис. 8.16): воздушных клапанов; камер обслуживания; воздухонагревателей; камер выравнивания; орошения; фильтров; присоединительной секции и вентиляционного агрегата. Узлы и блоки кондиционеров собирают на резиновых прокладках толщиной 3...4 мм или мастике, за исключением секций подогрева, которые монтируют на прокладках из асбестовых шнуров и листов.

Перед монтажом кондиционеров производят разметку осей отдельных его секций, узлов или блоков и принимают фундаменты

под размещение оборудования согласно монтажному проекту или заводской инструкции по монтажу и эксплуатации кондиционера. Такая примерная схема изображена на рис. 8.17.

В зависимости от места нахождения вентиляционных камер и характера расположения кондиционеров в камере монтаж центральных кондиционеров может осуществляться башенными, стреловыми, автомобильными и мостовыми кранами, автопогрузчиками, тельферами, сборно-разборными козловыми устройствами и лебедками (рис. 8.18). Монтаж кондиционеров с помощью тельферов, лебедок, автопогрузчиков и козловых устройств ведется в направлении от воздухозаборного клапана к вентиляторному агрегату, а в остальных случаях монтаж начинается с установки камеры орошения и ведется попеременно в двух направлениях — к вентиляционному агрегату и воздухозабору.

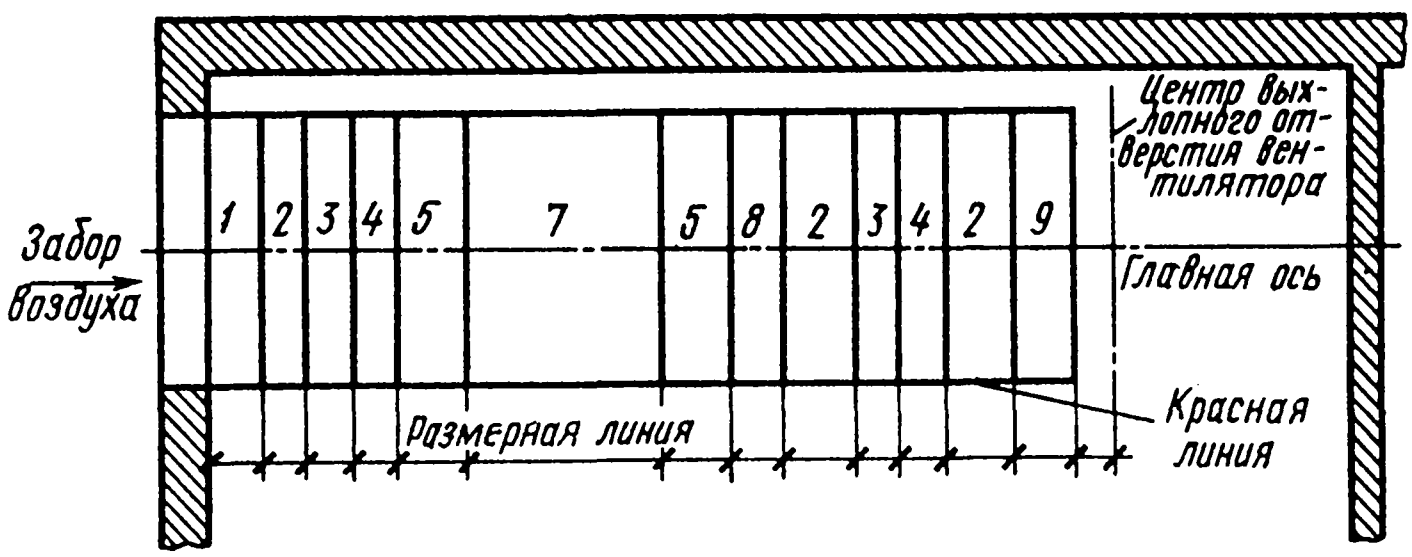


Рис. 8.17. Примерная схема разбивки осей центрального кондиционера

При установке больших кондиционеров в подвалах наиболее громоздкие и имеющие значительную массу секции и детали доставляют в монтажную зону до устройства перекрытий над подвалами башенными или стреловыми кранами, используемыми для возведения здания. Сборка отдельных секций из унифицированных деталей может производиться на месте монтажа кондиционеров и на сборочной площадке. При сборке секций пользуются заводскими инструкциями по монтажу и эксплуатации кондиционеров.

Подставки под секции и детали размещают перпендикулярно оси кондиционеров. Их размеры и конструкция определяются рабочей документацией или монтажным проектом.

Вентиляционные агрегаты кондиционеров монтируются так же, как и аналогичные агрегаты вентиляционных систем.

Используя секции и металлические детали заводского изготовления, центральные кондиционеры иногда монтируют в строительных конструкциях. В этом случае камеры обслуживания, соединительные блоки, а также приточные камеры при установке вентиляторов двустороннего всасывания выполняются из железобетона или кирпича. В строительных конструкциях (перекрытиях и перегородках) устанавливают проемы как для монтажа и

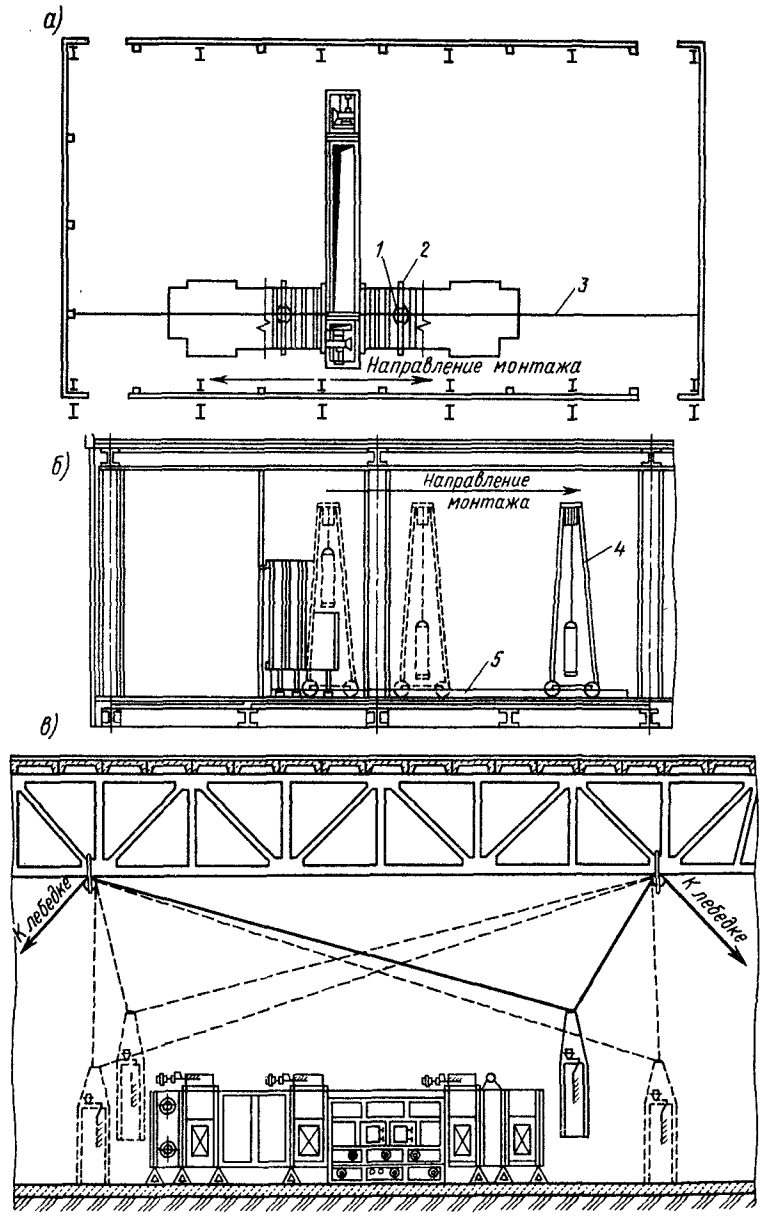


Рис. 8.18. Монтаж кондиционеров:

а — с помощью тельфера; *б* — с помощью козлового устройства; *в* — с помощью лебедок; *1* — электрическая таль; *2* — траверса; *3* — монорельс; *4* — козловое устройство; *5* — направляющие швеллеры

периодического осмотра секций кондиционеров, так и для присоединения к ним унифицированных блоков (секций). Проемы для присоединения и обслуживания секций обрамляются по периметру закладными рамами из равнобоких стальных уголков, которые устанавливают с анкерами одновременно с бетонированием перегородок или кладкой стен.

Монтаж кондиционеров начинают с установки воздушного приемного клапана, а затем последовательно монтируют и другие секции кондиционеров. Присоединение секций и отдельных деталей к металлическим закладным рамам осуществляется путем приварки ответных контрфланцев (рис. 8.19), поставляемых заводом-изготовителем, которые к металлическим частям кондиционеров крепятся на болтах.

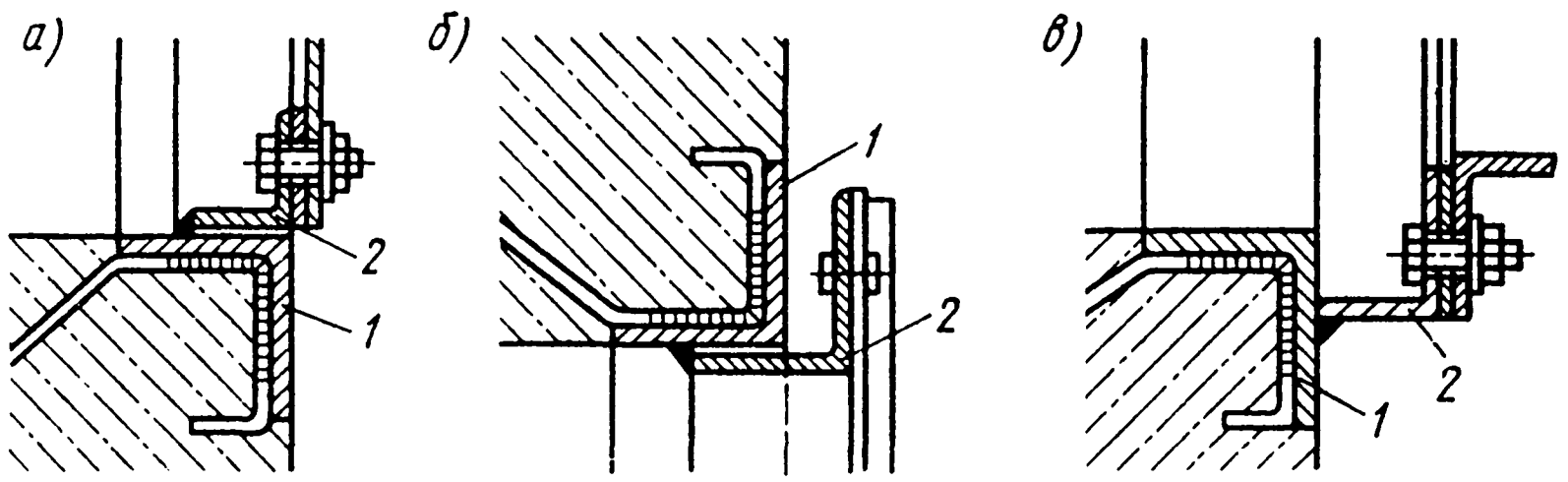


Рис. 8.19. Присоединение контрфланцев к закладной раме при установке деталей кондиционера:
а — панели с герметической дверью; *б* — герметической двери; *в* — рабочих секций; *1* — рама; *2* — контрфланец

Автономные кондиционеры поставляются в виде металлического шкафа сравнительно небольших размеров и массы в собранном виде. Доставленный к месту монтажа кондиционер грузоподъемными средствами разгружается, перемещается и устанавливается в проектное положение. Подключив кондиционер к электросети, его запускают в работу.

Бытовые автономные кондиционеры устанавливаются в футляре в оконных переплетах. Зазоры между футляром и кондиционером, а также футляром и оконным проемом заделывают теплоизоляционным материалом.

Неавтономные кондиционеры монтируются аналогично автономным кондиционерам. Подключив неавтомные кондиционеры к сетям тепло- и холодоснабжения и электроэнергии, их запускают в работу.

Монтаж эжекционных доводчиков выполняется в такой последовательности: сначала грузовыми лифтами или подъемниками, а затем вручную доставляют доводчики к месту установки. Устанавливают скользящие опоры под воздуховод первичного воздуха; монтируют и изолируют воздуховод; устанавливают металлический каркас под доводчик и трубопроводы; монтируют трубопро-

воды и изолируют их; устанавливают доводчик на металлический каркас в проектное положение и присоединяют его к приточному воздуховоду; присоединяют трубопроводы. В подоконной панели устанавливают приточную алюминиевую решетку, а в вертикальной панели— рециркуляционную съемную решетку.

8.7. Монтаж пылеулавливающих устройств

Для установки ячейковых масляных фильтров вначале закрепляют к строительным конструкциям металлический каркас. Затем коробку фильтра, заполненную гофрированными стальными сетками, закрепляют в каркасе. В том случае, когда необходимо установить более одной ячейки фильтра, установочные рамки соединяют между собой заклепками. Если фильтр долгое время хранился, то фильтрующие сетки смачивают индустриальным или веретенным маслом.

При монтаже рулонного фильтра должна быть обеспечена соосность ведущих валов подвижных решеток и подшипников, которые предназначены для установки катушек фильтрующего материала. Длина каждого полотнища фильтрующего материала должна быть в пределах 15...20 м. При его заправке необходимо следить за тем, чтобы он был хорошо натянут и не провисал. Фильтрующий материал поддерживается решетками, что предотвращает его прогиб и разрыв под давлением воздуха при перемотке. Если фильтрующий материал имеет начес, то он должен быть расположен со стороны поступления воздуха.

При монтаже рукавных фильтров вначале на опорные конструкции устанавливают и закрепляют бункер (сборник пыли), затем монтируют каркас. Далее устанавливают на место днище, внутренние перегородки, наружные стенки и верхнюю крышку, соединяя их болтами с применением резиновых прокладок. Потом монтируют правый и левый коллекторы очищенного и обдувочного воздуха. В передней или задней стенке бункера в соответствии с рабочей документацией или монтажным проектом вырезают отверстия для установки патрубков с дросселями для входа запыленного воздуха, после чего эти патрубки привариваются к бункеру. После этого приводят в рабочее состояние механизм встряхивания и монтируют пылевые затворы, винтовые конвейеры и приводы конвейеров и лазов.

После установки фильтра проверяют тщательность сборки, заправляют подшипники и редукторы смазочным материалом и проверяют работу фильтра на холостом ходу.

Циклоны доставляют на объект в собранном виде или отдельными деталями (бункер, корпус, улитка), которые собирают перед монтажом или в процессе его на болтах или сварке, используя в качестве уплотняющего материала картон или резину. Их устанавливают как в производственных помещениях, так и на открытых площадках с размещением под ними в большинстве случаев бункеров

или воронок. Монтируют циклоны на металлические или железобетонные опоры, или с креплением к закладным деталям строительных конструкций, либо непосредственно к колоннам и стенам.

Доставленный в зону монтажа циклон в собранном виде поднимают стреловым краном и устанавливают на заранее установленных опорах. Затем его положение выверяют по отвесу и уровню и закрепляют к опоре. После этого на бункере циклона монтируют пылесборник и герметический затвор.

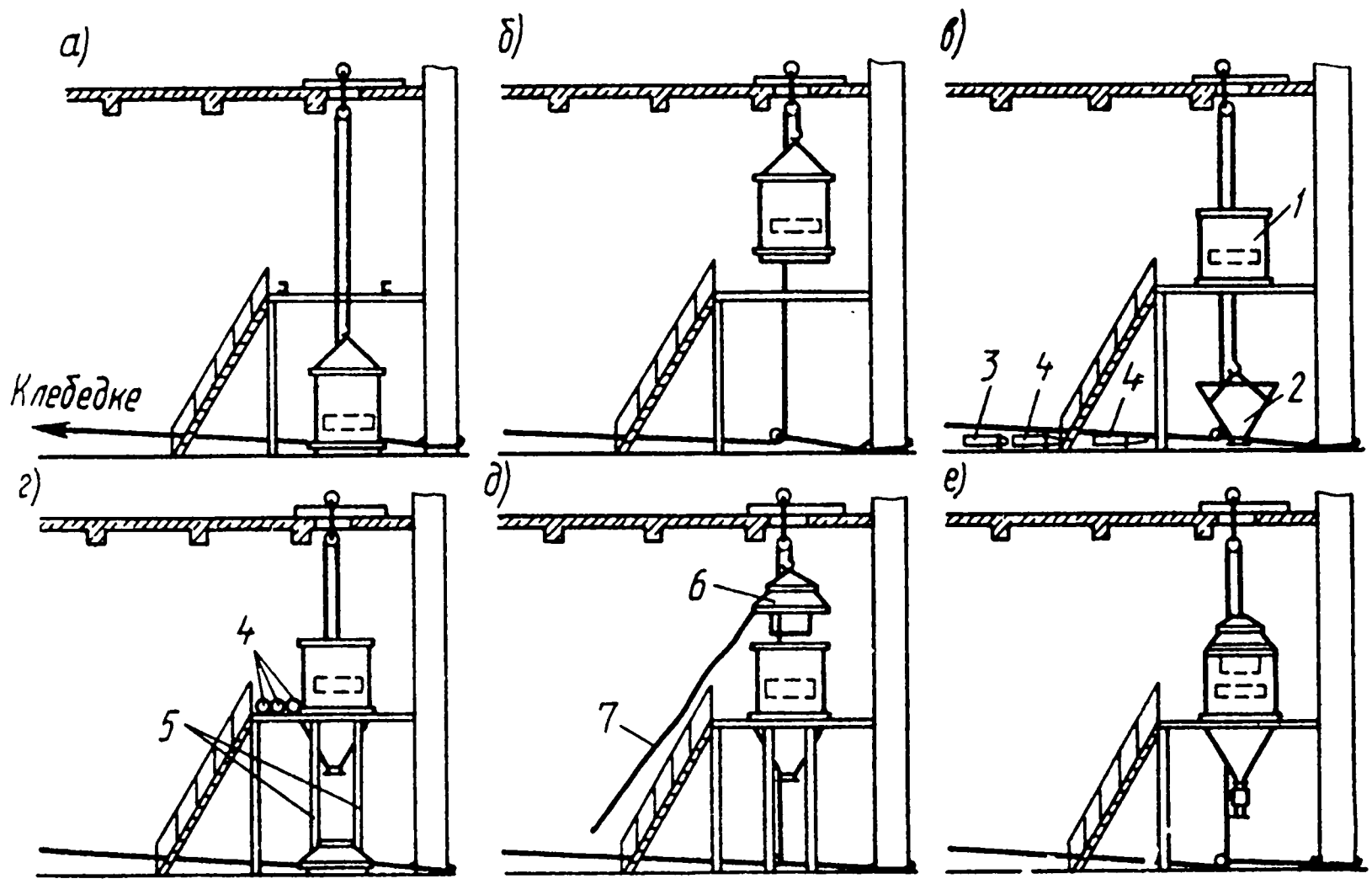


Рис. 8.20. Последовательность монтажа циклона:

а — установка лебедки и строповка корпуса циклона; *б* — подъем корпуса циклона; *в* — установка корпуса; *г* — установка и закрепление нижней части циклона; *д* — монтаж крышки; *е* — общая схема установки; *1* — корпус циклона; *2* — бункер; *3, 4* — элементы циклона; *5* — брусья; *6* — крышка; *7* — оттяжка

Монтаж циклона из отдельных деталей ведут в такой последовательности (рис. 8.20). Корпус циклона поднимают выше отметки площадки, под опорное кольцо подкладывают опорные балки или башмаки, устанавливают и закрепляют корпус. Затем производят строповку бункера за кольца, заранее приваренные внутри него (канат пропускают через корпус), поднимают его, подпирают деревянными брусьями и прихватывают к корпусу циклона с последующей сваркой по всему периметру. Потом поднимают и устанавливают улитку (крышку) циклона. Далее монтируют остальные элементы циклона. После монтажа циклона к его патрубкам присоединяют воздуховоды.

Для очистки больших объемов воздуха цилиндрические циклоны могут компоноваться в группы, объединенные общим пылесборником и коллектором очищенного воздуха. Монтаж групповых циклонов, как правило, начинают с установки бункеров, в которых так же, как и в коллекторах, предусмотрены люки для осмотра и ре-

монта. Закрепив бункер, монтируют поочередно циклоны с установкой прокладок и креплением их к соответствующим конструкциям. Далее монтируют коллекторы, подводящие загрязненный воздух и отводящие очищенный воздух.

Скрубберы поставляют на строительную площадку в собранном виде комплектно с форсунками, пылесборником и шламоотводом. Их монтаж ведут с соблюдением технологической последовательности (рис. 8.21): строповка, подъем и установка на опорные конструкции; выверка по отвесу и уровню; снятие средств подъема и монтажа; присоединение к воздуховодам, водопроводу и канализации. При монтаже могут быть использованы мостовые и стреловые краны, автопогрузчики, тельферы (кранбалки), ручные и электрические лебедки. Водопровод к форсункам подсоединяют через мигалку, регулировку которой выполняют таким образом, чтобы уровень воды не поднимался выше $^1/_3$ высоты отстойника.

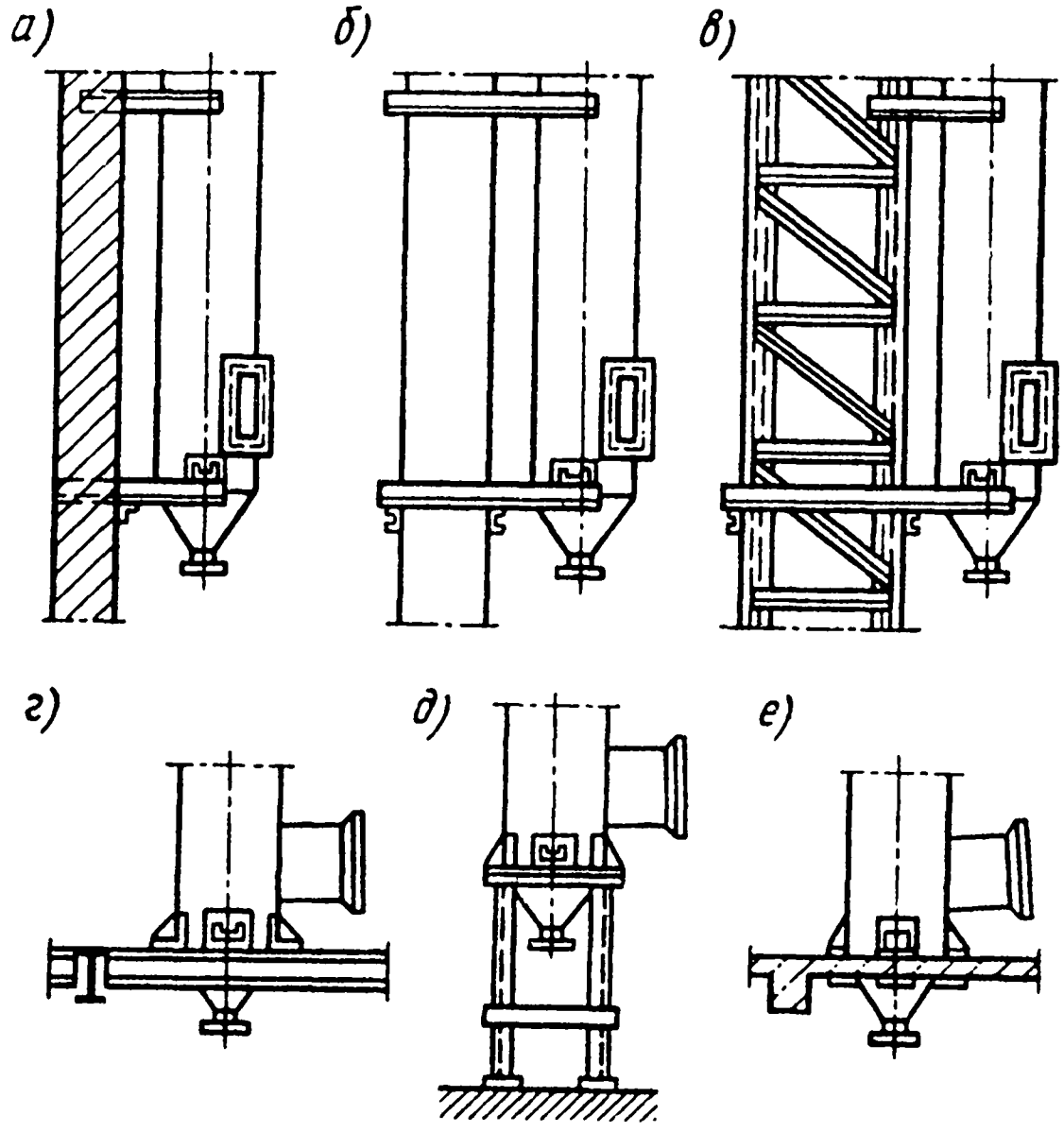


Рис. 8.21. Установка скруббера:
а — на кирпичной стене; *б* — на железобетонной колонне; *в* — на металлической колонне; *г* — на металлической площадке; *д* — на постаменте; *е* — на железобетонной плите

8.8. Монтаж оборудования в приточных и вытяжных камерах

Приточные камеры состоят из вентиляторного агрегата, воздухонагревателей, обводного канала и утепленного клапана. Чтобы очистить приточный воздух от механических примесей (пыли), в камере могут устанавливаться фильтры. Когда наружный воздух необходимо осушить, в приточной камере монтируют специальные устройства.

Монтаж приточных камер в строительных конструкциях (рис. 8.22) начинают с установки в проеме, сделанном в стене, неподвижной жалюзийной решетки и приемного клапана. При работе камеры приемный клапан открыт, в нерабочем состоянии — закрыт, предохраняя тем самым установленные в камере воздухонагреватели. Управляют утепленным клапаном с помощью электропривода ди-

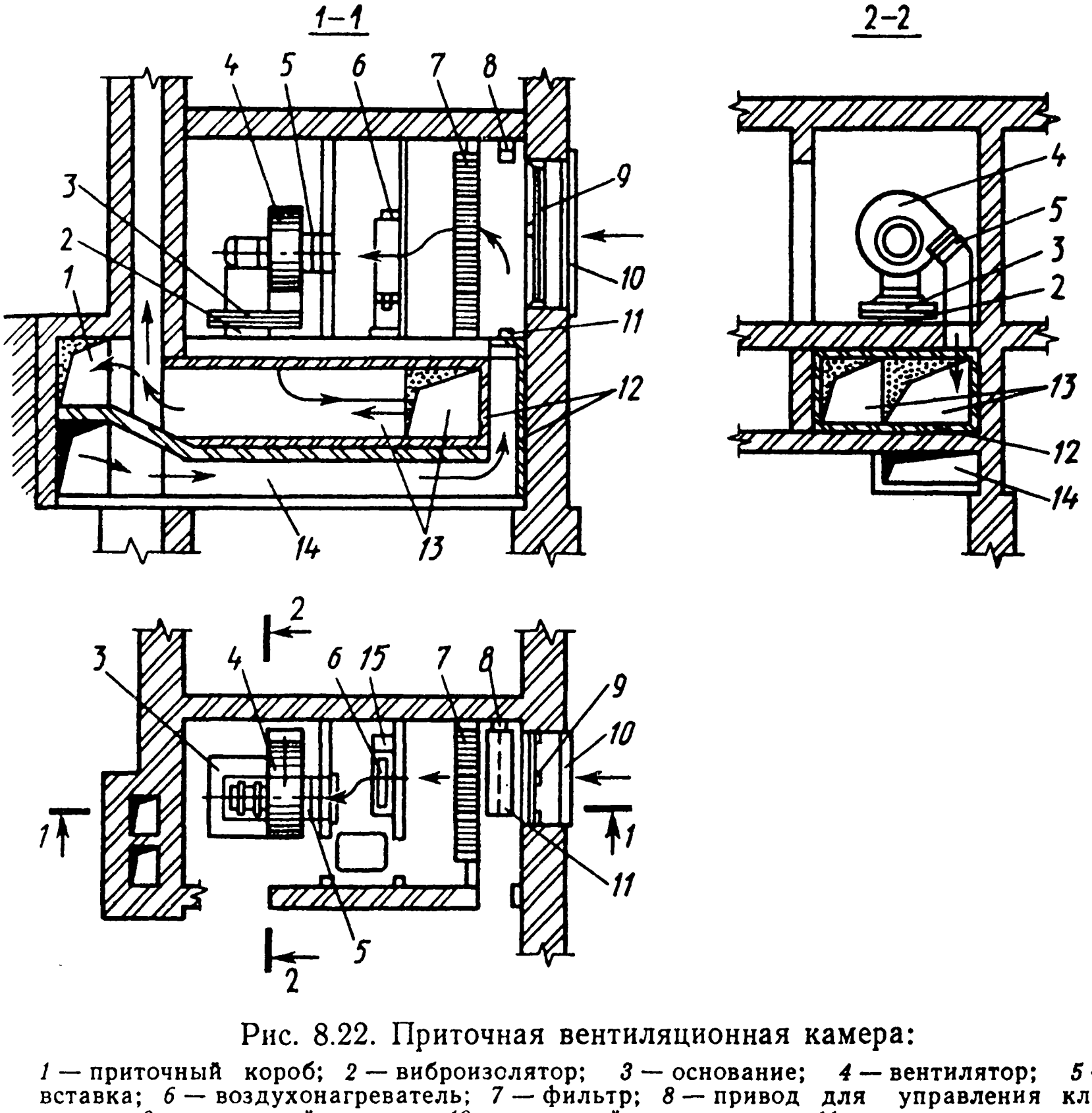


Рис. 8.22. Приточная вентиляционная камера:

1 — приточный короб; *2* — виброизолятор; *3* — основание; *4* — вентилятор; *5* — вставка; *6* — воздухонагреватель; *7* — фильтр; *8* — привод для управления клапаном; *9* — приемный клапан; *10* — жалюзийная решетка; *11* — рециркуляционный клапан; *12* — звукопоглощающий материал; *13* — короб шумоглушения; *14* — рециркуляционный короб; *15* — обводной клапан

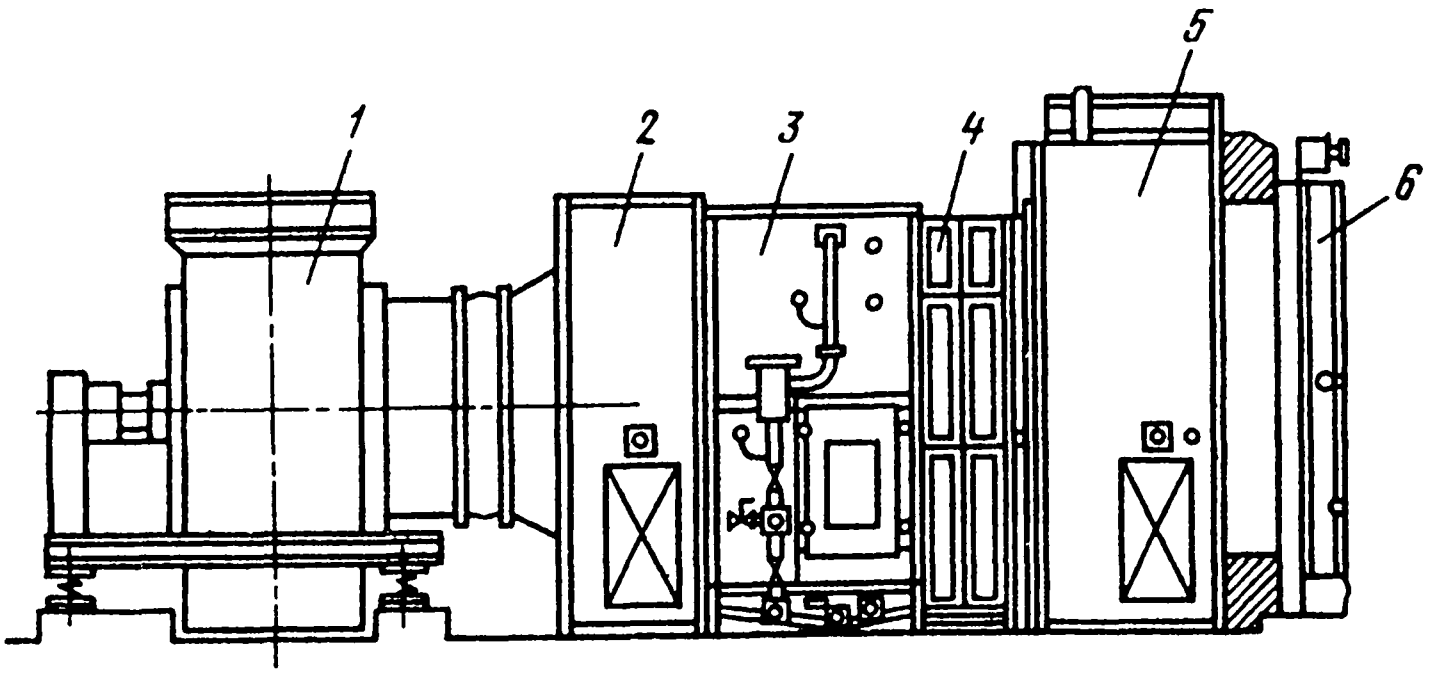


Рис. 8.23. Приточная камера типа 2ПК:

1 — вентиляторная секция; *2* — соединительная секция; *3* — секция орошения; *4* — воздухонагревательная секция; *5* — приемная секция; *6* — утепленный клапан

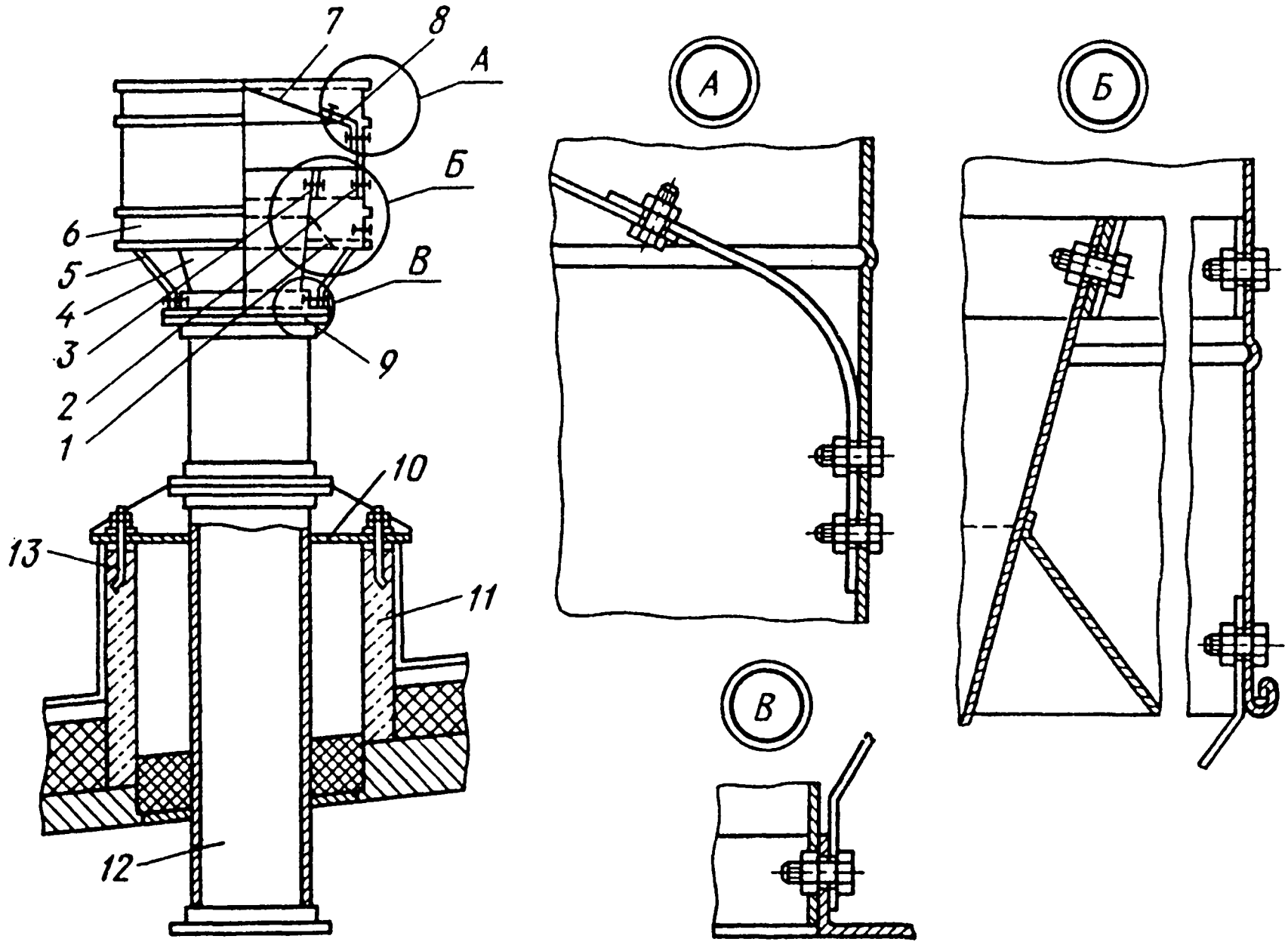


Рис. 8.24. Крепление выхлопной шахты и дефлектора:

1 — конус; *2* — распорка; *3* — кольцо; *4* — диффузор; *5* — подкос; *6* — цилиндр; *7* — зонт; *8* — лапка; *9* — фланец; *10* — специальный фланец; *11* — железобетонный стакан; *12* — патрубок; *13* — анкерный болт

станционно. Затем устанавливают один воздухонагреватель или группу, соединяя их болтами к ответному фланцу, заделанному в перегородку камеры. У воздухонагревателей также монтируют обводной клапан. Потом производят монтаж вентиляционного агрегата на виброосновании и соединяют его с закладной деталью всасывающего отверстия в перегородке и напорным воздуховодом с помощью мягких вставок. Затем устанавливают герметические двери.

Чтобы повысить индустриальность монтажа, на строительные объекты поставляют приточные камеры в металлическом исполнении, серийно изготовляемые на заводах. Секции и сборные единицы приточных камер поступают в упакованном виде. Перед монтажом все сборочные единицы распаковывают и осматривают с проверкой плавности открывания и закрывания заслонок.

Монтаж типовых приточных камер (рис. 8.23) во многом совпадает с монтажом центральных кондиционеров. На фундамент устанавливают приемную секцию, которую монтируют с учетом примыкания камеры к стенке воздухозаборного узла. Затем устанавливают секцию подогрева и присоединяют ее к приемной на болтах, предварительно установив прокладки. Далее монтируют секцию орошения и соединительную. После этого собирают и устанавливают вентиляционный агрегат (см. § 8.5).

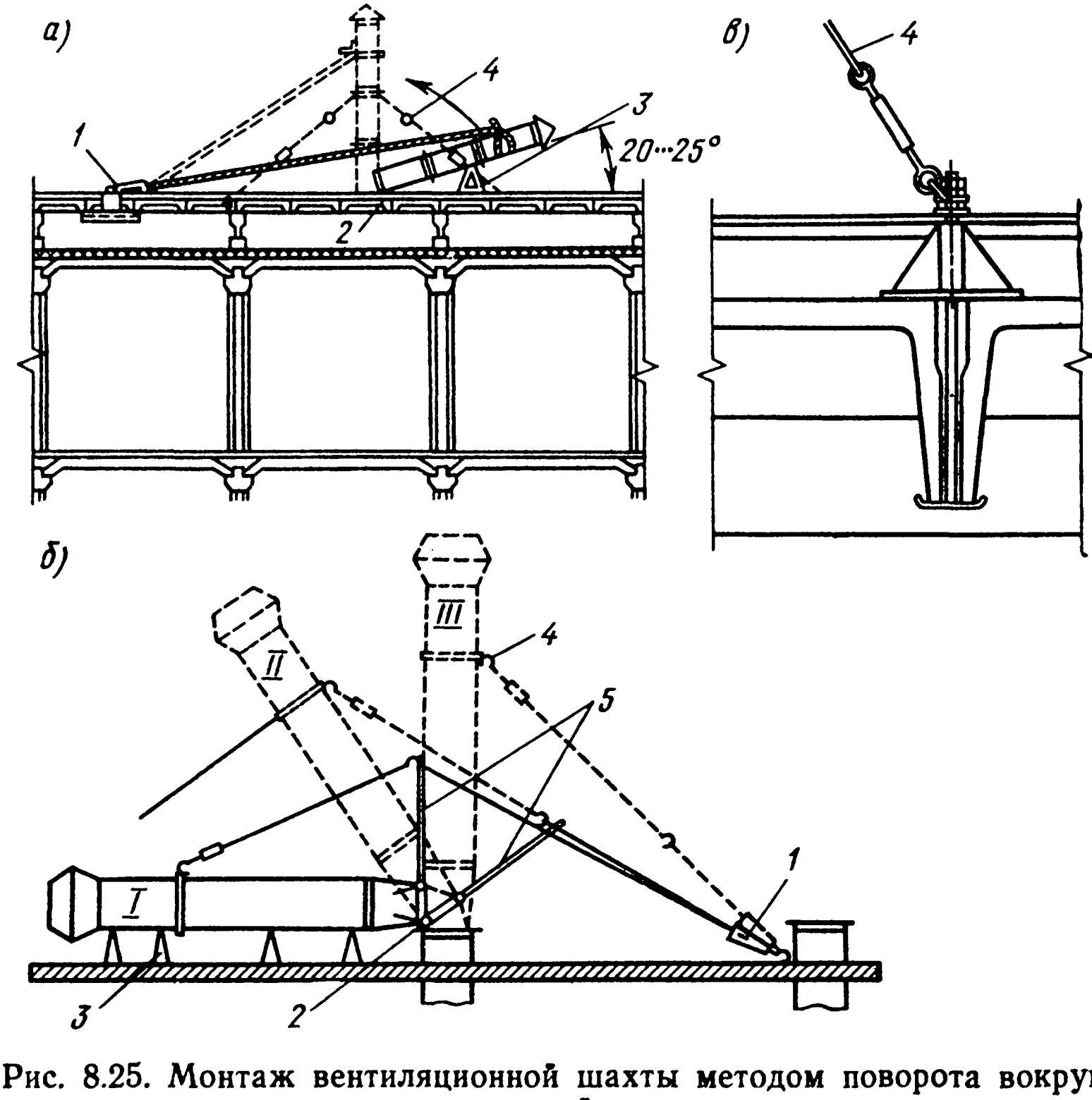


Рис. 8.25. Монтаж вентиляционной шахты методом поворота вокруг неподвижной опоры:

а — с помощью лебедки; *б* — с помощью падающей стрелы; *в* — узел крепления растяжки к перекрытию; *1* — лебедка; *2* — шарнир; *3* — инвентарные подставки; *4* — постоянное крепление; *5* — падающая стрела

Приточные камеры поставляются правого и левого исполнения (если смотреть на камеру со стороны входа воздуха). В зависимости от назначения камеры изготовляют с полным набором секций либо без оросительной секции. Кроме того, приемная секция может быть оборудована встроенным фильтром.

8.9. Монтаж вентиляционных металлических шахт и дефлекторов на кровле здания

При устройстве систем вентиляции промышленных и гражданских зданий возникает необходимость в установке значительного количества выхлопных вентиляционных шахт на покрытиях зданий. Вентиляционные шахты устанавливают на железобетонные стаканы, закрепленные на плитах покрытия. Типовой узел прохода вентиляционных шахт через покрытие (рис. 8.24) представляет собой патрубок с приваренным к нему специальным фланцем, которым узел крепится анкерными болтами к железобетонному стакану. Верхний концевой фланец патрубка предназначен для крепления

к узлу вентиляционной шахты, а нижний — для присоединения клапана или воздуховода. При использовании стального профилированного настила по типовому решению вместо железобетонного стакана применяют стальной с добавлением снизу (при диаметрах воздуховодов более 250 мм) несущих стальных прогонов.

Вентиляционные шахты удобнее всего устанавливать методом наращивания «сверху» с помощью монтажных кранов одновременно со сборкой строительных конструкций здания. Однако на практике по разного рода причинам (отсутствие вентиляционных заготовок, недостаточный вылет стрелы крана и т. п.) этот метод монтажа широкого распространения не получил. Поэтому детали шахты подают стреловым краном на кровлю здания и транспортируют по щитовому настилу к месту сборки и установки. Потом из отдельных деталей на инвентарных подставках собирают шахту и соединяют специальным шарниром фланец шахты и фланец воздуховода. Затем методом поворота вокруг неподвижной опоры поднимают шахту лебедкой в проектное положение (рис. 8.25). Окончательно шахту закрепляют растяжками, натягивая талрепы, и соединяют с ранее смонтированным воздуховодом.

Зонты, колпаки и дефлекторы, устанавливаемые на вентиляционных шахтах, монтируют вместе с шахтами.

Для увеличения воздухообмена за счет ветрового напора на металлическую шахту устанавливают специальные устройства — дефлекторы, имеющие № 3...№ 10, которые соответствуют их диаметру, выраженному в дециметрах. Дефлектор на шахте устанавливают таким образом, чтобы он был на 1,6...2 м выше конька крыши. Дефлекторы монтируют методом наращивания «сверху» на фланцах с присоединением к фланцу узла прохода через перекрытие или к фланцу вентиляционной шахты. Дефлекторы небольших размеров (до № 6) устанавливают на опору вручную. Дефлекторы № 6...№ 10, которые поступают на объекты разобранными, сначала собирают на монтажной площадке, а затем различными грузоподъемными средствами устанавливают в проектное положение. Выверив правильность установки дефлектора по отвесу или уровню, дефлектор закрепляют расчалками к перекрытию.

8.10. Монтаж регулирующих устройств

Регулирующие приспособления — шиберы, регулирующие диафрагмы, клапаны, заслонки, дроссель-клапаны, огнезадерживающие и лепестковые клапаны присоединяются к воздуховодам на фланцах на расстоянии четырех диаметров воздуховода до ближайшей фасонной части. Управление регулирующими устройствами должно быть выведено на высоту 1,2...1,5 м от уровня пола или площадки. Регулирующие приспособления должны легко открываться и закрываться. Снаружи на них устанавливают приспособления для фиксации, а на воздуховодах — указатели положения регулирующих устройств.

Жалюзийные решетки устанавливают в воздухозаборные и воздухораспределительные отверстия, оставляемые в строительных конструкциях. Воздухозаборные отверстия иногда достигают значительных размеров, а жалюзийные решетки выпускаются только двух размеров — 490×150 и 580×150 мм. Поэтому, чтобы получить решетки необходимых размеров, их компонуют в блоки на сварке, болтах или заклепках и обрамляют металлическим каркасом из уголков. Чтобы предотвратить прогиб в необходимых случаях (при значительных размерах решетки), устанавливают продольные и поперечные ребра жесткости из полосового железа или металлопроката. К закладной раме строительных конструкций решетку крепят болтами или электросваркой с подмостей, автогидроподъемника или с подвесной люльки. Решетку массой до 50 кг устанавливают вручную, а массой более 50 кг поднимают и устанавливают в проектное положение лебедкой.

Воздухозаборные штампованные решетки с неподвижными ребрами устанавливают снаружи здания в стенах, окнах или шахтах приточных систем ребрами вниз, чтобы дождевая вода не попадала внутрь помещения.

Приточно-вытяжные и декоративные решетки шурупами крепят к деревянным или металлическим рамкам, заделанным в строительные конструкции, или на дюбелях.

Воздухораспределители устанавливают непосредственно на воздуховодах на фланцах или монтируют в конструкции подвесного потолка одновременно с монтажом плит потолка.

Воздухораспределители и жалюзийные решетки кроме своего основного назначения — подавать воздух — выполняют декоративные функции. Поэтому при монтаже их располагают строго по одной линии или в шахматном порядке, без перекосов, соблюдая пропорции в помещениях.

8.11. Способы борьбы с шумом

Шум, распространяющийся по воздухопроводам в рабочие помещения или в окружающую атмосферу, снижают до допустимого специальными глушителями, типы и размеры которых определяют акустическим расчетом. Преимущественное применение для систем вентиляции получили два типа глушителей: трубчатые и пластинчатые. Трубчатые глушители применяют при площади поперечного сечения воздуховода до 500×500 мм. Все трубчатые шумоглушители разработаны с фланцами для соединения их между собой и с воздуховодами. Пластинчатые шумоглушители собирают из отдельных звукопоглощающих пластин на месте установки в стальном кожухе или в строительных конструкциях (при площади поперечного сечения более 2×2 м). Металлические кожухи больших размеров изготовляют на сварке на месте монтажа, затем лебедкой или монтажным краном устанавливают в проектное положение.

Помещение вентиляционной камеры рекомендуется отделять от

помещения глушителей стенкой с массой ее конструкции 150...200 кг/м². При большой стесненности в размерах вентиляционной камеры в системах кондиционирования воздуха иногда применяют глушители камерного типа с экранами и без них. Их монтаж аналогичен монтажу пластинчатых шумоглушителей большого размера.

Механический (структурный) шум, распространяющийся по элементам конструкций зданий, снижают за счет виброизоляции агрегатов.

Вентиляторы и насосы следует жестко закреплять на тяжелой плите или металлической раме, опирающейся на виброизоляторы. Тяжелая плита не только понижает расположение центра тяжести виброизоляторов, но и уменьшает амплитуду колебаний устройств, установленных на виброосновании.

Довольно значительное снижение шума, передаваемого вентилятором в помещение вентиляционной камеры, можно получить, покрыв кожух вентилятора и воздуховодов вибродемпфирующими материалами (покрытие состоит из грунтовочной пасты, нескольких слоев мастики и декоративного слоя). При невозможности обеспечить достаточное снижение шума указанными методами применяют звукоизоляцию стен и потолков, плавающие перекрытия и виброизоляцию агрегатов.

Виброизоляция вентиляционных агрегатов достигается установкой их на виброизоляторы, применением гибких элементов (мягких вставок) между воздуховодами и вентилятором, использованием мягких прокладок в местах прохода воздуховодов через строительные конструкции и в местах крепления их к конструкциям. Для снижения вибраций агрегатов применяют пружинные (стальные) или резиновые виброизоляторы. Для устранения возможной передачи высокочастотных вибраций необходимо применять резиновые или пробковые прокладки толщиной 10...20 мм, располагая их между пружинами и несущей конструкцией.

8.12. Испытание, регулировка и приемка в эксплуатацию систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха перед пуском должны пройти предпусковые испытания и регулирования. Вновь смонтированные системы испытывает и регулирует монтажная организация, выполнявшая монтаж систем, или по ее поручению специализированное управление за счет средств, входящих в стоимость строительно-монтажных работ.

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств и наличие ограждений у ременных передач; правильность установки жалюзийных решеток, клапанов, гермети-

ческих дверей и наличие фиксирующих приспособлений у регулирующих устройств; выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Установка вентиляции и кондиционирования воздуха до ее испытаний должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям. По результатам обкатки (испытаний) вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного приложения 1 СНиП 3.05.01—85.

При испытании проверяют: работоспособность системы; соответствие производительности вентилятора проектным данным; равномерность прогрева воздухонагревателей и распыление воды форсунками; герметичность в соединениях; соответствие проектным данным объема воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства. Особое внимание обращают на соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным и на его скорость, особенно, если этот воздух поступает непосредственно на рабочее место.

Системы регулируют только в тех случаях, когда фактические расходы воздуха по ответвлениям не соответствуют проектным данным. Вентиляционные установки регулируют шиберами, дроссель-клапанами, диафрагмами и другими устройствами по каждой ветви систем вентиляции. Расход воздуха по воздуховыпускным или воздухозаборным отверстиям регулируют путем дросселирования одного из двух наиболее удаленных от вентилятора отверстий какой-либо ветви и уравнивают в них отношение фактического количества воздуха к проектному. Принимая в дальнейшем оба отрегулированных отверстия за единое, аналогично регулируют последующее отверстие. Таким же образом регулируют другие ветви установки.

Величина подсоса и утечек воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха при длине сети до 50 м не должна превышать 10, а при большей длине сети — 15% производительности вентилятора.

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приемочный акт, приложением к которому должны являться следующие документы: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесенными в рабочую документацию изменениями, допущенными при производстве работ, а также документы, подтверждающие изменения; акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приемки ответственных конструкций; паспорта на оборудование; акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок; паспорта на вентиляционные установки в двух экземплярах по форме обязательного приложения 2 СНиП 3.05.01—85.

Испытание и наладка установок вентиляции и кондиционирования воздуха на санитарно-гигиенические и технологические требования должны проводиться при полной технологической загрузке вентилируемых помещений и технологического оборудования.

Комплексное опробование систем вентиляции и кондиционирования воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

8.13. Мероприятия по охране труда при монтаже систем вентиляции и кондиционирования воздуха

При работе с подмостей или у проемов, расположенных над землей или перекрытием на высоте 1 м и более, рабочие места должны иметь ограждение. Оно должно состоять из стоек, поручня, расположенного на высоте 1 м от рабочего настила, и бортовой доски высотой не менее 150 мм, которая предотвращает падение какого-либо предмета на работающего внизу.

При одновременной работе в двух и более ярусах надо обязательно устраивать сетки, козырьки или другие защитные устройства. Для переноски и хранения дюбелей, болтов, гаек и других мелких деталей работающие на высоте должны иметь индивидуальную сумку. В случае, если работу на высоте более 1,5 м невозможно или нецелесообразно выполнять с площадки или огороженных подмостей, рабочие обязательно должны пользоваться предохранительными поясами.

Монтажные проемы в стенах и перекрытиях, оставленные для затаскивания оборудования, после их использования следует закрывать сплошными настилами или передвижными ограждениями, а после окончания монтажных работ указанные проемы заделывают. При подъеме оборудования, особенно в монтажные проемы, монтажные зоны, где возможно падение груза при его перемещении и установке в проектное положение, следует ограждать, вывешивая предупредительные знаки, запрещающие пребывание посторонних лиц в указанной зоне.

Все слесари-вентиляционники должны надевать предохранительные каски. Во время пуска вентиляционных агрегатов следует находиться в стороне от вентиляторов и ременных передач. Слесарю-вентиляционнику по монтажу категорически запрещается включать электродвигатели вентиляционного оборудования и присоединять приборы к электросети.

В период осмотра колес вентиляторов, бункеров, циклонов, скрубберов и при работе внутри вентиляционных воздуховодов и вентиляционных камер дежурный электромонтер должен полностью обесточить систему и повесить табличку «Не включать — работают люди».

При обнаружении ударов, подозрительного шума, перегрева электродвигателей, вибрации оборудования или прекращения подачи электроэнергии необходимо об этом сообщить дежурному электромонтеру или дежурному электромеханику.

Работы, связанные с пуском и регулированием систем вентиляции и кондиционирования воздуха, разрешается производить при исправном оборудовании.

Глава 9

МОНТАЖ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

9.1. Трубопроводы, детали, материалы и оборудование, применяемые при монтаже котельных установок

По трубопроводам котельных установок транспортируется топливо (газ, мазут и т. д.), вода для питания котлов, реагенты для химической очистки воды, высокотемпературная вода для нужд отопления, пар под различным давлением и с различной температурой для технологических нужд.

Трубопроводы котельных установок состоят из плотно соединенных между собой прямых участков труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, опор и подвесок; крепежных деталей, прокладок и уплотнений, а также тепловой и антикоррозионной изоляции.

Трубопроводы котельных установок, транспортирующие водяной пар с рабочим давлением более 0,07 МПа и горячую воду с температурой выше 388 К (115°С), согласно «Правилам устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора СССР делятся на четыре категории в зависимости от параметров транспортируемого вещества. Правила Госгортехнадзора не распространяются на трубопроводы, расположенные в пределах котла (до головной задвижки), на трубопроводы I категории с наружным диаметром менее 51 мм и трубопроводы других категорий с наружным диаметром менее 76 мм, а также на сливные, продувочные и выхлопные трубопроводы.

В котельных установках в основном применяются металлические бесшовные и электросварные **трубы** из углеродистых и низколегированных сталей, а также из кремнемарганцовистых сталей (для высоких давлений). Выбор марки трубы производится по соответствующим справочникам или ГОСТам в зависимости от давления и температуры теплоносителя.

В трубопроводах применяют отводы, тройники, седловины, переходы, заглушки, муфты, сгоны, контргайки и ниппели. Большинство деталей трубопроводов нормализованы соответствующими ГОСТами, техническими условиями и нормалями и выпускаются в виде стандартных изделий.

В зависимости от давлений и свойств рабочей среды в котельных установках применяют гостированные **фланцы** с гладкой поверхностью без выступа, с соединительным выступом и с вы-

ступом или впадиной, у которых для одних и тех же давлений и диаметров присоединительные размеры одинаковы независимо от их конструкции.

Для уплотнения фланцевых соединений применяют **прокладки.** Материалы прокладок должны быть пластичными, прочными и устойчивыми к разрушающим воздействиям воды, пара и топлива. Основным материалом в отопительно-производственных котельных установках служит паронит толщиной 0,4 ... 4 мм.

К **конструкциям крепления** трубопроводов относятся опоры, подвески, кронштейны и т. п. Неподвижные опоры трубопроводов нормализованы, а подвижные опоры и подвески стандартизованы. Перечень всех типов опор и подвесок для стальных трубопроводов, пределы их применения и основные размеры приведены в соответствующих ГОСТах, технических условиях и нормалях.

При монтаже котельных установок применяется металлопрокат (уголок, швеллер, двутавры, тавры, круг, квадрат и пр.), сталь листовая углеродистая обыкновенного качества и сталь листовая низколегированная, отвечающая требованиям, устанавливаемым органами котлонадзора.

Для управления работой котельного агрегата и обеспечения его безопасной и безаварийной работы в котельных установках применяется широкий ассортимент запорной, регулирующей, предохранительной и контрольной **арматуры**.

Основное требование к запорной арматуре — обеспечивать плотность отключения в закрытом состоянии и оказывать минимальное сопротивление протекающей среде в открытом состоянии.

Регулирующая арматура предназначена для изменения давления, температуры и расхода транспортируемого продукта в трубопроводе. Она приводится в действие либо ручным приводом, либо с применением механических, гидравлических или электромагнитных устройств. К регулирующей арматуре относятся приводные регулирующие вентили, самодействующие регулирующие клапаны, регуляторы уровня и конденсатоотводчики.

Предохранительная арматура служит для защиты трубопроводов и котлов от чрезмерного повышения давления, а также для предотвращения движения потока вещества, транспортируемого по трубопроводу, в обратном направлении. К предохранительной арматуре относятся предохранительные и обратные клапаны, автоматически выпускающие в атмосферу избыточное давление или автоматически закрывающиеся при движении потока в обратном направлении.

Для наблюдения за движением вещества в трубопроводе и определения его уровня служит *контрольная арматура* — пробковые и трехходовые краны, указатели уровня и др.

В конструкциях обмуровок котлов используются различные огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы и изделия.

В качестве огнеупорных материалов применяется огнеупорный кирпич, мертели, шамотный заполнитель, шамотобетон, шамотная торкретная масса, специальные набивные огнеупорные массы. В основном все огнеупорные материалы служат для обмуровки котлов.

При монтаже котельных установок наибольшее распространение получили следующие материалы: теплоизоляционные бетоны; штучные жесткие диатомитовые, известково-кремнеземистые, вулканитовые, перлитовые, вермикулитовые, совелитовые и другие изделия; рулонные и шнуровые изделия из минеральной, стеклянной или каолиновой ваты с пропиткой связующими составами; рыхлые и сыпучие материалы в виде асбеста, перлита, вермикулита, асбозурита, совелита и др.

В зависимости от назначения оборудование котельных включает: котлы паровые или водогрейные; вспомогательное оборудование котлоагрегатов; вспомогательное общекотельное оборудование.

Все **котельные агрегаты** отопительно-производственных котельных установок условно разделяются на пять групп: I — чугунные секционные и стальные водогрейные и паровые котлы для нагрева воды до температуры 388 К (115°С) и выработки пара давлением до 0,07 МПа; II — стальные паровые котлы для выработки пара давлением 0,07 ... 0,8 МПа; III — стальные паровые котлы для выработки пара давлением 0,8 ... 1,3 МПа; IV — стальные трубчатые водогрейные котлы для нагрева воды до температуры 423 ... ... 473 К (150 ... 200°С); V — стальные паровые котлы для выработки пара давлением более 1,3 МПа, но не более 3,9 МПа.

К *вспомогательному оборудованию котлоагрегатов* относятся водяные экономайзеры, воздухоподогреватели, дымососы, дутьевые вентиляторы, топочные устройства, золоуловители и др.

Общие требования к устройству, изготовлению и эксплуатации паровых котлов, пароперегревателей и экономайзеров с рабочим давлением более 0,07 МПа и водогрейных котлов с температурой воды выше 388 К (115°С) изложены в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов» Госгортехнадзора СССР.

Указанные правила обязательны для исполнения всеми должностными лицами, инженерно-техническими работниками и рабочими всех министерств и ведомств, имеющими отношение к проектированию, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации котлов, пароперегревателей и экономайзеров.

Инженерно-технические работники проектных, конструкторских и технологических институтов и организаций, а также должностные лица на предприятиях, виновные в нарушении этих Правил, несут личную ответственность независимо от того, привело ли данное нарушение к аварии или несчастному случаю. Они отвечают также за нарушения, допущенные их подчиненными.

9.2. Подготовительные работы перед монтажом

К началу работ по монтажу тепломеханического оборудования и трубопроводов котельных установок кроме общепринятых положений по подготовке объекта под монтаж, изложенных в § 5.2, должны быть произведены следующие подготовительные работы: сооружены постоянные или временные подъездные пути, обеспечивающие транспортировку узлов и оборудования в монтажную зону и передвижение кранов и других монтажных механизмов, произведено агрегирование насосов и вентиляторов и изготовлено нестандартизированное оборудование; передано в монтаж основное и вспомогательное оборудование с передачей заказчиком (или генеральным подрядчиком) монтажной организации технической документации заводов-изготовителей; сдана строительная часть котельной под монтаж котлоагрегатов и трубопроводов с составлением соответствующего акта; произведен монтаж подъемно-транспортного оборудования (временного или эксплуатационного), используемого для монтажа оборудования; произведено оснащение монтажной организации подъемно-транспортным оборудованием, монтажными механизмами, инвентарем, инструментом и приспособлениями; выполнены предусмотренные нормами и правилами мероприятия по технике безопасности, охране труда, противопожарной безопасности и производственной санитарии.

Для сокращения сроков строительства при разработке ППР рассматриваются следующие методы монтажа котельных установок: крупноблочный — монтаж оборудования из предварительно укрупненных монтажных блоков; скоростной — крупноблочный монтаж при соблюдении графика, составленного на сборку монтажных блоков и их установку в проектное положение при обязательной непрерывности производства работ; поточный — монтаж оборудования при сооружении котельных с большим числом однотипных котлоагрегатов (после окончания монтажа определенного узла рабочие переходят на монтаж аналогичного узла на следующем котлоагрегате); поточно-совмещенный — монтаж оборудования при ведении работ поточным методом одновременно со строительными работами.

Все методы монтажа котельных установок требуют разной степени готовности строительной части котельной. Но во всех случаях к началу монтажных работ должны быть возведены фундаменты под котлоагрегаты и котельно-вспомогательное оборудование, под колонны здания, дымовую трубу и борова и выполнена обратная засыпка фундаментов.

Для приемки фундаментов под монтаж монтажная организация в составе ППР составляет формуляр на выверку фундаментов котла, а строительная организация составляет исполнительную схему на фундамент с указанием проектных и фактических привязок главных осей фундамента котла к осям здания, отметок опорной поверхности, размеров фундамента, привязочных раз-

меров расположения опорных поверхностей к осям анкерных болтов или закладных анкерных устройств, данных о качестве бетона фундамента. Формуляр содержит схему фундамента с указанием необходимых размеров и высотных отметок, описание всех необходимых видов и способов проверок и допускаемые отклонения размеров фундаментов в мм. На рис. 9.1 показана графическая часть формуляра на выверку фундамента котла ДКВР-6,5.

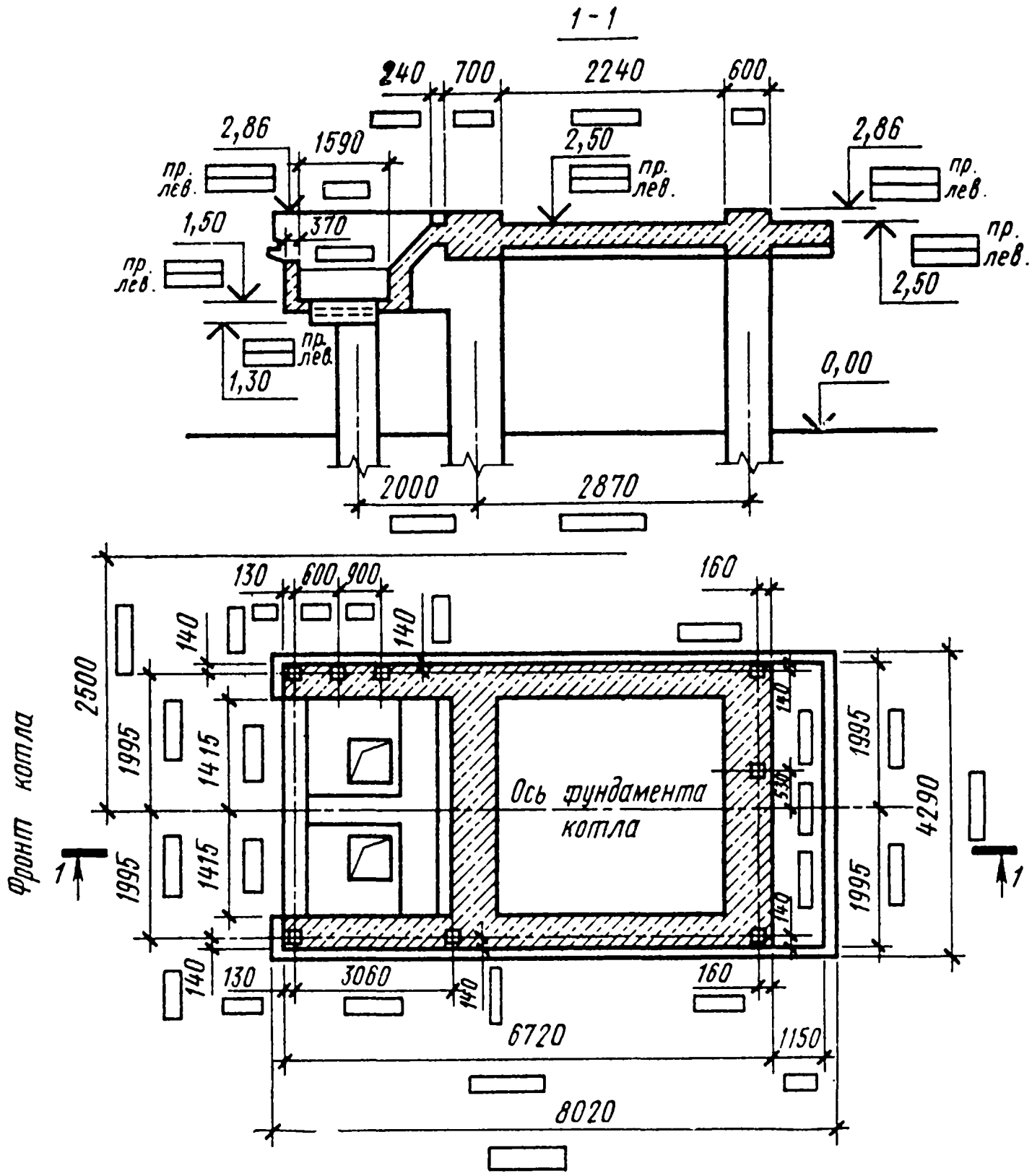


Рис. 9.1. Графическая часть формуляра на выверку фундамента котла ДКВР-6,5

В процессе приемки фундаментов проверяют или вновь размечают продольную и фронтовую поперечную оси фундаментов, а также оси боковых сторон. На опорных поверхностях под башмаки колонн наносят осевые риски. Затем измеряют необходимые расстояния и определяют высотные отметки элементов фундамента. Фактические размеры записывают в прямоугольник под проектным размером. Полученная разность должна быть в пределах допустимых отклонений размеров фундамента.

9.3. Монтаж чугунных секционных котлов

Чугунные секционные котлы (Универсал-6м, Энергия-3м, Факел, Минск-1, Тула-3 и др.) относятся к котлам I группы и состоят из двух пакетов секций, устанавливаемых на кирпичные стенки и располагаемых в виде шатра, образующего топку. Котлы предназначены для сжигания грохоченных и рядовых антрацитов и каменных углей, но могут использоваться для сжигания природного газа, топочного мазута и печного бытового топлива при оборудовании их соответствующими топливосжигающими устройствами, автоматикой регулирования и безопасности работ. Котлы для твердого топлива рассчитаны на работу с дутьем под колосники с естественной и искусственной тягой.

Заводы-изготовители поставляют только металлические части котлов: котельные секции, топочную гарнитуру, арматуру и контрольно-измерительные приборы.

Разновидностью котлов первой группы являются котлы, состоящие из двух пакетов чугунных секций и топочного экрана, выполненного из прокатно-сварных стальных секций (Братск, Братск-1г и др.).

При традиционном методе монтажа котлов первой группы вначале в соответствии с чертежами и заводскими инструментами возводят фундамент под котел, затем выполняют кладку стен и газоходов на высоту до уровня расположения нижних головок секций. При возведении стенок топки закладывают подколосниковые балочки, на которые укладывают колосники. Затем сооружают подмости и настил на уровне монтажного горизонта. Одновременно для выявления всех видимых дефектов (трещин, раковин, горелой земли и т. д.) производят тщательный наружный осмотр секций с очисткой ниппельных гнезд от грязи и ржавчины.

И только после этого начинают сборку котлов. Вначале укладывают два слоя асбестового картона по всей поверхности установки секций. Затем монтируют задние лобовые секции с выверкой их в вертикальном и горизонтальном положениях с помощью подкосов. Потом последовательно ведут подъем на подмости и установку на асбестовую подкладку отмаркированных средних секций правой половины котла со вставкой в ниппельные гнезда конических ниппелей с обмазкой их кремнийорганической мастикой «Виксисант» (допускается применение графитовой замазки, которая состоит из графитового порошка и натуральной олифы). Далее отдельные секции стягивают монтажными стяжными болтами и производят подъем, установку передней лобовой секции и окончательную сборку секции в пакет.

Аналогично собирают левую часть котла, после чего устанавливают постоянные крепежные болты и оба пакета соединяют между собой коленчатыми патрубками и тройниками. Зазор между секциями котлов не должен быть более 2 мм. Котлы устанавливают строго горизонтально и на одной высоте. В собранном

виде котел подвергают испытанию гидростатическим методом. Котел заполняют водой с температурой 278 ... 333 К (5 ... 60°С) и постепенно поднимают давление до 1,25 P, но не более $P+0{,}3$ МПа, выдерживают его в течение 5 мин и снижают до рабочего давления. Если не будет обнаружено признаков разрывов и течи, то давление снижается, вода сливается, а котел признается выдержавшим испытание гидростатическим методом.

После этого устанавливают и закрепляют фронтовую плиту, ставят на место загрузочную и зольную дверцы, дутьевую коробку, колосники, шиберные блоки, трос и контргрузы. Затем присоединяют к котлу сборные газоходы. Одновременно заканчивают внутренние обмуровочные работы, изолируют поверхность верхней части котла листовым асбестом толщиной 5 мм и выполняют наружные обмуровочные работы.

По окончании монтажных и обмуровочных работ проверяют на газовую герметичность газоходы путем загрузки древесных опилок на горящий слой древесных отходов при кратковременно прикрытых шиберах. После этого приступают к двух-трехдневной сушке обмуровки путем сжигания дров небольшими порциями в топке котла.

Для снижения трудовых затрат на большинстве объектов сборку чугунных секционных котлов производят пакетами, собранными и испытанными в заводских условиях. В этом случае технологический процесс чрезвычайно упрощается и сводится к доставке пакетов к месту монтажа и установке их на предварительно выложенные топливники с помощью подъемных механизмов с соответствующей выверкой установленных пакетов в проектное положение. Кроме того, применяют блочную обмуровку чугунных котлов из жаропрочного бетона, а для тепловой изоляции — мягкие базальтовые плиты толщиной 6 мм с кожухом из тонколистовой стали. Это дает возможность отказаться от трудоемких процессов и перейти к индустриальным методам монтажа.

Разновидностью монтажа отдельных видов котлов является установка каркасной обвязки котлов и монтаж стальных секций топочного экрана.

После установки котлов и котельного оборудования доставляются на объект необходимые узлы трубопроводов и производится их монтаж. Как правило, сначала монтируют подающую и обратную гребенки, затем воздухосборники, предохранительную, питательную и спускную линии, обвязку центробежных насосов, устанавливают коллекторы, грязевик, ручной насос и соединяют их с котлами, насосами и отопительной системой.

9.4. Монтаж стальных водотрубных котлов типа КЕ, ДЕ, ДКВР и КВ-М

Монтаж котлов, пароперегревателей, экономайзеров и их элементов следует производить в зависимости от условий поставки

котла по типовой технологии, разработанной Гипротехмонтажом Минмонтажспецстроя СССР или по технологии, разработанной монтажной организацией в составе ППР.

Рассмотрим технологию монтажа котлов указанных типов при поставке их россыпью. Элементы котла, пароперегреватели и экономайзеры перед отправкой на место монтажа просушивают, очищают от загрязнений и маркируют светлой несмываемой краской согласно МРТУ на изготовление котлов. Узлы, работающие под давлением, маркируют клеймами в соответствии с правилами Госгортехнадзора. Все отверстия, через которые сообщаются внутренние полости элементов с атмосферой, закрываются заглушками.

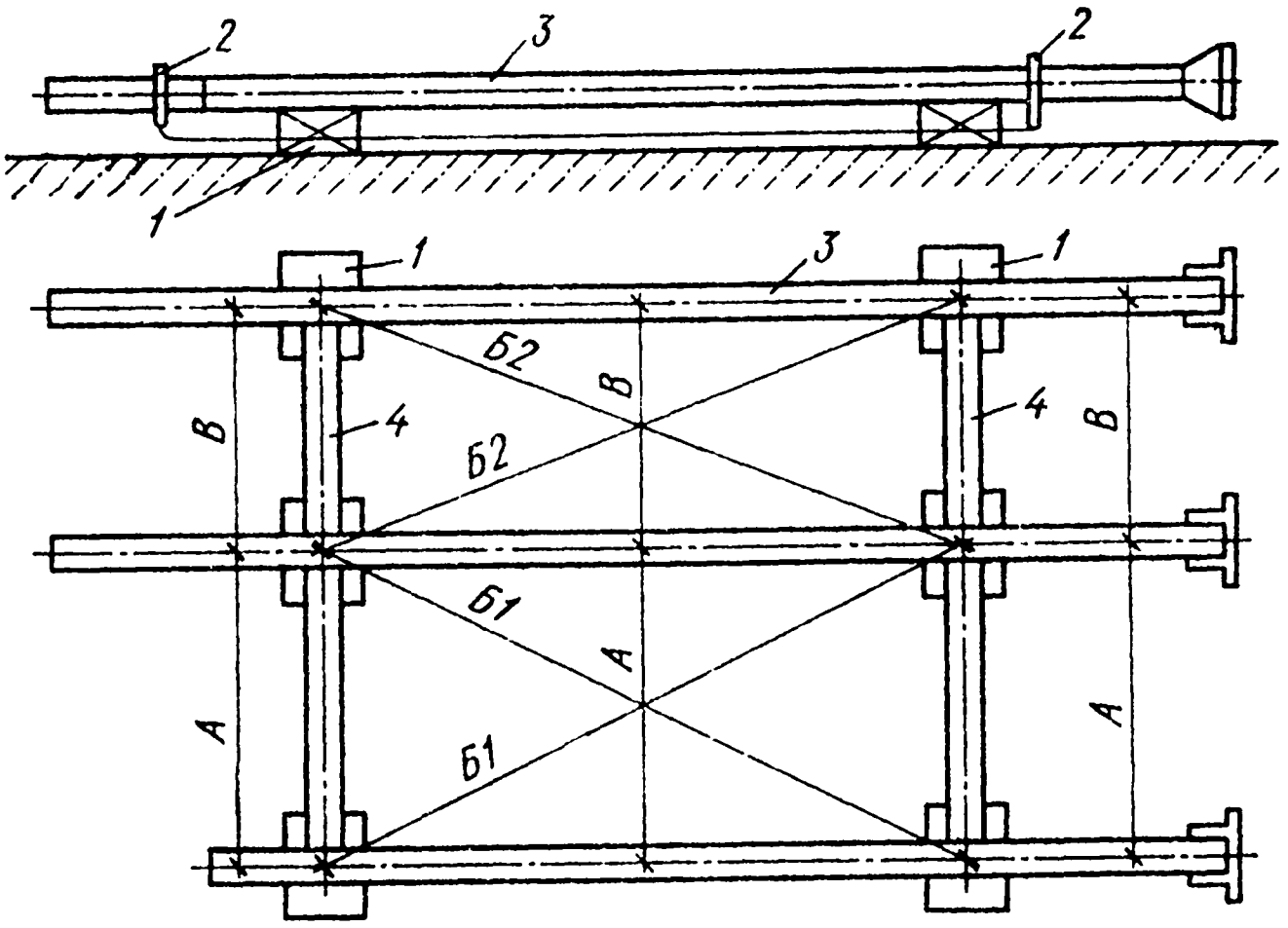


Рис. 9.2. Выверка положения колонн при сборке блока каркаса:

1 — шпальная клетка; (ко́злы); *2* — гидростатический уровень; *3* — колонна; *4* — ригель

После приемки фундаментов под котлоагрегаты начинают монтаж *каркаса,* включающий следующие основные процессы: сборку блоков каркаса; транспортирование блока в зону действия грузоподъемного механизма; строповку блока и установку его в проектное положение; временное закрепление блока, расстроповку и выверку его положения; установку балок, ригелей и других связей, соединяющих блоки каркаса между собой; окончательную выверку каркаса, сварку его узлов; установку элементов, монтируемых россыпью.

Все работы по сборке блоков, монтажу и сварке каркасных конструкций должны выполняться с соблюдением требований СНиПа по монтажу металлических конструкций.

Блоки каркаса собирают на шпальных клетках или на специальных ко́злах (рис. 9.2), исключающих деформацию собирае-

мых деталей и обеспечивающих соответствие геометрических размеров блоков каркаса размерам, указанным в сборочных чертежах, но не более допустимых значений, указанных в заводской документации.

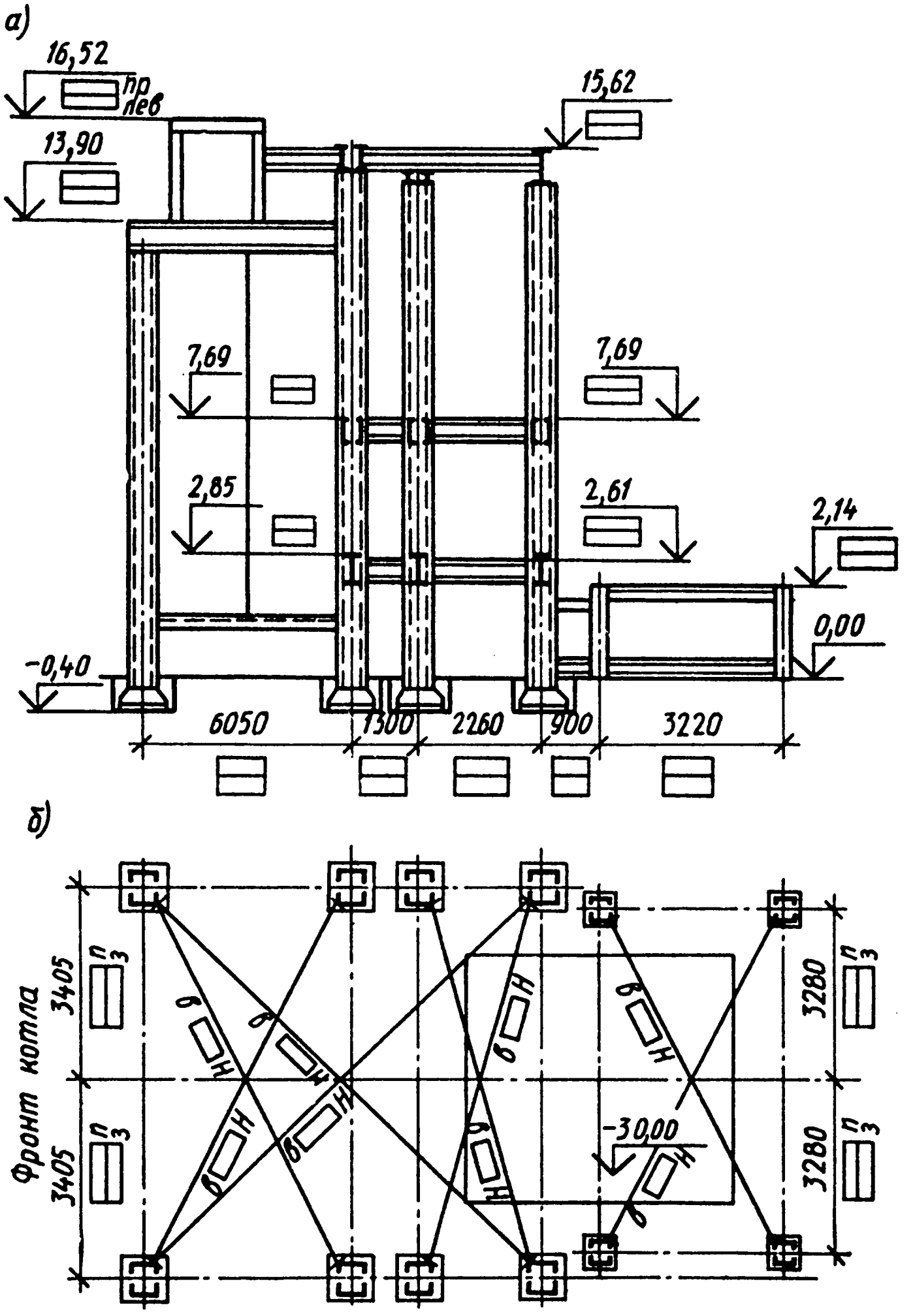


Рис. 9.3. Фрагмент формуляра на выверку каркаса котла:
а — вид справа; *б*— вид сверху; размеры: *п* — передний; *з* — задний; *в* — верхний; *н* — нижний

Монтаж каркаса начинают с установки блоков боковых стен котла. Установленный на фундамент блок стены раскрепляют индивидуальными расчалками или связями со строительными конструкциями или с уже установленным котлом. Обычно блоки боковых стен раскрепляют четырьмя расчалками, имеющими винто-

вые или другие устройства для их натяжения и выверки положения блока. Иногда вместо расчалок применяют ручные рычажные лебедки. Все остальные блоки каркаса крепят к блокам стен.

Последовательность установки блоков топочной и конвективной частей каркаса котла должна обеспечивать монтажную устойчивость несущих конструкций на всех стадиях сборки и соответствовать технологической последовательности монтажа трубных поверхностей нагрева, барабанов и камер.

Правильность установки каркаса проверяют путем замера диагоналей по низу и верху колонн и по положению опорных и обвязочных балок. Выверка колонн по высоте производится по реперным отметкам. Результаты выверки заносят в монтажный формуляр (рис. 9.3) и сравнивают фактические размеры с проектными.

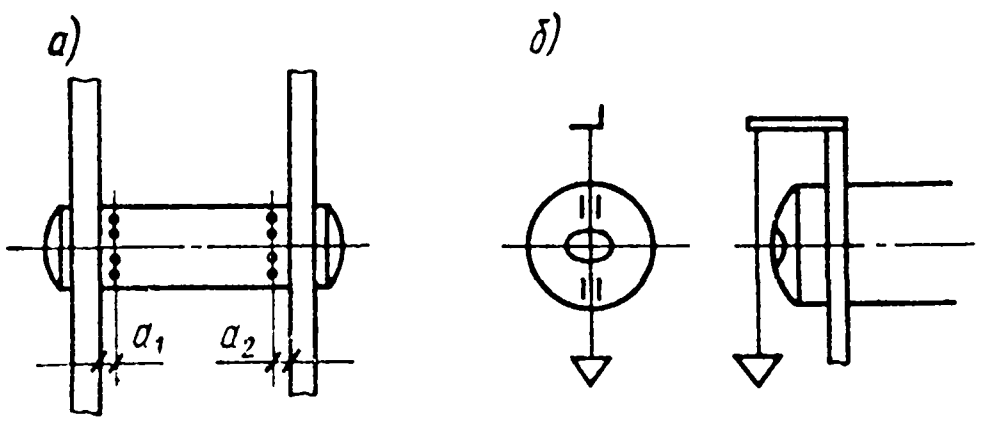


Рис. 9.4. Установка котлов типов КЕ, ДЕ: *а* — выборка симметричности пучков трубы; *б* — проверка вертикальности плоскости симметрии барабанов по кернам

После выверки каркаса приступают к сварке всех его блоков и узлов, после чего снимают все монтажные приспособления, и башмаки колонн заливают цементным раствором или мелкозернистым бетоном.

Как правило, работают на высоте с помощью постоянных площадок котлоагрегата, поэтому лестницы и площадки, не вошедшие в состав блоков стен, устанавливают сразу после их монтажа.

Барабаны котлов монтируют передвижными стреловыми кранами на автомобильном, гусеничном, пневмоколесном или специальном шасси, а в особо стесненных условиях — шевром. Строповка барабана выполняется многократной навивкой на него троса по центру тяжести или с помощью специальной траверсы. Производить строповку барабанов через трубные отверстия или за штуцера и фланцы запрещается.

Верхний барабан устанавливают на временные конструкции усиления каркаса, состоящие из опорных балок и двух выверочных кареток, которые позволяют при выверке приподнимать барабан, перемещать вокруг продольной оси. При выверке барабана в горизонтальной плоскости следует соблюдать заводские требования по расположению крайних очков барабана до внутренней стенки каркаса a_1 и a_2 (рис. 9.4), которые после температурного удлинения барабана и труб в горячем состоянии должны быть равны между собой с допуском ± 2 мм.

Проверка вертикальной плоскости симметрии барабанов ведется с помощью отвеса и уровня как по фронтовому, так и заднему днищу одновременно.

Перед монтажом нижнего барабана опоры устанавливают с зазорами между болтами для компенсации тепловых расширений котла. После установки на место барабан выверяют относительно продольной оси симметрии котла и по горизонтали. Зазор у задней опоры нижнего барабана в сторону заднего конца рамы должен быть не менее 7 мм. Затем проверяют установку верхнего барабана относительно нижнего по длине котла и совпадение в одной вертикальной плоскости осей крайних отверстий труб на обоих барабанах.

После установления и выверки оба барабана жестко закрепляют и проверяют зазоры для установки блоков экранов.

При установке блоков экранов проверяют горизонтальность, отклонение от вертикальной плоскости, параллельность между собой, расстояние между осями экранов и продольной осью симметрии котла, совпадение осей крайних отверстий блоков экранов и верхнего барабана. Измерения проверяют гидравлическим уровнем, рулеткой и отвесом.

Монтаж блоков экранов необходимо производить по специально разработанным чертежам и схемам. При подъеме блока запрещается использовать для непосредственной строповки трубные поверхности, змеевики и т. п.

Трубы, подлежащие заводке в барабан для вальцовки и приварки к штуцерам барабана, а также водоопускные, пароотводящие и соединительные между барабанами перед установкой в проектное положение должны подвергаться обязательной проверке конфигурации на монтажном плазе (конфигурация труб вычерчивается на плазе в натуральную величину с отклонениями от проектных размеров не более 1 мм). Отклонение поверхности отдельных участков трубы от плоскости плаза не должна превышать 4 мм на 1 м длины участка, но не более 6 мм на всю длину участка трубы.

Перед вальцовкой каждое очко барабана зачищают от грязи и ржавчины. Вальцовку концов труб производят котельной вальцовкой, вставленной с внутренней части барабана. Для этого слесарь проникает в барабаны через устроенные лазы с герметически закрывающимися крышками. Для освещения внутреннего пространства барабана во время вальцевания пользуются 12-вольтными электролампами.

Сборка стыков труб под сварку должна производиться с использованием центровочных приспособлений, обеспечивающих соосность стыкуемых труб и допускающих свободную усадку шва в процессе сварки. Сужение внутреннего диаметра труб в месте сварного шва проверяют с помощью шара, диаметр которого определяется в зависимости от элемента котла внутреннего диаметра трубы в пределах $0{,}8 \ldots 0{,}9 D_{вн}$.

Сначала привальцовывают трубы к нижнему барабану, а затем к верхнему. Во время пригонки труб к верхнему барабану положение нижнего регулируют. После окончания монтажа экран-

ных трубок и коллектора производят окончательное закрепление барабанов и направляющих и шарнирных опор и приваривают реперы (в случае необходимости) для наблюдения за ползучестью металла.

Пароперегреватели, поставляемые в виде отдельных змеевиков, целесообразно собирать в блоки на строительной площадке вместе со щитами перекрытия котла. Последние устанавливают на временных конструкциях по высоте, дотаточной для подвешивания змеевиков. Поскольку блоки очень громоздки, их следует собирать в непосредственной близости от места монтажа. В зависимости от грузоподъемности монтажного крана пароперегреватель собирают в один или два блока. Во втором случае блок переднего пакета собирают из змеевиков в горизонтальном положении. Шаг между змеевиками выдерживают с помощью деревянных прокладок. После набора всего пакета блок стягивают болтами и устанавливают на временную опорную конструкцию из двух швеллеров, которые служат для подъема блока и временного крепления его к колоннам каркаса котла. Задний пакет собирают вместе со щитом перекрытия и пароохладителем. Камеру перегретого пара собирают вместе с передним щитом перекрытия. Строповку блока производят за балки потолочных щитов в четырех точках универсальными стропами.

Воздухонагреватели, предназначенные для нагрева воздуха уходящими газами, как правило, поступают на строительство в виде секций, и их монтаж заключается в приемке фундамента, установке металлического каркаса, сборке и установке секций и устройстве воздуховодов. При монтаже секций в блок должна быть обеспечена герметичность сварных швов и других соединительных элементов воздухоподогревателя, а также возможность их свободного теплового расширения.

Монтаж *экономайзеров* как стальных, так и чугунных целесообразно начинать с укрупнения их в монтажные блоки и сборки опорной конструкции экономайзера. Для придания жесткости блоку экономайзера устанавливают дополнительные временные конструкции. При установке укрупненных блоков сначала заводят, выверяют и закрепляют к подвесным балкам нижние и средние секции, потом верхние и после установки стыкуют между собой. В зависимости от применяемых кранов и типа котлов блоки заводят сверху каркаса котла или с хвоста между задними колоннами котлоагрегата.

Монтаж *горелок* и *форсунок* осуществляют в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей и монтажным проектом с проверкой правильности их установки относительно базовых узлов котла (каркаса, экрана). Особо следует уточнять и выдерживать необходимый разворот горелок и форсунок относительно осей топки.

Монтаж *топочных устройств* зависит от способов сжигания топлива и его видов и от места расположения топки по отноше-

нию к поверхности нагрева котла. Монтаж топочных устройств начинают с приемки чугунных опорных башмаков, которые закладываются в специально предусмотренные колодцы фундамента или кирпичную кладку топки. Под сложные топочные устройства опорные башмаки делают плавающего типа, допускающие выверку смонтированных на них рам с заливкой цементным раствором.

При установке башмаков учитывают тепловое расширение конструкций топок в двух направлениях: по ширине и вдоль фронта топки.

В смонтированных топках колосники должны лежать в одной горизонтальной плоскости с возможными отклонениями зеркала полотна от плоскости не более 5 мм.

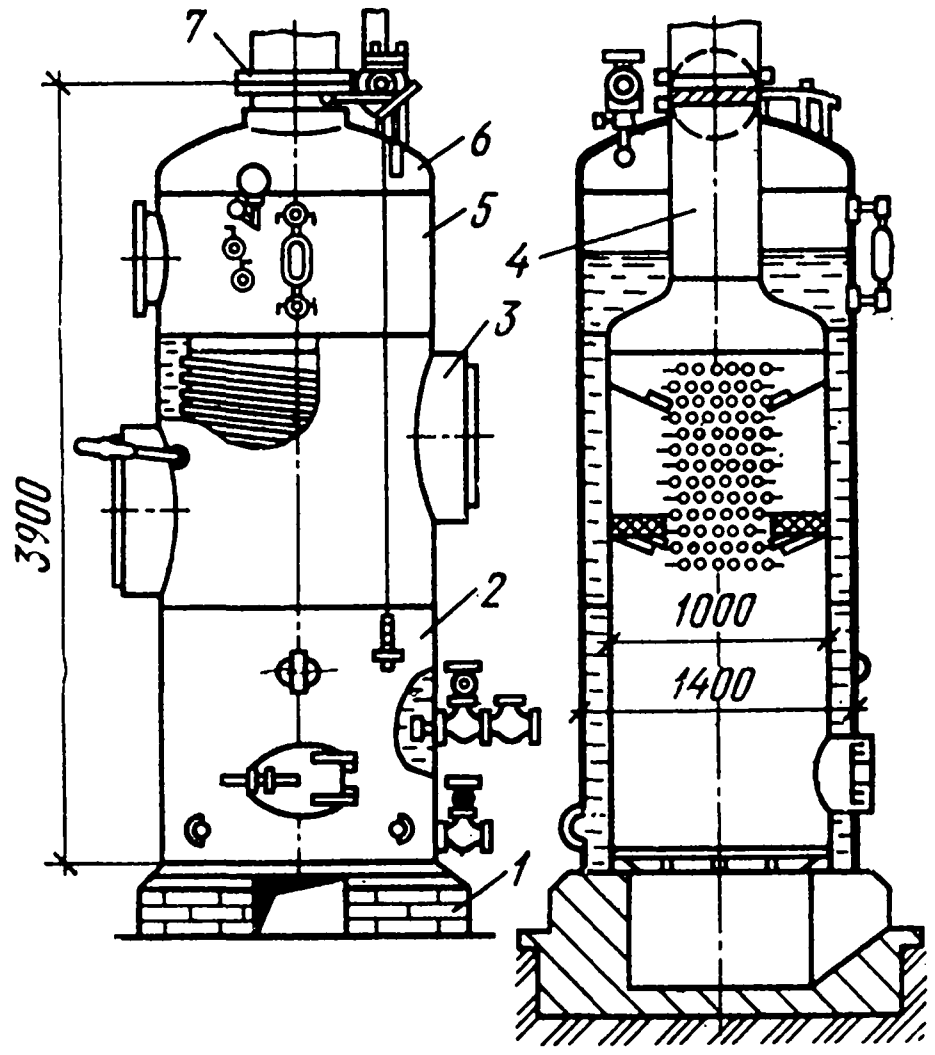


Рис. 9.5. Схема монтажа вертикально-цилиндрических котлов типа ММЗ:

1 — кирпичное основание; *2* — нижняя часть котла; *3* — средняя часть котла; *4* — дымовая камера; *5* — верхняя часть котла; *6* — сферическое днище котла; *7* — дымовая труба

9.5. Монтаж вертикальных стальных котлов

Вертикально - цилиндрические котлы изготовляются различных типов. Они имеют небольшую производительность, рабочее давление пара до 0,8 МПа и монтируются на небольших промышленных предприятиях, а также в котельных предприятий коммунально-бытового хозяйства.

Все современные отечественные конструкции вертикально-цилиндрических паровых котлов основаны на котле системы В. Г. Шухова и отличаются главным образом устройством трубного пучка и некоторыми габаритными данными. В настоящее время наибольшее распространение получили котлы типов ММЗ, ВГД, ТМЗ и МЗК.

Котлы поставляют почти в собранном виде или в виде отдельных блоков (от 1 до 5), устанавливают на кирпичное основание, высота которого выбирается в зависимости от вида сжигаемого топлива. При сжигании низкосортного топлива высота кирпичного основания увеличивается.

Монтаж котлов осуществляется различными грузоподъемными средствами (башенными и стреловыми кранами, шеврами, кран-балками, кранами на спецшасси и т. д.) методом наращивания

снизу вверх как в процессе возведения строительной части котельной, так и в полностью отделанном помещении.

Порядковые номера монтажных элементов вертикально-цилиндрического котла типа ММЗ приведены на рис. 9.5.

9.6. Монтаж котельного оборудования

Вентилятор и дымосос являются основными агрегатами тягодутьевой установки котла, один из которых предназначен для забора атмосферного воздуха и подачи его под напором в топку котлоагрегата, а второй — для создания разрежения за котлом путем отсоса продуктов сгорания. Дымосос конструктивно отличается от вентилятора усиленными деталями рабочего колеса и наличием броневого листа по образующей спирального корпуса, а по методам монтажа ничем не отличается от вентилятора.

При поставке «россыпью» монтаж вентиляторов (дымососов) включает следующие основные процессы: приемку фундамента и составление формуляра на выверку дымососа (вентилятора); установку на фундамент рамы под электродвигатель и ходовую часть вентилятора; предварительную установку на фундамент спирального корпуса со снятыми элементами для заводки ходовой части; заводку ходовой части с рабочим колесом в корпус и установку ее на раму; выверку и закрепление на фундаменте корпуса дымососа (вентилятора); установку на раму электродвигателя; центрирование и соединение электродвигателя с вентилятором (дымососом); установку направляющего аппарата.

Перед монтажом пылегазовоздуховодов проверяется качество изготовления их элементов, к которым предъявляются следующие требования: поверхности элементов и узлов не должны иметь повреждения, а сварные швы должны быть ровными, без прожогов, трещин и пор; шиберы, клапаны, мигалки и секторные затворы должны легко поворачиваться и иметь ограничители вращения створок; поверхности всех элементов должны быть огрунтованы; на газоводах и коробах горячего воздуха должны быть детали для крепления тепловой изоляции; элементы и блоки должны иметь достаточную жесткость, допускающую нормальный подъем и установку их в проектное положение.

Пылегазовоздуховоды крепят на подвесках и опорах. Монтажные стыки располагают в местах, удобных для выполнения работ. Монтаж коробов допускается производить с отклонениями от проектных осей по вертикали и горизонтали, не превышающими 30 мм. Линзовые компенсаторы при установке их на газовоздуховодах предварительно растягиваются на величину, указанную на чертежах.

Наиболее трудоемкой операцией при монтаже пылегазовоздуховодов является стыкование монтажных блоков. Плотность монтажных сварных стыков проверяют керосином. Фланцевые соединения собирают без перекосов и уплотняют прокладками из ас-

бестового картона или асбестовым шнуром. Фланцевые соединения воздуховодов холодного воздуха уплотняют прокладочным картоном.

Для установки блоков воздуховодов используют те же грузоподъемные механизмы, которые применяют при монтаже котлов и другого оборудования котельной. Блокам, имеющим линзовые компенсаторы, придают дополнительную жесткость.

После монтажа на каждом приводе клапана, шибера или затвора устанавливают металлические стрелки или наносят краской указатели, показывающие направления вращения при открытии и закрытии, а также приваривают упоры с обозначениями «о» и «з», соответствующими полному их открытию и закрытию.

Монтаж *центробежных и ручных насосов* заключается в установке их в агрегированном состоянии в проектное положение с выверкой по горизонтали и вертикали. Ручные насосы крепятся к строительным конструкциям с помощью шпилек, а центробежные устанавливают способами, описанными в § 6.3.

Способ монтажа *оборудования водоподготовки* (фильтров, баков, деаэраторов, декарбонизаторов, солерастворителей, сепараторов) определяется компоновкой котельной и строительной готовностью зданий.

При размещении за пределами здания, а также при отсутствии покрытия здания оборудование водоподготовки устанавливают в проектное положение основными стреловыми кранами. В этом случае степень укрупнения оборудования водоподготовки регламентируется грузоподъемностью крана, используемого как для возведения строительной части котельной, так и для монтажа самого котлоагрегата.

Если перекрытие над местом расположения оборудования водоподготовки смонтировано, то монтаж производится с помощью лебедок, автомобильных кранов, шевров, чаще всего методом надвижки с транспортировкой оборудования через монтажные проемы.

Выверку оборудования водоподготовки в горизонтальной и вертикальной плоскостях производят с использованием стальных или клиновых подкладок, которые затем сваривают и заливают раствором или мелкозернистым бетоном.

Монтаж *оборудования топливоподачи* (молотковые дробилки, ленточные конвейеры, питатели угля и пыли, подъемники) начинают с разбивки осей, их проектного положения и приемки фундаментов, после чего устанавливают металлоконструкции и анкеры. Затем производят монтаж приводной станции или другого силового агрегата, а потом исполнительных устройств. Регулировка достигается путем отжимных регулировочных винтов с установкой под опорные поверхности металлических прокладок.

При пробном пуске оборудования топливоподачи не должно быть вибраций, заеданий, ударов в движущихся частях; перегрева в подшипниках, задеваний вращающихся частей о неподвиж-

ные. Соединения (стыки) резинотканевых лент питателей должны выполняться горячей вулканизацией.

Перед монтажом *оборудования шлакозолоудаления* (скреперный ковш, направляющие металлоконструкции, лебедка скреперного подъемника с тросом, комплект блоков, грузовое натяжное устройство, бункер шлака с шиберным затвором) проверяют высотные отметки и разбивочные оси при наличии документа о проверке канала шлакозолоудаления на плотность наливом воды. Особое внимание уделяют определению положения металлических закладных деталей, закрепленных в стенках канала относительно размеченной оси канала.

Монтаж направляющих металлоконструкций целесообразно вести с головного (верхнего) участка с последующей установкой наклонных горизонтальных и хвостовых участков и соединением их между собой болтами с помощью планок. Лебедку скреперного подъемника и бункер для шлака поднимают на проектную отметку стреловыми кранами.

Смонтированное оборудование выверяют с помощью металлических прокладок и инвентарных домкратов, закрепляют фундаментными болтами и заливают бетонной смесью.

Водоуказательные приборы устанавливают так, чтобы низший уровень воды в барабане был выше нижней видимой кромки стекла (прозрачной пластины) не менее чем на 25 мм, а высший уровень воды — ниже верхней видимой кромки стекла не менее чем на 25 мм. Соединительные трубы водоуказательных приборов устанавливаются с уклоном в сторону барабана без прогиба. После окончания монтажа на водоуказательных приборах наносят указатели верхнего и нижнего уровня воды в барабане, а соединительные трубы покрывают тепловой изоляцией.

Регулирующие клапаны устанавливают с обеспечением подачи воды или пара под иглу. Крайние положения рычага, регулирующего клапана, соответствующие максимальному и минимальному расходам воды, фиксируются ограничителями.

Рычаги грузовых предохранительных клапанов располагают горизонтально, а грузы фиксируют на рычагах. Отклонение от вертикали закрепленных в корпусе опорных и направляющих стоек допускается не более 1 мм на 100 мм высоты, а зазор между рычагами и направляющей стойкой — не более 0,5 мм. Окончательно грузы на рычагах закрепляют во время проведения пусконаладочных работ по котлоагрегатам.

По мере окончания монтажа котельно-вспомогательного оборудования должна производиться поузловая приемка его с составлением соответствующих актов.

Испытания оборудования вхолостую должны производиться в течение 4 ч — питателей угля и пыли; 24 ч — механических решеток; 1 ч — скребкового транспортера шлакоудаления без заполнения водой; 3 ч — с заполнением водой; 1 ч — дымососов и вентиляторов.

Перед испытаниями вентиляторов и дымососов проверяется исправность электродвигателя с отсоединенным вентилятором или дымососом путем двухчасовой обкатки с замером температуры подшипников, которая не должна превышать 338 К (65°С). Обычно указанная проверка производится перед агрегированием вентиляторов и дымососов в заводских условиях. Затем, уже на строительной площадке, после монтажных работ и поузловой приемки производится пробный пуск указанных агрегатов с закрытыми шиберами (кроме осевого дымососа). После достижения агрегатом полной частоты вращения шиберы частично открывают и агрегат должен проработать не менее 10 мин. Если при работе агрегата и проверки его узлов после остановки неисправности не обнаружены, то указанный агрегат считается подготовленным для испытания вхолостую.

Показателями нормальной работы котельно-вспомогательного оборудования на холостом ходу являются: отсутствие заеданий, задеваний или ударов в движущихся частях, шума в зацеплении, течи масла из подшипников и маслосистемы, равномерный нагрев подшипников в пределах 333...338 К (60...65°С), отсутствие вибрации.

9.7. Монтаж трубопроводов

До начала монтажа трубопроводов кроме подготовительных работ, описанных в § 5.2, необходимо подготовить площадки для укрупнительной сборки трубопроводов, завезти грузозахватные и монтажные приспособления, инструмент и инвентарь, проверить установку опорных конструкций и закладных частей для крепления трубопроводов.

При приемке на объекте монтажа элементов, узлов, секций труб, арматуры, компенсаторов, опор, подвесок и других изделий (входной контроль) необходимо проверять их соответствие требованиям проекта и комплектность поставки.

При складировании узлов и секций трубопроводов их целесообразно комплектовать по линиям трубопроводов согласно спецификациям.

Качество монтажа трубопровода зависит от точности разметки их осей и отдельных точек, определяющих положение трубопроводов в пространстве. При разметке мест прокладки трубопроводов оси и отметки закрепляют с учетом проектных уклонов. После разбивки осей трубопроводов обязательно составляют акт и прилагают ведомость закрепления осей и поворотов с указанием знаков, нанесенных несмываемой краской на металлические и железобетонные конструкции.

Прежде чем приступить к прокладке трубопроводов, необходимо убедиться в надежности закрепления опор и подвесок с учетом температурных расширений.

При современном уровне индустриализации монтажных работ

прокладка трубопроводов котлоагрегатов заключается в сборке линий из отдельных блоков, узлов, элементов и деталей и креплении их к опорам. Целесообразно, когда это возможно, установку блоков и узлов трубопроводов в проектное положение производить грузоподъемными механизмами, используемыми на монтаже оборудования. В остальных случаях применяют ручные рычажные лебедки, кошки, тали, а также блоки и полиспасты с ручными или электрическими лебедками.

Монтаж блоков и узлов трубопроводов следует начинать от оборудования и оставлять концы труб для присоединения к ним прямых участков трубопроводов. Для этого поднятые указанные блоки и узлы временно закрепляют на опорах и подвесках, а затем присоединяют к оборудованию. Прямые участки трубопроводов укладываются не менее чем на две опоры. Как правило, отступление от проектных размеров при монтаже оборудования или установки строительных конструкций компенсируется прямыми участками или монтажными припусками в узлах.

Размеры вставок, зазоры между торцами труб, подгонка сварных и фланцевых соединений, сварка стыков, монтаж компенсаторов, установка арматуры регламентируются правилами, определяющими особенности монтажа стальных внутрицеховых технологических трубопроводов, изложенными в § 12.3.

Испытанию на прочность и герметичность подлежат трубопроводы всех категорий со всеми элементами и арматурой после окончания монтажа, но с выключенными водомерами и другими приборами контроля. Перед испытанием трубопровод целесообразно продуть воздухом или промыть водой. В основном трубопроводы испытывают водой с температурой не ниже 278 К (5°С). При температуре окружающего воздуха ниже 273 К (0°С) и в том случае, если опорные конструкции не рассчитаны на заполнение трубопровода водой, допускается проводить испытания манометрическим методом.

Обвязочные трубопроводы оборудования до ближайшей отключающей арматуры испытывают совместно с оборудованием, а отводящие трубопроводы от предохранительных клапанов и другие трубопроводы, связанные непосредственно с атмосферой, испытанию не подвергаются.

При *испытании трубопроводов гидростатическим методом* испытательное давление для стальных трубопроводов с рабочим давлением 0,5 МПа и для трубопроводов с температурой нагрева стенки свыше 673 К (400°С) (независимо от давления) принимается $1{,}5\,P_{раб}$, но не менее 0,2 МПа, а для стальных трубопроводов с рабочим давлением более 0,5 МПа — $1{,}25\,P_{раб}$, но не менее $P_{раб}+0{,}3$ МПа.

Трубопровод считается выдержавшим испытание гидростатическим методом на прочность и герметичность, если во время испытания не произошло падения давления по манометру и не обнаружено течи и запотевания в сварных швах, фланцевых соединени-

ях, корпусах арматуры и деталях трубопроводов, а также признаков разрывов и видимых остаточных деформаций.

Испытание трубопроводов манометрическим методом производится воздухом или инертным газом. Испытательное давление указанного испытания стальных трубопроводов на прочность та-

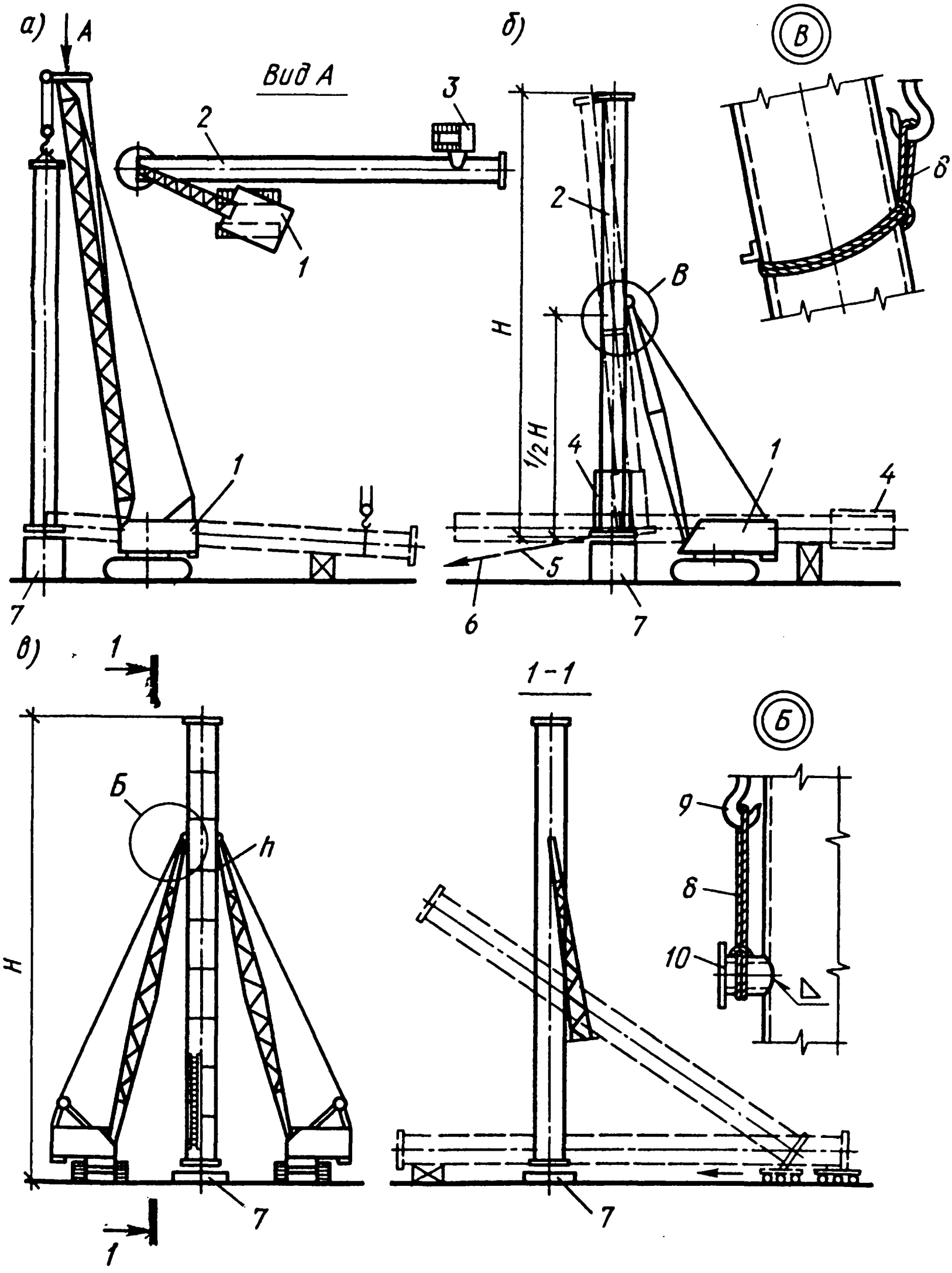


Рис. 9.6. Схема монтажа стальной дымовой трубы стреловыми кранами:

а — строповка трубы за оголовок для монтажа одним краном; *б* — строповка трубы ниже ее середины для монтажа одним краном; *в* — схема монтажа двумя кранами; *1* — кран; *2* — дымовая труба; *3* — трубоукладчик; *4* — контргруз; *5* — тяговый канат; *6* — оттяжка; *7* — фундамент трубы; *8* — строп; *9* — крюк крана; *10* — монтажный штуцер

кое же, как при испытании гидростатическим методом. Испытательное давление выдерживают в течение 5 мин, после чего снижают до рабочего и осматривают трубопровод, не допуская обстукивания молотком трубопроводов и увеличения давления в нем.

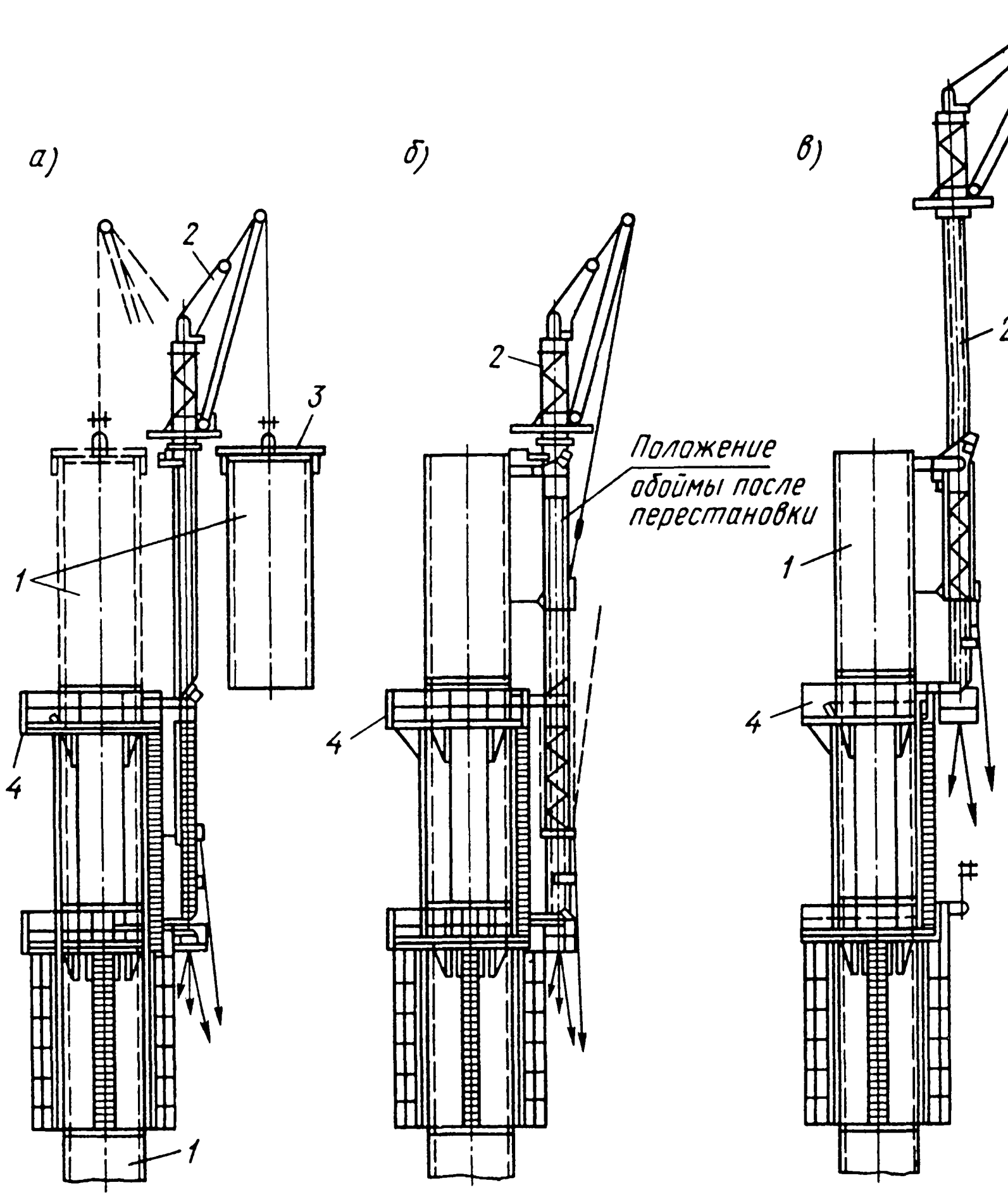


Рис. 9.7. Схема монтажа стальной дымовой трубы самоподъемным краном:
а — монтаж царги; *б* — перестановка обоймы крана; *в* — перестановка ствола крана; *1* — царга трубы; *2* — самоподъемный кран; *3* — траверса; *4* — кольцевые подмостки

При испытании на герметичность манометрическим методом дефекты выявляются обмазкой соединений трубопровода мыльным раствором, одоризацией воздуха или инертного газа, которым производится испытание, и галоидным течеискателем.

9.8. Монтаж стальных дымовых труб

В котельных малой и средней мощности часто применяют стальные дымовые трубы, раскрепляемые оттяжками, расположенными в зависимости от высоты труб в один или два яруса. В каждом ярусе устанавливают по три оттяжки с углом наклона их к горизонту 40...60°. В плане оттяжки располагаются под углом 120°.

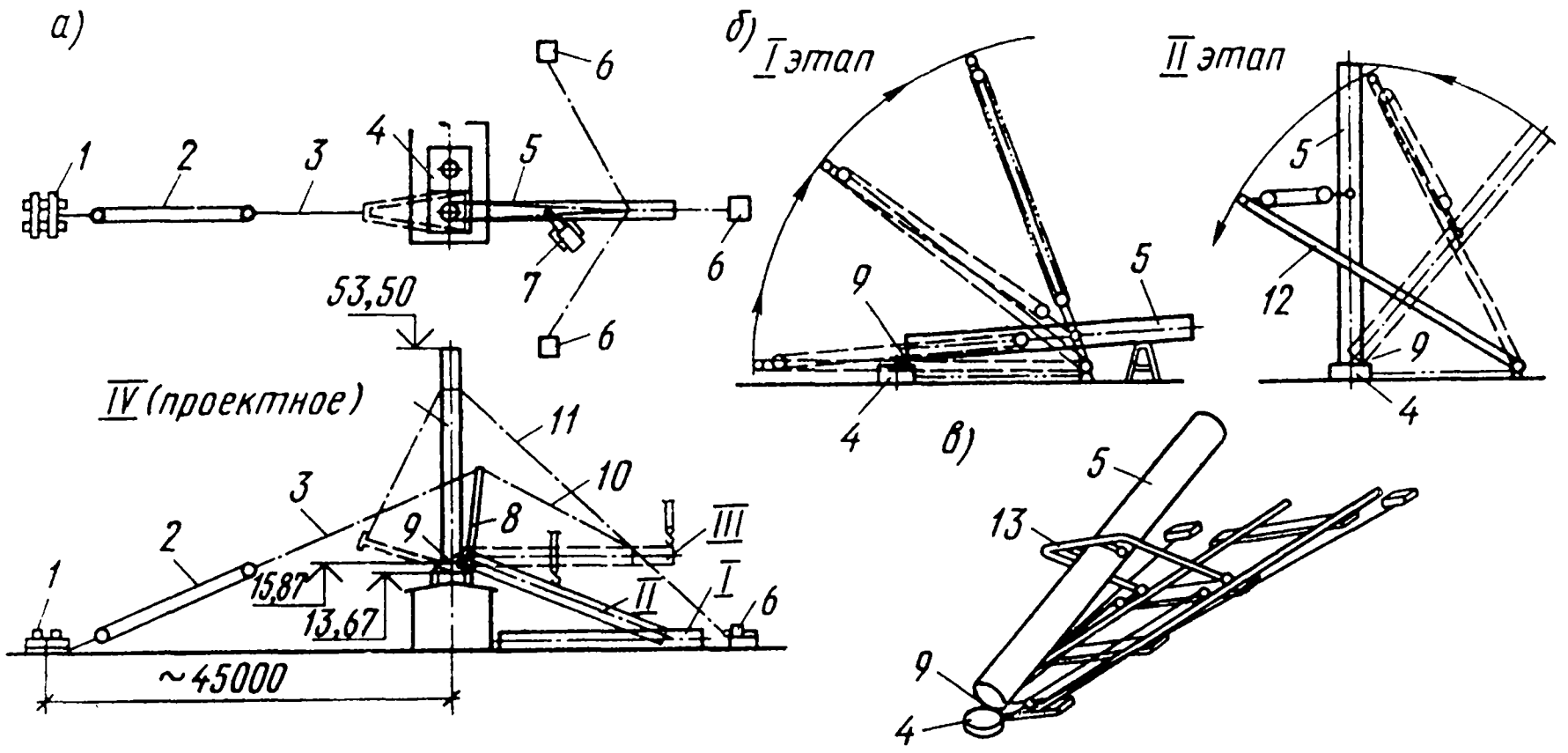


Рис. 9.8. Монтаж стальной трубы поворотом вокруг шарнира:

а — с помощью шевра; *б* — безъякорным способом с помощью падающих стоек; *в* — методом выжимания; *1* — якорь; *2* — грузовой полиспаст; *3*, *10* — универсальные стропы; *4* — фундамент трубы; *5* — дымовая труба; *6* — якоря боковых оттяжек и тормозной лебедки; *7* — кран; *8* — шевр; *9* — шарнир поворота трубы; *11* — канат тормозной лебедки; *12* — падающая стойка; *13* — портал

Ствол трубы разделен на монтажные элементы — царги, длиной не более 12 м. К нижней царге приваривается опорная плита с ребрами, к верхней — коническая насадка. Монтажное соединение предусмотрено на сварке встык на стыковой подкладке, приваренной к нижней царге. Оттяжки изготовляются отдельными звеньями длиной 3 м из круглой стали. В местах крепления оттяжек к фундаментам предусмотрены натяжные устройства — винтовые стяжки. По всей длине трубы приварены скобы лестницы. Трубы устанавливают на отдельно стоящий цоколь или непосредственно на конструкцию котла.

Монтаж стальных дымовых труб осуществляется одним из следующих методов: комплектно-блочным, наращиванием, поворотом вокруг опорного шарнира. Монтаж полностью собранной стальной дымовой трубы комплектно-блочным методом показан на рис. 9.6.

Монтаж стальных дымовых труб из отдельных царг методом наращивания производят башенными кранами или с использованием самоподъемного (ползучего) крана (рис. 9.7).

Монтаж стальной дымовой трубы методом поворота вокруг опорного шарнира осуществляется с помощью шевра, вспомогательной мачты, падающей стрелы и грузоподъемного крана с последующим дотягиванием лебедкой. Наиболее распространенные способы установки стальной дымовой трубы методом поворота вокруг опорного шарнира изображены на рис. 9.8.

9.9. Комплектно-блочный метод монтажа котельных установок

Одним из основных направлений повышения уровня индустриализации строительства котельных является внедрение комплектно-блочного метода монтажа котельных установок. Как пра-

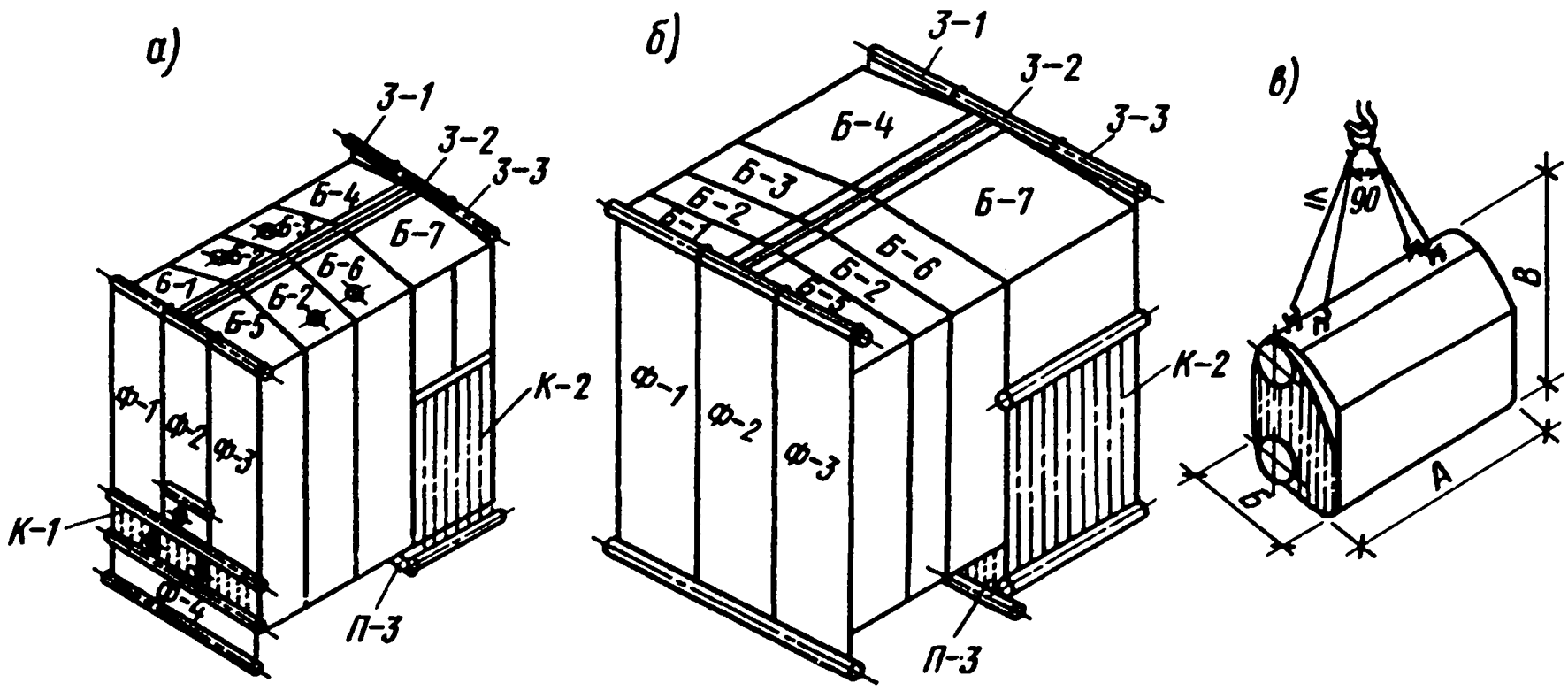


Рис. 9.9. Схемы монтажа стальных котлов:
а — типа ТВГ; *б* — типов КВ-ТС, КВ-ГМ; *в* — типов КЕ, ДЕ

вило, котлоагрегаты в этом случае поставляются транспортабельными готовыми блоками, которые прошли испытание и не требуют подготовочных и доводочных работ на монтаже. В поставочный блок входят не только поверхность нагрева в виде труб, приваренных к камерам, но и элементы постоянного каркаса котла с площадками и лестницами (где это возможно), а также другие детали котла, в том числе и мелкие.

Конструкции поставочных блоков в большинстве случаев исключают необходимость стыковки обогреваемых труб (экранов, потолочных труб, змеевиков) на монтаже. Габариты поставочных блоков, узлов и элементов обеспечивают их перевозку железнодорожным и автомобильным транспортом. Монтажные схемы наиболее распространенных котлов приведены на рис. 9.9.

Более совершенная технология строительства котельных внедрена на объектах, возводимых Главмособлстроем. Впервые в стране функционирует экспериментальный котельно-строительный ком-

бинат (ЭКСК) в Электростали, который осуществляет большинство операций по возведению полносборных котельных в Московской области с организацией работ по типу ДСК. Конечная цель деятельности комбината — сдача «под ключ» готовой котельной.

В состав ЭКСК входят: управление производственно-технологической комплектации (УПТК), опытно-экспериментальный завод монтажных конструкций (ОЭЗМК), передвижная механизированная колонна (ПМК), два специализированных строительно-монтажных управления (ССМУ) и специализированное пусконаладочное управление (СПНМУ).

УПТК осуществляет комплектацию теплотехнического оборудования, щитов, приборов КИПиА и запорной арматуры, а также всех видов материалов и изделий, применяемых при строительстве котельных. В порядке эксперимента оборудование и материалы для ряда котельных поставляются централизованно непосредственно ЭКСК с заводов-изготовителей. При этом оплату производит ЭКСК.

На заводе ОЭЗМК внедрена прогрессивная технология сборки котлов и их монтажных блоков с поставкой комплектующих изделий как «россыпью», так и в блочном исполнении. Первая очередь производственной базы ОЭЗМК обеспечивает выпуск 40 полносборных котельных в год.

ПМК обеспечивает строительство коробок зданий котельных и выполняет работы по тепловой изоляции.

Монтаж технологических блоков и блок-установок, трубопроводов и общекотельного оборудования производит ССМУ.

Монтаж котлов осуществляется после доставки соответствующих блок-установок трайлером-котловозом грузоподъемностью 25 т и разгрузки на инвентарный путь. Далее по этому пути методом надвижки с использованием лебедок и домкратов через монтажный проем блок устанавливают в проектное положение в здании котельной.

СПНМУ выполняет работы по монтажу КИПиА и комплекс работ по наладке всего оборудования перед пуском котельной.

Указанная технология и организация строительства котельных позволила не только улучшить технико-экономические показатели по объекту, но и повысить качество работ, так как котлы и оборудование, собранные в заводских условиях, дольше служат и требуют меньших эксплуатационных затрат.

9.10. Опробование и пуск котельных агрегатов

В период подготовки котлоагрегата к пуску проводятся следующие работы: техническое освидетельствование, опробование вращающихся механизмов газовоздушного тракта и топки; испытание на герметичность газовоздуховодов; сушка обмуровки котла; химическая очистка котла; испытание котла на герметичность

(для паровых котлов) и регулировка предохранительных клапанов; проверка зазоров тепловых расширений котла.

Техническое освидетельствование котлоагрегатов состоит из внутреннего осмотра и испытания его гидростатическим методом. Для котлов II ... V групп оно должно производиться инспектором Госгортехнадзора в присутствии лица, ответственного за безопасную работу котла. Освидетельствование пароперегревателей и экономайзеров, составляющих с котлом один агрегат, производят одновременно с котлом.

До начала испытания гидростатическим методом закрывают все лючки и лазы котла с установкой постоянных прокладок, запорную арматуру, отключающую котельный агрегат от других установок и трубопроводов и заклинивают рычаги предохранительных клапанов, так как вес груза клапанов недостаточен для пробного давления. Котел заполняют водой с температурой (не свыше 333 К (60°С)), превышающей температуру наружного воздуха (чтобы трубы не потели). Воздух при заполнении котла водой удаляют через предохранительный клапан или воздушный кран, устанавливаемый на самой верхней точке котла.

Давление необходимо повышать постепенно и плавно. При достижении 10% пробного давления производят первую проверку котлоагрегата на герметичность. При наличии небольшой утечки испытание гидростатическим методом не прекращают, а повышают давление до рабочего. После выявления всех неплотностей давление снижают до нуля и устраняют дефекты.

Пробное давление для испытания котельных агрегатов гидростатическим методом принимается в соответствии со стандартами или техническими условиями на котельное оборудование.

После устранения дефектов давление повышают до пробного и выдерживают его в течение 5 мин. При незначительном снижении давления из-за неплотности арматуры пробное давление поддерживается подкачкой воды. Котел признается выдержавшим испытание, если в нем не оказывается разрывов, течи или деформаций. Течью не считается выход воды в виде мелкой пыли и капель в местах вальцовочных соединений, а также выход воды из кранов или других частей арматуры при сохранении необходимого при испытании давления.

Проведение испытания гидростатическим методом отдельных блоков элементов не освобождает от проведения испытания гидростатическим методом собранного оборудования в целом.

На котлах, выдержавших испытание гидростатическим методом, разрешается производить обмуровочные и теплоизоляционные работы.

Для определения и устранения неплотностей газовоздушного тракта котельного агрегата производят *опробование дымососов и вентиляторов и испытание газовоздухопроводов на герметичность.* Места утечек воздуха выявляют опрессовкой воздухопроводов воздухом, нагнетаемым дутьевым вентилятором при закрытых шибе-

рах. Затем во всасывающий патрубок вентилятора забрасывают одно-два ведра сухого порошкообразного мела, который, выходя через имеющиеся неплотности, покажет места утечки воздуха.

Для испытания на герметичность топки и газоходов котла закрывают шибер перед дымососом и с помощью вентилятора создают небольшое избыточное давление. Одновременно в топке котла поджигают дымовую шашку. Места выхода дыма в неплотностях отмечают мелом.

Выявленные неплотности устраняют и дутьевым вентилятором создают в топке давление, равное 0,0005 МПа. В течение 10 мин падение давления в топке не должно превышать 0,00025 МПа.

В настоящее время *сушка обмуровки котла* осуществляется: горячими газами при сжигании дров или древесных отходов в топочной камере котла; горячим воздухом, подаваемым в топочную камеру при температуре 473 ... 523 К (200 ... 250°С) от соседних действующих котлоагрегатов по трубопроводу диаметром 300 ... 400 мм; горячими поверхностями экранов, наполненных водой, которую подогревают паром от соседних действующих котлоагрегатов; горячими газами, получаемыми при сжигании мазута или природного газа в основных или временных горелках, а также твердого топлива на колосниковых решетках.

Для очистки внутренних поверхностей котла от маслянистых и прочих загрязнений, образовавшихся при изготовлении, транспортировании, хранении и монтаже, а также для создания защитной пленки на поверхности металла, препятствующей коррозии, применяют *химический способ (щелочение)*.

Принцип щелочения заключается в ослаблении между частицами сил сцепления, частичном растворении их под действием химических реагентов в смыве циркулирующим потоком химически очищенной водой. Режим щелочения выбирают в зависимости от характера и степени загрязнения котла. Необходимое количество реагентов в котловой воде для щелочения определяется заводской инструкцией котлоагрегата.

Для экономии топлива и сокращения предпускового периода целесообразно щелочение совмещать с последующей стадией процесса сушки котла. Перед вводом реагентов котел заполняют водой до низшего уровня водомерного стекла, который поддерживается в течение всего процесса щелочения. Не допускается перепитка котла и попадание щелочного раствора в пароперегреватель. После ввода реагентов в котел начинают огневой прогрев и постепенно поднимают давление. Первоначальные небольшие продувки производят через 12 ... 20 ч после начала щелочения, а наиболее интенсивные — к концу щелочения для удаления наибольшего количества грязи. Обычно процесс щелочения котла продолжается 48 ... 86 ч.

Очищенный и промытый котел заполняют питательной водой для *испытания на паровую герметичность* (для паровых котлов) с целью определения дефектов и деформаций, которые могут возникнуть в результате тепловых расширений. В процессе испытания

также контролируют вертикальные и горизонтальные тепловые перемещения элементов котла и трубопроводов, обращая особое внимание на состояние катковых и скользящих опор барабанов и камер. Замеренные тепловые удлинения заносят в формуляр и сравнивают с размерами, указанными в чертежах и формуляре.

После прогрева котла и при давлении пара в барабане котла не выше 0,3 МПа затягивают все болтовые соединения, проверяют правильность работы опор, подвесок и компенсаторов, а также исправность фланцевых и сальниковых соединений. После этого поднимают давление до рабочего и приступают к *регулировке предохранительных клапанов* по нормам, приведенным в заводской документации. Регулируют предохранительные клапаны перемещением груза на рычаге клапана или изменением натяжения пружины предохранительного клапана.

Все перечисленные работы по подготовке котлоагрегата к пуску фиксируют актами. Акт о проведении испытания котла на паровую герметичность одновременно является актом на окончание работ по монтажу котла и *готовность* его *к комплексному опробованию* под нагрузкой.

До начала комплексного опробования котла под нагрузкой должна быть выполнена тепловая изоляция барабанов с пароперепускными трубами, коллекторов экранов, пароперегревателей и водяных экономайзеров, водоподводящих и пароотводящих труб пароохладителя, сборного коллектора перегретого пара с паропроводом в пределах котла и паромазутопроводов. По всем остальным элементам оборудования тепловую изоляцию, а также штукатурку, оклейку и окраску всех изолированных поверхностей можно производить в период комплексного опробования до сдачи агрегата в эксплуатацию.

Комплексное опробование начинают с растопки котла, пусковой наладки и включения его в работу. Затем проводят испытание при нормальной и непрерывной работе агрегата в течение 72 ч с нормальной нагрузкой по проектным параметрам. При невозможности достижения полной нагрузки по условиям работы котлоагрегата предельную нагрузку для испытаний устанавливает приемочная комиссия. Окончание комплексного опробования фиксируют актом, который одновременно является актом сдачи котельного агрегата в эксплуатацию.

9.11. Мероприятия по охране труда при монтаже котельных установок

Работы по монтажу котельных установок должны вестись в соответствии с ППР и взаимоувязкой с другими общестроительными работами. Особое внимание следует обращать на такелажные операции и на тщательность подготовки к их выполнению.

При устройстве лесов до 4 м они должны быть приняты прорабом, а при высоте свыше 4 м — комиссией, назначенной приказом

руководством строительно-монтажной организации. Подвесные леса могут быть приняты в эксплуатацию только после их испытания статической нагрузкой, превышающей расчетную на 25%.

При заводке труб в барабан направлять трубу из барабана нужно ломиком или оправкой. Нельзя проверять отверстия в трубах рукой, так как при этом можно поранить пальцы о заусенцы. Во время продувки змеевиков или прокатки труб шаром стоять перед выходным отверстием запрещено.

Во время работы внутри барабана следует применять переносные лампы или батарейные фонари, имеющие напряжение не выше 12 В, и пользоваться электроинструментом, рассчитанным на напряжение 36 В. Во время работы внутри барабана один из рабочих должен находиться снаружи — около лаза.

Весь персонал, участвующий в испытаниях, инструктируют о размещении арматуры и заглушек, порядке постепенного повышения и снижения давления в системах, способах удаления воздуха из систем при испытании манометрическим методом. Исправлять систему, находящуюся под давлением, а также простукивать сварные швы при испытании трубопроводов манометрическим методом запрещено.

Глава 10

МОНТАЖ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ (ГРП), ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК (ГРУ), ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ (ГРС) И ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ (ГНС)

10.1. Общие сведения

При ступенчатых системах газоснабжения городов, промышленных объектов, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий регулирование давлений газа является неизбежным для получения требуемых их значений и поддержания на заданном уровне: *высокого* — от 0,6 до 1,2 МПа; *высокого* от 0,3 до 0,6 МПа; *среднего* — от 0,005 до 0,3 МПа; *низкого* — до 0,005 МПа.

Снижение давления газа до необходимых уровней производится: а) в газорегуляторных пунктах (ГРП), сооружаемых на городских распределительных сетях; б) в газорегуляторных установках (ГРУ), монтируемых непосредственно у потребителей и предназначенных для снабжения газом котлов, печей и других агрегатов, расположенных только в одном помещении; в) в газораспределительных станциях (ГРС), сооружаемых на магистральных газопроводах.

ГРП в зависимости от назначения и технической целесообразности размещаются: в отдельно стоящих зданиях; в пристройках к зданиям; в шкафах, устанавливаемых на несгораемой стене сна-

ружи газифицируемого здания или на отдельно стоящей несгораемой опоре; на несгораемом покрытии промышленного здания, в котором размещаются потребители газа, при условии, что предел огнестойкости покрытий будет составлять не менее 0,75 ч, а утеплитель покрытия предусмотрен из несгораемых материалов.

ГРУ размещается в газифицируемых зданиях вблизи ввода газопровода. Подача газа от ГРУ к потребителям, расположенным в других отдельно стоящих зданиях, не допускается. В этом случае монтируются несколько ГРУ. Для тепловых агрегатов, расположенных в одном или разных помещениях одного здания и работающих на разных режимах давления газа, монтируются несколько ГРУ.

ГРС размещается в отдельно стоящем здании с помещениями генераторной, КИП, кладовой, помещением ремонтных работ. Каждое помещение изолировано друг от друга.

Здания (в том числе пристройки) делают одноэтажные I и II степеней огнестойкости. Отдельно стоящие здания строят из каменных материалов на фундаментах. В качестве стенового материала используют кирпич, сборные бетонные блоки, объемные конструкции. Внутренние стены, толщиной не менее 250 мм, перевязывают с наружными, а фундаменты под них — с фундаментами основного здания. Если возникает необходимость в устройстве отопления, то здания строят с независимым друг от друга помещениями, имеющими самостоятельные входы. Разделяющую стену с пределом огнестойкости не менее 2,5 ч обязательно штукатурят. Для естественного освещения в стенах делают оконные проемы. Двери помещений должны быть обиты несгораемыми материалами и открываться наружу.

Перекрытия как основного, так и вспомогательного помещения должны быть легкосбрасываемыми. В тех случаях, когда не удается обеспечить необходимый минимальный вес перекрытия, выполняют условие, при котором общая площадь оконных проемов, световых фонарей или легкосбрасываемых панелей составляет не менее 500 $см^2$ на каждый кубический метр внутреннего объема здания.

В помещениях должна постоянно действовать приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая трехкратный воздухообмен в 1 ч (чаще всего устраивают дефлекторы).

10.2. Монтаж оборудования и трубопроводов ГРП, ГРУ, ГРС

В зависимости от условий строительства и развития индустриальной базы строительного производства в конкретном регионе страны существует несколько методов строительства ГРП, ГРУ, ГРС.

Традиционный метод предусматривает последовательное выполнение работ. Специализированная бригада монтажной организации

возводит строительную часть ГРП, ГРУ, ГРС и сдает ее под монтаж трубопроводов и оборудования. После подписания акта под монтаж составляется замерный эскиз (замерная схема) трубопроводов и оборудования с учетом фактических размеров строительной части здания и номинальных размеров имеющихся в наличии оборудования, арматуры и приборов контроля. На замерной схеме указывают все размеры элементов, их взаимное расположение, общие габаритные размеры, а также все диаметры трубопроводов. Один из возможных вариантов замерной схемы показан на рис. 3.1.

Трубозаготовительные заводы или базы изготовляют по указанной замерной схеме все трубопроводы с установкой оборудования и арматуры с полным монтажом на стенде, испытывают их, а затем демонтируют на транспортабельные узлы и укомплектовывают для отправки на объект. Границами отправных узлов обычно бывают фланцы. В отдельных случаях, когда трубные заготовки получаются нетранспортабельными из-за их длины, то монтажные стыки делают сварными. Комплекты трубопроводов и оборудования, отправляемые на строительные объекты, снабжают документацией, в числе которой должен быть строительный паспорт ГРП, ГРС, ГРУ или данные для его заполнения.

Поступившие на место работ комплекты принимает монтажная организация (входной контроль). При приемке производят проверку сопроводительной документации, осмотр монтажных узлов и сличение их с проектом и замерной схемой.

Монтаж ведется с установки оборудования на фундаментные столбики. Затем собирают трубопроводы из готовых элементов. Фланцевые стыки соединяются на пароните, а монтажные сварные стыки вначале монтируются на прихватке, а затем свариваются.

После монтажа оборудования и трубопроводов устанавливают контрольно-измерительные приборы с подводкой к ним коммуникаций.

Более совершенный метод строительства газорегуляторных пунктов и станций основан на разделении строительных, монтажных и заготовительных работ. Строительная часть указанных объектов выполняется строительной организацией.

После получения проектно-сметной документации монтажная организация разрабатывает монтажный проект на трубопроводы и оборудование ГРП, ГРУ, ГРС с учетом допустимых отклонений строительной части, определенных по соответствующим группам части 3 СНиПа.

Трубозаготовительные заводы или базы по монтажному проекту изготовляют трубопроводы с оборудованием, запорной и регулирующей аппаратурой, в виде блоков, смонтированных на рамах, и испытывают их. Все эти блоки доставляются на объект на специально оборудованных машинах, а объекты монтажа должны иметь соответствующие монтажные проемы и грузоподъемные ма-

шины. После установки и выверки блоков производятся свертывание фланцевых соединений и присоединение к газопроводам.

Такой метод производства работ позволяет вести одновременно заготовительные и общестроительные работы, а на последней стадии — монтажные и общестроительные работы и сокращает продолжительность работ, повышает качество монтажных работ и уменьшает затраты труда на строительной площадке.

Сочетание последовательного и индустриального методов дают различные варианты методов возведения указанных объектов, которые могут отличаться как в худшую, так и в лучшую сторону. Например, заслуживает внимания опыт ленинградских строителей по сооружению сборно-панельных ГРП и поиск решений московских строителей в сооружении ГРП из полносборных конструкций и объемных элементов с встроеннным оборудованием.

Для поглощения шума, возникающего при редуцировании давления газа, газопроводы в заводских условиях покрывают специальной шумовиброизолирующей пастой или изолируют антикоррозионной битумно-резиновой изоляцией толщиной 20 мм. Участки газопровода, под которые устанавливают опоры, должны иметь прокладки из войлока, пропитанного битумом. Технологическую нитку редуцирования располагают на высоте 0,7 м от пола на опорах, которые устанавливают под газопроводом с прокладкой войлока. Фильтр монтируется на собственных опорах. Импульсные трубопроводы прокладывают на высоте не более 2 м под окнами и крепятся через виброизолирующие прокладки к стенам с помощью крючков. При прохождении через стены трубы размещают в футляре, а отверстия между футляром и стеной тщательно заделывают цементным раствором на всю толщину стены.

10.3. Монтаж шкафных ГРП, ГРУ

Газорегуляторные пункты и установки шкафного типа применяют при газоснабжении: отопительных котельных; отдельно стоящих жилых домов, детских, лечебных и учебных заведений; небольших промышленных предприятий; объектов сельского хозяйства; жилых поселков и отдельных кварталов, расположенных вдали от городских сетей низкого давления; существующих жилых домов на окраинах города, когда эти районы в перспективе подлежат застройке домами капитального типа с будущей прокладкой для них всех коммуникаций, в том числе, газопроводов низкого давления.

Конструкция шкафов может быть различной. Газорегуляторный пункт шкафного типа конструкции Мосгазпроекта представляет собой металлический шкаф, изготовленный из уголков и листовой стали, в котором размещается технологическое оборудование (фильтр, предохранительный запорный клапан, регулятор давления, пружинный сбросной клапан, задвижки, импульсные линии, газоотводные трубки, приборы контроля). Стенки шкафа утеплены

войлоком. Во избежание обмерзания оборудования при подаче газа и для обеспечения нормальной работы приборов при температуре наружного воздуха ниже 278 К (5°С) из шкафа выходит коллектор для присоединения к системе водяного отопления.

ГРП шкафного типа изготовляют на заводах с установкой оборудования и испытанием его.

Шкафы устанавливают на столбах (рис. 10.1), на стенах зданий (стена газифицируемого здания должна быть не ниже III степени огнестойкости), а также в будках на земле. Предпочтение следует отдавать шкафам в виде будок, которые можно размещать во дворах. В этом случае шкаф делают больших размеров. Чтобы не повредить транспортом шкафы, установленные на столбах, их ограждают.

При размещении шкафов на стенах здания затруднен доступ к оборудованию. Расстояние от шкафа до двери или окна должно быть не менее 1 м. Устанавливать шкафы под окнами независимо от высоты их расположения не допускается. Продувочные свечи выводят выше карниза здания на 1 м, если здание имеет окна. Если стена глухая, высота свечи должна быть не менее 2,5 м от земли.

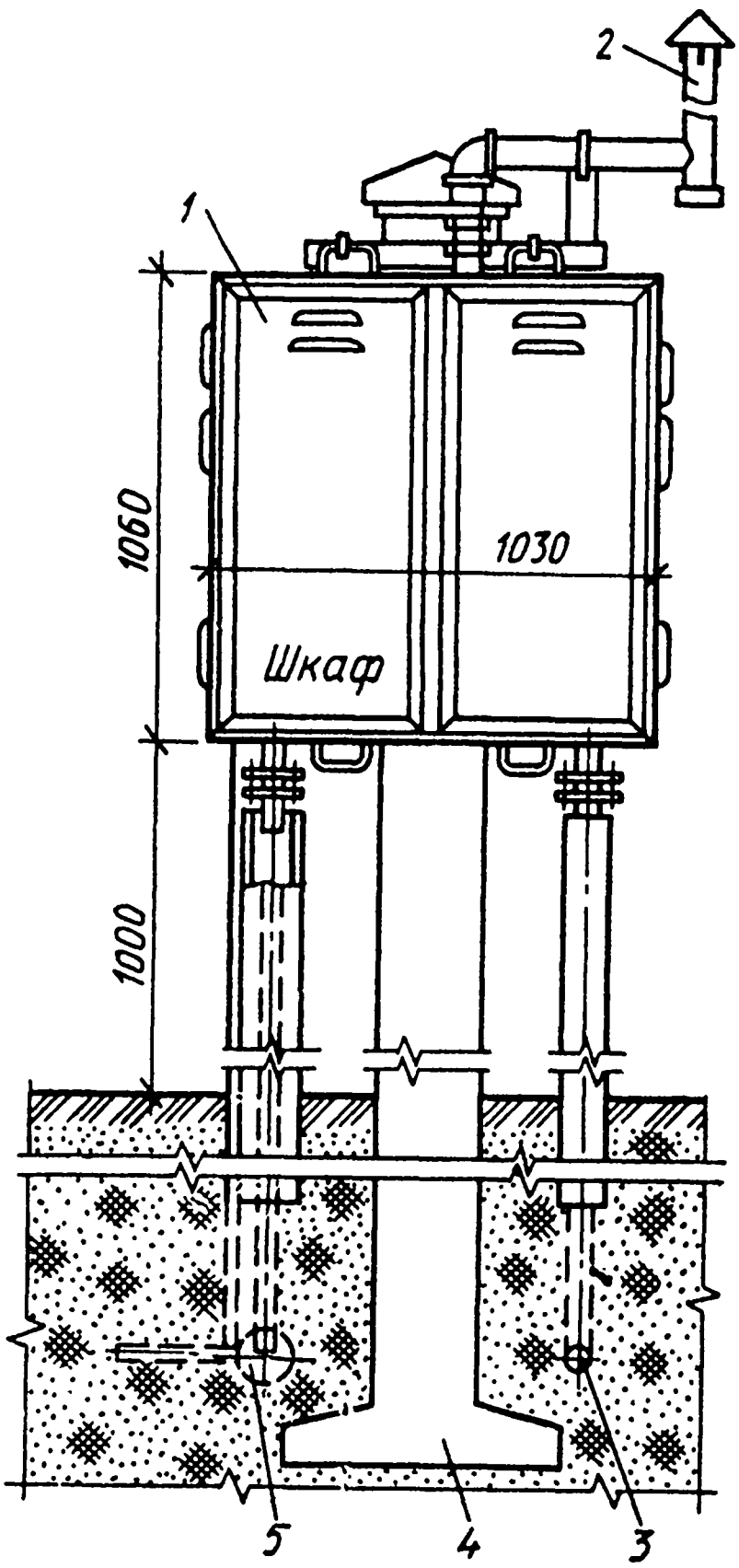


Рис. 10.1. Газорегуляторный пункт шкафного типа:

1 — шкаф металлический; *2* — свеча; *3* — вход газа; *4* — железобетонная опора; *5* — выход газа

Входящий и выходящий из шкафа газопроводы защищают от возможных механических повреждений металлическими футлярами из стальных труб. Продувочные свечи РП шкафного типа выводят на высоту не менее 2,5 м от уровня земли.

10.4. Монтаж оборудования и трубопроводов ГНС

Газонаполнительные станции предназначены принимать газ с заводов и заполнять его (расфасовывать) в баллоны и автоцистерны. В дополнение к ним строят газонаполнительные пункты (ГНП) для наполнения баллонов газом, поступающим с ГНС в автоцистернах, а также автомобильные газонаполнительные стан-

ции сжиженных газов (АГНС), предназначенные для заправки автомобилей, переведенных с жидкого топлива на сжиженный газ.

На существующих в СССР газонаполнительных станциях наибольшее распространение получила насосно-компрессорная схема ее работы (рис. 10.2). В ней напорный трубопровод жидкой фазы резервуаров хранилища соединен с жидкостным коллектором эстакады слива железнодорожных цистерн (или цистерн плавучих средств), с жидкостным коллектором колонок для наполнения автомобильных цистерн и с напорным коллектором насосов (двумя

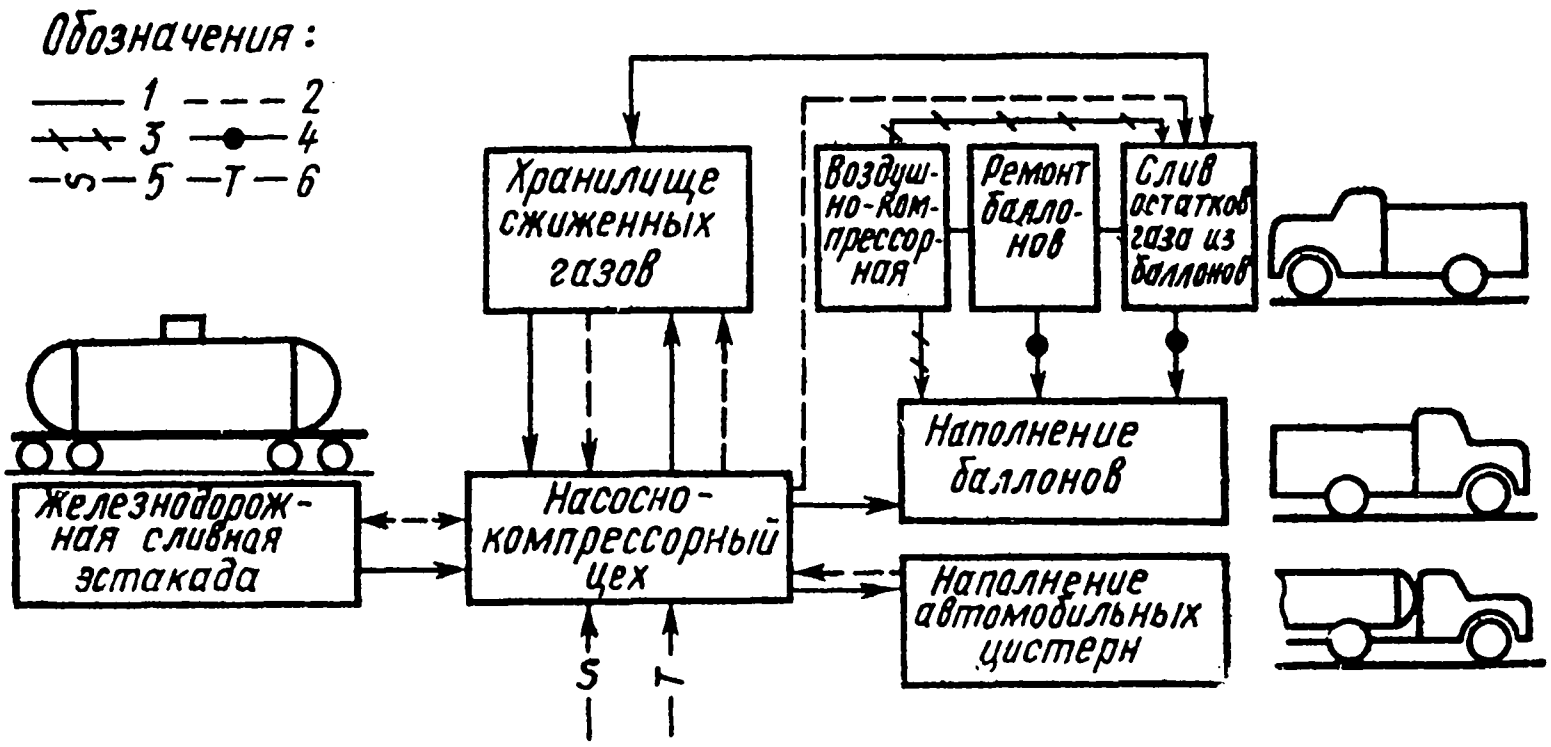


Рис. 10.2. Принципиальная схема работы ГНС с перемещением газа с помощью насосов и компрессоров:

1 — трубопровод жидкой фазы; *2* — трубопровод паровой фазы; *3* — воздухопровод; *4* — поток баллонов; *5* — электрокабель силовой; *6* — паропровод

линиями), а последний — с коллектором для наполнения баллонов. Расходный трубопровод жидкой фазы резервуаров хранилища соединен с всасывающим коллектором насосов (двумя линиями), который, в свою очередь, связан с резервуарами для слива из баллонов неиспаряющихся тяжелых остатков сжиженного газа или с одним из резервуаров хранилища, специально выделенного для слива неиспаряющихся остатков. Все газопроводы жидкой фазы связаны между собой.

Коллектор паровой фазы резервуаров хранилища связан со всасывающим и напорным коллекторами компрессоров (двумя линиями), соединенными с коллектором паровой фазы эстакады слива железнодорожных цистерн. Всасывающий и напорный коллекторы компрессоров соединены также газопроводами паровой фазы с коллектором колонок для наполнения автоцистерн.

Сжиженный газ в состоянии жидкой фазы из одних резервуаров в другие перекачивают насосами, а в состоянии паровой фазы — компрессорами. Слив сжиженного газа из железнодорожных цистерн в хранилища производится самотеком путем создания в цистерне повышенного давления компрессором, отсосом насосами, а иногда применяют комбинированный насосно-компрессорный слив.

Баллоны и автоцистерны наполняют сжиженным газом с помощью насосов. Вместе с тем приведенная схема позволяет наполнять автоцистерны за счет повышения давления в расходных резервуарах путем подачи в них паров газа, отбираемых компрессорами из других резервуаров.

Поступившее оборудование, запорную арматуру, приборы контроля и автоматического регулирования заказчик передает для агрегирования монтажной организации, которая размещает на трубозаготовительном заводе заказ на комплектно-блочное изготовление систем газонаполнительных станций. Как правило, агрегирование крупногабаритных резервуаров не производится, а их обвязка выполняется непосредственно на месте монтажа по замерочным чертежам.

Монтаж оборудования и трубопроводов производится после сдачи здания и сооружения под монтаж и осуществляется по правилам, изложенным в гл. 12.

10.5. Правила сдачи и приема работ при монтаже ГРП, ГРУ, ГРС, ГНС

Независимо от наличия технического надзора заказчика контроль за качеством выполняемых работ, особенно за качеством соединений, а также приемку изоляции и испытание газового оборудования на прочность и герметичность должен осуществлять представитель газового хозяйства. Соответствие выполненных работ требованиям действующим нормам и правилам подтверждается соответствующими актами, подписанными представителями строительно-монтажной организации, заказчика и газового надзора.

Очистка полости газопроводов газорегуляторных пунктов и станций должна производиться перед их монтажом. Для очистки могут использоваться «ерши», «куклы» различной конструкции и другие приспособления, обеспечивающие надежную очистку.

В зависимости от конструкции регуляторов и установленной после них арматуры ГРП, ГРУ, ГРС испытывают в целом (от входной до выходной задвижки) или частями до регулятора и после него. В первом случае нормы испытательных давлений принимают по давлениям газа на высокой стороне, во втором — отдельно до регулятора и после него. Нормы испытательных давлений устанавливаются по Правилам безопасности в газовом хозяйстве (М., Недра, 1982) по согласованию с инженером-контролером местного отделения Госгортехнадзора СССР.

Испытывая ГРП, ГРС, ГРУ на прочность, давление плавно поднимают до испытательного и выдерживают под этим давлением в течение 1 ч, затем давление снижают до норм, установленных для испытаний на герметичность и замеряют падение давления в течение 12 ч. Если оно не превысит 1% первоначального, то ГРП

считается выдержавшим испытание. Результаты испытания заносят в строительный паспорт.

В эксплуатацию ГРП, ГРУ, ГРС принимает комиссия с участием представителей Госгортехнадзора. Перед пуском в эксплуатацию регуляторных пунктов, станций и установок трубы и аппаратуру продувают газом с целью удаления воздуха. Для этого используют незалитый гидрозатвор или сбросной клапан, перед которым открывают кран. При отсутствии гидрозатвора можно использовать любой импульсный газопровод на выходном газопроводе (до задвижки), к которому подсоединяют шланг. Обычно пуск установки осуществляется следующим образом: поднимают предохранительный клапан и сцепляют рычаги для удержания клапана в открытом состоянии; разгружают рабочую мембрану регулятора; открывают немного входную задвижку, чтобы пустить газ в регулятор, под давлением поступившего газа рабочая мембрана регулятора поднимается, клапан регулятора открывается, и газ поступает в выходной (сбросной) газопровод. По импульсной трубке газ попадает в надмембранную, а у грузовых в подмембранную полость регулятора, в результате наступает равновесие мембраны, и клапан открывается; для получения требуемого давления на выходе устанавливают необходимый нажим на мембрану; медленно открывают выходную и входную задвижки, и регулятор включают под нагрузку, а сброс газа в атмосферу прекращается; включают и настраивают предохранительный и сбросной клапан и проверяют перепад давления в фильтре.

После включения в работу оборудования ГРП, ГРУ, ГРС проверяют с помощью мыльной эмульсии герметичность всех соединений и арматуры. Обнаруженные дефекты немедленно устраняют.

10.6. Мероприятия по охране труда при монтаже ГРП, ГРУ, ГРС, ГНС

Работы должны выполняться согласно ППР и с учетом правил безопасности в газовом хозяйстве.

Ликвидацию дефектов при испытании на прочность и герметичность производят при снятом давлении.

Помещения регуляторных залов считаются взрыво- и газоопасными. Поэтому во время проведения пусконаладочных работ должны быть вывешены таблички «Огнеопасно», «Не курить», а при продувке в радиусе 10 м от места выпуска газовоздушной смеси не должно допускаться открытого огня, курения и других действий, способных вызвать загорание газовоздушной смеси. Полы регуляторных залов на время пусконаладочных работ, как правило, застилают резиновыми ковриками. Хранение в указанных помещениях обтирочных и горючих материалов запрещается. Внутри регуляторных помещений вывешивается схема размещения оборудования, а также инструкции по включению и выключению регуляторов. На оборудовании указывают стрелками направление

движения газа, а на трубопроводах делают надписи: «Вход газа», «Выход газа» и «Байпас». На контрольно-измерительных приборах наносится дата испытания. Проведение пусконаладочных работ без противопожарного инвентаря не допускается.

Газоопасные работы в помещениях регулирования должны выполнять не менее двух человек. Наиболее ответственные работы производятся под руководством инженерно-технических работников.

Глава 11

МОНТАЖ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ (ЦТП)

11.1. Общие сведения

Тепловые пункты в зависимости от количества присоединяемых зданий и сооружений подразделяются на: индивидуальные (ИТП) — для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок одного или части здания; центральные (ЦТП) — то же, двух и более зданий; по размещению на генеральном плане — отдельно стоящие, пристроенные к зданиям и сооружениям, встроенные в здания и сооружения.

В тепловых пунктах размещается оборудование, арматура, приборы контроля и управления, которые выполняют полностью или частично следующие функции: преобразование вида теплоносителя или его параметров; контроль параметров теплоносителя; регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления тепла; защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя; заполнение и подпитка систем потребления тепла; учет расходов тепла, теплоносителя и конденсата; сбор, охлаждение, возврат конденсата и контроль его качества; аккумулирование тепла; водоподготовка для систем горячего водоснабжения.

При монтажном проектировании и монтаже ЦТП необходимо соблюдать следующие расстояния для проходов: между насосами — 1 м; между насосами и стеной — 1 м; между насосами и распределительным щитом или щитом КИПиА — 1 м; между неподвижными выступающими частями оборудования или выступающими частями оборудования и стеной — 0,8 м.

Крепление неподвижного оборудования (водоподогревателей, грязевиков, элеваторов) и трубопроводов с арматурой может производиться непосредственно к стене, но с учетом требований по снижению шума и вибрации от работы насосного оборудования. При этом минимальное расстояние в свету от выступающих частей арматуры или оборудования (с учетом тепловой изоляции) до стены должно быть не менее 0,2 м.

Насосы с диаметром напорного патрубка не более 100 мм могут устанавливаться у стены без прохода с обеспечением расстояния в свету от выступающих частей агрегата до стены не менее 0,3 м.

Монтаж двух насосов с электродвигателями можно осуществлять на одном фундаменте без прохода между ними, но с обеспечением вокруг сдвоенной установки насосов проходов шириной не менее 1 м.

В тепловых пунктах, сооружаемых в районах с сейсмичностью 8 баллов и более и на подрабатываемых территориях, присоединение трубопроводов к насосам, водоподогревателям и бакам осуществляется через гибкие вставки, в местах прохождения трубопроводов через фундаменты и стены зданий тепловых пунктов оставляется зазор между поверхностью теплоизоляционной конструкции трубы и верхом проема не менее 0,2 м. После испытания трубопроводов указанный зазор заделывают эластичными водогазонепроницаемыми материалами.

Организационно-технологические принципы возведения ЦТП в настоящее время достаточно отработаны и основаны на разделении строительных, заготовительных и монтажных работ.

Для производства монтажных работ необходимо иметь следующую минимальную строительную готовность здания: смонтированы стены и перекрытия; пробиты отверстия для прокладки труб через стены и перекрытия; залиты фундаменты под оборудование и насосы; оставлены монтажные проемы для спуска или транспортировки крупногабаритных узлов и блоков; выполнена подготовка под полы, а отметка чистого пола нанесена на строительные конструкции несмываемой краской; проложена временная электросеть для подключения электрифицированного инструмента и сварочного трансформатора; обеспечен свободный доступ ко всем местам производства работ и подготовлена достаточная освещенность этих мест.

Разработка ППР и монтажного проекта должна исходить из принятого метода монтажа ЦТП, достигнутого уровня типизации и унификации оборудования ЦТП и достигнутого уровня индустриализации строительства.

11.2. Монтаж крупноблочных узлов оборудования и трубопроводов ЦТП

Заготовка деталей ЦТП, подготовка арматуры и приборов, агрегирование насосов и обвязка водоподогревателей выполняются в заводских условиях по заказу монтажной организации. Все узлы ЦТП, приборы, насосы и арматура проходят контрольную сборку, проверку и испытание на специальных стендах, после чего их маркируют и окрашивают в условные цвета, а затем разбирают на укрупненные транспортабельные блоки с обеспечением необходимой прочностью и устойчивостью в процессе транспортировки, монтажа и эксплуатации. Как правило, технологически связанные

между собой узлы укрупняются в транспортабельные блоки с трубопроводами арматурой, КИП, электротехническим оборудованием и тепловой изоляцией на рамах, являющихся одновременно основанием под оборудование.

К укрупненным блокам относятся: водоструйный элеватор с автоматическим регулированием; подогреватели горячего водоснабжения; водомерный узел с хозяйственными насосами; циркуляционные насосы горячего водоснабжения; водоподогреватели системы отопления; отопительные насосы; подпиточный и смесительный насосы; узлы установки измерительных диафрагм; приборные доски для крепления дифманометров и других устройств системы контроля. В зависимости от района и характера застройки в некоторых ЦТП, кроме перечисленного, устанавливают узлы водоподготовки, а также узлы противопожарных и повысительных насосов хозяйственно-питьевого водопровода.

Все эти узлы и блоки доставляют на объект на специально оборудованных машинах, а объекты монтажа должны быть готовыми для погрузочно-разгрузочных и транспортных работ.

После приемки узлов и блоков их устанавливают в проектное положение с выверкой и подгонкой сварных или фланцевых соединений и закреплением трубопроводов и оборудования. Затем производят сварку монтажных стыков или свертывание фланцевых соединений и присоединение ЦТП к системам. Последним этапом является предварительное испытание ЦТП с устранением обнаруженных дефектов и сдача смонтированного оборудования под пусконаладочные работы.

11.3. Понятия об объемном монтаже ЦТП

С целью сокращения сроков строительства ЦТП в Москве тепломеханическое оборудование монтируют из трех — пяти объемных агрегатов заводского изготовления: блок теплового узла массой до 11,5 т с общим учетом тепла и водоподогревателями для горячего водоснабжения (тепловая изоляция водоподогревателей выполняется в заводских условиях); блок водопроводного ввода с водомерным узлом массой до 12,5 т с пожарными и хозяйственными насосами; блок циркуляционных насосов массой до 2 т, обеспечивающих циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения; блок смесительно-повысительных насосов отопления массой до 5,5 т. При подсоединении системы отопления к тепловым сетям независимой схемы в ЦТП дополнительно устанавливают блок водонагревателя для систем отопления с двумя циркуляционными и подпиточными насосами массой до 6,5 т.

Погрузка и разгрузка объемных блоков осуществляются стреловыми кранами за специальные петли верхней части каркаса. Транспортировка блоков производится на трайлерах с обеспечением мер, предохраняющих оборудование, концы труб и приборы КИПиА от повреждений.

Монтаж тепломеханического оборудования ЦТП из объемных агрегатов (блоков) сводится к их установке и соединению между собой.

Установку блоков в помещении ЦТП производят на отметку чистого пола с выверкой по уровню и в строгом соответствии с планом расстановки и фиксации присоединительных патрубков относительно стен здания во избежание переделок деталей связующих трубопроводов, поставляемых заводом в комплекте с блоками.

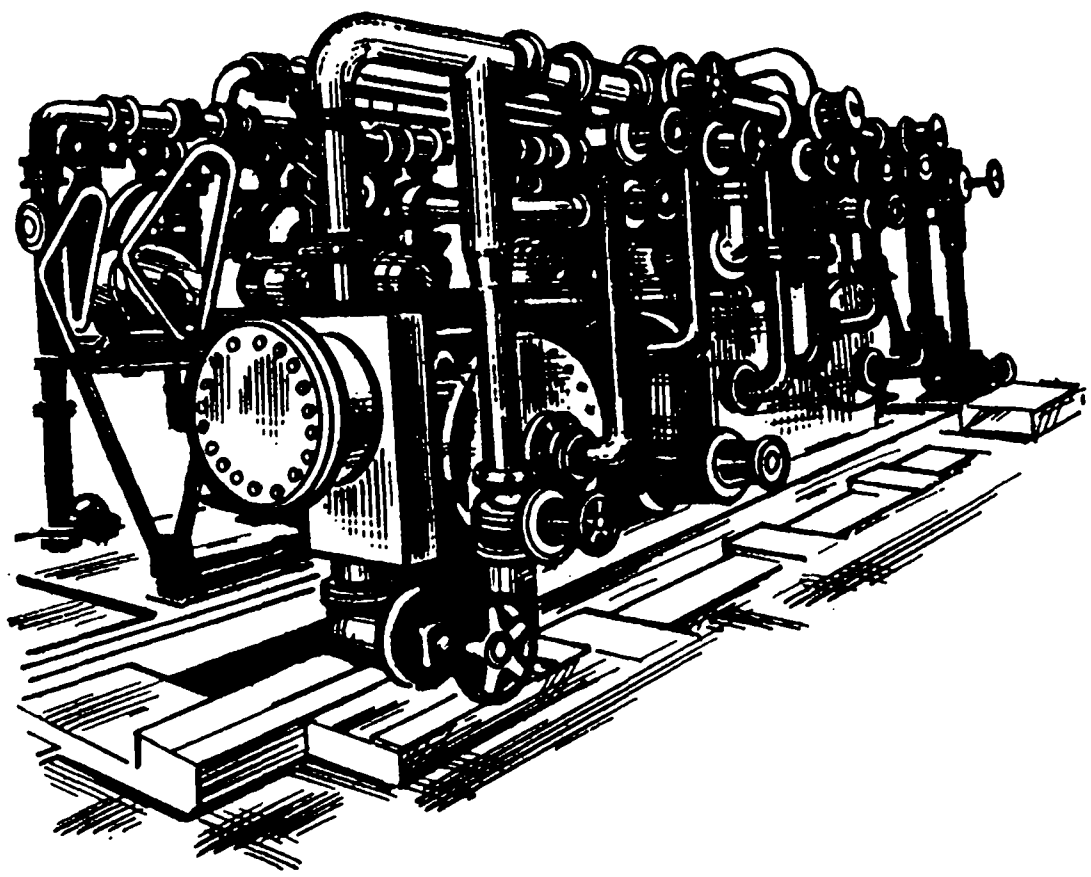


Рис. 11.1. Общий вид строительства одноагрегатного центрального теплового пункта

Рамы основания блоков, кроме блока теплового узла, заливают бетоном на $^1/_3$ высоты, при этом необходимо учитывать возможности демонтажа насосов.

Дальнейшее сокращение трудовых затрат и сроков строительства ЦТП заключено в монтаже одноагрегатного блока с номинальной нагрузкой по теплу и воде, соответствующей 1000 условным квартирам при независимой схеме подключения систем отопления к тепловым сетям. Габариты блока (мм): длина — 6400, ширина — 3600, высота — 3000. Масса блока до 25 т. Общий вид монтажа одноагрегатного блока, изготовленного объединением Моссантехпром, приведен на рис. 11.1.

11.4. Испытание, регулировка и сдача в эксплуатацию ЦТП

После монтажа оборудование и трубопроводы ЦТП подвергаются испытанию гидростатическим методом до нанесения тепловой изоляции.

Числовое значение испытательного давления на вводе теплосети в ЦТП должно быть согласовано с руководством ТЭЦ.

Испытание водоподогревателей производится гидростатическим давлением, равным 1,25 P, но не менее $P+0{,}3$ МПа, вместе с установленной на них арматурой. Испытание гидростатическим методом необходимо производить отдельно для нагревающей и нагреваемой частей. Испытательное давление выдерживается в течение 5 мин, после чего оно понижается до максимального рабочего давления, которое поддерживается в течение всего времени, необходимого для осмотра водоподогревателя. За рабочее давление у водо-

подогревателей принимается максимальное давление, определяемое как сумма статического и динамического напоров.

Водоподогреватели признаются выдержавшими испытание гидростатическим методом, если во время нахождения их под испытательным давлением не будет наблюдаться падения давления.

Водомерные узлы с хозяйственными насосами испытываются гидростатическим давлением по нормам приемки внутренних систем холодного водоснабжения. Продолжительность нахождения указанных узлов под испытательным давлением должна составлять 10 мин, в течение которых давление не должно снижаться более чем на 0,05 МПа.

Остальные узлы ЦТП испытываются по нормам приемки систем отопления, изложенным в § 6.8.

После испытания гидростатическим методом проводятся пусконаладочные работы в ЦТП на различных режимах с регулировкой приборов контроля и учета. Затем ЦТП подвергается тепловому испытанию, для чего подается теплоноситель расчетной температуры и включаются все проектные системы с работающими насосами. Допустимые отклонения температуры и давления против расчетных параметров не должны превышать нормативных данных как по отдельным системам, так и на вводе теплосети в здание ЦТП.

При сдаче ЦТП в эксплуатацию представляется комплект рабочей документации с отметками о внесенных в них изменениях, все акты приемки скрытых работ, паспорта оборудования, акты об испытаниях гидростатическим методом, акты на пусконаладочные работы и другая исполнительная документация. После просмотра документации визуально определяется гидростатическая и тепловая устойчивость ЦТП. При отсутствии замечаний сдача ЦТП в эксплуатацию оформляется соответствующим актом.

11.5. Мероприятия по охране труда при монтаже ЦТП

Работу по монтажу трубопроводов и оборудованию ЦТП необходимо вести согласно ППР, обратив особое внимание на безопасное перемещение грузов кранами (строповка, подъем, опускание в монтажные проемы, установка на фундамент, расстроповка, подъем крюка и строп через монтажные проемы).

Остальные мероприятия аналогичны мероприятиям по охране труда при монтаже центрального отопления (см. § 6.9).

Глава 12

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

12.1. Общие сведения

К технологическим трубопроводам относятся все трубопроводы, предназначенные для транспортирования в пределах одного или нескольких предприятий различных веществ (сырья, полуфабрикатов, реагентов, пара, газа, воды, промежуточных и конечных продуктов и др.), необходимых для ведения технологического процесса или эксплуатации технологического оборудования.

В процессе работы трубопровод может находиться под давлением транспортируемого продукта от глубокого вакуума $1 \cdot 10^{-5}$ до 250 МПа и выше, под воздействием низких [до 103 К (—170°С)] и высоких [до 973 К (700°С)] температур, под постоянной нагрузкой от веса транспортируемого продукта, труб, арматуры, теплоизоляции, нагрузок теплового удлинения, вибрационных, ветровых и давления грунта. Кроме того, в элементах трубопроводов могут возникать периодические нагрузки от неравномерного нагрева или резкого перепада давления и температуры транспортируемого продукта.

Основными классификационными признаками указанных трубопроводов являются род транспортируемого продукта и его рабочие параметры, материал труб, степень агрессивности среды, территориальное расположение, категория и группа.

В зависимости от рода транспортируемого продукта трубопроводы разделяют на нефте-, газо-, паро-, мазуто-, бензо-, кислото-, щелочепроводы и др., а также трубопроводы специального назначения: густой и жидкой смазки, с обогревом и т. д.

По условному давлению перекачиваемого продукта трубопроводы разделяют на вакуумные, работающие при давлении ниже атмосферного; низкого давления — до 10 МПа; высокого давления — свыше 10 МПа; безнапорные, работающие без избыточного давления.

В зависимости от рабочей температуры перекачиваемого продукта различают трубопроводы холодные [температура продукта ниже 273 К (0°С)], нормальные [274 ... 323 К (1 ... 50°С)] и горячие [свыше 323 К (свыше 50°С)].

По материалу труб различают трубопроводы: стальные, из цветных металлов и их сплавов, чугунные, неметаллические, футерованные, эмалированные, биметаллические и др.

В зависимости от места расположения трубопроводы разделяют на внутрицеховые, соединяющие аппараты и машины в пределах одного цеха или одной технологической установки и размещенные внутри здания или на открытой площадке, и

межцеховые, соединяющие технологические установки, аппараты, емкости, находящиеся в разных цехах или открытых местах.

Все вещества, транспортируемые по технологическим трубопроводам, разделяют: а) по степени воздействия на организм человека на четыре класса опасности: 1 — чрезвычайно опасные; 2 — высокоопасные; 3 — умеренно опасные; 4 — малоопасные; б) по пожарной опасности: НГ — негорючие; ТГ — трудногорючие; ГВ — горючие; ГЖ — горючая жидкость; ЛВЖ — легковоспламеняющаяся жидкость; ГГ — горючий газ; ВВ — взрывоопасные.

По совокупности технических требований, предъявляемых к проектированию, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации технологических трубопроводов, их разделяют на *категории и группы.* Категория устанавливается в зависимости от рабочих параметров транспортируемого продукта (температура и давление), а группа — в зависимости от класса опасности вредных веществ и показателей пожарной опасности веществ. Например, трубопроводы из полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида и стальные трубопроводы разделяют на пять категорий (I ... V) и три группы (А, Б, В). По степени агрессивности транспортируемого продукта различают трубопроводы с высокоагрессивной, среднеагрессивной, малоагрессивной и неагрессивной средой.

Большое разнообразие физико-химических свойств и рабочих параметров транспортируемых по трубопроводам продуктов вызывает применение труб, изготовленных различными способами и из различных материалов. Из широкой номенклатуры бесшовных и электросварных труб из разных марок углеродистой, низколегированной, легированной и высоколегированной стали для технологических трубопроводов используют преимущественно сварные трубы первого сорта. Трубы и детали из цветных металлов ввиду их сравнительно высокой стоимости для технологических трубопроводов применяют ограниченно: лишь для транспортирования агрессивных продуктов, а также в условиях низких температур. Ограниченное распространение получили также трубы и детали из алюминия и его сплавов.

Использование полимерных материалов позволяет снизить расход стали и цветных металлов, уменьшить расходы на коррозионную защиту и тепловую изоляцию и повысить их срок службы.

Для изготовления труб и деталей наибольшее применение получили такие термопласты, как полиэтилен, поливинилхлорид, полипропилен, фторопласт-4 и ограниченное применение — термореактопласты: фаолит и стеклопластики. Кроме указанных металлических и неметаллических труб применяют стеклянные, камнелитовые, керамические кислотоупорные и стальные с внутренним покрытием из плакирующего слоя меди (биметаллические) или из слоя неметаллического материала. В последних наружная оболочка обеспечивает прочность, а внутренняя — стойкость против коррозии. Ос-

новными видами внутренних неметаллических покрытий являются гуммирование, футерование и эмалирование стеклоэмалями.

Устройства, устанавливаемые на трубопроводы или оборудование для отключения, распределения, регулирования, смешения или сброса транспортируемых продуктов, называются *трубопроводной арматурой,* которая подразделяется на общетехническую и специальную. К специальной арматуре относят арматуру трубопроводов, по которым транспортируют продукты с такими параметрами и свойствами, которые требуют применения легированных и высоколегированных сталей, бронзы, чугуна, обладающих высокой коррозионной стойкостью или жаропрочностью защитных покрытий, или неметаллических материалов.

Прокладочные материалы должны обладать достаточной упругостью и прочностью для восприятия внутреннего давления и температурных удлинений трубопровода, химической стойкостью в агрессивных средах, тепло- и термостойкостью. В зависимости от материала прокладки делятся на три группы: неметаллические (мягкие), металлические и комбинированные. Их изготовляют из резины, паронита, картона прокладочного и асбестового, фторопласта, алюминия, меди, углеродистой и высоколегированной стали. Широко применяются асбестометаллические и спирально-навитые прокладки, дающие возможность многократного их применения и способные противостоять ослаблениям затяга болтов, ударам, вибрациям, перепадам давления и температуры.

Опоры и подвески, предназначенные для крепления горизонтальных и вертикальных линий трубопроводов, являются несущими конструкциями. По назначению и устройству опоры подразделяют на неподвижные и подвижные. Неподвижные опоры делят трубопроводы на самостоятельные участки в отношении компенсации температурных расширений и должны жестко удерживать трубу, не допуская ее перемещения относительно поддерживающих конструкций. Подвесные опоры, поддерживающие трубопровод и не препятствующие его перемещению под действием температурных расширений, подразделяются на скользящие, катковые и бескорпусные. Опорные конструкции служат для крепления опор трубопроводов к стенам здания, перегородкам и колоннам и выполняются в виде консолей и кронштейнов.

Для восприятия деформаций в трубопроводах под действием тепловых удлинений на технологических магистралях устанавливаются П-*образные, линзовые, сильфонные и сальниковые компенсаторы.*

Монтаж технологических трубопроводов должен выполняться индустриальным методом при строгом соблюдении СНиП 3.05.05—84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы» и проекта производства работ.

До начала монтажа разрабатывают монтажно-технологические схемы и монтажные проекты технологических трубопроводов и по ним централизованно изготовляют монтажные узлы, блоки и эле-

менты, поступающие на базу УПТК или непосредственно на строительную площадку. На базе УПТК указанная продукция комплектуется (при необходимости) запорной и контрольно-измерительной арматурой, формируется в рейсовые и монтажные комплекты и отправляется на участок монтажа.

Прежде чем приступить к монтажу трубопроводов, необходимо ознакомиться с местами их прокладки и принять строительную готовность объекта под монтаж с составлением соответствующего акта. В первую очередь выясняют, возможно ли проложить трубопровод в соответствии с монтажными чертежами и не мешают ли прокладке трубопровода какие-либо препятствия в виде строительных конструкций или ранее смонтированных систем (вентиляция, отопление, электроосвещение, водоснабжение и др.). Во-вторых, проверяют готовность строительных конструкций, на которых прокладывается или крепится трубопровод, и устанавливают наличие предусмотренных проектом закладных частей и проемов.

12.2. Общие принципы монтажа технологических трубопроводов

Технологическая последовательность и усредненная трудоемкость основных процессов при монтаже указанных трубопроводов характеризуются следующими данными (%): транспортирование и складирование всех материалов и изделий на площадке — 3; входной контроль изделий, расконсервация, доукомплектование и подача к месту укрупнительной сборки или к месту монтажа — 6; устройство лесов и подмостей — 4; разбивка трассы — 0,5; установка опор и подвесок — 6 укрупнительная сборка и сварка узлов и блоков — 7; установка узлов и блоков в проектное положение — 13; установка прямолинейных участков в проектное положение — 5; установка арматуры, которая не вошла в состав узлов и блоков,— 4,6; сборка и подгонка монтажных стыков — 12,7; сварка монтажных стыков — 6,8; выверка и закрепление на опорах и подвесках — 11,5; изготовление и монтаж подмеров — 0,5; сборка фланцевых соединений — 8,8; испытание на прочность и герметичность — 6; тепловая изоляция трубопроводов — 1; разборка лесов и подмостей — 3,6.

Широко применяется *крупноблочный монтаж конструкций, оборудования и трубопроводов*, при котором в цехах и заводах монтажных организаций собирают обвязочные трубопроводы вместе с оборудованием в блоки и доставляют их на место монтажа. В отдельных случаях такие блоки собирают на площадках для укрупнительной сборки.

Значительное повышение производительности труда на строительной площадке и сокращение сроков возведения объектов достигается при внедрении монтажа оборудования и трубопроводов *из агрегированных блоков*. В отличие от крупноблочного монтажа агрегированный блок представляет собой часть техноло-

гической установки, которая состоит из одной или нескольких единиц оборудования, обвязанных трубопроводов с арматурой, приборов контроля, автоматики и управления, испытанных на месте изготовления, поступающих на монтажную площадку в готовом виде. Применение указанных блоков, смонтированных на жестких рамах, позволяет во многих случаях устанавливать их без фундаментов непосредственно на бетонное основание с креплением самоанкерующимися болтами.

При разбивке трассы на место прокладки переносят проектные оси и отметки трубопроводов и размечают места установки опор, креплений, компенсаторов и арматуры. За нулевую высотную отметку условно принимают отметку уровня чистого пола здания, которую генподрядчик краской наносит на строительные конструкции. Положение осей и высотных отметок закрепляют реперами (высотные отметки) и плашками. Сначала разбивают горизонтальные оси трубопроводов, затем путем простых отмеров от уровня чистого пола с помощью отвеса, стальной рулетки или линейки определяют высотную отметку горизонтальной оси трубопровода. К перенесенной на колонну отметке оси трубопровода прикладывают слесарный угольник и проводят яркой краской горизонтальную черту. Пользуясь нивелиром или гидроуровнем, полученную отметку переносят на следующие колонны с учетом направления и уклона трубопровода. После этого на каждой колонне от отметки оси трубопровода откладывают расстояние до подошвы опоры, а следовательно, и до верха опорного кронштейна, взяв размер из чертежа опоры. Разбивку подземных технологических трубопроводов производят теодолитами и нивелирами с учетом рельефа местности с достаточным уклоном, обеспечивающим возможно полное их освобождение от продукта в цеховую аппаратуру или специальные емкости. Разметку выполняют по каждой линии трубопроводов отдельно. Сначала разбивают ось главной магистрали, потом — оси ответвлений к аппаратам, машинам, арматуре или другим линиям, затем — места установки компенсаторов, арматуры, подвижных и неподвижных опор, подвесок и кронштейнов.

Разбивку трассы трубопроводов оформляют актом с приложением ведомости привязки осей и поворотов с указанием знаков, поставленных на стойках или нанесенных несмываемой краской на колонны и стены.

После приемки закладных деталей производят *монтаж опорных конструкций, опор и подвесок.*

Наиболее распространенные типы опорных конструкций для внутрицеховых трубопроводов — кронштейны. Кронштейны крепят на железобетонных элементах здания, приваривая к закладным деталям, с помощью стяжных шпилек или тяг, которые пропускают через сквозные отверстия, имеющиеся в колоннах и балках, или в обхват колонн. Если каркас здания металлический, то опорные конструкции приваривают.

Опоры устанавливаются в проектное положение вместе с соответствующими узлами, блоками и трубами, но иногда их установку производят после подъема участка трубопровода на проектную отметку.

Для выравнивания высотных отметок и уклона трубопровода допускается устанавливать под подошвы стальные прокладки и приваривать их к опорным конструкциям. Монтировать какие-либо прокладки между трубой и опорой не разрешается.

Во избежание перемещения трубы в хомуте от теплового расширения трубопровода у неподвижных опор к трубам приваривают конструкции, упирающиеся в торцы хомутов корпуса опоры и не дающие возможности трубе сдвинуться. Возникающие нагрузки от теплового расширения (уменьшения) воспринимаются строительными конструкциями, к которым крепятся неподвижные опоры.

При установке опор и подвесок необходимо учитывать перемещение трубопроводов от температурного воздействия. Тяги подвесок трубопроводов, не имеющих тепловых перемещений, устанавливают строго по вертикали, а имеющих тепловые перемещения — с наклоном, равным половине величины перемещения.

Предварительная укрупнительная сборка узлов трубопроводов сокращает трудоемкость выполнения операций на месте монтажа, уменьшает объем работ по сооружению лесов и подмостей, резко сокращает подгоночные работы на высоте, создает условия для безопасного ведения работ и улучшает качество их выполнения.

При укрупнительной сборке должны соблюдаться два условия: первое — размеры и масса блоков должны обеспечивать удобство их транспортирования к месту монтажа и установки в проектное положение (возможности перемещения через проемы, между цеховыми несущими конструкциями, оборудованием, линиями других трубопроводов); второе — обеспечение жесткости и прочности. Блок при подъеме и установке должен сохранять необходимую жесткость и прочность, чтобы избежать его поломки или остаточной деформации во время транспортировки и монтажа. В отдельных случаях устанавливают временные связи, обеспечивающие требуемую жесткость.

В состав блока должны входить все детали, предусмотренные проектом (арматура, штуцера и бобышки контрольно-измерительных приборов и автоматики, штуцера для дренажей и воздушников и т. д.). На готовом блоке должны быть закончены все сборочные и сварочные работы, проверено качество сварки и произведена термическая обработка стыков (если она требуется). Целесообразно произвести предварительное испытание блока и нанести тепловую и антикоррозионную защиту трубопроводов или их стыков.

При установке узлов трубопровода в проектное положение необходимо следить за тем, чтобы их масса не передавалась на технологическое оборудование, и не допускать присоединения тру-

бопроводов к оборудованию консольно, без закрепления их на опорах и подвесках.

На поднимаемом узле целесообразно заранее установить опоры и подвески — это облегчит выверку блока. Если на узле трубопровода предусмотрен подгоночный стык и припуск не обрезан на монтажной площадке, то измеряют по месту, на какое расстояние необходимо обрезать монтажный припуск с учетом зазора под сварку. Производят обрезку припуска и снимают фаску под сварку непосредственно перед подъемом узла.

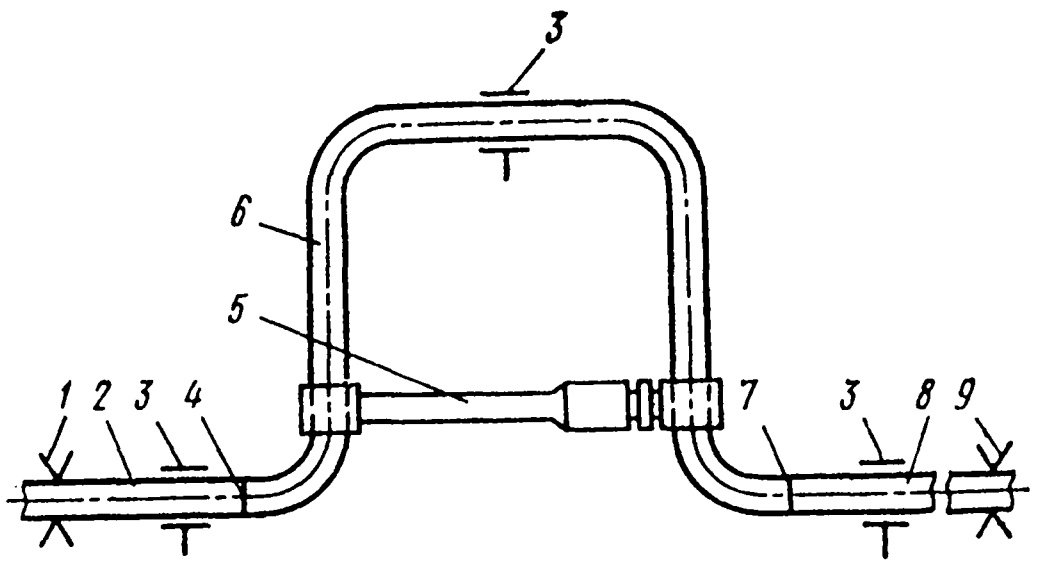


Рис. 12.1. Монтаж П-образного компенсатора с предварительной растяжкой:

1, 9 — неподвижные опоры; *2, 8* — участки трубопровода; *3* — подвижные опоры; *4, 7* — сварные стыки трубопровода; *5* — приспособление для растяжки; *6* — компенсатор

Монтаж трубопроводов начинают с магистральных участков и с обвязки щитов управления и оборудования. На замыкающих участках размеры и конфигурацию трубопроводов определяют путем тщательных замеров с натуры по месту. Подгоночные (замыкающие) участки указываются в монтажных проектах или определяются монтажной организацией. Монтаж замыкающих участков производится после изготовления подмеров в заводских условиях.

Если при сборке трубопроводов обнаруживается, что зазор между торцами труб превышает допустимое значение, то исправлять этот дефект путем нагрева, натяжения или искривления оси трубопровода запрещается. Необходимо один из концов труб обрезать и в трубопровод вварить вставку (катушку) длиной не менее 400 мм.

Монтаж трубопроводов ведется таким образом, чтобы сварные стыки были расположены от опор подвесок на расстоянии не менее 50 мм, а на трубопроводах, подконтрольных Гостехнадзору СССР,— не менее 200 мм.

Трубы, проходящие горизонтально через стены, перегородки и другие строительные конструкции, прокладывают в гильзах, выступающих за пределы строительных конструкций на 50 ... 100 мм в каждую сторону. Для прохода вертикальных участков трубопроводов через перекрытия в них также устанавливают гильзы, к которым на уровне черного пола (подготовки под полы) каждого перекрытия приваривают опорные шайбы. Гильзы должны выступать над перекрытием на 150 ... 200 мм, чтобы при мытье полов вода не натекала через них в нижний этаж. Участок трубопровода, заключенный в гильзе, не должен иметь сварных стыков.

Перед установкой компенсаторов в проектное положение их предварительно растягивают или сжимают специальными приспо-

соблениями, которые снимают после окончания закрепления трубопроводов на неподвижных опорах. Варианты приспособлений показаны на рис. 12.1, 12.2.

Арматуру устанавливают, как правило, в сборе с готовыми узлами трубопроводов. При монтаже арматуры, не вошедшей в состав узлов, ее предварительно устанавливают и закрепляют на опорах, после чего производят присоединение к ней труб и деталей.

Перед установкой арматуры необходимо тщательно осмотреть

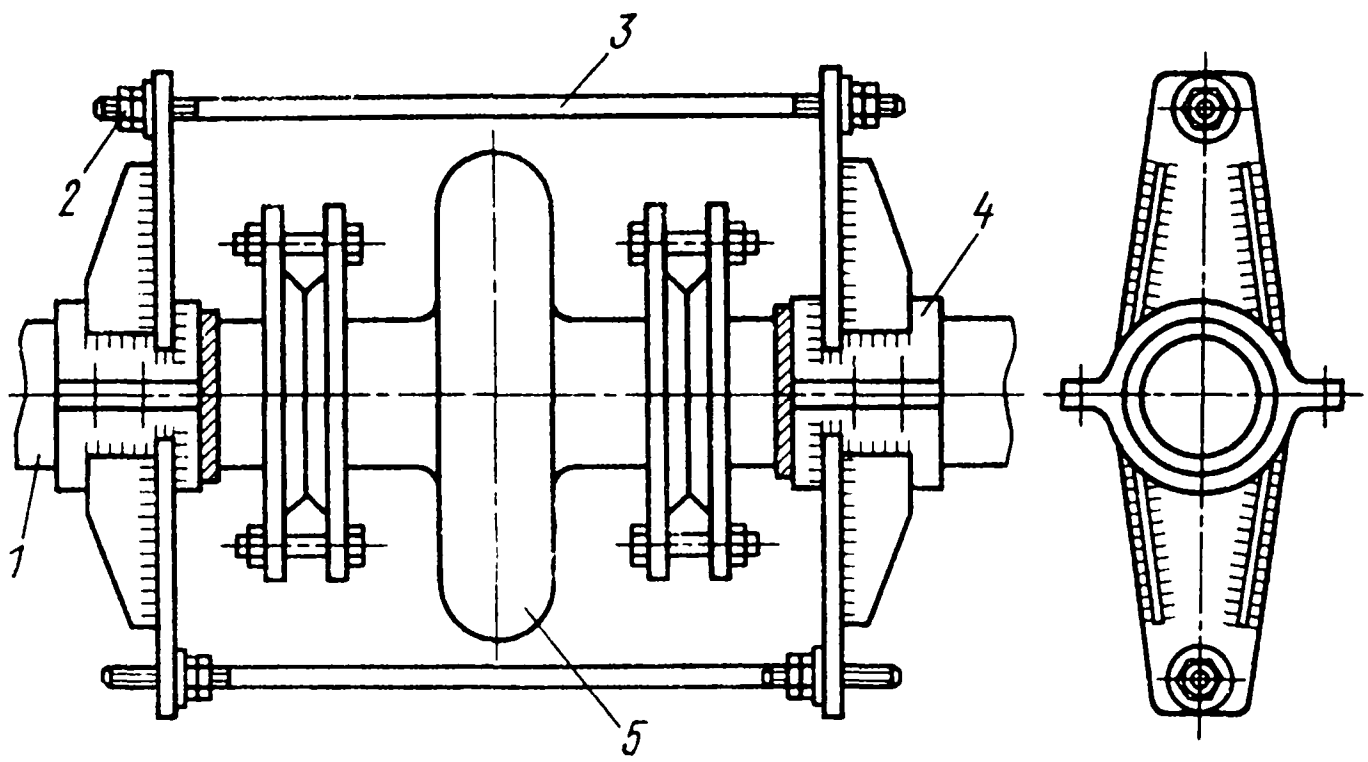


Рис. 12.2. Приспособление для растяжки (сжатия) линзовых компенсаторов:

1 — труба; *2* — гайка; *3* — стяжная шпилька; *4* — хомут; *5* — компенсатор

внутреннюю полость, проверить, легко ли двигаются запорные устройства, набить сальниковые уплотнения, проверить наличие сертификатов или паспортов. Арматура, имеющая механический привод, перед выдачей ее в монтаж независимо от срока хранения должна проходить обязательную проверку и регулировку на стенде с составлением соответствующего акта.

Контрольно-измерительные приборы, как правило, устанавливаются в период пусконаладочных работ. Во время изготовления и монтажа технологических трубопроводов монтируют фланцы, муфты, штуцера и бобышки для подключения приборов КИП. Вместо таких приборов контроля, как измерительные диафрагмы, расходомеры, регуляторы давления и температуры, во время монтажа и изготовления трубопровода устанавливают катушки, которые перед проведением пусконаладочных работ заменяют указанными приборами.

12.3. Особенности монтажа металлических и неметаллических трубопроводов

В зависимости от назначения и условий работы межцеховые трубопроводы общего назначения прокладываются надземным

способом, непосредственно в грунте, в непроходных, полупроходных, проходных каналах и открытых лотках.

Монтаж надземных трубопроводов осуществляется преимущественно укрупненными блоками, подразделяющимися на блоки строительных конструкций, трубопроводные и комбинированные. В состав блока строительных конструкций входят балки, траверсы, переходные мостики с ограждениями, фермы, верхние и нижние пояса, элементы связей, ванты и т. д. Трубопроводный блок состоит из нескольких секций, компенсаторов, опор теплоизоляции, дренажных устройств. Комбинированный блок — это собранное до подъема пролетное строение эстакады с установленными и закрепленными трубопроводными блоками. При монтаже комбинированными блоками выступы трубопроводов за пределы строительных конструкций не должны превышать 1,5 м.

Укрупненные блоки наводят в проектное положение путем совмещения монтажных отверстий, разбивочных рисок или опорных закладных деталей с соответствующими установочными местами ранее смонтированных конструкций пролетных строений или опор. Монтаж начинают от неподвижной (анкерной) опоры и ведут в обе стороны от нее. Блоки до их выверки временно закрепляют монтажными болтами, струбцинами и другими инвентарными приспособлениями. Окончательное крепление технологических трубопроводов и арматуры, а также сварку монтажных стыков производят после монтажа участка эстакады, составляющего температурный блок. Элементы усиления конструкций узлов и блоков, установленные на период транспортирования и монтажа, демонтируют только после закрепления трубопроводов в проектное положение.

Технология прокладки межцеховых трубопроводов общего назначения непосредственно в земле и в каналах мало чем отличается от аналогичной прокладки наружных тепловых и газовых сетей, которые подробно рассматриваются в следующей главе учебника.

Особенностью монтажа трубопроводов из цветных металлов и сплавов является невысокая прочность труб, требующая осторожного обращения с ними на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах и обусловливающая ряд специфических требований. *Одно из них* — ограниченная возможность предварительного укрупнения деталей и звеньев такого трубопровода в элементы и узлы. *Второе* — к прихватке и сварке трубопроводов из цветных металлов и их сплавов допускаются сварщики, прошедшие специальное обучение и заварившие с высоким качеством пробные стыки. Сварка соединений в подавляющем случае производится аргонной сваркой. *Третье* — арматура трубопроводов крепится самостоятельно, что предохраняет трубопровод от провисания и предупреждает его повреждение. *Четвертое* — для погрузки, разгрузки и монтажа должны применяться пеньковые и капроновые канаты и мягкие прокладки, исключающие возможность повреждения наружной поверхности труб. С этой же целью стеллажи для хранения

заготовок и средства для транспортировки узлов и деталей указанных трубопроводов должны быть облицованы деревом, резиной или другим мягким материалом, а места укрупнительной сборки узлов оборудованы деревянными настилами. *Пятое* — к монтажу трубопроводов из цветных металлов и их сплавов приступают только после монтажа оборудования и стальных трубопроводов. Для крепления очень тяжелых и в то же время мягких свинцовых труб целесообразно применять сплошные желоба из досок или уголков, уложенных на опоры и подвески.

Особенности монтажа трубопроводов полимерных материалов заложены в методах соединения труб, определения качества сварных и клеевых соединений и устройства подвижных опор.

Соединения труб могут быть *неразъемные и разъемные.* Соединения трубопроводов из полимерных материалов со стальными трубами, арматурой, оборудованием выполняют, как правило, разъемными на фланцах. Неразъемные соединения трубопроводов из ПНД, ПВД и ПП с толщиной стенки более 3 мм выполняют контактной сваркой встык при температуре окружающего воздуха не ниже 268 К (—5°С) (см. рис. 4.1, *а*). Для безнапорных трубопроводов ПНД, ПВД и ПП допускается применять контактную раструбную сварку с использованием раструбов, предварительно отформованных на концах труб (см. рис. 4.1, *а, б*). Для напорных трубопроводов из ПВД применяют контактную раструбную и контактную раструбно-стыковую сварку труб с раструбными соединительными деталями (см. рис. 4.1, *в*). При этом для раструбной сварки применяют соединительные детали на тип выше, чем тип соединяемых труб, а для контактной раструбно-стыковой сварки — того же типа, что и трубы. Газовая прутковая сварка труб и деталей из ПНД, ПВД, ПП и ПВХ допускается для напорных трубопроводов не выше IV категории как исключение в случае невозможности применения других видов сварки или склеивания (см. рис. 4.1, *г, д*). Газовая сварка должна производиться при температуре наружного воздуха не ниже 263 К (—10°С). Для трубопроводов из ПВХ любых диаметров и толщины стенок неразъемное соединение выполняют склеиванием в раструб с использованием раструбов, предварительно отформованных на концах труб, или раструбных соединительных деталей. Склеивание производится зазорозаполняющим клеем ГИПК-127. Перед склеиванием проверяют зазор в соединении (должен быть не более 0,6 мм), производят контрольную сборку раструбного соединения, шлифовальной шкуркой делают поверхность концов труб и раструбного соединения шероховатой и обезжиривают растворителем.

Стыки труб из пластмассы сваривают на специальном сварочном оборудовании или переносных приспособлениях, обеспечивающих крепление и центрирование труб, устранение овальности, а также создание и поддержание необходимых контактных давлений при сварке. Для прутковой сварки применяют электрические или газовые горелки, нагревающие теплоноситель (см. рис. 4.5).

Разъемные соединения трубопроводов из термопластов выполняют с применением пластмассовых или металлических фланцев. На рис. 4.2 были показаны наиболее распространенные виды разъемных соединений трубопроводов из полимерных материалов.

Качество сварных швов трубопроводов из полимерных материалов проверяют путем систематического операционного контроля, внешнего осмотра и механических испытаний на растяжение, статический изгиб, отдир и сдвиг.

Особое внимание при монтаже указанных трубопроводов уделяется их опорам. Подвижные опоры, как правило, выполняют с помощью хомутов и скоб, изготовленных из пластмассы или металла и допускающих осевые перемещения трубопроводов. Между опорой и трубой укладывают прокладки из мягкого, эластичного материала. Для крепления вертикальных участков к трубам приваривают винипластовые кольца, которыми труба опирается на конструкцию опоры. Неподвижные опоры выполняют путем приварки или приклейки к трубе упорных разрезных колец, изготовленных из того же материала, что и трубы. Кольца устанавливают по обе стороны неподвижно закрепленного хомута или скобы. Неподвижные крепления трубопровода путем сжатия трубы хомутом или скобой не допускаются.

Монтаж стеклянных трубопроводов производится только после окончания монтажа и испытания оборудования, металлических и неметаллических трубопроводов и технологических металлоконструкций и начинается с установки арматуры, от которой прокладывают остальные элементы. Арматуру крепят самостоятельно к подвескам или кронштейнам металлическими скобами. Стеклянные трубы и фасонные детали с гладкими концами соединяют фланцами или муфтами с двумя или тремя натяжными резиновыми кольцами. Резку труб и деталей трубопроводов производят с помощью нихромовой проволоки, нагреваемой электрическим током от осветительной сети через понижающий трансформатор с последующим быстрым охлаждением места нагрева водой. Стеклянные трубы можно резать также карборундовыми кругами диаметром 200 ... 300 мм со скоростью вращения 1000 ... 1500 об/мин. В опасных местах трубопровод заключают в защитные кожухи, а трубопроводы, транспортирующие сильно агрессивные вещества, прокладывают способом «труба в трубе».

Трубы и детали стальных трубопроводов с внутренними неметаллическими покрытиями соединяют преимущественно на фланцах. Монтаж их слагается из трех основных процессов: заготовки деталей трубопроводов под внутреннее покрытие; нанесение футерующего слоя в заводских условиях; сборки трубопровода на месте монтажа. Хранят гуммированные трубы, детали и арматуру в упакованном виде в затемненном помещении при положительной температуре, но не выше 293 К (20°С), а футерованные полиэтиленом и фторопластом — в закрытых помещениях или под навесом во избежание воздействия солнечных лучей, вызывающих старение

футерующего слоя. Монтаж гуммированных футерованных и эмалированных трубопроводов производят только при положительной температуре окружающего воздуха.

Для установки приборов КИПиА на таких трубопроводах (манометры, термометры, импульсные трубки, измерительные диафрагмы и т. д.) применяют тройники или детали, имеющие защитное покрытие. Компенсацию возможных отклонений от проектного положения осуществляют путем установки гуммированных эмалированных или футерованных прямых вставок. Вставки изготовляют в заводских условиях по шаблону, выполненному точно по месту.

Трубопроводы высокого давления для вновь строящихся предприятий изготовляют и поставляют заказчику заводы комплектными линиями в виде укрупненных узлов полной заводской готовности, включая вварку спускных и воздушных патрубков, бобышек, штуцеров для КИПиА.

Монтажная организация производит изготовление только подмеров или вставок на замыкающих участках, а также деталей, элементов и узлов трубопроводов при выполнении работ, связанных с реконструкцией отдельных линий действующих установок. Резка труб и обработка кромок под сварку, стыковка деталей, сварка стыков на строительной площадке не производится. Указанные работы выполняются в заводских условиях по специальной технологии.

Узлы, комплектные линии, трубы, детали, арматуру и другие изделия для трубопроводов высокого давления со склада заказчика передают в комплектном состоянии представителю монтажной организации или генерального подрядчика с составлением соответствующего акта, копия которого с документацией заводов-изготовителей и актами расконсервации и контрольных испытаний передается представителю эксплуатационной организации.

Сборка трубопроводов осуществляется на фланцах. Их монтаж производят на выверенных и укрепленных опорах, предварительно укладывая и укрепляя трубы, детали и арматуру.

Непосредственно перед сборкой фланцевого соединения уплотнительные поверхности труб, арматуры и деталей, а также линзы или прокладки промывают в керосине и протирают насухо. При сборке фланцевого соединения попадание смазок на уплотнительные поверхности недопустимо, иначе могут появиться электрические разряды при прохождении блуждающих токов, которые нарушат уплотнение соединения.

На сливных и дренажных трубопроводах высокого давления не допускается вварка трубы в трубу. Для их соединения применяются кованые тройники и переходы, входящие в комплектную заводскую поставку совместно с узлами трубопровода.

Предъявление повышенных требований при изготовлении и монтаже **вакуумных трубопроводов** по сравнению с трубопроводами, работающими под избыточным давлением, объясняется тем, что утечка газа из трубопровода под давлением ничтожно мала по от-

ношению к объему находящегося в нем газа, а натекание того же газа при наличии вакуума резко меняет степень разрежения. Основное повышенное требование относится к устройству плотности соединений и очистке внутренней поверхности трубопровода.

До начала монтажа вакуумных трубопроводов все узлы и элементы просушивают, а затем в местах соединений обмазывают мыльным раствором и проверяют их на герметичность пневматическим испытанием очищенным и сухим сжатым воздухом или инертным газом под давлением 0,2...0,5 МПа. Детали и узлы трубопроводов и арматуры, имеющие антикоррозионное покрытие из жировой смазки, должны быть предварительно обезжирены. Как правило, арматуру обезжиривают на заводе-изготовителе и поставляют в специальной упаковке. Перед установкой арматуру просушивают. Прокладки, предварительно обезжиренные и просушенные, применяют заводского изготовления из вакуумной листовой резины, вакуумного резинового шнура, фторопласта, алюминия и меди.

Во время перерыва в работе концы трубопроводов закрывают заглушками.

Кислородопроводы, транспортирующие продукт в жидком и газообразном состоянии, монтируют из предварительно обезжиренных блоков узлов, секций, деталей, изготовляемых из углеродистой, легированной и высоколегированной сталей, цветных металлов и сплавов. Для исключения образования ледяных пробок межцеховые трубопроводы, транспортирующие жидкий и влажный кислород, покрывают слоем теплоизоляции и оборудуют постоянными дренажными устройствами и спутниками обогрева.

Во время монтажа все отверстия, соединяющие внутреннюю полость с атмосферой, закрывают заглушками. Качество обезжиривания поверхности проверяется люминесцентным или нефелометрическим способом. Сборка трубопровода осуществляется только на фланцах.

Особенностями монтажа **хладопроводов** являются: их сборка на фланцах; обеспечение минимального числа перегибов; установка трубопроводов на опоры и подвески с деревянными теплоизоляционными скорлупами; тщательная тепловая изоляция участков перехода хладопровода через перекрытия или стены; смазка поверхности качения и скольжения опор мастикой или маслом, применяемым для смазки цилиндров холодильных компрессоров, смешанным с серебристым графитом до густой консистенции; тщательность соблюдения уклона хладопроводов в одних случаях в сторону компрессора, в других — в сторону испарительной системы, в третьих — в сторону конденсаторов.

Трубопроводы систем **смазки, гидравлики и пневматики** транспортируют: масло и густую смазку к узлам трения; масло, эмульсию и воду — к оборудованию и проводкам; сжатый воздух — к пневматическим цилиндрам и исполнительным механизмам. Монтаж таких трубопроводов осуществляется в соответствии с ВСН 41—80 (ММСС СССР).

Изготовление и монтаж трубопроводов в зависимости от степени заводской готовности поставляемых узлов и деталей, а также объемов работ и условий их выполнения осуществляют по одному из следующих принципов: химическая очистка — изготовление узлов — монтаж; изготовление узлов — химическая очистка — монтаж; изготовление узлов — монтаж — химическая очистка.

При монтаже трубопроводов систем смазки и гидравлики проводят химическую очистку внутренних поверхностей трубопроводов от окалины, ржавчины и других загрязнений. Трубопроводы систем пневматики очищают механическим способом: обстукиванием, протаскиванием ершей и продувкой сжатым воздухом.

12.4. Испытание и сдача трубопроводов в эксплуатацию

По окончании монтажа линии трубопровода или отдельного блока производитель работ составляет исполнительную документацию и сдает работу представителю заказчика, после чего производится техническое освидетельствование трубопроводов. Оно заключается в проверке монтажной технической документации, в наружном осмотре и испытании смонтированного трубопровода. При проверке документации и наружном осмотре проверяют готовность трубопровода к проведению испытаний.

Техническое освидетельствование трубопроводов производится с участием представителей эксплуатационной организации, а трубопроводов, на которые распространяются требования Госгортехнадзора, с участием инженера-контролера местного органа Госгортехнадзора СССР.

Основным методом проверки, который позволяет судить о надежности трубопровода, является его испытание в собранном виде. Поэтому большинство технологических трубопроводов после монтажа подвергают испытанию на прочность и герметичность гидростатическим или манометрическим методами. Замену испытания гидростатическим методом на испытание манометрическим методом допускают только в тех случаях, когда опорные конструкции и трубопровод не рассчитаны на заполнение его водой, когда температура воздуха отрицательная и отсутствуют средства, предотвращающие замораживание системы, когда испытание гидростатическим методом недопустимо или невозможно по технологическим или другим требованиям.

Виды и способы испытаний и испытательные давления указываются в проекте для каждого технологического трубопровода. В случае отсутствия этих указаний способ и программа испытания выбираются монтажной организацией и согласовываются с заказчиком и эксплуатационной службой с учетом правил Госгортехнадзора СССР, СНиП III-4—80 и 3.05.05—84.

Проведение испытания технологических трубопроводов оформляется соответствующим актом.

С целью очистки внутренней поверхности трубопровода от загрязнений и удаления влаги производится промывка и продувка систем. Ее целесообразно выполнять в период пусконаладочных работ.

Промывку и продувку трубопроводов производят согласно разработанным схемам, предусматривающим технологическую последовательность выполнения этих операций и утилизацию отходов. Предпочтение отдается замкнутой (оборотной) схеме промывки. Перед промывкой все сетевые запорные устройства полностью открываются, а вместо приборов контроля и обратных клапанов устанавливают катушки.

Промывку ведут достаточно интенсивно, обеспечивая скорость жидкости в трубопроводе 1...1,5 м/с. На всасывающем патрубке трубопровода перед насосом устанавливают временный фильтр или конусную сетку с таким расчетом, чтобы суммарная площадь отверстий (живое сечение) была в 2...3 раза больше площади поперечного сечения всасывающей трубы. Целесообразно промывку вести с перерывами, зависящими от назначения трубопровода.

Продувают трубопроводы воздухом или инертным газом под давлением, равным рабочему, но не более 4 МПа, а для вакуумных трубопроводов — не более 0,1 МПа.

После окончания промывки или продувки восстанавливают проектную схему трубопровода, демонтируют временный трубопровод, осматривают и очищают арматуру, установленную на спускных линиях, и составляют акт по установленной форме.

Технологические трубопроводы сдают в эксплуатацию одновременно с промышленными установками, цехами и другими объектами, к которым они относятся. Межцеховые трубопроводы, обслуживающие несколько цехов или объектов, разрешается сдавать самостоятельно после окончания всех относящихся к ним строительных, монтажных и специальных работ. При сдаче работ исполнительная документация через заказчика передается эксплуатационной службе, которая дает разрешение на пуск вновь смонтированных трубопроводов в эксплуатацию. Разрешение на пуск в эксплуатацию вновь смонтированных трубопроводов, подлежащих освидетельствованию и регистрации местными органами Госгортехнадзора, выдается инженером-контролером Госгортехнадзора СССР на основании акта приемки трубопровода заказчиком и эксплуатационной службой и произведенного им технического освидетельствования.

12.5. Монтаж технологического оборудования

Существуют три метода монтажа оборудования: раздельный, совмещенный и комбинированный.

Раздельный метод монтажа предусматривает выполнение монтажа строительных конструкций одним специализированным потоком, а монтаж оборудования, включая такелажные работы, установку на фундамент и механомонтаж — другим специализирован-

ным потоком (бригадой слесарей-монтажников) в полностью построенном здании.

Совмещенный метод монтажа предусматривает одновременное выполнение монтажа строительных конструкций здания совместно с подачей (такелажем) и установкой на фундамент оборудования. При таком методе одна и та же строительная бригада (поток) ведет монтаж строительных конструкций и установку на место оборудования, а дальнейшие работы по монтажу (сборка, агрегирование и т. д.) выполняет следующий специализированный поток слесарей-монтажников.

Комбинированный метод в отличие от совмещенного допускает выполнение части работ по монтажу оборудования раздельно от монтажа строительных конструкций в построенных помещениях.

Выбор того или иного метода зависит от вида технологического оборудования, устойчивости строительных конструкций, параметров имеющегося монтажного оборудования, установленных сроков строительства и ряда других факторов.

Технологическое оборудование подразделяется на следующие группы: производственное технологическое, общезаводское, подъемно-транспортное, силовое, слаботочное электрическое, ремонтное, монтажное, специальное, резервное, сменное и производственная оснастка.

По условиям монтажа технологическое оборудование подразделяется на монтируемое и немонтируемое, а по условиям поставки: комплектное, некомплектное, именниковое, полносборное и оборудование, поставляемое в разобранном виде.

Технологическое оборудование должно поставляться на строительную площадку с учетом следующих основных монтажных требований: членение нетранспортабельных в сборе агрегатов, аппаратов и другого оборудования на транспортабельные части должно предусматривать закрепление на этих частях наибольшего числа деталей с нанесением монтажной маркировки; она должна содержать обозначение транспортируемой части, массу изделий, обозначение центра тяжести и мест строповки. Сборочные риски, стрелки, указывающие направления вращения и обозначение базовых поверхностей для выверки; габаритные машины и установки должны поставляться в виде моноблоков; на оборудовании должны быть предусмотрены детали для крепления тепловой изоляции, футеровки, облицовки, обслуживающих металлоконструкций, трубопроводов, приборов контроля и автоматики, ограждений и др; машины, подлежащие выверке, при монтаже должны поставляться с поверхностями для установки измерительных приборов контроля качества монтажа.

Готовность зданий и сооружений к монтажу оборудования предполагает устройство в них сборочных площадок, возведение фундаментов и опорных конструкций под оборудование, прокладку подземных коммуникаций, обратную засыпку и уплотнение грунта до проектных отметок, устройство стяжки под полы и каналы и

ряд дополнительных требований, регламентирующих выполнение общестроительных, специальных и отделочных работ согласно СНиП 3.05.05—84. Например, до начала монтажа оборудования поточно-автоматических линий должны быть закончены все строительные работы, включая отделочные.

Независимо от своей конструкции (рис. 12.3) фундаменты состоят из верхней части, *А*, выступающей над полом, на котором монтируют оборудование, и нижней *Б*, опирающейся на грунт. *Фундаменты и постаменты* должны быть возведены в соответствии с проектом и не иметь поверхностных трещин, повреждений углов и оголенной арматуры. На верхней части *А* фундамента должны быть заделаны металлические пластины (рис. 12.3, *б*) с нанесенными на них осевыми и высотными отметками. При бетонировании крупных и тяжелых фундаментов осевые и высотные отметки выносятся с некоторой выдержкой по времени, так как они дают осадку до 50 мм и более.

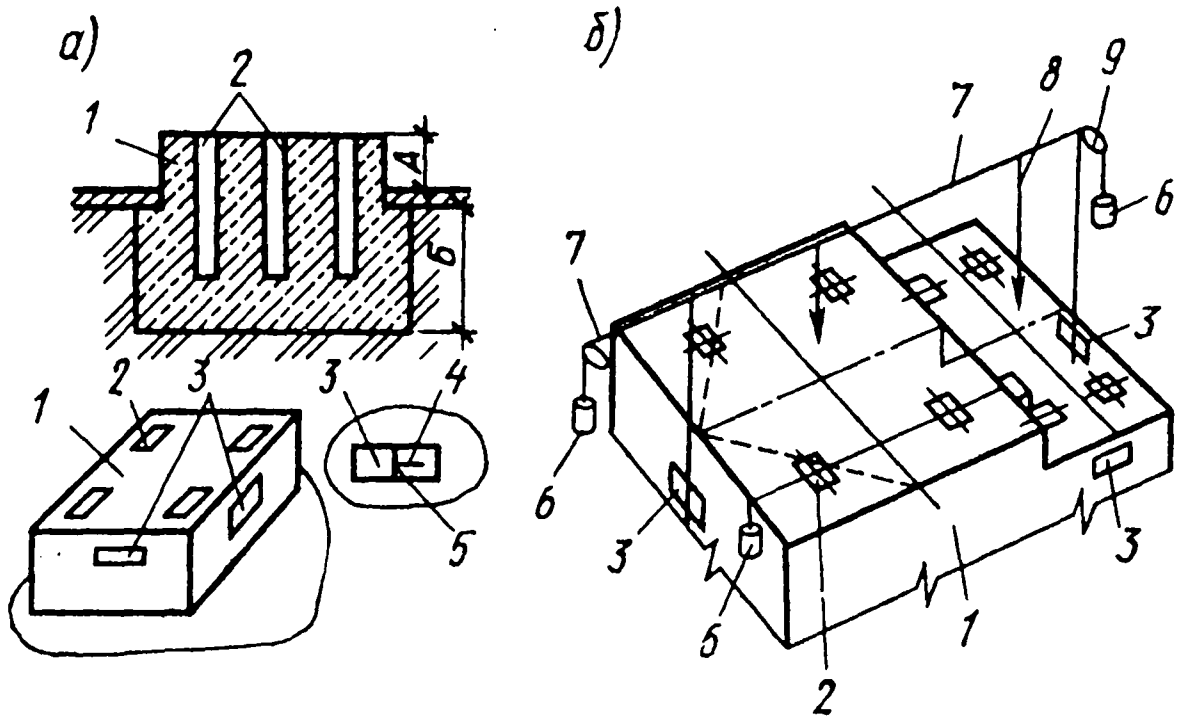


Рис. 12.3. Простейшая конструкция фундамента под технологическое оборудование (*а*), схема его разметки (*б*):
1 — фундамент; *2* — колодцы; *3* — пластины (марки); *4* — высотная отметка; *5* — осевая отметка; *6* — груз; *7* — струна; *8* — отвес; *9* — блок

Фундаменты, на которых оборудование устанавливается с последующей подливкой раствором или мелкозернистым бетоном, сдаются под монтаж забетонированными до уровня на 50...60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования.

Правильность размеров и осей фундаментов, колодцев, ниш, проемов проверяют с помощью струн, грузов и отвесов (рис. 12.3, *б*), нивелиров и теодолитов. Вдоль главной оси монтируемого агрегата на высоте 200..250 мм над фундаментом натягивается струна из проволоки или тонкого троса таким образом, чтобы опущенные с них отвесы попадали в точки пересечения высотных и осевых отметок пластин. Размеры фундамента и правильность заложения колодцев, каналов проверяют от установленных струн и отвесов масштабной линейкой. Прямоугольность фундамента проверяют натяжением шнуров по его диагоналям, которые должны быть равны. Глубину колодцев и проемов от высотных отметок проверяют с помощью линейки, уровня или нивелира.

Передача оборудования в монтаж производится с внешним его осмотром без разборки на узлы и детали с проверкой комплектности и наличия технической документации предприятий-изготовите-

лей, необходимой для производства монтажных работ. После сдачи в монтаж и оформления актов по форме № М-25 ЦСУ СССР оборудование учитывается на ответственном хранении у монтажной организации, которая несет ответственность за его сохранность, утрату или повреждение.

Подъем, перемещение и установку оборудования на фундамент выполняют с помощью однорольных и многорольных блоков, лебедок, талей, домкратов, монтажных мачт, портальных подъемников, стреловых и башенных кранов. Используются также эксплуатационные мостовые и подвесные краны, установленные в зданиях. При монтажных работах применяют стропы, захваты и траверсы. В целях безопасного ведения работ используют инвентарные, подъемно-подвесные и выпускные леса, монтажные люльки и т. п.

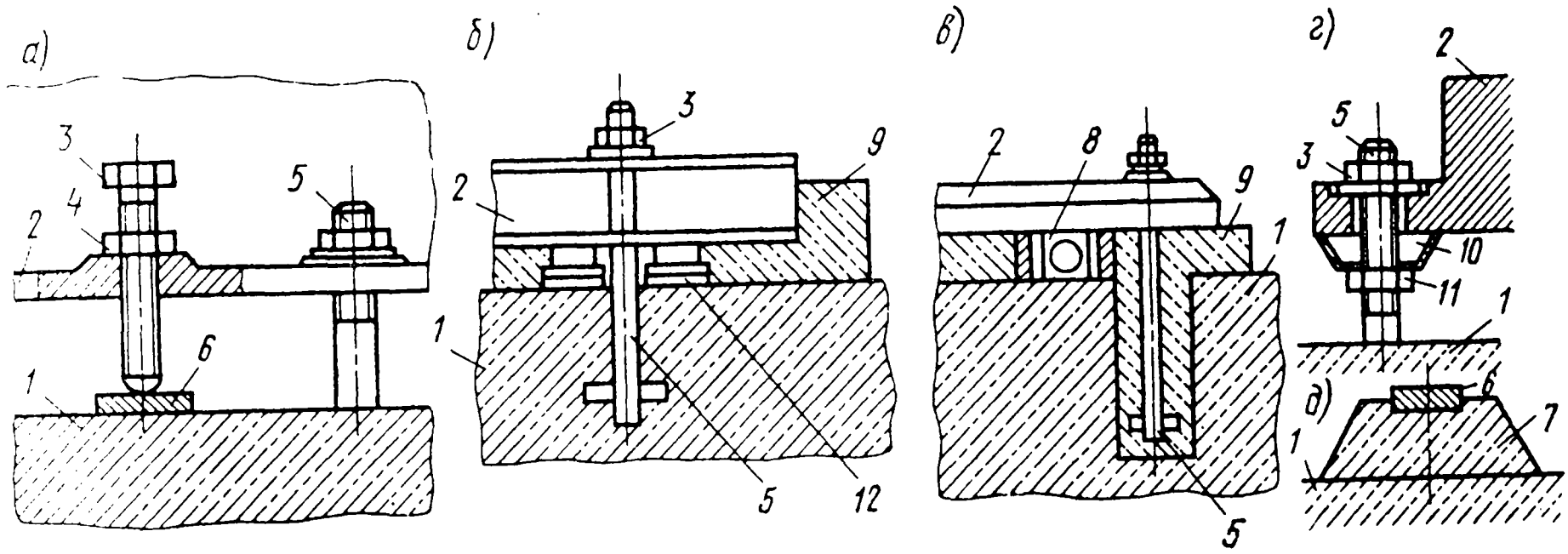


Рис. 12.4. Способы выверки оборудования:

а — регулировочными винтами; *б* — металлическими подкладками; *в* — клиновыми домкратами; *г* — установочными гайками; *д* — на жестких опорах; *1* — фундамент; *2* — оборудование; *3* — регулировочный винт; *4* — контргайка; *5* — болт; *6* — пластина; *7* — бетонная подушка; *8* — домкрат; *9* — бетонная подливка; *10* — шайба; *11* — гайка; *12* — пакет подкладок

Выверку оборудования производят в плане, по высоте и горизонтальности с помощью приспособлений. Основные способы выверки оборудования показаны на рис. 12.4.

Закрепление технологического оборудования к фундаменту осуществляют болтами, которые в зависимости от способа их установки подразделяются на устанавливаемые непосредственно в массив фундамента (глухие); в массив фундамента с изолирующей трубой (съемные); в готовые фундаменты в просверленные скважины (глухие и съемные).

После выверки и закрепления оборудования и составления соответствующего акта строительная организация должна произвести подливку оборудования бетоном (раствором) по классу не ниже класса бетона фундамента. Окончательная затяжка фундаментных болтов производится при достижении бетоном подливки 70% прочности.

Смонтированное оборудование должно подвергаться индивидуальным испытаниям, в состав которых входят следующие операции: проверка сосудов и аппаратов на прочность и герметичность; ис-

пытание машин и механизмов на холостом ходу и под нагрузкой в тех случаях, когда возможно проведение их индивидуального испытания под нагрузкой в отрыве от испытания всего комплекса смежного оборудования и коммуникаций данной технологической линии. Целесообразно индивидуальное испытание проводить совместно с пусконаладочными работами с целью сокращения сроков по подготовке оборудования к приемке рабочей комиссии для его комплексного опробования.

После проведения индивидуальных испытаний и выполнения пусконаладочных работ оборудование должно пройти комплексное опробование вхолостую, под нагрузкой, на нейтральной среде или с пробной выдачей запроектированной продукции. *Комплексным опробованием* называется испытание основных агрегатов и установок, включая все относящееся к ним основное и вспомогательное оборудование, технологические линии, отделения, цехи, корпуса, для определения готовности построенного объекта к эксплуатации. Характер и продолжительность комплексного опробования устанавливаются рабочей приемочной комиссией на основании действующих нормативов.

Технологическое оборудование считается принятым в эксплуатацию после утверждения акта Государственной приемочной комиссии по всему объекту в целом.

12.6. Мероприятия по охране труда при монтаже технологических трубопроводов и оборудования

Строповку узлов и оборудования следует производить типовыми инвентарными стропами или захватами, грузоподъемность которых должна соответствовать массе поднимаемого изделия. Монтируемые агрегаты, узлы и детали необходимо подавать к месту установки в положении, максимально близком к проектному. Сборочные операции на высоте разрешается выполнять только с лесов или подмостей, а при невозможности их установки — с применением предохранительных устройств. Каждый специалист при работе на высоте обязан прикрепляться с помощью карабина предохранительного пояса к надежным и неподвижным элементам зданий и сооружений.

Расстроповку узлов трубопровода и оборудования и удаление временных креплений разрешается производить только после полной их установки в проектное положение и закрепления всеми средствами, предусмотренными проектом.

При работе с электроинструментами должны применяться защитно-отключающие устройства, резиновые перчатки и диэлектрические коврики, а корпуса электроинструмента быть заземлены или занулены.

Сварщики, работающие на высоте, обеспечиваются пеналами для хранения электродов и сумками для хранения инструмента и огарков электродов. Люди, работающие в зоне сварки, должны быть защищены от искр и светового излучения.

Запрещается оставлять инструменты, материалы, спецодежду и другие предметы внутри или снаружи трубопровода и оборудования даже на короткое время.

Один рабочий не должен производить работы в колодцах, камерах, тоннелях. Промывку технологических трубопроводов специального назначения необходимо производить с детально разработанными мероприятиями по сбору жидкостей и их паров возле каждого спускника и дренажного устройства с последующей утилизацией отходов.

Рабочие места ежедневно освобождают от строительного мусора, они не должны иметь открытых ям и котлованов. Проходы к оборудованию должны быть свободны.

Глава 13

МОНТАЖ НАРУЖНЫХ ТЕПЛОВЫХ И ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ

13.1. Общие сведения

В зависимости от назначения сети теплогазоснабжения подразделяются на *магистральные* (городские), *распределительные* (внутриквартальные) и *сети к отдельным зданиям.* Существующие способы прокладки тепловых и газовых сетей можно сгруппировать в три большие группы: надземные прокладки; подземные прокладки в каналах, коллекторах, обсадных трубах и бесканальные прокладки в грунте.

Надземные прокладки сетей теплогазоснабжения выполняют на низких или высоких опорах, мачтах, эстакадах, по пролетным строениям мостов, наружным стенам. В условиях вечномерзлых грунтов допускается прокладка указанных сетей в термоизоляционных каналах, расположенных выше поверхности земли.

Подземные прокладки сетей теплогазоснабжения выполняют открытым способом в траншеях (с разрытием поверхности земли) и закрытым способом — проколом, продавливанием, горизонтальным бурением, щитовой проходкой.

Особенностями прокладки сетей теплогазоснабжения являются: высокая температура теплоносителя для тепловых сетей и способность газа проникать через мельчайшие поры для газовых сетей. Отличаясь друг от друга, тепловые и газовые сети имеют все же много общего. Например, методы выполнения земляных, сварочных, подготовительных и вспомогательных работ, организация поточных способов возведения сооружений и т. д.

Номенклатура, типоразмеры и характеристики материалов, изделий, конструкций, оборудования, арматуры и приборов, используемых в системах теплогазоснабжения, весьма обширна и постоянно меняется. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо пользоваться ГОСТами, СНиПами и СН в нефтяной и газовой промышленности, номенклатурными справочниками.

В настоящее время в тепловых и газовых сетях применяются стальные водогазопроводные, сварные, бесшовные, спирально-шовные трубы с наружным диаметром 10...1620 мм. Неметаллические трубы в системах теплогазоснабжения имеют ограниченное применение. В распоряжении монтажников имеется весьма обширная номенклатура и типаж запорных и запорно-регулирующих устройств, значительная часть которых удовлетворяет предъявляемым к ним требованиям. Возможность применения той или иной арматуры с отступлением от проекта в системах теплогазоснабжения определяется нормой его герметичности по номенклатуре «Союзглавармату-ры» по согласованию с проектной организацией. Используются серийно выпускаемые промышленностью по соответствующему ГОСТу крепежные опорные конструкции, соединительные и фасонные части, различные уплотнители. Как правило, номенклатура, типоразмеры и характеристика материалов, оборудования и арматуры определяется проектно-сметной документацией, а изделий, компенсаторов, узлов тепловых камер — монтажным проектом.

13.2. Монтажно-сборочные работы и сварка труб

Монтажные работы по прокладке наружных тепловых и газовых сетей должны вестись согласно проекту производства работ с учетом требований СНиП 3.05.03—85 «Тепловые сети» и СНиП 3.05.02—88 «Газоснабжение. Внутренние устройства. Наружные сети и сооружения», в едином потоке с общестроительными работами (земляные, каменные, бетонные и железобетонные, отделочные, изоляционные работы и монтаж конструкций), рассматриваемыми в последующих разделах учебника.

Современные сети теплогазоснабжения характеризуются сборностью деталей, узлов и фасонных частей заводского изготовления: секций труб, подвижных опор, заглушек, деталей неподвижных и щитовых опор, арматурных сеток, отводов, полуотводов, переходов узлов для камер и колодцев, кронштейнов и пр.

Централизованное изготовление секций труб, узлов и деталей с нанесением противокоррозионной и тепловой изоляции на заготовительных предприятиях или производственных базах УПТК — один из основных этапов индустриализации работ по прокладке тепловых и газовых сетей. Если узел имеет большие габариты и нетранспортабелен в собранном виде, то его собирают на месте монтажа из элементов, выполненных в заводских условиях.

В некоторых случаях возникает необходимость в использовании нестандартных деталей, размеры которых привязаны к конкретным условиям их установки в рабочее положение и зависят от строительных размеров камеры или колодца. В этих случаях составляют замерные эскизы, по которым изготовляют детали в заводских условиях. Нестандартные детали узла изготовляют также и в том

случае, когда обнаруживается расхождение между строительными размерами камеры или колодца в натуре и рабочей документации.

К монтажно-сборочным работам на строительной площадке относятся следующие технологические операции: подготовка концов труб, их стыковка и прихватка; подготовка концов звеньев труб, их стыковка и прихватка; монтаж в камерах и колодцах укрупненных узлов трубопроводов; установка каркасов, кронштейнов, металлоконструкций неподвижных опор; приварка к трубам подвижных и неподвижных опор; установка компенсаторов, штуцеров, конденсатосборников, гидрозатворов, тройников; установка арматуры со сбалчиванием фланцевых соединений; монтаж неподвижных опор, растяжка компенсаторов, установка заглушек; монтаж присоединений для продувки, промывки и испытания трубопроводов; установка контрольно-измерительной аппаратуры; испытание трубопроводов на прочность и герметичность.

Стальные трубы собирают в звенья с такой последовательностью: укладывают и выверяют лежни; укладывают с помощью крана-трубоукладчика трубы на лежни; очищают и подготавливают кромки труб к сварке; центрируют стыки центратором, поддерживая трубы краном-трубоукладчиком во время прихватки стыка электросваркой; сваривают стыки труб с поворачиванием звена труб; удаляют лежни и устанавливают собранное звено на инвентарные подкладки.

Укладка труб на лежни производится краном-трубоукладчиком и двумя рабочими, которые, стоя у обоих концов труб, удерживают ее от разворота.

Очистка и подготовка кромок труб к сварке производится непосредственно перед электросваркой. При необходимости концы труб выправляют, а если деформированные концы невозможно выправить, то их обрезают газовой резкой, затем, используя зубила и молотки, очищают кромки труб от грязи и наледи. После этого электрошлифовальными машинками, напильниками, реверсивными угловыми пневматическими щетками зачищают кромки до металлического блеска на длину не менее 10 мм снаружи и изнутри.

Центрирование стыка и поддержание труб при прихватке стыка осуществляются с помощью крана-трубоукладчика и центраторов (см. рис. 13.1), которые бывают наружные (винтовые, эксцентриковые и звеньевые) и внутренние (гидравлические, пневматические и механические). Электросварщик, проверив универсальным шаблоном величину зазора между торцами стыкуемых труб по всей окружности, прихватывает сваркой стык, после чего центратор снимается. По условиям прочности число прихваток в зависимости от диаметра свариваемых трубопроводов целесообразно принимать для труб диаметром до 100 мм — 1...2; для труб диаметром от 100 до 426 мм — 3...4; для труб диаметром свыше 426 мм — через каждые 300...400 мм по окружности.

Длина одной прихватки должна быть для труб диаметром до

100 мм — 10...20 мм, диаметром от 100 до 426 мм — 20...40 мм, диаметром свыше 426 мм — 30...40 мм. Высота прихватки должна составлять 0,6...0,7 толщины стенок труб, но не менее 3 мм для труб с толщиной стенки до 10 мм, а при большей толщине стенки — 5...8 мм.

Поворачивание звена при сварке труб производится после наложения шва на четверть окружности трубы с каждой ее стороны. Закрепляют звенья деревянными клиньями на лежнях у стыка.

Сборка электросварных прямошовных труб производится с расположением продольных швов вверху трубы со смещением их относительно друг друга, что создает определенные удобства для осмотра при испытании трубопроводов.

Сварка поворотных стыков производится в горизонтальном положении с поворачиванием труб, а в вертикальном и потолочном положениях — без поворота труб. Сварка без поворачивания труб применяется при приварке к трубопроводам отводов и компенсаторов, при сварке звеньев труб между собой и при монтаже узлов. Наиболее ответственными и сложными являются потолочные и горизонтальные швы соединений вертикально расположенных труб.

Стыки звеньев труб на трассе могут свариваться как вручную, так и с помощью полуавтомата под слоем флюса или в среде углекислого газа. В зависимости от характера и условий работ выбирают сварочное оборудование, позволяющее вести сварку на постоянном или переменном токе.

При строительстве трубопроводов теплогазоснабжения для промышленного и гражданского строительства наибольшее распространение получили сварочные агрегаты постоянного тока с двигателями внутреннего сгорания, устанавливаемые на двухосную тележку или волокушу (в целях их транспортабельности).

Ручная дуговая сварка поворотных и неповоротных стыков труб с толщиной стенок до 8 мм производится в один слой, а труб с толщиной стенок от 8 мм и выше — в два-три слоя электродами разных диаметров (рис. 13.1). Причем отдельные слои шва должны быть наложены так, чтобы замыкающие участки швов не совпадали друг с другом. При двухслойной сварке первый слой выполняется высотой 60...70% толщины стенок труб с обеспечением полного провара корня шва и кромок; второй слой должен заполнить всю разделку стыка. При трехслойной сварке первый слой выполняется высотой 40...50% толщины стенок труб; общая высота первого и второго слоев должна составлять 80...90% толщины стенок труб; третий слой должен заполнить всю разделку стыка и иметь плавный переход от основного к наплавленному металлу с усилением в 1...3 мм, но не более 40% толщины стенок труб. Ширина шва не должна превышать 2,5 толщины стенок труб.

Каждому сварщику присваивается номер или шифр (клеймо), который выбивается, наносится на трубопроводы несмываемой краской или наплавляется электродом на трубопроводы на расстоянии

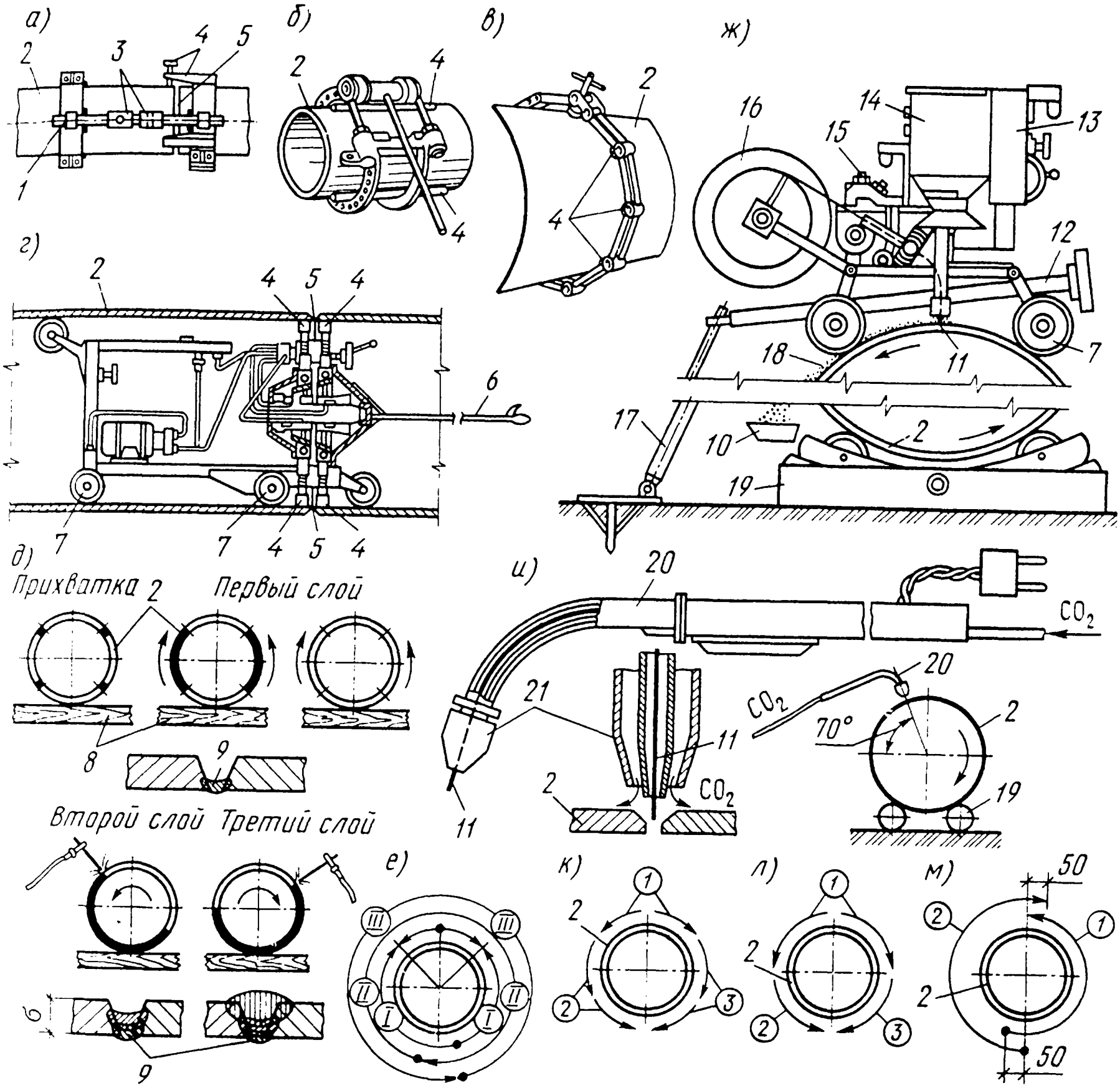


Рис. 13.1. Сборка и сварка стальных труб:

а, б — центраторы винтовой и эксцентриковый (для труб диаметром не более 350 мм); *в* — то же, наружный роликозвеньевой (для труб 520. . .1020 мм); *г* — то же, внутренний гидравлический (для труб 520 ... 1020 мм); *д, е* — последовательность операций при ручной электросварке стыков поворотным и неповоротным трехслойным швом; *ж* — схема применения сварочной головки ПТ-56 для поворотной сварки стыков под слоем флюса; *и* — то же, для сварки корня шва шланговым держателем полуавтомата А-547-р; *к, л* — порядок наложения корневого слоя шва при сварке труб большого диаметра тремя сварщиками; *м* — то же, заполнения остальной части шва двумя сварщиками; *1* — натяжной винт; *2* — свариваемые трубы; *3* — отверстие для воротка; *4* — центрирующие элементы; *5* — стык труб; *6* — штанга; *7* — ролики; *8* — лежни под трубы; *9* — корневой слой шва; *10* — сборник для флюса; *11* — сварочная проволока; *12* — регулировочный винт; *13* — панель с реостатом, вольтметром и выключателями; *14* — бункер для флюса; *15* — подающий механизм с двигателем и редуктором; *16* — кассета со сварочной проволокой; *17* — штатив; *18* — флюс; *19* — роликовая опора; *20* — шланговый держатель; *21* — головка держателя; *1, 2, 3* в кружках — позиции сварщиков; *I, II, III* — последовательность наложения сварного шва неповоротного стыка

30...50 мм от выполненного им сварного шва. На каждого сварщика должен быть заведен формуляр, в который заносятся результаты испытаний сваренных им пробных и контрольных стыков, а также другие сведения, характеризующие работу сварщика.

Качество сварного соединения определяют различными способами: внешним осмотром, ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием, механическими испытаниями, металлографическим исследованием. В сварных швах хорошего качества выступающие с внутренней стороны трубы подтеки не должны превышать 0,5 мм. Кратер облицовочного слоя шва выводится в сторону от линии шва на 5 мм. В случае обнаружения в сварных швах неполного провара, шлаковых включений, незаделанных кратеров, неравномерности шва по толщине и ширине, подрезов основного металла и других дефектов, которые могут повлиять на прочность и плотность соединения, дефектные участки обязательно вырубаются и затем вновь завариваются.

При проверке стыков физическими методами контроля (магнитографический и ультразвуковой методы) разрешается применять только в сочетании с методом просвечивания рентгеновскими или γ-лучами. Нормы контроля сварных швов трубопроводов теплогазоснабжения определяются проектно-сметной документацией или СНиП 3.05.03—85 и 3.05.02—88.

Антикоррозионное покрытие стыков стальных труб производят на строительстве сетей теплогазоснабжения после сварки труб по технологии, изложенной в гл. 19.

Установка компенсаторов осуществляется строго по оси трубопроводов, без видимых перекосов. Их растяжку следует выполнять после окончания монтажа трубопроводов, контроля качества сварных швов (для П-образного компенсатора), кроме замыкающих стыков, используемых для натяжения и закрепления конструкций неподвижных опор.

При монтаже трубопроводов подвижные и неподвижные опоры и подвески должны быть установлены согласно проектно-сметной документации с учетом поправки на температуру наружного воздуха. Сварные швы для труб диаметром до 200 мм должны находиться от края опоры на расстоянии не менее 300 мм, а более 200 мм — не менее 50 мм.

Трубопроводную арматуру надлежит монтировать в закрытом состоянии. Фланцевые и приварные соединения арматуры должны быть выполнены без натяга трубопроводов. Отклонение от перпендикулярности плоскости фланца, приваренного к трубе, по отношению к оси трубы не должно превышать 1% наружного диаметра фланца, но не более 2 мм по верху фланца. Расстояние от фланцев задвижек или компенсаторов до опоры трубопроводов должно быть не менее 400 мм. После окончания монтажно-сборочных и сварочных работ составляют исполнительную схему сварных стыков трубопроводов с указанием шифра и фамилии сварщика и характеристикой стыков.

13.3. Монтаж тепловых сетей в каналах и коллекторах

Наиболее классической конструкцией тепловых сетей является прокладка их в каналах с покрытием трубопроводов как на месте производства работ подвесной изоляцией, так и в заводских условиях различными теплоизоляционными материалами (рис. 13.2, *а*).

Монтаж тепловых сетей канальной конструкции включает в се-

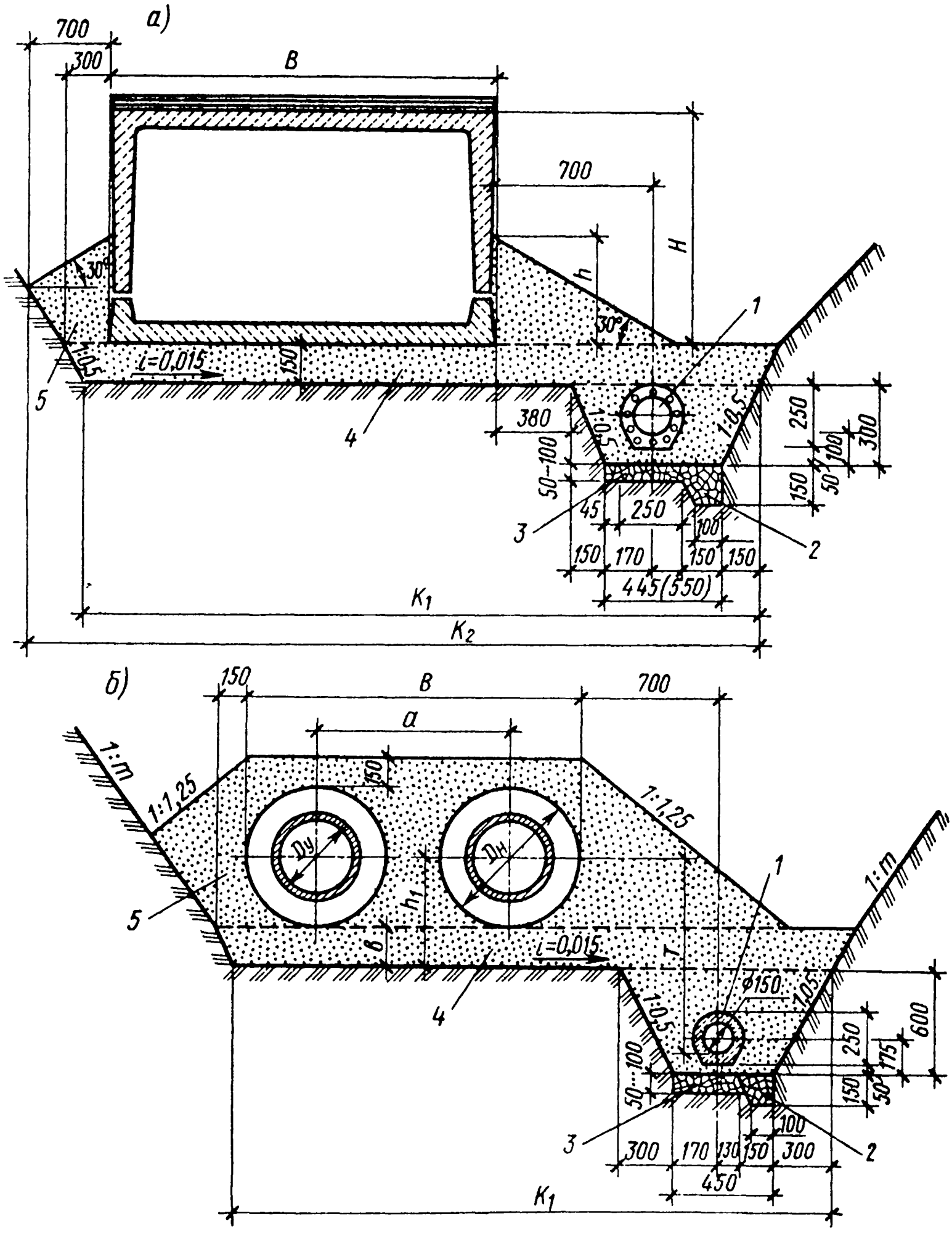


Рис. 13.2. Конструкция теплосети:

а — канал с дренажом совершенного типа; *б* — бесканальная прокладка в траншее с откосами и дренажем совершенного типа; *1* — трубофильтр; *2* — рабочий дренаж из щебня; *3* — щебень основания, втрамбованный в грунт; *4* — песок основания с коэффициентом фильтрации не менее 20 м/сут; *5* — песок обсыпки с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут; K_1 — для траншей с креплениями; K_2 — для траншей с откосами

бя земляные, монтажно-сварочные, каменные, бетонные, железобетонные, опрессовочные, плотничные и другие работы.

Для того чтобы наиболее экономично распорядиться силами и средствами, обеспечить выполнение определенного объема работ в сжатые сроки, с высоким качеством работ и оптимальными технико-экономическими показателями, необходимо увязать в единый строительный поток (комплексный процесс) следующие строительные процессы: подготовительные работы; разработку траншеи по заданному профилю с соблюдением установленных норм недобора грунта; водопонижение и водоотлив; крепление стенок траншей; уширение траншей в местах установки камер, колодцев, опор, приямков, компенсаторов; разработку дренажного лотка с подчисткой и планировкой дна траншеи; устройство дренажа; подчистку дна траншеи; устройство бетонной подготовки с оклейкой двумя слоями изола на битуме (при необходимости); устройство оснований под камеры, опоры и колодцы; монтаж коллекторов; монтаж нижней части каналов, камер, мертвых опор и опорных подушек; устройство специальной дренирующей подсыпки у камер, каналов, коллекторов и мертвых опор; подборку, подготовку, стыковку и сварку звеньев или плетей труб на бровке; устройство подвесной тепловой изоляции (при необходимости); установку скользящих опор; опускание в канал звеньев или плетей труб; монтажно-сборочные и сварочные работы в канале; устройство мертвых опор; монтаж компенсаторов; проверку качества сварных швов; монтаж арматуры в камерах; испытание теплопроводов и смонтированного оборудования; изоляцию стыков; установку верхних частей камер, каналов и секций каналов; бетонирование стыков строительных конструкций; бетонирование или заделку кирпичом некратных мест в строительных конструкциях; штукатурку кирпичной кладки; снятие опалубки в некратных местах заделки строительных конструкций; устройство электрозащиты; подготовку строительных конструкций теплосети под устройство гидроизоляции; засыпку траншей и котлованов; окончательную проверку, продувку, промывку, испытание и сдачу теплосети.

При монтаже трубопроводов подвижные опоры смещаются относительно проектного положения на расстояние, указанное в проектной документации, в сторону, обратную перемещению трубопровода в рабочем состоянии. При отсутствии указанных данных скользящие опоры смещаются на половину теплового удлинения трубопровода в месте крепления, а катки катковых опор — на четверть теплового удлинения, которое определяется с учетом температуры наружного воздуха.

Трубопроводная арматура устанавливается в закрытом состоянии, как правило, в составе монтажных узлов, изготовленных в стационарных условиях. Рабочий стальной щеткой или напильником очищает концы патрубков и труб от ржавчины и грязи. Затем с помощью подъемного крана узел подается в камеру тепловых сетей, где его устанавливают в проектное положение. После этого

подгоняют и подрезают кромки и центрируют стыки наружным центратором. Стыки сваривают, центраторы снимают, места сварки зачищают и грунтуют.

Установка компенсаторов в проектное положение производится после выполнения предварительных испытаний трубопроводов на прочность и герметичность с растяжкой до монтажной длины с учетом поправки на температуру наружного воздуха при монтаже.

Растяжка П-образного компенсатора выполняется после окончания монтажа трубопровода, контроля качества сварных швов и набором 70% прочности конструкции неподвижной опоры. Растяжку компенсатора выполняют одновременно с двух сторон на стыках, расположенных на расстоянии не менее 20 и не более 40 диаметров трубопровода от оси симметрии компенсатора, с помощью стяжных устройств с учетом поправки на температуру наружного воздуха при сварке замыкающих стыков. Один из способов растяжки П-образного компенсатора показан на рис. 13.3.

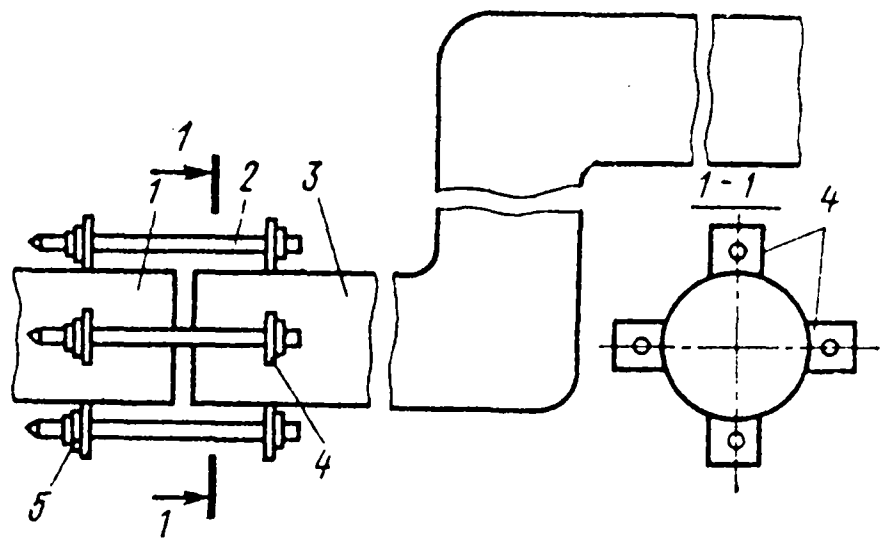


Рис. 13.3. Растяжка П-образного компенсатора:

1 — ранее уложенная труба; *2* — стяжной болт; *3* — конец П-образного компенсатора; *4* — пластины; *5* — гайки стяжного болта

При выполнении работ по монтажу тепловых сетей канальной конструкции составляют акты на скрытые работы по форме, приведенной в СНиП 3.01.01—85, а о работе по растяжке компенсаторов — акт по форме табл. 1 СНиП 3.05.05—85.

13.4. Бесканальная прокладка тепловых сетей

В настоящее время наиболее эффективной и индустриальной является бесканальная прокладка тепловых сетей с доставкой на объект труб с тепловой изоляцией заводского изготовления. Она применяется для прокладки теплосети диаметром до 500 мм, а при сейсмичности 8 баллов и выше — диаметром до 400 мм.

При бесканальной прокладке теплосетей строительно-монтажные работы сводятся к двум основным последовательно выполненным комплексам — земляным работам (отрывка траншей с устройством основания и дренажа, засыпка и т. д.) и укладке труб с монтажом тепловых камер и ниш компенсаторов.

В процессе производства основных работ ряд операций выполняются параллельно. Так, в процессе выполнения комплекса земляных работ может вестись подборка, подготовка, стыковка и сварка звеньев или плетей труб на бровке; в процессе укладки и сварки звеньев или плетей труб в траншее может вестись монтаж металлоконструкций и оборудования в камерах, установка опор-

ных подушек в каналах поворотных участков, средств электрозащиты и т. п. Как правило, работы организуются по непрерывному потоку, определяемому ППР с учетом объемов работ, условий их производства, наличия техники и сроков строительства в увязке с требованиями нормальной эксплуатации городского хозяйства. Для этого необходимо обеспечить своевременный операционный и строгий технологический контроль по выполнению следующих строительных процессов: подготовительные работы; разработка траншеи по заданному профилю с соблюдением установленных норм недобора и устройством водоотлива, крепления траншей в местах установки камер, колодцев, опор, приямков, компенсаторов; разработка дренажного лотка с подчисткой и планировкой дна траншеи; устройство дренажа (дренажная труба, обратный фильтр, промежуточные колодцы); устройство оснований под камеры и опоры; устройство нижней части каналов компенсаторов, камер и опор, а на поворотных участках — днищ каналов и опорных подушек; устройство песчаной или песчано-гравийной постели и специальной дренирующей подсыпки у камер и опор; подборка, подготовка, стыковка и сварка звеньев или плетей труб на бровке; опускание звеньев или плетей, а в отдельных случаях труб на основание траншеи; монтаж компенсаторов с установкой диэлектрических скользящих опор хомутового типа; монтаж щитовых мертвых опор; проверка качества сварных швов; устройство электрозащиты, присыпка трубопроводов с подбивкой пазух; предварительная проверка и испытание участков уложенных трубопроводов и смонтированного оборудования; изоляция стыков; установка верхних частей камер, каналов и их гидроизоляция; засыпка траншей и котлованов; окончательная проверка, испытание и сдача теплопроводов.

Перед укладкой в траншею стальные звенья труб или плети проверяют визуально на сохранность изоляционной конструкции. Все повреждения изоляции целесообразно устранять до укладки звеньев труб в траншею на месте монтажа. Повреждения тепловой изоляции устраняют частичной вырезкой ее поверхности и последующей заделкой сборными изделиями или жидкой композицией газо-, перлито- или армопенобетона, приготовленной в передвижном малогабаритном растворосмесителе непосредственно на трассе.

Основание под трубы и дренаж выполняется из песка с коэффициентом фильтрации не менее 20 м/сут. Уложенные в траншею звенья труб обсыпают песком с коэффициентом фильтрации не менее 5 м/сут. Толщина песка по верху тепловой изоляции должна составлять не менее 150 мм (см. рис. 13.2, *б*).

Трубопроводы на углах поворота, перехода к тепловым камерам и в местах устройства компенсаторов прокладываются в каналах. Сопряжения бесканальной прокладки с канальным участком сначала обсыпается щебнем (рис. 13.4), а затем песком.

Разновидностями бесканальной прокладки теплосети являются литая или засыпная конструкция бесканальных теплопроводов. Из

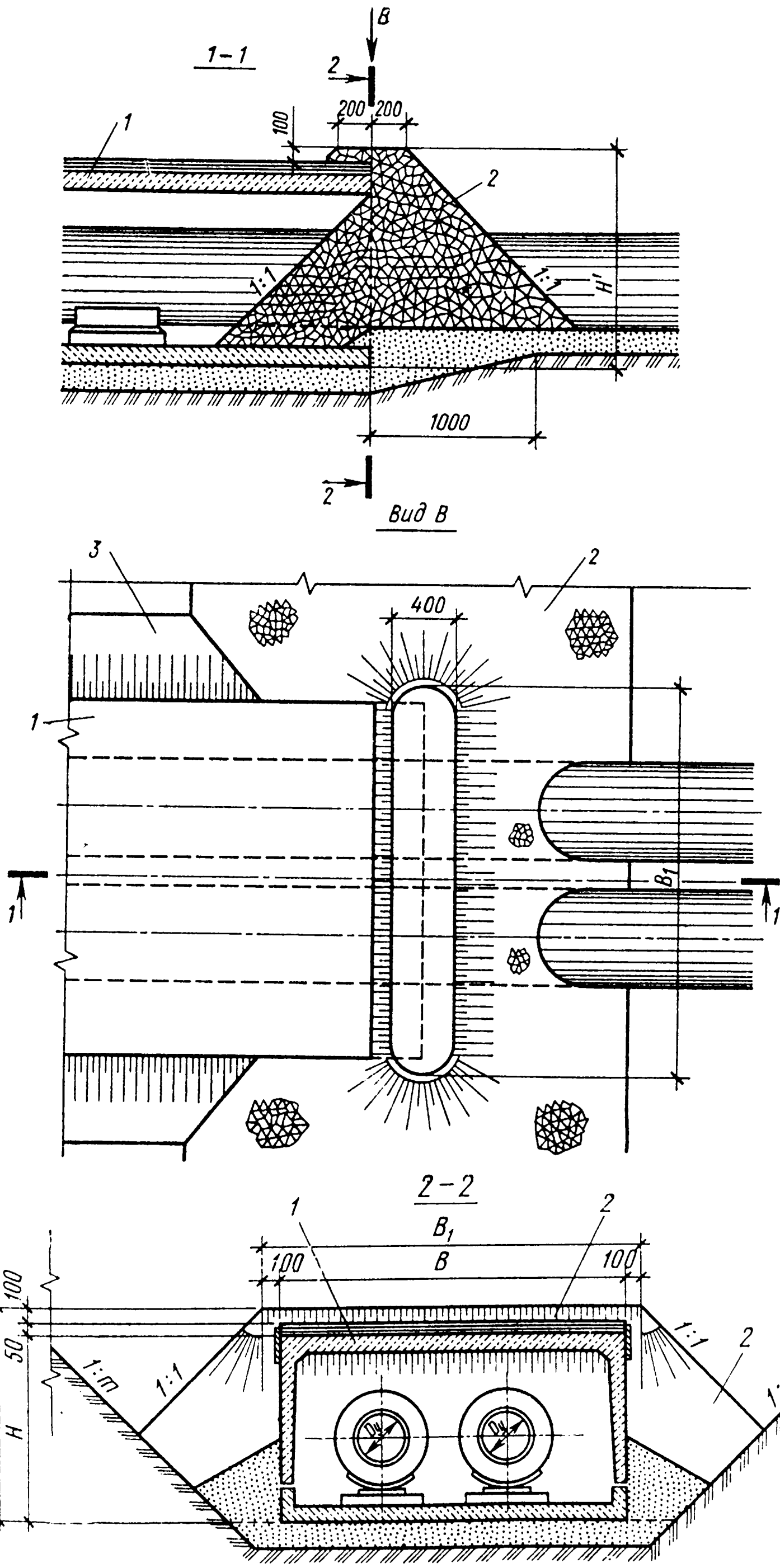


Рис. 13.4. Сопряжение бесканальной прокладки теплосети с канальным участком теплосети:

1 — канал НКЛ; *2* — щебень обсыпки; *3* — песок обсыпки

литых конструкций бесканальных трубопроводов некоторое применение получила прокладка теплосети в пенобетонном массиве. В качестве материала для сооружения таких теплосетей может быть использован также перлитобетон. Смонтированные в траншее стальные трубопроводы заливают жидкой композицией, приготовленной непосредственно на трассе или доставленной в контейнере с производственной базы. После схватывания пено- или перлитобетонный массив засыпают грунтом.

Преимущество прокладки теплопроводов в засыпных порошках (широко распространена в США, ФРГ, Франции, Англии) по сравнению с прокладкой теплопроводов с монолитной оболочкой в грунте заключается в простоте изготовления изоляционного слоя. Для сооружения таких теплопроводов не требуется наличия в районе строительства тепловых сетей индустриальной базы, на которой стальные трубы покрываются монолитной изоляционной оболочкой. Изоляционный порошок в соответствующей упаковке, например в полиэтиленовых мешках, легко транспортируется на большие расстояния с минимальными затратами ручного труда на погрузочно-разгрузочных работах.

13.5. Устройство попутного дренажа

Для искусственного осушения грунта в местах расположения тепловых сетей, понижения уровня грунтовых вод и защиты от их проникновения к трубопроводам служат различные дренажные устройства. При незначительном притоке воды и низком уровне грунтовых вод достаточно уложить под основание канала для дренажа слой крупнозернистого песка или мелкого гравия. В тех случаях, когда уровень грунтовых вод высокий, под основание канала укладывают слой гравия или песка с устройством попутного дренажа, располагаемого параллельно каналу с одной или двух (для теплопроводов диаметром более 1000 мм) его сторон (см. рис. 13.2).

Для попутного дренажа применяются сборные трубофильтры из крупнозернистого керамзитобетона, керамические трубы, бетонные и безнапорные асбоцементные трубы.

Сборные дренажи из *крупнозернистых керамзитобетонных трубофильтров* получили наибольшее распространение. В условиях агрессивных грунтовых вод вместо указанных трубофильтров могут применяться *крупнопористые трубофильтры из керамзитостекла,* в которых связующим является натриевое жидкое стекло.

Трубы керамические канализационные (гончарные) перед обжигом покрывают внутри и снаружи глазурью. Для фильтрации грунтовой воды внутрь дрена в трубах сверлят отверстия диаметром 10 мм по окружности, за исключением нижнего сектора с шагом 200 ... 300 мм. Раструбные соединения снизу на 0,5 диаметра зачеканивают цементным раствором или асфальтовой мастикой, а сверху засыпают гравием фракции 20 ... 30 мм.

В *асбоцементных трубах* перед укладкой устраивают пропилы (прорези) шириной 3 .. 5 мм и длиной, равной половине диаметра условного прохода трубы, через каждые 200 ... 300 мм по окружности дрена, за исключением нижнего сектора. Соединения асбоцементных труб выполняют на муфтах с заделкой по всему периметру стыка цементным раствором.

Вода в дренажных трубах движется самотеком, поэтому трубы прокладывают с единым уклоном на всем протяжении от места сбора грунтовых вод до места сброса их в ливнесток. Продольный уклон дренажной линии должен быть не менее 0,003 и не всегда совпадает с соответствующим уклоном трубопроводов как по величине, так и по направлению.

Для проверки во время эксплуатации состояния дренажных труб и их промывки устанавливают дренажные колодцы диаметром 1000 мм и более на всех углах поворота теплопроводов, а на прямых участках — через каждые 40 ... 50 м.

Устройство дренажных колодцев производится одновременно с прокладкой дренажных труб. Зазор между стенкой колодца и дренажной трубой заделывается цементным раствором. Поверхность бетонного лотка колодца оштукатуривается цементным раствором с железнением. Наружную поверхность колодца обмазывают горячим битумом на 0,5 м выше уровня грунтовых вод.

Для улучшения работы попутного дренажа под трубофильтрами устраивается рабочий дренаж из щебня или гравия, форма зерен которых должна приближаться к сферической или кубической.

13.6. Прокладка сетей газоснабжения

Наружные газовые сети предназначены для газоснабжения жилых, общественных и производственных зданий.

При их строительстве следует соблюдать следующие основные требования: положение газопровода в плане и профиле должно соответствовать проектному; на уложенном трубопроводе должна быть сохранена изоляция поверхности труб; стыковые и другие соединения труб должны быть прочны и герметичны; газопровод должен прилегать плотно к естественному или искусственному основанию траншеи; траншею под газопровод подготавливают непосредственно перед его укладкой (дно планируют и очищают от мусора, грязи, камней и прочих предметов); звенья или плети газопровода монтируются в проектное положение плавно, без рывков, ударов с применением мягких «полотенец», без резких перегибов трубопровода в вертикальной или горизонтальной плоскостях; под газопровод, прокладываемый в скальных и каменистых грунтах, устраивается подсыпка из мягкого местного или песчаного грунта толщиной не менее 200 мм; приямки для сварки неповоротных стыков газопровода, установки конденсатосборников, гидрозатворов и других сетевых устройств должны отрываться непосредственно перед монтажными работами, их засыпку производить

после испытания газопровода на прочность и проверки состояния его изоляции: в зимнее время газопровод должен укладываться на непромерзшее основание сразу вслед за отрытием траншеи, если же газопровод укладывают на промерзшее основание в грунтах, не подверженных пучению, необходимо произвести подсыпку мелким песчаным грунтом толщиной не менее 100 мм; между газопроводом и пересекаемыми подземными сооружениями должны быть выдержаны расстояния в соответствии с нормами.

На всех этапах строительного процесса должен быть обеспечен строгий технологический и операционный контроль с оформлением соответствующих актов. Практика прокладки газовых сетей выработала следующий порядок выполнения основных процессов: выполнение подготовительных работ; разработка траншей и котлованов с устройством (если требуется) водоотлива: устройство естественного или искусственного основания под трубопровод, колодцы и камеры с зачисткой дна котлована и рытьем приямков в местах сварки звеньев труб и изоляции стыков; сборка и сварка звеньев или плетей на бровке траншеи; укладка и стыковка звеньев или плетей труб в траншею на основание; сварка трубопровода на дне траншеи; монтаж фасонных частей и установка арматуры; подбивка и присыпка трубопровода грунтом (кроме стыков); возведение стенок и перекрытий колодцев и камер; проведение испытаний газопровода на прочность с проверкой качества сварных швов и фланцевых соединений с предварительной продувкой трубопроводов сжатым воздухом; изоляция стыков и фасонных частей газопровода; засыпка газопровода, разборка ограждений и проведение работ по озеленению и благоустройству трассы; проведение испытания на герметичность манометрическим методом и сдача газопровода в эксплуатацию.

При пересечении трубопровода с подземными коммуникациями газопровод укладывается в футляре в соответствии с типовыми чертежами, привязанными к данному пересечению.

На подземных газопроводах рекомендуется устанавливать задвижки рядом с линзовыми компенсаторами, обеспечивающими герметичный монтаж и возможность произвести смену прокладок и демонтаж задвижек.

Перед установкой в нижнюю часть компенсатора заливают состав, указанный в паспорте, а затем компенсатор или растягивают (при отрицательной температуре наружного воздуха) или сжимают (при положительной температуре наружного воздуха). После установки компенсатора в рабочее положение гайки на штангах отодвигают на величину, обеспечивающую полную компенсирующую его способность в соответствии с паспортными данными.

Надземная прокладка газопроводов производится по наружным несгораемым стенам зданий и цехов, несгораемым перекрытиям зданий, отдельно стоящим колоннам и эстакадам.

Газопроводы диаметром до 40 мм крепятся к строительным

конструкциям разъемными хомутами или крючьями, а диаметром свыше 40 мм — с помощью опор и кронштейнов. Сварные швы газопроводов диаметром до 200 мм должны находиться от края опоры на расстоянии не менее 300 мм, а швы газопроводов диаметров более 200 мм — не менее 500 мм. Расстояние от фланца задвижек или компенсаторов до опоры газопровода должно быть не менее 400 мм.

Расстояние от стены до оси газопровода должно быть не менее наружного диаметра трубы, обеспечивая при этом возможность осмотра и ремонта газопровода и установленной на нем арматуры.

Подъем и укладка плетей газопровода на опорные стойки и кронштейны должны осуществляться стреловыми кранами только после проверки качества стыковых соединений.

Опоры под газопроводы должны устанавливаться строго по проектным отметкам, обеспечивая надежное и равномерное опирание трубы на все опоры без зазоров. Наибольшее расстояние между опорами газопроводов регламентируется условиями допустимого прогиба, проверяется по условиям прочности и определяется рабочим проектом.

13.7. Устройство переходов трубопроводов через искусственные и естественные преграды

На пути прокладываемых трубопроводов как в городских, так и в полевых условиях встречаются естественные и искусственные препятствия. Для преодоления их требуются особые устройства, а прокладку производят методами, отличающимися от обычных.

К искусственным препятствиям относят железные и шоссейные дороги, трамвайные пути, проезды с усовершенствованными дорожными покрытиями, водонапорные и сточные коллекторы, технологические трубопроводы и т. д. Естественными препятствиями являются овраги, русла рек, озера, большие и малые ручьи.

Переходы трубопроводов через искусственные преграды выполняются закрытым и открытым способами.

При закрытом способе переходы трубопроводов обычно состоят из защитного кожуха (футляра рабочего трубопровода, опор и сальников). Для устройства футляров применяют стальные трубы, диаметр которых зависит от диаметра рабочего трубопровода, типа его изоляционного покрытия, толщины тепловой защиты и величины монтажного и эксплуатационного зазора. Толщина стенки трубы футляра зависит от применяемого способа прокладки. Длина футляра определяется шириной искусственного сооружения. Прокладка футляра осуществляется одновременно с бестраншейной разработкой грунта. Для предохранения от коррозии поверхность футляра покрывают слоем надежной антикоррозионной изоляции с использованием битумных или полимерных материалов. При наличии в грунте блуждающих токов выполняют активную защиту футляра от электрокоррозии.

Рабочий трубопровод, размещаемый в футляре, является наиболее ответственным участком тепловой или газовой сети, и поэтому к нему предъявляются повышенные требования как в отношении прочности, так и надежности. Обычно для него применяют трубы с толщиной стенки на 15 ... 25% больше толщины стенки основного трубопровода.

Укладку рабочего трубопровода в футляре осуществляют проталкиванием или протаскиванием.

Проталкивание применяют при устройстве переходов из труб диаметром до 1000 мм. Для проталкивания труб используют краны-трубоукладчики грузоподъемностью 10 ... 35 т. Перед проталкиванием трубопровода на дне котлована делают направляющую дорожку из шпал, уголков, рельсов, катков, на которую укладывается одиночная труба или звено труб, предварительно испытанное на прочность и плотность и покрытое изоляцией. Для предохранения изоляции рабочей трубы от повреждения применяется инвентарные хомут с колесиками, на который укладывается передний конец трубы. На остальной части трубы через 3 ... 5 м (в зависимости от ее диаметра) по окружности укрепляются диэлектрические скользящие опоры. Затем на торце футляра крепят оттяжной блок, через который пропускают тяговый канат с крюком на конце. Крюк заводят за стенку рабочего трубопровода, а второй конец каната закрепляют за крюк крана-трубоукладчика. В процессе подъема крюка канат натягивается и посредством системы его запасовки через обводной блок проталкивает рабочий трубопровод в футляр.

Протаскивание рабочего трубопровода применяют при устройстве переходов из труб диаметром более 1000 мм. Перед началом протаскивания трубопровода, как и при проталкивании, устраивают направляющую дорожку и укрепляют инвентарный хомут и скользящие опоры. Тяговый трос крепят за специальный наконечник или скобу, приваренные к переднему концу трубопровода. Другой конец троса через оттяжной блок, закрепленный в котловане со стороны наконечника трубы, зацепляется за крюк трактора, крана-трубоукладчика или наматывается на барабан электрической или ручной лебедки грузоподъемностью 3 ... 5 т. В процессе работы механизма трос натягивается и протаскивает рабочий трубопровод.

Трубопроводы в тоннелях или коллекторах (рис. 13.5) монтируют из одиночных труб длиной 6 м с нанесенной изоляцией. Их подают через монтажные шахты и транспортируют к месту сборки на тележках, платформах узкоколейного пути или монорельсовым транспортом. Если тоннель или коллектор с одного конца выходит на незаосгренную поверхность, то весь процесс сборки и сварки организуют у этого торца.

При проталкивании и протаскивании рабочего трубопровода, а также при его укладке в тоннелях и коллекторах после укладки одной трубы подается вторая труба и производится стыковка и

сварка труб. Затем стык проверяется физическими методами контроля и после получения положительного заключения изолируется. Далее рабочий трубопровод удлиняется и подается третья труба. После прокладки рабочего трубопровода в футляре монтируют сальники, устраивают колодцы и камеры, заделывают концы футляра и выполняют другие работы, предусмотренные проектом.

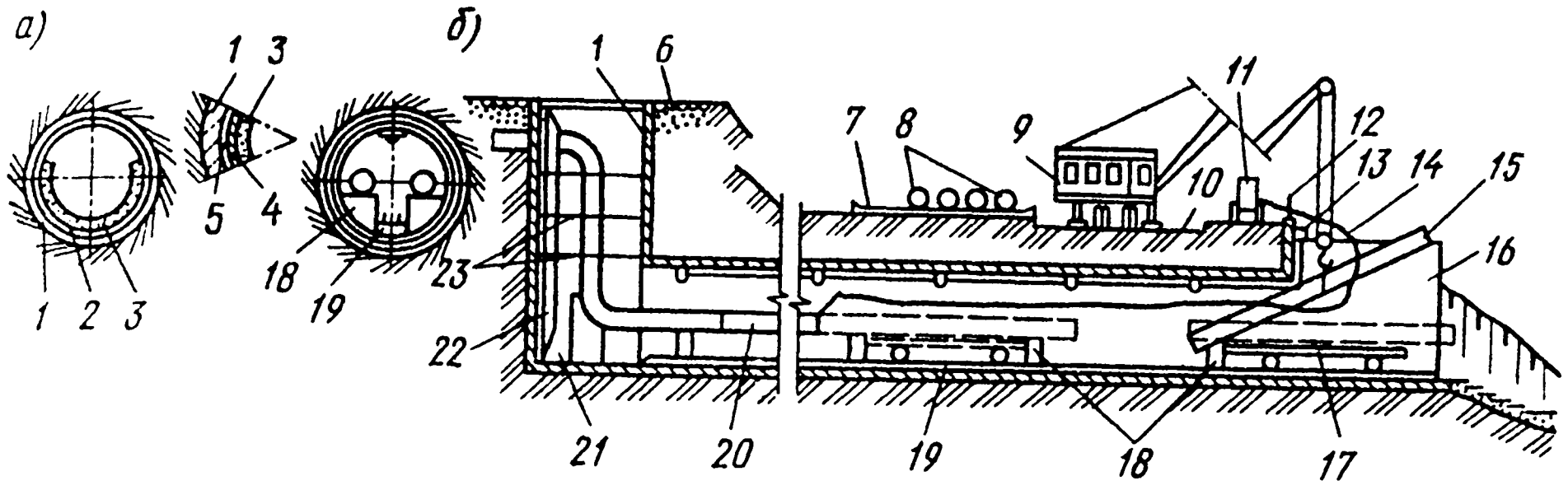


Рис. 13.5. Укладка труб в подземной галерее:

а — подземная галерея-коллектор; *б* — схема монтажа трубопроводов в галерее; *1* — облицовка тоннеля; *2* — железобетонная монолитная рубашка; *3* — лоток коллектора; *4* — железобетонная рубашка из сборных элементов; *5* — кольцевой зазор; *6* — площадка; *7* — стеллажи для трубных заготовок; *8* — трубные заготовки; *9* — пневмоколесный кран; *10* — проезжая часть дороги; *11* — сварочный агрегат; *12* — ограждение; *13* — понижающий трансформатор с осветительной линией; *14* — кабель; *15* — звено трубы, погруженное на тележку; *16* — монтажный проем; *17* — тележка; *18* — опоры в тоннеле; *19* — узкоколейный путь; *20* — уложенный трубопровод; *21* — вертикальная шахта; *22* — лестница; *23* — растяжки крепления трубопроводов

При открытом способе наиболее простым методом прокладки трубопроводов через искусственные препятствия является прокладка тепловых и газовых сетей по строительным конструкциям железнодорожных или автомобильных мостов и путепроводов. В случае отсутствия мостов трубопроводы прокладываются на отдельно стоящих опорах или эстакадах, причем высокие отдельно стоящие опоры могут выполняться жесткими, гибкими и качающимися.

Строительство указанных переходов осуществляется в два этапа. Сначала возводят опоры, затем надвижкой или подъемом монтируют трубопровод. Плети длиной, кратной расстоянию между опорами, готовят и испытывают на месте производства работ или на заготовительных заводах.

Метод надвижки состоит в том, что плети на катках тяговой и тормозной лебедкой надвигают на опоры. Если же монтаж ведут методом подъема, то плети доставляются непосредственно к опорам автомобильным или железнодорожным транспортом, а затем кранами разгружают и укладывают в проектное положение.

Переходы трубопроводов через естественные преграды также выполняются закрытым и открытым способами.

При закрытом способе трубопроводы, прокладываемые в грунте под руслом реки или канала, по склонам и дну оврага,

изгибают в соответствии с рельефом местности. Такие сооружения называют *дюкерами*. Гибкость стальных труб малого диаметра используют при укладке дюкеров методом свободного изгиба. Максимальный диаметр, при котором возможен свободный изгиб трубопровода, составляет 250 .. 300 мм, а в отдельных благоприятных случаях может быть 350 ... 400 мм.

Прокладка трубопроводов *дюкера через сухие овраги и балки* осложняется необходимостью производства работ в условиях крутых склонов. В зависимости от их крутизны применяют различные методы монтажа труб: «сверху вниз», «снизу вверх» и комбинированный. При уклоне до 20° и хорошем состоянии грунта трубы или секции доставляют к месту монтажа тракторами и наращивают последовательно. Монтаж «сверху вниз» можно вести на любых склонах, но более целесообразно при крутых. Монтаж производится с помощью двух тракторов, один из которых снизу протаскивает наращиваемый сверху трубопровод, а второй вверху удерживает наращиваемый трубопровод от его самопроизвольного сползания при стыковке каждой последующей секции. После пристыковки вверху очередной секции трубопровод протаскивают вниз на длину этой секции. При монтаже трубопроводов «снизу вверх» первую секцию монтируют с точки перелома дна перехода и временно закрепляют. Затем с помощью лебедки или кранов-трубоукладчиков сверху подается следующая секция и трубопровод наращивается. Во избежание повреждений покрытия трубопровода поверх изоляции делают футеровку из деревянных реек или инвентарных скользящих опор.

Дюкеры через мелкие реки и ручьи сооружают в основном в период мелководья. При этом используют следующие способы работ: с временным покрытием русла дамбой; с отводом водного потока на период прокладки дюкера в другое русло; работой землеройно-транспортных и монтажно-сборочных машин на откосах и берегах; пропуск воды через трубу или лоток.

Для прокладки дюкеров через водные преграды необходимо оборудовать береговую и монтажную площадки; спланировать участок строительства и устроить подъезды; установить стапели; подготовить транспортные средства и такелаж, доставить плавучие средства — баржи, понтоны, краны, катера; подготовить силовые и электроосветительные сети.

При прокладке под руслом реки теплопроводы заключают в стальные трубы (футляры) или прокладывают в каналах диаметром более 2000 мм.

Поскольку дюкер эксплуатируют в мокрой среде, трубы покрывают весьма усиленной изоляцией.

Технологический процесс устройства дюкеров включает следующие операции: завоз труб, материалов и оборудования; рытье подводных траншей; сварку труб в звенья, а затем в плети; устройство изоляции; балластировку трубопровода; подготовку к работе спусковых устройств и монтажных механизмов; укладку трубопро-

вода на дно и засыпку траншеи; соединение с береговыми подходами; устройство береговых колодцев и отключающих устройств.

Способ укладки подводных трубопроводов зависит от его диаметра, длины и глубины подводного перехода, периода года и ряда других факторов.

Для того чтобы труба правильно легла на дно подводной траншеи и могла выполнять функцию дюкера, она должна иметь отрицательную плавучесть как при погружении, так и во время эксплуатации. Отрицательную плавучесть трубопровода диаметром более 300 мм создают балластировкой, а во время монтажа трубы могут заполняться водой.

При сооружении подводных трубопроводов их монтаж, сварка стыков, изоляция и испытание выполняются чаще всего на береговой площадке и мало чем отличаются от аналогичных процессов при строительстве тепловых и газовых сетей в обычных условиях.

Укладка подводных трубопроводов на дно траншеи открытым методом осуществляется одним из следующих основных способов: протаскиванием трубопроводов по дну; свободным погружением; с плавучих средств; последовательным наращиванием; со льда.

Протаскивание трубопроводов по дну (рис. 13.6) выполняют в такой последовательности: монтаж трубопровода с нанесением изоляции, устройство футеровки, оснащение его балластными грузами и понтонами; устройство спусковой дорожки; укладка плети трубопровода на спусковую дорожку; устройство береговых опор и установка системы блоков для протаскивания трубопровода; прокладка по дну траншеи тягового троса; протаскивание трубопровода с помощью трактора или лебедки.

На одном берегу (рис. 13.6, *е*) устраивают строительную площадку, на которой располагают стапель и спусковую дорожку из роликовых опор (рис. 13.6, *б*) или из тележек, двигающихся по узкоколейному пути (рис. 13.6, *г*). На стапели, длина которого соответствует длине подводной траншеи, производят сварку звеньев труб в плеть, изоляцию стыков, футеровку, утяжеление и испытание трубопровода. На передний конец плети наваривают специальную конусообразную заглушку, являющуюся оголовком секции. К заглушке приварено кольцо из круглой стали, за которое цепляется крюк тягового троса. Тяговый трос протаскивают в створе дюкера через весь водоем и выводят на противоположный берег (рис. 13.6, *а*) к системе блока, а трос трактора перебрасывают через блоки и укрепляют на жесткой опоре.

Подготовленную на стапеле плеть укладывают трубоукладчиками на тележки узкоколейного пути (или роликовые опоры) спусковой дорожки. Узкоколейный путь спусковой дорожки устроен так, что перед урезом воды он имеет поворот и тележки, дошедшие до него, отходят в сторону (рис. 13.6, *г*), а трубопровод при движении вперед ложится на головную опору.

При протаскивании плеть трубопровода ползет по дну подводной траншеи. Для облегчения протаскивания и уменьшения возможности порчи футеровки и навешанных утяжеляющих грузов отрицательную плавучесть на период укладки трубопровода снижают установкой понтонов до минимально необходимой (по расчету). Понтоны снимают после укладки трубопровода в проектное положение.

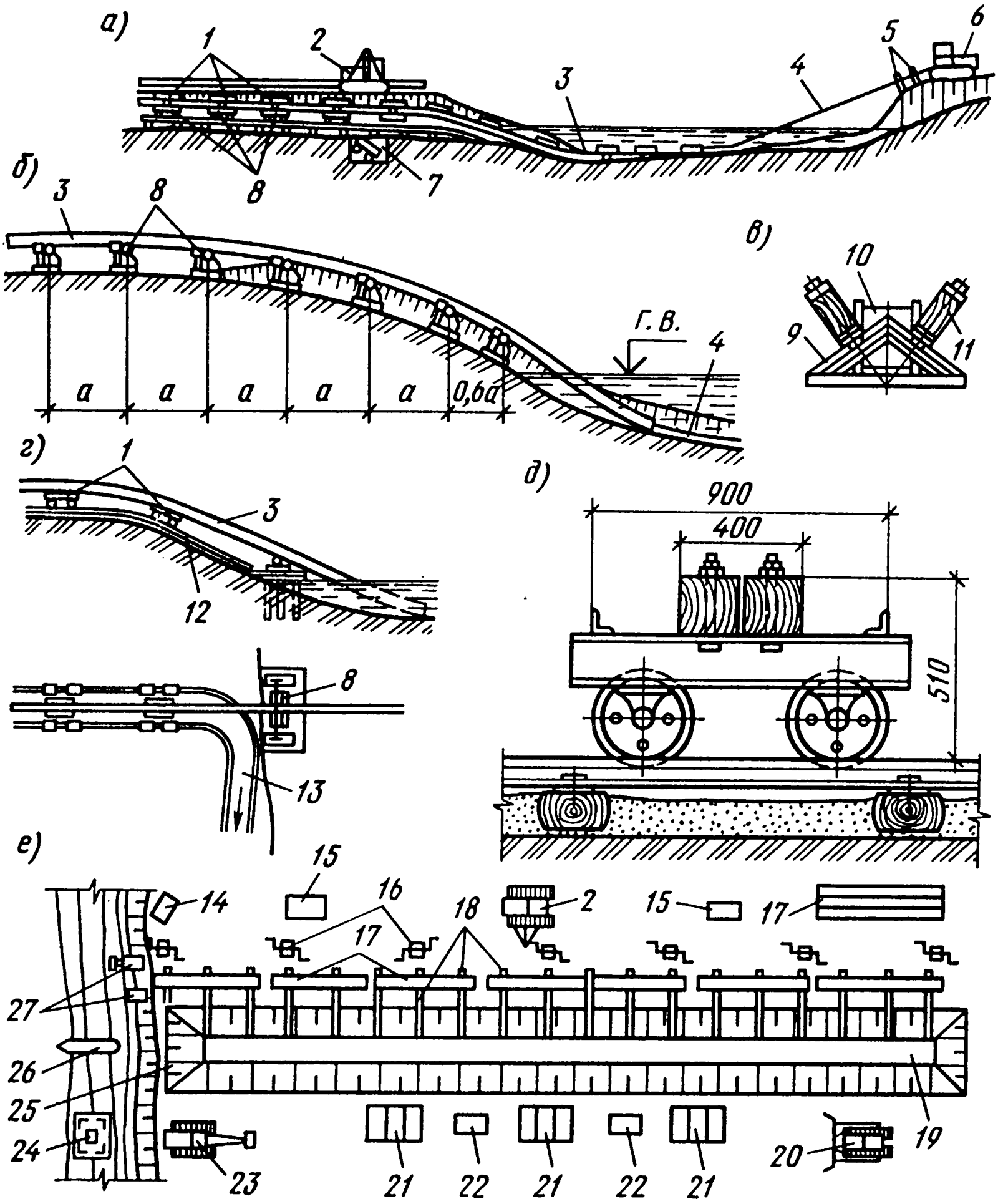


Рис. 13.6. Схема протаскивания трубопровода дюкера по дну и детали устройства спусковых дорожек:

а — схема протаскивания трубопровода; *б* — роликовая дорожка для спуска трубопровода; *в* — роликовая опора; *г* — рельсовая дорожка; *д* — тележка; *е* — организация спусковой дорожки в виде канала с водой; *1* — поплавки; *2* — трубоукладчик; *3* — трубопровод; *4* — канат; *5* — стационарные роликовые опоры; *6* — трактор (тягач); *7* — приямок; *8* — узкоколейные тележки; *9* — основание; *10, 11* — опорный и направляющий ролики; *12* — рельсовый путь; *13* — отводной путь; *14* — якорь; *15* — сварочные посты; *16* — лебедки; *17* — трубы; *18* — стапели (через 5 м); *19* — сплавной канал; *20* — бульдозер; *21* — утяжеляющие грузы; *22* — плавучие опоры (понтоны); *23* — экскаватор; *24* — водолазная станция; *25* — перемычка; *26* — катер; *27* — насосный опрессовочный агрегат

Вместо узкоколейного пути или роликовой дорожки можно использовать трубоукладчики, которые приподнимают всю плеть над поверхностью земли. В процессе протаскивания трубоукладчики должны двигаться с той же скоростью, с которой трубопровод тянут с противоположного берега (не более 5 м в минуту). Подошедший к урезу воды трубоукладчик отцепляют от трубопровода и отводят в сторону, а трубопровод через головную опору опускают в воду. Если скорость протаскивания будет меньше скорости трубоукладчиков, то из-за продольного изгиба может произойти отклонение трубопровода от заданного направления, и он повредится.

Работа по протаскиванию заканчивается тогда, когда противоположный конец плети будет вытянут из воды на проектную длину.

Укладка трубопроводов с плавучих средств используется, когда способы протаскивания и свободного погружения не применимы. Спущенную на воду плеть буксируют к створу моторными лодками, катерами, пароходами, а на малых реках — тракторами и лебедками с берегов. На месте перехода плеть заводят в створ, выверяют и, освобождая от поплавков, опускают на дно траншеи. Спуск трубопровода на дно траншеи производят с помощью плавучих кранов или опор путем стравливания тросов с лебедок. Трубопровод обычно начинают укладывать с опор, расположенных на участках с наибольшей глубины. По мере опускания трубопровода на этих участках включаются в работу соседние опоры с таким расчетом, чтобы радиус кривой его изгиба не превышал допустимого.

Укладка способом последовательного наращивания применяется при прокладке подводных трубопроводов через широкие водные преграды. Наращивание плети трубопровода производится в надводном или подводном положениях. В первом случае плети наращивают на понтонах или специально оборудованных судах, служащих монтажной площадкой. В подводном положении наращивание осуществляется путем соединения секций, уложенных на дно, водолазами, чаще всего на фланцах.

Зимой со льда трубопроводы укладывают с помощью опор или свободным погружением. Для прокладки трубопроводов по створу трассы во льду дисковыми пилами прорезают сквозную прорубь (майну). Приготовленный трубопровод укладывают над майной на подкладки (лежни), проложенные поперек проруби. Затем устанавливают на льду опоры (ко́злы) с талями, с помощью которых его опускают на дно. При способе свободного погружения трубопровод, заполняя его водой, опускают на дно траншеи без применения опор и талей.

При открытом способе естественные препятствия преодолевают воздушными переходами, подразделяющимися на два основных типа: несущие, в которых трубопроводы укладываются на специальные устройства в виде мостов, и самонесущие, где трубопровод используют как несущий элемент какой-либо конструктивной схемы (балочная — однопролетная и многопролетная; висячая вантовая; арочная; в виде провисающей нити).

13.8. Испытание и промывка тепловых сетей

Построенные трубопроводы тепловых сетей перед сдачей их в эксплуатацию испытывают на прочность и герметичность давлением воды (гидростатический метод) или воздуха (манометрический метод). При испытании проверяется герметичность и прочность сварных швов, труб, фланцевых соединений, арматуры и линейного оборудования (сальниковых компенсаторов, грязевиков и пр.).

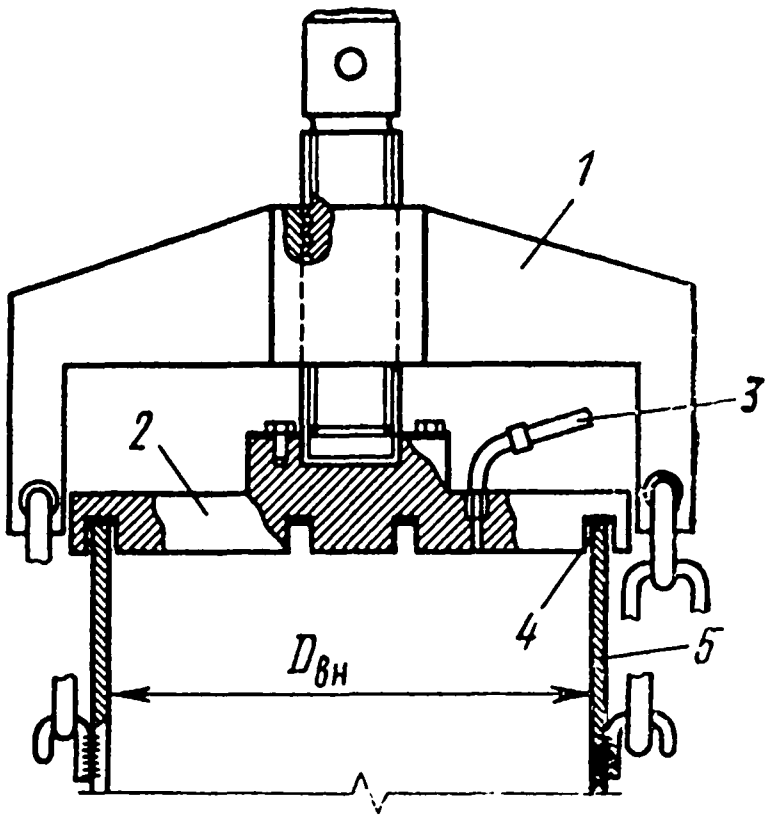


Рис. 13.7. Инвентарная заглушка многократного использования:

1 — скоба с винтом; *2* — сменный фланец с проточками для труб различного диаметра; *3* — штуцер для подключения к прессу (компрессору); *4* — резиновое уплотнительное кольцо; *5* — труба

Перед испытанием трубопроводов необходимо выполнить следующие вспомогательные работы и организационные мероприятия: проверить сроки действия согласований технологической схемы испытаний трубопроводов и в случае необходимости пересогласовать проект производства работ с эксплуатационными службами и произвести оплату за отпуск теплофикационной или питьевой воды для заполнения теплопроводов; установить или приварить в проектное положение подвижные опоры; надежно закрепить неподвижные опоры и засыпать их грунтом; отключить заглушками испытываемые трубопроводы от действующих или уже сданных в эксплуатацию и от первой запорной арматуры, установленной в здании; установить заглушки на концах испытываемых трубопроводов, а вместо сальниковых компенсаторов и секционирующих задвижек — катушки; присоединить пресс и трубопровод к источнику водоснабжения и установить манометры; обеспечить на всем протяжении испытываемых трубопроводов доступ для их внешнего осмотра и осмотра сварных швов на время проведения испытаний; открыть полностью арматуру и байпасные линии.

Использование запорной арматуры для отключения испытываемых трубопроводов не разрешается. Сортамент основных типов стальных приварных заглушек, применяемых при испытании трубопроводов, приведен в типовых альбомах и ГОСТах. Для уменьшения трудовых затрат и сокращения срока выполнения подготовительных работ при проведении испытаний рациональнее применять инвентарные заглушки многократного использования (рис. 13.7), рассчитанные на соответствующее испытательное давление.

Для испытания гидростатическим методом применяют гидравлические прессы, поршневые насосы с механическим или электрическим приводом. При испытании труб больших диаметров насосы

устанавливаются на автомобилях с использованием привода от двигателя автомобиля.

Пружинные манометры (не менее двух, один — контрольный) класса не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой с номинальным давлением $^4/_3$ измеряемого, используемые при испытании, должны быть проверены и опломбированы организациями Госстандарта СССР.

Испытание водяных тепловых сетей гидростатическим методом производится пробным давлением, равным 1,25 рабочего, но не менее 1,6 МПа, а паропроводы и конденсатопроводы испытывают давлением, равным 1,25 МПа, если другие требования не обоснованы проектом. Рабочее давление определяется давлением теплоносителя в трубах на подающем трубопроводе ТЭЦ или котельной. При крутом профиле испытываемой сети избыточное давление в нижних точках не должно превышать 2,4 МПа. В противном случае испытание необходимо проводить по отдельным участкам.

Испытание манометрическим методом трубопроводов, уложенных в траншеях и непроходных каналах или бесканально, производится в два приема: предварительно и окончательно.

При предварительном испытании проверяют прочность и герметичность сварных швов и стенок трубопровода до установки арматуры и линейного оборудования. До предварительного испытания теплопровод нельзя закрывать строительными конструкциями и засыпать. Предварительное испытание теплопроводов гидростатическим методом производится на небольших участках длиной не более 1 км, а также при прокладке в футлярах и гильзах. Если теплопровод выполнен из труб с продольным или спиральным швом, то испытание проводят до устройства на трубопроводе тепловой изоляции. Если же теплопровод сварен из цельнотянутых бесшовных труб, то его испытание может производиться и после устройства тепловой изоляции при условии, чтобы сварные стыки были свободны от изоляции и находились в местах, доступных для осмотра.

При окончательном испытании строительство теплопровода должно быть полностью закончено в соответствии с проектом. При испытании проверяют места соединения отдельных участков (если предварительно теплопровод испытывался частями), сварные швы арматуры и линейного оборудования, плотность фланцевых соединений, корпусов линейного оборудования и др.

При наполнении трубопроводов водой и при спуске воды после испытания воздушные вентили и краны, устанавливаемые в высших точках профиля трубопровода, должны быть полностью открыты, а спускные краны, обеспечивающие спуск воды не более чем за 1 ч, закрыты. Чтобы вытеснить воздух из труб, водопровод подводят к нижней точке трубопровода.

Пробное давление во время испытания трубопроводов гидростатическим методом выдерживают в течение времени, необходимого для визуального осмотра стыков, но не менее 10 мин. Если

во время испытания пробным давлением не будет обнаружено по манометру падения давления, течей и запотевания сварных швов, то давление в испытываемом участке трубопровода снижают до рабочего, а трубопровод повторно осматривают.

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если в течение всего времени испытания не обнаруживается падение давления по манометру, течи и запотевания в сварных швах, разрывов, признаков сдвига или деформаций конструкций неподвижных опор.

При выявлении во время испытаний гидростатическим методом неплотностей в швах исправление их с помощью чеканки запрещается. Обнаруженные дефектные места вырубаются, зачищаются и свариваются вновь, после чего производится повторное испытание.

Испытания неподогретой водой допускаются только при температуре наружного воздуха выше 274 К (1°С). При температуре 274 К (1°С) и ниже испытанию подвергаются только изолированные трубопроводы (стыки остаются неизолированные) на коротких участках. Причем трубопровод заполняется водой с температурой не выше 343 К (70°С) с обеспечением возможности заполнения и опорожнения его в течение 1 ч. В случае обнаружения дефектов вода из трубопровода должна быть немедленно спущена, после чего проверяется наличие воды в отдельных частях трубопровода. Если трубопроводы были испытаны участками, то повторное их испытание после окончания монтажа всего трубопровода не требуется.

При низких температурах наружного воздуха и отсутствии возможности получения подогретой воды для испытания трубопроводов строительно-монтажная организация может по согласованию с заказчиком и эксплуатационниками заменить испытание гидростатическим методом на испытание манометрическим методом.

Испытание манометрическим методом проводят в такой последовательности: очищают и продувают трубопровод; устанавливают заглушки и манометры; присоединяют компрессор к трубопроводу; наполняют трубопровод воздухом до заданного давления; приготавливают мыльный раствор; осматривают трубопровод, промазывая места соединения мыльным раствором, и отмечают дефектные места; устраняют обнаруженные дефекты; повторно испытывают трубопровод; спускают воздух из трубопровода; отсоединяют компрессор от трубопровода и снимают заглушки и манометры.

Неплотности на трубопроводе определяют: по звуку просачивающегося воздуха; по пузырям, образующимся в месте утечки, когда стыки и другие сварные соединения покрыты мыльным раствором; по запаху, если к воздуху, подаваемому от компрессора в трубопровод, добавить аммиак, этилмеркаптан и другие газы с резким запахом. Наибольшее распространение получил способ проверки неплотности трубопровода при его испытании манометрическим методом с использованием мыльного раствора (100 г хозяйственного мыла растворяют в 1 л воды). Если при испытании температура наружного воздуха ниже 274 К (1°С), то в мыльном растворе воду

частично (до 60%) заменяют спиртом или другой незамерзающей жидкостью, растворяющей мыло.

В городских условиях испытание трубопроводов манометрическим методом производится на участках длиной не более 1000 м. Вне населенных пунктов в виде исключения допускается проводить испытания тепломагистралей на участках длиной до 3000 м. Трубопровод наполняют воздухом плавно, с подъемом давления не более 0,3 МПа в 1 ч. При достижении величины испытательного давления, равного 1,25 рабочего давления, но не ниже 1,6 МПа, теплопровод некоторое время выдерживается для выравнивания температуры воздуха по длине участка. Если при осмотре не обнаружены утечки, дефекты в сварных швах, нарушение целостности трубопровода, а также нет сдвига или деформаций конструкций неподвижных опор, то трубопровод считается выдержавшим предварительное испытание манометрическим методом.

Длительность предварительных испытаний определяется временем, необходимым для выдерживания и тщательного осмотра трубопроводов.

В случае применения указанного испытания в качестве окончательного после завершения всех монтажно-сварочных работ давление в теплопроводе плавно доводится до испытательного и выдерживается в течение 30 мин. Если при этом отсутствуют признаки нарушения целостности теплопровода, то давление понижается до 0,3 МПа и под таким давлением теплопровод выдерживают в течение 24 ч.

После окончания всех строительно-монтажных работ производится окончательное испытание теплопроводов гидростатическим методом в теплое время года, а при низких температурах — с применением подогретой воды. О результатах испытаний трубопроводов составляется соответствующий акт по форме прилож. 2 СНиП 3.05.03—85.

Трубопроводы водяных сетей теплоснабжения, паропроводы и конденсатопроводы должны быть промыты водой (гидравлическая промывка) или смесью воды и воздуха (гидропневматическая промывка). Целью промывки является очистка внутренней поверхности труб от случайно попавших в трубы строительного мусора, песка, грязи, ржавчины, окалины и т. п.

Промывку целесообразно начинать немедленно после испытания труб, чтобы использовать уже залитую воду. Необходимые для промывки спускные и воздушные краны должны быть установлены на трубах до начала испытания теплопроводов.

Качественная промывка труб большого диаметра и большой протяженности требует создания больших скоростей движения воды, что достигается подмешиванием к промываемой воде сжатого воздуха давлением 0,3 ... 0,6 МПа. На промываемом участке теплопровода в нескольких местах в низких точках (через спускные краны) подается воздух от компрессоров. Сжатый воздух перемешивает с водой осевшую в нижней части труб ржавчину, окалину, песок и

грязь, а повышенная скорость способствует выбрасыванию их водой из теплопровода.

Проектная организация должна в составе проектно-сметной документации разработать схему промывки теплопроводов и продувки паропроводов с указанием мест подключения воды, часового расхода воды, мест установки компрессоров, их типа и производительности, мест подключения воздуха к трубопроводам, мест установки арматуры и выпуска промывающей воды, мест подключения дренажных устройств паропроводов и диаметров дренажных штуцеров, расположения дренажей, водосточных и канализационных колодцев или других возможных мест выпуска воды, а также контрольных пунктов проверки качества осветления промывающей воды.

Трубопроводы водяных сетей в закрытых системах теплоснабжения и конденсатопроводы должны промываться технической водой с повторным использованием промывочной воды путем пропуска ее через временные грязевики, устанавливаемые по ходу движения воды на концах подающего и обратного трубопроводов. Допускается промывка указанных теплопроводов хозяйственно-питьевой водой с обоснованием в проекте производства работ. Тепломагистраль для промывки наполняется водопроводной водой от городских сетей или через подпиточные насосы ТЭЦ или котельной.

Наполнение и промывка обычно производятся персоналом строительно-монтажной организации под наблюдением технического надзора и персонала эксплуатации. Количество подаваемой воды с ТЭЦ или котельной регулируется их персоналом с помощью задвижки на подпиточной линии. Перед ее открытием строительно-монтажная организация проверяет закрытие всех спускных кранов, возле воздушных кранов выставляет дежурных, которые перекрывают их при появлении воды.

Промывка подающих и обратных теплопроводов в зависимости от протяженности может производиться параллельно или последовательно участками или целыми магистралями. Обычно для промывки участков обратного трубопровода устраивается перемычка между подающей и обратной линиями.

Диаметры патрубков для сброса воды, штуцеров для сжатого воздуха и перемычек определяются проектом или выбираются по справочной литературе в зависимости от диаметра трубопровода.

Спуск воды из дренажей во время промывки контролируется и регулируется представителем эксплуатационной организации по количеству подпиточной воды и по давлению на обратной линии на ТЭЦ или в котельной. Качество и осветленность воды предварительно определяется визуально, а окончательно — лабораторным анализом.

Наибольший эффект в отмывке труб от ржавчины дает промывка трубопроводов подогретой до 333...343 К (60...70°С) деаэрированной (обескислороженной) водой с оборотной ее циркуляцией.

Скорости воды при гидравлической промывке должны быть не

ниже расчетных скоростей теплоносителя, а при гидропневматической превышать расчетные скорости не менее чем на 0,5 м/с.

Паропроводы сначала прогреваются, а затем продуваются паром со сбросом в атмосферу через специально установленные продувочные патрубки с запорной арматурой. Скорость прогрева должна обеспечивать отсутствие гидравлических ударов в трубопроводе. Скорость пара при продувке каждого участка должна быть не менее рабочих скоростей при расчетных параметрах теплоносителя.

По результатам промывки (продувки) трубопроводов строительно-монтажной организацией составляется акт по форме приложения 3 СНиП 3.05.03—85 с участием представителей технического надзора и эксплуатационной организации.

После промывки трубопроводов тепловые сети заполняются химически очищенной водой. После некоторого периода циркуляции и проверки состояния опор, компенсаторов и арматуры на сетях подключаются станционные подогреватели и тепловые сети подвергаются тепловому испытанию при максимальной проектной температуре теплоносителя. Во время испытания проверяется состояние оборудования, компенсаторов и мертвых опор с замером давления и температуры в теплопроводах. После контрольной эксплуатации без аварий в течение 72 ч тепловые сети включаются в постоянную эксплуатацию.

13.9. Испытание и продувка газовых сетей. Подсоединение газовых сетей к действующим магистралям

Перед испытанием смонтированных газопроводов на прочность и герметичность должна производиться их продувка с целью очистки внутренней полости от окалины, влаги и засорений. Способ продувки определяется проектом производства работ с учетом местных условий. Необходимо отметить, что специфика городского строительства практически исключает возможность продувки трубопроводов по типовой технологии. В связи с этим для каждого отдельного участка городских газопроводов приходится по согласованию с заказчиком и органами надзора искать свое решение, вплоть до промывки водой или протягивания «ершей» тросом.

Испытание газопроводов манометрическим методом производится строительно-монтажной организацией в присутствии технического надзора заказчика и представителя газового хозяйства в две стадии: на прочность и герметичность. Как исключение допускаются испытания газопровода на прочность без присутствия представителей газового хозяйства и заказчика.

При первичном испытании подземных газопроводов низкого и среднего давления стыки не присыпают и изоляцию не накладывают. Если же до укладки газопровода в траншею его стыки были проверены на бровке траншеи физическими методами контроля или если газопровод испытывают давлением не менее 0,6 МПа, то ука-

занные стыки газопровода при первичном испытании на прочность изолируют и присыпают грунтом. Газопроводы высокого давления испытывают в траншее с присыпанными и изолированными стыками.

Для трубопроводов диаметром до 200 мм длина испытываемых на прочность и герметичность участков газопроводов не должна превышать 12 км, диаметром от 200 до 400 мм — 8 км, более 400 мм — 6 км.

Испытание газопроводов производится с установленной арматурой и оборудованием, но если они не рассчитаны на испытательное давление, то вместо них на период испытания устанавливаются катушки, заглушки или пробки.

Для замера давлений применяют U-образные манометры с водяным или ртутным заполнением, пружинные манометры или дифманометры, своевременно проверенные организациями Госстандарта СССР.

Нормы испытательных давлений на прочность и герметичность подземных и наземных газопроводов приведены в СНиПе по организации, производству и приемке работ по газоснабжению.

Подняв давление в газопроводе до 0,3 МПа для газопроводов низкого давления и 0,45 МПа для газопроводов среднего давления, газопровод выдерживают под этим испытательным давлением в течение 1 ч, затем давление снижают до нормы, установленной для испытания на герметичность, обмазывают стыки мыльной эмульсией, после чего осматривают газопровод и арматуру. Выявленные дефекты устраняют после снижения давления в газопроводе до атмосферного и после отключения компрессора.

Окончательное испытание газопроводов на герметичность производят после их полной засыпки до проектных отметок. Сначала газопровод наполняют воздухом, а затем его выдерживают на время, необходимое для уравновешивания температуры воздуха в трубопроводе с температурой грунта. Время выдержки, зависящее в основном от диаметра труб, принимается при $D_у$ до 300 мм — 6 ч; при $D_у$ от 300 до 500 мм — 12 ч; при $D_у$ свыше 500 мм — 24 ч. Затем проводится испытание на герметичность давлением 0,1 МПа для газопроводов низкого давления и 0,3 МПа для газопроводов среднего давления.

Результат испытания определяется путем сравнения фактического падения давления за время испытаний с падением давления, определяемым по формулам:

для газопроводов, выполненных из труб одного диаметра,

$$\Delta P_д = 20T/D_у, \qquad (13.1)$$

для газопроводов, на участках которых имеются различные диаметры труб,

$$\Delta P_д = \frac{20T\,(d_1 l_1 + d_2 l_2 + \ldots + d_n l_n)}{d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + \ldots + d_n^2 l_n}, \qquad (13.2)$$

где $\Delta P_д$ — допустимое падение давления, кПа; $D_у$ — внутренний диаметр газопровода, мм; T — продолжительность испытания, ч; $d_1, d_2, ..., d_n$ — внутренние диаметры труб на участках газопроводов, мм; $l_1, l_2, ..., l_n$ — длины участков газопроводов, соответствующие диаметрам, м.

Фактическое падение давления за время испытания (кПа)

$$\Delta P_ф = (H_1 + B_1) - (H_2 + B_2), \qquad (13.3)$$

где H_1, H_2 — показания манометра в начале и конце испытания, кПа; B_1, B_2 — показания барометра в начале и в конце испытания, кПа.

Если фактическое падение давления не превышает величины, определяемой соответственно по одной из формул, газопровод считается выдержавшим испытание.

Надземные газопроводы при испытании на герметичность выдерживают под испытательным давлением не менее 30 мин, затем, не снижая давления, проверяют путем обмыливания все сварные, резьбовые и фланцевые соединения и внешним осмотром проверяют их герметичность. Если видимых утечек воздуха не обнаружено и по манометру не наблюдается падение давления, то газопровод считается выдержавшим испытание.

Участки газопроводов на переходах через водные преграды, под автомобильными дорогами, железнодорожными и трамвайными путями испытывают трижды: на прочность — после сварки перехода или его части до укладки в проектное положение; на герметичность — после укладки газопровода на место и полного монтажа и засыпки всего перехода; на герметичность — при окончательном испытании всего газопровода в целом.

Газопроводы из асбестоцементных труб испытывают трижды: на прочность и два раза на герметичность. Перед испытанием наполненный воздухом газопровод выдерживают в течение 6 ч под испытательным давлением для выравнивания температуры воздуха. Нормы испытательного давления соответствуют нормам давления для стальных трубопроводов.

Асбестоцементные газопроводы испытывают на прочность и герметичность участками длиной не более 1000 м. При испытании трубопровод присыпают просеянным грунтом на 300 мм выше верха труб, исключая стыки, которые остаются незасыпанными до окончания испытаний.

Если фактическое падение давления по манометру меньше величины

$$\Delta P = \frac{4750T}{D_у}, \qquad (13.4)$$

где ΔP — падение давления, кПа; $D_у$ — внутренний диаметр трубы, мм; T — продолжительность испытания, ч (1 ч — для газопроводов

низкого давления и 6 ч — то же, среднего давления), то асбестоцементный газопровод считается выдержавшим испытание на прочность и герметичность.

Вторично на герметичность газопровод испытывается после его засыпки на всю глубину до проектных отметок после соединения отдельных участков в общую магистраль. Нормы испытаний принимаются те же, что и при первом испытании на герметичность.

Сведения о продувке газопровода и испытаниях его на прочность и герметичность заносятся в строительный паспорт газопровода, а их достоверность подтверждается подписями производителя работ, технического надзора заказчика и представителя газового хозяйства.

Присоединение (врезка под газом) новых газопроводов к действующим является газоопасной работой и выполняется в соответствии с требованиями Правил безопасности в газовом хозяйстве и Правил технической эксплуатации и требования безопасности труда в газовом хозяйстве.

При подготовке к производству работ по присоединению новых газопроводов необходимо: получить наряд на выполнение газоопасных работ по присоединению газопровода; проверить наличие технической документации, паспорта и исполнительной документации построенного и действующего газопроводов; проверить состояние построенных газопроводов, установленного оборудования и устройств электрохимической защиты газопровода от коррозии; составить план производства работ; составить эскизы (схемы) узлов присоединения; подготовить необходимое количество и проверить исправность требуемых для врезки оборудования, материала, инвентаря, защитных, спасательных и противопожарных средств.

Указанные мероприятия должны выполнять инженерно-технические работники газового хозяйства по поручению лица, выдавшего наряд на выполнение газоопасных работ по присоединению газопровода. Проект производства работ согласовывается с руководством диспетчерской службы АДС и утверждается главным инженером предприятия газового хозяйства или его заместителем.

Подготовка котлована и приямка, изоляция газопровода в месте врезки и последующая засыпка котлована выполняется организацией, строившей и присоединявшей газопровод, а предприятие газового хозяйства контролирует выполнение этих работ.

Перед производством работ по присоединению новых газопроводов к действующим средства электрохимической защиты отключаются, все запорные устройства на вводах закрываются и заглушаются, а построенный газопровод подвергается контрольному испытанию на герметичность с сохранением давления воздуха до начала работ по присоединению и пуску газа.

В месте врезки изоляция с действующего газопровода снимается скребками с применением газовой горелки или паяльной лампы. Основные схемы врезки газопроводов в действующие сети показаны на рис. 13.8.

Врезка без газа, с выключенным участком газопровода, к которому производится присоединение, допускается только после продувки действующего газопровода воздухом или инертным газом.

По окончании всех работ по присоединению и продувке построенного газопровода необходимо проверить герметичность выполненного сварного шва прибором или мыльной эмульсией под рабочим давлением; произвести обход трассы присоединенного газопровода; нанести изоляцию в местах присоединения; засыпать котлован; сделать отметку в наряде на газоопасные работы о выполнении работ по присоединению; внести соответствующую запись в строительный паспорт газопровода об изоляции места присоединения и засыпке котлована.

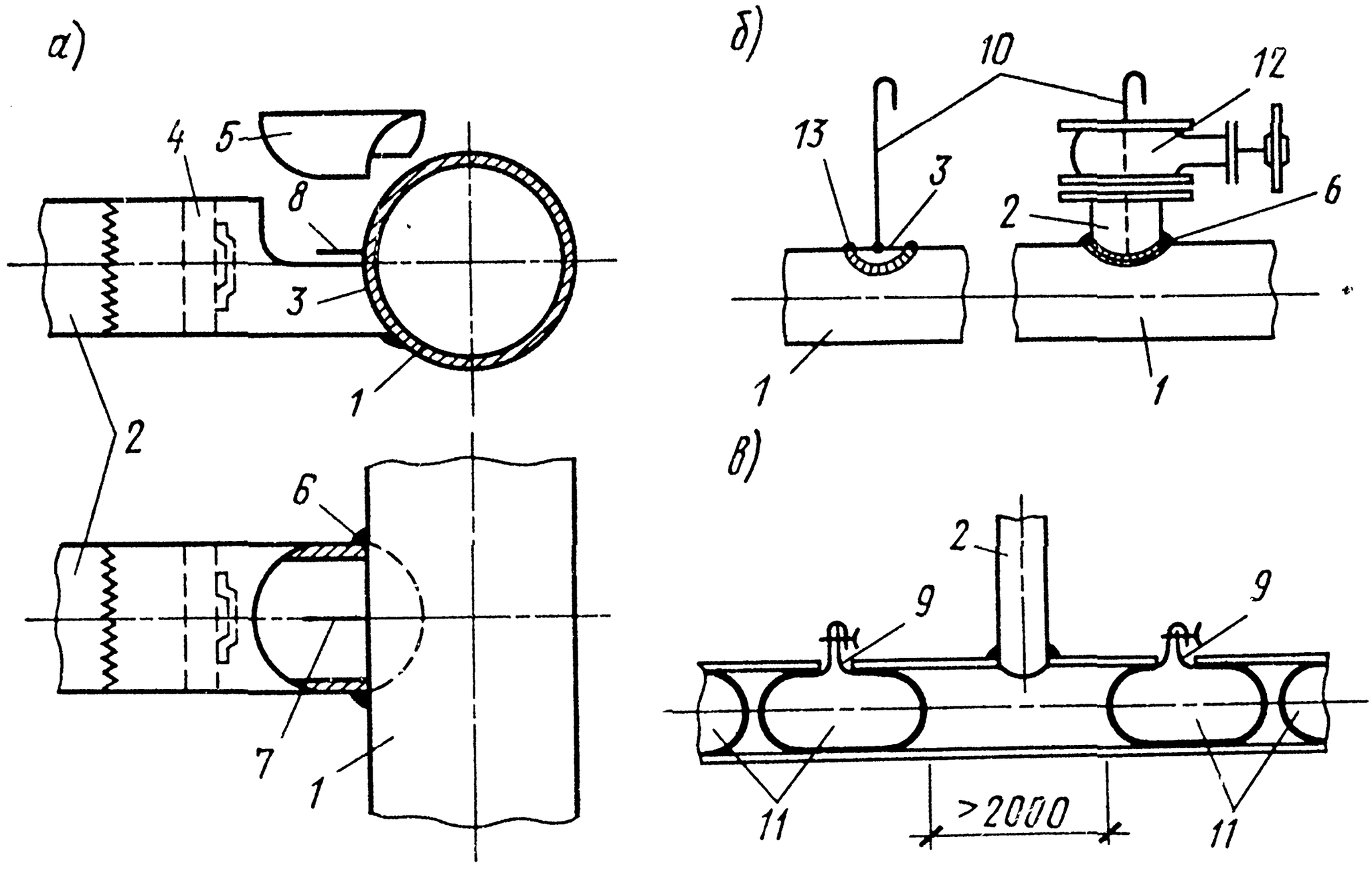


Рис. 13.8. Схемы подключения газопроводов к действующим сетям: *а* — с помощью операционного стыка; *б* — с помощью державки; *в* — с отключением газа резиновыми баллонами (глиняными тампонами); *1* — существующий трубопровод; *2* — присоединяемый трубопровод; *3* — вырезаемая стенка трубы; *4* — деревянная пробка; *5* — козырек; *6* — сварка; *7, 8* — стержень для извлечения вырезанной стенки трубы; *9* — отверстия в стенке трубы; *10* — привариваемая державка; *11* — надувные резиновые баллоны; *12* — задвижка; *13* — прорезь, уплотненная глиной

Наряд на выполнение работ по присоединению и план работ со схемами должны быть приложены к исполнительно-технической документации на газопровод и храниться вместе с ней.

13.10. Способы электрозащиты стальных подземных трубопроводов

Труба, зарытая в грунт, соприкасается с ним в присутствии кислорода воздуха, заполняющего поры грунта или растворенного в воде. Если окружающая трубу влага имеет токопроводящие растворы (электролиты), то металл трубы будет разрушаться под дей-

ствием электрохимической коррозии за счет образования на металле гальванических (коррозионных) пар. Разрушение может быть равномерное и неравномерное, в виде точек, пятен и раковин значительной глубины.

Процесс электрохимической коррозии во много раз усиливается при наличии блуждающих токов в грунте, ответвляющихся от различных электрических установок, и токопроводящих подземных сооружениях (электрифицированные железные дороги, метрополитен, трамвай, тяговые подстанции с выпрямителями постоянного тока и т. д.).

На участках трассы, где имеются блуждающие токи, подземные трубопроводы становятся проводниками, и в анодной зоне ток стекает с труб и «уносит» металл тем сильнее, чем больше плотность тока. Известно, что ток в 1 А в течение одного года может «унести» более 9 кг стали. Поэтому образование сквозных каверн в трубопроводах на участках с блуждающими токами может протекать в чрезвычайно короткие сроки. В связи с этим осуществляют специальную защиту подземных трубопроводов от электрохимической коррозии.

Пассивный метод защиты подземных теплопроводов от электрохимической коррозии заключается в нанесении всевозможных гидроизоляционных покрытий, которые препятствуют контакту трубопроводов с окружающей средой и увеличивают электрическое сопротивление блуждающим токам (например, эмалирование наружной поверхности трубопровода).

К активным средствам защиты относятся электрический дренаж, катодная и анодная защиты. Это специальные электрические устройства, используемые для организованного отвода блуждающих токов из анодных зон или для приведения трубопроводов в катодное состояние током от внешнего источника. С этой целью на сетях ставят изолирующие вставки, электроперемычки и электрофильтры, а в анодных зонах устанавливают электрические дренажи, протекторные и катодные станции.

Электрический дренаж предназначается для отведения блуждающих токов с анодных зон сооружения к источнику тока с помощью изолированного металлического проводника с дренажным устройством, один конец которого подсоединяется к трубопроводу, а второй — к ходовому рельсу пути или к отрицательной шине тяговой подстанции.

Различают прямой, поляризованный и усиленный дренаж. В первом случае дренажное устройство обладает двусторонней проводимостью, во втором — односторонней. В усиленном дренаже дополнительно в цепь включают источник питания, позволяющий увеличить дренажный ток.

Устройство дренажной защиты на одном из подземных сооружений, например, на теплосети, приводит к образованию анодных зон на смежных подземных объектах (газ, водопровод, технологические трубопроводы и т. п.), вследствие чего трубопровод разрушается.

Поэтому электрический дренаж особенно эффективен при совместной (комплексной) защите от электрохимической коррозии всех подземных металлических трубопроводов общими защитными устройствами.

При *катодной защите* подземные трубопроводы защищают током, от внешнего источника — катодной станции. Электрический ток от нее подается по кабелю и системе анодов на трубопровод, образуя по всей его длине в радиусе 20 ... 25 км при хорошо выполненном гидроизоляционном покрытии катодную зону, локализующую электрохимическую коррозию.

Для предотвращения электрохимической коррозии на ответвлениях инженерных сетей применяют *протекторную защиту.* Сущность ее заключается в том, что к ответвлению трубопровода через каждые 15 ... 20 м подключают протекторы (анодные электролиты) из цинкомагниевоалюминиевого сплава. Этот состав обладает более низким электрическим потенциалом, чем металл защищаемого трубопровода, и образует с ним гальваническую пару, в которой трубопровод — катод, а протектор — анод. Следовательно, коррозия переносится на более дешевую и легко возобновляемую конструкцию — протектор.

Для проведения систематических измерений разности потенциалов между трубопроводами и землей оборудуются контрольно-измерительные пункты с интервалом не более 200 м.

13.11. Особенности прокладки трубопроводов в особых природных условиях

Для условий строительства тепловых и газовых сетей в районах с сейсмичностью 8 баллов и более, на подрабатываемых территориях в районах вечномерзлых грунтов и для районов с просадочными от замачивания грунтами должна применяться только стальная арматура, а расстояния между секционирующими задвижками должно приниматься не более 1000 м.

Совместную прокладку тепловых и газовых сетей осуществляют только в общих траншеях и во внутриквартальных коллекторах при давлении газа не более 0,005 МПа.

Пересечение тепловыми или газовыми сетями жилых, общественных и производственных зданий, а также прокладка магистральных трубопроводов по стенам зданий, фермам и колоннам не допускается.

В *просадочных грунтах* при прокладке трубопроводов тщательно уплотняют основания траншеи труб и канала и защищают их от проникновения воды. В основании камер должно предусматриваться уплотнение грунтов на глубину не менее 1 м. Отрывать в траншеях приямки под стыковые соединения труб не допускается, их устраивают трамбованием. Для прокладки газопроводов на просадочных грунтах применяют преимущественно стальные трубы. Промывку и испытание тепловых сетей необходимо вести с отводом воды за пре-

делы территории строительства, чтобы не допустить ее попадания в траншею. Газопроводы и каналы теплосети следует укладывать на искусственное основание из непросадочных и непучинистых грунтов. Глубина траншеи и толщина слоя искусственного основания устанавливается проектом. Сильфонные трубки конденсатосборников и гидрозатворов и КиП в радиусе не менее 0,3 м необходимо засыпать песчаным или другим непучинистым грунтом и устраивать отмостки радиусом 0,5 ... 0,7 м.

На *подрабатываемых территориях* сроки и методы строительства тепловых и газовых сетей должны быть согласованы с организациями, эксплуатирующими месторождение полезных ископаемых. Сварные соединения стальных трубопроводов должны иметь прочность не ниже основного металла. Переходы трубопроводов через реки, каналы, дороги в выемках рекомендуется устраивать надземные. Для защиты подрабатываемых стальных трубопроводов предусматривают следующие конструктивные меры: установка компенсаторов, увеличивающих подвижность трубопроводов в грунте; обсыпка труб малозащемляющими материалами слоем 0,2 м; повышение несущей способности трубопровода путем применения труб с большой толщиной стенки; расчетная компенсирующая способность сальниковых или линзовых компенсаторов должна приниматься в размере 50% принятой в их конструкциях.

В *сейсмических районах* расчетная компенсирующая способность сальниковых компенсаторов должна приниматься на 100 мм меньше предусмотренной в их конструкции. При монтаже трубопроводов правка концов труб не допускается; деформированные концы труб должны обрезаться; при несовпадении толщин стенок свариваемых труб или арматуры на 3 мм и более должны применяться переходные кольца, изготовленные в заводских условиях; должны применяться штампованные крутоизогнутые и гнутые фасонные части; применение сварных фасонных частей допускается по согласованию с проектной организацией. Сооружения на сетях (колодцы, камеры, каналы и др.) возводят на цементном растворе. В отверстиях их стен устраивают сальниковые уплотнения для возможности независимого смещения трубопроводов.

В *районах вечной мерзлоты* чаще всего применяют надземную прокладку трубопроводов, так как при подземной из-за оттаивания и просадки грунтов, происходят частые повреждения труб. Наиболее рациональным способом прокладки трубопроводов в пределах населенных пунктов на вечной мерзлоте является совмещенная их прокладка вместе с другими коммуникациями в общих коллекторах, которые допускается использовать в качестве пешеходных дорожек — тротуаров.

При сооружении тепловых и газовых сетей в районах холодной климатической зоны методы производства работ зависят от использования грунтов в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации (принцип I) или использования грунтов в оттаивающем или оттаявшем состоянии (принцип II).

Спускные устройства водяных систем при промывке, испытании и эксплуатации должны приниматься исходя из условий спуска воды из одного трубопровода секционируемого участка в течение 1 ч. Спуск воды должен предусматриваться непосредственно в водосточную или канализационные системы с охлаждением воды до температуры, допускаемой конструктивной особенностью указанных систем, или с отводом за пределы территории строительства.

Переходы трубопроводов через искусственные препятствия, как правило, устраивают в термоизолируемых каналах, а через естественные препятствия — надземной прокладкой труб на стойках или эстакадах.

13.12. Мероприятия по охране труда при монтаже наружных тепловых и газовых сетей

Безопасность труда при прокладке трубопроводов обеспечивается прежде всего правильным выбором и технологически обоснованными размерами рабочих мест и их соответствующей организацией. Поэтому все рабочие и ИТР должны быть своевременно ознакомлены с ППР и иметь соответствующие удостоверения на право производства работ.

Кроме основных правил техники безопасности, изложенных в СНиП III-4—80, должны строго выполняться Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды Госгортехнадзора СССР, Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Госгортехнадзора СССР, Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением Госгортехнадзора СССР, Правила безопасности в газовом хозяйстве Госгортехнадзора СССР, Правила технической эксплуатации и требования безопасности труда в газовом хозяйстве РСФСР.

В зонах работы строительных машин не должны находиться посторонние лица. Не разрешается переносить грузы над людьми, поднимать краном примерзшие материалы и конструкции, работать с оттяжкой крюка. В нерабочее время машины должны находиться в положении, исключающем возможность допуска к ним посторонних лиц. Во избежание обрушения стенок траншеи и нарушения устойчивости машин и механизмов при их работе и передвижении необходимо выдерживать установленные расстояния от них до бровки траншеи.

Свариваемые трубы, детали и корпуса электросварочных аппаратов должны быть надежно заземлены и защищены от пыли и дождя брезентовыми, фанерными или изготовленными из кровельной стали чехлами. В проходных каналах, подвалах, камерах и других сырых местах провод подвешивается так, чтобы он был защищен от увлажнения.

Зажигать спички, курить, разводить огонь и проходить с огнем в радиусе 10 м от ацетиленовых или кислородных баллонов запре-

щается. Необходимо следить за тем, чтобы на вентиль кислородного баллона или на баллон не попадали жир или масло, так как при соединении жира или масел с кислородом под давлением образуется взрывчатая смесь.

Подводные и сопутствующие работы оснащаются плавучими спасательными средствами, а также необходимыми средствами для оказания помощи пострадавшим. При опускании трубопроводов с плавучих средств или временных опор лебедки должны иметь тормоза. При прокладке трубопровода со льда перед началом работ проверяют фактическую прочность льда, а майну ограждают и обозначают вехами.

На весь период испытания трубопроводов устанавливается охранная зона, вход в которую при повышении давления в трубах и выдерживания их под давлением запрещается. Ширина этой зоны принимается от 7 до 25 м (в обе стороны от оси трубопровода) в зависимости от вида испытания, материала и диаметра труб. Испытание манометрическим методом по сравнению с испытанием гидростатическим методом является более опасным из-за возможности разрыва труб, поэтому к проведению их предъявляются более строгие требования.

Глава 14

ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

14.1. Общие положения

При строительстве линейно-протяженных сооружений и устройстве внутриплощадочных и внеплощадочных тепловых и газовых сетей ведут планировку, разработку, перемещение, укладку и уплотнение грунта. Непосредственному выполнению указанных процессов в ряде случаев предшествуют или сопутствуют подготовительные и вспомогательные процессы. Подготовительные процессы выполняются до начала разработки грунта, а вспомогательные — до или в процессе возведения земляных сооружений. Весь этот комплекс процессов называется *земляными работами.*

Все земляные сооружения создают путем образования выемок в грунте или насыпей, которые могут быть временными или постоянными.

К п о с т о я н н ы м з е м л я н ы м с о о р у ж е н и я м относятся выемки в виде штолен туннелей, подземных хранилищ, котлованов под здания с подвалами, а также дамбы, кюветы, водоемы, искусственные русла, которые будут существовать в течение всего времени эксплуатации сооружения.

К в р е м е н н ы м з е м л я н ы м с о о р у ж е н и я м относятся траншеи под различные коммуникации и трубопроводы, котлованы под фундаменты, временные насыпи для отвода водного потока

при строительстве дюкеров, которые засыпают после устройства какого-либо подземного сооружения. Например, траншея под теплопроводы является временной выемкой, а котлован под тепловую камеру — постоянной.

Отдельные выемки называют *котлованами,* если соотношение их длины к ширине не более 10 : 1, и *траншеями,* если оно более этой величины. Наклонные боковые поверхности выемок и насыпей называют *откосами,* а горизонтальные поверхности вокруг них — *бермами.* Остальными элементами земляных сооружений являются: *бровка* — верхняя кромка откоса; *подошва* — нижняя кромка откоса; *дно выемки* — нижняя горизонтальная земляная площадка выемки; *крутизна* (коэффициент) *откоса* — отношение глубины выемки или высоты насыпи к проекции откоса.

В настоящее время грунт в основном перерабатывается механизированным способом с помощью различных землеройных, землеройно-транспортных машин, бурением, продавливанием, а также взрывным способом. Однако на многих объектах при мелких рассредоточенных объемах работ, особенно при прокладке внутриплощадочных и внеплощадочных инженерных сетей, применяется ручной труд, производительность которого в 20 ... 30 раз ниже механизированного.

Сокращение стоимости и трудоемкости земляных работ может быть обеспечено при выполнении трех условий: 1) минимизация земляных работ на стадии выпуска проектно-сметной документации; 2) соблюдение оптимальной технологической последовательности разработки грунта, исключающую многократную переработку одного и того же грунта; 3) выбор наиболее эффективной технологии производства земляных работ с применением комплектов высокопроизводительных и экономичных машин и транспортных средств.

Дальнейшее совершенствование технологии производства земляных работ должно идти не столько по пути разработки новых моделей высокопроизводительных землеройных и землеройно-транспортных машин и навесного сменного оборудования к ним, сколько по пути повышения организационного технологического уровня производства (уменьшение глубины заложения трубопроводов, рост удельного веса бесканальной прокладки теплосетей, увеличение длины звеньев труб с соответствующим уменьшением объема грунта приямков в местах их соединения и т. п.).

14.2. Основные свойства грунтов

Грунтами называют породы, расположенные в верхних слоях земной коры и являющиеся объектом инженерно-строительной деятельности человека.

К основным физическим свойствам грунтов относятся: плотность, пористость, влажность, пластичность, липкость, сцепление, разрыхляемость, набухание, усадка, угол естественного откоса.

Плотность — отношение массы грунта, включая массу воды в его порах, к занимаемому этим грунтом объему.

Пористость — отношение объема пор ко всему объему грунта.

Влажность — отношение массы воды, которая содержится в порах, к абсолютно сухой массе грунта.

Пластичность — способность грунта деформироваться под действием внешнего давления без разрыва сплошности грунта и сохранять приданную форму после прекращения усилия, вызвавшего деформацию грунта.

Липкость — способность грунта прилипать к предметам.

Сцепление — способность грунта оказывать сопротивление сдвигу.

Разрыхляемость — способность грунта увеличиваться в объеме при разработке вследствие потери связи между частицами.

Набухание — способность грунта увеличивать свой объем при впитывании воды.

Усадка — способность влажных грунтов уменьшать свой объем при высыхании.

Классификация грунтов производится по ГОСТ 25100—82: I класс — скальные (граниты, базальты, мраморы, кварциты и пр.); II класс — нескальные (крупнообломочные, песчаные, глинистые и пр.).

К основным видам грунтов относятся: песок, супесь, суглинок, глина, лёсс, гравий.

Песок — мелкообломочная рыхлая порода, состоящая из зерен (песчинок) кварца и других минералов и обломков пород с примесью пылеватых и глинистых частиц.

Супесь — смесь песка (90 ... 97%) с глиной (10 ... 3%).

Суглинок — смесь песка (до 40%) с глиной (30%) и углекислого кальция и гидрооксидов железа.

Глина состоит в основном из силикатов со слоистой кристаллической структурой. Жирная глина отличается незначительной примесью песка, тощая — большим количеством песка.

Лёсс — пористая тонкозернистая рыхлая порода, состоящая из пылевидных частиц кварца, полевого шпата, глинистых минералов и некоторых других силикатов с содержанием значительного количества карбоната кальция.

Гравий состоит из окатанных обломков горных пород, размером от 1 ... 2 до 10 ... 20 мм.

По трудности разработки (механизмами или вручную) грунты разделены на группы, сведения о которых приведены в СНиПах, ЕНиРах и справочниках по земляным работам. Чем выше группа грунта, тем выше трудоемкость и машиноемкость его разработки. Трудоемкость и машиноемкость разработки грунтов зависят также от их физических свойств, которые меняются в зависимости от степени увлажнения, температуры, нарушения структуры грунта.

Грунт, находящийся в естественном состоянии, разрыхляется в процессе его разработки с увеличением объема и уменьшением

плотности грунта. Это явление называется первоначальным разрыхлением грунта и характеризуется коэффициентом разрыхления $K_р$.

Уложенный в насыпь или выемку разрыхленный грунт под влиянием массы вышележащих слоев грунта или механического воздействия (движения транспорта, смачивания, трамбования и т. д.) уплотняется. Однако грунт не занимает того объема, который он занимал до разработки, сохраняя остаточное разрыхление, показателем которого является коэффициент остаточного разрыхления грунта $K_{о.р}$.

14.3. Подготовительные и вспомогательные процессы

К подготовительным и вспомогательным процессам, связанным с разработкой выемок, относятся разбивка земляных сооружений, обеспечение их устойчивости, водоотлив и понижение уровня грунтовых вод, рыхление плотных грунтов, вскрытие дорожных покрытий.

Перед разрытием траншей и котлованов необходимо произвести разбивку и закрепление трассы, получить разрешение на производство работ в соответствующей инстанции (ордер), а также уведомления от эксплуатационных служб, регламентирующие порядок разработки грунта в непосредственной близости от действующих коммуникаций, выполнить их контрольное шурфование (вскрытие), установить ограждение (по необходимости).

Разбивка трасс трубопроводов (перенос с проекта на натуру осей проектируемых трубопроводов) включает закладку временных реперов и закрепление на местности оси трассы вешками, устанавливаемыми через 10 м на прямых и 5 м на кривых участках, а также на углах поворотов трассы и в местах расположения камер и колодцев.

В местах пересечения прокладываемых трубопроводов с действующими подземными коммуникациями (электрокабель, телефон, водопровод) устанавливают специальные знаки — металлические штыри или деревянные колышки, которые привязывают (фиксируют) к постоянным ориентирам.

Контрольное шурфование обеспечивает сохранность действующих коммуникаций и позволяет максимально использовать землеройную технику вблизи подземных коммуникаций.

Коммуникации вскрывают с помощью лопат, без применения ударных инструментов и только под надзором представителя эксплуатационной организации. Места вскрытия ограждают знаками, указывающими назначение вскрытых коммуникаций, и освещают в ночное время. В зимних условиях применяют меры, предохраняющие вскрытые коммуникации от промерзания.

Земляные сооружения при их эксплуатации не должны изменять своей формы и основных размеров, давать просадок, размываться

под действием текущей воды и поддаваться влиянию атмосферных осадков. Чтобы обеспечить указанную устойчивость земляных сооружений их, во-первых, возводят с откосами необходимой крутизны, во-вторых, применяют крепление вертикальных стенок котлованов и траншей, в третьих — проводят искусственное закрепление грунтов.

Крутизна откосов выемки или насыпи зависит в основном от угла естественного откоса грунта. Наибольшая допустимая крутизна откосов котлованов и траншей глубиной до 5 м, отрываемых в нескальных грунтах выше уровня грунтовых вод или в грунтах, осушенных с помощью искусственного водопонижения, регламентируется СНиПами.

Рис. 14.1. Типы инвентарных креплений:
а — безраспорное и шпунтовое; *б* — анкерное; *в* — консольно-распорное; *г* — распорное; *д* — подкосное; *е* — подвесное; *1* — щиты (доски); *2* — стойки (сваи); *3* — анкеры; *4* — распорки; *5* — подкосы; *6* — упоры (якоря); *7* — опора; *8* — кольца

Крепление стенок траншей и котлованов устраивают в тех случаях, когда разработка их с откосами невозможна по условиям производства или неэкономична. Крепление траншей и котлованов должно, как правило, выполняться инвентарным, которое в зависимости от конструкции бывает: шпунтовое, консольное, распорное, подкосное, подвесное и объемное (рис. 14.1).

Совокупность воздействий, в результате которых повышается прочность грунта и он становится неразмываемым, представляет собой *искусственное закрепление грунтов.* В зависимости от физико-механических свойств грунта, его состояния, требуемой степени прочности и назначения существуют несколько способов искусственного закрепления грунтов: замораживание, цементация, битумизация, химический, электрохимический и др.

В случае, если трубопроводы прокладывают в водоносных грунтах, ниже уровня грунтовых вод, то на время производства работ организуют открытый водоотлив или глубинное (искусственное) водопонижение.

Открытый водоотлив предусматривает откачку протекающей воды непосредственно из траншей или котлована. При открытом водоотливе грунтовая или поверхностная вода, просачиваясь через откосы и дно котлована, поступает в водосборные канавы и по ним в приямки, оттуда ее откачивают временными насосами (рис. 14.2). Как правило, выемки от поверхностных вод защищают путем устройства водоперехватывающих напорных и водоотводящих канав или системы дренажей.

Открытый водоотлив довольно эффективный и простой способ осушения котлованов и траншей. Однако возможно разрыхление или разжижение грунтов в основании и унос части грунта фильтрующейся водой. Поэтому во многих случаях применяют различные способы искусственного понижения уровня грунтовых вод, исключающие просачивание воды через откосы и дно котлована. Понижение уровня грунтовых вод обеспечивают путем непрерывной откачки ее из специальных скважин, оканчивающихся ниже дна выемки. При работе насосов уровень воды в скважинах понижается и из-за дренирующих свойств грунта он понижается и в окружающих грунтовых слоях, образуя новую границу уровня грунтовых вод, называемую *депрессионной кривой* (рис. 14.3).

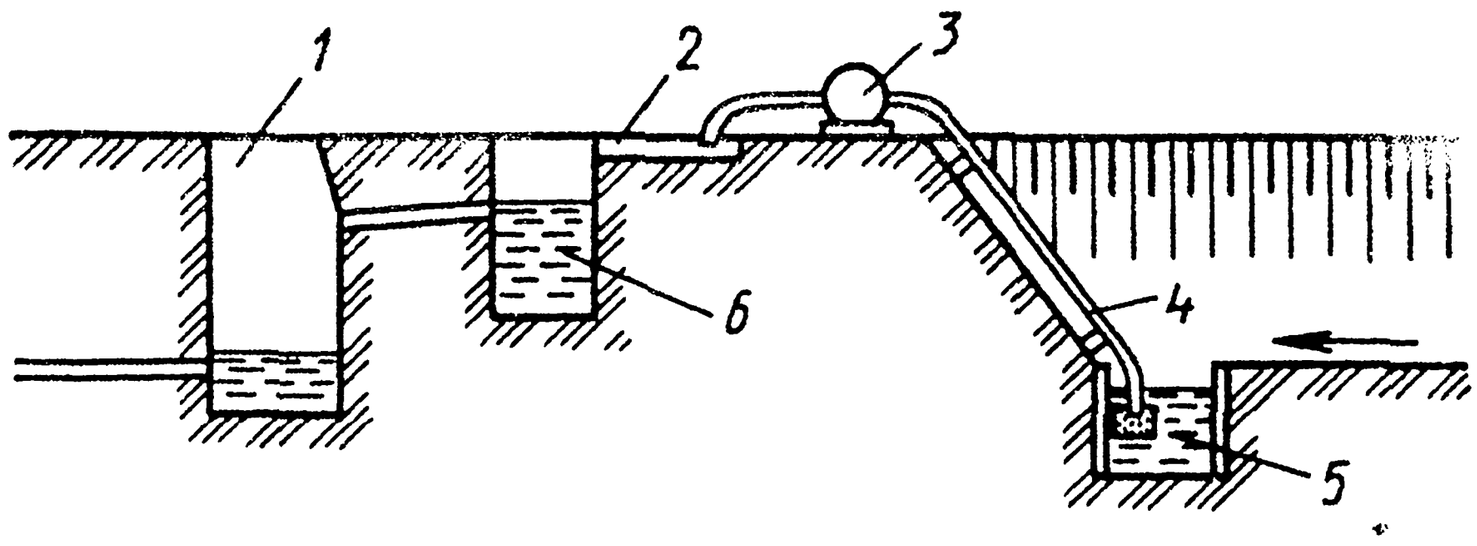


Рис. 14.2. Схема открытого водоотлива:
1 — канализационный колодец; *2* — лоток; *3* — насос; *4* — всасывающая труба насоса; *5* — приямок; *6* — отстойник

Уровень грунтовых вод можно понизить: легкими иглофильтровыми установками; эжекторными иглофильтрами; водопонижающими скважинами, оборудованными глубинными насосами; скважинами, сбрасывающими воду в нижележащие поглощающие слои или в специальные выработки; вакуумным способом и электроосмотическим водопонижением (электроосушение).

Тяжелые грунты или грунты с примесями, разработка которых затруднена, подлежат предварительному рыхлению. Грунты 1-й и 2-й групп рыхлят тракторными плугами, а тяжелые грунты — рыхлителями. Рыхлитель может быть прицепным к тракторам или навесным к бульдозерам и гидравлическим экскаваторам.

Размечать к *вскрытию,* а затем *разрушать дорожное покрытие* следует в заданных пределах, так как завышение объема разборки приводит к неоправданным затратам на вскрытие и восстановление. При занижении объема разборки верхние слои дорожного покрытия могут нависать над траншеями, что опасно для производства строительно-монтажных работ. Обычно ширина вскрытия дорожного покрытия принимается при асфальтобетонном покрытии по бе-

тонному основанию на 10 см больше ширины траншей поверху с каждой ее стороны, при других конструкциях дорожного покрытия — на 25 см.

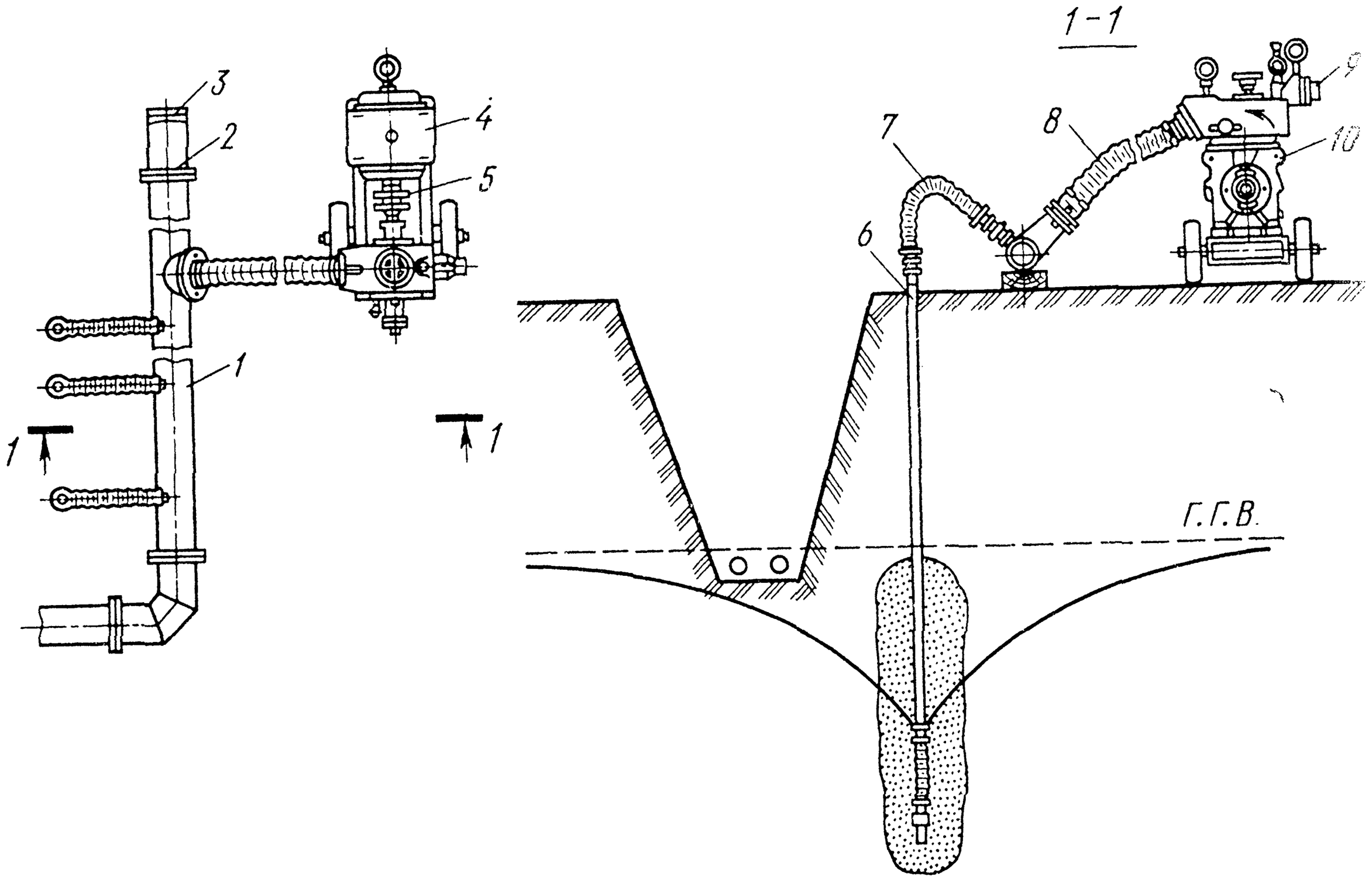


Рис. 14.3. Легкая иглофильтровая установка:

1 — коллектор; *2* — соединительная муфта; *3* — заглушка; *4* — электродвигатель; *5* — упругая муфта; *6* — иглофильтр; *7* — соединительный шланг; *8* — рукав; *9* — выкидной патрубок; *10* — насос

При небольших объемах указанных работ применяют отбойные молотки и бетоноломы, работающие от стационарных и передвижных компрессорных станций, и электромолотки. При значительных объемах работ используют автобетоноломы, землеройно-фрезерные машины, рыхлители на базе трактора, бульдозеры, гидравлические экскаваторы.

Чтобы ограничить зону разбираемого покрытия, по контуру траншеи пневматическими молотками прорубают или баровыми установками прорезают борозды.

14.4. Определение объемов разрабатываемого грунта

Подсчет объемов земляных работ необходим для того, чтобы обоснованно выбрать методы и средства их выполнения, установить необходимость отвозки или возможность распределения вынутого из котлованов или траншей грунта на прилегающей территории и последующего его использования для устройства обратных засыпок, определить стоимость производства земляных работ.

Для основных производственных процессов объемы разрабатываемого грунта определяют в плотном теле. Подсчет объемов сводится к определению объемов различных геометрических фигур, составляющих то или иное сооружение.

Для подсчета объема земляных работ по отрывке траншеи необходимо на всех пикетах, а также в точках перехода трубопровода на другой диаметр, перелома продольного профиля трассы определить поперечные сечения траншеи. Тогда объем (м³) выемки грунта (рис. 14.4)

$$V = \frac{F_n + F_{n+1}}{2} L_n, \qquad (14.1)$$

где F_n, F_{n+1} — площади поперечного сечения в характерных точках траншеи, м²; L_n — длина траншеи между этими точками, м.

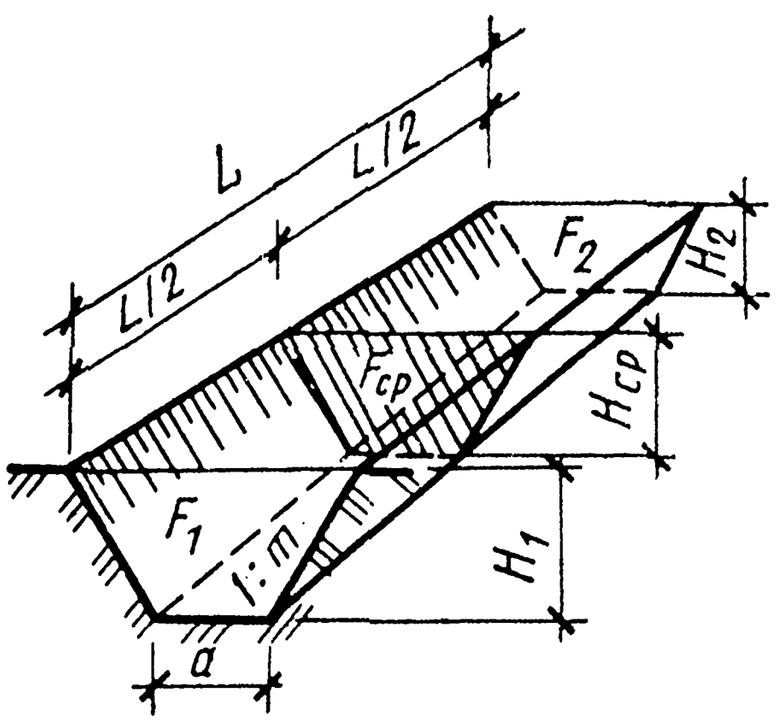


Рис. 14.4. Схема определения объема траншеи

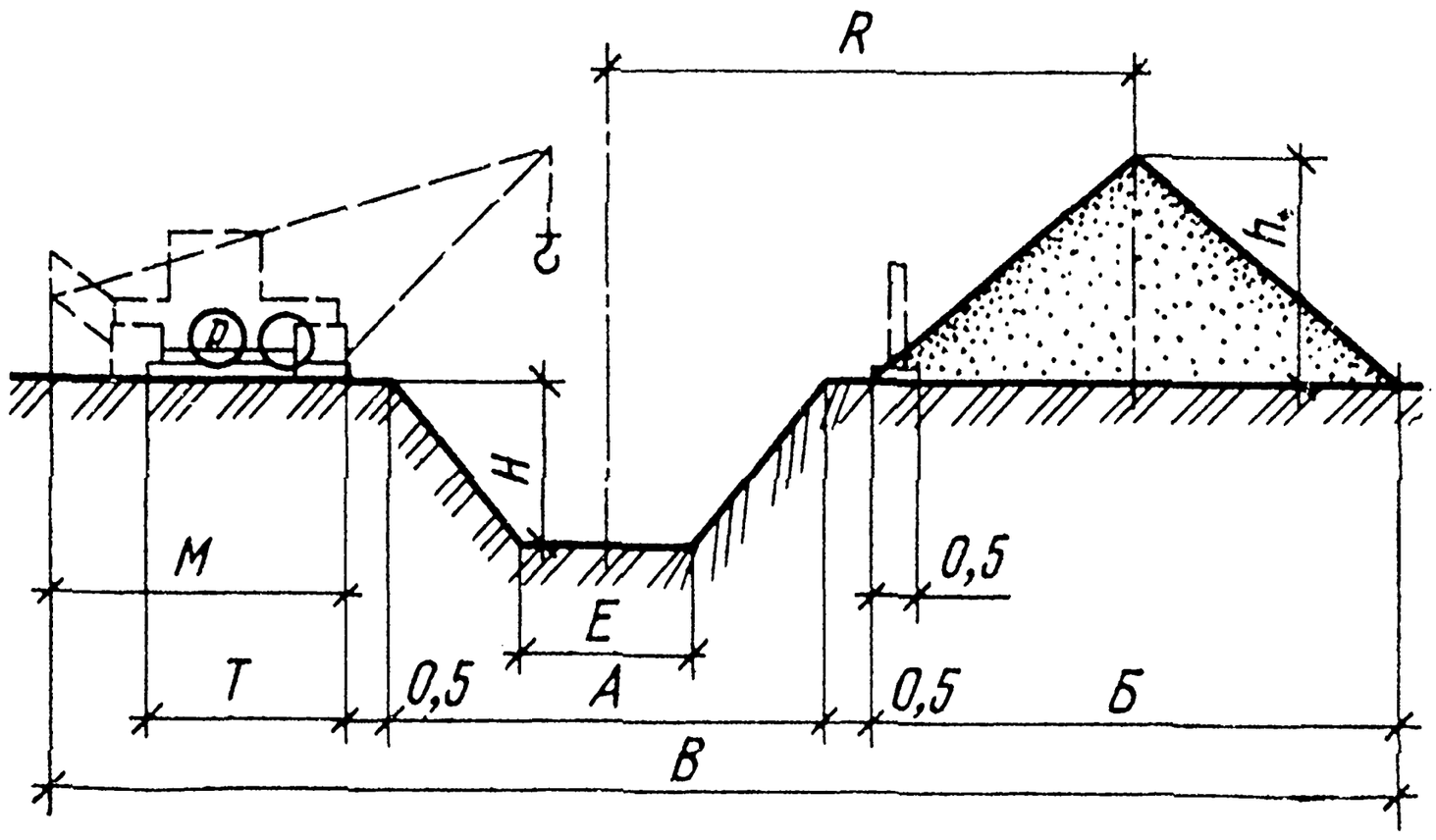


Рис. 14.5. Схема определения ширины рабочей зоны

Ширину траншеи по дну и ее глубину определяют согласно СНиП 3.02.01—87 в зависимости от конструктивных особенностей линейно-протяженного сооружения и методов производства работ.

В объем земляных работ необходимо включить отрывку приямков при прокладке газопровода и бесканальной прокладке тепловых сетей, а также котлованов под камеры и колодцы. При сложных формах выемок их разбивают на более простые геометрические тела, производят подсчет их объемов, которые затем суммируют.

При подсчете объемов земляных работ следует выделить объем избыточного грунта, вытесняемого трубопроводами, колодцами, камерами, и объем грунта, образовавшегося за счет остаточного разрыхления, который, в свою очередь, равен объему засыпки, умноженному на коэффициент остаточного разрыхления грунта.

Для получения объема планировочных работ всю площадь на плане с горизонталями (генплан трассы) разбивают на элементарные участки, по каждому из них подсчитывают объемы грунта методом четырех- или трехгранных призм и результаты суммируют. Для вершин геометрических фигур вычисляют черные (местные) от-

метки путем интерполяции между горизонталями, а в отдельных случаях и путем экстраполяции, и проектные (красные) отметки по заданной планировочной отметке и уклону. Затем определяют рабочие отметки путем вычитания черных отметок из красных. С знаком плюс определяют высоту насыпи, со знаком минус — глубину выемки. Путем соединения между собой всех имеющихся на площадке нулевых точек получают линию нулевых работ, разграничивающую зону планировочной выемки от зоны планировочной насыпи. Разницу между объемами выемки и насыпи называют *балансом земляных масс.* Он может быть положительным, если объемы выемки превышают объемы насыпи и избыточное количество грунта подлежит вывозке с площадки, и отрицательным, если объем насыпи превышает объем выемки и недостающее количество грунта следует завезти на площадку. Если весь грунт, добываемый при разработке выемки, укладывается без остатка в насыпь, возводимую на площадке, баланс называется *нулевым.*

Объем (м³) работ по срезке растительного слоя определяется по формуле

$$V_{\text{р}} = LB \cdot 0{,}2, \qquad (14.2)$$

где L — длина трассы, м; B — ширина рабочей зоны, м, согласно рис. 14.5;

$$B = A + M + Б + 1, \qquad (14.3)$$

где A — ширина траншеи поверху, м; M — рабочая зона монтажного механизма, используемого для укладки труб, м; $Б$ — зона складирования грунта, м;

$$Б = 2K_{\text{р}}V/h, \qquad (14.4)$$

где $K_{\text{р}}$ — коэффициент разрыхления грунта; V — объем грунта 1 м траншей, м³; $h = 1{,}5 \ldots 2$ — принимаемая высота отвала, м; 0,2 — средняя толщина растительного слоя, м.

14.5. Основные способы разработки грунта

Земляные работы могут выполняться вручную и механизированными способами — механическим, гидромеханическим, взрывным и комбинированным.

Разработка грунта вручную допускается только в тех случаях, когда по каким-либо объективным причинам не могут быть использованы землеройные и другие механизмы и объемы работ малы. Так, для рытья приямков под стыки плетей трубопроводов или для подчистки оснований узких траншей из-за стесненных условий и малого объема работ механизмы не могут быть применены, и поэтому используют ручной труд.

Механическим способом выполняют до 80 ... 85% объемов земляных работ, при котором на грунт действует усилие резания различных машин. В результате определенные порции грунта отделя-

ются от массива и могут быть перемещены и уложены в насыпь. Если машина только режет грунт, она носит название землеройной. Если машина разрабатывает и перемещает грунт, она называется землеройно-транспортной.

К землеройным машинам относятся экскаваторы различных типов: одноковшовые, многоковшовые и фрезерные, к землеройно-транспортным — скреперы, грейдеры, струги, планировщики, канавокопатели и др.

Гидромеханический способ предусматривает размыв грунта напорной водяной струей гидромониторных установок или всасыванием его со дна водоемов плавучими землесосными снарядами. Гидромониторные установки и земснаряды с помощью воды размывают, транспортируют и укладывают грунт в насыпь.

При *взрывном способе* энергию взрыва используют при рыхлении скальных и мерзлых грунтов и при устройстве в скальных и мерзлых грунтах профильных выемок (траншей, котлованов, каналов).

Комбинированный способ представляет собой сочетание, например, механического и гидромеханического способов, что зависит от конкретных условий строительства.

Для транспортировки излишнего грунта используют автосамосвалы грузоподъемностью 3,5; 4,5; 5; 7; 10 и 15 т, автопоезда из автомобилей и самосвальных полуприцепов, думперы, прицепные землевозные тележки и самоходные землевозы, а также ленточные конвейеры.

14.6. Разработка траншей и котлованов механизированным способом

Разработку траншей и котлованов начинают со срезки растительного слоя с целью его дальнейшего использования для благоустройства и рекультивации земель.

Выбор машин для выполнения земляных работ зависит от вида и размеров земляного сооружения, группы (категории) трудности разработки грунта, геологических и гидрогеологических условий, рельефа местности, дальности транспортирования грунта и других факторов.

Способы разработки грунта **одноковшовыми экскаваторами** определяются в основном видом применяемого на них сменного рабочего оборудования.

Пространство, в котором размещается экскаватор и производится выемка грунта, называется *забоем.* Выемку, образованную одним ходом экскаватора, называют *проходкой.* По характеру разработки грунта проходки могут быть *лобовыми* (торцевыми) и *боковыми.* При лобовой проходке экскаватор движется по оси выемки и разрабатывает грунт впереди или сзади себя и по обе стороны от оси, а при боковой — с одной стороны по ходу движения.

Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, широко применяются при разработке широких котлованов с погрузкой грунта в транспортные средства или в карьерах и, как правило, при отрывке траншей не используются.

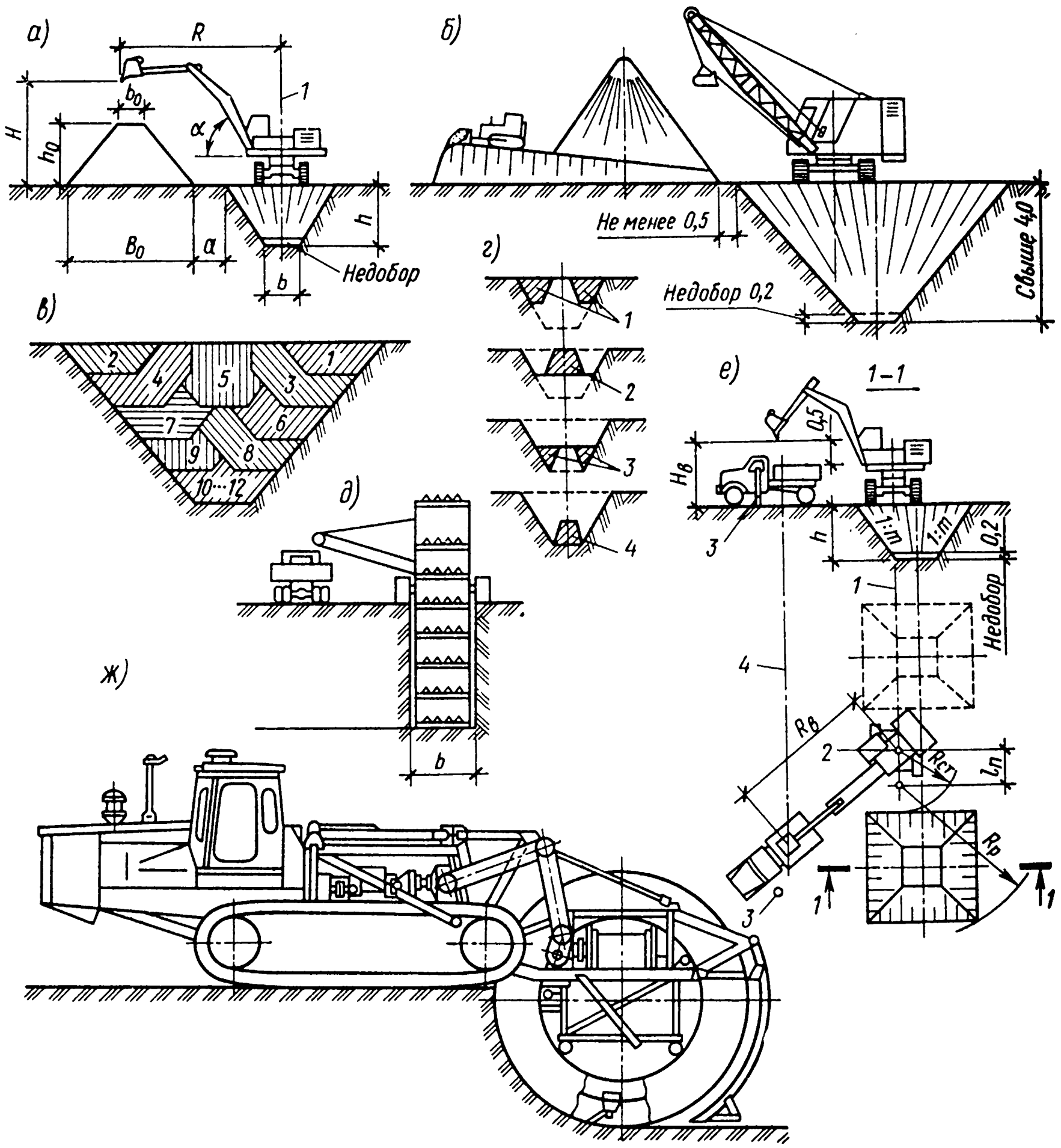


Рис. 14.6. Разработка траншей экскаватором:

а — оборудованным обратной лопатой или драглайном (грунт укладывается в отвал при торцовой проходке); *б* — то же, с укладкой грунта в отвал при боковой проходке; *в* — последовательность разработки обратными лопатами продольных широких траншей; *г* — то же, узких траншей; *д* — многоковшовым цепным; *е* — схема разработки обратной лопатой одиночных выемок под фундаменты опор; *ж* — роторным; *1* — ось проходки; *2* — стоянка экскаватора; *3* — веха; *4* — ось последующей захватки

Экскаваторы с обратной лопатой целесообразно применять для отрывки траншей глубиной до 6 м торцевыми или боковыми проходками с перемещением экскаватора по верху забоя с копанием грунта ниже уровня его стоянки (рис. 14.6, *а*). Послед-

няя особенность важна в тех случаях, когда грунты увлажненные или мокрые. Возможно также вести разработку грунта из-под воды. При этом в зависимости от ширины траншей разработку грунта осуществляют лобовой или боковой проходками.

Разрабатываемый грунт обычно отсыпают в отвал на бровку и частично (излишки, ненужные для обратной засыпки) на транспорт. Ширину проходки при погрузке грунта в транспортные средства принимают (1,2 ... 1,3) R, а при отсыпке в отвал (0,7 ... 0,8) R, так как ограничивает вместимость отвала.

При отрывке траншей разработку грунта рекомендуется начинать со стороны откоса к середине траншеи, что снижает сопротивление грунта резанию (рис. 14.6, *в, г*). Траншеи с шириной по дну до 1 м разрабатывают за одну проходку (торцевую) с перемещением экскаватора по оси траншей.

Экскаваторами-драглайнами, имеющими удлиненную стрелу и ковш, свободно подвешенный на тросе, разрабатывают грунт с отсыпкой в отвал или на транспортные средства при устройстве глубоких траншей и котлованов. Разработка грунта производится ниже уровня стоянки экскаватора с работой его «на себя». При устройстве широких траншей применяют боковую проходку, ширина по верху которой составляет около (0,7 ... 0,8) R, а поворот стрелы экскаватора для разгрузки — 180° (рис. 14.6, *б*).

Экскаваторы с грейферным ковшом вместимостью 0,3 ... 4 м³ могут разрабатывать выемки в радиусе 8... 24 м на глубину 7 ... 15 м при подъеме грейфера на высоту 6 ... 14 м. Обычно они могут разрабатывать легкие грунты I и II групп, а более тяжелые — при их предварительном разрыхлении. Такие экскаваторы чаще всего применяют для разработки глубоких выемок с вертикальными стенками.

Многоковшовыми траншейными экскаваторами, подразделяющимися на цепные и роторные, целесообразно разрабатывать траншеи (как правило, с вертикальными стенками) для трубопроводов значительной протяженности. Цепные применяются при разработке мягких грунтов, глубиной до 4 м, а роторные — грунтов повышенной плотности, в том числе мерзлых, глубиной до 2,5 м.

Если необходимо рытье траншей более глубоких, чем позволяют технические возможности выпускаемых многоковшовых экскаваторов, их разрывают комбинированным способом в несколько этапов. Вначале до определенной глубины делают выемку с помощью бульдозера или скрепера, а затем производят рытье траншеи до требуемой отметки.

Разработка грунта скреперами производится при отрывке широких траншей и планировке трассы. Рабочий цикл скрепера состоит из ряда последовательно повторяющихся операций: резания грунта и наполнение ковша; транспортирования грунта к месту укладки; выгрузки и укладки грунта с частичным его уплотнением колесами скрепера. Толщина снимаемого слоя в зависимости от мощности

тягача, типа скрепера и вида грунта может достигать 20...25 см для прицепных и 30...36 см — для самоходных скреперов.

В зависимости от вида и объема выполняемых работ осуществляют различные схемы движений скрепера в плане — по эллипсу, восьмеркой, зигзагообразное, по спирали, поперечно-челночное и др.

Скреперы целесообразно использовать в комплекте с бульдозерами, которые срезают и разравнивают грунт в стесненных местах (углы площадки, углы поворота, отдельные впадины и т. д.), планируют откосы и др.

Разработка грунта бульдозерами применяется для послойного резания и продольного перемещения грунта на расстояние до 200 м. Ими разрабатывают грунт в неглубоких и протяженных выемках и резервах, окучивают грунты, разравнивают и планируют грунт, выполняют обратную засыпку траншей и пазух. Наибольшая глубина резания бульдозерами колеблется от 20 до 60 см. Траншеи разрабатывают бульдозерами по челночной схеме с транспортировкой грунта через 70...100 м (оптимальное расстояние перемещения грунта) в резерв на одну сторону траншеи.

Разработку подводных траншей выполняют канатно-скреперными установками, гидромониторами, землесосными снарядами, а при наличии скальных грунтов — взрывным способом.

Разработка подводных траншей канатно-скреперными установками, состоящими из скреперного ковша, головной и хвостовой опор с блоками, комплекта канатов и скреперной лебедки может производиться почти во всех грунтах, включая разрыхленную скальную породу. Ширина траншеи колеблется от 1,3 до 2,2 м (регламентируется шириной скребковых ковшей). Для перемещения скреперного ковша в подводной траншее используют лебедки. В последние годы созданы канатно скреперные установки одно- и двустороннего действия с ковшом вместимостью до 7 м^3 и лебедкой с тяговым усилием до 1000 кН (оба хода рабочие). Созданы также саморазгружающиеся скреперные ковши с открывающимся днищем, что ускоряет опорожнение ковшей от грунта.

Разработка траншей подводными гидромониторами более простая и экономичная, так как отпадает необходимость подъема и транспортирования грунта. Разработка грунта осуществляется мощной узконаправленной струей воды, выбрасываемой под большим давлением из специальной гидравлической установки — гидромонитора. Расход воды и скорость струи регулируют с помощью сменных насадок. Для разработки небольших по объему траншей применяют плавучие насосные установки малой мощности (50...100 м^3/ч) с разработкой грунта под водой водолазами. При больших объемах работ используют гидромониторные снаряды производительностью 1000 м^3/ч, вода к гидромониторной насадке которых подается от центробежного насоса. Телескопическая труба снаряда позволяет вести разработку грунта на глубине до 20 м.

Подводная разработка грунта землесосными снарядами наиболее целесообразная по технико-экономическим показателям при устройстве подводных траншей в несвязных грунтах небольшой крупности (песках, мелком гравии). Разработка грунта землесосными снарядами осуществляется засасыванием грунта со дна водоема. Земснаряд смонтирован на барже. При работе земснаряда во всасывающей трубе грунтового насоса создается разрежение, под действием которого засасывается вода вместе с частицами грунта (пульпа), и перекачивается на берег по плавучему пульпопроводу. Применяемые земснаряды подразделяют по маркам, состоящим из двух чисел, из которых первое соответствует подаче по грунту, $м^3/ч$, второе — развиваемому насосом напору, м: 300, 40; 500, 50; 1000, 80. Глубина разработки от поверхности воды современными земснарядами достигает 40 .. 50 м, а производительность — 2500 $м^3/ч$.

Разработку подводных траншей в скальных грунтах часто вели с помощью взрывов. Но взрывы под водой приводят к гибели рыбы. Поэтому в последнее время разработку скальных грунтов чаще выполняют с помощью специальных скалодробильных снарядов, представляющих собой судно с колодцем (шахтой), в котором в направляющей обойме размещается долото массой до 20 т, с помощью которого дробят скалу. Работы выполняются в два этапа: дробление скалы и уборка скального грунта.

14.7. Закрытые способы разработки грунта

Закрытые (бестраншейные) способы предусматривают прокладку труб под насыпями дорог, зданиями и сооружениями без устройства траншей, т. е. непосредственно в грунте. Необходимость применения бестраншейных способов прокладки трубопроводов часто возникает при пересечении ими различных искусственных и естественных препятствий (транспортные магистрали, железнодорожные пути, водоводы и т. д.). Закрытую разработку грунта осуществляют в основном проколом, продавливанием, горизонтальным бурением, пневмопроходкой, а также щитовой подземной проходкой.

Способ прокола (рис. 14.7) основан на образовании отверстий за счет радиального уплотнения грунта при вдавливании в него трубы с коническим наконечником. Происходит прокалывание массива грунта без удаления его из образовавшегося отверстия (скважины). Для вдавливания используют гидродомкратные установки, лебедки, тракторы, бульдозеры, а также различные винтовые ручные и механические прокалыватели. В котловане укладывают звено трубы с наконечником и после выверки вдавливают ее в грунт на длину штока вдавливающего устройства, а затем после возвращения штока в начальное положение вводят на его место нажимный патрубок (шомпол) и процессы повторяют. По окончании вдавливания первого звена трубы на полную длину шомпола убирают, в котлован опускают следующее звено, которое стыкуют с уже вдавленным в грунт звеном, и сваривают их. Для сварки в котловане

должен быть предусмотрен приямок около передней стенки котлована. Затем вдавливают наваренное звено и циклы повторяют до выполнения прокола на требуемую глубину.

Одним из разновидностей прокола являются их гидро- и вибропроколы. При *гидропроколе* трубы в грунте прокладывают с использованием кинетической энергии водяных струй, которые, выходя под давлением из специальной конической насадки, размывают грунт впереди трубы и иногда образуют в нем отверстие для прокладки трубы.

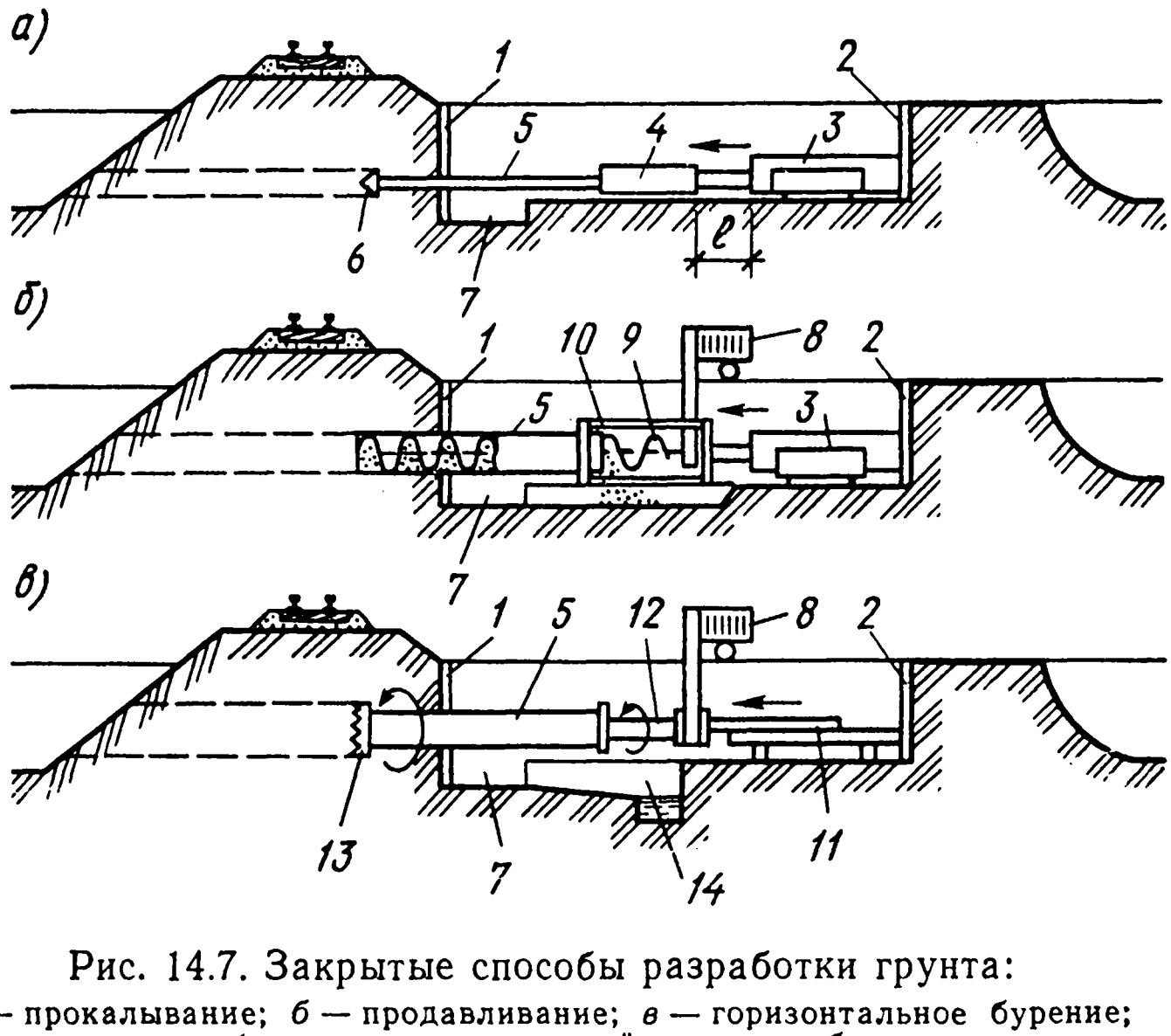


Рис. 14.7. Закрытые способы разработки грунта:

а — прокалывание; *б* — продавливание; *в* — горизонтальное бурение; *l* — 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* — привод; *9* — шнековое устройство для извлечения грунта из трубы; *10* — рама, передающая давление; *11* — реечный домкрат; *12* — вращающийся шпиндель; *13* — режущая коронка; *14* — лоток и приямок для пульпы

Способ *вибропрокола* основан на использовании в процессе прокола трубы дополнительных вибрационных воздействий. Трубу с конусным наконечником устанавливают в наголовнике ударной приставки вибромолота и затем внедряют ее в грунт под действием ударных импульсов в сочетании со статическим вдавливанием с помощью пригрузочного полиспаста.

Трубы малых диаметров (до 100 мм) прокалывают с помощью механических грунтопрокалывателей различных типов, способных обеспечивать максимальную длину прокола до 50 ... 60 м.

Способ продавливания (рис. 14.7, б) основан на образовании отверстий за счет вдавливания трубы открытым концом с разработкой и удалением грунта, поступающего в трубу при вдавливании. Прокладываемую трубу, снабженную на открытом

конце ножом, вдавливают механизированными установками в массив грунта, а грунт, поступающий в трубу в виде плотного керна (пробки), разрабатывают и удаляют из забоя.

В зависимости от способа разработки и транспортирования грунта из трубы различают две основные разновидности продавливания — с ручной разработкой грунта и механизированной (с помощью шнековой установки, желонкой, гидромеханическим способом размыва грунта внутри трубы струей воды и откачки пульпы насосом и т. д.).

Процесс горизонтального бурения (рис. 14.7, *в*) может быть раздельным и совмещенным. При раздельном вначале бурят скважину, а затем после извлечения из нее бурового инструмента прокладывают трубопровод. При совмещенном способе одновременно с продвижением бурового инструмента прокладывают трубу (футляр). Разработка грунта осуществляется режущей коронкой увеличенного диаметра (по сравнению с футляром), приводящуюся во вращение от двигателя, установленного на дне или бровке котлована. Поступательное движение коронки обеспечивает реечный домкрат с упором в заднюю стенку котлована. Грунт, после разработки заполняющий трубу, удаляется, как при способе продавливания.

Пневматическую пробивку скважины ведут с помощью специального проходческого снаряда виброударного действия — пневмопробойника типа «Крот». С их помощью можно устраивать в грунте скважины с уплотненными стенками диаметром до 400 мм и длиной до 50 м. Пневмопробойник представляет собой самодвижущуюся в грунте пневматическую машину ударного действия. Его корпус является рабочим органом, образующим скважину, а ударник, размещенный в корпусе, совершает под действием сжатого воздуха возвратно-поступательные движения и наносит удары по переднему торцу корпуса, забивая его в грунт. Обратному перемещению корпуса препятствуют силы трения о грунт. Благодаря осевой симметрии и значительной своей длине пневмопробойник при движении в грунте сохраняет заданное направление. Имеются конструкции реверсивных пневмопробойников, которые могут выходить из пробитой скважины обратным ходом.

Для проходки скважины пневмопробойник запускают в грунт из входного приямка со стартовым устройством. В процессе движения он своим коническим передним концом уплотняет грунт, раздвигая его в сторону, и образует скважину.

При щитовой проходке разработку грунта и устройство стенок коллекторов или туннеля ведут под прикрытием цилиндрической оболочки — щита (рис. 14.8), состоящего из трех основных частей: передней — режущей клиновидной формы с козырьком или без него; средней — опорной, где размещаются домкраты, и задней — хвостовой. Внутренний диаметр щита равняется наружному диаметру сооружаемого туннеля. Продвижение щита сопровождается врезанием его режущего края в грунт и происходит под дейст-

вием гидравлических домкратов, расположенных по всему периме-ру щита и упирающихся с одной стороны в выступ режущего кра-а с другой — в край обделки сооружения.

Обделку собирают из отдельных сегментных блоков — тюбинго-(чугунных, железобетонных, керамических) или выполняют из мо-нолитного бетона. Грунт в зоне головной части щита, окаймленно-ее режущим краем, разрабатывают в зависимости от рода грунт-механизированным, полумеханизированным и немеханизированны-способами, по которы-дано название проход-ческим щитам. Разра-ботанный грунт удаля-ют на вагонетках или ленточным конвейером к устью сооружения. Туннели большой про-тяженности обычно разбивают на отдель-ные участки, на стыке которых возводят вер-тикальные шахты, че-рез которые удаляют разрабатываемый грунт и доставляют мате-риалы.

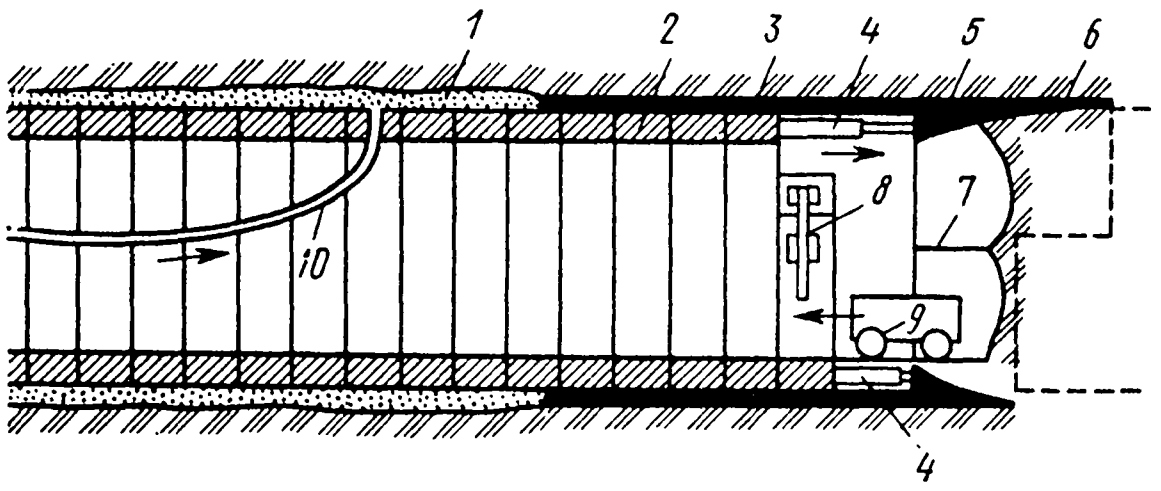


Рис. 14.8. Схема проходки туннеля с помощью щита:

1 — полость, заполняемая бетонной смесью; *2* — обделка туннеля из тюбингов; *3* — обойма щита; *4* — домкраты; *5* — защитный козырек; *6* — режущий край; *7* — рабочая платформа; *8* — эжектор; *9* — вагонетка; *10* — рукав растворонасоса

Щит в шахту опускают стреловым краном и внизу центрируют его в направлении проходки. Непосредственно в забой щит вводят с помощью гидравлических домкратов, упираемых в специально устроенную временную опору с рамами и распорками. В стене шахты в месте забоя оставляют круглое отверстие диаметром, на 100 мм превышающим диаметр щита, необходимое для ввода щита в забой. Когда будет пройдено примерно первых 10 м коллектора, временные упорные устройства снимаются, и нагрузка от передвижения щита через домкраты будет восприниматься обделкой тоннеля.

14.8. Разработка грунта взрывным способом

Взрыв — это почти мгновенное превращение взрывчатого вещества в газ, способное производить механическую работу. Работы, связанные с использованием энергии взрыва, называются взрывными и подразделяются на открытые, выполняемые на земной поверхности, и подземные, производимые на глубине. Взрывные работы применяют для рыхления скальных пород и мерзлых грунтов, для устройства выемок и насыпей, корчевки пней на трассе, уплотнения грунтов и т. д.

Взрывным работам обычно предшествуют буровые по подготовке скважин или бурению шпуров, в которые закладывают заряды взрывчатого вещества (ВВ). Заряд — это заранее рассчитанное по

массе и форме размещения ВВ, уложенное в зарядную полость и снабженное инициатором взрыва. Заряды бывают наружные (накладные), расположенные на поверхности разрушаемого объекта, и внутренние, помещенные внутри разрушаемого объекта. По форме различают удлиненные, сосредоточенные и рассредоточенные.

По скорости взрывчатого разложения ВВ подразделяются на инициирующие, бризантные и метательные. К инициирующим ВВ относятся гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС) и азид свинца, применяющиеся для снаряжения капсюлей детонаторов, капсюлей-воспламенителей и изготовления детонирующих шнуров. К бризантным ВВ повышенной, нормальной и пониженной мощности относят динамит, аммониты, тротил и др. Метательные ВВ — дымный порох (механическая смесь селитры, серы и угля) и бездымный порох (пироксилиновый или нитроглицериновый) — имеют невысокую скорость взрывчатого разложения.

Заряды ВВ взрывают с помощью детонирующего шнура, огневым или электрическим способом. Взрывание с помощью детонирующего шнура наиболее распространено, так как его проще осуществить, а в случае отказа в зарядах отсутствуют детонаторы. Огневой способ применяется для взрывания одиночных или нескольких зарядов. Для взрыва одиночного заряда необходимы капсюль-детонатор, огнепроводный шнур (ОШ) и воспламенитель (зажигательная стандартная трубка, тлеющий фитиль, механические тлеющие воспламенители и т. п.). Для взрыва нескольких зарядов необходимы капсюли-детонаторы (на каждый заряд по одному капсюлю-детонатору), детонирующий шнур (ДШ) и зажигательная трубка или тротиловая шашка. Электрический способ применяют, когда необходимо одновременно взорвать большое число зарядов. Для взрыва необходимы электродетонаторы, провода, источники тока, проверочные и измерительные приборы. Электродетонаторы используют двух типов — мгновенного и замедленного действия. Первые состоят из капсюля-детонатора и электровоспламенителя, собранных в общей гильзе, а вторые имеют замедлитель, расположенный между воспламенительным составом и инициирующим зарядом. Продолжительность горения замедлителя тем больше, чем длиннее столбик горючего состава. В качестве источника тока могут быть применены взрывные машинки, сухие батареи и элементы, щелочные и кислотные аккумуляторы, передвижные силовые электростанции и стационарные электрические установки. При составлении электровзрывных сетей в зависимости от источников тока применяют последовательную, параллельную или смешанную схемы соединения электродетонаторов.

Основными методами взрывания являются шпуровой, скважинных зарядов, котловых, малокамерных, камерных, щелевых и накладных зарядов и комбинированные способы. Как правило, для рыхления грунтов применяют методы шпуровых или скважинных зарядов, для взрывания мерзлых грунтов — методы шпуровых и щелевых или малокамерных зарядов.

Для образования выемок, насыпей и других инженерных сооружений (рис. 14.9) применяют взрывание грунта на выброс. В зависимости от размеров и конфигурации в плане проектируемых выемок взрывают одиночные сосредоточенные или удлиненные заряды либо производят одновременный взрыв группы крупных сосредоточенных зарядов, расположенных в один или несколько параллельных рядов. Для получения траншеи треугольного сечения применяют однородное взрывание сближенных зарядов (рис. 14.9, *а*). Чтобы получить выемку трапециевидного сечения, заряды располагают в два или три ряда (рис. 14.9, *б*, *в*). Для среднего ряда принимают увеличенный показатель действия взрыва (на 25 ... 50% больше, чем для крайних рядов). Большее число рядов не рекомендуется, так как в этом случае значительное количество грунта падает обратно в выемку.

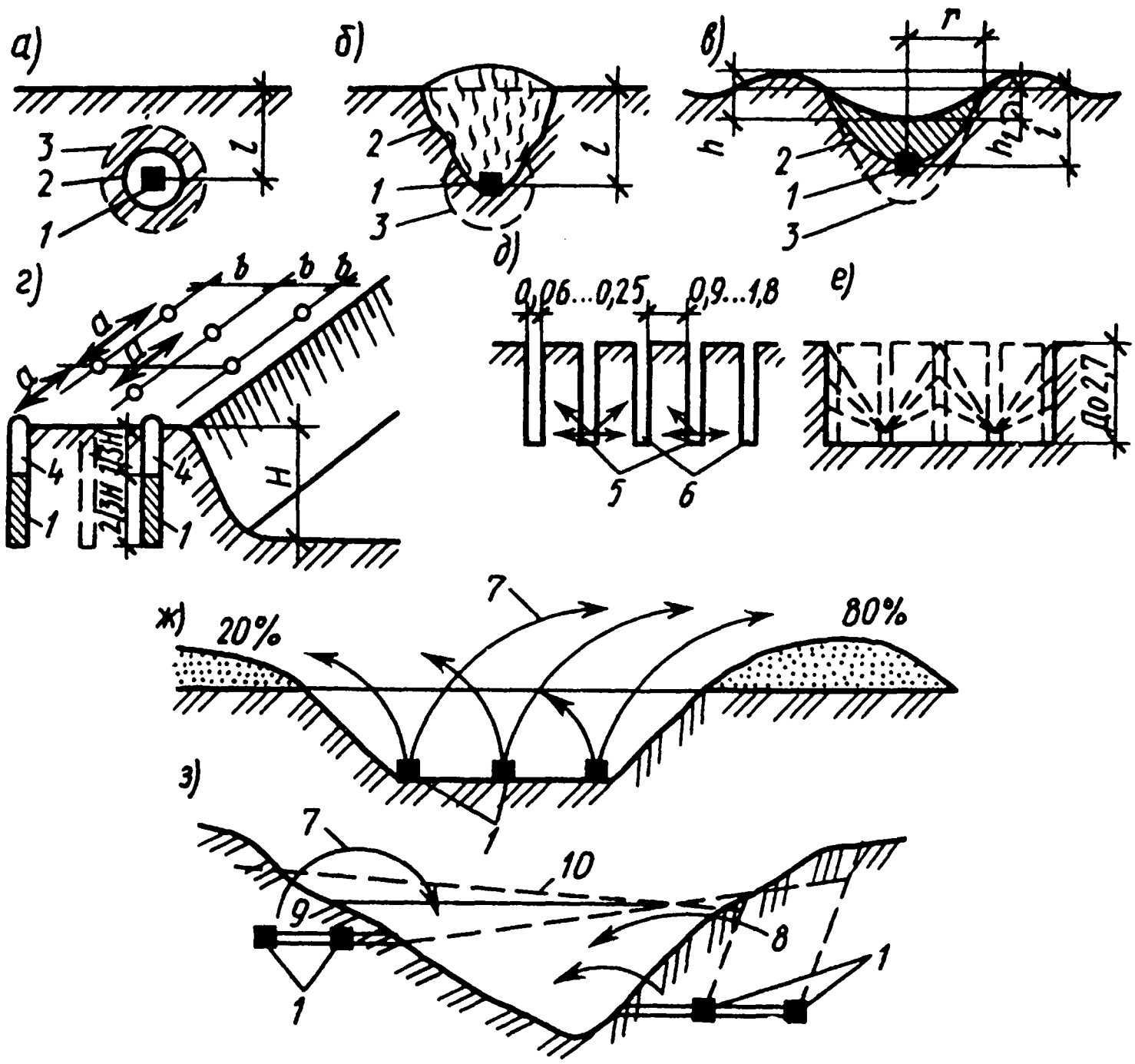


Рис. 14.9. Схемы разработки грунтов взрывным способом:

а — камуфлетный заряд; *б* — заряд рыхления; *в* — взрывание на выброс; *г, д, е* — щелевые заряды; *ж* — устройство выемок; *з* — то же, насыпей; *1* — заряд ВВ; *2* — граница зоны полного разрушения; *3* — зона деформации грунта; *4* — забойка шпура; *5* — зарядная щель; *6* — компенсирующая щель; *7* — направление перемещения взорванного грунта; *8, 9* — массивы грунта правого и левого склонов, предназначенные к взрыву; *10* — проектный профиль насыпи

14.9. Ручная разработка малых объемов грунта

Ручная разработка грунта на строительстве линейно-протяженных сооружений и внутриплощадочных коммуникаций чаще всего применяется для шурфования действующих коммуникаций, при устройстве оснований и приямков, подвесок действующих подземных коммуникаций, а также углубления траншей в неустойчивых грунтах.

При разрытии траншей вскрытые подземные коммуникации, которые пересекают траншею, должны быть подвешены к перекладин-

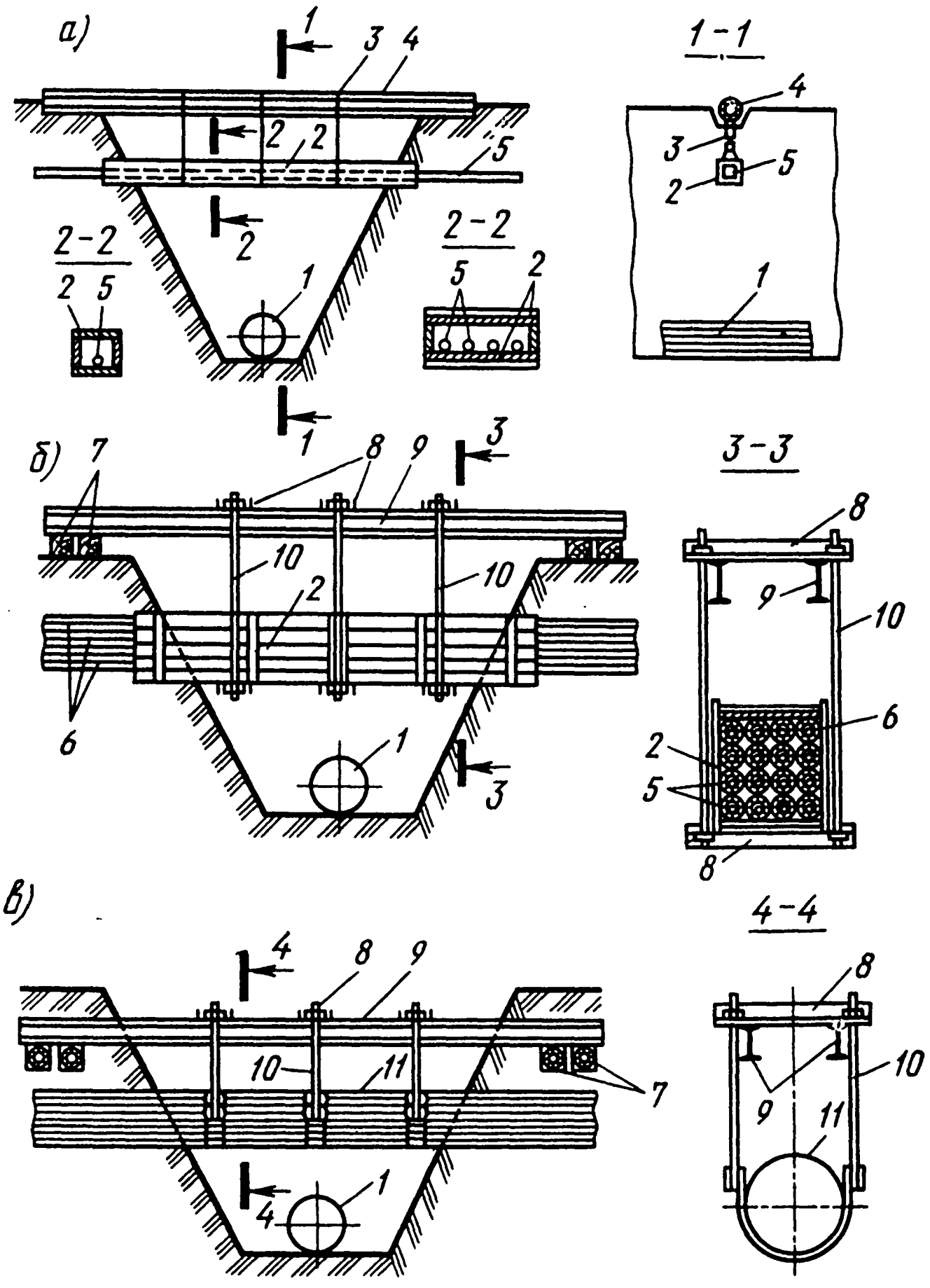


Рис. 14.10. Подвеска пересекающих траншею коммуникаций:

а — одного или нескольких кабелей; *б* — кабельной канализации; *в* — трубопроводов; *1* — укладываемый трубопровод; *2* — короб из досок или щитов; *3* — подвески-скрутки; *4* — бревно или брус; *5* — кабель; *6* — асбестоцементные трубы кабельной канализации; *7* — подкладки; *8* — перекладины из швеллеров; *9* — двутавровая балка; *10* — подвески из круглой стали; *11* — пересекающий траншею трубопровод

нам, переброшенным через траншею, и, если требуется, заключены в деревянные короба (рис. 14.10).

Грунт над вскрываемыми подземными коммуникациями, которые предварительно отшурфованы, сначала разрабатывается механизированным способом, а затем вручную без применения ударных инструментов. Углубления в откосах для устройства деревянных коробов и подчистка оснований в опорной части брусьев или балок выполняется вручную.

При механизированной разработке грунта в траншеях в целях сохранения естественной структуры грунта в основании оставляются недоборы от 5 до 25 см. Возникает также необходимость зачистки откосов траншей. Указанные работы выполняются бульдозерами, экскаваторами со специальным зачистным ковшом или другими планировочными машинами. Если планировочные машины отсутствуют или если траншея узкая и разместить механизмы в ней нельзя, а также если недобор в 3 ... 5 см (в целях обеспечения необходимого качества основания), оставшийся грунт разрабатывают вручную с использованием средств малой механизации для удаления и транспортирования грунта. В этом случае стенки траншей зачищают и выравнивают также вручную.

В местах соединения звеньев труб для удобства их монтажа, а также сварки, заделки и изоляции стыков устраивают приямки. Как правило, приямки должны быть выполнены механизированным способом заранее, но, чтобы их стенки не обрушились под действием атмосферных осадков и других воздействий, время между отрытием приямков и работами по монтажу и заделке должно быть ограничено. В противном случае рытье приямков осуществляется вручную.

С целью сокращения затрат ручного труда по подготовке траншеи под укладку труб или под укладку конструкций теплосети целесообразно применять поверхностное уплотнение грунта на дне траншеи на величину недобора грунта или не оставлять недобор грунта на дне траншеи, а возможные «переборы» грунта заполнять песком и утрамбовывать. Во втором случае повышается стоимость работ, которая окупается значительным сокращением затрат ручного труда.

14.10. Засыпка траншей и котлованов

Перед засыпкой траншей и котлованов оформляют акт на скрытые работы, подтверждающие, что все работы по прокладке и испытанию трубопроводов выполнены в соответствии с требованиями проекта и технических условий и разрешена засыпка построенных подземных сооружений.

Засыпку производят в два приема: сначала засыпают приямки, подбивают пазухи одновременно с обеих сторон и засыпают траншею на 200 мм выше верха труб просеянным грунтом или песком; для трубопроводов из полиэтиленовых труб высота слоя засыпки

грунта над трубой должна составлять 500 мм. Присыпку выполняют перед испытанием трубопроводов; стыки, как правило, остаются незасыпанными. Грунт отсыпают слоями и уплотняют трамбовками.

Затем засыпают остальную часть котлована или траншеи, причем засыпку действующих коммуникаций производят под надзором представителя организации, эксплуатирующей данные коммуникации. В городских условиях, на заводских площадках и в местах переездов засыпку траншей и котлованов производят с уплотнением грунта, а вне населенных пунктов уплотнение не делают и излишки грунта укладывают по оси траншей валиком, который по мере его самоуплотнения оседает.

Необходимая степень уплотнения грунта и высокое качество обратных засыпок на практике обеспечиваются послойным уплотнением грунта при условии отсыпки его слоями одинаковой толщины. Каждый отсыпанный слой грунта уплотняют равным числом проходов по одному следу. Толщина уплотняемого слоя должна соответствовать возможностям грунтоуплотнителя и характеризуется видом грунта и требуемой степенью уплотнения. Уплотнение начинают с краев трамбуемой площадки, постепенно передвигаясь к ее середине, причем во избежание пропусков рекомендуется при каждой новой проходке (ударе) захватывать часть уже уплотненной площадки. Плотность грунта контролируется плотномерами ДорНИИ и приборами с использованием радиоактивных изотопов.

Проезжие части траншей запрещено засыпать грунтами, обладающими просадочными свойствами, так как глубокая осадка после устройства дорожных покрытий приводит к дополнительным затратам на ремонт. Проезжие места с усовершенствованным покрытием целесообразно засыпать песком (привозным или местным) или песчаным грунтом с послойным уплотнением и при необходимости с поливкой водой.

Обычно траншеи и котлованы засыпают грунтами, разработанными из этих же траншей, или другими местными материалами, которые не содержат древесных остатков и гниющих включений. Траншеи не рекомендуется засыпать скальными, каменистыми, смерзшимися и торфяными грунтами, а также материалами, полученными от вскрытия дорожного покрытия.

Засыпка узких и глубоких пазух, образуемых подземными конструкциями (коллектор, колодец, камера) и крутыми откосами котлована, связана с определенными трудностями. При этом следует выделить пазухи шириной от 0,7 м, в которых может работать человек, и шириной до 0,7 м, в которые доступ рабочего невозможен, грунт в пазухи может подаваться бульдозерами, экскаватором, оборудованным грейфером, краном или системой транспортеров. Разравнивать его могут в зависимости от формы и размеров пазухи малогабаритным бульдозером типа УЗБТ-54В или микробульдозером МБ-4. В замкнутых полостях грунт более удобно уплотнять подвесными к крану грунтоуплотнителями, а в пазухах, связанных

между собой проходами,— самопередвигающимися виброплитами и ручными трамбовками. Для этой цели могут быть также использованы свайные вибропогружатели, установленные на металлический поддон. В замкнутых пространствах грунт целесообразно уплотнять подвесными электро- или вибротрамбовками, а также с помощью пневмотрамбовок, работающих от передвижного компрессора.

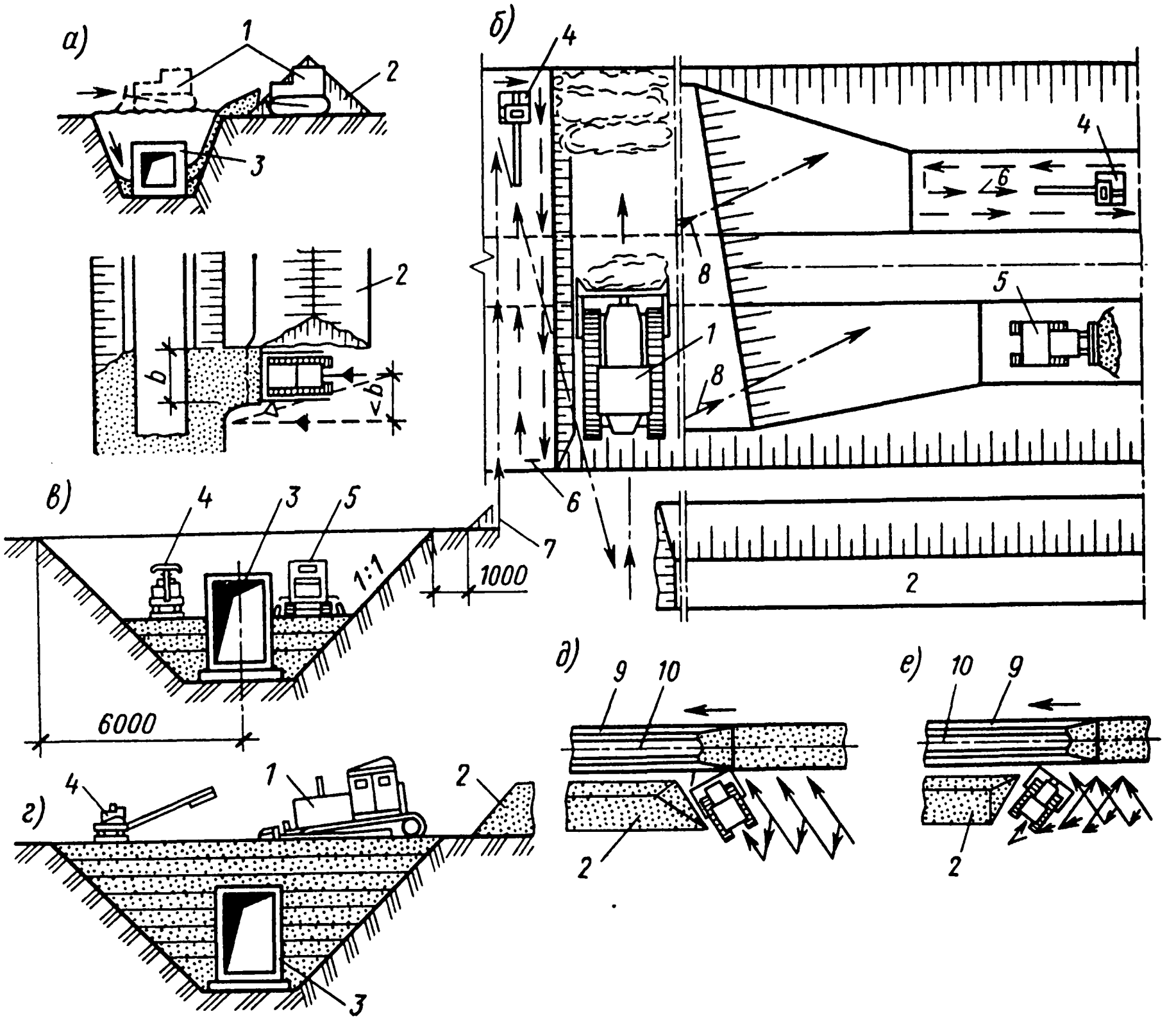


Рис. 14.11. Засыпка траншей коллекторов и трубопроводов:

а — общая схема засыпки бульдозером; *б* — засыпка песчаным грунтом; *в* — первоначальный этап засыпки пазух коллектора; *г* — засыпка слоев поверх коллектора; *д* — засыпка траншеи бульдозером по косопоперечной схеме; *е* — то же, по косоперекрестной схеме; *1* — бульдозер; *2* — резерв грунта; *3* — коллектор; *4* — вибротрамбовка; *5* — малогабаритный бульдозер; *6* — направление движения трамбовки; *7* — то же, бульдозера; *8* — съезд бульдозера; *9* — траншея; *10* — трубопровод

Обратную засыпку грунтом коллекторов, проходных и непроходных каналов целесообразно вести согласно рис. 14.11. Вначале разрабатывают грунт для съезда малогабаритного бульдозера и самоходной вибротрамбовки. Потом при одностороннем расположении резерва устраивают переезд через канал для работы мощного бульдозера. Затем грунт из резерва подается в пазухи траншей по обе стороны коллектора (канала) и на участках в 15 ... 20 м разравни-

вается и уплотняется малогабаритными строительными машинами. Засыпку ведут послойно, причем толщину первого слоя при песчаном грунте можно принять равной 1 м, а последующих — 0,2 ... 0,3 м. Засыпку и разравнивание грунта выше коллектора (канала) производят бульдозером, с помощью которого разрабатывают резерв и подают грунт для малогабаритного бульдозера. При разравнивании и уплотнении как связанного, так и песчаного грунта над коллектором или каналом толщину слоя грунта под работающим бульдозером определяют расчетным путем, исходя из несущей способности покрытия канала (коллектора).

Засыпку грунта в траншеи с трубопроводами рекомендуется выполнять бульдозерами (рис. 14.11, *д, е*), уменьшая крутизну откоса отвала грунта и одновременно подавая грунт в первый слой засыпки. Грунт в траншею подают в объеме, обеспечивающем заданную толщину отсыпаемого слоя, в соответствии с темпами его разравнивания и уплотнения.

Засыпка траншей с вертикальными стенками существенно затрудняется необходимостью выполнения работ в очень стесненных условиях и возможностью обрушения грунта с края траншеи при нагрузке от бульдозера. После засыпки траншеи на 200 мм выше верха трубопровода последующие слои грунта разравнивают микробульдозером и уплотняют пневмотрамбовками слоями 0,3 м.

Котлованы в месте устройства камер засыпают слоями толщиной 300 мм с уплотнением. Особое внимание обращают на уплотнение грунта у неподвижных опор.

14.11. Производство работ в зимнее время

При замерзании грунта механическая прочность его значительно возрастает и, как следствие, затраты времени на его разработку резко возрастают. В то же время временные выемки в мерзлом грунте можно возводить без откосов, что снижает затраты на его разработку.

Земляные работы в зимний период производят тремя основными способами: 1) предусматривают предварительную подготовку грунтов с последующей разработкой обычными методами; 2) мерзлые грунты разрыхляют или нарезают на блоки; 3) мерзлые грунты разрабатывают без их предварительной подготовки или рыхления

Предварительная подготовка грунта для разработки в зимних условиях заключается в предохранении его от промерзания или оттаивании мерзлого грунта.

Предохранение грунтов от промерзания осуществляют путем их предварительного вспахивания и боронования (до наступления заморозков) или утепления различными теплоизоляционными материалами: древесными опилками, листьями, сухим мхом, стружками, торфяной мелочью, соломенными матами, шлаком, снегом, синтетическими материалами толщиной 20 ... 400 мм. Иногда грунт до вспахивания пропитывают солевыми растворами.

Способы оттаивания мерзлых грунтов основаны на том, что за счет тепла, передаваемого в слой мерзлого грунта, растапливается лед в его порах и грунт делается талым.

Способы оттаивания мерзлого грунта классифицируют по направлению распространения тепла и применяемому виду теплоносителя. По первому признаку выделяют три способа оттаивания грунта: сверху вниз (поверхностный); снизу вверх (глубинный); по радиальному направлению. По виду теплоносителя различают следующие основные способы оттаивания мерзлых грунтов: огневой, в тепляках, горизонтальными и вертикальными электродами с подключением к источникам электроэнергии (электропрогрев), с помощью пара или водяных регистров, водяными циркуляционными иглами, солевыми растворами, предварительно нагретым песком или шлаком.

Рыхление мерзлых грунтов осуществляют взрывным или механическим способами.

Взрывной (шпуровой или щелевой) способ наиболее эффективен при глубинах промерзания 0,4 ... 1,5 м при значительных объемах разработки мерзлых грунтов на незастроенных участках. При данном способе участок разбивают на захватки, где на первой из них бурят шпуры или нарезают щели (шпуры и щели располагают в шахматном порядке), заряжают и взрывают их; на второй работы по условиям безопасности не производят; на третьей ведут разработку грунта. Размеры захваток определяют, исходя из сменной производительности экскаватора.

Механическое рыхление мерзлых грунтов клином-молотом, подвешенным к стреле экскаватора,— так называемое рыхление раскалыванием, применяется при отрывке небольших по объему траншей и котлованов.

Рыхление грунта тракторными рыхлителями, у которых непрерывное режущее усилие ножа создается за счет тягового усилия трактора, обеспечивается на глубину 0,3 ... 0,4 м за каждую проходку. Очень часто бульдозер оборудуется рыхлителем и используется попеременно для рыхления и разработки грунта.

Нарезание щелей, разделяющих мерзлый грунт на отдельные блоки, которые затем удаляют экскаватором, можно вести на 0,8 глубины промерзания грунта, так как ослабленный слой на границе мерзлой и талой зон не является препятствием для механизированной разработки грунта.

Рыхление мерзлого грунта дизель-молотами путем скола или нарезки блоков целесообразно применять при глубине промерзания от 0,4 до 1,3 м при хрупких деформациях грунта (т. е. при низких температурах грунта).

Разработку грунтов в мерзлом состоянии можно вести только с помощью мощной землеройной техники, оборудованной специальными режущими инструментами, обеспечивающими разрушение мерзлого грунта.

Характерной особенностью распространенных в районах вечной мерзлоты грунтов являются их мелкозернистая структура и большая водонасыщенность; в мерзлом состоянии — льдистость; в талом состоянии — большая текучесть и малая несущая способность. Поэтому из всех описанных методов применимы лишь те, которые предусматривают предварительное рыхление взрывным или механическим способом. В весенне-летний период целесообразен наиболее распространенный способ послойного оттаивания и разработки грунта (400 ... 500 мм). Для оттаивания верхнего слоя используют теплый атмосферный воздух, дождевые воды или солнечную радиацию.

Засыпка траншей с трубопроводами в зимних условиях отличается от подобной работы в летних условиях только тем, что трубопроводы засыпают талым грунтом на высоту 0,5 м и мерзлый грунт не должен содержать комья более 5 ... 10 см.

14.12. Мероприятия по охране труда при производстве земляных работ

Котлованы и траншеи, разрабатываемые на улицах, проездах, во дворах, ограждают. Выемки необходимо разрабатывать с откосами, предусмотренными СНиПом. Бровки выемок должны быть свободны от статического и динамического нагружения. При разработке выемок с вертикальными стенками крепления следует устанавливать сразу после того, как достигнута допустимая для данного вида грунта глубина проходки с вертикальными незакрепленными стенками. Устанавливать крепления необходимо в направлении сверху вниз по мере разработки выемки. При засыпке таких выемок снимать крепления следует снизу вверх. Образовавшиеся при разработке котлована козырьки грунта должны быть обрушены с принятием соответствующих мер предосторожности и при удалении рабочих из забоя. Состояние (устойчивость) откосов и креплений следует проверять ежесменно.

Землеройные и транспортные машины не должны приближаться к бровке выемки ближе чем на 0,5 м. При работе в темное время суток рабочие места должны быть освещены, а землеройные, транспортные и землеройно-транспортные машины должны иметь индивидуальное освещение.

Спускаться в траншею и подниматься из нее следует лишь по приставным лестницам с врезными ступенями; использовать для этих целей распорки креплений траншей запрещается. Для перехода через траншею следует использовать надежно установленные пешеходные мостки с перилами или проезжие мосты.

При разработке грунта экскаватором рабочим запрещается находиться под ковшом и стрелой и работать со стороны забоя. Посторонние лица могут находиться на расстоянии не менее 5 м от радиуса действия экскаватора.

При рыхлении или электропрогреве грунта и при разработке грунта гидромеханизированным способом территория должна быть ограждена с установкой предупредительных надписей.

Разработку грунта взрывным способом ведут в соответствии с Едиными правилами безопасности при взрывных работах, утвержденными Госгортехнадзором СССР.

Глава 15

КАМЕННЫЕ РАБОТЫ

15.1. Виды каменных кладок. Основные правила разрезки кладки и системы перевязки швов

Каменные работы представляют собой строительные работы, выполняемые при возведении конструкций из штучных камней и блоков на растворе. В зависимости от вида применяемого камня различают следующие основные виды кладок: кирпичную из керамического или силикатного кирпича; мелкоблочную из керамического и природного камней правильной формы; облегченную из пустотелого кирпича и теплоизоляционных материалов; тесовую из природных камней, которым при обработке придают правильную форму; бутовую из природных камней неправильной формы; бутобетонную из бетонной смеси и втапливаемых в нее камней. Основные элементы камней и каменной кладки приведены на рис. 15.1, *а, б*.

Камни (их масса 3 ... 5 кг, а иногда и больше, но не превышает 25 кг) имеют опорные и боковые поверхности. Опорные поверхности — это *постель* камня, а боковые — *тычо́к и ложо́к*. Камни, уложенные ложками вдоль стены, называются *ложко́выми*, а поперек — *тычко́выми*. Крайние камни в стене называются *верстовыми*, а промежуточные между верстовыми — *забуткой*. Пространства между камнями в продольном и поперечном направлении, заполненные раствором, являются швами. В зависимости от степени заполнения швов раствором различают кладку *впустошовку* и *под расшивку* (рис. 15.1, *в*). Если поверхность в дальнейшем штукатурят, то швы на глубину 10 ... 15 мм раствором не заполняют. Указанная впустошовка обеспечивает качественное сцепление наносимой штукатурки с каменной кладкой. При втором виде кладки швы заполняют раствором полностью, придавая им различную форму: выпуклую, вогнутую, прямоугольную и др.

Каменная кладка должна представлять собой монолит, в котором уложенные камни не смещались бы под влиянием действующих на кладку нагрузок. Для этого их следует укладывать с соблюдением трех установленных правил разрезки кладки, предусматривающих определенное расположение ее рядов, разделение каж-

дого ряда на отдельные камни и размещение вертикальных продольных и поперечных швов в смежных рядах кладки (рис. 15.1, *г*).

Правильность форм и стандартность кирпичей дают возможность устанавливать определенный порядок их расположения относительно друг друга, носящий название — система перевязки швов. Наи-

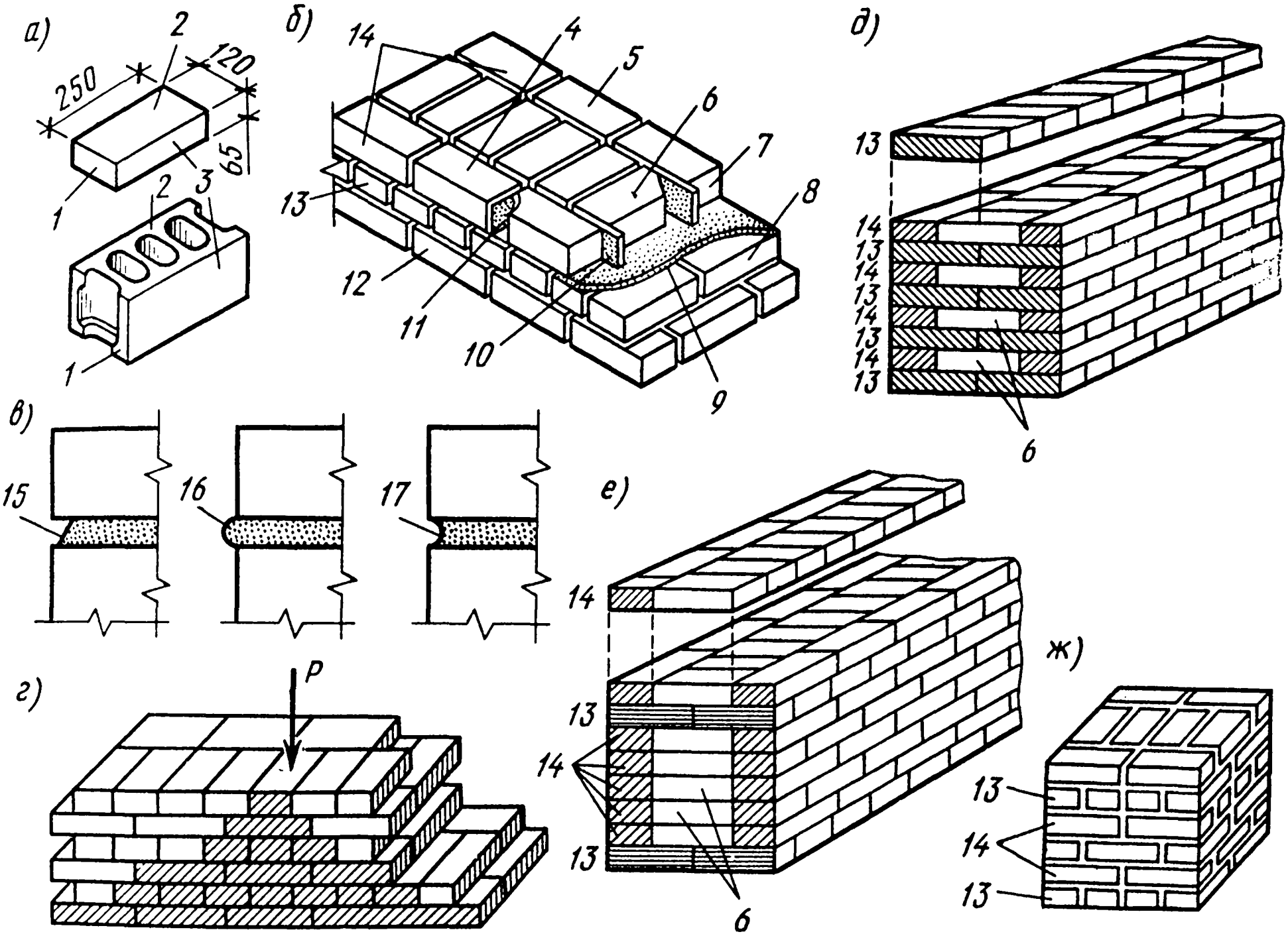


Рис. 15.1. Элементы кладки, правила разрезки и системы перевязки кирпичной кладки:

а — камни; *б* — кладка; *в* — швы кладки; *г* — кладка с перевязкой вертикальных швов; *д* — однорядная система перевязки швов; *е* — то же, многорядная; *ж* — то же, трехрядная; *1* — тычок; *2* — постель; *3* — ложок; *4* — наружная верста; *5* — внутренняя верста; *6* — забутка; *7* — второй ряд; *8* — первый ряд; *9* — горизонтальный шов (постель); *10* — вертикальный продольный шов; *11* — вертикальный поперечный шов; *12* — фасад; *13* — тычковый ряд; *14* — ложковый ряд; *15* — неполный шов; *16* — выпуклый шов; *17* — вогнутый шов

более распространенными системами перевязки являются: одно- и многорядная — для стен и простенков; трехрядная — для столбов и простенков шириной до 1 м. При *однорядной* (цепной) системе каждый ложковый ряд чередуется с тычковым и, следовательно, все вертикальные поперечные и продольные швы каждого ряда перекрываются кирпичами (камнями) следующего ряда (рис. 15.1, *д*). *Многорядную* систему перевязки выполняют чередованием шести рядов кирпича (камня) — одного тычкового и пяти ложковых (рис. 15.1, *е*). При такой кладке вертикальные поперечные швы во всех рядах, кроме тычкового и смежных с ним ложковых, перекрывают

на $^1/_2$ кирпича. Первый ряд указанной кладки укладывают так же как и при однорядной кладке, но с несколько иным расположением двухчетверочных и четверок кирпичей в углу кладки. Второй ряд укладывают ложко́выми так же, как и при однорядной кладке, а с 3-го по 6-й ряды укладывают одними ложка́ми вдоль стены. Вертикальные продольные швы в пяти смежных рядах по вертикали не перекрывают. Перекрывают их только на 6-м ряду тычковыми верстовыми или забуточными кирпичами.

Разновидностью многорядной кладки является трехрядная система перевязки, выполняющаяся чередованием трех ложко́вых и тычко́вых рядов, допуская в трех смежных рядах совпадение вертикальных швов, перевязываемых кирпичами (камнями) 4-го ряда (рис. 15.1, *ж*).

15.2. Растворы для каменной кладки

Каменную кладку ведут на растворе, которым выравнивают постели камней и заполняют вертикальные швы, связывая отдельные камни между собой. Затвердевший в швах раствор передает усилия от одних камней на другие, распределяя их равномерно по площади камней; уменьшает звукопроводность, продуваемость и влагопроницаемость кладки; повышает несущую способность и долговечность кладки; улучшает теплотехнические свойства.

По виду вяжущих растворы бывают простые — цементные, известковые, гипсовые, глиняные и сложные — цементно-известковые, цементно-глиняные. По виду заполнителей растворы делят на тяжелые (холодные) плотностью более 1500 кг/м^3 и легкие (теплые) плотностью менее 1500 кг/м^3. По маркам растворы применяют: для нормальных условий — М4; М10; М25; М50; М75; М100; М150; М200; в зимних условиях — М10; М15; М25; М35; М50; М100; М150; М200 и М300. Марку раствора определяют по пределу прочности на сжатие при испытании кубиков с ребром 70,7 мм на 28-й день твердения. Составы растворов подбирают в строительных лабораториях.

Кроме прочности растворы должны обладать подвижностью и водоудерживающей способностью. Подвижность раствора зависит от водовяжущего отношения (В/В) и определяется величиной погружения в него стандартного конуса. Для повышения подвижности и водоудерживающей способности растворов в них добавляют пластифицирующие добавки (глину, известь, мылонафт, сульфитно-спиртовую барду и др.).

Растворы, как правило, готовят на растворобетоносмесительных заводах и установках и доставляют на строящиеся объекты в самосвалах и авторастворовозах с порционной выдачей в растворные ящики, вместимостью 0,15 ... 0,25 м^3. Чтобы раствор не расслаивался, его периодически перемешивают.

Если невозможно обеспечить строительную площадку готовым раствором, то используют сухие смеси или раствор приготавливают

в передвижных или приобъектных механизированных установках.

Кроме вышеупомянутых растворов в системах теплогазоснабжения и вентиляции применяются специальные растворы, в частности, огнеупорные и теплоизоляционные. Огнеупорные растворы должны быть близки по химическому составу, огнестойкости, шлако- и газостойкости к применяемому кирпичу. Так, шамотный кирпич укладывают на растворе, содержащем шамотный порошок и огнеупорную глину; динасовый кирпич — на растворах, содержащих динасовый порошок и огнеупорную глину; магнезитовый кирпич кладут без раствора на постель из просушенного и просеянного магнезитового порошка.

На строительной площадке специальный раствор готовят из мертелей (сухих тонкоизмельченных огнеупорных порошков) и воды или жидкого стекла. Компоненты тщательно перемешивают в растворосмесителях. Для повышения пластичности в раствор добавляют огнеупорную глину или кальцинированную соду.

15.3. Кладка из кирпича и мелкоштучных камней правильной формы

Каменная кладка включает в себя следующие рабочие операции: установку порядовок; натягивание причалок для обеспечения правильности кладки; подачу и раскладку кирпичей на стене; перелопачивание раствора в ящике; подачу раствора на стену и расстилание его под наружную версту; укладку наружной версты; расстилание раствора под внутреннюю версту; укладку внутренней версты; расстилание раствора под забутку; укладку забутки; проверку правильности выложенного ряда кладки; расшивку швов (при необходимости).

Порядовки устанавливают в углах кладки, местах пересечения стен и на прямых участках стен не реже чем через 12 м. Причалку натягивают между порядковыми. Во избежание ее провисания через 4...5 м под нее укладывают на растворе маячные камни или бруски, а сверху прижимают камнем, уложенным насухо на маяк.

Кирпич укладывают тремя способами: вприсык, вприсык с подрезкой и вприжим, а в забутку вполуприсык. Выбор способа зависит от состояния кирпича, времени года, требований к качеству лицевой поверхности кладки и пластичности раствора. Приспособления для установки причалки и способы укладки кирпича приведены на рис. 15.2.

Для перевязки швов требуются неполномерные кирпичи (четвертки, половинки, трехчетвертки). Заготавливают их во время работы: сначала каменщик острием молотка-кирочки или ребром комбинированной кельмы делает насечки на двух противоположных плоскостях кирпича, а затем резким ударом молотка-кирочки или кельмы откалывает намеченную часть.

Вертикальность поверхностей кладки, углов и четвертей проемов проверяют отвесом не реже двух раз на каждый метр, а горизонтальность рядов кладки — нивелиром несколько раз по ходу кладки стены каждого этажа. Кроме того, не реже двух раз на 1 м высоты положение рядов кладки проверяют уровнем-правилом. Отклонение рядов кладки от горизонтали допускается не более 20 мм на 10 м длины стены, а отклонение от вертикали поверхности и углов кладки не должно превышать 10 мм на один этаж и 30 мм на все здание. Толщину швов контролируют, периодически измеряя высоту пяти-шести рядов кладки и вычисляя среднее значение толщины шва.

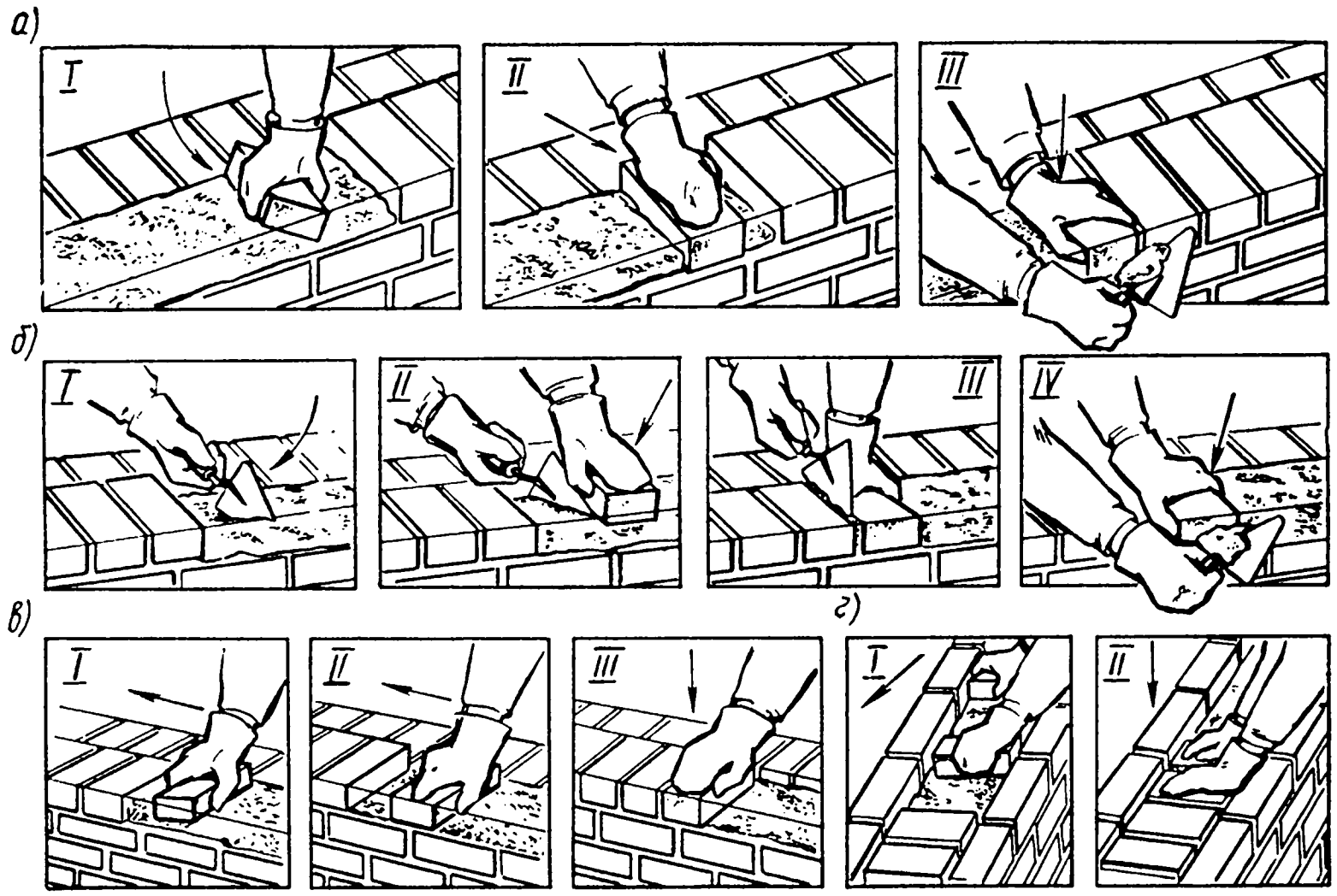


Рис. 15.2. Способы укладки кирпича:

а — кладка тычкового ряда наружной версты вприсык с подрезкой; *б* — то же, вприжим; *в* — то же, вприсык; *г* — кладка забутки вполуприсык; *I, II, III, IV* — последовательность выполнения приемов кладки

Если в швы между кирпичами в продольном или поперечном направлениях уложить стальную сетку, стальную арматуру или полосовую сталь, то такая кладка называется *армированной.*

Рабочее место звена каменщиков включает в себя участок возводимой стены и части примыкающей к ней площади, в пределах которой размещаются материалы, приспособления, инструмент и передвигаются сами каменщики. Организация рабочего места должна исключать непроизводительные движения рабочих и обеспечивать наивысшую производительность труда. Поэтому оно должно иметь ширину около 2,5 м и делиться на три зоны: рабочую — свободную полосу вдоль кладки шириной 0,6 ... 0,7 м, на которой работают каменщики; зону материалов шириной 1,3 ...

... 1,6 м, на которой размещают кирпич, раствор и детали, закладываемые в кладку; транспортную, где работают такелажники, обеспечивающие каменщиков материалами и деталями.

Так как наибольшей высотой, на которой еще рационально вести кладку, является 1,2 м, то при достижении ее необходимо установить (или переставить) подмости. При каменной кладке используют подмости различных типов, в том числе стоечные, трубчатые, инвентарно- и шарнирно-блочные, панельные, позволяющие изменить высоту рабочего места для кладки 2 ... 3 ярусов стен.

Для кладки стен высотой более 6 м устанавливаются леса, представляющие собой систему стоечных опор, на которых закрепляют переставные рабочие площадки. Наиболее широко распространены при каменной кладке трубчатые безболтовые леса конструкции Промстройпроекта из стоек и ригелей, соединяемых крюками за патрубки.

Организация труда бригады каменщиков состоит в определении уровня специализации отдельных звеньев, их квалификационного и численного состава. Рабочие операции, входящие в каменную кладку, не равноценны по сложности. Выкладывать маяки, закреплять порядовку, устанавливать причалку, класть ряды, облицовывать кладку и контролировать ее качество должен каменщик высокой квалификации, а подавать и расстилать раствор, раскладывать кирпич и мелкие блоки, класть забутку могут менее квалифицированные каменщики (подручные). Основу любого звена составляет «двойка» — каменщик 5 ... 4-го разряда (ведущий) и каменщик 2-го разряда (подручный). По числу человек в звене их называют соответственно «двойка», «тройка», «четверка», «пятерка», «шестерка». Количественный и квалификационный состав звена зависит от сложности кладки, толщины возводимой стены или сечения столба.

Кладку стен каналов и туннелей в полкирпича ведут ложко́выми рядами, смещая каждый последующий ряд относительно предыдущего на $^1/_2$ кирпича. Кладка стен туннелей, камер, каналов и колодцев толщиной в 1 кирпич производится с чередованием тычко́вых и ложко́вых рядов по однорядной системе перевязки. Перевязка вертикальных поперечных швов осуществляется смещением рядов на $^1/_4$ кирпича. Стены толщиной в $1^1/_2$ кирпича и больше ведут по однорядной системе перевязки с чередованием тычко́вых и ложко́вых рядов верстовых кирпичей.

Круглые колодцы выкладывают тычко́выми рядами, смещая каждый последующий ряд относительно предыдущего на $^1/_4$ кирпича. В связи с тем, что круглые колодцы в своей нижней части имеют рабочую камеру, диаметр которой значительно превышает диаметр их верхней части (горловины), переход от рабочей камеры к горловине обеспечивают за счет постепенного напуска укладываемых кирпичей внутрь колодца на 15 ... 30 мм в каждом ряду.

15.4. Бутовая и бутобетонная кладка

Бутовая кладка — это кладка природных камней массой не более 30 кг неправильной формы на растворе.

Для бутовой кладки используют рваный камень, в том числе, постелистый с двумя примерно параллельными гранями, и булыжный, имеющий округлую форму.

Бутовую кладку применяют при возведении фундаментов, стен подвалов, подпорных стенок и т. п. Кладку ведут горизонтальными рядами по возможности одинаковой толщины с перевязкой швов, чередуя в каждом ряду тычковые и ложковые камни. Углы примыкания и пересечения, а также верстовые ряды выкладывают из более крупных постелистых камней. Перед укладкой камни очищают, а в сухую, жаркую и ветреную погоду еще и смачивают водой.

Первый ряд укладывают на подготовленное основание насухо из крупных постелистых камней, тщательно заполняют пустоты щебнем, утрамбовывают и заливают жидким раствором. Кладку последующих рядов выполняют под залив или под лопатку.

При кладке под залив каждый ряд камней высотой 0,15...0,2 м кладут насухо враспор со стенками траншеи или в опалубке без выкладки верстовых рядов. Затем, заполнив все пустоты мелким щебнем, заливают уложенный слой жидким раствором, и так каждый ряд кладки. Так как раствор не всегда попадает в места, где камни соприкасаются друг с другом, и распределяется не по всей поверхности, кладка получается с пустотами, что снижает ее прочность. Поэтому иногда выполняют кладку под залив с виброуплотнением, применяя площадочный вибратор.

Кладку под лопатку начинают с выкладывания верстовых рядов и ведут горизонтальными рядами толщиной 0,25 ... 0,3 м с подбором и приколкой камней. Каждый камень укладывают на раствор и осаживают ударами кувалды.

В промежутки между верстовыми рядами набрасывают раствор и на него укладывают камни забутки. Пространство между камнями расщебенивают.

Бутобетонная кладка заключается в том, что в бетонную смесь горизонтальными рядами не более 0,3 м втапливают бутовые камни «изюм» при объеме их до половины общего объема кладки. Камни втапливают наполовину их высоты, оставляя между ними, стенками траншеи или щитами опалубки зазоры по 40...60 мм, и после укладки слоя бетонной смеси вибрируют площадочным вибратором или уплотняют трамбованием.

При достаточном наличии местного камня бутобетонная кладка может применяться для устройства фундаментов под дымовые трубы, подземные борова, под оборудование и другие сооружения систем теплогазоснабжения и вентиляции. Кладку бутобетонных фундаментов ведут в опалубке. При связных грунтах допускается

ведение бутобетонной кладки в траншеях с вертикальными стенками, однако вибрирование такой кладки разрешается только при грунтах не ниже III группы.

15.5. Каменная кладка специальных сооружений

Кладка кирпичных дымовых труб круглого поперечного сечения имеет ряд особенностей по сравнению с обычной кладкой. Растворы для кладки применяют сложные: М50; М75; М100. После раз-

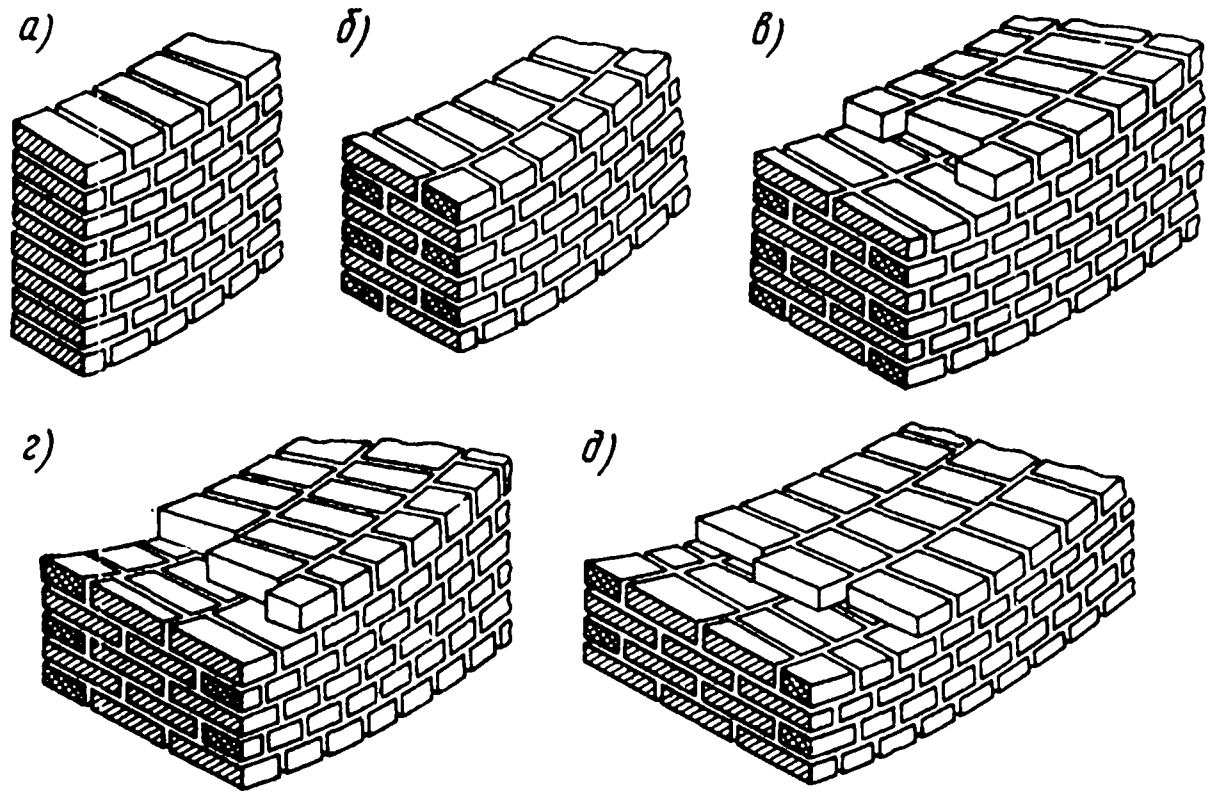


Рис. 15.3. Перевязка швов кладки стен толщиной:
а — в 1 кирпич; *б* — в 1½ кирпича; *в* — в 2 кирпича; *г* — в 2½ кирпича; *д* — в 3 кирпича

метки кладку ствола трубы ведут тычко́выми рядами, а ложко́вые ряды допускают с наружной стороны при кладке труб только большого диаметра. Ствол трубы кладут со строгим соблюдением перевязки швов (рис. 15.3): при кладке из обычного кирпича концентрические швы перевязывают на половину кирпича, а при кладке из лекального кирпича — не менее чем на 100 мм. Радиальные швы перевязывают на ¼ кирпича при обычном кирпиче и наполовину ширины при лекальном кирпиче. Кладку наружного ряда кирпичей ведут так, чтобы тычковые грани ложились точно по очерченной линии наружной окружности. Таким же образом выкладывают ряд кирпичей по внутренней окружности. Наружный ряд кирпичей кладут под расшивку, а внутренний — вподрезку. Забутку ведут с полным заполнением швов. Для того чтобы вертикальные швы по мере кладки конической трубы не набегали друг на друга, применяют трехчетвертки кирпича, укладываемые ложка́ми вдоль поверхности стены. Проверку уклона конической трубы в вертикальной плоскости производят не менее одного раза в сутки сбавочным уровнем, который прикладывают косой частью к наружной поверхности трубы. Вертикальность оси ствола проверяют отвесом через каждые 5 м по высоте. Толщина стенки ствола

трубы по высоте уменьшается за счет устройства уступов с внутренней стороны трубы.

В результате сжигания различного топлива в топках котлов образуются продукты сгорания с разной степенью агрессивности и влажности и различными температурами отходящих газов. Для защиты ствола трубы от их воздействия чаще всего устраивают футеровку — специальную защитную стенку внутри трубы из обычного керамического или специального кирпича (рис. 15.4). При этом между внутренней поверхностью ствола трубы и наружной поверхностью футеровки оставляют зазор, который может быть воздушной прослойкой или заполняется шлаком, шлаковатой и другим термоизоляционным материалом.

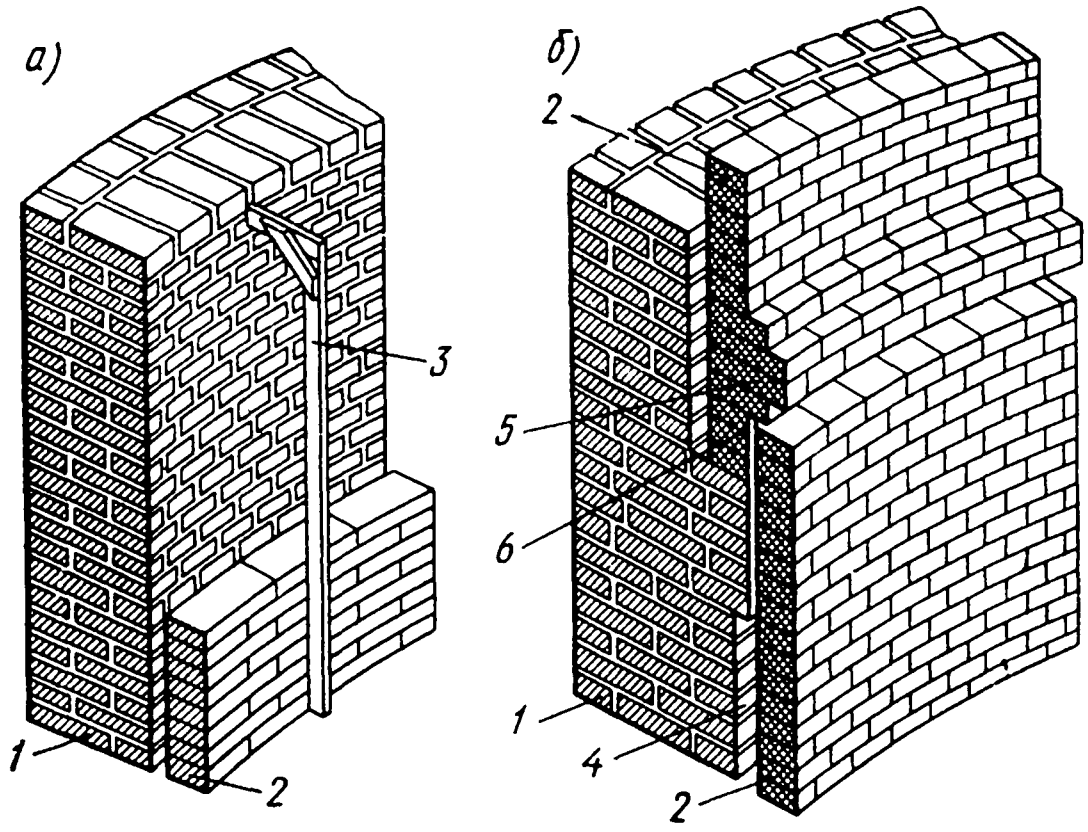


Рис. 15.4. Футеровка трубы в $^1/_2$ кирпича:
а — прямая; *б* — сопряжение смежных поясов футеровки; *1* — стенка ствола трубы; *2* — футеровка; *3* — шаблон для проверки правильной футеровки; *4* — воздушный зазор; *5* — напускные ряды футеровки; *6* — температурный зазор между рядами футеровки

Кладку кирпичных труб производят с переставных подмостей, оборудованных простейшими грузоподъемными средствами (возведение труб высотой до 40 м) или шахтных подъемников, оснащенных подъемными головками в виде пространственной рамы с рабочей площадкой.

Кладка борова обычно состоит в устройстве двух стенок, перекрытых сводом, и выстилки по бетонной подготовке. Сооружение боровов из кирпича начинают с разбивки на готовом бетонном основании осей каналов, а также размещения шиберов и клапанов. Потом по бетонному основанию делают выстилку из кирпича с последующей кладкой стен канала борова. Затем устанавливают опалубку и производят кирпичную кладку свода (рис. 15.5) от пят к замку (вершине) одновременно с двух сторон. Пятовые опоры изготовляют из специальных фасонных камней или вытесывают из нормальных кирпичей. Для предохранения пятового кирпича от быстрого разрушения пяты сводов обычно углубляют в стены на 20 ... 30 мм.

Замыкающие кирпичи в своде предварительно подбирают насухо так, чтобы последний кирпич при нажиме рукой заходил в свод не более $^2/_3$ своей длины. После указанного подбора кирпичи укладывают на раствор, а замковый кирпич забивают с помощью киянки или металлической кувалды через деревянную прокладку.

Кирпичные высокотемпературные борова выкладывают с футе-

ровкой из огнеупорного кирпича в следующем порядке: выкладывают выстилку по бетонному основанию и стены из обыкновенного керамического кирпича; выполняют все работы по огнеупорной футеровке выстилки, стен, свода; по своду из огнеупорного кирпича делают смазку густой глины толщиной 15 ... 20 мм, по которой кладут второй слой из обыкновенного керамического кирпича со швами толщиной 10 мм. Кладку футеровки ведут со швами для стен 3 мм, для выстилки — 5 мм, для сводов — 2 мм. Температурные швы в огнеупорной кладке боровов размером 10 ... 15 мм оставляют через каждые 5 м по длине, а в кладке из обыкновенного керамического кирпича температурные швы не делают.

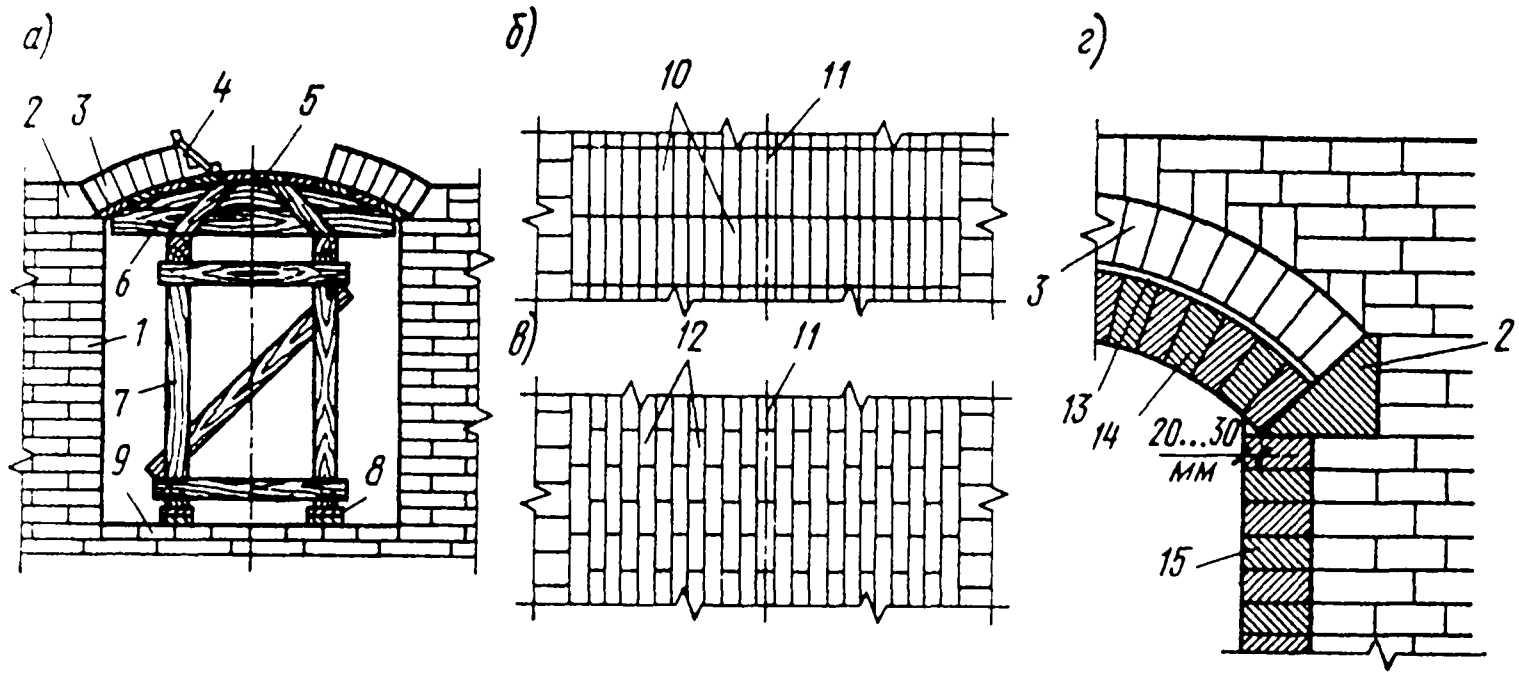


Рис. 15.5. Кирпичная кладка боровов:

а — из обыкновенного глиняного кирпича; *б* — план свода при кладке кирпича кольцами; *в* — то же, вперевязку; *г* — футеровка борова огнеупорным кирпичом; *1* — кладка из обыкновенного глиняного кирпича; *2* — фасонный пятовый камень; *3* — окат свода из глиняного кирпича; *4* — угольник для проверки кладки кирпичей свода; *5* — опалубка; *6* — кружала; *7* — стойка; *8* — клинья; *9* — выстилка; *10* — кладка кольцами; *11* — клиновой кирпич; *12* — кладка вперевязку; *13* — слой жирной глины; *14* — окат свода из огнеупорного кирпича; *15* — футеровка из огнеупорного кирпича

15.6. Огнеупорная кладка

К огнеупорной кладке предъявляются дополнительные требования по прочности, плотности и химической стойкости. Это достигается предварительным подбором и подгонкой кирпича друг к другу насухо, строгим соблюдением перевязки и выдерживанием требуемой толщины шва.

Огнеупорную кладку производят по однорядной системе перевязки с той лишь разницей, что вертикальные поперечные швы верстовых рядов и забутки также перевязывают между собой. Основные правила разрезки и системы перевязки кирпичной огнеупорной кладки изображены на рис. 15.6.

Качество кладки обмуровки в значительной степени зависит от толщины и качества выполнения швов кладки. По этим признакам

огнеупорная кладка может быть разделена на следующие четыре категории: особо тщательная огнеупорная кладка с толщиной шва не более 1 мм; тщательная — с толщиной шва не более 2 мм; обыкновенная — с толщиной шва не более 3 мм и грубая (красная) — с толщиной шва более 3 мм.

При выполнении обмуровки в кладке оставляют температурные горизонтальные и вертикальные швы, размеры и расположение которых устанавливают в каждом случае рабочим проектом, рабочей документацией или заводской инструкцией по эксплуатации котлоагрегатов.

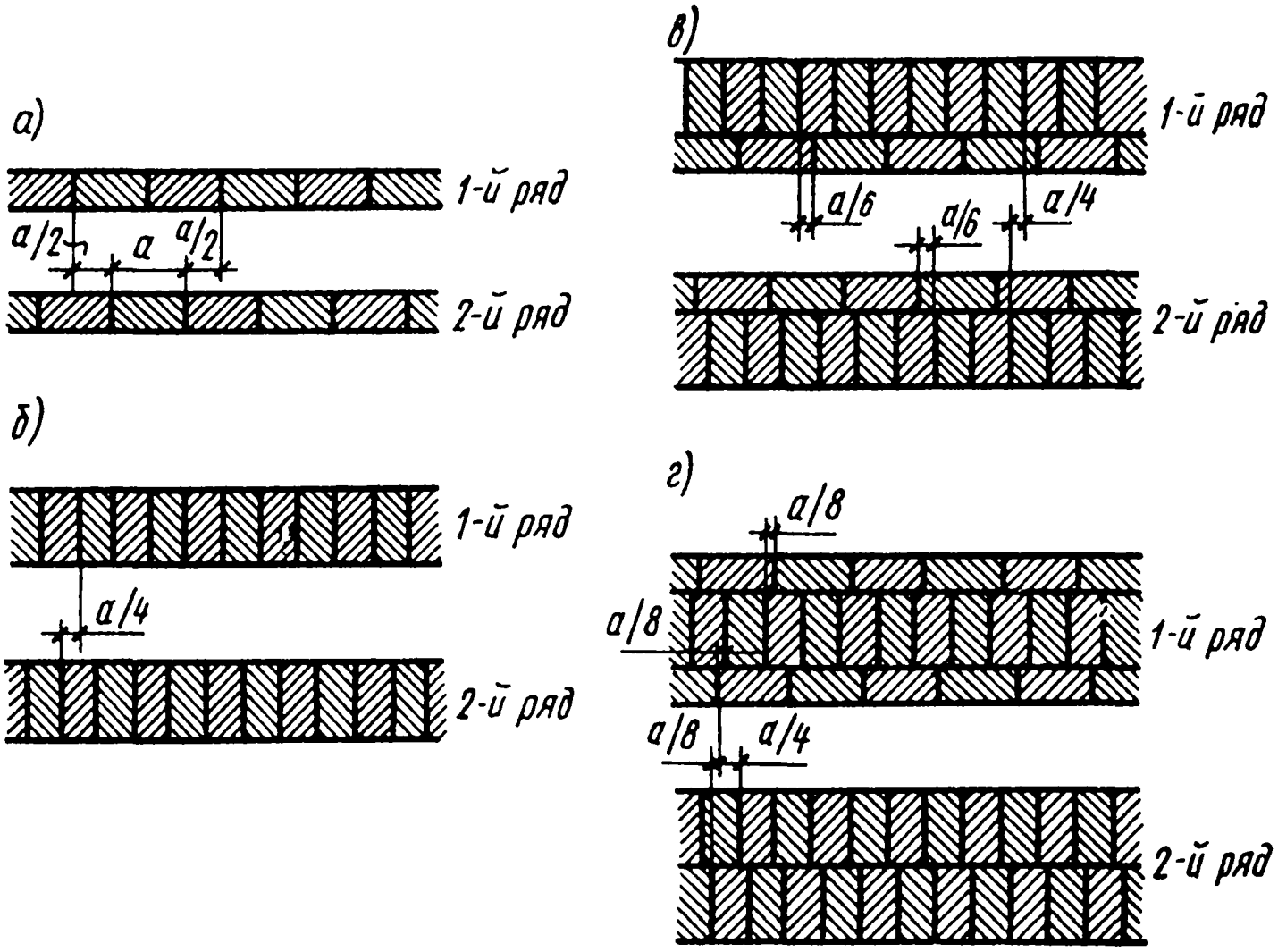


Рис. 15.6. Перевязка швов огнеупорной кладки стен толщиной:
а — в ½ кирпича; *б* — в 1 кирпич; *в* — в 1½ кирпича; *г* — в 2 кирпича

Сопряжение стен кладки обычно выполняют с устройством температурных вертикальных швов, указанных в рабочей документации. Для удобства устройства таких швов закладывают деревянные рейки длиной 1,5 м и переставляют их по ходу кладки. Готовый температурный шов очищают от раствора и мусора и заполняют асбестовым шнуром. Шнур, расположенный ближе к огневому пространству, промазывают жидким раствором огнеупорной глины или графитом.

Горизонтальные температурные швы в случае отсутствия разгрузочных кронштейнов делают путем опирания футеровки на наружный слой из обыкновенного кирпича. Для этой цели в наружный облицовочный слой выпускают несколько рядов огнеупорного кирпича.

15.7. Инструменты и приспособления для каменной кладки

Процесс кладки состоит из ряда производственных и контрольно-измерительных операций, выполняемых с помощью соответствующих инструментов и приспособлений.

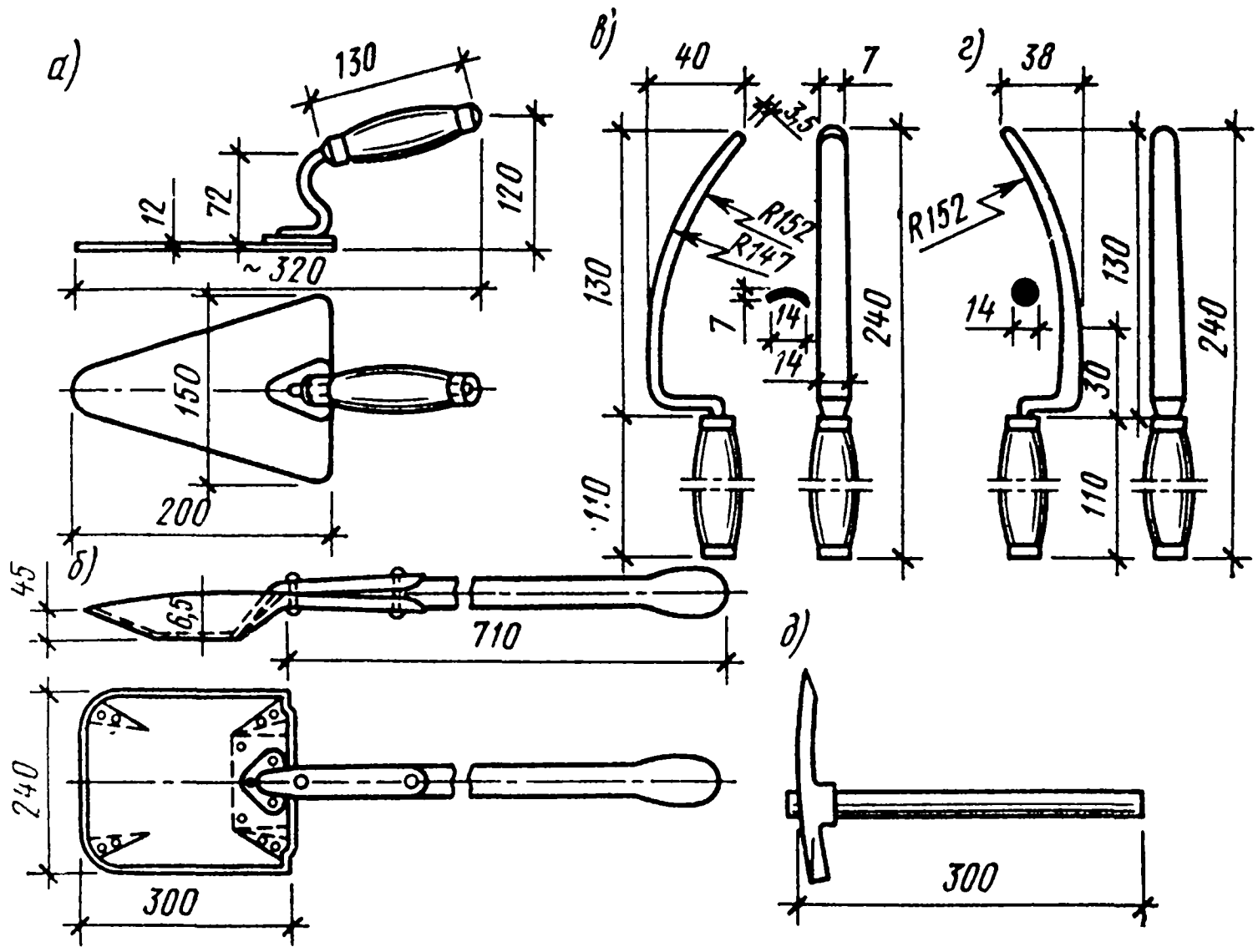


Рис. 15.7. Основной производственный инструмент каменщика:
а — кельма; *б* — лопата растворная; *в, г* — расшивка для швов выпуклых и вогнутых; *д* — молоток-кирочка

К основному производственному инструменту относятся кельма, молоток-кирочка, ковш-лопата, расшивка (рис .15.7). Кельмой разравнивают раствор (подготовка постели), заполняя вертикальные швы, подрезают лишний раствор и окалывают кирпич. Ковшом-лопатой (растворной лопаткой) перемешивают раствор в ящике и подают его на стену. Молоточком-кирочкой рубят и стесывают кирпич и керамические камни. Расшивками придают швам, заполненным раствором, выпуклую или вогнутую форму.

К контрольно-измерительному инструменту и приспособлениям относятся порядовки, шнур-причалка, правило, уровень, отвес, угольник, складной метр, рулетка измерительная (рис. 15.8). Рулетку и складной метр применяют при разметке проемов, примыканий и пересечений и при других измерительных операциях. Порядовки (металлические уголки сечением 60×60×5 мм или деревянные рейки сечением 50×50 ... 70×70 мм, длиной 1,8 ... 2 м, на гранях которых через каждые 77 мм (толщина кирпича 65 мм плюс толщина шва из раствора 12 мм) сделаны пропилы. Устанавливают порядовки на углах стен и в местах пересечения их с

перпендикулярно расположенными стенами по нивелиру и отвесу. Прикрепляют их к стенам скобами и винтами с рукоятками. Для кладки специальных сооружений применяются порядовки с пропилами через 66, 67, 68, 70, 72 мм.

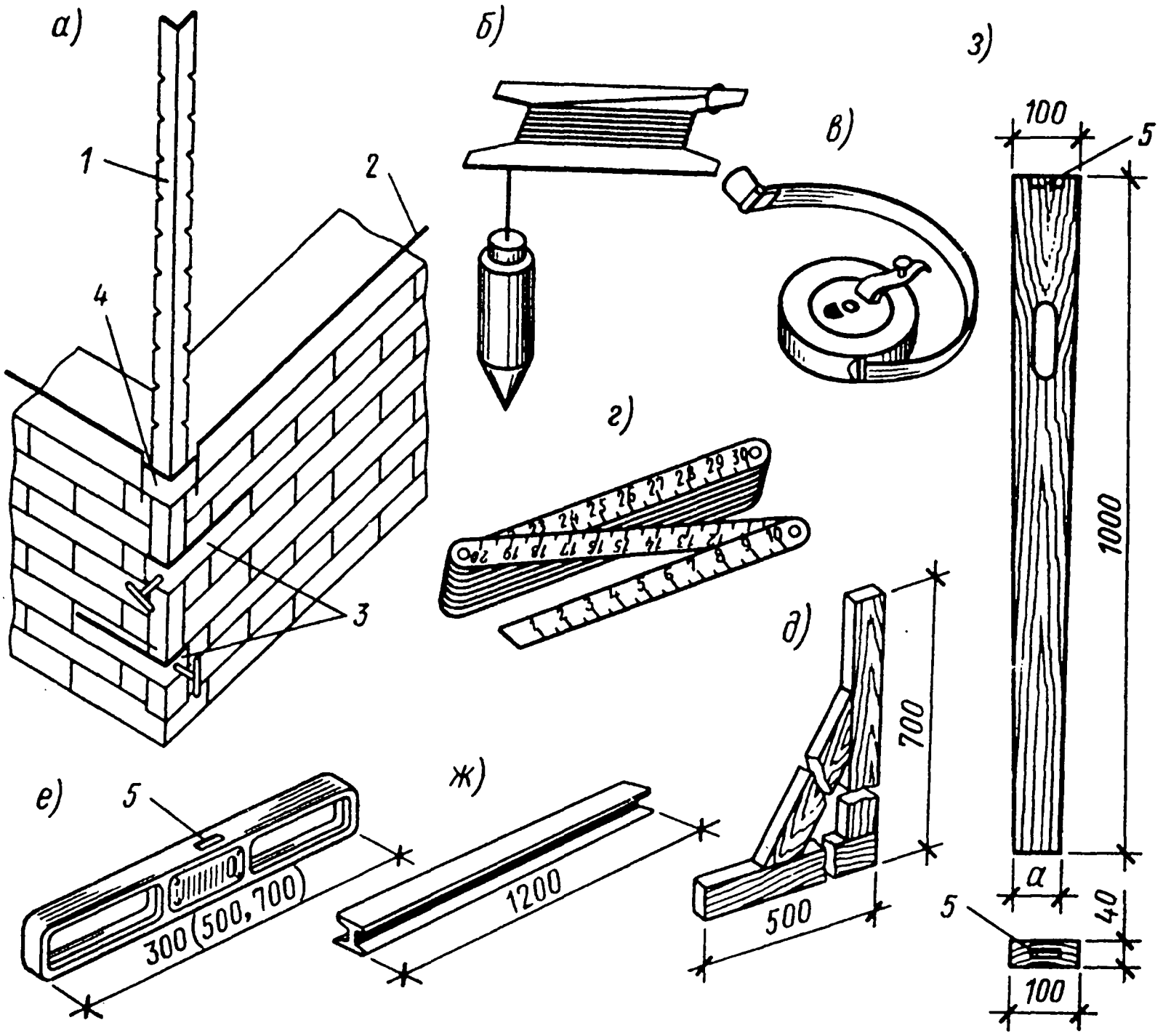


Рис. 15.8. Контрольно-измерительный инструмент и приспособления:
а — схема установки порядовки; *б* — отвес; *в* — рулетка; *г* — складной метр; *д* — угольник; *е* — строительный уровень; *ж* — дюралюминиевое правило; *з* — сбавочный уровень; *1* — порядовка; *2* — шнур-причалка; *3* — скобы для крепления порядовки; *4* — ползунок; *5* — ампула уровня

Шнуром-причалкой фиксируют горизонтальность и прямолинейность верхней грани и толщину верстовых рядов. Ее крепят к ползункам порядовок или причальным скобам и натягивают. Правилом — деревянной рейкой сечением 30×80 мм, длиной 1,5 ... 2,0 м или дюралюминиевой длиной 1,2 м — контролируют лицевую поверхность кладки. Строительным уровнем проверяют горизонтальность и вертикальность поверхностей кладки. Специальный сбавочный уровень используют для контроля вертикальности цилиндрической части трубы и наклона образующей конической части. Угольник (деревянный или металлический) служит для проверки правильности кладки углов стен и столбов. Отвесом контролируют вертикальность углов и поверхностей конструкций.

15.8. Производство каменной кладки в зимних условиях

В зависимости от назначения здания или сооружения и вида кладки каменные работы при отрицательных температурах выполняются следующими основными способами: замораживанием; с применением противоморозных добавок, обеспечивающих твердение раствора при отрицательной температуре; замораживанием в сочетании с искусственным оттаиванием и обогревом кладки нижележащих слоев; с искусственным обогревом раствора в швах в процессе возведения кладки; в тепляках.

Способ замораживания (наиболее экономичный и распространенный) основан на том, что замерзший в швах раствор твердеет в основном после оттаивания кладки и частично до замерзания (вследствие положительной температуры раствора), а также при зимних и весенних оттепелях или искусственном отогревании кладки. Способом замораживания допускается возводить здания и сооружения высотой не более 15 м с выполнением ряда мероприятий, препятствующих возникновению опасных деформаций в кладке (установка дополнительных стальных связей, анкеров и сжимов, особенно в углах наружных стен и в местах примыкания внутренних стен к наружным). Кладку ведут с использованием пластичных цементных, цементно-известковых или цементно-глиняных растворов. Марки растворов назначают исходя из температуры воздуха в момент кладки. Они к месту кладки должны подаваться в подогретом состоянии 278 ... 288 К (5 ... 15°С), при морозе 263 ... ... 253 К (10 ... 20°С).

С целью повышения прочности раствора к моменту замерзания и понижения температуры замерзания в раствор вводят противоморозные добавки (нитрит натрия, хлориды кальция и поташ). Количество и состав добавок зависят от среднесуточной температуры воздуха и определяются строительной лабораторией. Кладку на растворах с противоморозными добавками ведут, как и кладку способом замораживания, но при условии, что приготовленный раствор должен быть использован в дело с температурой не ниже 278 К (5°С) до начала его схватывания.

Если невозможно строить здания на всю высоту способом замораживания, то этот способ сочетают с искусственным отогревом возведенных конструкций нижерасположенной части здания. Таким образом, возводят такую часть здания, которая даст возможность оставшуюся часть здания по высоте выполнить способом замораживания.

При возведении специальных сооружений иногда искусственно прогревают раствор в швах переменным электрическим током, реже паром или горячим воздухом. Электрический ток к раствору подводят с помощью стержневых электродов диаметром 4 ... 6 мм, укладываемых в горизонтальные швы. Расстояние между электродами и подводимое напряжение определяют расчетом.

В исключительных случаях сравнительно небольшие здания и сооружения возводят в тепляках, где с помощью нагревателей или калориферов обеспечивают температуру окружающей среды в пределах 278 ... 283 К (5 ... 10°С).

15.9. Требования к качеству каменных работ

Качество кладки необходимо проверять на протяжении всего процесса ее возведения, применяя соответствующие инструменты и приспособления. Во время каменной кладки следует осуществлять приемку скрытых работ с составлением соответствующего акта. Промежуточной приемке с составлением актов подлежат следующие законченные работы и конструктивные элементы: основания и фундаменты; гидроизоляция (особенно горизонтальная); установленная арматурная сталь; участки кладки в местах опирания ферм, прогонов и балок; установка закладных частей; закрепление карнизов и балконов; деформационные швы; защита от коррозии стальных элементов и деталей, заделываемых в кладку; заделка концов прогонов и балок в стенах и столбах; опирание плит перекрытий на стены.

Отклонения в размерах и положении каменных конструкций от проектных не должны превышать допустимых. В частности, неровности на поверхности стен, обнаруженные при накладывании рейки длиной 2 м, не должны быть более 100 мм для оштукатуриваемых и не более 5 мм для неоштукатуриваемых стен. Качество применяемых для кладки материалов и изделий устанавливают по паспортам заводов-изготовителей, а качество раствора — по актам лабораторных испытаний.

15.10. Мероприятия по охране труда при производстве каменных работ

Каменщик должен работат в каске, рукавицах или напальчниках. Кладку стен следует вести с междуэтажных перекрытий, инвентарных подмостей или лесов. Подмости и леса необходимо устанавливать на деревянные подкладки, расположенные перпендикулярно возводимой стене. Зазор между настилом подмостей и стеной не должен превышать 50 мм. Все настилы лесов и подмостей высотой более 1,1 м ограждают перилами. За состоянием всех конструкций и узлов соединений лесов и подмостей устанавливают систематическое наблюдение и контроль. После каждого перемещения средств подмащивания уровень кладки должен быть не менее чем на 0,7 м выше уровня рабочего настила или перекрытия.

На рабочее место камни подаются с устройствами, не допускающими выпадения материала. Нельзя сбрасывать с перекрытий, лесов, подмостей порожние поддоны, ящики, футляры, камни и т. п. Запрещается оставлять на стенах во время перерывов в работе материалы, мусор, инструмент.

Вести кладку стен толщиной до 0,75 м, стоя на стене, запрещается. При большей толщине разрешается производить кладку со стены, но с применением предохранительных поясов, закрепленных за специальные страховочные устройства.

При кладке стен высотой более 7 м по периметру здания или сооружения устанавливают защитные козырьки. Ходить по козырькам, использовать их в качестве подмостей, а также укладывать на них материалы не допускается. При возведении зданий и сооружений не более 7 м вместо устройства козырьков производят установку на земле по периметру кладки ограждения на расстоянии не менее 1,5 м от стены. В этом случае над входом в здание или сооружение устраивают навесы размером в плане не менее 2×2 м.

Для каменных конструкций, выполненных способом замораживания, должны быть разработаны мероприятия по обеспечению устойчивости и прочности конструкций в период оттаивания и набора прочности. В этот период в здание не допускаются лица, не участвующие в мероприятиях по обеспечению устойчивости указанных конструкций.

Глава 16

БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ РАБОТЫ

16.1. Состав бетонных и железобетонных работ

Часть сооружений систем теплогазоснабжения и вентиляции возводится из бетонных и железобетонных конструкций. В зависимости от способа производства работ различают конструкции монолитные, сборные и сборно-монолитные с ненапрягаемой и напрягаемой арматурой.

Комплекс работ по возведению бетонных и железобетонных работ состоит из заготовительных, транспортных и монтажно-укладочных процессов.

Заготовительные процессы — изготовление арматурных каркасов, опалубки, заготовка ненапрягаемой и напрягаемой арматуры, сборка арматурно-опалубочных блоков, подбор состава и приготовление бетонной смеси осуществляют, как правило, в специально оснащенных цехах, установках или на заводах. Опалубку, арматурные изделия, арматурно-опалубочные блоки и бетонную смесь к строящимся объектам доставляют обычными или специальными транспортными средствами. К монтажно-укладочным процессам относятся установка (монтаж) опалубки, арматуры, арматурно-опалубочных блоков, подача, распределение, укладка и уплотнение бетонной смеси, уход за уложенным бетоном, натяжение арматуры и инъецирование растворной смеси в каналы (при возведении предварительно напряженных конструкций), контроль качества, распалубливание готовых конструкций и их отделка.

Строительство зданий и сооружений из монолитного бетона как правило, осуществляется поточным методом с разбивкой специализированного потока на ряд частных потоков, причем их число определяется конструкцией возводимых объектов. В общем случае могут быть четыре потока: монтаж опалубки, установка арматуры, бетонирование и распалубка.

16.2. Опалубочные работы

Опалубкой называют формообразующую временную конструкцию, состоящую из собственно формы, крепежных устройств и поддерживающих лесов. Она предназначена для придания возводимым конструкциям проектной формы, заданных размеров и положения в пространстве. Бетонную смесь укладывают в опалубку и выдерживают в ней до затвердения. Таким образом, опалубка имеет временное назначение; ее снимают после достижения бетоном требуемой (распалубочной) прочности. К опалубке предъявляются следующие требования: устойчивость, прочность и жесткость; неизменяемость взаимного расположения частей возводимого сооружения; быстрая установка и разборка без повреждения забетонированной конструкции; удобная установка арматуры, укладка и уплотнение бетонной смеси.

По условиям применения опалубку подразделяют на инвентарную, т. е. многократно используемую, и неинвентарную, используемую только для одного бетонирования.

По конструкции и назначению различают опалубку: разборно-переставную, переставную, скользящую, катучую, тунельную и пневматическую. В последнее время стали применять несъемную опалубку, которая после бетонирования конструкции остается в ее теле в качестве монолитно связанной облицовки.

По материалам формирующей поверхности опалубка может быть деревянной, деревометаллической, металлической, железобетонной, армоцементной, из синтетических материалов и прорезиненных тканей. Для ее изготовления используют доски, водостойкую фанеру, листовую и сортовую сталь, стеклопластик, гидрофобные древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты, армоцементные плиты, асбестоцементные листы и трубы, стальные тканые сетки с ячейками 5×5 мм, воздухонепроницаемые оболочки, надувные баллоны и другие материалы.

Металлическую и деревометаллическую опалубку и приспособления к ней изготовляют в механических мастерских управления производственно-технологической комплектации или на заводах. Дощатую и фанерную опалубку, элементы лесов и креплений делают в опалубочных мастерских или базах УПТК. На строящийся объект маркированные комплекты опалубки и вспомогательных устройств доставляют автомашинами или железнодорожным транспортом.

Монтаж опалубки начинают с организации рабочей зоны, представляющей собой пространство у возводимой конструкции, в пределах которого располагают подмости, элементы опалубки, инвентарь и машины. Легкую опалубку устанавливают специализированные звенья плотников-опалубочников вручную. Крупнощитовую, крупнопанельную, блок-фермы и железобетонные плиты-оболочки монтируют звенья опалубщиков-монтажников, использующих краны, лебедки и другие грузоподъемные средства.

Для уменьшения сцепления бетона с опалубкой применяют специальные смазки и противоадгезионные гидрофобиризующие покрытия. Наиболее практичны комбинированные смазки в виде так называемых обратных эмульсий. В них помимо гидрофобизаторов и замедлителей схватывания вводят пластифицирующие добавки. Они пластифицируют бетон в зоне контакта с опалубкой и облегчают ее отрыв.

16.3. Арматурные работы

Арматурой называют стальные круглые стержни, прокатные профили и проволоку, а также изделия из них, расположенные в бетоне для восприятия изгибаемыми частями железобетонной конструкции растягивающих и знакопеременных усилий, а в центрально нагруженных колоннах и стойках — сжимающих усилий.

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

По своим механическим характеристикам арматурная сталь относится к нескольким классам: A-I; A-II; A-III; A-IV; A-V и т. д. Каждому из них соответствует своя марка стали: например, для арматурной стали A-V — 20ГС, для A-I — Ст3, а для A-II — 18Г2С и т. д. Для строительства сооружений, эксплуатирующихся в условиях агрессивных воздействий, все большее применение находит высокопрочная стеклопластиковая арматура диаметром 3 ... 6 мм,

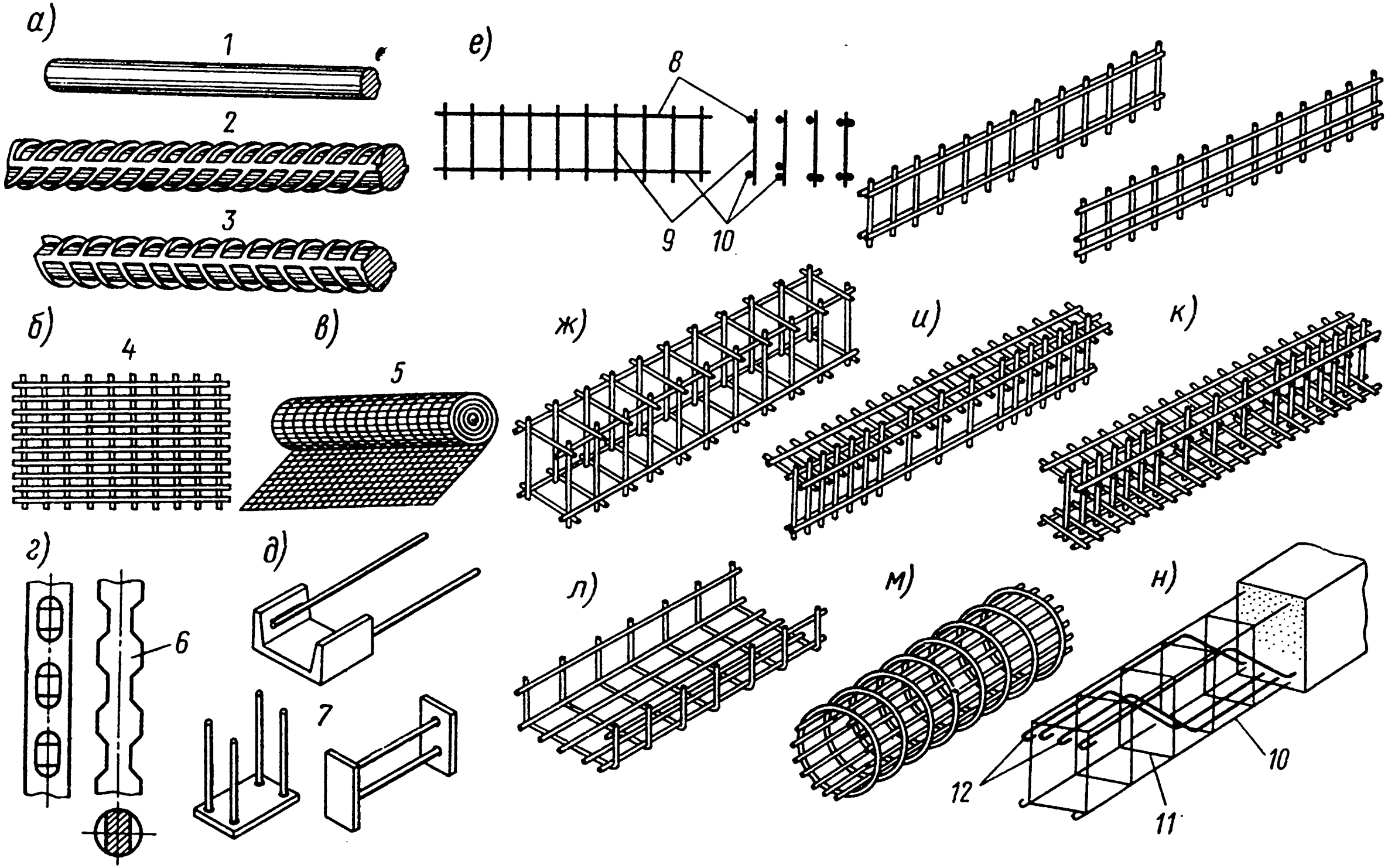


Рис. 16.1. Виды арматуры:

а — арматурные стержни; *б* — плоская арматурная сетка; *в* — рулонная арматурная сетка; *г* — проволочная арматура периодического профиля; *д* — закладные детали; *е* — плоские каркасы; *ж* — пространственный каркас *и* — то же, таврового сечения; *к* — то же, двутаврового сечения; *л* — гнутый каркас; *м* — цилиндрический каркас; *н* — каркас с отогнутыми стержнями вязаный; *1* — стержень круглый горячекатаный Ст3; *2* — то же, периодического профиля Ст5; *3* — то же, периодического профиля сталь 35ГС; *4* — сетка из стержней периодического профиля; *5* — то же, из круглых стержней; *6* — профиль холодносплющенной арматуры; *7* — способы закрепления закладных деталей к арматуре; *8* — верхние монтажные стержни; *9* — поперечные монтажные и рабочие стержни; *10* — нижние рабочие стержни; *11* — хомуты; *12* — концевые крюки

имеющая периодический профиль. Основные виды арматуры показаны на рис. 16.1.

Технология арматурных работ состоит: из процессов изготовления ненапрягаемой арматуры; заготовки напрягаемых арматурных элементов, их комплектации и маркировки; транспортирования комплектов арматуры и арматурных изделий к объекту; монтажно-укладочных процессов, которые по содержанию для ненапрягаемой и напрягаемой арматуры различны.

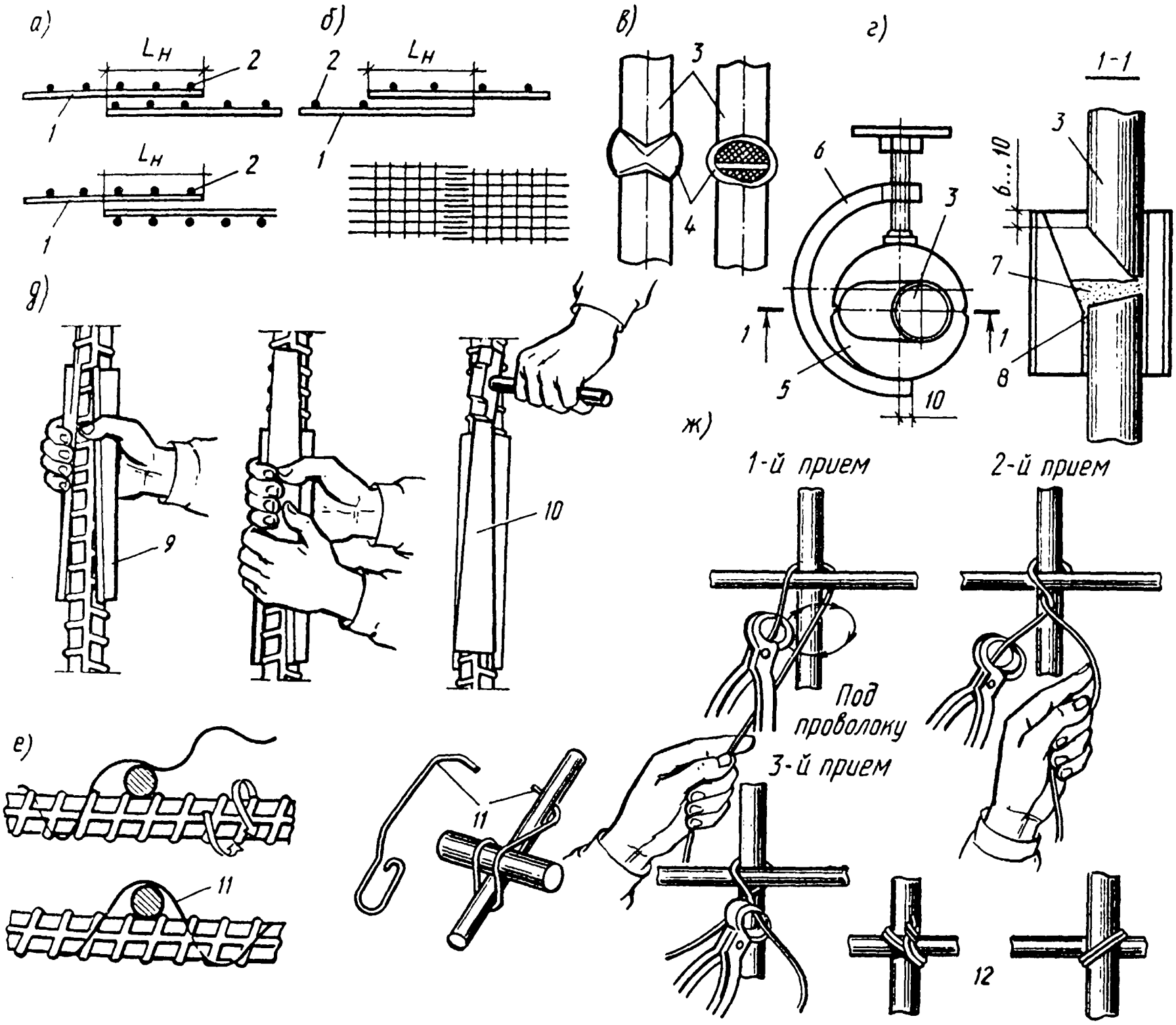


Рис. 16.2. Способы соединения стержней и сеток:

а — стыкование сварных сеток из гладких стержней; *б* — то же, из стержней периодического профиля; *в, г* — сварные соединения вертикальных стержней; *д* — приемы устройства бессварочного соединения; *е* — крестовые бессварочные соединения; *ж* — способы вязки проволокой крестового соединения; *1* — рабочий стержень; *2* — распределительный стержень; *3* — свариваемые стержни; *4* — сварные соединения вертикальных стержней; *5* — разъемная форма для сварки; *6* — скоба; *7* — флюс; *8* — отверстие для удаления шлака; *9* — стальная обойма; *10* — металлический клин; *11* — пружинный замок; *12* — общий вид крестового соединения проволокой

Заготовка арматурных изделий производится, как правило, централизованно в арматурных цехах. Изготовление арматуры состоит из следующих основных операций: выпрямления и очистки арматурной стали; сварки стыков, резки, гибки прутков и изготовления каркасов. Процесс заводского производства арматурных

изделий полностью механизирован и частично автоматизирован. Арматуру для предварительно напряженных железобетонных конструкций изготовляют в виде пучков или канатов из высокопрочной стальной проволоки.

После проверки и приемки опалубки ненапрягаемую легкую арматуру устанавливают вручную, тяжелую (в виде каркасов и блоков) монтируют кранами. При установке арматуры должны быть выдержаны предусмотренная проектом толщина защитного слоя и расстояние между рядами арматуры. Защитный слой в железобетонных конструкциях предназначен для предохранения (в течение нормируемого срока) арматуры от воздействия огня при пожаре и от коррозии. Необходимую толщину защитного слоя обеспечивают бетонными или цементными подкладками, которые остаются после бетонирования в теле конструкции, расстояние между стержнями или рядами арматурных стержней — путем укладки обрезков стальной арматуры. Для установки сеток, каркасов и арматурно-опалубочных блоков в проектное положение выправляют и выверяют арматурные выпуски ранее забетонированной конструкции. Основные способы соединения стержней и сеток показаны на рис. 16.2.

Сварные швы и узлы, выполненные при монтаже, контролируют наружным осмотром и выборочными испытаниями в местах, согласованных с технадзором.

16.4. Основные требования к бетонной смеси

Бетонная смесь состоит из вяжущего, заполнителя и воды, отдозированных в требуемом количестве и тщательно перемешанных в бетоносмесителе. В результате ее формования, уплотнения и твердения получается искусственный каменный материал — бетон, а при добавлении арматуры в процессе укладки смеси — железобетон.

По крупности заполнителей различают следующие конструкционные бетоны: тяжелый, мелкозернистый, легкой плотной и поризованной структуры, ячеистый автоклавного и неавтоклавного твердения и специальный напрягающий.

В зависимости от назначения и условий работы устанавливаются следующие основные показатели качества бетона: класс по прочности на сжатие B; класс по прочности на осевое растяжение B_t; класс по морозостойкости F; марка по водонепроницаемости W; марка по средней плотности D; марка по самонапряжению напрягающего бетона S_p.

Подвижность бетонной смеси, измеряемую осадкой конуса в сантиметрах, и жесткость, измеряемую техническим вискозиметром в секунду, задают в соответствии с видом бетонируемой конструкции, принятым способом транспортирования готовой смеси, методом ее укладки и уплотнения. По степени подвижности (удобоукладываемости) различают жесткие и

особо жесткие бетонные смеси с осадкой конуса до 0, малоподвижные смеси с осадкой конуса 0 ... 2 см, пластичные (подвижные) — от 2 до 12 см и литые — от 12 до 15 см.

Рабочий состав бетонной смеси выбирают на основе экспериментального подбора, проверяя заданные параметры по результатам испытаний образцов, изготовленных из пробных замесов.

К бетонной смеси предъявляются два основных требования: 1) при транспортировании, перегрузке и укладке в опалубку она должна сохранять однородность и 2) обладать удобоукладываемостью. Однородность смеси обеспечивается связностью (нерасслаиваемостью) и водоудерживающей способностью, которые достигаются правильным подбором состава смеси, точностью дозировки составляющих и тщательным их перемешиванием. Удобоукладываемость бетонной смеси зависит от количества воды, размеров заполнителей и суперпластификаторов, которые резко увеличивают подвижность смеси. Так, добавка СП при перемешивании бетонной смеси с осадкой конуса 7 ... 9 см увеличивает подвижность смеси до 22 см.

Процесс приготовления бетонной смеси состоит из дозирования компонентов, загрузки их в смеситель, перемешивания и выгрузки готовой смеси в приемное устройство. Как правило, приготовление бетонной смеси производится на приобъектных бетоносмесительных установках цикличного и непрерывного действия или на бетонных заводах. Бетоносмесительные установки с разной степенью механизации и автоматизации операций по приготовлению бетонной смеси бывают передвижные на плавучих средствах или на пневмоходу с полной компоновкой оборудования на платформе, сборно-разборные, собираемые из инвентарных блоков, и стационарные. Применяются также построечные передвижные бетоносмесительные установки для приготовления бетонных смесей со специальными свойствами или при работе по возведению линейных сооружений.

Транспортирование бетонной смеси включает в себя доставку ее от места приготовления на строительный объект, подачу смеси непосредственно к месту укладки и распределение по блоку бетонирования. Для перевозки смеси на объект широко применяют автомобильный транспорт — автосамосвалы общего пользования, автобетоновозы и автобетоносмесители. Так как последние оборудованы вращательными барабанами, то их используют не только для перевозки смеси с перемешиванием в пути, но и для приготовления ее из отдозированных компонентов.

Доставленную на объект смесь подают в бетонируемые конструкции: монтажными кранами в неповоротных или поворотных бадьях; ленточными конвейерами (транспортерами); бетононасосами; пневмонагнетателями по трубам; звеньевыми хоботами; виброхоботами; ленточными бетоноукладчиками; виброжелобами или вибролотками в сочетании с вибропитателями. Поворотные и неповоротные бадьи вместимостью 0,5 ... 8 м^3, загружают непосред-

ственно из самосвалов или бетоновозов, причем при вместимост бадьи 0,5 м³ по четыре сразу, а бадьи на 1,5 ... 8 м³ загружают и бетоновозов, самосвалов, вместимость кузова которых равна ил кратна вместимости бадьи.

16.5. Способы укладки и уплотнения бетонной смеси

Наиболее ответственный этап возведения бетонной или железобетонной конструкции — бетонирование. Смесь при укладке должна плотно прилегать к опалубке, арматуре и закладным частям сооружения, а также полностью заполнять (без каких-либо пустот) объем бетонируемой конструкции.

Бетонирование состоит из подготовительных и проверочных операций, процесса укладки, содержащего операции по приему, распределению и уплотнению бетонной смеси, а также вспомогательных операций, осуществляемых по ходу бетонирования. Непосредственно перед бетонированием опалубку очищают струей воды или сжатого воздуха от мусора и грязи. Поверхность деревянной опалубки смачивают. Щели в деревянной опалубке шириной более 3 мм заделывают для предотвращения вытекания цементного молока. Поверхности стальной и пластиковой опалубки покрывают смазкой. Арматуру очищают от грязи и ржавчины. Одновременно выполняют работы по наладке механизмов, машин и приспособлений, используемых во всех взаимосвязанных операциях по бетонированию. Во время укладки и распределения бетонной смеси особое внимание обращают на состояние лесов и опалубки. При обнаружении смещений или деформаций опалубки бетонирование прекращают и принимают меры к исправлению дефектов.

Бетонная смесь вкладывается горизонтальными слоями толщиной 30 ... 50 мм по всей площади бетонируемой части сооружения. Продолжительность укладки слоя ограничивается временем начала схватывания цемента, устанавливаемого строительной лабораторией. Перекрывать предыдущий слой последующим необходимо до начала схватывания цемента в предыдущем слое. При бетонировании перекидывание смеси во избежание ее расслоения допускается лишь в исключительных случаях; двойная перекидка не допускается. Следует также помнить, что попытка горизонтального перемещения вибратором порции бетонной смеси приводит к ее расслаиванию.

Задача процесса уплотнения бетонной смеси состоит в предельной упаковке различных по форме и размерам частиц, составляющих многокомпонентный конгломерат — бетонную смесь. В неуплотненной бетонной смеси содержится значительное количество воздуха (10 ... 45%), а каждый процент воздуха в смеси ориентировочно уменьшает прочность бетона на 3 ... 5%.

Уплотняют бетонную смесь трамбованием, штыкованием и виброуплотнением.

Трамбовки (ручные, электрические, пневматические) применяют при укладке жестких смесей или когда нельзя применять вибраторы. Для штыкования (проталкивания) кусков щебня, зависающих между стержнями арматуры в густоармированных конструкциях, используют шуровки из арматурной стали. Вибрирование — основной способ уплотнения бетонных смесей, при котором смеси передают колебания, разрушают силы внутреннего трения и сцепления между ее частицами. В результате резко снижается вязкость смеси, и она приобретает свойства тяжелой структурной жидкости. Временно перейдя в текучее состояние, бетонная смесь приобретает повышенную подвижность, растекается по форме и уплотняется под действием собственной массы. Вибрирование — непродолжительный процесс. Через 30 ... 100 с (в зависимости от условий вибрации) прекращается оседание бетонной смеси и на поверхности уплотненного бетона появляется цементное молоко и пузырьки воздуха, что свидетельствует об окончании воздействия вибрации.

Дальнейшее вибрирование может привести к расслоению смеси вследствие опускания крупных частиц.

Для уплотнения смеси вибрированием применяются внутренние (глубинные), поверхностные и наружные вибраторы и виброрейки, которые по виду привода подразделяются на электромеханические и пневматические.

Вакуумирование бетона является одним из эффективных технологических методов, позволяющих извлечь из уложенного и уже уплотненного бетона около 10 ... 20% свободной (избыточной) воды затворения, благодаря чему существенно улучшаются физико-механические качества бетона. Она может осуществляться со стороны боковых поверхностей бетонируемых конструкций с помощью опалубочных вакуум-щитов, с верхней открытой поверхности с помощью накладываемых на бетонную смесь переносных вакуум-щитов, внутри конструкций — с помощью вакуум-трубок. Возможна комбинация этих способов.

Поскольку конструкции нередко бетонируют с перерывами, вызываемыми сменностью работ, технологическими и организационными причинами, место, где после перерыва укладывают свежую бетонную смесь, называют рабочим швом бетонирования. Важно правильно выбрать места расположения таких швов при бетонировании различных конструкций, учитывая при этом, что контакт и силы сцепления свежеукладываемого бетона с ранее уложенным и уже твердеющим слабее, чем в однородном бетоне. Возобновлять бетонирование в месте шва можно после достижения бетоном у шва прочности не менее 0,15 МПа, что определяет продолжительность перерывов до 18 ... 24 ч при температуре воздуха 288 К (15°С). При подготовке к бетонированию швы через 8 ... 24 ч после укладки бетона обрабатывают водовоздушной форсункой или пневмоскребком, а зимой — приводными стальными щетками. Цель обработки — удаление цементной пленки. Затем наносят слой

цементного раствора состава 1 : 3, на который укладывают бетонную смесь.

Уход за бетоном должен обеспечить: температурно-влажностный режим, исключающий интенсивное высыхание бетона и связанные с этим температурно-усадочные деформации; условия, исключающие механические повреждения свежеуложенного бетона, нарушение прочности и устойчивости забетонированной конструкции. Открытую поверхность бетона прежде всего предохраняют от вредного воздействия прямых солнечных лучей, ветра и дождя. В сухую теплую погоду бетон на обычных портландцементах поливают в течение 7 сут, на глиноземистых цементах — 3 сут, а на шлакопортландцементах и других малоактивных цементах — не менее 14 сут. При температуре выше 288 К (15°С) в течение первых трех суток бетон поливают через каждые 3 ч днем и один раз ночью, а в последующие дни — не реже трех раз в сутки. Если поверхность бетона предварительно была укрыта влагоемкими материалами (брезентом, песком, матами и др.), перерывы между поливками увеличивают в 1,5 раза.

При распалубках железобетонных конструкций необходимо плавно демонтировать опалубку, предварительно ослабляя клиньи, стяжки, хомуты и сохраняя для дальнейшего использования элементы инвентарной опалубки.

16.6. Особенности строительства железобетонных дымовых труб

Возведение стволов конических дымовых труб из монолитного железобетона осуществляется в инвентарной подъемно-переставной опалубке по схеме, изображенной на рис. 16.3.

На подготовленном фундаменте трубы монтируют подъемник с рабочей площадкой, который периодически через 2,5 м наращивают сверху или подращивают снизу. К рабочей площадке крепится комплект переставной наружной и внутренней опалубки, собираемый из стальных щитов, имеющих трапецеидальную и прямоугольную форму (рис. 16.3, *б*). После каждого цикла установки арматуры и укладки бетонной смеси поднимают рабочую площадку и переставляют опалубку, регулируя ее в радиальном направлении. Ствол трубы на высоту секции (2,5 м) бетонируют ярусами по 1,25 м.

Цикл бетонирования состоит из операций по наращиванию подъемника и отрыву опалубки, перестановки щитов опалубки, обработки рабочего шва, установки и крепления арматуры, укладки и уплотнения бетонной смеси и выдерживания бетона. Бетонную смесь подают из подъемника в приемный бункер, затем в подвижный бункер бетоноукладчика и оттуда по хоботу в опалубку. Уплотняют бетонную смесь внутренними (глубинными) вибраторами с гибким валом.

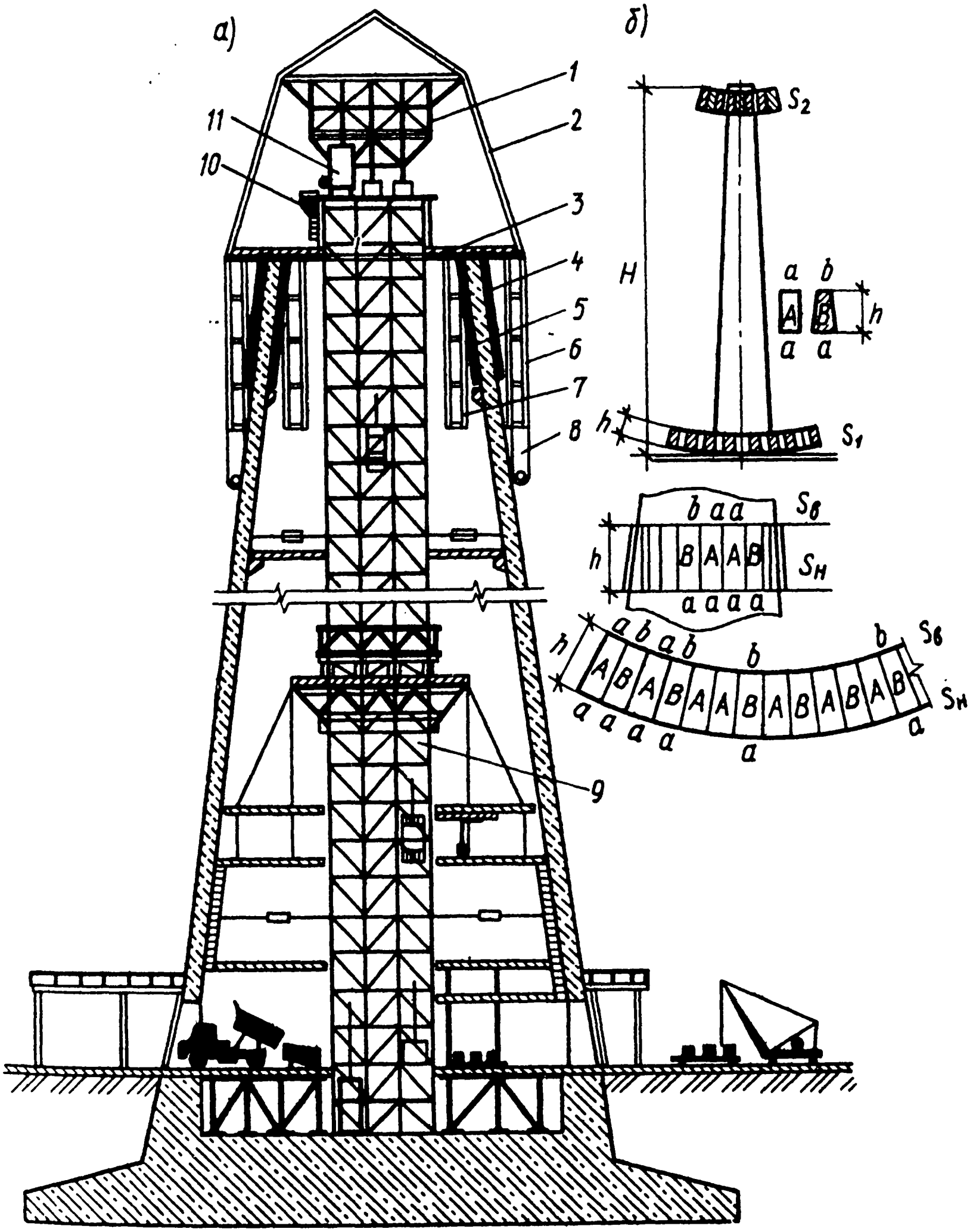


Рис. 16.3. Бетонирование ствола трубы в переставной опалубке:

а — схема бетонирования; *б* — схема развертки наружной оболочки подъемно-переставной опалубки; *1* — подъемная головка; *2* — тепляк; *3* — рабочая площадка; *4* — наружная опалубка; *5* — внутренняя опалубка; *6, 7* — подвесные леса; *8* — «юбка» тепляка; *9* — шахтоподъемник; *10* — ковш грузовой клети; *11* — приемно-раздаточный бункер для бетонной смеси

16.7. Строительство монолитных железобетонных коллекторов

Возведение коллекторов из монолитного железобетона открытым способом осуществляется в инвентарной деревометаллической катучей опалубке, а больших коллекторов — в металлической катучей опалубке, представляющей собой опалубочную форму с механическим устройством для распалубки и складывания в транспортное положение (рис. 16.4).

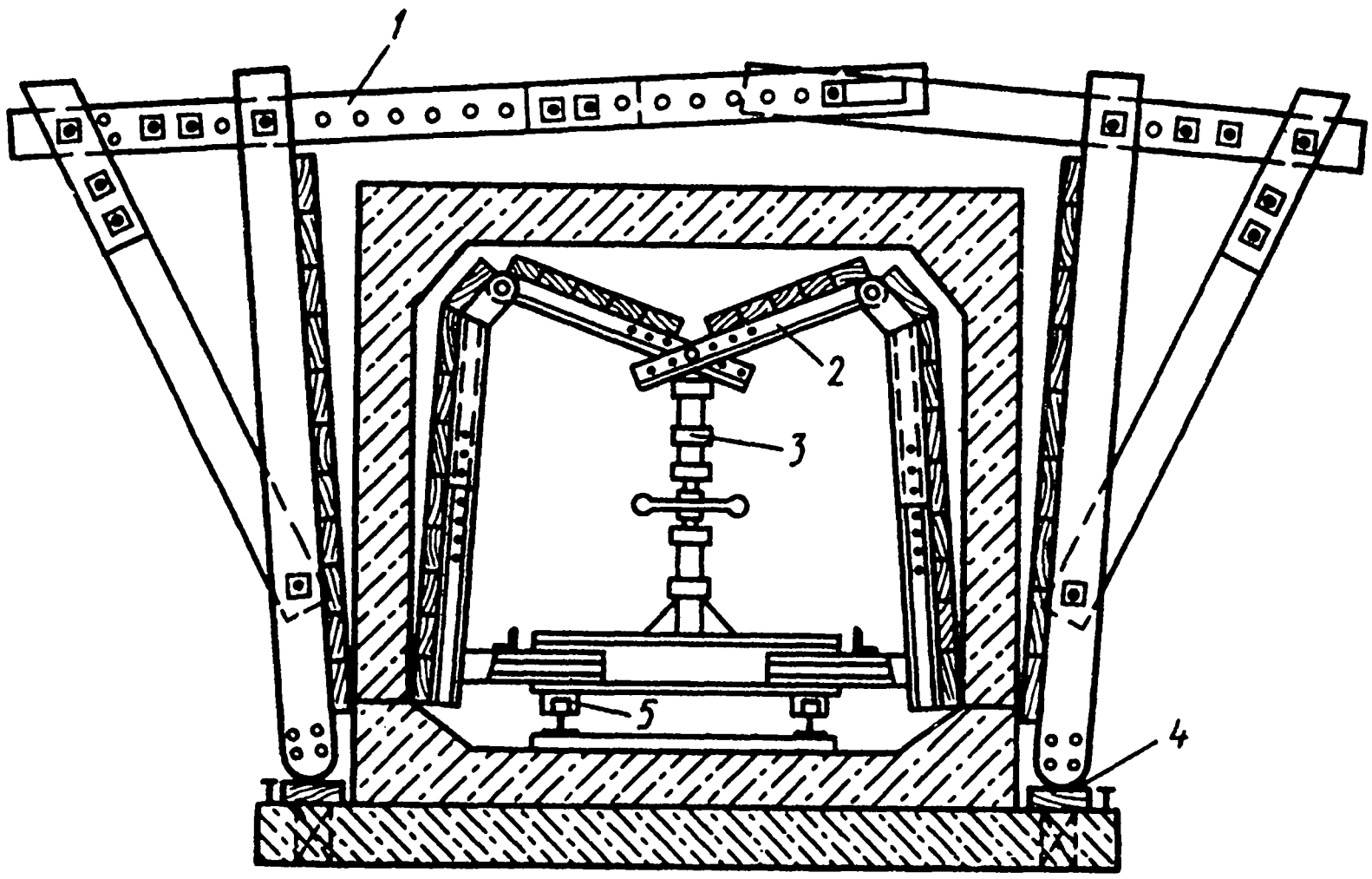


Рис. 16.4. Катучая опалубка для бетонирования проходных каналов:
1 — рама наружной опалубки; *2* — складывающаяся металлическая рама внутренней опалубки; *3* — механизм для распалубки и приведения опалубки в транспортное положение; *4* — опорная доска; *5* — каток

Секция внутренней опалубки длиной 3200 мм включает в себя четыре стальные рамы, обшитые водостойкой фанерой, стальным листом или пластиком, средние стойки рам оборудованы домкратами, а ригели шарнирно соединены со стойками. Нижние ригели — раздвижные; они опираются на ролики, передвигаемые по инвентарным переносным рельсовым путям. Секция наружной опалубки длиной 2300 мм состоит из П-образных деревометаллических рам с закрепленными на них щитками опалубки. При распалубливании с помощью домкратов, имеющихся на стойках рам, отодвигают щиты опалубки от стен на 3 ... 4 см.

Для снятия внутренней опалубки стойки стальных рам сжимают, завинчивая домкраты, а всю шарнирно связанную конструк-

цию отрывают от бетона. После этого вдвигают балки нижнего ригеля, чтобы образовать зазор между низом щитов и готовыми стенами. Секции опалубки передвигают лебедкой.

Процесс бетонирования состоит из операций по установке или перестановке катучей опалубки, обработки рабочего шва, установки и крепления арматуры, укладки и уплотнения бетонной смеси и выдерживания бетона. Бетонную смесь подают в вибробадьях монтажным краном. Уплотняют бетонную смесь в вертикальных стенках внутренними вибраторами с гибким валом, а в перекрытии — поверхностными вибраторами.

16.8. Методы подводного бетонирования

Особенностью подводного бетонирования (без водоотлива) является защита бетонной смеси во время подачи и укладки от размывающего воздействия воды. Подводное бетонирование выполняют различными методами, в том числе методом вертикально перемещающейся трубы, восходящего раствора, укладкой бункерами, втрамбовыванием бетонной смеси, укладкой в мешках.

Подводное бетонирование методом вертикально перемещающейся трубы (рис. 16.5) заключается в непрерывной подаче бетонной смеси по опущенной сквозь толщу

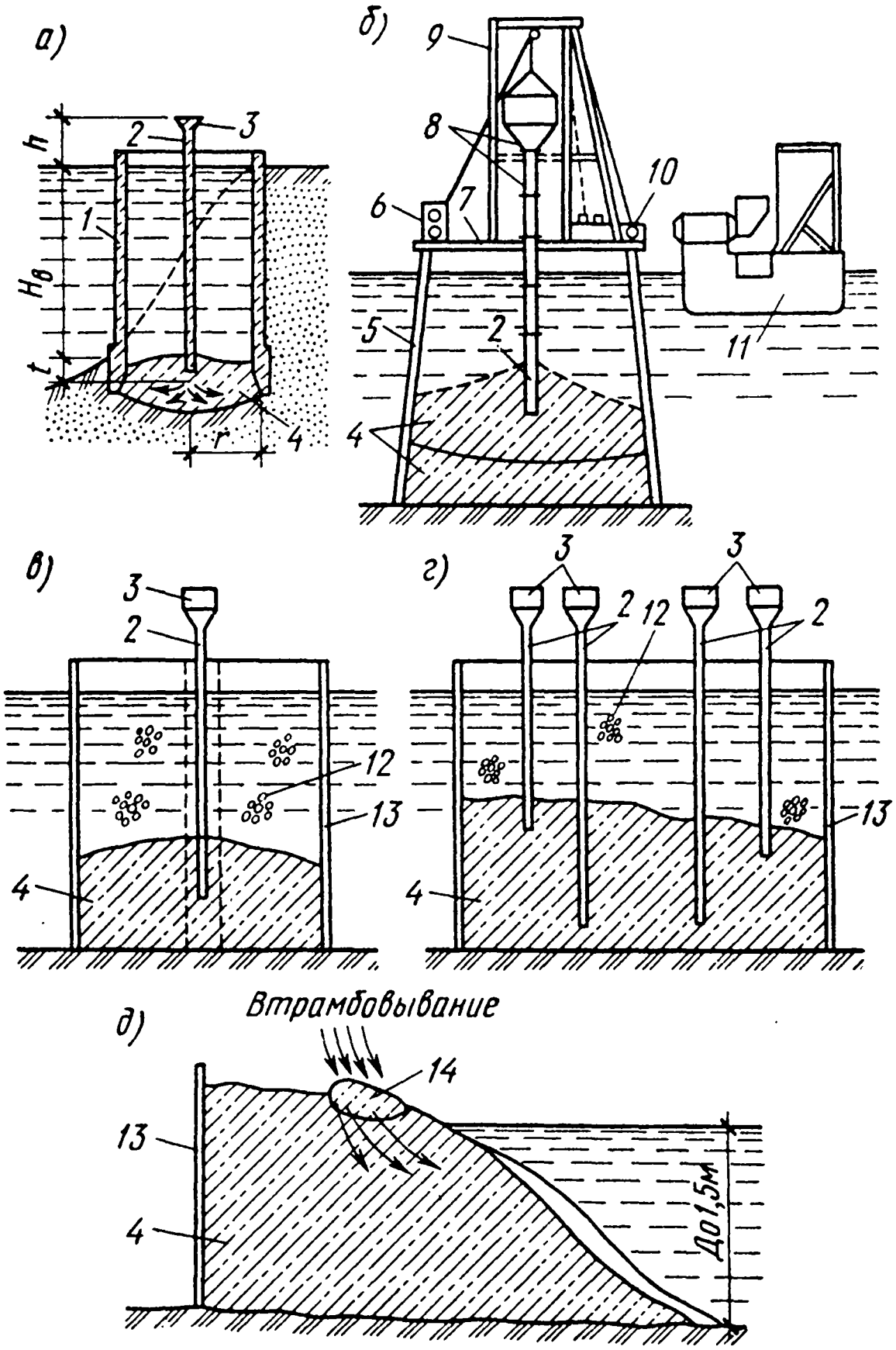


Рис. 16.5. Способы подводного бетонирования конструкций:

а — укладка бетонной смеси способом ВПТ (в подушку опускного колодца); *б* — бетонирование способом ВПТ с плавучим бетонным заводом; *в* — бетонирование способом ВР с шахтой; *г* — то же, без шахты; *д* — бетонирование способом втрамбовывания бетонной смеси; *1* — опускной колодец; *2* — заливочные трубы; *3* — воронка; *4* — свежеуложенная и уплотненная бетонная смесь; *5* — бездонный железобетонный ящик; *6* — лебедка; *7* — рабочая площадка; *8* — соединения звеньев трубы; *9* — башенный подъемник; *10* — загрузочный ковш подъемника; *11* — плавучий бетонный завод; *12* — крупный заполнитель; *13* — опалубка; *14* — новая порция бетонной смеси

воды и погруженной в смесь трубе в условиях, исключающих вымывание цемента. Только верхний слой первой порции бетонной смеси соприкасается с водой, остальная смесь, поступающая через нижнее отверстие трубы, остается защищенной верхним слоем от контакта с водой. На нижнем звене трубы укрепляют вибратор мощностью около 1 кВт.

Перед началом бетонирования в трубу вводят пакет из мешковины, затем через воронку подают бетонную смесь. Пакет, опускаясь, до нижнего конца трубы, выжимает воду. Бетонную смесь (осадка конуса 14 ... 18 см) подают до тех пор, пока, заполнив все пространство блока, ее верхняя поверхность не окажется выше трубы на 0,8 ... 1,5 м. Не прекращая подачи бетона, трубу приподнимают, чтобы ее нижний конец все время находился на 1, ... 1,5 м в уложенном бетоне. Приостановив подачу бетона, снимают верхнее звено, переставляют воронку и возобновляют бетонирование.

Бетонирование методом восходящего раствора и методом раздельного бетонирования осуществляется путем подачи цементного раствора в опалубленную подводную конструкцию, предварительно загруженную крупным заполнителем. При этом бетонирование может выполняться: безнапорным способом, когда заливочные трубы устанавливают в решетчатых ограждающих шахтах и распределение раствора в пустоты крупного заполнителя происходит под действием массы раствора (рис. 16.5, в); инъекционным методом (напорное бетонирование), когда устанавливаемые в блоке трубы засыпаются крупным заполнителем и распространение раствора обеспечивается давлением, создаваемым растворонасосом (рис. 16.5, *г*); вибронагнетательным методом (напорное бетонирование с вибрацией), когда распространение раствора в пустотах заполнителя обеспечивается давлением, создаваемым растворонасосом, и воздействием вибраторов.

Бетонирование укладкой бетона бункерами выполняется путем опускания бадей, ящиков, грейферов с бетонной смесью под водой на основание бетонируемого блока или ранее уложенный слой бетона и последующим выпусканием бетонной смеси через раскрывающееся дно или затвор.

Бетонирование методом втрамбовывания (рис. 16.5, *д*) бетонной смеси выполняется путем укладки очередной порции бетона в ранее уложенные, но еще не схватившиеся слои пионерного островка. Таким образом, с водой соприкасается только ранее уложенный бетон, а втрамбовываемая смесь остается изолированной от воздействия воды.

Укладка бетонной смеси в мешках производится водолазами в исключительных случаях. Мешки из прочной, но редкой ткани (на 10 ... 12 л каждый), заполненные сухой бетонной смесью на 2/3 объема, погружают в воду и укладывают с перевязкой в сооружение. После того как бетонная смесь затвердевает, образуется монолитная конструкция.

16.9. Производство бетонных и железобетонных работ в зимних условиях

При производстве бетонных и железобетонных работ понятие «зимние условия» несколько отличаются от общепринятого — календарного. Зимние условия начинаются, когда среднесуточная температура наружного воздуха снижается до 278 К (5°С), а в течение суток наблюдается падение температуры ниже 273 К (0°С).

При температуре ниже 273 К (0°С) физико-химические процессы взаимодействия воды и цемента прекращаются, твердение бетона приостанавливается. Одновременно внутри бетона появляются силы смерзания, вызывающие увеличение объема воды при замерзании примерно на 10%. Кроме того, замерзшая вода образует тонкую пленку (наледь) на поверхности зерен заполнителей, что препятствует их сцеплению с цементом. При оттаивании твердение бетона в условиях положительных температур возобновляется, но его прочность оказывается ниже требуемой. Однако исследования и опыт показали, что если бетон замерзнет не сразу после укладки, а через некоторое время, в течение которого он успеет набрать определенную прочность, в последующем отрицательная температура наружного воздуха не оказывает существенного влияния на продолжающиеся процессы твердения, и бетон в конструкции приобретает заданную прочность. Эту минимальную прочность бетонной смеси к моменту возможного замерзания называют *критической*.

Таким образом, при бетонировании в зимних условиях технологическая задача в основном заключается в использовании таких методов приготовления, транспортирования, укладки бетонной смеси и ухода за бетоном, которые обеспечили бы достижение предусмотренных проектом конечных физико-механических характеристик или критической прочности.

Способы укладки бетона зимой в значительной мере определяются применяемыми способами его выдерживания. На строительных объектах применяют как безобогревные методы, к которым относятся методы термоса и термоса с химическими добавками (ускорителями твердения, противоморозными добавками и т. д.), так и методы искусственного подогрева конструкций, включающие электротермообработки бетона, применение греющей опалубки и покрытий, обогрев паром, горячим воздухом, инфракрасным излучением. В последнее время расширяется область применения тепляков.

Бетонную смесь необходимо подавать прямо к месту укладки (без перегрузки). Укладку бетонной смеси следует вести непрерывно, тщательно обрабатывая вибраторами каждый слой, с интенсивностью, обеспечивающей перекрытие ранее уложенного слоя до того, как его температура понизится ниже допустимого предела. Для предохранения от намерзания бетона на вибраторы их следует

своевременно очищать. Открытые части забетонированной конструкции немедленно укрывают. При возобновлении бетонирования после перерыва для лучшего сцепления слой ранее уложенного бетона отогревают, применяя, например, переносные инфракрасные излучатели, работающие от баллонов со сжиженным газом.

Применение того или иного способа укладки бетонной смеси в зимних условиях определяется проектом производства работ.

16.10. Контроль качества бетонных и железобетонных работ

При производстве бетонных и железобетонных работ проверяют качество опалубки, геодезического обеспечения сборки и ее применения, соответствие рабочей документации устанавливаемой арматуры, закладных частей и их расположения в конструкции, качество бетонной смеси и места укладки в конструкции и в процессе выдерживания и т. д.

Приемка установленной опалубки должна производиться до укладки арматуры. Необходимо проверять правильность установки самой опалубки, лесов, креплений, закладных частей, жесткость и неизменяемость всей системы в целом и монтажа поддерживающих конструкций. Проверка правильности положения осей объемно-переставной и катучей опалубок должна производиться после каждой их перестановки. Допустимые отклонения положений и размеров установленной опалубки и поддерживающих лесов не должны превышать допустимых отклонений, регламентируемых СНиПом.

Перед бетонированием необходимо проверять, чтобы внутренние поверхности опалубки, боковые поверхности сердечников и пробки были покрыты составами, предохраняющими их от сцепления с бетоном.

Контроль за состоянием опалубки, лесов и креплений должен осуществляться и в процессе бетонирования. При выявлении деформации или смещения опалубки, лесов или креплений бетонирование должно быть прекращено, элементы опалубки, лесов и креплений возвращены в проектное положение и при необходимости усилены.

При проверке установки арматуры необходимо следить за тем, чтобы на арматуре были закреплены подкладки из цементного раствора, обеспечивающие необходимый для образования защитного слоя зазор между арматурой и опалубкой. Применение подкладок из обрезков арматуры, деревянных брусков и щебня запрещается. Отклонение от проектной толщины бетонного защитного слоя должно быть: при толщине защитного слоя 15 мм и менее — 3 мм; при толщине более 15 мм — 5 мм. Проектное расположение арматурных стержней и сеток в опалубке должно обеспечиваться правильной установкой поддерживающих устройств, шаблонов, фиксаторов, подставок, прокладок и подкладок.

При укладке бетона необходимо следить за выполнением следующих правил: скорость заполнения опалубки по высоте должна соответствовать прочности и жесткости опалубки, воспринимающей давление свежеуложенного бетона; в жаркую солнечную погоду укладываемый бетон необходимо защищать от высыхания, в зимнюю погоду — от промерзания, а во время дождя — от попадания воды; высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку не должна превышать 2 м, а при подаче на перекрытие — 1 м; подача бетонной смеси механизированным способом должна быть организована таким образом, чтобы исключить расслаивание бетонной смеси и потерю ее составляющих; процесс бетонирования конструкций должен быть отражен в журнале производства бетонных работ.

Класс бетона по прочности на сжатие и осевое растяжение проверяют на контрольных образцах, изготовленных из смеси, взятой после ее приготовления и непосредственно на месте укладки. При необходимости класс бетона может быть установлен и в уже готовой конструкции с использованием неразрушающих механических или физических методов испытаний.

При производстве бетонных работ в зимних условиях дополнительно проверяют температуру бетонной смеси в момент ее укладки, а также температуру уложенного бетона. При выдерживании бетона по способу термоса работы контролируют два раза в смену, при электропрогреве в первые три часа — каждый час, а затем три раза в смену. Одновременно трижды в сутки измеряют температуру наружного воздуха.

16.11. Мероприятия по охране труда при производстве бетонных и железобетонных работ

При монтаже опалубки, арматуры и транспортировке бетонной смеси особое внимание следует обращать на прочность и устойчивость поддерживающих конструкций и прочность тары и такелажных устройств. При работах на высоте более 8 м необходимо устраивать настилы шириной не менее 700 мм с ограждениями и опиранием на специальные поддерживающие леса. При подаче бетонной смеси в бадьях должны быть приняты меры против самопроизвольного открывания затворов бадей. При выгрузке смеси из бадей во избежание динамических перегрузок расстояние от низа бадьи до плоскости разгрузки не должно превышать 1 м.

При разработке опалубки следует соблюдать осторожность, опускать элементы опалубки с помощью лебедок и кранов.

Особое внимание необходимо обращать на обеспечение условий, исключающих возможность поражения рабочих электрическим током. При уплотнении смеси электровибраторами рабочие должны быть в резиновых сапогах и при переходе с одного места на другое выключать вибраторы и не перемещать вибратор за токоподводящие шланги. Чистка и ремонт бетононасосов, виброхобо-

тов, бетоносмесителей, транспортеров и других механизмов допус кается только при выключенном рубильнике с вывешивание таблички «Не включать, работают люди». Зона электропрогре бетона, должна быть ограждена, иметь световую сигнализацию знаки безопасности. Пребывание людей и выполнение ими каки либо работ в этой зоне без соответствующих средств защиты н допускается.

Все работы, связанные с обслуживанием инструмента, свароч ных установок, электрическим прогревом и подключением электро двигателей строительных машин, должны производиться электр монтером.

Глава 17

МОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

17.1. Монтаж сборных железобетонных каналов и коллекторов для прокладки коммуникаций

Современные строительные конструкции тепловых и газовых сетей — каналы, камеры, павильоны, отдельно стоящие промежу точные опоры и эстакады для надземной прокладки, колодцы за порных и дренажных устройств и неподвижные опоры — состоят в основном из сборных железобетонных деталей, изготовленных на заводах железобетонных конструкций.

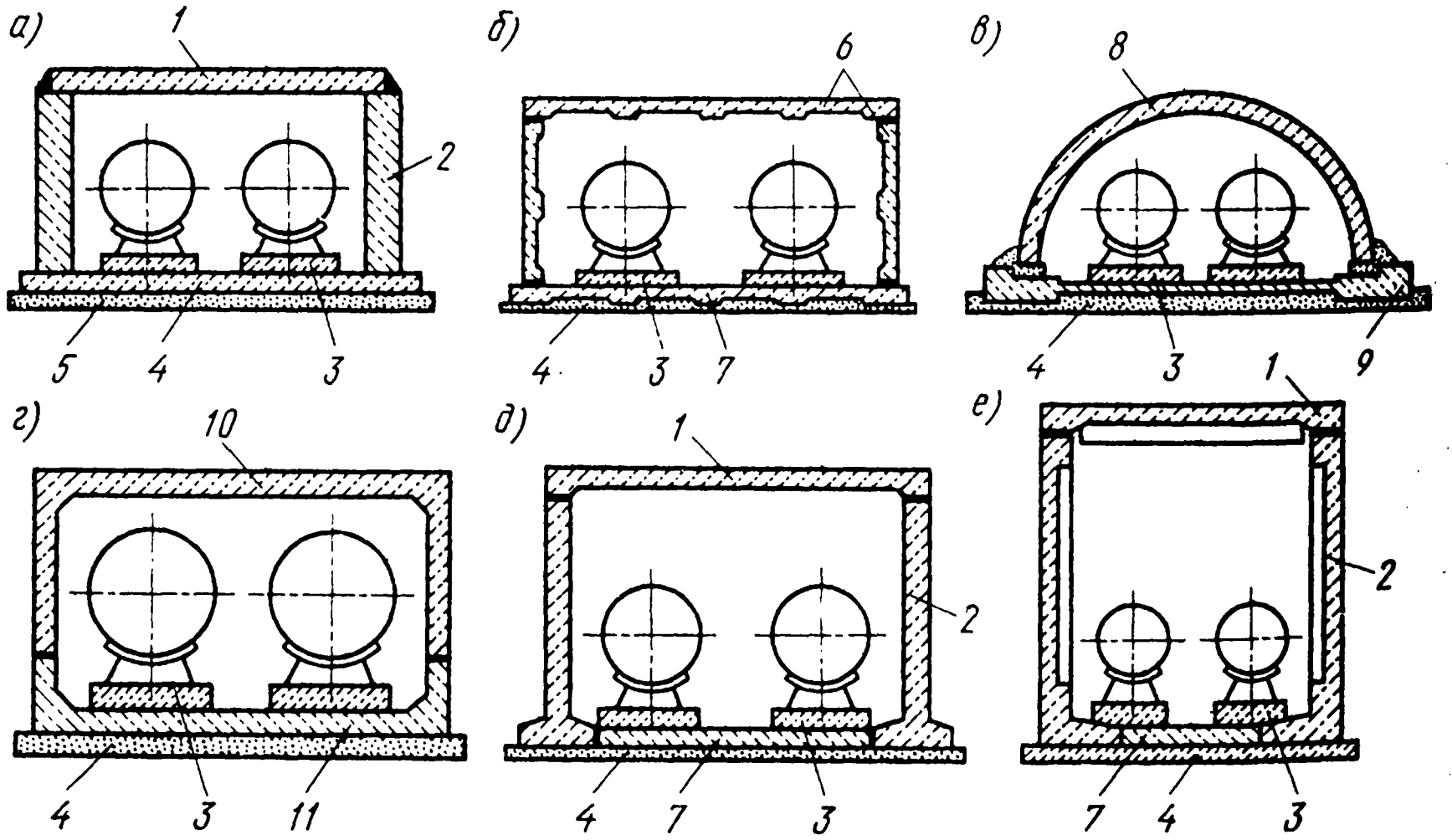


Рис. 17.1. Поперечные сечения сборных железобетонных каналов:

а — из прямоугольных блоков; *б* — из П-образных секций; *в* — со сводчатым перекрытием; *е* — из лотковых элементов; *д* — из Т-образных блоков; *е* — из сборных элементов; *1* — плита перекрытия; *2* — стеновой блок; *3* — опорный камень; *4* — бетонное основание; *5* — подготовка; *6* — П-образная секция; *7* — плита-днище; *8* — свод; *9* — опорная рама; *10* — верхний блок; *11* — нижний блок

Разгрузку и монтаж сборных железобетонных деталей производят с помощью кранов на автомобильном, пневмоколесном, гусеничном ходу или специальном шасси, а также трубоукладчиков и гидроподъемников. Выбор грузоподъемных механизмов определяется проектом производства работ (см. § 5.3). В местах, недоступных для работы краном, монтаж производят с помощью лебедок, талей и полиспастов.

В общем виде монтаж указанных устройств выполняется в следующем порядке. Выравнивают и зачищают дно траншеи и устанавливают бортовые доски и маячные колышки. Далее уплотняют грунт или устраивают песчаную или щебеночную подготовку. Затем производят монтаж основания (днища), боковых стенок и перекрытия. Сборка сооружения заканчивается заделкой или зачеканкой швов и подготовкой наружной поверхности под устройство изоляции. Верхние и стеновые блоки и плиты перекрытия укладываются на цементном растворе. При возведении сборных железобетонных конструкций непроходных и полупроходных каналов монтаж перекрытий производится после испытания и изоляции теплопроводов. В отдельных конструкциях непроходных каналов нижнее железобетонное днище отсутствует и стеновые бетонные блоки устанавливают на неармированное бетонное основание, уложенное на песчаную подготовку.

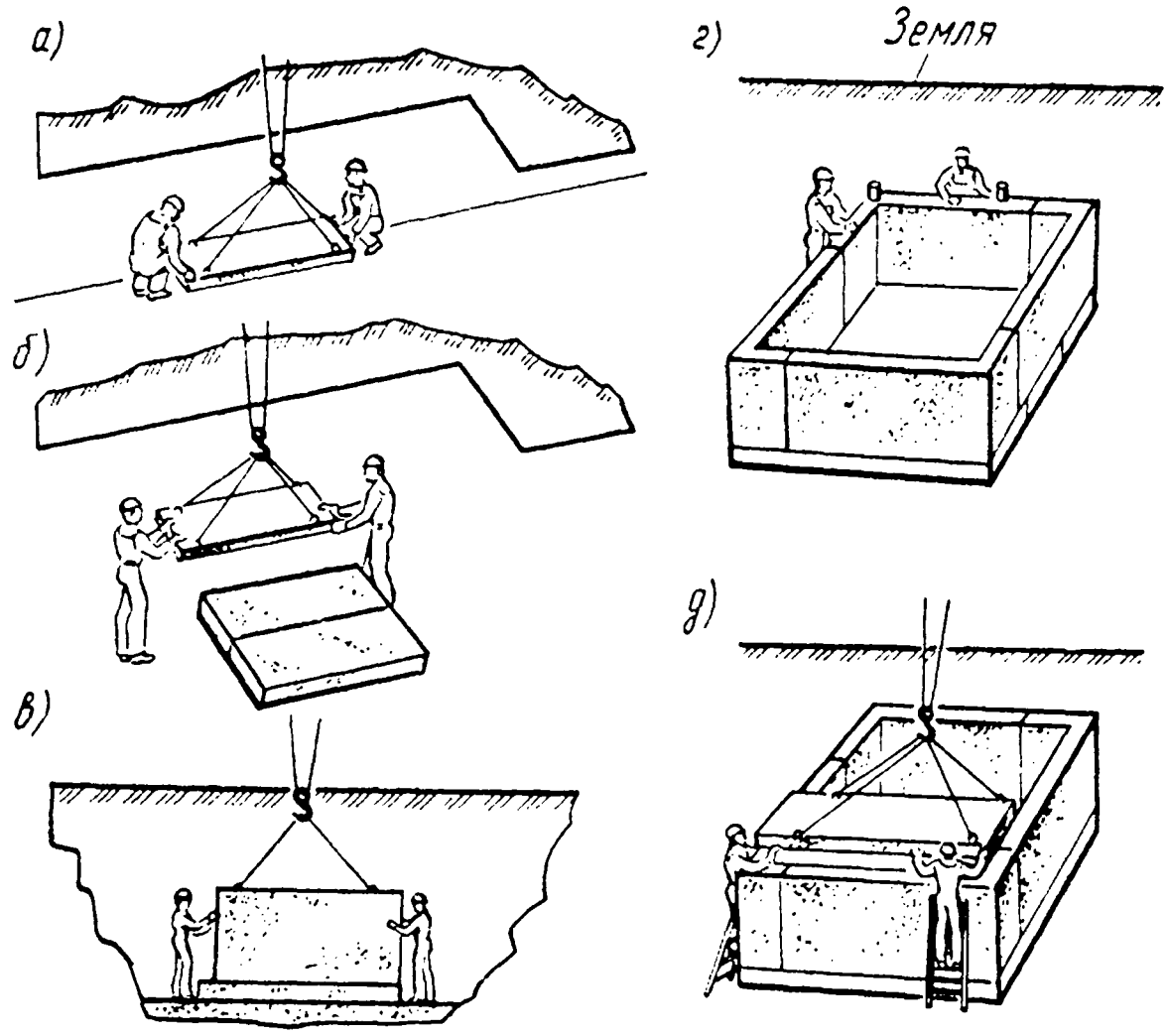


Рис. 17.2. Сборка железобетонной камеры:
а, б — укладка плит основания; *в, г* — монтаж Г-образных блоков; *д* — укладка плит перекрытия

Основные строительные конструкции каналов тепловых сетей показаны на рис. 17.1.

Сборка типовых железобетонных колодцев состоит из зачистки дна котлована и устройства щебеночной, бетонной или песчаной подготовки; установки и выверки лоткового блока; заделки стыков труб в колодце; монтажа железобетонных колец; установки перекрытия или чугунного люка и крышки люка.

Монтаж железобетонной камеры из сборных конструкций (рис. 17.2) заключается в подготовке основания; укладке плиты основания; установке стеновых блоков и временном их закреплении (при необходимости); укладке плит перекрытия;

зачеканке или заделке швов и подготовке наружной поверхнос
под устройство гидроизоляции; монтаже люков; установке крыш
люка.

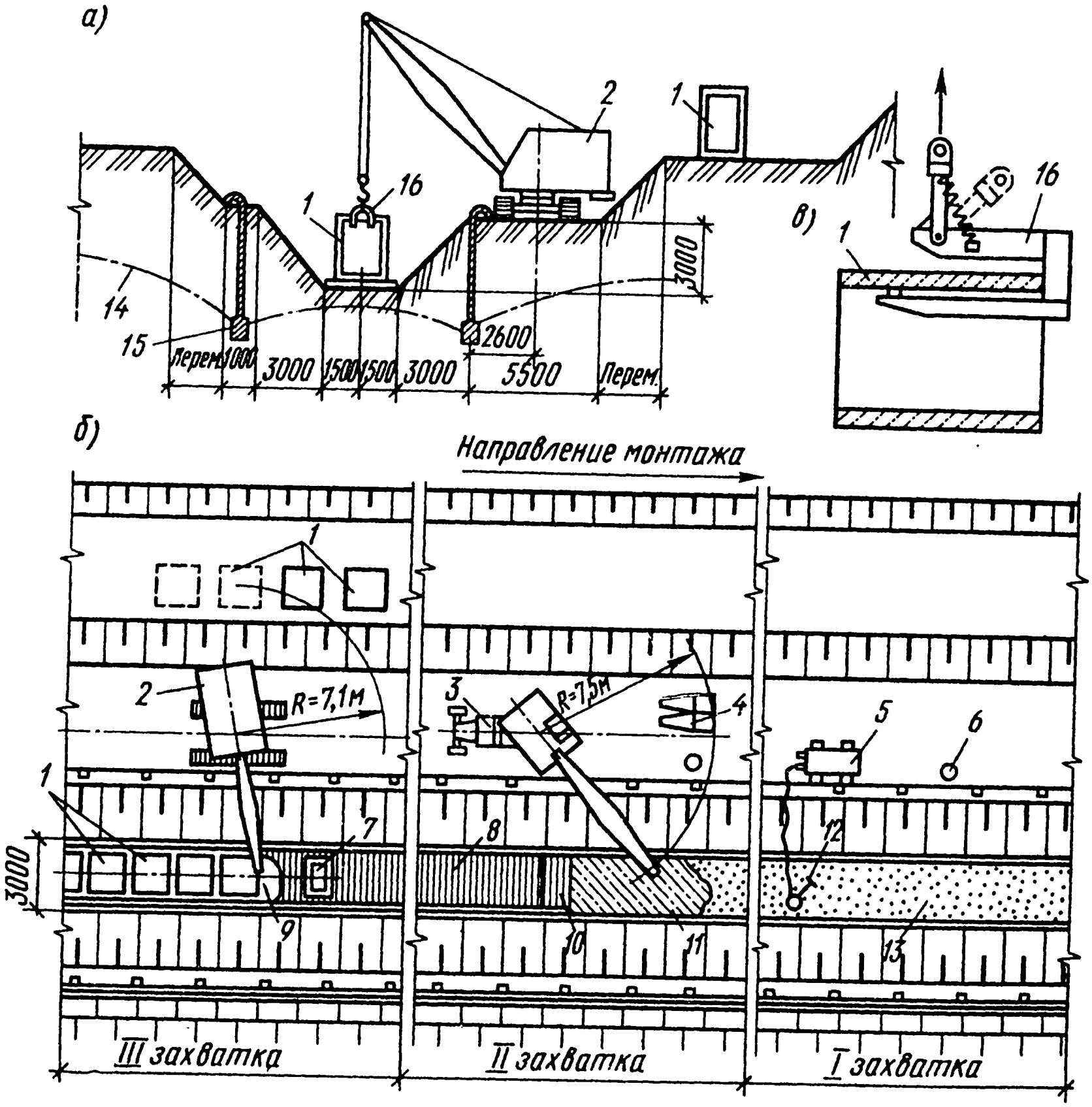


Рис. 17.3. Монтаж коллекторов из объемных блоков:

а — разрез; *б* — план; *в* — элемент строповки; *1* — блоки тоннеля; *2* — гусеничный кран; *3* — автокран; *4* — бункера для бетона; *5* — компрессор; *6* — емкость для воды; *7* — ящик с раствором; *8* — уплотненный слой бетона; *9* — цементный раствор; *10* — виброрейка; *11* — укладываемый слой бетона; *12* — пневмотрамбовка; *13* — слой щебня; *14* — уровень грунтовых вод; *15* — водопонизительные иглофильтры; *16* — вилочный захват

Технологическая последовательность монтажа коллекторов из сборных железобетонных элементов ничем не отличается от сборки проходных каналов тепловых сетей. Монтаж коллекторов из объемных блоков (рис. 17.3) обычно ведется поточным методом двумя кранами с разбивкой фронта работ на три захватки: на первой устраивают подготовку щебеночного основания, на второй — бетонную подготовку, на третьей — монтаж блоков краном с использованием специального вилочного захвата. Работы по

замоноличиванию стыков выполняются в такой последовательности: армируют стыки по всему периметру коллектора; заполняют бетонной смесью нижнюю часть стыка и днища; устанавливают внутреннюю, а затем наружную опалубку; заполняют бетонной смесью стыки между вертикальными стенками блока, а затем верхнюю часть стыков; демонтируют опалубку.

При надземной прокладке тепловых сетей теплопроводы укладывают на низкие опоры или эстакады (рис. 17.4). Низкие опоры высотой от 0,9 до 1,2 м устанавливают перпендикулярно оси трассы из отдельных фундаментов или железобетонных стоек, на которые опираются железобетонные траверсы. На пучинистых грунтах опоры можно изготовлять в виде железобетонных шпал-траверс, укладываемых на песчаную подушку, защищенную от выдувания или вымывания.

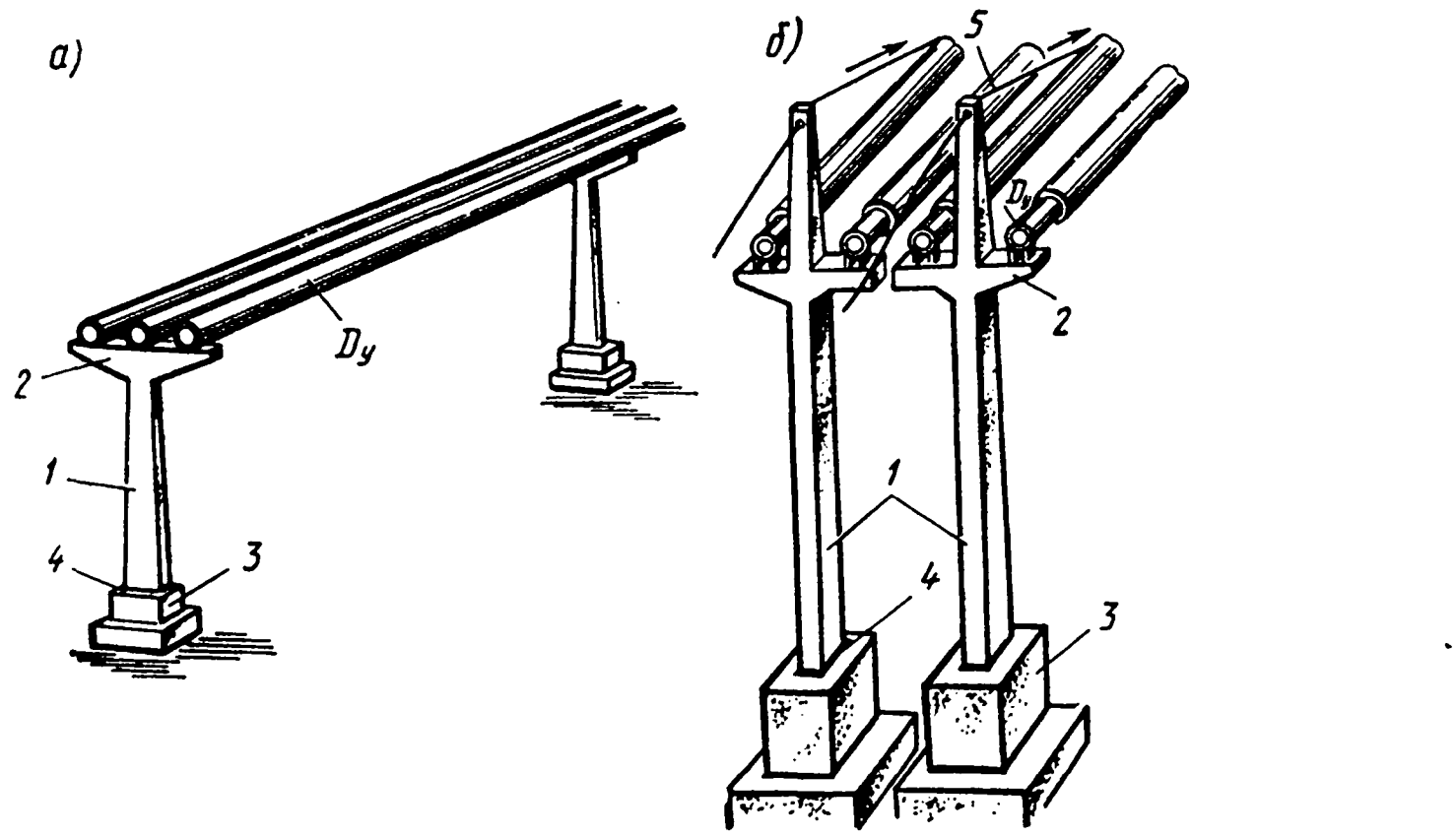


Рис. 17.4. Эстакады тепловых сетей:
а — одностоечная опора; *б* — двухстоечная мачта; *1* — стойка; *2* — траверса; *3* — башмаки под стойки; *4* — места заливки бетоном; *5* — тяги к подвескам опор

При прокладке теплопроводов на мачтах и эстакадах конструкции мачт аналогичны конструкциям отдельно стоящих опор под технологические трубопроводы. На бетонную подготовку устанавливают фундаментный блок стаканного типа. Затем производят установку стойки самоходным стреловым краном. После выверки и временного закрепления стойки с помощью клиньев стык замоноличивают. Монтаж трубопроводов начинают после того, как бетон стыка наберет 70% проектной прочности.

17.2. Монтаж железобетонных дымовых труб и боровов

Для строительства дымовых труб большой высоты используют изготовленные в заводских условиях сборные железобетонные элементы в виде цилиндрических колец, называемых *царгами,* или

полуколец (полуцарги). Опыт строительства конических дымов труб из сборных элементов распространение не получил из большого количества типоразмеров блоков. Кольца или полуко ца изготовляют разных диаметров из жаростойких бетонов заводах или полигонах и доставляют на место в готовом ви Масса царг достигает 10 т.

Монтаж дымовых труб из сборных блоков ведут двумя осно ными способами: методом выжимания с подращив нием конструкции (см. рис. 5.6, *г*) и методом нар щивания (см. рис. 5.6, *а*). Наибольшее распространение получ метод наращивания с использованием самоподъемных, приставны ползучих и башенных кранов.

Из полуколец трубы монтируют следующим образом. Пол кольцо краном поднимают и подводят к месту установки на мо тажный горизонт. Затем полукольцо опускают на раствор, разос ланный на нижележащем ряду полуколец. Установив полукольц так, чтобы его ниши совпадали с нишами нижнего ряда полуколе на его вертикальные грани наносят жаростойкий раствор, посл чего устанавливают на разостланный раствор смежное полукольц Горизонтальные швы делают толщиной 3 ... 5 мм. Смежные пол кольца стягивают стальным поясом из шинной стали в виде дву полуобручей на болтах. Полукольца устанавливают так, чтоб вертикальные швы верхнего и нижнего рядов смещались на 60 Образованные смежными пазами в ребрах колец вертикальны швы заполняют жидким жаростойким раствором. Когда оба пол кольца стянуты стальным поясом, устанавливают звено наружно лестницы и молниеотвода и сваривают вертикальные стержн арматуры в нишах, по окончании сварки ниши заделывают шамо ным кирпичом на жаростойком растворе или заполняют жаро стойким бетоном. Монтаж ведут с кольцевых наружных подмосте которые крепятся к трубе и переставляются по ходу монтажа.

Из цилиндрических колец монтаж дымовых труб ведут с уста новкой колец на раствор или «насухо». При монтаже колец «нас хо» их опускают на металлические прокладки, укладываемые н нижележащее кольцо. В образовавшийся пустой кольцевой ш подливают раствор. После установки кольца производят соедин ние продольной арматуры колец в нишах путем приварки выпу ков арматуры (коротышей). Заделку стыков в нишах производя как и при монтаже полуколец.

Иногда монтаж труб из царг ведут методом поворота констру ций (см. рис. 5.6) следующим образом. У места установки тру на спланированной площадке укладывают рельсовый путь с шир ной колеи 1500 ... 1800 мм, определяемой диаметром трубы. рельсовый путь укладывают шпальные клетки, а на них размещ ют царги одна к другой с разрывом между торцами 10 ... 12 м Царги выравнивают в горизонтальное положение домкратами деревянными подкладками-клиньями. Нижнюю, опорную цар укладывают на металлические салазки, которые будут скольз

по рельсам во время подъема трубы. Царги приходят на строительный объект с каналами под напрягаемую арматуру, которые с поверхности закрываются резиновыми шайбами толщиной, равной толщине шва между царгами. Закончив сборку, выверяют горизонтальность положения будущей трубы и соосность каналов для напрягаемой арматуры. Затем в каналы протягивают арматуру с помощью лебедки и заделывают швы между царгами. Когда зачеканенные швы наберут прочность не менее 40 ... 50% проектной прочности, приступают к натяжению арматуры гидравлическими домкратами с двух сторон. Натягивают одновременно по два диаметрально расположенных стержня арматуры. По достижению необходимого усилия концы стержней укрепляют, а гидродомкраты снимают. Для сцепления арматуры с бетоном и защиты арматуры от коррозии, в каналы с проложенной арматурой нагнетают жаростойкий раствор с помощью растворонасосов или специальных агрегатов. Последним этапом по сборке трубы перед подъемом является установка ходовой лестницы, светофорных площадок и молниеотвода.

Для подъема трубы из горизонтального положения в вертикальное используют мачты решетчатой конструкции грузоподъемностью до 100 т, закрепленные к якорям тремя или четырьмя винтами. Строповку трубы производят в месте, отстоящем от ее вершины примерно на $^1/_3$ высоты. Подъем трубы производят двумя лебедками с полиспастами, при этом салазки скользят по рельсам. Когда труба примет вертикальное положение, ее осаживают на анкерные болты фундамента. После выверки вертикальности трубы и выдерживания бетона, залитого в гнезда анкерных болтов, производят расстроповку и демонтаж мачт.

При монтаже боровов используют сборные объемные железобетонные блоки круглого, овоидального и эллиптического поперечного сечения. Блоки боровов делают длиной до двух метров и массой до 4 т. Для устройства поворотов боровов, кроме рядовых, изготовляют блоки со скошенными торцовыми плоскостями под углом друг к другу. Монтируют блоки боровов самоходными стреловыми кранами, устанавливая их непосредственно на утрамбованное грунтовое основание или на песчаную подготовку. Швы между блоками с наружной стороны зачеканивают или обмазывают жаростойким раствором.

17.3. Контроль качества монтажа строительных конструкций

При приемке сборных железобетонных конструкций и объемных элементов, поступающих на строительную площадку, необходимо проверять наличие паспортов, соответствие указаных в паспорте и фактических размеров конструкций, а также отсутствие повреждений закладных, фиксирующих и строповочных устройств и правильность расположения борозд, углублений, выпусков арма-

туры, отверстий и четвертей. Каждый элемент должен иметь ма кировку и клеймо ОТК завода-изготовителя. Гладкие плит должны иметь маркировку с обозначением верха плит. Прием изделий производится во время их разгрузки внешним осмотро

Бетонным поверхностям изделий может потребоваться послед ющая доводка под покраску или нанесения гидроизоляции. Поэт му предусматриваются допуски для изделий по раковинам: н поверхности площадью 200×200 мм их должно быть не боле 5 шт. Не допускается наличие жировых и ржавых пятен.

Перед подъемом для монтажа каждую конструкцию следуе осмотреть, очистить от наплывов бетона и раствора, мусора, нале ди и снега, а арматуру от ржавчины. Не разрешается удалять наледь и снег горячей водой или посыпать солью, а также произ водить монтаж конструкций на открытых местах при ветре сило более 6 баллов. Монтаж следует вести, ориентируясь по заране установленным рискам, граням, порам. Расстроповку установлен ных конструкций следует производить после окончательного за крепления установленной конструкции постоянным креплением Конструкции, смещенные с растворной постели в период твердени раствора, должны быть подняты и после очистки опорных плоско стей вновь установлены на свежий раствор.

Приемка смонтированных конструкций должна производиться при участии представителей генерального подрядчика, монтажной организации и технического надзора заказчика.

17.4. Мероприятия по охране труда при производстве монтажных работ

Работы по монтажу сборных железобетонных конструкций должны выполняться согласно ППР или типовым технологическим картам. Запрещается строповка конструкций в произвольных местах и за арматурные выпуски. Строповка возможна только в местах, указанных в ППР. Способы строповки должны обеспечи вать подачу элементов к месту установки в положении, близком проектному.

К работам по монтажу конструкций допускаются рабочие после проверки знаний по производству монтажных работ и полу чившие соответствующие удостоверения после сдачи экзамена комиссии с представителем Госгортехнадзора. Монтажные работы должны осуществляться под руководством специально назначен ного инженерно-технического работника. Грузоподъемные меха низмы устанавливают не ближе 0,5 м от призмы обрушени грунта.

Не допускается производить монтажные работы на высоте открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, а также пр гололедице, грозе или тумане, исключающем видимость в преде лах фронта работ.

На участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц. При этом зона перемещения стрелы крана не должна накрывать рабочие места монтажников. На время перерыва в работе нельзя оставлять поднятые элементы на весу.

Для перехода монтажников с одной конструкции на другую применяют инвентарные лестницы, мостики и трапы.

Глава 18

ОТДЕЛОЧНЫЕ РАБОТЫ

18.1. Штукатурные работы

Штукатурка — это отделочный и защитный слой затвердевшего раствора, нанесенный в пластичном состоянии. Слой штукатурки выравнивает поверхность и улучшает тепло- и звукопроводность, а также уменьшает водопоглощение поверхности, повышает ее устойчивость в агрессивных средах, улучшает санитарно-гигиенические и декоративные свойства.

В зависимости от выполняемых функций штукатурку подразделяют: по назначению — на обычную, декоративную и специальную (термо-, звуко- и гидроизоляционную, кислотостойкую, защитную от вредных излучений и др.); по видам вяжущих — на цементную, цементно-известковую, известково-гипсовую, асбестоцементную, асбестодиаматовую, известково-цементно-диаматовую и т. д.; по сложности выполнения — на простую, улучшенную и высококачественную.

Наносить штукатурный слой сразу на всю толщину обычными способами не рекомендуется, так как несхватившийся раствор будет оплывать, и поэтому его целесообразно наносить на поверхность послойно. Первый слой (обрызг) наносится раствором жидкой консистенции и предназначен для соединения штукатурки с основанием путем заполнения пустот и трещин отделываемой поверхности. Второй слой (грунт) наносится за один-два раза и служит для выравнивания поверхности более густым раствором и получения требуемой толщины штукатурки. Третий слой (накрывку) наносят на схватившийся грунт жидким раствором для образования заглаженного и уплотненного отделочного слоя толщиной около 2 мм или декоративного слоя толщиной до 5 мм.

Средняя суммарная толщина всех слоев простой штукатурки не должна превышать 12 мм, улучшенной — 15 мм, высококачественной — 20 мм.

Процесс оштукатуривания состоит из следующих основных последовательно выполняемых операций: подготовка поверхностей (очистка поверхности от наплывов жира и грязи, насечка, обивка сеткой или дранкой, провешивания с установкой маяков); транс-

портировка раствора или его составляющих к рабочим места нанесение обрызга; выравнивание поверхности путем нанесе более густого раствора (грунта); отделка откосов, проемов и лов; нанесение накрывочного слоя с затиркой поверхности. Кро того, выполняются вспомогательные операции по подготовке ра чего места, увлажнению поверхности, уборке рабочего места и т.

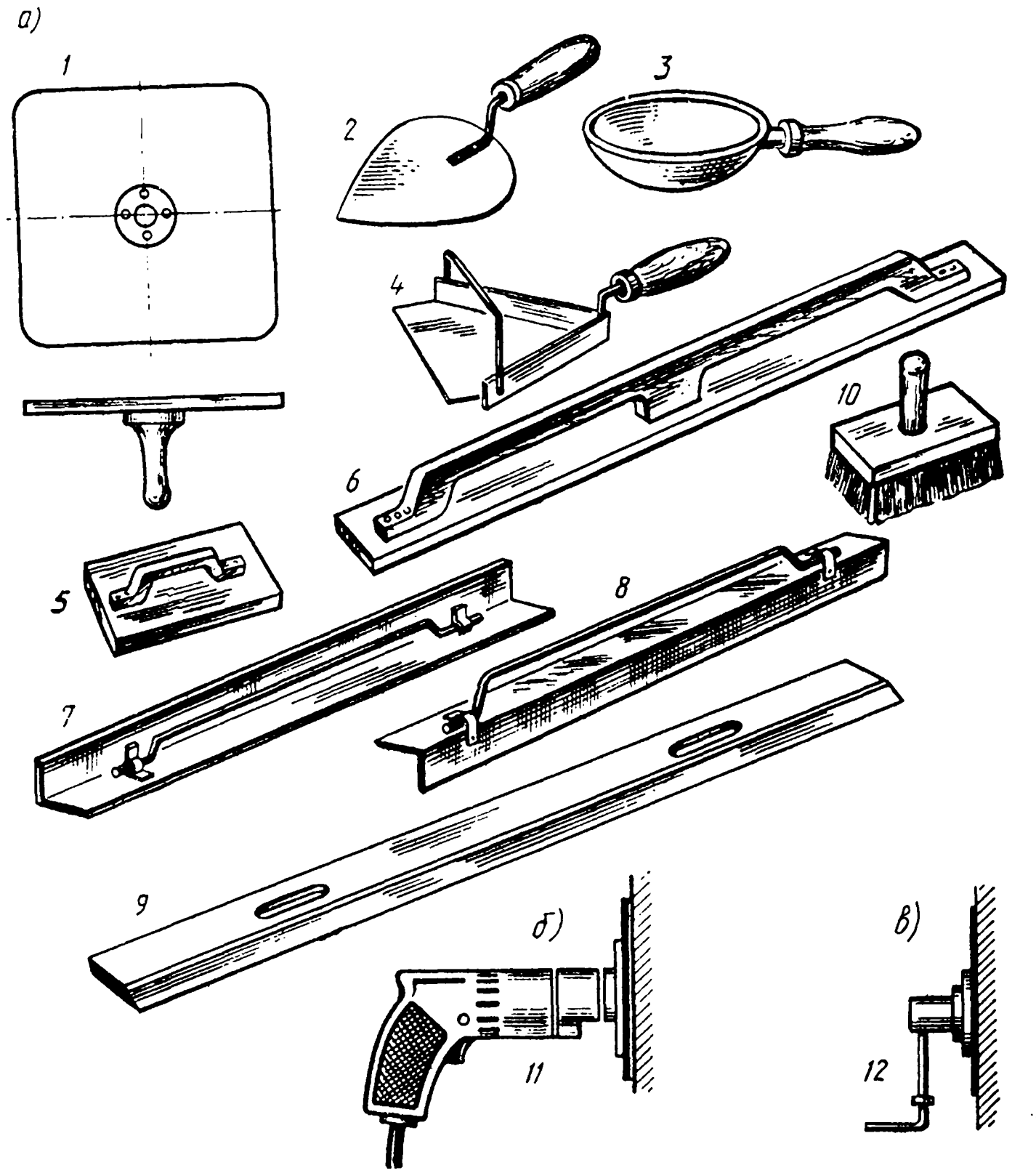


Рис. 18.1. Инструменты для производства штукатурных работ:
а — ручной инструмент; *б* — электрическая шлифовальная машинка; *в* — то же, пневматическая; *1* — штукатурный сокол; *2* — лопатка штукатурная; *3* — ковш; *4* — ковш штукатурный; *5* — терка; *6* — полутерок; *7* — лузговое правило; *8* — усеночное правило; *9* — правило; *10* — кисть-макловица; *11* — электрошлифовальная машинка; *12* — пневмошлифовальная машинка

В стесненных условиях, при небольших объемах работ и других исключительных обстоятельствах оштукатуривание поверхности производится вручную. Для нанесения и разравнивани раствора применяют специальные штукатурные инструменты — штукатурные лопатки, отрезовки, ковши, совки-лопатки, соколы, полутерки, гладилки, рустовки и др. (рис. 18.1). Раствор обрызга и первого слоя чаще всего набрасывают ковшом или совком, вто

рой и следующие слои грунта, а также накрывку — штукатурной лопаткой или намазывают полутерком. Раствор разравнивают с помощью сокола, полутерка, правила, а заглаживают гладилками.

Для подачи раствора на рабочее место штукатуров или нанесения его на поверхности используют растворонасосы и растворонагнетатели, а также специальные штукатурно-смесительные агрегаты. Раствор подают по инвентарным растворопроводам, которые могут быть тупиковыми или кольцевыми. Раствор для обрызга, грунта и накрывки наносят ровным слоем на оштукатуриваемые поверхности с помощью форсунки. Разравнивают штукатурный слой, нанесенный по инвентарным маякам, правилом или уширенными полутерками. Затирают поверхности специальными электрическими или пневматическими затирочными машинками.

Для повышения теплоизоляции котлов и других котельных агрегатов их наружняя поверхность штукатурится специальными теплоизоляционными растворами (асбестодиаматовый, известково-цементно-диаматовый и т. п.).

Для предохранения от прямого воздействия факела и горячих газов на некоторые элементы котельных агрегатов наносят слой огнеупорной массы, состав которой зависит от эксплуатационной температуры и характеризуется видом заполнителя и содержанием вяжущих (огнеупорная глина, жидкое стекло, портландцемент, пластификаторы).

Для защиты огнеупорной кладки от непосредственного действия огня используют защитные обмазки. Вяжущим в них является огнеупорная глина, растворимое стекло, сульфитный щелок и другие материалы.

Для защиты тепловой изоляции от воздействия окружающей среды и механических повреждений, а также повышения газонепроницаемости теплоизоляционного слоя обмуровочной конструкции котла применяют уплотнительные обмазки, зависящие от вида теплоизоляции: асбест, диатомит молотый, растворимое стекло, полимеры и т. п.

18.2. Малярные работы

Для защиты конструкций от вредных атмосферных воздействий, улучшения их санитарно-гигиенических качеств и придания им красивого внешнего вида производят окраску поверхностей.

В окрасочные составы входят: связующее вещество, которое создает пленку при высыхании; разбавитель или растворитель, создающие необходимую для работы консистенцию состава; пигменты, которые придают цвет веществу; наполнители, которые удешевляют малярные составы и придают им лучшую сцепляемость (адгезию) с основанием, а также повышают прочность и огнестойкость.

Для выполнения окраски применяют различные малярные составы, которые подразделяются на окрасочные и вспомогатель-

ные. Окрасочный состав — это смесь красителей, связующих и других вспомогательных материалов, которая при высыхании образует на окрашиваемой поверхности пленку определенного цвета. Вспомогательными составами являются грунтовки, подмазки, шпатлевки. Грунтовку наносят в жидком состоянии тонким слоем для придания однородной пористости отделываемой поверхности, а также для усиления сцепления последующих малярных слоев с основанием и для предварительной окраски металлических и деревянных изделий.

Все окрасочные составы подразделяют на водные, неводные и синтетические.

Нормативными документами на производство отделочных работ установлены три вида малярной отделки: простая, улучшенная и высококачественная. Чем выше требования к качеству окраски, тем большее число технологических операций выполняют при подготовке поверхности к нанесению слоев малярной отделки.

Основными процессами при производстве малярных работ являются подготовка поверхности, ее шпатлевка, грунтовка и нанесение окрасочных составов. При подготовке поверхности ее очищают, выравнивают, заделывают трещины, обезжиривают (при необходимости), обеспыливают и т. п. Каменные и кирпичные поверхности очищают от следов раствора металлическими щетками, а оштукатуренные очищают и заглаживают торцом деревянного бруска или куском пемзы. Для выравнивания поверхности при улучшенной окраске ее шпатлюют, т. е. наносят на поверхность клеевой или масляный шпатлевочный состав. Для более равномерного распределения окрасочного состава (без пятен) окрашиваемые поверхности предварительно покрывают грунтовочным составом. Металлические поверхности очищают от ржавчины металлическими щетками или пескоструйными аппаратами с удалением пыли кистью или ветошью, обезжиривают, покрывают грунтовкой, а затем окрашивают.

При небольшом объеме работ, в стесненных условиях малярные работы выполняют вручную. Часть процессов выполняется вручную и там, где некоторые операции еще не механизированы.

В массовом строительстве и при большом объеме работ малярную отделку выполняют комплектом машин и механизмов. Механизированную окраску водными составами выполняют краскопультами с ручными насосами и насосами, имеющими механический привод, чаще всего электрический (электрокраскопульт). Механизированную окраску неводными составами производят с помощью пневматических пистолетов-краскораспылителей. Современные пистолеты различны по конструкции и позволяют получать узкий круглый факел для окраски мелких предметов и широкий плоский — для окраски больших поверхностей. В корпусе пистолета имеются два канала — для воздуха и для краски. Красочный состав, поступающий через форсунку в смесительную головку, смешивается с воздухом и распыляется через щелевую насадку.

Окрасочный состав поступает по шлангам из красконагнетательного бачка, присоединяемого к тому же компрессору. Для механизированной окраски небольших поверхностей применяются пистолеты-краскораспылители с наливным стаканом, установленным непосредственно на пистолете.

Основные инструменты и аппараты, применяемые для малярных работ, показаны на рис. 18.2.

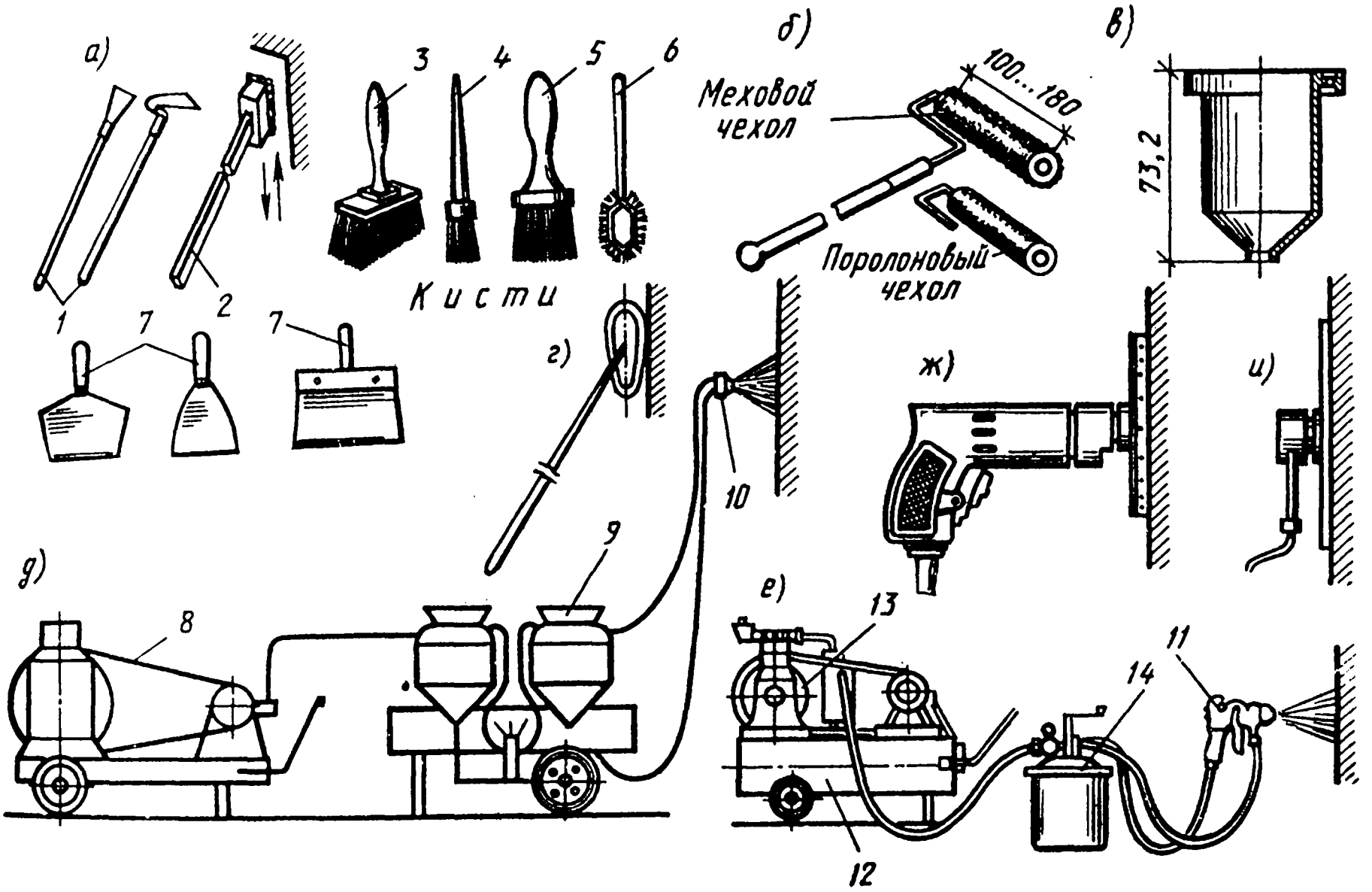


Рис. 18.2. Инструменты и аппараты для малярных работ:

а — ручные инструменты; *б* — окрасочный валик; *в* — вискозиметр; *г* — приспособление для шлифовки; *д* — агрегат для нанесения шпатлевки; *е* — агрегат для масляной окраски; *ж* — электрическая затирочно-шлифовальная машинка; *и* — то же, пневматическая; *1* — скребки; *2* — держатель для лещади; *3* — макловица; *4* — ручник; *5* — флейц; *6* — кисть для окраски радиаторов; *7* — шпатели; *8* — компрессор; *9* — пневмонагнетательный аппарат; *10* — форсунка для нанесения шпатлевки; *11* — пистолет-краскораспылитель; *12* — воздухосборник; *13* — компрессор; *14* — красконагнетательный бачок

В условиях строительной площадки все большее распространение находят прогрессивные методы безвоздушного распыливания и окрашивание поверхности в электростатическом поле высокого напряжения, снижающие расход краски на 5 ... 25%.

18.3. Производство отделочных работ в зимних условиях

Приготовление, транспортирование и хранение штукатурных растворов должно быть таким, чтобы раствор в момент нанесения его на поверхности имел температуру не ниже 281 К (8°С). Для этого приемные бункера, растворонасосы и трубопроводы утепляют.

В помещениях, где производятся отделочные работы в зимн время, температура воздуха должна быть не ниже 281 К (8°С) относительная влажность не выше 70%. Внутренние отделочн работы выполняются, как правило, при действующих проектн системах отопления или с применением различных воздухонагр вателей. Наряду с отоплением помещений, в которых отделочны работы ведут в зимний период, должны быть своевременно обе печены обогрев и сушка подлежащих отделке конструкций.

При температуре воздуха ниже 278 К (5°С) наружные маля ные работы выполняют с применением морозоустойчивых окрасо ных составов, а штукатурные — с применением растворов, содержа щих химические добавки, понижающие температуру замерзани раствора (поташ, нитрит натрия и т. п.). Оштукатуривание повер ности производят вручную или механизированным способом. Вс слои штукатурки, выполняемой на морозе, наносят в течение одно смены. При затирке поверхность смачивают водой, содержащей те же химические добавки, которые были использованы при приго товлении штукатурного раствора.

18.4. Требования к качеству отделочных работ

Для определения качества выполненных штукатурных работ производят простукивание штукатурного слоя, визуальный осмотр и при необходимости контрольные вскрытия отдельных участков готовой штукатурки. В первую очередь проверяется прочность соединения штукатурного слоя с поверхностью оштукатуренной конструкции. Штукатурный слой не должен иметь трещин, бугорков, раковин, дутиков и не должен отслаиваться как от оштукатуренной конструкции, так и между слоями. Затем проверяется оштукатуренная поверхность. Она должна быть ровной, гладкой (грубошероховатая поверхность бракуется), с четко отделанными гранями углов, пересекающихся плоскостей, без следов затировочного инструмента, потеков раствора, пятен и высолов. На поверхности может быть не более двух неровностей глубиной или высотой от 3 до 2 мм, определяемых при накладывании правила или двухметровой рейки на оштукатуренную поверхность. Допустимое отклонение поверхности стен, потолков от вертикали и горизонтали — 1 мм на 1 м высоты или длины, но не более 10 мм на всю высоту или длину помещения при улучшенной отделке и не более 5 мм при высококачественной отделке.

Качество отделки поверхности малярными составами зависит от соблюдения технологии работ и тщательности подготовки малярных составов. Перед употреблением проверяют их срок годности, заданную вязкость (по вискозиметру, см. рис. 18.2, *а*) и очищают от посторонних включений. Окрашенные поверхности должны быть однотонными, без пятен, полос, брызг, волосков от кисти. Фактура поверхности, окрашенной масляными или эмалевыми красками, должна быть глянцевой или матовой без неровностей

искривлений и закраски в сопряжении поверхностей, окрашенных разными колерами.

Приемку поверхностей, окрашенных масляными красками, эмалями и лаками, можно производить не ранее образования прочной пленки на поверхностях. В целях проверки количества и качества выполненных операций по подготовке и обработке поверхностей под окраску разрешается (при необходимости) частичное удаление красочных покрытий до основания. Проверку рекомендуется производить в местах, где последующая подправка не нарушит однородности отделки.

18.5. Мероприятия по охране труда при производстве отделочных работ

Выполнять отделку в помещениях, над которыми производится монтаж здания, не допускается. Как исключение разрешается отделка помещений в монтажной зоне с пятью перекрытиями над местом производства отделочных работ.

Временная переносная электропроводка для внутренних работ должна иметь напряжение не более 36 В. Запрещается сушить отделываемые помещения и поверхности открытыми жаровнями и огнеметами. Калориферы для сушки должны быть заключены в кожух из листовой стали и смонтированы на специальных подставках.

Перед пуском в работу растворонасосов и нагнетателей проверяют предохранительные клапаны, дозаторы, манометры и другое оборудование. Рукава и трубы, применяемые для подачи раствора и сжатого воздуха, предварительно испытывают гидравлическим давлением, вдвое превышающим рабочее.

Штукатурку поверхности специальными растворами или окраску поверхности специальными красками и эмалями должны производить рабочие не моложе 18 лет, прошедшие специальный инструктаж и медицинское освидетельствование. Рабочие снабжаются респираторами, защитными очками, комбинезонами и резиновыми перчатками.

Не допускается пребывание людей более 4 ч в помещениях, свежеокрашенных масляными красками. Краску, попавшую на незащищенный участок кожи, необходимо удалить ветошью, затем кожу промыть теплой водой с мылом. Перед едой и курением в установленных местах рабочие должны отмывать руки от краски теплой водой с мылом.

Металлическую тару для лакокрасочных материалов следует закрывать стандартными пробками и открывать инструментом, не вызывающим искрообразования. При работе с легковоспламеняющимися красками запрещаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. При окраске обогреваемых труб и приборов центрального отопления во избежание действия на рабочих угара помещение следует тщательно проветривать.

При выполнении малярных работ с применением составов, с держащих вредные вещества, следует соблюдать санитарные пр вила при окрасочных работах с применением ручных распылит лей, утвержденных Минздравом СССР.

Подмости и леса, с которых производят отделочные работы должны иметь необходимую прочность и быть ограждены.

Глава 19

ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАБОТЫ

19.1. Назначение и виды изоляционных работ

Строительные конструкции зданий и сооружений, оборудование и трубопроводы в процессе эксплуатации подвержены воздействиям окружающей среды, ухудшающим санитарно-гигиенические условия в помещениях, снижающим расчетную прочность, устойчивость, водонепроницаемость, сроки надежной эксплуатации и повышающим теплоотдачу и температурный режим в помещениях. Поэтому строительные конструкции, трубопроводы и оборудование подлежат специальной защите. Чем агрессивнее среда, тем сложнее и дороже защита. Для защиты выполняются следующие виды изоляционных работ: гидроизоляционные, противокоррозионные, теплоизоляционные и звукоизоляционные.

Для защиты частей зданий и сооружений от проникновения или воздействия воды, а также для предупреждения ее утечки выполняются работы по нанесению гидрофобных (водоотталкивающих, не впитывающих влагу) покрытий на их конструктивные элементы. Это защитное покрытие называется *гидроизоляцией*. С целью защиты металлических конструкций от различного вида коррозии выполняют противокоррозионную изоляцию. Для предотвращения распространения тепла, уменьшения теплоотдачи трубопроводов и оборудования и сохранения необходимого температурного режима в зданиях и сооружениях производят теплоизоляционные работы. Звукоизоляция предназначена для защиты помещения от распространения в них воздушных и ударных звуков.

Повышению надежности защиты конструкций зданий и сооружений способствуют: понижение уровня грунтовых вод, устройство защитных диафрагм и глиняных замков; пропитка и покрытие конструкций гидрофобными составами; устройство естественной и искусственной вентиляции помещений для отсоса загрязненного воздуха и регулирования температурно-влажностного режима; герметизация технологического оборудования, трубопроводов и арматуры; повышение сопротивляемости конструкций к воздействию агрессивных сред путем введения специальных добавок при их изготовлении; повышение технологической дисциплины при выполнении изоляционных работ.

19.2. Гидроизоляционные работы

По основному назначению гидроизоляцию подразделяют на поверхностную (покрытия), уплотняющую (швы, стыки), наружную и внутреннюю, работающую на прижим и отрыв, комбинированную, горизонтальную и вертикальную.

По виду основного материала гидроизоляция может быть асфальтовая, пластмассовая, минеральная и металлическая. Гидроизоляционные материалы должны иметь повышенную водоустойчивость и водонепроницаемость при длительном воздействии воды и влажной среды. К таким материалам относятся нефтяные, каменноугольные и дегтебитумные мастики, рулонные материалы (изол, гидроизол, бризол, стеклорубероид), стальные листы, пленка из полиэтилена, поливинилхлорида и т. д.). В последнее время начали применять комплексную теплогидроизоляцию, сочетающую в себе функции гидро- и теплозащиты конструкций.

По способу устройства гидроизоляцию разделяют на штукатурную, литую, окрасочную, обмазочную, оклеечную и листовую.

Технология устройства гидроизоляционных покрытий включает подготовительные (приготовление мастик и растворов и подготовка изолируемых поверхностей) и основные (нанесение изоляционного слоя и уход за ним, при необходимости — устройство защитного слоя) процессы.

Окрасочная и обмазочная гидроизоляция — это сплошной водонепроницаемый слой, выполненный из горячих битумов, горячих или холодных мастик и из материалов на основе синтетических смол и пластмасс. Они защищают конструкции главным образом от капиллярной влаги. Окрасочную изоляцию наносят механизированным способом с толщиной слоя 0,2 .. 0,8 мм, а обмазочную — вручную более толстым слоем (2 ... 4 мм).

После нанесения окрасочной или обмазочной гидроизоляции на подземные части зданий и сооружений с наружной стороны целесообразно устроить ее защиту в виде глиняных замков (40 ... 50 см) или штукатурного слоя из гидрофобизированных грунтов (смесь песка или суглинков с нефтебитумом, растворенным в зеленом масле), толщиной 10 ... 15 мм.

Штукатурная гидроизоляция бывает двух видов — цементно-песчаная и асфальтовая.

Цементно-песчаная гидроизоляция представляет собой слой затвердевшего и прочно сцепившегося с изолируемой поверхностью раствора. Эффективными гидроизоляционными растворами являются специальные растворы на водостойком безусадочном цементе (ВБЦ), водостойком расширяющемся цементе (ВРЦ) или портландцементе с уплотняющими, гидравлическими и полимерными добавками. Перед устройством изоляции поверхность увлажняют, а бетонную поверхность, кроме того, насекают или обрабатывают

пескоструйным аппаратом. Раствор наносят способом торкретирования с помощью цемент-пушки или установки «Пневмобетон» отдельными слоями толщиной 6 ... 10 мм. При малых объемах работ, цементно-песчаную гидроизоляцию выполняют вручную или с применением растворонасосов.

Штукатурную асфальтовую гидроизоляцию устраивают из горячих или холодных (эмульсионных) асфальтовых мастик, паст и растворов путем их послойного нанесения с помощью асфальто- и растворометов или растворонасосов.

Литую гидроизоляцию выполняют из горячих асфальтовых мастик, растворов и асфальтополимерных смесей путем их разлива и разравнивания по горизонтальной поверхности или путем залива в зазор между вертикальной поверхностью и специальной опалубкой или защитной стенкой. Заливку ведут в горизонтальной плоскости — послойно, а в вертикальной — по ярусам, высотой 20 ... ... 40 см. При необходимости горизонтальные и вертикальные гидроизоляционные покрытия защищают слоем раствора.

Сборно-листовую гидроизоляцию делают в виде сплошного покрытия из стальных или пластмассовых листов. Металлическую гидроизоляцию выполняют из стальных листов (толщиной не менее 4 мм) на сварке. Пластмассовые (винипластовые) листы крепят к изолируемой поверхности клеем ПХ с последующей сваркой стыков или анкеровкой нагелями через прижимные планки с помощью строительного пистолета.

Оклеечная гидроизоляция представляет собой сплошной водонепроницаемый ковер, выполненный путем наклейки на изолируемую поверхность нескольких слоев рулонных материалов — гидроизола, изола, бризола, стеклорубероида, фольгоизола и др. Для наклейки применяют битумные, резинобитумные мастики, битумно-полимерные составы. Для оклеечной гидроизоляции используют также листовые материалы: поливинилхлорид, винипласт, полиизобутилен, пленки из полиэтилена, полиамида и фторопласта. Рулонные материалы с битумной пропиткой наклеивают на битумной мастике, а с дегтевой пропиткой — на дегтевой; наклейку пластмассовой изоляции ведут на синтетических клеях и смолах.

Сначала на изолируемую поверхность наносят механизированным способом или вручную мастику, а затем раскатывают рулонный материал, выравнивая его от середины к краям. На края полотнищ наносят мастику и приглаживают их. Для предохранения от оползания гидроизоляционный ковер усиливают устройством защитной стенки или горизонтального паза по периметру изолируемого сооружения. Наклеив ковер, свободное пространство паза заполняют кирпичом или бетоном.

При устройстве гидроизоляции каналов коллекторов и камер рулонные материалы оклеечной гидроизоляции наклеивают на высоту, превышающую уровень грунтовых вод на 0,5 м. Наружная поверхность стен и перекрытия, находящиеся выше оклеечной гидроизоляции, покрывают обмазочной битумно-перлитовой изоляци-

ей. При оклеечной гидроизоляции стен каналов в деформационные швы закладывают изолирующие прокладки и заливают их тугоплавким битумом, а с внешней стороны под компенсаторами деформационных швов оклеечную изоляцию усиливают дополнительным слоем рулонного материала или стеклоткани.

19.3. Противокоррозионная изоляция стальных трубопроводов и конструкций

Различают следующие способы устройства защитных покрытий: окраска битумными, химически стойкими лакокрасочными составами, эмульсиями резиновых смесей или пластмасс; оклейка листовыми и рулонными материалами; шпатлевка или штукатурка кислотоупорными замазками и растворами; облицовка (футеровка) штучными изделиями (кирпичом, блоками, плитками) на химически стойком вяжущем; напыление пластических масс; металлизация; гуммирование; газопламенное напыление и др.

В системах теплогазоснабжения наибольшее распространение получили четыре основных вида пассивной изоляции: на битумной основе, полиэтиленовые покрытия, полимерные липкие ленты и лакокрасочные покрытия.

Перед устройством противокоррозионной пассивной изоляции стальных трубопроводов и конструкций их поверхность очищают от грязи, ржавчины и окалины, а в зимнее время, кроме того, от снега и наледи. Чтобы поверхность вновь не покрывалась ржавчиной вследствие воздушной коррозии и осадков, ее тут же покрывают грунтовкой. Кроме того, грунтовка необходима для прочного сцепления первого слоя изоляции с металлической поверхностью. Для различных видов покрытий используют различные составы грунтовки (битумная, полиэтиленовая, эмалевая, торкрет-цементная и пр.). Битумные грунтовки изготовляют из битума, растворенного в бензине в соотношении 1 : 3 по объему или 1 : 22 по массе. Для летнего времени битум марки БН-1 или БНИ-1 растворяется в бензине марки Б-70, А-72, А-76, а для зимнего времени битум марки БН-1 или БНИ-1 растворяется в бензине марки Б-70.

Способы и последовательность нанесения изоляционного слоя зависит от конструкции изоляции, которая в соответствии с ГОСТ 9.015—74 и СНиП 2.03.11—85 подразделяется на нормальную, усиленную и весьма усиленную. При низкой коррозионной активности грунта стальные трубопроводы и конструкции покрываются нормальной изоляцией, при средней коррозионной активности — усиленной; при повышенной коррозионной активности — весьма усиленной. На территории городов, других населенных пунктов и промышленных предприятий применяется весьма усиленная изоляция независимо от коррозионной активности грунта. Для магистральных трубопроводов и ответвлений на них применяют нормальную и усиленную изоляцию с обязательной катодной защитой

(см. § 13.10) независимо от коррозионной активности грунтов. Для систем газоснабжения структура защитного покрытия приведена на рис. 19.1. Для наружной обертки могут быть использованы крафт-бумага, бризол, гидроизол, стеклорубероид, бикарул, бумага мешочная и пр.

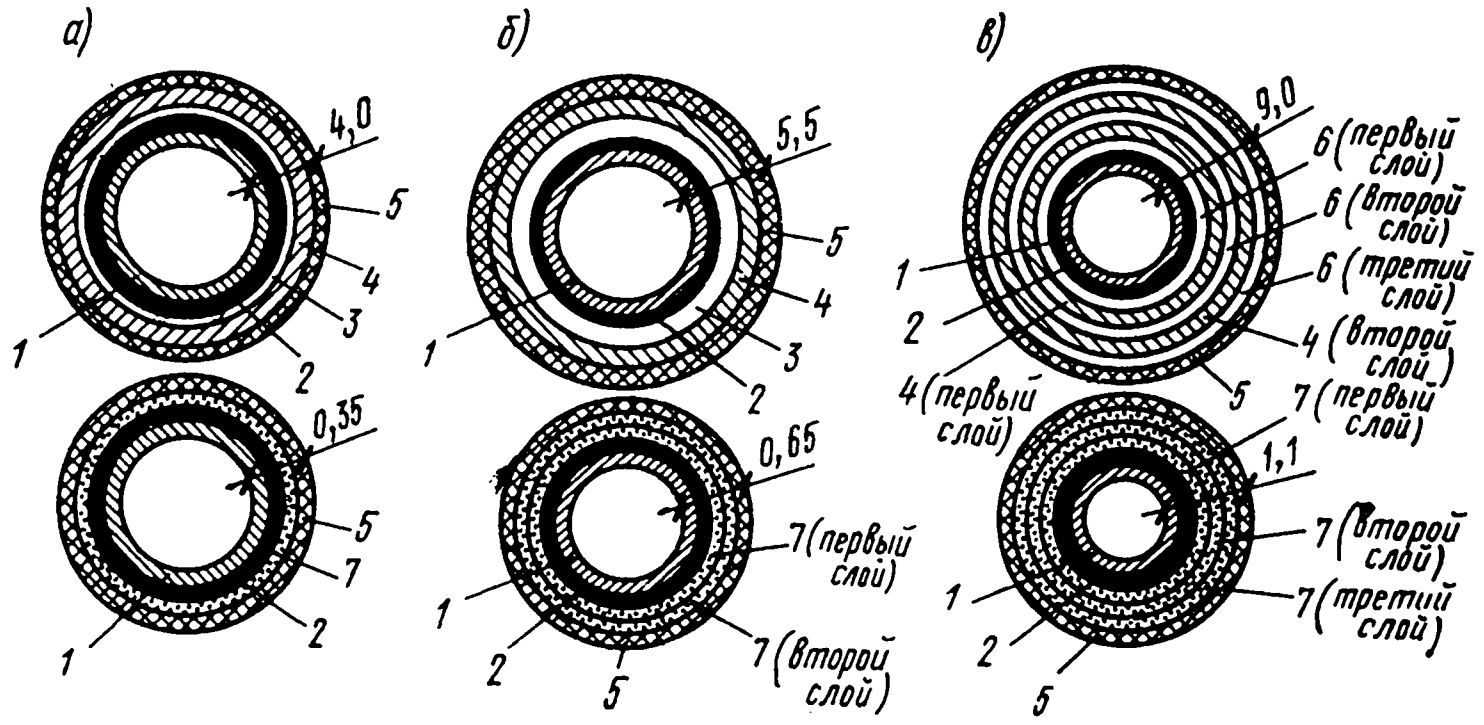


Рис. 19.1. Структура защитных покрытий:

а — нормальный тип покрытия; *б* — усиленный тип покрытия; *в* — весьма усиленный вид покрытия; *1* — труба; *2* — битумная грунтовка; *3* — битумно-резиновая мастика; *4* — стеклохолст; *5* — наружная обертка; *6* — битумно-полимерная или битумно-минеральная мастика; *7* — полимерная лента

Комплексный процесс изоляции стальных трубопроводов при пассивной их защите состоит из следующих основных процессов: приготовления материалов для устройства изоляционного покрытия; доставки материалов к рабочему месту; подготовки (очистки) поверхности изолируемых труб; грунтовки и нанесения изоляционного покрытия; контроля качества изоляции. Методы выполнения указанных процессов зависят как от типа изоляции, так и от принятой организационно-технологической схемы производства работ.

Как известно, трубопроводы собирают из отдельных звеньев труб (длиной до 40 м) или звеньев, соединенных в бесконечные плети. В первом случае на строительную площадку поступают отдельные заизолированные звенья труб и узлы, у которых не покрыты изоляцией только концы (250 мм от обоих краев), предназначенные для устройства стыков. Во втором случае бесконечная плеть собирается на бровке траншеи из неизолированных труб. Затем плети изолируют совмещенным или раздельным методом.

При работе совмещенным методом в одном неразрывно связанном технологическом потоке производят очистку, изоляцию и укладку труб в такой последовательности. Один кран-трубоукладчик, идущий впереди колонны, поднимает трубопровод, предварительно сваренный в бесконечную плеть и уложенный вдоль траншеи. Удерживая его на высоте 0,8...1,5 м от земли, трубоукладчик передвигается вдоль траншеи и, опуская стрелу до максимально

возможного (по условиям устойчивости) вылета, пододвигает трубопровод к траншее. За ним располагают первую очистительную машину, выполняющую грубую очистку труб. Второй кран-трубоукладчик, двигающийся за этой машиной, копирует движения первого трубоукладчика и пододвигает трубопровод еще ближе к оси траншеи, удерживая его на той же высоте. Идущая за ним вторая очистительная машина очищает трубу до металлического блеска и огрунтовывает ее. Два крана-трубоукладчика, двигающиеся за ней, удерживают и центрируют по оси траншеи трубопровод вместе с перемещающейся по нему и замыкающей колонну изоляционной машиной на заданной высоте и строго по оси траншеи. Заизолированный трубопровод волной ложится на дно траншеи.

При раздельном методе организуют два потока: один — по очистке и изоляции труб, другой — по их непрерывной укладке в траншею.

Для изоляции монтажных стыков (в первом случае) и фасонных частей, которые оставляют неизолированными при механизированном выполнении процесса (во втором случае), применяют тот же тип покрытия, что и для труб. Объем этих работ невелик и рассредоточен на значительном расстоянии. Поэтому очистку и изоляцию этих мест выполняют, как правило, вручную специально создаваемым для этой цели звеном.

Для защиты наружной поверхности труб тепловых сетей от коррозии применяются различные составы, содержащие наиболее распространенные материалы: изол, бризол, эпоксидная эмаль, эпоксидная краска, органосиликатная краска, стеклоэмали, комбинированные краски с примесью алюминия и лака. Необходимость и условия применения антикоррозионных покрытий решаются соответствующими типовыми проектами или рабочей документацией тепловых сетей.

19.4. Тепловая изоляция трубопроводов

На трубопроводы наносят тепловую изоляцию в тех случаях, когда транспортируемый по ним продукт имеет температуру, отличающуюся от температуры окружающей среды. Для тепловой изоляции применяются различные материалы и полуфабрикаты, которые классифицируются по следующим основным признакам: по форме и внешнему виду структуры, виду исходного сырья, плотности, жесткости, теплопроводности, возгораемости.

По *форме и внешнему виду* материалы подразделяют на штучные изделия (плиты, цилиндры, сегменты, блоки), рулонные и шнуровые (маты, шнуры), на рыхлые и сыпучие (минеральная вата, вспученный перлит, вермикулит). По *структуре* материалы могут быть волокнистыми, ячеистыми и зернистыми, по *виду исходного сырья* — органическими и неорганическими. Изделия, состоящие из неорганических и органических материалов, относятся к неор-

ганическим, если количество последних превышает 50%. По *плотности* материалы подразделяются на группы особо низкой плотности (ОНП—15...75 кг/м³), низкой плотности (НП—от 100 до 175), средней плотности (СП—от 200 до 350), плотные (П—от 400 до 600 кг/м³). По *степени жесткости* в зависимости от плотности изделия из волокнистых материалов подразделяются: мягкие (М—плотностью до 70 кг/м³); полужесткие (П—плотностью до 125); жесткие (Ж—плотностью до 150); повышенной жесткости (ПЖ—плотностью до 200); твердые (Т—плотностью до 300 кг/м³). По теплопроводности материалы делятся на три класса: низкой теплопроводности—класс А (до 0,06 Вт/мК); средней теплопроводности—класс Б (до 0,115 Вт/мК); повышенной теплопроводности—класс В (до 0,175 Вт/мК). По *возгораемости* теплоизоляционные материалы делятся на три группы: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые.

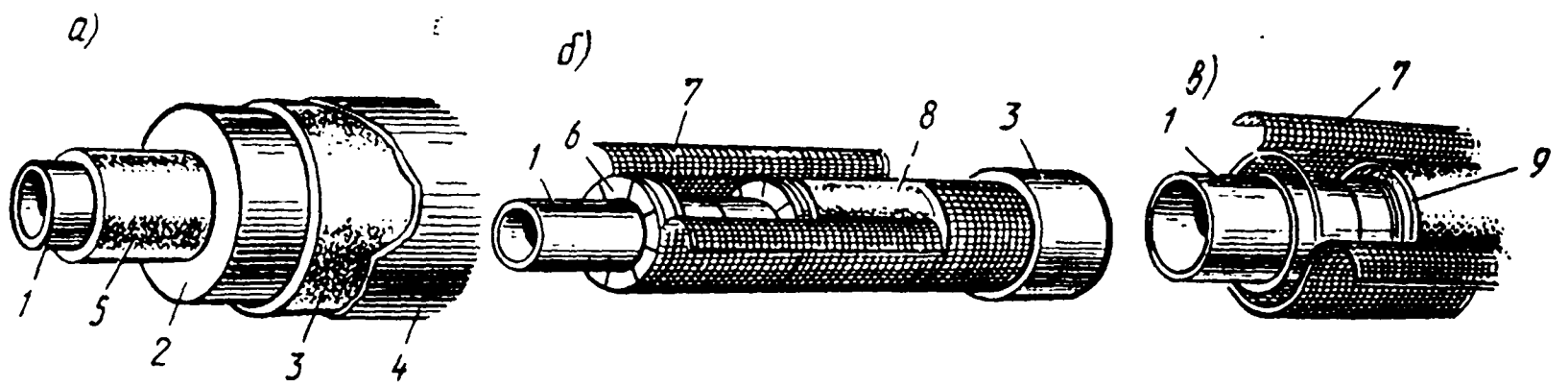


Рис. 19.2. Теплоизоляция трубопроводов:

а — мастичная; *б*, *в* — набивная; *1* — труба; *2* — мастика; *3* — штукатурный слой; *4* — оклейка тканью; *5* — асбестовая прокладка; *6* — опорное кольцо из теплоизоляционных сегментов; *7* — металлическая сетка; *8* — минеральная вата; *9* — проволочное опорное кольцо

Теплоизоляционные конструкции состоят из следующих элементов: основного теплоизоляционного слоя, обеспечивающего защиту изолируемой поверхности от потерь тепла; покрывного слоя, предохраняющего основной теплоизоляционный слой от атмосферных осадков, механических повреждений, воздействий агрессивных сред и т. д.; крепежных деталей, применяемых для крепления теплоизоляционных и покрывных слоев, а также для повышения прочности конструкций в целом.

В соответствии с используемыми материалами или готовыми изделиями различают следующие типы теплоизоляционных конструкций: мастичные, набивные, обволакивающие, из формованных материалов, полносборные, монолитные.

Мастичная конструкция (рис. 19.2,*а*) состоит из асбестового набрызга или асбестовой прокладки толщиной 5 мм, слоя мастичной изоляции, толщина которого определяется расчетом, каркаса из металлической сетки с ячейкой 12×12 мм и покрывного слоя. При толщине изоляции более 100 мм каркас устанавливают после нанесения половины толщины изоляционного слоя. На вибрирующих трубопроводах каркас устанавливают после нанесения теплоизоляционного слоя толщиной 25 мм, а затем—по наружно-

му слою изоляции. Мастичную изоляцию выполняют из совелитового или асбозуритового порошка, затворяемого водой до необходимой консистенции. Это наиболее трудоемкая и неиндустриальная конструкция. Для просушки мастичных слоев требуется много тепла, поэтому мастику наносят на горячие трубопроводы.

Набивная изоляция трубопроводов (рис. 19.2,*б*,*в*) — неиндустриальная конструкция, применяемая в основном для изоляции криволинейных участков трубопроводов, некратных мест и опор. Набивную изоляцию делают из минеральной ваты или других теплоизоляционных материалов путем набивки их между трубой и ограждающей конструкцией (металлический кожух, металлическая сетка с ячейками размером 12×12 мм). Для крепления кожуха или сетки устанавливают опорные кольца из жестких теплоизоляционных материалов (элементы скорлуп, сегментов, нарезанные из солевитовых, вулканитовых, известково-кремнеземных плит и т. д.). Набивку теплоизоляционного материала производят с уплотнением ручной трамбовкой поясами шириной 1 м. Поверх сетки наносят штукатурный слой.

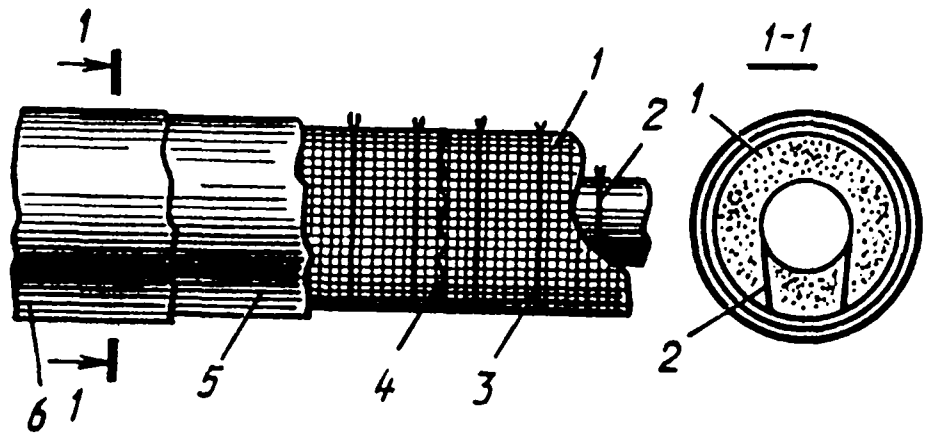


Рис. 19.3. Обволакивающая теплоизоляция:

1 — маты из минеральной ваты; *2* — петли для подвески матов; *3* — стяжные кольца; *4* — сшивка матов на торцах; *5* — выравнивающий слой; *6* — отделочный слой

Обволакивающую теплоизоляцию (рис. 19.3) (изоляция оберточными изделиями) выполняют обертыванием трубопроводов матами, шнурами, жгутами и разными рулонными материалами. Теплоизоляционные изделия в зависимости от температуры изолируемого трубопровода укладывают в один или два слоя и закрепляют бандажами из проволоки. Для создания более прочной теплоизоляционной конструкции изделия в нижней части трубопровода укрепляют подвесками из проволоки, которыми прокалывают изделия и закрепляют на поверхности изолируемого трубопровода. Чтобы подвески не прорывали изделия, под них следует подкладывать полосы из рубероида, стеклоткани или рулонного пластика. Изоляцию шнуром производят путем навивки его на трубу по винтовой линии, плотно натягивая и подгоняя один виток к другому. При многослойной навивке шнура каждый многослойный ряд наматывается в направлении, противоположном предыдущему.

Изоляция *из формованных изделий* (рис. 19.4) — индустриальная конструкция в виде полуцилиндров и цилиндров из волокнистых материалов, полуцилиндров из жестких материалов и сегментов из жестких материалов. Изделия укладывают на трубопроводы по слою мастики (асбозуритовой, совелитовой, асбестоцементной) или насухо со смещением поперечных швов. Швы заполняют мастикой, которой покрывают трубопровод. Изделия крепят

проволочными кольцами, бандажами или киперной лентой. Теплоизоляционный слой защищают покрывным слоем. При многослойной изоляции элементы укладывают со смещением швов по отношению к предыдущему слою.

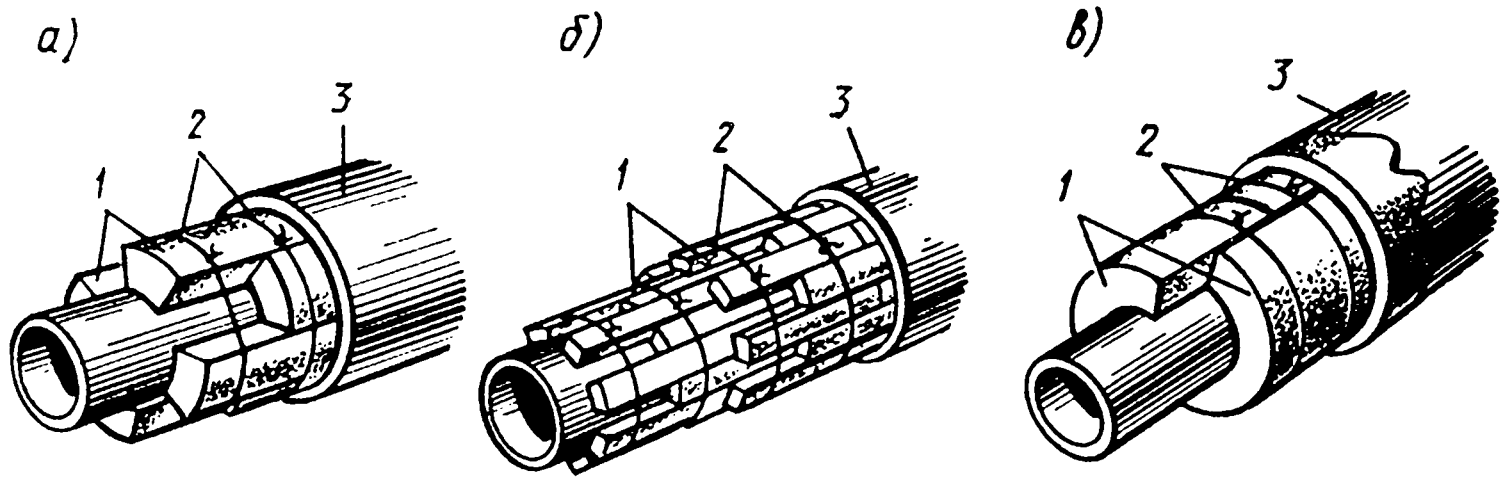


Рис. 19.4. Теплоизоляция из формованных изделий:
а — сегментами в один слой; *б* — то же, в два слоя; *в* — скорлупами; *1* — формованные изделия; *2* — проволочные кольца; *3* — штукатурный слой

Наиболее индустриальный вид изоляции — это теплоизоляционные конструкции *заводского изготовления* (рис. 19.5), которые подразделяются на полносборные (ПТК) и комплектные теплоизоляционные конструкции (КТК). ПТК состоят из теплоизоляционных изделий и покрывного слоя, соединенных между собой крепежными устройствами, и деталей крепления на трубопроводе. КТК состоят из тех же элементов, что и ПТК, но собраны в единую конструкцию без соединения крепежными деталями. Для крепления конструкций применяют бандажи из алюминиевых сплавов, оцинкованной стальной ленты и пластмассовые кнопки.

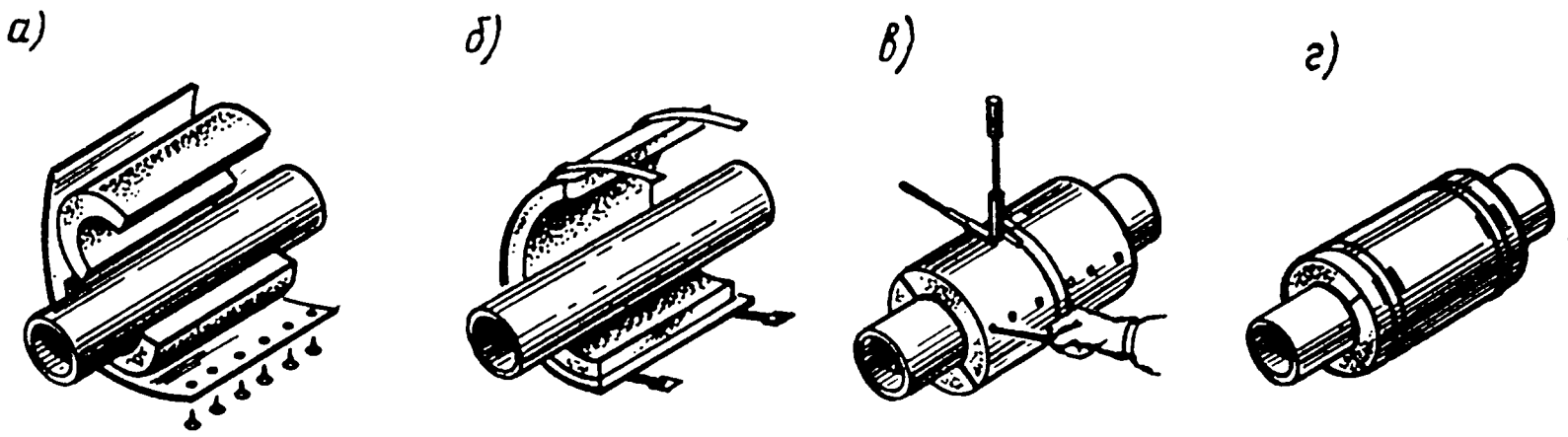


Рис. 19.5. Последовательность монтажа изоляции из комплектных теплоизоляционных конструкций:
а, б — монтаж на трубопроводе; *в, г* — смонтированная конструкция

Арматура и фланцевые соединения изолируются съемными и несъемными конструкциями. Съемные конструкции выполняются в виде металлических футляров, заполненных теплоизоляционными материалами, или в виде матрацев с вырезами для прохода шпинделей и сальников. Футляры на арматуре и фланцевых соединениях крепят на бандажах или специальными замками.

Для теплоизоляции отводов трубопроводов применяют гибкие теплоизоляционные изделия (шнуры), а при трубопроводе диамет-

ром более 200 мм — тот же материал, что и для изоляции трубопровода, с установкой гофрированных оболочек заводского изготовления или оболочек из листового металла.

Изоляцию сальниковых компенсаторов выполняют съемными металлическими полумуфтами, заполненными теплоизоляционным материалом. Полумуфты устанавливают на сальниковые опоры — манжеты, укрепленные на трубопроводе. С другого конца полуфутляры не закреплены и могут свободно перемещаться.

Конструкции изоляции, применяемые на вертикальных участках трубопроводов, в основном те же, что и на горизонтальных участках. Различен только способ крепления. На вертикальных участках устанавливают опорные полки или кольца, воспринимающие нагрузку от изоляции. Они могут быть приварными и стяжными и предусматриваются через 500 мм по высоте трубопровода. Кроме того, изоляцию по поверхности дополнительно укрепляют проволочными кольцами через 500 мм по высоте.

Покрывной и отделочный слои наносят по изоляционному слою. Покрывные слои выполняются из штучных изделий, изготовленных в виде цилиндров или полуцилиндров, из рулонных материалов, а также из штучных растворов. Для отделки изоляции применяют лаки, краски, битумы, рубероид, ткани и другие рулонные материалы.

К покрывным слоям из штучных изделий относятся: металлические покрытия из тонколистовой оцинкованной или кровельной стали, из листов алюминиевых сплавов, из гофрированных оболочек; скорлупы из жесткого стеклопластика; асбестоцементные полуцилиндры; оболочки из стеклоцемента текстолитового; фольги алюминиевой, дублированной различными материалами.

19.5. Производство изолированных труб с монолитной теплоизоляцией

К этому виду изоляции относится изоляция армопенобетоном, перлитобитумом, битумокерамзитом, битумовермикулитом, фенольным поропластом, пенобетоном. Изоляция органически связана с поверхностью изолируемого трубопровода и предохраняет его от коррозии. При температурных деформациях трубы изоляция в грунте перемещается вместе с трубой. Для заделки стыков трубопроводов применяют готовые изделия (скорлупы или сегменты), изготовленные из того же материала, что и основная изоляция и поставляется комплектно на монтаж вместе с изолируемым трубопроводом.

Изоляция из монолитного армопенобетона выполняется в заводских условиях. По изоляции наносится оклеечная гидроизоляция из бризола и покрывный слой из асбестоцементной штукатурки по металлической сетке ячейкой размером 12×12 мм. После изоляции стыков, П-образных компенсаторов и некратных мест на стройобъекте выполняется гидроизоляция из термостойкого изо-

ла с защитой асбестоцементной штукатуркой, наносимой на металлическую сетку.

Конструкция *битумоперлитовой* изоляции состоит: из противокоррозионного покрытия — грунтовки; основного теплоизоляционного слоя — битумоперлита; формообразующего материала — бумаги мешочной или оберточной; гидрозащитного покрытия (включая торцы) — сплошной полимерной оболочки (или пленки ПИЛ), изола или бризола. Нанесение битумоперлитовой изоляции на трубопроводы производится механизированным способом в заводских условиях. Сварные стыки трубопроводов изолируют формованными изделиями из битумоперлита или горячим битумоперлитом, засыпаемым в специальные формы с уплотнением массы и покрытием гидроизоляцией.

Если перлитовый песок в битумоперлитовой изоляции заменить керамзитом или вермикулитом, получится соответственно *битумокерамзитовая* или *битумовермикулитовая* изоляция.

Изоляция *заливкой трубопроводов пенобетоном* предусматривает прокладку в траншеях неизолированных трубопроводов. Пенобетон заливают непосредственно в траншею, в которой устанавливают инвентарную опалубку.

Изоляция трубопроводов монолитной изоляцией из *фенольного поропласта* представляет собой монолитную изоляцию, наносимую методом заливки в передвижную опалубку при расположении трубопроводов в траншеях, на бровке траншеи, на базах УПТК и в заводских условиях.

Теплоизоляционный слой изготовляется из фенольного поропласта марки ФЛ, получаемого на базе фенолформальдегидной смолы марки ВИАМ-Б с добавлением газообразователей и отвердителя. По поверхности изоляции наносят гидроизоляцию из двух слоев стеклоткани на битумно-резиновой мастике.

19.6. Проверка качества изоляционных покрытий

Контроль качества изоляции и устранения обнаруженных в ней дефектов осуществляют в четыре основных этапа: контроль качества применяемых материалов; проверку качества изготовления элементов покрытия; пооперационный контроль процессов нанесения (укладки) покрытий на изолируемую поверхность и окончательную их отделку; проверку и приемку готовых покрытий.

Контроль качества материалов и элементов покрытий состоит в проверке соответствия ГОСТам и ТУ данных сертификатов поставщиков на каждую партию материалов и изделий (входной контроль).

Готовые изоляционные покрытия должны обладать: прочностью, достаточной для сохранности покрытия при перевозке, укладке и заделке стыков труб; водонепроницаемостью, теплоизоляционными свойствами; сплошностью; плотностью; диэлектрическими свойствами. При заводском изготовлении покрытий их качество проверя-

ют непосредственно на заводе, а в полевых условиях — в стационарных или полевых лабораториях. Указанные свойства обеспечиваются и контролируются как при изготовлении элементов покрытия, так и во время нанесения и укладки покрытий на изолируемую поверхность (пооперационный контроль).

Проверка качества готовых изделий осуществляется визуально или с помощью приборов. Основные приборы и схема их подключения для проверки качества противокоррозионных покрытий трубопроводов показаны на рис. 19.6.

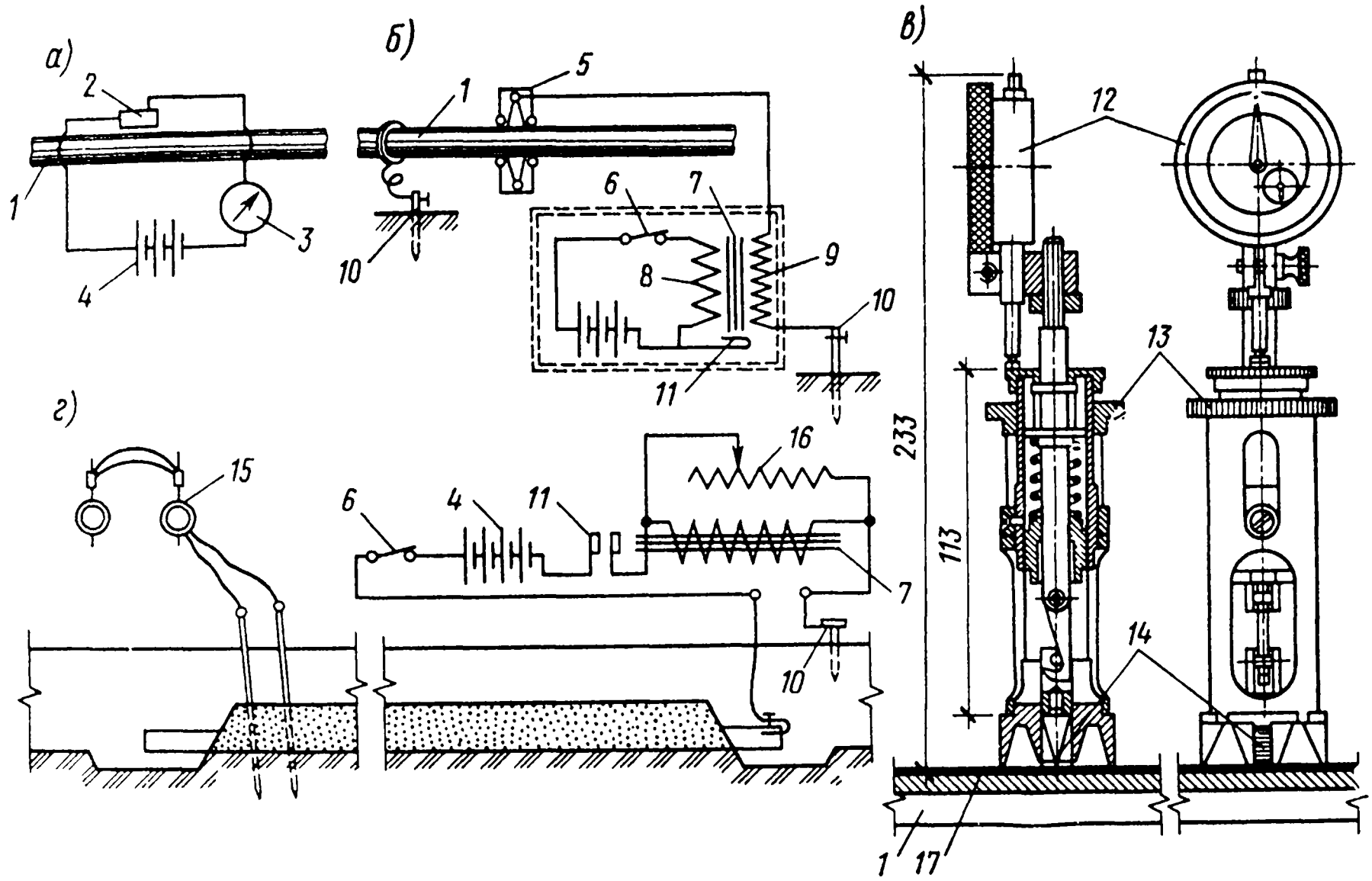


Рис. 19.6. Приборы для проверки качества гидроизоляционных покрытий трубопроводов:

а — толщиномер; *б* — искровой дефектоскоп; *в* — адгезиометр; *г* — искатель повреждений; *1* — труба с проверяемым покрытием; *2* — щуп; *3* — миллиамперметр; *4* — электробатарея (аккумулятор); *5* — кольцо разрядника; *6* — выключатель-ключ; *7* — сердечник соленоида; *8, 9* — обмотки высокого и низкого напряжения; *10* — заземление прибора и трубы; *11* — высокочастотный прерыватель; *12* — индикатор; *13* — регулировочная гайка; *14* — эталонный сердечник адгезиометра; *15* — наушники со щупами; *16* — реостат напряжения; *17* — гидроизоляционное покрытие

Толщину покрытия измеряют специальным прибором — индукционным толщиномером. Сплошность и диэлектрические свойства покрытия проверяют искровым дефектоскопом. При обнаружении дефектов в покрытии между щупом и трубой с треском проскакивает искра. Адгезиометр измеряет усилия, требуемые для отрыва металлического сердечника (эталона) от испытываемого покрытия. Толщину готового теплоизоляционного покрытия проверяют щупом — металлическим стержнем диаметром 6 мм с заостренным концом и шкалой делением в 1 мм. Теплоизоляционные свойства покрытия определяют переносной поверхностной термопарой.

Окончательную проверку качества противокоррозионной изоляции производят в траншее после укладки и частичной засыпки трубопровода прибором ИПИТ (рис. 19.6, *г*). Один полюс подключают к заземленному штырю, другой — к трубопроводу. Надев наушники и переставляя щупы через каждые 0,6 м по бокам трубопровода, контролер перемещается вдоль трассы и по зуммеру в наушниках выявляет дефекты в покрытии.

Гидроизоляция должна быть ровной, не иметь трещин, вмятин или водяных мешков и пузырей. Неплотно приклеенные места необходимо разрезать, просушить и наклеить заново.

Производство изоляционных работ на открытом воздухе должно осуществляться при отсутствии атмосферных осадков, по сухому основанию с ведением журнала, в который записывают состояние погоды и результаты проверок.

19.7. Производство изоляционных работ в зимнее время

Изоляционные работы с мокрыми процессами можно осуществлять при температуре наружного воздуха не ниже 278 К (5°С). Рабочее место защищают от ветра и атмосферных осадков путем установки разборных щитов или устройства тепляков (при необходимости).

Изоляционные материалы, мастики, битумы и растворы заготовляют в отапливаемых помещениях; маты, формованные изделия укладывают на изолируемую поверхность, не допуская их увлажнения. Поверхность изолируемых конструкций должна быть высушена и прогрета (газовыми горелками, теплым сжатым воздухом, кислородно-ацетиленовым пламенем, электронагревательными приборами и т. п.) до температуры не ниже 283...278 К (10...5°С). Поверхность каждого слоя перед нанесением следующего тщательно очищают от снега, наледи и инея и при необходимости прогревают.

Наклеивать изделия на битумных мастиках можно только на поверхность с положительной температурой, при этом температура мастик должна быть не ниже 453 К (180°С).

19.8. Мероприятия по охране труда при производстве изоляционных работ

Котлы для варки и разогрева битумных мастик должны иметь плотно закрывающиеся несгораемые крышки. Заполнение котлов допускается не более чем на $^3/_4$ их вместимости. Загружаемый в котел наполнитель должен быть сухим. Места варки и разогрева мастик должны быть удалены от деревянных строений и складов не менее чем на 15 м от траншеи или котлована. Возле каждого котла должен постоянно находиться комплект противопожарных средств (пенные огнетушители, сухой песок, лопата, багор).

При приготовлении и использовании битумной грунтовки расстояние до открытого источника огня должно быть не менее 50 м.

Разогретый битум вливают в разжижитель (но не наоборот), перемешивая его только деревянными палками. Приготовление грунтовки на этилированном бензине или бензоле ввиду их высокой токсичности не разрешается. Тара, в которой приготавливается, хранится и транспортируется битумная грунтовка, должна плотно закрываться.

Рабочие, занятые на засыпке наполнителя в котел с расплавленным битумом, должны быть обеспечены защитными очками и респираторами; на приготовлении горячей битумной мастики и лаков — защитными очками и резиновыми сапогами; на приклейке рулонных материалов по горячему битуму, а также на очистке стальных труб щетками — защитными очками. При использовании пульверизаторов для нанесения мастик и синтетических красок необходимо иметь респираторы или противогазы. При устройстве теплоизоляции рабочие должны иметь резиновые перчатки, респираторы, защитные очки, а при работе на высоте еще и предохранительные пояса.

Работать в каналах и других местах, где положены действующие трубопроводы, можно при температуре воздуха не выше 313 К (40°С). В противном случае рабочие места необходимо оборудовать обдувочными вентиляторами, а работы проводить с 10-минутным перерывом через каждые 30 мин. Производство теплоизоляционных работ с применением вредных и взрывоопасных материалов внутри каналов, колодцев, камер и подвальных помещений, не обеспеченных надежной вентиляцией, запрещается.

Глава 20

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

20.1. Специфика и особенности работ по теплогазоснабжению и вентиляции при реконструкции

Реконструкция — это процесс коренного переустройства производств, направленный на повышение качества их работы или увеличение производительности. Различают три вида реконструкции зданий и сооружений — полную, частичную и передвижку.

При полной реконструкции эксплуатация зданий и сооружений приостанавливается. Она предусматривает коренное переустройство производства с заменой технологического оборудования, частичным или полным изменением габаритов зданий и сооружений, систем теплогазоснабжения и вентиляции и других инженерных систем. Для ликвидации диспропорции в технологических звеньях и вспомогательных службах могут быть построены новые объекты вспомогательного и обслуживающего назначения. К полной реконструкции действующего предприятия относится также строительство новых цехов и объектов той же мощности вместо ликви-

дированных цехов и объектов того же назначения, дальнейшая эксплуатация которых по техническим и экономическим условиям признана нецелесообразной.

Частичная реконструкция предусматривает незначительное изменение технологического процесса и вызывает только замену морально устаревшего и физически изношенного оборудования и некоторых конструкций или их частей без остановки работы сооружений.

Передвижка — это комплекс мероприятий, обеспечивающий перемещение зданий или сооружения в полной сохранности на новое место.

При реконструкции построенных в разное время зданий и сооружений из-за разнотипности их конструктивных систем и архитектурно-планировочных решений приходится индивидуально подходить к выбору методов производства работ в каждом конкретном случае. Разработанные для нового строительства типовые технологические карты, а также накопленный опыт по монтажу систем теплогазоснабжения и вентиляции часто оказываются непригодными в условиях реконструкции вследствие ряда особенностей. Во-первых, при реконструкции более актуальными становятся вопросы разнородности, рассредоточенности и мелкообъемности выполняемых работ. Во-вторых, выполняются работы, не присущие новому строительству (разрушение или демонтаж отдельных элементов и звеньев систем, их усиление или замена отдельных блоков и т. п.). В-третьих, при реконструкции работы ведутся в стесненных условиях как на территории строительной площадки (внешняя стесненность), так и в пределах здания и сооружения (внутренняя стесненность). В-четвертых, строительно-монтажные работы совмещаются во времени и пространстве с технологической деятельностью реконструируемого предприятия. В-пятых, внутриплощадочные тепловые сети практически не имеют резервов для увеличения расхода теплоносителя.

С учетом изложенного при реконструкции строительно-монтажные работы можно разделить на два вида — внутриплощадочные и внутрицеховые (внутриобъектные).

К внутриплощадочным работам относятся строительно-монтажные работы по возведению новых зданий и сооружений на территории действующего предприятия, в том числе прокладка или перекладка инженерных коммуникаций, как входящих в комплекс этих зданий, так и имеющих самостоятельное назначение для реконструируемого предприятия. При производстве этих работ выделяют два периода — подготовительный и основной. В подготовительный период освобождают «пятно» застройки и решают вопросы инженерного обеспечения, в том числе прокладку байпасных линий, в основной — возводят объект.

К внутрицеховым относятся строительно-монтажные работы, выполняемые внутри эксплуатируемых зданий и сооружений: усиление несущих конструкций; сооружение фундаментов под машины и

технологическое оборудование, демонтаж узлов и блоков систем теплогазоснабжения и вентиляции, имеющих большой физический износ, и монтаж новых элементов и инженерного оборудования; замена устаревшего технологического оборудования на новые технологические линии и т. д.

20.2. Подготовительные работы

Подготовительные работы при реконструкции выполняются в целях создания необходимых условий для производства основных, обеспечения сочетания эксплуатационной деятельности с выполнением работ по реконструкции, всемерного сокращения продолжительности остановки производства и создания безопасных методов работ. В состав подготовительных работ входят: снос и перенос зданий, сооружений и транспортных путей; отключение и перенос коммуникаций; демонтаж оборудования; сохранение элементов благоустройства; прокладка коммуникаций, устройство складов, площадок, въездов; устройство временных покрытий и ограждений; установка и монтаж временных зданий и сооружений.

При реконструкции промышленных предприятий возникает необходимость перекладки существующих коммуникаций с их заменой и устройством новых инженерных сетей. Она выполняется как при изменении трасс в связи с расширением старых и новых корпусов и для освобождения пятна застройки, так и при несоответствии параметров коммуникаций увеличиваемой при реконструкции мощности предприятия. Но при решении вопроса о перекладке тепловых сетей надо учитывать достигнутый уровень по уменьшению требуемого расхода теплоносителя за счет использования теплоаккумулирующей способности строительных конструкций и оборудования, теплоутилизации в вентиляционных системах и снижения температуры обратного теплоносителя путем трехступенчатой термотрансформации воды для горячего водоснабжения.

При перекладке коммуникаций в условиях реконструкции может получиться много пересечений прокладываемых линий с ранее уложенными, в том числе с технологическими трубопроводами. Возникает необходимость более широкого применения закрытых способов прокладки. В местах пересечений вновь прокладываемых коммуникаций с действующими должны быть соблюдены меры защиты последних от механических повреждений. При частичной реконструкции должны быть решены вопросы по переключению действующих коммуникаций без перерывов их функционирования.

Определение в натуре пересекающихся коммуникаций выполняется по смотровым колодцам с помощью вех и реек, специальной аппаратуры для обнаружения (трассоискатели, кабелеискатели, металлоискатели и т. д.), а также путем отрывки шурфов.

Для определения очередности работ, путей движения транспорта с переездами, мест укладки грунта, ширины полос, с которых срезается растительный грунт, мест его хранения, мостиков через

траншеи для пешеходов должны выпускаться планы и разрезы инженерных и технологических сетей. Одновременно должны быть решены способы усиления конструкций действующих сетей при движении по ним монтажных кранов, большегрузного автотранспорта и при устройстве переездов для автомобильного и железнодорожного транспорта.

Общая последовательность работ по наружным и внутренним заглубленным коммуникациям должна назначаться с учетом опережения строительно-монтажных работ и монтажа оборудования.

При раздельном методе прокладки коммуникаций выполняются земляные работы, реконструируется строительная часть сооружения, демонтируется существующая инженерная сеть и укладывается новая. При этом проводится комплекс мероприятий по защите инженерной сети от воздействия окружающей среды и сеть засыпается грунтом. При необходимости прокладываются байпасные линии, которые обеспечивают нормальное функционирование реконструируемого объекта.

При обосновании могут быть применены закрытые способы прокладки подземных коммуникаций с дальнейшим отключением и при необходимости демонтажем действующих инженерных сетей.

При совмещенной прокладке коммуникаций в тоннелях и коллекторах ремонт или замену трубопроводов осуществляют методом протаскивания через монтажные проемы с помощью лебедок или других механизмов по временным монтажным опорам по мере наращивания трубопровода. На монтажных опорах (устанавливают через 9...18 м) трубы стыкуют, сваривают их в плети и перемещают в продольном направлении. В проектное положение трубы устанавливают после снятия временных монтажных опор и опускания их на постоянные опоры. Монтажные проемы устраивают длиной 10...13 м через 200...240 м, а между ними делают технологические швы шириной 150 мм, служащие для крепления лебедок, отводящих блоков стального каната и вентиляции тоннеля в процессе сварки стыков трубопровода. После окончания монтажа трубопроводов заделывают технологические швы, перекрывают монтажные проемы, заделывают стыки и выполняют обратную засыпку.

20.3. Технология производства основных работ по теплогазоснабжению и вентиляции при реконструкции

Демонтаж трубопроводов, воздуховодов и инженерного оборудования осуществляется одновременно со строительными работами (взрыв, разрушение и т. д.) или с совмещением в пространстве и времени. Перед демонтажем составляется дефектная ведомость и определяются методы работ. Как правило, демонтаж осуществляется по узлам, блокам и элементам, из которых была смонтирована система. Перед разборкой соединений и креплений или обрезкой их демонтируемые участки стропуют, а прилегающие к ним части надежно закрепляют. Особое внимание при этом обращают на спосо-

бы строповки каждого демонтируемого узла, поскольку в процессе эксплуатации строповочные элементы могут быть повреждены, корродированы или полностью отсутствовать. Допускается приварка дополнительных строповочных и страховочных петель и упоров.

Технологическая последовательность демонтажа и монтажа систем определяет организацию монтажных работ раздельным или совмещенным методами.

При раздельном методе на первом этапе технологического процесса демонтируют все системы теплогазоснабжения и вентиляции, подлежащие замене в пределах здания или сооружения, а затем монтируют новые. Совмещенный метод предусматривает совмещение демонтажа и монтажа систем с общестроительными работами по захваткам, участкам и ячейкам. В этом случае открывается фронт для последующих работ, в результате чего сокращаются общие сроки реконструкции.

Способ отсоединения узлов и стыковочных устройств демонтируемых систем должен быть определен видом и техническим состоянием узлов и соединений. Болтовые соединения (при удовлетворительном техническом состоянии) разъединяют свинчиванием гаек. Болтовые соединения, пораженные коррозией или имеющие повреждения в резьбовой части, а также болтовые соединения узлов, не пригодных для повторного использования, разъединяют с помощью огневой или механической резки. Аналогичным образом разъединяют заклепочные соединения.

Демонтаж систем осуществляется в обратном порядке по сравнению с монтажом систем с соблюдением следующего технологического цикла: подготовка к демонтажу (частичное ослабление связей, временное раскрепление, усиление и т. п.); строповка узлов и прикрепление оттяжек; легкое натяжение стропов (выбор слабины); отсоединение опорных конструкций; контрольный и основной подъемы узлов; вывод в свободное пространство и опускание на место укладки; временное раскрепление демонтируемого узла (при необходимости), расстроповка. Вертикальные трубопроводы и воздуховоды демонтируются сверху вниз с обеспечением устойчивости оставшихся элементов систем. Крупногабаритное оборудование (вентиляторы, кондиционеры, шумоглушители т. д.) демонтируют с разборкой на узлы и блоки в предварительно устроенные монтажные проемы.

Грузозахватные устройства, используемые при демонтажно-монтажных работах в условиях реконструкции, должны отвечать следующим основным требованиям: быть универсальными; образовывать демонтажно-монтажные единицы, габариты которых соответствуют параметрам внешней и внутренней стесненности объектов; удобными для крепления грузов к крюку монтажной машины с минимальными затратами ручного труда при расстроповке и строповке; иметь возможность фиксации монтажных единиц в пространстве при прохождении препятствий и установке в проектное положение. Грузоподъемные средства, используемые при демонтажно-мон-

тажных работах, должны отвечать тем же требованиям, что и при новом возведении объектов.

Все демонтируемые узлы и элементы систем выбраковываются. Годные к дальнейшему использованию полностью перебираются с заменой всех прокладок, негодных болтов, подвесок, хомутов и кронштейнов. Внутренняя и наружная поверхности воздуховодов окрашиваются.

Монтажные работы при реконструкции ведутся по замерным эскизам по той же технологии, что и на новом строительстве, но с учетом стесненности рабочих мест и действующего производства.

При реконструкции наружных сетей теплогазоснабжения старые металлические трубы, даже если трассы нового и старого трубопроводов не совпадают, должны быть извлечены и сданы как вторсырье, а годные трубы оприходованы для повторного использования. Когда это невозможно, оставляемые в грунте старые трубы во избежание скопления в них воды и блуждающего газа плотно заглушают.

Восстановление ветхих стальных газопроводов возможно осуществить способом протяжки полиэтиленовых труб внутри трубопровода. Технология сварочно-монтажных работ в этом случае предусматривает: входной контроль качества материала и поверхности труб; резку труб необходимой длины, закрепление труб в центраторах сварочной установки; сварку стыка труб; освобождение трубопровода от центраторов установки; подъем участка трубопровода со сварным стыком роликовыми домкратами; протаскивание звеньев труб внутри ветхого стального трубопровода.

Сварочные работы целесообразно выполнять без применения тепляков по технологии треста Мосинжстрой Мосстройкомитета, предусматривающей принципиально новое конструктивное решение сварочного инструмента в виде эластичного шара вместо плоской плиты.

Продлить срок службы сетей газоснабжений возможно также путем нанесения на внутреннюю поверхность трубопровода футеровочного слоя из виниловых смол и других полимерных материалов. Указанные работы проводят через монтажные проемы, которые после окончания работ заваривают накладками.

20.4. Мероприятия по охране труда в условиях реконструкции

Работы должны выполняться согласно ППР, в котором должны быть отражены главные особенности мероприятий по технике безопасности и охране труда в условиях реконструкции: по предохранению рабочих и ИТР строительно-монтажной организации от опасностей, связанных с действующим производством; по предохранению рабочих и ИТР действующего производства от опасностей, возникающих в процессе выполнения строительно-монтажных работ; стесненность рабочих мест и наличие достаточных путей эвакуации

рабочих; проведение огневых и огнеопасных работ с учетом действующего производства; способы крепления грузоподъемных средств за конструкции реконструируемого здания с учетом их износа. Решения должны приниматься с учетом специфики производства.

При производстве строительно-монтажных работ в условиях действующего предприятия ответственность за соблюдение требований техники безопасности несет инженерно-технический персонал строительной организации. Руководители строительных организаций и реконструируемых предприятий в двустороннем порядке должны утвердить мероприятия по технике безопасности, разработанные строителями совместно с заказчиками. В случае несоблюдения заказчиком утвержденных мероприятий, в результате чего создаются условия, угрожающие жизни и здоровью работающих, производство работ должно быть прекращено до устранения опасности с составлением соответствующего акта. Перед началом работ в действующем цехе ответственный представитель монтажной организации и начальник цеха должны оформить наряд-допуск, в котором указывают размеры участка, выделяемого для выполнения определенного вида работ, мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение работ, со сроками производства работ и ответственными исполнителями. Перед допуском к работе рабочие проходят общий инструктаж по технике безопасности и инструктаж на рабочем месте. С технологией демонтажа и монтажа рабочих знакомят непосредственно на объекте, где они будут работать. Здесь же их обучают пользованию защитными средствами и приспособлениями, которые необходимо применять во избежание производственных травм.

Не разрешается совмещать сварочные работы с работами, связанными с применением горючих и трудногорючих веществ и материалов. В наиболее пожароопасных местах, при большом объеме сварочных работ, а также при работе на высоте необходимо выставлять пожарные посты (из числа обслуживающего персонала, добровольной пожарной дружины, личного состава пожарной охраны). После окончания сварочных и других работ ответственный за проведение этих работ обязан удалить из реконструированного здания в специально отведенные места баллоны с газами, ацетиленовые агрегаты, отключить электросварочные аппараты.

При отключении газопроводов оставшийся в них газ удаляют струей воздуха. Для этого после отключения системы вместо нижней заглушки у каждого стояка подключают компрессор, а вместо верхней — надевают легкий резиновый шланг, свободный конец которого выводят через фрамугу окна за пределы здания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выработанный XXVII съездом КПСС и последующими Пленумами ЦК КПСС курс на интенсивное развитие экономики на основе ускорения научно-технического прогресса определяет возрастающую роль капитального строительства в развитии всех отраслей производства. В общем объеме капитальных вложений на новое строительство и реконструкцию действующих промышленных предприятий удельный вес работ по монтажу систем теплогазоснабжения и вентиляции непрерывно растет. Для их успешного выполнения без увеличения численности рабочих необходимо существенное повышение уровня индустриализации монтажно-сборочных и заготовительных работ, обеспечивающее кардинальное повышение производительности труда, сокращение продолжительности инвестиционного цикла, снижение удельного расхода материальных ресурсов и уменьшение металлоемкости систем.

Поэтому, учитывая специфику специальности, настоящий учебник ставит своей целью ознакомить студентов с теоретическими основами и современными методами заготовительных, монтажных и общестроительных работ по отоплению, теплоснабжению, вентиляции, кондиционированию воздуха и газоснабжению.

Научно-практические и методические особенности учебника должны способствовать лучшему усвоению материала и дальнейшему применению его на практике.

Приложение. **Перечень нормативных документов, утвержденных Госстроем СССР**
(по состоянию на 1 января 1989 г.)

Шифр СНиП	Наименование	Дополнительные сведения
СНиП 1.01.01.82 * изд. 1984 г.	Система нормативных документов в строительстве. Основные положения	Внесено изменение, опубликованное в БСТ № 1 1985 г.
СНиП 2.04.05—86	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	
СНиП 2.04.07—86	Тепловые сети	
СНиП 2.04.08—87	Газоснабжение	
СНиП II-35—76	Котельные установки	Внесены изменения, опубликованные в БСТ № 11 1977 г., а также изменение, утвержденное постановлением от 11.10.85 № 3
СНиП 3.01.01—85	Организация строительного производства	Внесено изменение, утвержденное постановлением от 11.12.86 № 48
СНиП 3.02.01—87	Земляные сооружения, основания и фундаменты	
СНиП 3.04.01—87	Изоляционные и отделочные покрытия	
СНиП 3.05.01—85	Внутренние санитарно-технические системы	
СНиП 3.05.02—88	Газоснабжение	
СНиП 3.05.03—85	Тепловые сети	
СНиП 3.05.05—85	Технологическое оборудование и технологические трубопроводы	
СНиП III-4—80	Техника безопасности в строительстве	Внесены изменения, опубликованные в БСТ № 8, 1984 г., а также изменения, утвержденные постановлением от 26.08.87 № 190 и от 16.10.87 № 239

ЛИТЕРАТУРА

Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1986.

Белецкий Б. Ф. Технология строительных и монтажных работ. М., 1986.

Витальев В. П. Бесканальные прокладки тепловых сетей. М., 1983.

Говоров В. П., Зарецкий Е. Н., Рабкин Г. М. Производство вентиляционных работ. М., 1982.

Днепров Ю. В. Монтаж котельных установок малой и средней мощности. М., 1985.

Егиазаров А. Г. Устройство и изготовление вентиляционных систем. М., 1987.

Павлов И. И., Федоров М. Н. Котельные установки и тепловые сети. М., 1986.

Рекомендации по проектированию тепловых пунктов. М., 1983.

Справочник инженера по пуску, наладке и эксплуатации котельных установок/*И. Е. Герасименко, А. И. Герасименко, В. И. Герасименко.* Киев, 1986.

Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения/*Мельников О. Н., Ежов В. Т., Блонштейн Н. А.* Л.. 1980.

Справочник монтажника. Монтаж отопительно-производственных котельных установок/Под ред. *Е. В. Грузинова.* М., 1980.

Справочник строителя. Монтаж внутренних санитарно-технических устройств/Под ред. *И. Г. Староверова.* М., 1984.

Справочник строителя тепловых сетей/*Захаренко С. Е., Захаренко Ю. С., Никольский И. С., Пищиков М. А.* М., 1984.

Справочник строителя. Тепловая изоляция/Под ред. *Г. Ф. Кузнецова.* М., 1985.

Тавастшерна Р. И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. М.. 1986.

Технология строительного производства/Под ред. *С. С. Атаева.* М., 1984.

Технология строительного производства/Под ред. *О. О. Литвинова* и *Ю. И. Белякова.* Киев, 1985.

Тыркин Б. А., Шумаков В. В. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. М., 1985.

Харланов С. А., Степанов В. А. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха. М., 1986.

Черненко В. К. Методы монтажа строительных конструкций. Киев, «*Будівельник*», 1982.

Арматура
— виды 285
— защитный слой 298
Баланс земляных масс 250
Бетонирование
— дымовых труб 292
— зимнее 297
— конструкции 292
— подводное 295
— раздельное 296

Бетонная смесь
— подача к месту укладки 289
— приготовление 288
— укладка 290, 292
— уплотнение 291
Бригадный подряд 9
Бурение горизонтальное 357

Вакуумирование бетона 291
Взрывчатые вещества 258
Висячие и подвесные трубопроводы 227, 303
Водоотлив и водопонижение 247
Врезка под газом 236
Выбор кранов для монтажа трубопроводов и сооружений 79
Выработка 10

Гидроизоляция
— антикоррозионная 317
— листовая 314
— литая 316
— обмазочная и окрасочная 315
— штукатурная 315

Грунт
— разработка 250
— технологические свойства 242
— укладка 251
— уплотнение 262

Демонтаж
— конструкций и элементов 329
— опалубки 284, 294
— систем 330

Деталь 41
Дюкеры 225

Заделка стыков трубопроводов 129, 324
Засыпка
— траншей, приямков и пазух 262
— коллекторов, трубопроводов 264
Захватка 7, 26
Зачистка (траншей, котлована) 261
Защита от коррозии 237
Звено рабочих 7

Иглофильтры 245
Изоляция тепловая
— — засыпная 320
— — литая 315
— — общие сведения 319
— — сборная 321
— — трубопроводов 323
Изготовление централизованное
— — воздуховодов 66 ... 71
— — санитарно-технических изделий 63
— — технологического оборудования 73
— — трубопроводов 57
Индустриализация строительства 19
Испытание и приемка
— — внутренних систем газоснабжения 110
— — систем вентиляции и кондиционирования воздуха 146
— — систем центрального отопления 100
— — трубопроводов 228, 233
— — центральных тепловых пунктов 186

Карта
— технологическая 29
— трудовых процессов 32
Качество строительно-монтажных работ 16, 282, 298, 305, 312, 324
Квалификация рабочих 8
Кладка
— стен специальных сооружений 275

— бутовая и бутобетонная 274
— огнеупорная 277
Краны монтажные 77
Крепление стенок траншей 245
Крутизна откосов 244

Леса 206, 271

Методика выбора комплектов машин 33, 37, 79
Методы монтажа конструкций 85
— производства работ поточные 25
Механизация комплексная 20
Монтаж
— вентиляционных систем 113
— внутренних санитарно-технических систем 89, 102
— ГРП, ГРУ, ГРС, ГНС 175
— кондиционеров 133
— котельных установок 149
— наружных тепловых и газовых сетей 207
— приточных камер 140
— строительных конструкций 300
— технологического оборудования 202
— технологических трубопроводов 191
— установок сжиженного газа 108
— ЦТП 183
Монтажное положение
— воздуховодов 118, 128
— котельных агрегатов 154, 155, 161
— трубопроводов 191, 195
Монтажный проект 45

Нормы (времени, выработки, расценки) 13

Обработка труб 57
Объемы котлованов и траншей 248
Огрунтовка труб 317
Оплата труда 12
Опробование комплексное
— — котельных установок 171
— — оборудования 201
Организация труда 8, 31
Оснастка монтажная 83
Основы технического и тарифного нормирования 9
Охрана труда и техника безопасности 21, 101, 112, 148, 174, 182, 187, 206, 241, 267, 282, 299, 306, 313, 326, 333
Очистка труб 58

Плеть трубопровода 41
Подготовка
— траншей 215
— труб к сварке 208
— трубопроводов к испытанию 201
— — к реконструкции 329
Покрытие противокоррозионное 323
Предохранение грунтов от промерзания 265
Приемка (узлов, секций, блоков) 16
Приспособления грузозахватные 83
Проект производства работ 29
Проектирование
— зданий, сооружений, систем 39
— монтажное 45
— технологическое 23
— строительных процессов 23
Производство замеров 43
Производительность труда 10
Производство работ в зимних условиях 265, 281, 297, 325
Прокладка трубопроводов
— — бесканальная 215
— — бестраншейная 223
— — в каналах 213
Прокол 255
Промывка трубопроводов 228
Протаскивание трубопровода по дну реки или водоема 225
Процесс строительный
— — ведущий 7, 38
— — вспомогательный 6
— — заготовительный 6
— — монтажно-укладочный 7

Работы
— заготовительные 56
— земляные 242
— каменные 268
— опалубочные 284
— отделочные 307
— штукатурные 307
Разборка зданий, сооружений и систем 330
Разработка грунтов 250
— — ручная 261
Разрезка кладки 268
Резка труб 58
Реконструкция действующих объектов 327

Сборка
— агрегированных блоков 73
— внутренних санитарно-технических систем 89
— насосных агрегатов 95
— и сварка труб 208 ... 212
Сварка

— пластмассовых труб 65
— стальных трубопроводов 211
— технологических трубопроводов 196, 198
Соединения фланцевые
— — воздуховодов 121, 128
— — трубопроводов 63, 199
Способы
— борьбы с шумом 95, 145
— взрывания 260
— засыпки и уплотнения грунта в траншеях 264
— оттаивания мерзлых грунтов 266
— укладки бетонной смеси 290
— устройства переходных трубопроводов 223
Строительные нормы и правила 14
Строительные, монтажные и заготовительные длины 42
Строительство дымовых труб 167, 169, 275, 292, 303

Тарификация рабочих 8 ... 10
Типы изоляционных покрытий 314
Требования к качеству
— — бетонных работ 298
— — изоляционных покрытий 324
— — каменных работ 282
— — монтажа конструкций 305
— — монтажа трубопроводов 195 ... 201
— — отделочных работ 312
Трубопроводы
— котельных 165
— отопления 89
— систем газоснабжения 102
— тепловых сетей 207
— технологические 188

Узел
— воздуховодов 41, 53, 66
— трубопроводов 41, 57, 62
Укладка трубопроводов
— — изолированными трубами и секциями 215, 219
— — звеньями 209
— — плетью 318
— — способом наращивания и со льда 227
— — способом свободного погружения и с плавучих опор 227
Укрупнительная сборка и сварка труб 208 ... 212
Устройство
— гидроизоляции 315
— переходов трубопроводов через естественные и искусственные препятствия 221
— попутного дренажа 218
— стыковых соединений воздуховодов 212 ... 229
— — — трубопроводов 63, 104, 210
Устройство дренажа 218

Формуляр котлов 153, 157
Формы оплаты труда 11
Фронт работ 25
Футеровка 276

Центраторы 211
Циклограмма 26

Элементы
— воздуховодов
— трубопроводов 63
Эстакады трубопроводов 303

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . . .

Введение . . . . . .

Глава 1. **Основные понятия и общие положения** . . . . . .

1.1. Основные сведения о строительных работах и процессах . .
1.2. Организация труда строительных рабочих . . . . . .
1.3. Техническое и тарифное нормирование, оплата труда . . . .
1.4. Строительные нормы и правила . . . . . .
1.5. Качество строительно-монтажных работ . . . . . .
1.6. Индустриализация строительного производства . . . . . .
1.7. Охрана труда в строительстве . . . . . .

Глава 2. **Научные основы технологического проектирования строительного процесса** . . . . . .

2.1. Основы технологического проектирования . . . . . .
2.2. Общие принципы проектирования потока . . . . . .
2.3. Проектирование производства работ . . . . . .
2.4. Научная организация труда . . . . . .
2.5. Выбор оптимальных вариантов организационно-технологических решений . . . . . .
2.6. Технико-экономическая эффективность организационно-технологических решений . . . . . .

Глава 3. **Общие сведения о производстве санитарно-технических работ**

3.1. Основы современной технологии санитарно-технических работ
3.2. Состав технической документации на производство санитарно-технических работ . . . . . .
3.3. Монтажные элементы систем теплогазоснабжения и вентиляции . . . . . .
3.4. Производство замеров систем теплогазоснабжения и вентиляции с натуры . . . . . .
3.5. Разработка монтажных проектов . . . . . .

Глава 4. **Заготовительные работы** . . . . . .

4.1. Основные принципы организации заготовительного производства . . . . . .
4.2. Изготовление монтажных узлов и деталей из стальных труб .
4.3. Изготовление монтажных узлов из термопластов . . . . . .
4.4. Изготовление монтажных узлов и деталей из листовой стали
4.5. Штамповка санитарно-технических изделий . . . . . .
4.6. Изготовление типовых деталей санитарно-технических систем из листовой стали . . . . . .
4.7. Сборка укрупненных монтажных узлов . . . . . .

Глава 5. **Основные принципы монтажных работ** . . . . . .

5.1. Значение монтажных работ в строительстве . . . . . .
5.2. Подготовительные работы к монтажу . . . . . .
5.3. Краны и другие грузоподъемные механизмы для монтажных работ . . . . . .
5.4. Грузозахватные приспособления для монтажных работ . . .
5.5. Методы монтажа строительных конструкций . . . . . .

Глава 6. **Монтаж систем центрального отопления** 89
6.1. Материалы и оборудование 89
6.2. Подготовительные работы перед монтажом систем 90
6.3. Монтаж систем центрального отопления 91
6.4. Особенности монтажа систем панельного отопления 96
6.5. Особенности монтажа систем воздушного отопления 97
6.6. Особенности монтажа систем парового отопления 98
6.7. Особенности монтажа систем отопления промышленных зданий 99
6.8. Испытание систем, приемка и сдача работ 100
6.9. Мероприятия по охране труда при монтаже систем отопления 101
Глава 7. **Монтаж систем внутреннего газоснабжения** 102
7.1. Общие сведения 102
7.2. Подготовительные работы перед монтажом систем 102
7.3. Монтаж внутренних систем газоснабжения жилых зданий . . 103
7.4. Особенности монтажа систем промышленных предприятий . . 106
7.5. Монтаж установок сжиженных газов 108
7.6. Пуск систем внутреннего газоснабжения в эксплуатацию . . 110
7.7. Мероприятия по охране труда при монтаже внутренних систем газоснабжения 112
Глава 8. **Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха** . . 113
8.1. Оборудование, материалы и типовые детали систем вентиляции и кондиционирования воздуха 113
8.2. Подготовительные работы перед монтажом систем 116
8.3. Монтаж металлических воздуховодов 118
8.4. Монтаж воздуховодов из неметаллических материалов . . . 128
8.5. Монтаж вентиляционного оборудования 129
8.6. Монтаж кондиционеров 133
8.7. Монтаж пылеулавливающих устройств 138
8.8. Монтаж оборудования в приточных и вытяжных камерах . . 140
8.9. Монтаж вентиляционных металлических шахт и дефлекторов на кровле здания 143
8.10. Монтаж регулирующих устройств 144
8.11. Способы борьбы с шумом 145
8.12. Испытание, регулировка и приемка в эксплуатацию систем вентиляции и кондиционирования воздуха 146
8.13. Мероприятия по охране труда при монтаже систем вентиляции и кондиционирования воздуха 148
Глава 9. **Монтаж котельных установок** 149
9.1. Трубопроводы, детали, материалы и оборудование, применяемые при монтаже котельных установок 149
9.2. Подготовительные работы перед монтажом 152
9.3. Монтаж чугунных секционных котлов 154
9.4. Монтаж стальных водотрубных котлов типа КЕ, ДЕ, ДКВР и КВ-М 155
9.5. Монтаж вертикальных стальных котлов 161
9.6. Монтаж котельного оборудования 162
9.7. Монтаж трубопроводов 165
9.8. Монтаж стальных дымовых труб 169
9.9. Комплектно-блочный метод монтажа котельных установок . . 170
9.10. Опробование и пуск котельных агрегатов 171
9.11. Мероприятия по охране труда при монтаже котельных установок 174
Глава 10. **Монтаж газорегуляторных пунктов (ГРП), газорегуляторных установок (ГРУ), газораспределительных станций (ГРС) и газонаполнительных станций (ГНС)** 175
10.1. Общие сведения 175

10.2. Монтаж оборудования и трубопроводов ГРП, ГРУ, ГРС . . 176
10.3. Монтаж шкафных ГРП, ГРУ 178
10.4. Монтаж оборудования и трубопроводов ГНС 179
10.5. Правила сдачи и приема работ при монтаже ГРП, ГРС, ГРУ, ГНС 181
10.6. Мероприятия по охране труда при монтаже ГРП, ГРУ, ГРС, ГНС 182

Глава 11. **Монтаж центральных тепловых пунктов (ЦТП)** 183

11.1. Общие сведения 183
11.2. Монтаж крупноблочных узлов оборудования и трубопроводов ЦТП 184
11.3. Понятия об объемном монтаже ЦТП 185
11.4. Испытание, регулировка и сдача в эксплуатацию ЦТП . . . 186
11.5. Мероприятия по охране труда при монтаже ЦТП 187

Глава 12. **Монтаж технологических трубопроводов** 188

12.1. Общие положения 188
12.2. Общие принципы монтажа технологических трубопроводов . 191
12.3. Особенности монтажа металлических и неметаллических трубопроводов 195
12.4. Испытание и сдача трубопроводов в эксплуатацию 201
12.5. Монтаж технологического оборудования 202
12.6. Мероприятия по охране труда при монтаже технологических трубопроводов и оборудования 206

Глава 13. **Монтаж наружных тепловых и газовых сетей** 207

13.1. Общие сведения 207
13.2. Монтажно-сборочные работы и сварка труб 208
13.3. Монтаж тепловых сетей в каналах и коллекторах 213
13.4. Бесканальная прокладка тепловых сетей 215
13.5. Устройство попутного дренажа 218
13.6. Проклада сетей газоснабжения 219
13.7. Устройство переходов трубопроводов через искусственные и естественные преграды 221
13.8. Испытание и промывка тепловых сетей 228
13.9. Испытание и продувка газовых сетей. Подсоединение газовых сетей к действующим магистралям 233
13.10. Способы электрозащиты стальных подземных трубопроводов 237
13.11. Особенности прокладки трубопроводов в особых природных условиях 239
13.12. Мероприятия по охране труда при монтаже наружных тепловых и газовых сетей 241

Глава 14. **Земляные работы** 242

14.1. Общие положения 242
14.2. Основные свойства грунтов 243
14.3. Подготовительные и вспомогательные процессы 245
14.4. Определение объемов разрабатываемого грунта 248
14.5. Основные способы разработки грунта 250
14.6. Разработка траншей и котлованов механизированным способом 251
14.7. Закрытые способы разработки грунта 255
14.8. Разработка грунта взрывным способом 258
14.9. Ручная разработка малых объемов грунта 261
14.10. Засыпка траншей и котлованов 262
14.11. Производство работ в зимнее время 265
14.12. Мероприятия по охране труда при производстве земляных работ 267

Глава 15. **Каменные работы** 268
15.1. Виды каменных кладок. Основные правила разрезки кладки и системы перевязки швов 268
15.2. Растворы для каменной кладки 270
15.3. Кладка из кирпича и мелкоштучных камней правильной формы 271
15.4. Бутовая и бутобетонная кладка 274
15.5. Каменная кладка специальных сооружений 275
15.6. Огнеупорная кладка 277
15.7. Инструменты и приспособления для каменной кладки . . . 279
15.8. Производство каменной кладки в зимних условиях 281
15.9. Требования к качеству каменных работ 282
15.10. Мероприятия по охране труда при производстве каменных работ 282

Глава 16. **Бетонные и железобетонные работы** 283
16.1. Состав бетонных и железобетонных работ 283
16.2. Опалубочные работы 284
16.3. Арматурные работы 285
16.4. Основные требования к бетонной смеси 288
16.5. Способы укладки и уплотнения бетонной смеси 290
16.6. Особенности строительства железобетонных дымовых труб 292
16.7. Строительство монолитных железобетонных коллекторов . . 294
16.8. Методы подводного бетонирования 295
16.9. Производство бетонных и железобетонных работ в зимних условиях 297
16.10. Контроль качества бетонных и железобетонных работ . . . 298
16.11. Мероприятия по охране труда при производстве бетонных и железобетонных работ 299

Глава 17. **Монтаж строительных конструкций** 300
17.1. Монтаж сборных железобетонных каналов и коллекторов для прокладки коммуникаций 300
17.2. Монтаж железобетонных дымовых труб и боровов 303
17.3. Контроль качества монтажа строительных конструкций . . . 305
17.4. Мероприятия по охране труда при производстве монтажных работ 306

Глава 18. **Отделочные работы** 307
18.1. Штукатурные работы 307
18.2. Малярные работы 309
18.3. Производство отделочных работ в зимних условиях 311
18.4. Требования к качеству отделочных работ 312
18.5. Мероприятия по охране труда при производстве отделочных работ 313

Глава 19. **Изоляционные работы** 314
19.1. Назначение и виды изоляционных работ 314
19.2. Гидроизоляционные работы 315
19.3. Противокоррозионная изоляция стальных трубопроводов и конструкций 317
19.4. Тепловая изоляция трубопроводов 319
19.5. Производство изолированных труб с монолитной теплоизоляцией 323
19.6. Проверка качества изоляционных покрытий 324
19.7. Производство изоляционных работ в зимнее время 326
19.8. Мероприятия по охране труда при производстве изоляционных работ 326

Глава 20. **Особенности технологии монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции при реконструкции действующих объектов . .**

20.1. Специфика и особенности работ по теплогазоснабжению и вентиляции при реконструкции . . . . . .
20.2. Подготовительные работы . . . . . .
20.3. Технология производства основных работ по теплогазоснабжению и вентиляции при реконструкции . . . . . .
20.4. Мероприятия по охране труда в условиях реконструкции . .

Заключение . . . . . .

Приложение . . . . . .

Литература . . . . . .

Предметный указатель . . . . . .

Учебное издание

Сосков Владимир Иванович

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Зав. редакцией Б. А. Ягупов
Редактор Г. И. Ионова
Мл. редакторы О. Кузнецова, О. Смотрина
Художник А. И. Шавард
Технический редактор З. В. Нуждина
Корректор Г. А. Чечеткина

ИБ № 7976

Изд. № Стр-556. Сдано в набор 30.11.88. Подп. в печать 25.04.89.
Формат 60×88¹/₁₆. Бум. офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Объем 21,07 усл. печ. л. 21,07 усл. кр.-отт. 23,68 уч.-изд. л.
Тираж 13 000 экз. Зак. № 941. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли. 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.