Канд. техн. наук
Р. И. ТАВАСТШЕРНА

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Одобрено Ученым советом Государственного
номитета Совета Министров СССР
по профессионально-техническому образовнию
в качестве учебного пособия
для профессионально-технических училищ
и индивидуального и бригвдного обученив
рвбочих на производстве



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА»
Москва, 1967

6Т8
Т13
УДК 621.643.2/.3

В учебном пособии содержатся сведения о назначении и условиях работы технологических трубопроводов; приводятся их характеристики и классификация. Рассмотрены материалы и изделия, применяемые для изготовления технологических трубопроводов: трубы из углеродистой и легированной сталей, стальные, чугунные, из цветных металлов и сплавов и др.

В книге изложены обработка и испытание труб, подготовка трубопроводной арматуры и сварка трубопроводов.

Отражены особенности изготовления трубопроводов высокого давления.

Подробно рассмотрены индустриальные методы изготовления трубопроводов и вопросы их монтажа. Описаны инструменты, приспособления и механизмы, применяемые при монтаже.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся профессионально-технических училищ. Она может быть использована для индивидуального и бригадного обучения рабочих на производстве.

Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: Москва, К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

3—2—7
12—67

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей, которую поставил XXIII съезд КПСС в области капитального строительства, является наиболее эффективное использование капитальных вложений, обеспечение ввода в действие новых мощностей в короткие сроки и при наименьших затратах, улучшение качества строительных работ. Решить эту задачу возможно путем повышения уровня индустриализации строительства, имея в виду превратить строительное производство в комплексно-механизированный процесс монтажа сооружений из унифицированных элементов заводского изготовления.

При строительстве предприятий химической, нефтяной, металлургической, газовой, энергетической и других важнейших отраслей промышленности значительный удельный вес составляют работы по изготовлению и монтажу технологических трубопроводов.

Технологические трубопроводы являются важнейшей частью промышленного объекта, они соединяют между собой технологические аппараты и машины; от качества их выполнения зависит надежная, длительная и безопасная эксплуатация многочисленных промышленных установок и оборудования.

В общем объеме работ по монтажу технологического оборудования стоимость технологических трубопроводов составляет до 65% при строительстве предприятий нефтяной промышленности, 40% — химической, энергетической и пищевой промышленности, до 25% — металлургической промышленности.

Общий вес смонтированных трубопроводов в некоторых установках составляет несколько тысяч тони и иногда не уступает общему весу смонтированных металлоконструкций или технологического обрудования.

В связи с ростом капитальных вложений в промышленность объем трубопроводных работ ежегодно увеличивается. Только монтажными организациями Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР в 1966 г. было смонтировано около 800 тыс. тонн труб диаметром от 50 до 500 *мм*, а в 1970 г. объем этих работ возрастет до 1,5 млн. тонн.

Технологические трубопроводы работают в разнообразных условиях, находятся под воздействием значительных давлений и высоких температур, подвергаются коррозии и претерпевают периодические охлаждения и нагревы. Их конструкция в связи с бурным развитием химии, нефтехимии, металлургии и других отраслей промышленности год от года делается все более сложной.

Все большее применение в последние годы получают технологические трубопроводы из полимерных материалов и стекла, в особенности из полиэтиленовых и поливинилхлоридных (винипластовых) труб, взамен трубопроводов из легированных сталей и цветных металлов. Расширение объемов и области применения указанных труб объясняется их меньшей стоимостью, высокой коррозийной стойкостью, малым удельным весом, технологичностью в обработке и сварке, низкой теплопроводностью, и, как следствие, меньшими затратами на теплоизоляцию, хорошими диэлектрическими свойствами.

Монтажные организации Минмонтажспецстроя СССР за последние годы начали широко применять наиболее современный метод монтажа трубопрово-

дов — индустриальный метод. Этот метод предусматривает заводское изготовление деталей трубопроводов, цеитрализованное изготовлеиие узлов трубопроводов в специально оборудованных цехах с последующим монтажом их из укрупненных блоков.

При индустриальном методе монтажа трубопроводов основной объем работ переносится в заводские условия и это позволяет превратить строительную площадку в сборочную. При этом резко возрастет коэффициент загрузки металлообрабатывающего оборудования, эффектнвнее используется сварочная аппаратура, а также специальные виды оборудования: станки для резки, гибки, стенды для сборки элементов и узлов трубопроводов. Все это приводит к значительному росту производительности труда, благодаря чему трудоемкость монтажа трубопроводов снижается примерно на 40% по сравнению с выполнением этих работ непосредственно на месте монтажа.

Для того чтобы качественно монтировать трубопроводы, необходимо знать их устройство и условия работы, правила и нормы монтажа, а также основные положения по проектированию. Хорошо зная методы моитажа трубопроводов, применяемое при этом оборудование и умея использовать свои знания в практической работе, молодые рабочие смогут работать творчески, увеличивать производительность труда и успешно выполнять планы работ.

3—1

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ

Глввв I. НАЗНАЧЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 1. Условия работы трубопроводов

Трубопроводами называются устройства, которые служат для транспортирования жидких, газообразных и сыпучих веществ. Трубопроводы состоят из соединенных между собой прямых участков труб, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики, опор и подвесок, крепежных материалов (болтов, шпилек, гаек), прокладок и уплотнений.

Технологическими трубопроводами называются такие трубопроводы промышленных предприятий, по которым транспортируются сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, вода, топливо, реагенты и другие материалы, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования; отработанные реагенты и газы, различные промежуточные продукты, полученные и использованные в технологическом процессе.

В проектной документации и технической литературе приняты следующие названия отдельных составляющих трубопровода:

Л и н и я — участок трубопровода, соединяющий между собой аппараты, установки, цехи и другие линии с аппаратами, установками, цехами.

У з е л — часть линии трубопровода, состоящая из нескольких элемеитов, собраниых между собой иа разъемных и неразъемных соединеинях.

Узлы подразделяются иа:

плоские, состоящие из нескольких элементов, расположенных в одиой плоскости;

пространственные, состоящие из нескольких элементов, расположенных в двух и более плоскостях.

Э л е м е н т — часть узла трубопровода, подлежащая самостоятельному изготовлению; она состоит из гиутых участков или прямых отрезков труб и деталей, все стыки которых выполнены с помощью автоматической сварки.

Д е т а л ь — элементарная часть трубопровода, ие имеющая соединений, например отвод, фланец, отрезок трубы, тройиик, заглушка, переход, а также отдельные изделия, входящие в конструкцию трубопровода — метизы, компеисаторы, арматура, опоры, подвески и др.

Б л о к — линия или часть линии трубопровода, состоящая из узлов, собранных на разъемных и неразъемных соединениях. Укрупнение узлов в блоки производят перед монтажом.

С е к ц и я — одноосный узел, состоящий из нескольких сваренных между собой труб одного диаметра, ось которых составляет одну прямую линию.

П л е т ь — несколько сваренных между собой секций (сварка секций в плеть производится на месте прокладки трубопровода).

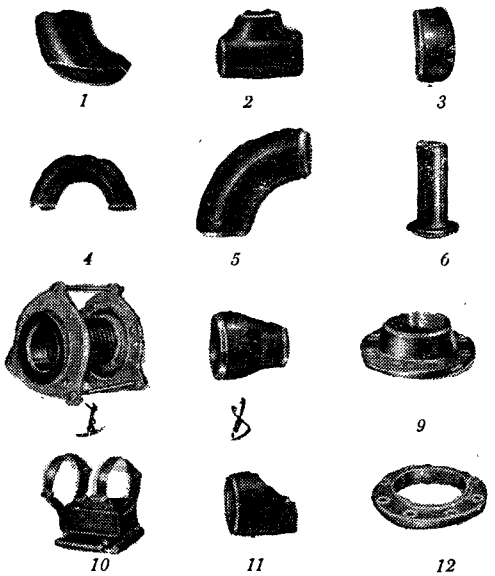


Рис. 1. Детали стальных трубопроводов:
1 — ответвление, *2* — штампованный тройник, *3* — заглушка отбортованная, *4* — отвод 180°, *5* — отвод крутоизогнутый 90°, *6* — отбортованный патрубок, *7* — волнистый компенсатор, *8* — переход концентрический, *9* — фланец приварной встык, *10* — опора трубопровода, *11* — переход эксцентрический, *12* — фланец плоский приварной

Сложность и трудоемкость изготовления и монтажа технологических трубопроводов определяются:

характером транспортируемых сред и продуктов (вода, пар, нефть, нефтепродукты, газ, спирты, кислоты, щелочи, твердые сыпучие вещества);

разнообразием рабочих условий: температура от —200° С до +1500° С и выше и давление от вакуума — 35 *мм рт. ст.* до 1800 *кгс/см*^{2} и выше;

расположением трубопроводов: в траншеях, каналах, лотках на стойках, эстакадах, этажерках, на технологическом оборудовании, а также на разных высотах и часто в условиях, неудобных для производства работ;

сложностью конфигурации обвязки аппаратов и оборудования, большим количеством разъемных и неразъемных соединений, трубопроводной арматуры, деталей (рис. 1), компенсаторов, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и опорных конструкций.

В зависимости от назначения, условий работы и требований к коррозийной стойкости трубопроводы выполняют из различных материалов: углеродистой и легированной сталей, чугуна, биметаллов, цветных металлов и их сплавов (алюминия, меди, свинца, титана), неметаллических материалов (винипласта, полиэтилена, полипропилена, фторопласта, текстолита, фаолита, стекла, стекловолокна, ситалла, керамики, фарфора, асбестоцемента, антигмита), а также из стальных труб с внутренним покрытием полиэтиленом, винипластом, стеклом, резиной, эмалью.

1. Какие трубопроводы относятся к технологическим?
2. Чем определяется сложность и трудоемкость изготовления и монтажа трубопроводов?
3. Какие материалы и соединительные детали применяют при монтаже трубопроводов?

§ 2. Условные проходы и давления

Основной характеристикой трубопровода является диаметр и толщина стенки труб, из которых он изготовлен. Каждая труба имеет два диаметра: внутренний $D_{вн}$ и наружный $D_н$. Между внутренним и наружным диаметрами труб имеется следующая зависимость:

$$D_{вн} = D_н - 2S,$$

где S — толщина стенки трубы.

При изменении толщины стенки изменяется внутренний диаметр трубы, при этом наружный диаметр трубы остается постоянным, так как его изменение неизбежно вызывает изменение размеров присоединяемых арматуры и фитингов.

Чтобы сохранить для всех элементов трубопровода (труб арматуры и соединительных частей) значение проходного сечения, обеспечивающее расчетные условия для прохода жидкости, пара или газа, введено понятие об *условном* (указательном) *проходе*. Под условным проходом труб, арматуры и соединительных деталей понимают средний внутренний диаметр труб (в свету), который соответствует одному или нескольким наружным диаметрам труб. Условный проход обозначают буквами $D_у$ с добавлением величины условного прохода в миллиметрах: например, условный проход 150 *мм* обозначают — $D_у$ 150 *мм*. Истинный внутренний диаметр труб обычно не равен и не соответствует (за редким совпадением) диаметру условного прохода. Так, например, у труб с наружным диаметром 159 *мм* при толщине стенки 8 *мм* истинный внутренний диаметр составляет 143 *мм*, а при толщине стенки 5 *мм* — 149 *мм*, однако в обоих случаях условный проход принимается равным 150 *мм*.

Величины условных проходов труб, арматуры, соединительных частей, а также всех деталей технологического оборудования приборов, к которым присоединяют трубы или арматуру, установлены ГОСТом 355—52. Эти величины имеют следующий порядок: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 6; 8; 10; 13; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 60; 70; 80; 100; 125; 150; 175; 200; 225; 250; 275; 300; 325; 350; 375; 400; 450; 500; 600; 700; 800; 900; 1000 *мм* и т. д.

Толщину стенки труб и деталей трубопроводов выбирают в зависимости от наибольшего давления среды (газа или жидкости), транспортируемой по трубопроводу, от ее температуры и механических свойств металла труб.

Как известно, механическая прочность металла труб, соединительных частей и арматуры с повышением температуры изменяется. Для увязки давления и температуры среды, протекающих по трубопроводу, введено понятие «условное давление», которое обозначается буквами $P_у$.

Условным давлением $P_у$ называется давление, на которое рассчитана труба, арматура или соединительная часть трубопровода при температуре рабочего продукта от 0° до 120 С°, условно принятое за основное при определении допустимых наибольших рабочих давлений.

Рабочим давлением $P_{раб}$ называется номинальное (фактическое) давление транспортируемой среды в трубопроводе при его эксплуатации. Для труб, арматуры и соединительных деталей из стали при температуре продукта от 0° до 200° С, а также для труб, арматуры и соединительных частей из меди, бронзы и латуни при температуре продукта от 0° до 120° С условное давление равно рабочему ($P_у = P_{раб}$). При более высоких температурах рабочее давление менее условного ($P_у > P_{раб}$).

Пробным давлением $P_{пр}$ называется избыточное давление, под которым трубы, арматура и соединительные части трубопроводов должны быть испытаны на прочность и плотность.

Производство гидравлических испытаний пробным давлением необходимо для проверки надежности работы трубопровода в условиях эксплуатации, поэтому пробное давление всегда выше рабочего и условного давления в 1,25—1,5 раза. Для труб, арматуры и соединительных частей трубопроводов из стали, чугуна, бронзы и латуни в зависимости от температуры транспортируемого продукта установлен следующий ряд условных давлений в *кгс/см²*: 1; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 64; 100; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 640; 800 и 1000.

1. Что такое условный проход трубопровода?
2. Что такое условное, рабочее и пробное давление и в чем их различие?

§ 3. Основы расчета трубопроводов

Внутренний (расчетный) диаметр трубопровода при заданном расходе жидкости и скорости ее протекания в трубопроводе определяют по формуле:

$$D_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{3600 v \pi \gamma}} \ м,$$

где Q — расход жидкости, *м³/ч*;
v — скорость течения продукта в трубопроводе, *м/сек*;
γ — удельный вес продукта при заданных параметрах, *кг/м³* (принимается по справочникам).

Скорости движения различных газов и жидкостей, определенные расчетами и подтвержденные многочисленными практическими опытами, принимают следующие:

для воды и маловязких жидкостей (спирт, ацетон, бензин, слабые растворы кислот и щелочей) — от 15 до 30 *м/сек*;

для сжатого воздуха и насыщенного пара — от 20 до 40 *м/сек*;

для перегретого пара и газов высокого давления — от 30 до 60 *м/сек*.

Из вышеприведенной формулы следует, что чем выше скорость течения продукта, тем меньше должно быть проходное сечение трубопровода, а значит тем ниже будут затраты на его сооружение.

При движении продукта по трубопроводу возникает сопротивление от трения его о стенки трубы и различные преграды. Это сопротивление, называемое *гидравлическим сопротивлением* трубопровода, тем больше, чем выше скорость потока и его плотность. Внутренний диаметр трубопровода может быть определен по заданной потере давления (напора) в трубопроводе по следующей упрощенной формуле:

$$D_{вн} = \zeta \frac{L}{\Delta p} \cdot \frac{\gamma \cdot v}{2g} \ кгс/см^2 ,$$

где $\Delta p = P_1 - P_2$ — допускаемая или заданная потеря давления между начальными и конечными участками трубопровода, *кгс/см²*;

ξ — коэффициент гидравлического сопротивления для гладких труб, изменяющийся в пределах 0,02—0,04;

L — длина трубопровода, *м*;

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 *м/сек*.

Потерю давления в фасонных частях и арматуре с достаточной практической точностью определяют по потере давления в прямой трубе с соответствующим диаметром условного прохода и эквивалентной (равнозначной) длиной. *Эквивалентной длиной* называется длина прямой трубы, гидравлическое сопротивление которой равно сопротивлению фасонной части при всех прочих равных условиях. Так, например, сопротивление сварного секционного отвода $D_у = 150$ эквивалентно сопротивлению прямого участка трубы длиной 29 *м*, сопротивление проходного вентиля $D_у = 150$ равно сопротивлению прямого участка длиной 50 *м*.

При проектировании трубопровода помимо гидравлического расчета, которым определяется диаметр трубы, производится расчет труб на прочность для определения толщины стенки. Толщина стенки трубы зависит от внутреннего или наружного избыточного давления, диаметра трубы и материала, из которого она изготовлена, температуры продукта, коррозийной стойкости и металла трубы. Большинство технологических трубопрово-

дов работает под действием внутреннего давления. Внешнему давлению подвергаются вакуумные трубопроводы и материальные трубопроводы с рубашками для обогрева паром кристаллизирующихся или легко застывающих продуктов.

Толщину стенок стальных труб, работающих под действием внутреннего избыточного давления, определяют расчетом на прочность и прибавкой толщины на износ от коррозии. При этом пользуются формулой:

$$S = S_р + C,$$

где $S_р$ — расчетная толщина стенки, *мм*;

C — прибавка к расчетной толщине на коррозию, *мм* (для среднеагрессивных сред 2—5 *мм*).

Расчетная толщина стенки

$$S_р = \frac{pD_н}{230\sigma_{доп}\varphi + P} \text{ мм},$$

где p — внутреннее избыточное давление в трубопроводе, *кгс/см²*;

$D_н$ — наружный диаметр трубы, *мм*;

$\sigma_{доп}$ — допускаемое напряжение на разрыв, *кгс/мм²* (определяется по справочникам в зависимости от марки стали трубы и температуры транспортируемого продукта);

φ — коэффициент прочности шва. Для бесшовных труб $\varphi = 1$, для электросварных труб $\varphi = 0{,}6—0{,}8$ в зависимости от вида сварки и типа сварного шва.

При изготовлении и монтаже трубопроводов, а также его ремонте нельзя допускать установки отдельных случайных вставок, деталей из неизвестного или непроверенного материала, так как это может вызвать тяжелую аварию.

1. Что такое гидравлическое сопротивление?
2. Как определить расчетный диаметр труб?
3. Как определить толщину стенки стальных труб, работающих под действием внутреннего давления?
4. Как определяется потеря давления в фасонных частях и арматуре при расчете?

Глава II. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 4. Виды трубопроводов

Технологические трубопроводы в зависимости от давления транспортируемой среды различают: вакуумные (ниже 1 *кгс/см²*), низкого давления (от 1 до 15 *кгс/см²*), среднего давления (от 16 до 100 *кгс/см²*), высокого давления (свыше 100 *кгс/см²*) и безнапорные, т. е. работающие без избыточного давления.

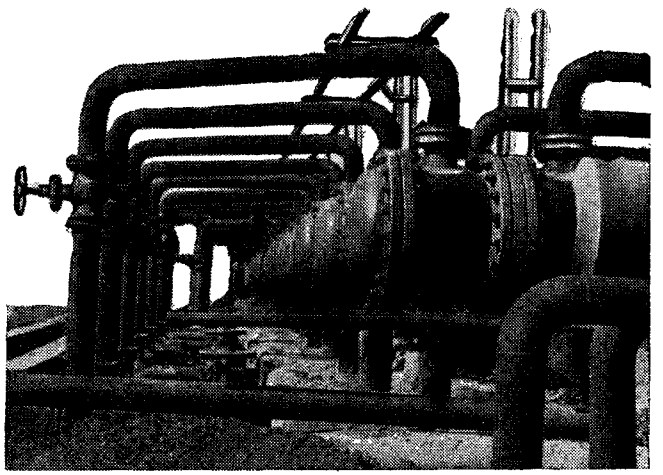


Рис. 2. Внутрицеховые трубопроводы

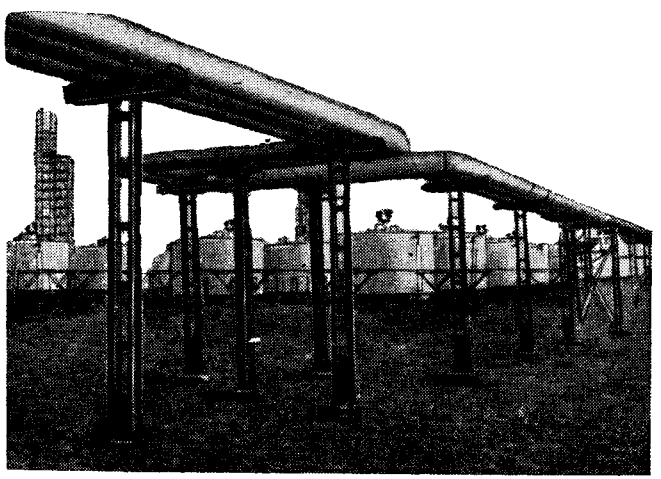


Рис. 3. Межцеховые трубопроводы

По роду транспортируемых продуктов технологические трубопроводы делятся на газопроводы, водопроводы, паропроводы, кислотопроводы, щелочепроводы, маслопроводы, бензопроводы, нефтепроводы, рассолопроводы и др. Газопроводы, в свою очередь, подразделяются на воздушные (воздухопроводы), ацетиленовые, кислородные, аммиачные, хлорные.

Транспортируемые по трубопроводам продукты по степени агрессивности разделяются на следующие:

неагрессивные и малоагрессивные, вызывающие коррозию, скорость которой не превышает 0,1 *мм* в год;

среднеагрессивные, вызывающие коррозию, скорость которой находится в пределах от 0,1 до 0,5 *мм* в год;

высокоагрессивные, вызывающие коррозию, скорость которой выше 0,5 *мм* в год.

Для трубопроводов, транспортирующих среднеагрессивные продукты применяют трубы из углеродистой стали с повышенной толщиной стенки с учетом прибавки на коррозию (2—5 *мм*). Для трубопроводов, транспортирующих высокоагрессивные продукты, в зависимости от их свойств используют трубы из высоколегированных сталей, биметаллические, из цветных металлов, неметаллические и футерованные внутри коррозионностойкими материалами.

Технологические трубопроводы в зависимости от места их расположения разделяются на внутрицеховые (рис. 2), соединяющие между собой отдельные аппараты и машины в пределах одной установки, цеха и межцеховые (рис. 3), соединяющие между собой отдельные установки, цеха.

Внутрицеховые трубопроводы в практике получили название «обвязочные трубопроводы».

1. Какие встречаются виды технологических трубопроводов в зависимости от давления?

2. Назовите виды технологических трубопроводов в зависимости от рода транспортируемого продукта?

3. Какие встречаются виды технологических трубопроводов в зависимости от степени агрессивности транспортируемой среды?

4. Какие бывают виды техиологических трубоповодов в зависимости от места их расположения?

§ 5. Группы и категории трубопроводов

Изготовление и монтаж технологических трубопроводов осуществляют в соответствии со «Строительными нормами и правилами. Технологические трубопроводы. Правила производства и приемки работ» (СНиП III-Г.9—62).

Указанными нормами и правилами все технологические трубопроводы делятся на пять групп и категорий (табл. 1).

Таблица 1

Классификация технологических трубопроводов

Группа	Наименование среды	Категории									
		I		II		III		IV		V	
		Рабочее давление, *кгс/см²*	Температура, °С	Рабочее давление, *кгс/см²*	Температура, °С	Рабочее давление, *кгс/см²*	Температура, °С	Рабочее давление, *кгс/см²*	Температура, °С	Рабочее давление, *кгс/см²*	Температура, °С
А	Продукты с токсическими свойствами: а) сильнодействующие ядовитые вещества (СДЯВ) и дымящиеся кислоты	Независимо	От —70 до 700	—	—	—	—	—	—	—	—
	б) прочие продукты с токсическими свойствами	Свыше 16	От —70 до 700	До 16	От —70 до 350	—	—	—	—	—	—
Б	Горючие и активные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости	Независимо	От 350 до 700	От 25 до 64	От 250 до 350 и от —70 до 0	От 16 до 25	От 120 до 250 и от —70 до 0	До 16	От —70 до 120	—	—
В	Перегретый водяной пар	То же	От 450 до 660	До 39	От 350 до 450	До 22	От 250 до 350	До 16	От 120 до 250	—	—
Г	Горячая вода и насыщенный водяной пар	Свыше 184	Свыше 120	От 80 до 184	Свыше 120	16—80	Свыше 120	От 2 до 16	Свыше 120	—	—
Д	Негорючие жидкости и пары, инертные газы	Независимо	От 450 до 700	От 64 до 100	От 350 до 450 и от —70 до 0	25—64	От 250 до 350 от —70 до 0	До 25	От 120 до 250 и от —70 до 0	До 16	От 0 до 120

Таблица 2

Категории трубопроводов для пара и горячей воды

Категория трубопровода	Среда	Рабочие параметры теплоносителя	
		давление избыточное, *кгс/см²*	температура среды, °С
I	а) перегретый пар	Независимо	Свыше 610 до 660
	б) то же	«	Свыше 570 до 610
	в) «	«	Свыше 450 до 570
	г) горячая вода, насыщенный пар	Свыше 184	Свыше 120
II	а) перегретый пар	До 39	Свыше 350 до 450
	б) горячая вода, насыщенный пар	Свыше 80 до 184	Свыше 120
III	а) перегретый пар	До 22	Свыше 250 до 350
	б) горячая вода, насыщенный пар	Свыше 16 до 80	Свыше 120
IV	Перегретый и насыщенный пар, горячая вода	1—16	Свыше 120 до 250

Категория трубопровода обычно устанавливается проектом. Если сочетание параметров трубопровода не укладывается в показатели табл. 1, то его категорию определяют по тому параметру, который требует отнесения трубопровода к наиболее высокой категории.

Трубопроводы, работающие под вакуумом, равным 35 *мм рт. ст.* и ниже, классифицируют по таблице по свойствам и температуре среды, а более 35 *мм рт. ст.* — по специальным техническим условиям.

Технологические трубопроводы, предназначенные для транспортирования пара с избыточным давлением выше 1 *кгс/см²* и горячей воды при температуре 120° С, необходимо изготовлять и эксплуатировать по техническим условиям и нормам, утвержденным «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора.

В соответствии с этими правилами и в зависимости от рабочих параметров (давления и температуры) транспортируемой среды, все трубопроводы делятся на четыре категории, которые приведены в табл. 2.

Однако правила Госгортехнадзора не распространяются на трубопроводы I категории с наружным диаметром менее 51 *мм* и на трубопроводы остальных категорий с наружным диаметром менее 76 *мм*, а также на временные трубопроводы, прокладываемые на срок службы до 1 года.

Все магистральные и внутризаводские газопроводы, по которым транспортируется газ, сооружают и эксплуатируют по правилам Государственной газовой инспекции Госгортехнадзора.

1. Какие бывают группы и категории трубопроводов по СНиП? В чем их различие?
2. Сколько групп в классификации трубопроводов по Госгортехиадзору и чем отличаются между собой отдельные группы?

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

Глава III. ТРУБЫ И ДЕТАЛИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 6. Сортамент труб и область их применения

Наиболее широкое использование для технологических трубопроводов нашли трубы из углеродистых и легированных сталей, так как по сравнению с трубами из других материалов они более прочны и термически устойчивы.

Трубы из углеродистой стали применяют в технологических трубопроводах для транспортирования неагрессивных, малоагрессивных и среднеагрессивных продуктов при температуре не более 450° С. Трубы из легированных и высоколегированных сталей используют для транспортирования агрессивных продуктов при любой температуре, а также среднеагрессивных продуктов при температуре выше 450° С.

Сортамент, регламентированный ГОСТ на стальные трубы, включает трубы диаметром от 1 до 1620 *мм* с толщиной стенок от десятых долей до 75 *мм*.

По способу изготовления стальные трубы разделяются на сварные и бесшовные.

Бесшовные трубы являются наиболее качественными, поэтому их используют преимущественно для трубопроводов ответственного назначения, работающих под средним и высоким давлением.

Сварные трубы применяют для трубопроводов, работающих под низким и средним давлением; их широко используют особенно для трубопроводов с условным проходом свыше 400 *мм*.

Основные характеристики стальных труб приведены в табл. 3.

Отступления от размеров при изготовлении труб по толщине стенки и по наружному диаметру ограничены ГОСТом (табл. 4).

Для бесшовных труб овальность и разностенность не должны превышать допускаемого отклонения соответственно по диаметру и толщине стенки.

Таблица 3

Сортамент труб для технологических трубопроводов

Виды работ	ГОСТ или ТУ	Размеры труб		
		наружный диаметр, *мм*	толщина стенки, *мм*	длина, *м*
Трубы водогазопроводные	ГОСТ 3262—62	10,2—165	1,8—5,5	4—12
Трубы водогазопроводные тонкостенные	ЧМТУ УКРНИТИ № 576—64	20,8—59,8	2,2—3	4—12
Трубы электросварные	ГОСТ 10704—63*	8—1620	1—14	1,5—18
Трубы электросварные холоднотянутые и холоднопрокатные	ГОСТ 10707—63	5—76	0,5—3	1,5—8,5
Трубы электросварные со спиральным швом	ГОСТ 8696—62	426—1220	4—12	10—18
Трубы бесшовные горячекатаные	ГОСТ 8732—58**	25—530	2,5—75	4—12,5
Трубы бесшовные холоднотянутые и холоднокатаные	ГОСТ 8734—58	1—200	0,1—12	1,5—9
Трубы бесшовные для установок высокого давления	ЧМТУ УКРНИТИ № 518—63	12—219	3—60	4,5
Трубы крекинговые коммуникационные	ГОСТ 550—58	19—530	1,5—75	4—12,5
Трубы бесшовные для паровых котлов и трубопроводов	ГОСТ 10802—64	10—465	2—60	3—12
Трубы бесшовные горячекатаные из нержавеющей стали	ГОСТ 9940—62	76—325	4,5—28	1,5—10
Трубы бесшовные холоднотянутые, холоднокатаные и теплокатаные из нержавеющей стали	ГОСТ 9941—62	5—120	0,3—12	1,5—7
Трубы электросварные из нержавеющей стали	ГОСТ 11068—64	8—102	1—4	1,5—8

* Трубы по ГОСТ 10704—63 до ввода нового оборудования выпускают диаметром до 1420 *мм*.

** Трубы по ГОСТ 8732—58 для технологических трубопроводов применяют диаметром до 426 *мм*.

Бесшовные горячекатаные, холоднотянутые и холоднокатаные трубы выпускают также по ГОСТ 9567—60 с повышенной точностью по наружному диаметру. Такие трубы получили название прецизионных

ГОСТ 10704 — 63 на электросварные трубы предусматривает возможность поставки труб с калиброванными торцами с наружным диаметром 426 *мм* и более.

Установлены три класса точности калибровки торцов труб: высокая, повышенная и обычная с допускаемыми отклонениями по наружному диаметру калиброванных торцов труб в пределах:

от ±1,5 *мм* до ±3,5 *мм* для труб с наружным диаметром от 426 до 720 *мм*,

от ±5 *мм* до ±7,5 *мм* для труб с наружным диаметром более 1220 *мм*.

1. Укажите область применения труб из углеродистой и легированной сталей.
2. Назовите две основные группы стальных труб (по способу изготовления) и укажите преимущества и недостатки этих труб.
3. Перечислите основные виды стальных труб (по табл. 3).
4. Укажите отклонения, допускаемые в размерах труб, и их предельные значения?

§ 7. Технические требования к стальным трубам

Техническими требованиями установлены марки стали, из которой изготовляются трубы, механические свойства металла труб, методы испытания труб, правила маркировки и упаковки труб.

Трубы, предназначенные для трубопроводов, работающих под давлением, испытывают гидравлическим давлением. Величина давления, допускаемые при этом напряжения и время выдержки труб под давлением установлены соответствующими ГОСТами и ТУ на трубы.

Максимальное испытательное (пробное) давление определяют по формуле:

$$P_{пр}=\frac{200\cdot S\cdot R}{D_в}\ кгс/см^2,$$

где: S — минимальная толщина стенки трубы, *мм*;

R — допускаемое напряжение, *кгс/мм*^{2}, равное для бесшовных труб 40% временного сопротивления разрыву (для данной марки стали).

Испытание производят водой, если техническими требованиями не оговорена другая жидкость.

Труба считается выдержавшей испытание, если у нее не будет обнаружено течи, потения или остаточной деформации (выпучивания). В зависимости от назначения и условий работы трубы подвергают механическим и технологическим испытаниям: на растяжение, на ударную вязкость, на изгиб, на сплющивание. В случае неудовлетворительного результата какого-либо испы-

Таблица 4

Допускаемые отклонения по размерам труб

ГОСТ на трубы	Наружный диаметр труб, *мм*	Допускаемые отклонения		
		по наружному диаметру	по толщине стенки	по кривизне труб
Трубы бесшовные				
ГОСТ 8734—58	10—30	±0,3 *мм*	Свыше 1 до 5 *мм* ±10%;	Не более 1,5 *мм* на 1 *м*
	30—50	±0,4 *мм*		
	Более 50	±0,8 %	Свыше 5 *мм* ± 8%	
ГОСТ 8732—58	До 50	±0,5 *мм*	При толщине стенки не более 15 *мм* +12,5% —15%, свыше 15 *мм* ±12,5%	При толщине стенки не более 20 *мм* — 1,5 *мм* на 1 *м*, свыше 20 до 30 *мм* — 2 *мм* на 1 *м*
	50—219	±1%		
	Более 219	±1,25%		
Трубы сварные				
ГОСТ 10704—63	До 10	±0,2 *мм*	При диаметре до 152 *мм* ± 10% При диаметре 159 и более по ГОСТу 8506—57	—
	Более 10 до 30	±0,3 *мм*		
	» 30 » 50	±0,4 *мм*		
	» 50 » 152	±0,8%		
	» 152 » 219	±1%		
	» 219 » 402	±1,25%		
	Свыше 402	±(0,005 $D_н$+2 *мм*)		
ГОСТ 8696—58	426 до 1620	±1%	±0,5 до ± 0,7 *мм*	—

тания хотя бы на одном образце, это испытание проводят вторично на двойном количестве образцов и по результатам повторного испытания определяют пригодность партии труб.

Каждая партия труб сопровождается документом (сертификатом), удостоверяющим их качество и соответствие требованиям стандарта.

Технические требования к бесшовным горячекатаным трубам определяются ГОСТ 8731—66 и к холоднотянутым и холоднокатаным трубам — ГОСТ 8733—66. Такие трубы изготовляют из углеродистой мартеновской спокойной стали обыкновенного качества марок Ст. 2, Ст. 3 и др., из качественной стали марок сталь 10, сталь 20 и др., из низколегированной и легированной стали марок 10Г2, 20Х, 30ХГСА, 15ХМ и др.

На поверхности труб не допускаются трещины, плены, рванины, закаты и другие дефекты. Отдельные незначительные забоины, вмятины, риски, окалина, рябизна, следы зачистки дефектов допускаются, если толщина стенки трубы не выходит за допускаемые пределы.

Концы труб должны быть обрезаны под прямым углом и зачищены от заусенцев. На торцах труб, предназначенных для соединения сваркой, снимают фаску с притуплением.

Поставляют трубы партиями одного размера и одной марки стали.

Холоднотянутые и холоднокатаные бесшовные трубы поставляют термически обработанными, за исключением труб, у которых отношение наружного диаметра к толщине стенки равно 50 и более. Термическую обработку горячекатаных труб выполняют по требованию заказчика.

По требованию заказчика проверяют также макроструктуру труб и испытывают их на загиб, раздачу (трубы со стенками толщиной не более 8 *мм*), сплющивание (трубы со стенками толщиной не более 10 *мм*), бортование (трубы из стали марок сталь 10, сталь 20, Ст. 2 и Ст. 4 $D_н$ от 30 до 160 *мм*), подвергают гидравлическому давлению (каждую трубу). На твердость проверяют не менее 2% труб партии (с обоих концов).

Крекинговые бесшовные трубы изготовляют из качественной стали марок 10 и 20, из легированной стали 10Г2, из высоколегированных сталей Х5, Х5М, Х5ВФ, 12МХ, 12Х1МФ.

Технические условия предусматривают дополнительные требования к механическим свойствам труб. В партию включаются трубы одного размера и одного режима термической обработки, а трубы из сталей марок 12МХ, 12Х1МФ, Х5, Х5М и Х5ВФ,— кроме того, одной плавки. На одном конце каждой трубы выбивают клеймо завода-поставщика, марку стали и номер партии. К каждому пакету труб прикрепляют бирку с теми же обозначениями. На одном конце каждой трубы краской наносят марку стали.

Трубы бесшовные для трубопроводов высокого давления выпускают из качественной стали 20, из низколегированной стали 14ХГС, из легированной стали 18ХГ, 30ХМА, 15ХФ и из высоколегированной стали 1Х8ВФ, 18Х3МВ, 20ХМВФ.

К этим трубам предъявляются повышенные технические требования в части механических свойств труб, загрязненности металла неметаллическими включениями и другие. Эти трубы поставляют термически обработанными, протравленными и покрытыми внутри и снаружи нейтральной смазкой.

В сертификатах наряду с другими данными указаны загрязненность металла неметаллическими включениями и режим термической обработки труб. Клеймо выбивают на каждой трубе с наружным диаметром от 35 *мм* и более. Марку стали выбивают на всех трубах. Концы труб окрашивают краской, цвет которой соответствует определенной марке стали.

Трубы бесшовные из нержавеющей стали изготовляют марок 1Х13, Х17, Х18Н10Т, Х17Н13М2Т и др.

Электросварные трубы с наружным диаметром от 8 до 530 *мм* прямошовные, со стенками толщиной не более 10 *мм* и электросварные холоднотянутые и холоднокатаные изготовляют из стали обыкновенного качества Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, ВСт. 3, ВСт. 4, ВКСт. 3, ВКСт. 4, из качественной стали марок 08, 10, 15, 20, 10кп, 15кп, 20кп и из спокойной, полуспокойной и кипящей стали обыкновенного качества МСт. 2, МСт. 3, МСт. 4.

Электросварные прямошовные трубы с наружным диаметром от 426 *мм* и более изготовляются из стали обыкновенного качества Ст. 2, Ст. 2кп, Ст. 3, Ст. 3кп, МСт. 2кп, МСт. 3, МСт. 4, МСт. 4кп, ВСт. 3, ВСт. 4 по ГОСТ 380—60 и из низколегированной стали 14ХГС, 10Г2СД (МК) и др.

Сварные швы труб должны быть плотными, не иметь непроваров и других дефектов, снижающих плотность и прочность металла шва ниже уровня основного металла. Допускается ремонт сварных швов заваркой в отдельных местах с последующей их зачисткой и повторным испытанием трубы гидравлическим давлением. По требованию заказчика качество сварных швов можно контролировать физическими методами без разрушения.

При обрезке концов труб допускается отклонение от прямого угла (косина реза) для прямошовных труб:

с наружным диаметром от 426 *мм* и более при калиброванных торцах труб — от 2 до 5 *мм* (в зависимости от диаметра труб);

при некалиброванных торцах труб — от 3 до 7 *мм;*

с наружным диаметром от 159 до 426 *мм* — не более 0,5% от наружного диаметра трубы;

для труб со сварным спиральным швом — не более 2 *мм.*

Трубы с наружным диаметром не более 530 *мм* поставляют термически обработанными и необработанными. Остаток грата на внутренней поверхности труб с внутренним диаметром 33 *мм*

и более, а на наружной поверхности допускается высотой не более 0,5 *мм*.

Высота усиления наружных сварных швов труб с наружным диаметром 426 *мм* и более должна быть в пределах от 0,5 до 3—4 *мм* в зависимости от толщины стенки и разделки кромок трубы.

Каждую сварную трубу испытывают гидравлическим давлением.

Каждую партию электросварных прямошовных труб с наружным диаметром от 8 до 530 *мм* испытывают на раздачу или сплющивание. Термически обработанные трубы испытывают на бортование и изгиб. При 100%-ном контроле качества сварного шва физическими методами без разрушения (рентгеноскопией, ультразвуком) испытывать трубы гидравлическим давлением можно выборочно, при условии гарантии герметичности всех труб.

Испытательное гидравлическое давление установлено: для труб с наружным диаметром менее 103 *мм* — 60; от 102 *мм* и более — 30 *кгс/см*^{2}.

По требованию заказчика трубы, поставляемые с гарантией химического состава и механических свойств (группа А), а также по механическим свойствам без гарантии химического состава металла (группа В), должны быть испытаны большим гидравлическим давлением, но не превышающим давления, установленного для бесшовных труб.

К электросварным холоднотянутым и холоднокатаным трубам предъявляют те же технические требования, что и к бесшовным холоднотянутым и холоднокатаным трубам. На внутренней поверхности труб допускаются следы грата.

Электросварные прямошовные трубы с наружным диаметром от 426 до 1620 *мм*, поставляемые по группе В, испытывают на растяжение сварного соединения, а по группе А — на растяжение и по требованию заказчика — на ударную вязкость как основного металла, так и сварного соединения. Временное сопротивление сварного соединения должно быть не ниже временного сопротивления основного металла.

Испытательное гидравлическое давление установлено:

для труб группы А — по норме для бесшовных труб с допускаемым напряжением, равным 0,9 от предела текучести;

для труб группы Б (поставляемых по химическому составу) и группы Г (поставляемых без гарантии химического состава и механических свойств) — 25 *кгс/см*^{2}; трубы с наружным диаметром и толщиной стенки 920×7, 1020×8, 1120×(8÷9), 1220××(9÷10), 1320×(9÷11) и 1420×(10÷11) *мм* испытывают давлением 20 *кгс/см*^{2}; для труб группы В — по норме для бесшовных труб с допускаемым напряжением, равным 0,5 от временного сопротивления разрыву.

Водогазопроводные трубы выпускают из хорошо свариваю-щейся стали обыкновенного качества Ст. 2, Ст. 3 и др. и поставляют с резьбой на обоих концах трубы или без резьбы, с муфтами стальными или из ковкого чугуна (по одной муфте на каждую трубу), оцинкованные трубы — с оцинкованными стальными муфтами. По требованию заказчика трубы с условным проходом более 10 *мм* поставляют с конической и цилиндрической резьбой (длинной или короткой), с соответствующей резьбой на муфтах. Резьба должна быть чистой, без заусенцев и рванин.

Водогазопроводные трубы испытываются гидравлическим давлением (до нарезки резьбы): обыкновенные и легкие — 25 *кгс/см*^{2}, усиленные — 32 *кгс/см*^{2}.

При 100%-ном контроле качества сварного шва и гарантии герметичности труб допускается выборочное испытание их гидравлическим давлением. Трубы испытывают на загиб.

Электросварные трубы со спиральным швом изготовляют из стали обыкновенного качества Ст. 2, Ст. 3, МСт. 2кп, МСт. 3, МСт. 3кп, ВСт. 2кп, ВСт. 3 и с двухсторонним сварным швом из низколегированной стали 10Г2СД. Испытательное гидравлическое давление установлено: для труб групп А и В — по норме для бесшовных труб с допускаемым напряжением, равным 0,85 от предела текучести; для труб групп Б и Г — 25 *кгс/см*^{2}.

Трубы испытывают на растяжение и ударную вязкость в том же порядке, что и прямошовные трубы. На одном конце каждой трубы выбивают товарный знак завода-изготовителя, марку стали, номер трубы и дату изготовления, а также наносят светлой краской размеры трубы.

1. Назовите основные технические требования, предъявляемые к трубам.
2. Какие технические требоаиия предъявляют к бесшовным трубам?
3. Какие техиические требоаиия предъявляют к сварным трубам?

§ 8. Сортамент труб технологических трубопроводов по нормалям машиностроения

Сортамент бесшовных и сварных труб очень большой, поэтому в целях ограничения видов и размеров труб, обеспечения единообразия в проектировании технологических трубопроводов введены ограничительные нормали. Данные нормали, кроме того, способствуют снижению стоимости и улучшению качества монтажа, а также уменьшению трудоемкости изготовления и монтажа трубопроводов. Межотраслевыми нормалями (нормали машиностроения, обозначаемые буквами МН) установлен сортамент труб, которые разрешается применять для внутрицеховых и межцеховых технологических трубопроводов, работающих в

неагрессивных, малоагрессивных, среднеагрессивных и агрессивных средах.

Нормаль МН 2566—61 устанавливает сортамент труб технологических трубопроводов из углеродистой стали с условным давлением до 100 *кгс/см²*. Согласно нормали, бесшовные трубы с наружным диаметром от 14 до 530 *мм* применяют для рабочей среды с температурой до 450° С. Материал труб: сталь 20 для трубопроводов, работающих при температуре среды от —40° С до +450° С. Сталь 10Г2 — для трубопроводов с условным давлением до 64 *кгс/см²*, работающих при температуре среды от —40° С до —70° С. Допускается применение труб из стали марок: сталь 10 — для трубопроводов с условным диаметром до 80 *мм* (до условного давления 100 *кгс/см²*) и на условное давление до 25 *кгс/см²* (независимо от условного прохода); Ст. 3 и Ст. 4 — для трубопроводов на рабочее давление до 22 *кгс/см²*, работающих при температуре среды до 300° С.

Для трубопроводов на рабочее давление более 22 *кгс/см²* и при температуре рабочей среды от 300° С до 375° С разрешается использовать только трубы, прошедшие испытания на сплющивание, а на условное давление более 25 *кгс/см²* при температуре рабочей среды более 375° С применять только трубы, прошедшие испытание на макроструктуру, сплющивание и раздачу. Для трубопроводов на условное давление до 25 *кгс/см²* при температуре рабочей среды более 375° С испытания на макроструктуру и раздачу производят только по требованию заказчика.

Электросварные прямошовные трубы с наружным диаметром от 14 до 426 *мм* применяют для рабочей среды с температурой до 300° С на условное давление до 25 *кгс/см²*. Материал: сталь 10 или 20. Для трубопроводов при температуре рабочей среды не более 200° С допускается применение труб из стали марок Ст. 3 и Ст. 4.

Электросварные прямошовные трубы с наружным диаметром от 426 до 1620 *мм* и трубы со спиральным швом с наружным диаметром от 426 до 720 *мм* применяют для рабочей среды с температурой до 300° С и условным давлением до 16 *кгс/см²*. Материал: сталь МСт. 3 или Ст. 3, а также для прямошовных труб сталь 20. При необходимости применения прямошовных труб на условное давление выше 16 *кгс/см²* допускается изготовление их из стали 10Г2СД (МК) и 14ХГС в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Водогазопроводные трубы с условным диаметром от 8 до 100 *мм* (1/4″—4″) применяют для рабочей среды с температурой до 200° С и условным давлением до 16 *кгс/см²*. Нормалью МН 4705—63 установлен ограничительный сортамент труб трубопроводов из легированной стали с условным давлением до 100 *кгс/см²*. Крекинговые трубы с наружным диаметром от 14 до 465 *мм* применяют для рабочей среды с температурой до 570° С. Материал: сталь 12ХМФ; Х5; Х5М; Х5ВФ; Х5М-У и Х8ВФ.

Трубы бесшовные из нержавеющей стали с наружным диаметром от 14 до 325 *мм* используют для рабочей среды с температурой до 700° С. Материал — сталь Х18Н10Т, Х17Н13М2Т, ОХ17Н16М3Т, 1Х21Н5Т, ОХ21Н5Т, ОХ23Н18, Х17, Х28 и Х25Т.

Нормалью МН 3558—62 установлен ограничительный сортамент трубопроводов из углеродистой и легированной сталей на условное давление от 160 до 400 *кгс/см²*:

трубы бесшовные из углеродистой стали 20 с наружным диаметром от 12 до 426 *мм* используют для рабочей среды с температурой до 450° С; трубы с наружным диаметром от 12 до 377 *мм* из жаростойкой стали 12ХМФ — для рабочей среды с температурой до 570° С; трубы с наружным диаметром от 48 до 426 *мм* из жаропрочной стали Х5М — для рабочей среды с температурой до 575° С;

трубы с наружным диаметром от 12 до 426 *мм* из жаростойкой, жаропрочной и коррозионностойкой стали Х5ВФ — для рабочей среды с температурой до 550° С и сталь Х5 — для рабочей среды с температурой от 425° С; сталь Х18Н10Т — для рабочей среды с температурой от —196° С до 600° С и Х17Н13М2Т — для рабочей среды с температурой до 600° С.

Нормалью МН 4997—60 установлен сортамент труб из углеродистой и легированной стали для трубопроводов с условным давлением от 200 до 1000 *кгс/см²*.

1. Для чего введена ограничтельная нормаль на сортамент труб?
2. Для каких температур и давленнй используют бесшовные и сварные трубы из углеродистой стали? Назовите их основные марки.
3. Для каких температур и давлений примеияют бесшовиые и сварные трубы из легированной стали? Назовите их основные марки.

§ 9. Отводы крутоизогнутые и гнутые

Одной из наиболее распространенных деталей трубопроводов являются отводы. Они предназначены для соединения сваркой встык труб одного диаметра, расположенных под углом. По конструкции отводы подразделяются на крутоизогнутые и гнутые.

Крутоизогнутые отводы имеют малый радиус кривизны (1—1,5 условного диаметра), вследствие чего они имеют относительно небольшой вес и габариты. Они изготовляются с условным диаметром от 40 до 600 *мм* с углом 90°, 60° и 45° из углеродистой стали 20 и с условным диаметром от 50 до 300 *мм* из легированной стали Х5М, Х18Н10Т, Х5ВД, 12ХМФ и других на условное давление до 100 *кгс/см²*.

Область применения крутоизогнутых отводов определяется типом труб и маркой стали, из которой они изготовлены, а также способом выполнения.

На специализированных заводах крутоизогнутые отводы изготовляют несколькими способами: горячей протяжкой и штамповкой из труб, штамповкой из листа с последующей сваркой продольного шва.

Способ изготовления отводов горячей протяжкой по сердечнику представляет собой оригинальный процесс горячей обработки металлов давлением. На рис. 4 показана технологическая схема этого процесса. Мерные трубы-заго-

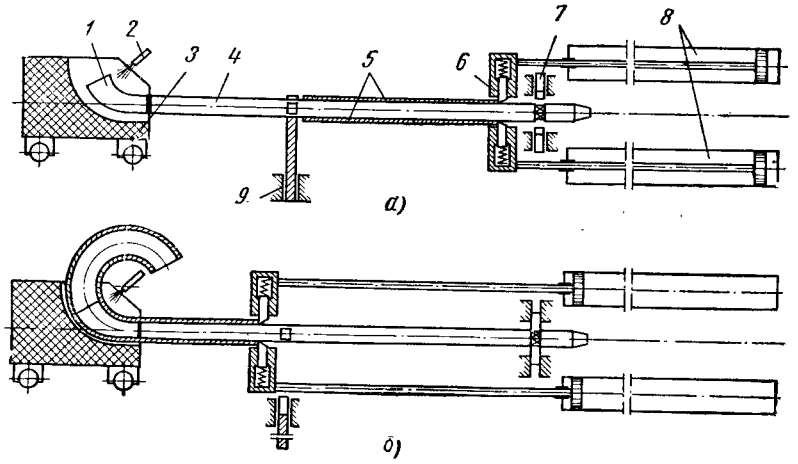


Рис. 4. Схема процесса изготовления отводов горячей протяжки по сердечнику:

а — положение пресса в период загрузки труб-заготовок: *1* — сердечник, *2* — газовая горелка, *3* — печь, *4* — штанга, *5* — трубы-заготовки, *6* — захват, *7* — силовой замок, *8* — гидроцилиндры пресса, *9* — несиловой замок; *б* — положение пресса в период рабочего хода

товки *5* подаются на штангу *4* гидравлического пресса. На переднем конце штанги укреплен основной инструмент — рогообразный сердечник *1* (по форме сердечник представляет собой рог — изогнутый конус с эксцентрично увеличивающимся диаметром). Штанга закреплена от продольного смещения открывающимися поочередно замками — силовым *7* и несиловым *9*. Силовой замок в период загрузки труб-заготовок открыт, а несиловой замок закрыт. При рабочем ходе, наоборот, силовой замок закрыт, а несиловой — открыт. По штанге трубы-заготовки проталкиваются захватом *6* с помощью гидроцилиндров *8* пресса. При рабочем ходе пресса захват упирается в задний торец последней трубы-заготовки, которая в свою очередь передним торцем проталкивает предыдущие трубы-заготовки по сердечнику. Процесс протяжки происходит в печи *3* с местным

нагревом газовыми горелками *2*. В результате протяжки трубзаготовок по рогообразному сердечнику получают отводы 180° или отводы 90° с требуемым радиусом изгиба.

При протяжке по рогообразному сердечнику труба-заготовка получает значительные деформации. Например, при радиусе изгиба отвода, равном условному проходу ($R=D_у$), происходит увеличение диаметра трубы-заготовки на 50%, а при радиусе изгиба, равном 1,5 условного прохода, — на 33%.

В настоящее время методом горячей протяжки изготовляют отводы с условным диаметром от 50 до 500 *мм*.

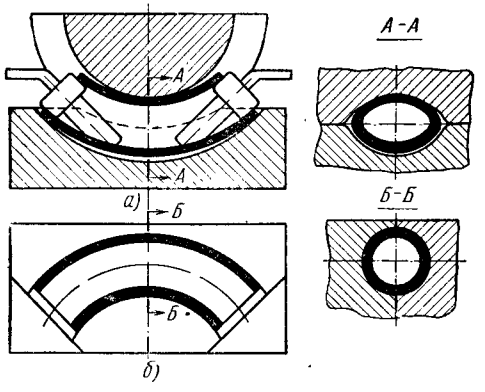


Рис. 5. Схема штамповки крутоизогнутых отводов:

а — гибочный ручей, *б* — формовочный ручей

Технологический процесс изготовления отводов способом горячей протяжки по сердечнику выгодно отличается от получения отводов гнутьем. Он обеспечивает получение отводов с одинаковой толщиной стенки по сечению вне зависимости от радиуса изгиба отвода, возможность изготовления отводов с малыми радиусами изгиба и небольшой толщиной стенки (отношение $\frac{S}{D_н}$ до 0,016), высокую производительность и качество получаемых отводов и низкую себестоимость их изготовления, а также широкий диапазон типоразмеров изготовляемых отводов.

Другим высокопроизводительным способом изготовления крутоизогнутых отводов, обеспечивающим их высокое качество, является горячая штамповка на кривошипных или фрикционных прессах в двухручьевых штампах (рис. 5). Штамповкой изготовляют отводы условным диаметром от 40 до 100 *мм*. Исходным материалом для изготовления является отрезок трубы, имеющий косые срезы по концам с диа-

метром на 6—8% больше, чем у изготовляемого отвода. В первом гибочном ручье (рис. 5, *а*) происходит объемный изгиб и одновременно поперечному сечению заготовки придается форма овала. Этим достигается сохранение толщины стенки по сечению в пределах допуска при малых радиусах изгиба. Для уменьшения смятия торцов трубы-заготовки при изгибе и увеличения радиуса изгиба в средней зоне применяют внутренние оправки.

Во втором формовочном ручье (рис. 5, *б*) согнутую заготовку, повернутую на 90° относительно ее продольной оси, обжимают. При этом поперечному овальному сечению придается круглая форма и уменьшается первоначальный диаметр. Отводы с D_y, равным 50 и 70 *мм*, изготовляются, кроме того, холодной штамповкой в одну операцию в одноручьевом штампе.

Штамповка отводов из листовой стали производится из двух половин на фрикционных прессах. Каждая половина отвода штампуется в одноручьевом штампе. После штамповки кромки обеих половин торцуют по линии разъема, а затем их собирают и автоматически сваривают два шва отвода на манипуляторе и окончательно обрабатывают торцы на полуавтоматах. В последнее время применяется штамповка отводов из листовой стали с одним швом. Технология изготовления штампосварных отводов из листового проката пока еще имеет высокую трудоемкость, однако этот процесс представляет практический интерес, так как позволяет заменить более дефицитные трубы листовым прокатом. Особенно экономически эффективно изготовление штампосварных отводов из высоколегированных сталей, так как вследствие ограниченности сортамента таких труб не всегда можно подобрать необходимый диаметр трубы-заготовки для изготовления отводов горячей штамповкой или протяжкой.

Гнутые отводы изготовляют из бесшовных и электросварных труб гнутьем на трубогибочных станках в холодном состоянии, горячим гнутьем на станках с нагревом токами высокой частоты и с набивкой песком. В целях уменьшения деформации стенки гнутые отводы изготовляют со сравнительно большим радиусом изгиба (R не менее 3—4 $D_н$). Наличие у гнутых отводов на концах длинных прямых участков делает их вес весьма значительным. Гнутые отводы можно устанавливать на трубопроводах всех категорий.

Сравнительный технико-экономический анализ различных способов изготовления крутоизогнутых и гнутых отводов показывает, что наименее трудоемкими способами являются горячая протяжка и штамповка.

Гнутые отводы рекомендуется изготовлять лишь в тех случаях, когда нет крутоизогнутых отводов (например, для толстостенных труб и для труб из некоторых марок легированной стали), а также, когда по проекту требуется радиус изгиба больший, чем у крутоизогнутых отводов.

1. Чем отличаются крутоизогнутые отводы от гнутых?
2. Какие существуют основные способы изготовления крутоизогнутых отводов?
3. Расскажите о технологии изготовления отводов горячей протяжкой.
4. Расскажите о технологии изготовления штампосварных отводов.

§ 10. Фланцы

Фланцы предназначены для соединения труб, арматуры и других частей трубопровода. Фланцевое соединение состоит из двух фланцев, прокладки или уплотнительного кольца, соединительных болтов (или шпилек) и гаек. Для технологических трубопроводов применяют фланцы различных типов: приварные, свободные, резьбовые и литые. Недостатками фланцевых соединений являются: высокая трудоемкость и стоимость изготовления, а также сравнительно малая надежность в эксплуатации — при частом изменении температуры или давления транспортируемой среды возможно их ослабление и, как следствие, возникновение мест утечки.

В то же время фланцевые соединения очень удобны для разборки и присоединения арматуры, поэтому их применяют во всех случаях, когда по условиям эксплуатации требуется частая разборка трубопровода для промывки, прочистки, а также при монтаже трубопроводов в действующих огне- и взрывоопасных цехах, где по характеру производства сварка запрещена.

Конструкции, размеры и материал основных типов фланцев трубопроводов, арматуры и соединительных частей регламентированы соответствующими стандартами. В табл. 5 приведены существующие типы фланцев и пределы их применения.

В целях обеспечения взаимозаменяемости фланцев всех типов их присоединительные размеры для условных давлений до 200 *кгс/см²* установлены одинаковыми при одних и тех же давлениях независимо от конструкции и материала фланца. На рис. 6 приведены все основные типы фланцев.

Литые фланцы (рис. 6, *а*) изготовляют из чугуна и стали; они предназначены для элементов арматуры, фланцевых труб и соединительных частей, составляющих с изделием одно целое.

Стальные фланцы с шейкой на резьбе (рис. 6, *б*) для технологических трубопроводов применяются весьма ограниченно (трубопроводы низкого давления). Такие фланцы используют преимущественно для сантехнических трубопроводов, прокладываемых из водогазопроводных труб (водопроводы, воздуховоды, отопление).

Фланцы стальные плоские приварные (рис. 6, *в*) получили широкое применение в технологических трубопроводах. Их изготовляют из стали МСт. 3 и МСт. 4. По своему конструк-

Таблица 5

Типы фланцев и пределы их применения

Материал и тип фланцев	ГОСТ	Пределы применения		
		Наибольшая температура рабочей среды, °С	Условное давление, *кгс/см²*	Условный проход, *мм*
Литые:				
из серого чугуна	1235—54	300	2,5—25	15—3000
из ковкого чугуна	9067—59	400	16—40	20—50
		300		20—80
Стальные	1240—54	450*	16—200	15—1600
Стальные с шейкой на резьбе	1245—54	300	2,5—16	10—150
Стальные плоские приварные	1255—54	300	2,5	10—1600
			6	10—1000
			10 и 16	10—600
			25	10—500
Стальные плоские приварные квадратные	9938—62	300	2,5—6	10—100
			10 и 16	10—80
			25	10—50
Стальные приварные встык	1260—54	450*	2,5	10—1600
			6	10—1400
			10 и 16	10—1200
			25	10—800
			40	10—500
			60 и 100	10—400
			160	15—300
			200	15—250
Стальные свободные на приварном кольце	1268—54	300	2,5—25	10—500
Стальные свободные на отбортованной трубе	1272—54	300	2,5 и 6	10—500

* Для фланцев из углеродистой стали. Фланцы на условное давление 40 *кгс/см²* и выше могут быть изготовлены из легированной стали и применены на трубопроводах с температурой транспортируемого продукта до 530° С.

тивному оформлению плоские приварные фланцы подразделяются на круглые и квадратные (наружная образующая фланца выполнена в виде квадрата). Квадратные фланцы более экономичны с точки зрения расхода металла, однако их применение возможно только при четырех болтовых отверстиях во фланце, т. е. лишь для трубопроводов на условное давление 2,5—25 *кгс/см²*, имеющих небольшой условный проход (до 100 *мм*).

В последние годы широкое применение получил новый способ изготовления стальных плоских приварных фланцев с условным проходом от 200 *мм* и выше гнутьем стальной полосы на ребро в холодном и горячем состоянии на фланцегибочных станках с последующей сваркой стыка. Этот высокоэффективный способ позволил резко увеличить производительность труда и повысить

коэффициент использования металла до 75%. Фланцы меньших диаметров изготовляют штамповкой на прессах и молотах. Фланцы плоские приварные квадратные изготовляют путем вырубки из полосовой стали в штампах двойного действия.

Фланцы стальные приварные встык — воротниковые (рис. 6, *г*) широко применяются в технологических трубопроводах из углеродистой и легированной стали, особенно для трубопроводов среднего и высокого давления. Соединения с применением фланцев приварных встык очень удобны в монтаже и экономичны. Трудоемкость сборки такого соединения в среднем на 20% меньше, чем сборка с применением плоских приварных фланцев. Кроме того, использование фланцев приварных встык в два раза сокращает объем сварочных работ. Фланцы приварные встык с условным проходом от 25 до 200 *мм* изготовляют из круглой стали путем штамповки на горячештамповочных прессах; коэффициент использования металла составляет до 75%. Внедрение поточных механизированных линий штамповки таких фланцев на прессах позволило значительно увеличить производительность труда и снизить себестоимость изделий. В настоящее время себестоимость изготовления 1 *т* фланцев приварных встык и плоских приварных одинакова.

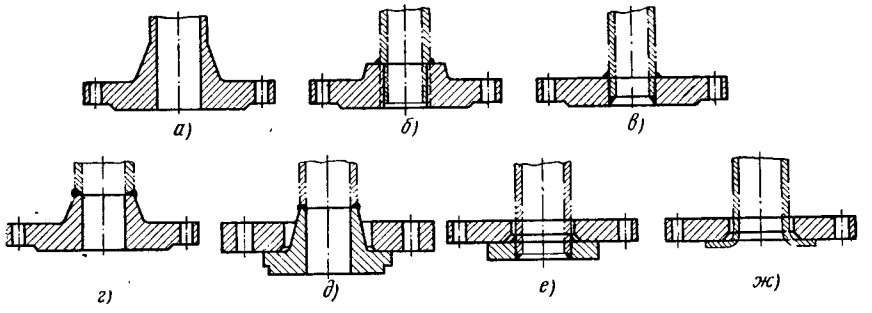


Рис. 6. Основные типы фланцев:
а — литые, *б* — с шейкой на резьбе, *в* — стальные плоские приварные, *г* — приварные встык, *д* — свободные с буртом, *е* — свободные на приварном кольце, *ж* — свободные на отбортованной трубе

Изготовление фланцев приварных встык с условным проходом от 200 до 800 *мм* целесообразно производить на раскаточных машинах или путем горячей гибки специального фланцевого угольника на гибочных станках с последующей сваркой стыка на стыкосварочных машинах.

Фланцы стальные свободные бывают с буртом (рис. 6, *д*), на приварном кольце (рис. 6, *е*) и на отбортованной трубе (рис. 6, *ж*).

Свободные фланцы с буртом применяют весьма ограниченно, и в основном в трубопроводах из легированных сталей и сплавов при транспортировании агрессивных сред. Бурт вытачивают из того же материала, что и трубу, и приваривают к ней. Это предохраняет свободный фланец из обычной углеродистой стали от агрессивного действия продукта и дает экономию дорогостоящих легированных сталей. Свободные стальные фланцы на приварном кольце применяют в трубопроводах из нержавеющей стали, алюминия, меди и латуни. Приварное кольцо изготовляют из того же материала, что и основную трубу. Фланцы стальные свободные на отбортованной трубе используют в трубопроводах из цветных металлов и нержавеющих сталей.

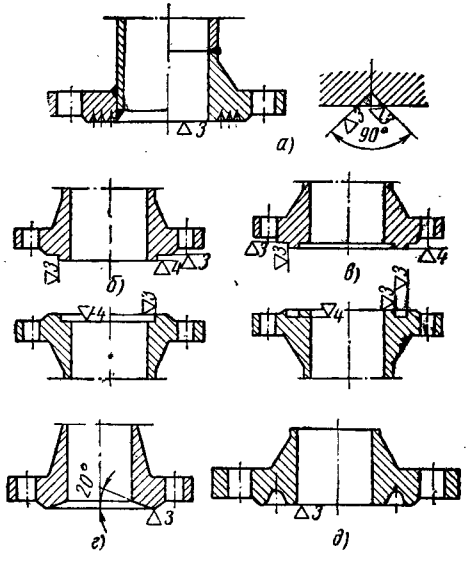


Рис. 7. Уплотнительные поверхности фланцев:

а — гладкая с рисками, *б* — выступ-впадина, *в* — шип-паз, *г* — под линзовую прокладку, *д* — под кольцевую прокладку овального сечения

Использование свободных фланцев значительно облегчает сборку фланцевых соединений при монтаже трубопроводов, так как для точного совпадения болтовых отверстий достаточно провернуть фланец вокруг оси на требуемый угол.

Чтобы создать необходимую плотность фланцевого соединения трубопровода, между фланцами устанавливают прокладки, а соприкасающимся уплотнительным поверхностям придают специальную форму. Материал прокладок выбирают в зависимости от температуры, давления и свойств транспортируемой среды.

В зависимости от давления и свойств транспортируемой среды предусмотрено пять типов уплотнительных поверхностей (рис. 7).

Фланцы с гладкой поверхностью (рис. 7, *а*) применяют в трубопроводах на условное давление до 25 *кгс/см*^{2} и в отдельных случаях до 40 *кгс/см*^{2}.

Фланцы с уплотнительными поверхностями выступ-впадина (рис. 7, *б*) и шип-паз (рис. 7, *в*) используют в трубопроводах на условное давление от 40 *кгс/см*^{2} и выше, а также во всех трубопроводах, транспортирующих продукты с высокой проникающей способностью (аммиак, фреон). Кроме того, фланцы с поверхностью выступ-впадина применяют в трубопроводах, транспортирующих ядовитые и взрывоопасные продукты, а фланцы с поверхностью шип-паз — в трубопроводах, транспортирующих огневзрывоопасные продукты и работающих под вакуумом.

Фланцы с уплотнительной поверхностью под линзовую прокладку (рис. 7, *г*) применяют в основном в паропроводах на условное давление от 64 *кгс/см*^{2} и выше, а также в трубопроводах высокого давления.

Фланцы с уплотнительной поверхностью под кольцевую прокладку овального сечения (рис. 7, *д*) применяют в трубопроводах, транспортирующих нефтепродукты на условное давление от 64 до 200 *кгс/см*^{2}.

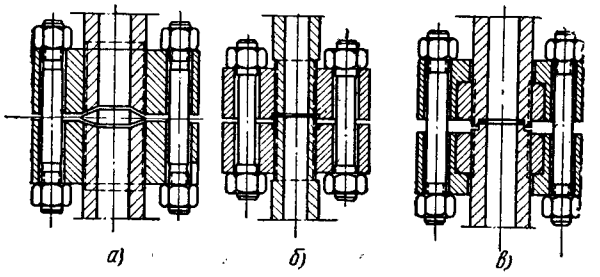


Рис. 8. Фланцевые соединения трубопроводов высокого давления:

а — резьбовое под линзовое уплотнение, *б* — резьбовое под плоскую металлическую прокладку, *в* — на резьбовой втулке под плоскую металлическую прокладку

Для трубопроводов высокого давления наибольшее применение получили резьбовые фланцевые соединения, выполненные под линзовое уплотнение, плоскую металлическую прокладку, а также на резьбовой втулке.

Резьбовые фланцевые соединения под линзовое уплотнение (рис. 8, *а*) изготовляют на условное давление от 200 до 1000 *кгс/см*^{2} с условным проходом от 6 до 200 *мм*. Линзы уплотнительные жесткие и компенсирующие изготовляют из тех же труб, что и основной трубопровод. Торцевые поверхности труб обрабатывают под конус с углом 20°, а линзы — под сферическую поверхность. Уплотнительные поверхности трубы и линзы тщательно шлифуют.

Фланцевое соединение под плоскую прокладку (рис. 8, *б*, *в*) выполняют так, чтобы торцы труб образовывали выступ и впадину. Между торцами труб устанавливают прокладку из алюминия или меди, благодаря чему при затяжке соединения достигается требуемая плотность.

Фланцы трубопроводов высокого давления изготовляют коваными.

1. Какие бывают типы фланцев и чем они отличаются?
2. Какие формы уплотнительных поверхностей фланцев применяют? Назовите область их использования.

§ 11. Тройники, переходы и заглушки

При изготовлении и монтаже трубопроводов большое применение находят разнообразные тройниковые соединения (рис. 9), которые предназначены для получения разветвле-

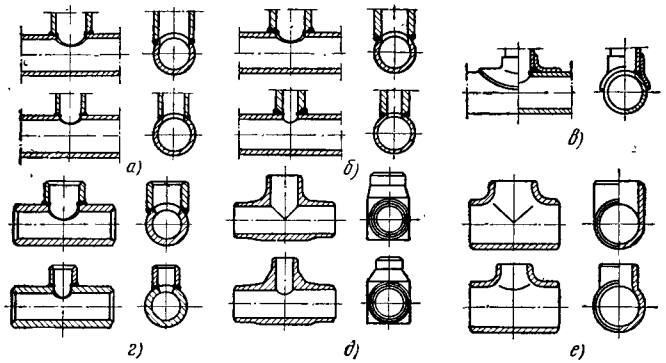


Рис. 9. Конструкции равнопроходных и переходных тройниковых соединений и тройников для технологических трубопроводов:

а — соединение врезкой без укрепляющих элементов, *б* — соединение врезкой с усилением штуцером, *в* — соединение врезкой с укрепляющей седловиной, *г* — тройник сварной, *д* — тройник кованый, *е* — тройник штампованный из труб

ний труб — равнопроходных (без изменения диаметра ответвления) и переходных (с изменением диаметра ответвления).

Разнообразие конструкций тройниковых соединений вызвано, во-первых, тем, что трубопровод в местах примыкания к нему ответвлений ослабляется вырезкой отверстий и в зависимости от запаса прочности трубопровода требуется различной степени усиление его в этих местах; во-вторых, различием технологии их изготовления. Из типов сварных тройниковых соединений наиболее экономичным с точки зрения трудоемкости их изготовления и расхода металла является «врезка», т. е. сварное ответвление без усиления (укрепляющих элементов). Соединение врезкой без усиления широко применяется для трубопроводов на условное давление до 25 *кгс/см²*. Для трубопроводов на условное давление

от 40 *кгс/см²* и выше по условиям прочности это соединение без усиления применяется только для переходных соединений труб небольшого диаметра. Усиливают подобные соединения путем использования утолщенной трубы или штуцера, а также накладками и седловинами.

В отличие от сварных тройниковых соединений штампованные тройники благодаря бесшовному плавному сопряжению горловины с корпусом имеют высокую прочность. Это позволяет использовать данные тройники со стенками толщиной, равной толщине стенок присоединяемых труб.

Штампованные тройники изготовляют из углеродистой стали с условным проходом от 50 до 400 *мм* на условное давление до 100 *кгс/см²*.

В заводских условиях бесшовные тройники изготовляют горячей штамповкой из труб на кривошипных и гидравлических прессах в многоручьевых штампах в две, три или четыре операции в зависимости от соотношения диаметров корпуса и горловины тройника и толщин их стенок. Основой технологии изготовления штампованных тройников является совмещенный процесс обжима трубы-заготовки по диаметру с одновременным выдавливанием части объема металла в горловину (рис. 10, *а*) и калибровка (рис. 10, *б*). На рис. 10 *в, г,* показаны штампованные тройники.

Переходы применяют для изменения диаметра трубопровода. По способу изготовления переходы подразделяют на штампованные, сварные лепестковые, сварные вальцованные. Переходное соединение может быть получено непосредственно обжимом конца трубы на меньший диаметр.

По форме различают переходы концентрические и эксцентрические. Концентрические переходы устанавливают преимущественно в вертикальных трубопроводах, а эксцентрические — в горизонтальных.

Стальные концентрические и эксцентрические штампованные переходы изготовляют из углеродистой стали 20 на условное давление до 100 *кгс/см²* с условными проходами от 50×40 до 400×350 *мм*.

Штампованные переходы имеют небольшую длину, гладкую внутреннюю поверхность и высокую точность присоединительных размеров.

Сварные лепестковые переходы изготовляют на условное давление до 40 *кгс/см²* с условными проходами от 150×80 до 400×350 *мм*.

Сварные вальцованные переходы изготовляют на условное давление до 40 *кгс/см²* с условными проходами от 150×80 до 1600×1400 *мм*.

Основными способами серийного заводского изготовления штампованных переходов является раздача трубы-заготовки по

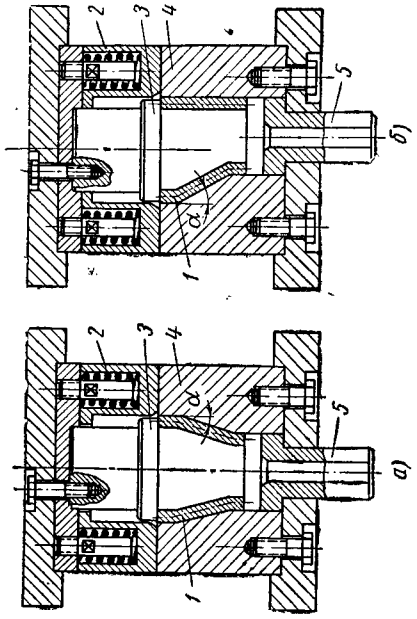


Рис. 11. Схема штампов для изготовления переходов обжимом с наружным подпором:

а — концентрического, *б* — эксцентрического; *1* — труба-заготовка после штамповки, *2* — подпорное кольцо, *3* — пуансон, *4* — матрица, *5* — выталкиватель

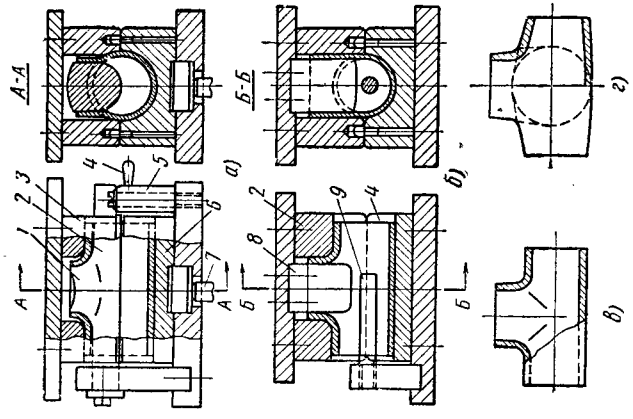


Рис. 10. Схема штампа для изготовления тройников из труб:

а — штамп для обжима и предварительной вытяжки горловины тройника, *б* — штамп для калибровки корпуса и горловины тройника, *3* — конструкция бесшовного тройника цилиндрической формы, *г* — конструкция бесшовного тройника сферо-конической формы; *1* — пуансон, *2* — прокладина, *3* — верхняя матрица, *4* — рукоятка, *5* — поворотная опора, *6* — нижняя матрица, *7* — выталкиватель, *8* — оправка, *9* — съемник

диаметру в горячем состоянии и обжим ее с наружным подпором в холодном состоянии.

Раздачу трубы-заготовки в горячем состоянии осуществляют при изготовлении переходов с соотношением диаметров до 1,7. Штамповка производится путем раздачи одного конца нагретой трубы-заготовки с помощью конусного пуансона, вводимого усилием пресса внутрь заготовки.

Обжим труб-заготовок с наружным подпором дает возможность изготовлять переходы с соотношением диаметров до 2,1. Осуществляется обжим по диаметру в конусной матрице *4* (рис. 11) одного конца трубы-заготовки. Во избежание выпучи-

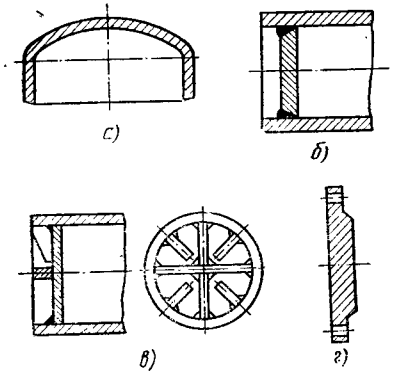


Рис. 12. Заглушки для технологических трубопроводов:

а — сферическая, *б* — плоская, *в* — плоская ребристая, *г* — фланцевая

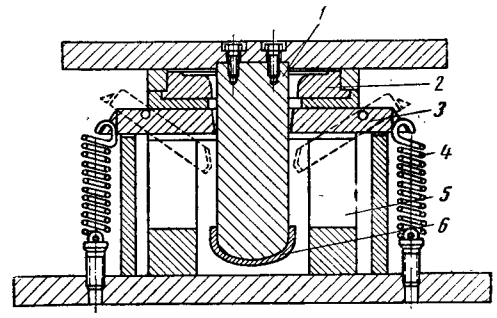


Рис. 13. Схема штампа для вытяжки заглушек:

1 — пуансон, *2* — матрица, *3* — съемник, *4* — пружина съемника, *5* — стойка, *6* — отштампованная заглушка

вания стенки заготовки используют подпорное кольцо *2* (контейнер), охватывающее заготовку с наружной стороны.

Штампуют переходы в одноручьевых штампах на гидравлических и фрикционных прессах.

Заглушки стальные (рис. 12) используют для того, чтобы закрыть свободные концы трубопроводов. По конструктивному исполнению их подразделяют на приварные сферические (рис. 12, *а*), плоские (рис. 12, *б*), плоские ребристые (рис. 12, *в*) и фланцевые (рис. 12, *г*).

Заглушки сферические стальные применяют на условное давление до 100 *кгс/см*^{2} и с условным диаметром от 40 до 250 *мм*, а также с условным диаметром от 300 до 1600 *мм*. Они изготовляются из листовой стали марок МСт3 и сталь 20 и 10Г2. Выпуклая часть заглушек имеет эллиптическую форму, что обеспечивает их высокую прочность при небольшом весе.

Штампуют заглушки вытяжкой без утонения стенки в одно-

ручьевых штампах (рис. 13) на фрикционных и гидравлических прессах в холодном и горячем состоянии.

Плоские заглушки используют на условное давление до 25 *кгс/см²* и изготовляют с условным проходом от 40 до 600 *мм*.

Заглушки (днища) плоские ребристые применяют на условное давление до 25 *кгс/см²* и изготовляют с условным проходом от 400 до 600 *мм*. Заглушки, усиленные ребрами, более экономичны, чем плоские.

Применение штампованных отбортованных заглушек вместо плоских и усиленных ребрами повышает качество и сокращает стоимость монтажа трубопроводов.

Помимо приварных заглушек используют также плоские фланцевые заглушки, представляющие собой обычный фланец без внутреннего отверстия.

1. Какие встречаются виды тройниковых соединений и в чем их различие?
2. Назовите область применения отдельных видов тройников.
3. Какие встречаются виды заглушек? Укажите область их использования.
4. Какие встречаются виды переходов? Назовите область их применения.

§ 12. Опоры, подвески и опорные конструкции

Опоры предназначены для крепления горизонтальных стальных трубопроводов. По назначению и устройству их подразделяют на неподвижные и подвижные. По способу крепления трубы различают приварные и хомутовые опоры. В отдельных случаях вместо хомутов применяют скобы.

Неподвижные опоры должны жестко удерживать трубу и не допускать ее перемещения. Такие опоры воспринимают вертикальные нагрузки от веса трубопровода и среды, горизонтальные (осевые) нагрузки от тепловых деформаций трубопровода и сил трения подвижных опор, а также нагрузки от гидравлических ударов, вибрации и пульсации. Корпуса неподвижных опор приваривают или прикрепляют болтами к несущим конструкциям трубопровода. В хомутовых неподвижных опорах для предотвращения проскальзывания трубы в опоре к трубе приварены специальные упоры. В зависимости от величины осевых сил, воспринимаемых опорой, упоры могут быть выполнены с одним или двумя хомутами или скобами.

Наиболее распространенные конструкции неподвижных опор приведены на рис. 14.

Подвижные опоры должны поддерживать трубопровод и обеспечивать свободное его перемещение под влиянием температурных деформаций. Они воспринимают только вертикальную нагрузку от веса трубопровода, веса продукта и изоляции.

Подвижные опоры подразделяют на скользящие, катковые, направляющие, пружинные, шариковые и др. Наибольшее распространение получили скользящие опоры, которые перемещаются вместе с трубой по поверхности несущих конструкций трубопровода.

С целью уменьшения трения между пятой опоры и опорной поверхностью используют катковые (роликовые) опоры; они являются разновидностью скользящих опор, установленных на катки.

Направляющими опорами являются опоры с направляющими планками или бескорпусные хомутовые опоры, в которых труба скользит непосредственно по поверхности несущей конструкции и удерживается от поперечного смещения хомутом.

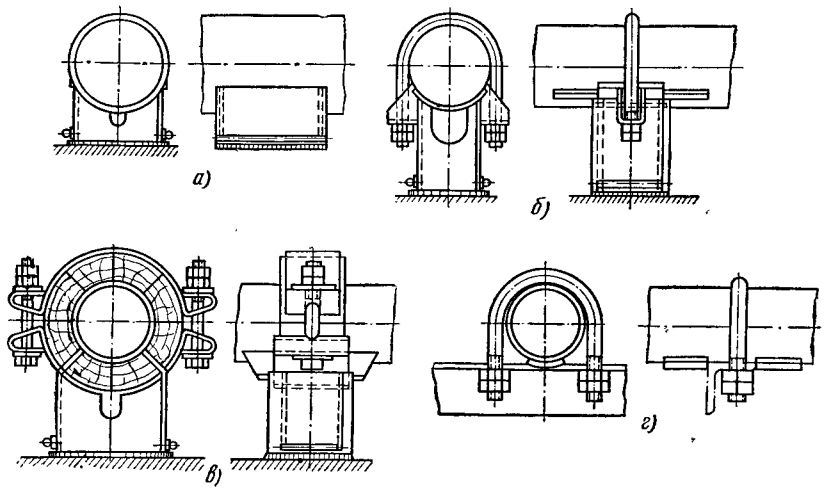


Рис. 14. Конструкции неподвижных опор трубопроводов:
а — приварная, *б* — хомутовая, *в* — хомутовая для трубопроводов с хладагентом, *г* — бескорпусная

Пружинные опоры применяют в трубопроводах, подвергающихся вибрационным нагрузкам, так как они хорошо поглощают вибрацию.

Шариковые опоры используют в местах поворота трубопровода большого диаметра, где необходимо обеспечить свободное его перемещение вдоль обеих горизонтальных осей.

Наиболее распространенные типы подвижных опор приведены на рис. 15.

Изготовляют опоры преимущественно из спокойной стали марки Ст. 3 холодной штамповкой.

Подвески (подвесные опоры) применяют для крепления горизонтальных трубопроводов. Подвески крепятся к кронштейнам, консолям, перекрытию здания с помощью тяг с болтами или приварных проушин. Размеры тяг уточняют по месту. В ряде

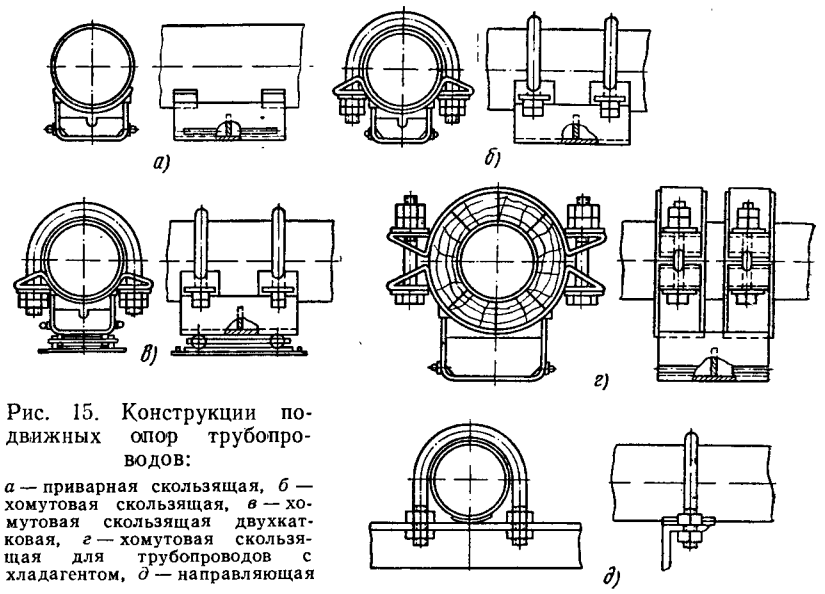


Рис. 15. Конструкции подвижных опор трубопроводов:

а — приварная скользящая, *б* — хомутовая скользящая, *в* — хомутовая скользящая двухкатковая, *г* — хомутовая скользящая для трубопроводов с хладагентом, *д* — направляющая

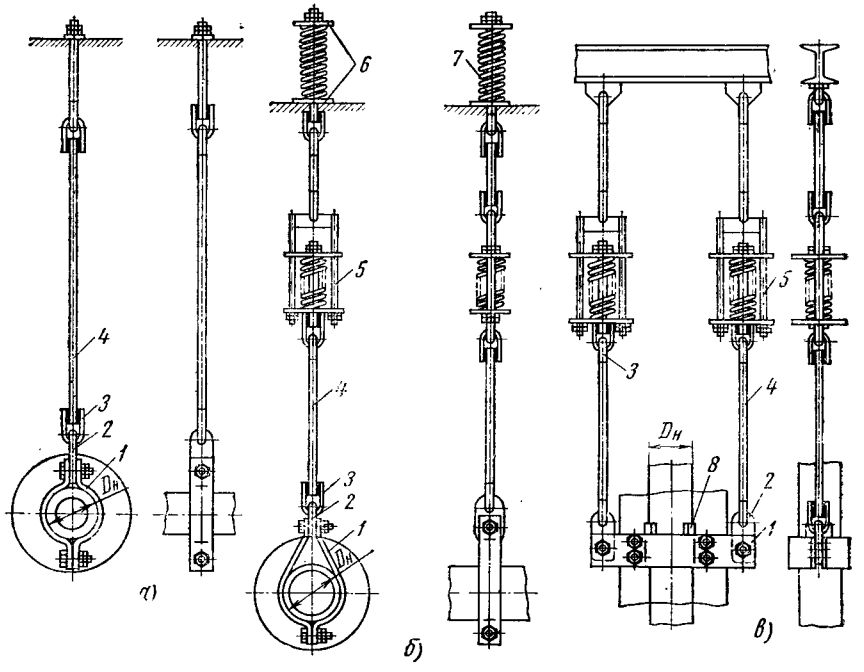


Рис. 16. Конструкции подвесок:

а — жесткая для горизонтальных трубопроводов, *б* — пружинная для горизонтальных трубопроводов, *в* — пружинная для вертикальных трубопроводов; *1* — хомут, *2* — серьга, *3* — ушко, *4* — тяга, *5* — блок пружин, *6* — диски, *7* — пружина, *8* — упор

случаев в подвесках используют тяги с муфтами правой и левой резьбы, регулируемые по длине.

Горизонтальные трубопроводы, имеющие вертикальные участки, удлинение которых воспринимается горизонтальной ветвью, устанавливают на пружинных подвесках. Применение жестких подвесок для крепления вертикальных трубопроводов не допускается, так как при температурных удлинениях нагрузка на них будет неравномерной. Пружинные подвески используют также в трубопроводах, подвергающихся вибрационным нагрузкам.

Основные конструкции подвесок приведены на рис. 16.

Опорные несущие конструкции для трубопроводов в зависимости от места их положения, величины действующих нагрузок и других факторов применяют в виде мачт и стоек, эстакад, кронштейнов, консолей.

1. Какие встречаются виды неподвижных опор и в чем их различие?
2. Расскажите о назначении и области применения неподвижных опор.
3. Назовите виды подвижных опор и укажите, в чем их различие.
4. Расскажите о назначении подвижных опор и области их использования.
5. Какие бывают виды подвесок и в каких случаях их применяют?

§ 13. Компенсаторы

Каждый трубопровод при нагревании удлиняется. При неподвижном закреплении трубопровода в двух точках, что имеет место при прокладке трубопровода, в металле труб возникают напряжения. Удлинение трубопровода (Δl) зависит от его длины и температуры и определяется по формуле

$$\Delta l = \frac{\alpha \cdot tL}{100} \text{ мм},$$

где α — коэффициент линейного расширения 1 *м* трубы при нагреве ее на 100° С, определяется по справочникам. Для углеродистых сталей α составляет 1,2—1,3 *мм*, а для нержавеющих 1,7—1,8 *мм*;

t — температура транспортируемой среды, °С;

L — длина трубопровода, *м*.

Пользуясь данной формулой, нетрудно определить, что трубопровод, например, длиной 100 *м* из стали 20, при нагревании на 100° С будет иметь удлинение:

$$\Delta l = \frac{1{,}2 \cdot 100 \cdot 100}{100} = 120 \text{ мм}.$$

Величины возникающих усилий при изменении длины трубопровода достигают значительных размеров и могут привести

к деформации линии трубопровода или разрушению опорных конструкций.

Для защиты трубопровода от разрушительных сил, возникающих при изменении температуры, его проектируют и конструктивно выполняют так, чтобы он имел возможность удлиняться при нагревании и укорачиваться при охлаждении. Способность трубопровода к деформации под действием тепловых удлинений в пределах допускаемых напряжений в металле труб называется *компенсацией тепловых удлинений.* Если трубопровод способен компенсировать тепловые удлинения за счет своей геометрической формы и упругих свойств металла, без специальных

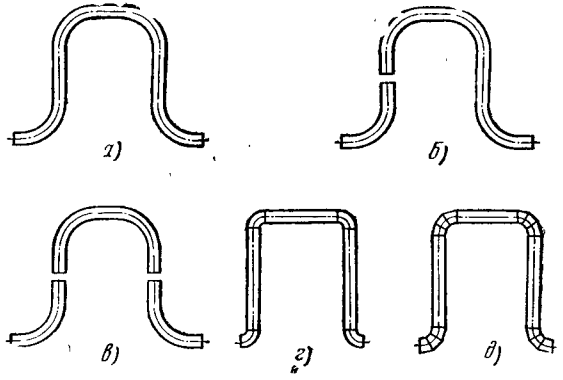


Рис. 17. П-образные компенсаторы:
а — гнутый из целой трубы, *б* — гнутый из двух частей, *в* — гнутый из трех частей, *г* — с применением крутоизогнутых отводов, *д* — с применением сварных секционных отводов

устройств, встраиваемых в трубопровод, то такая его способность называется *самокомпенсацией.*

Самокомпенсация осуществляется благодаря тому, что, кроме прямых участков между неподвижными опорами, имеются отводы. Расположенный между двумя прямыми участками отвод компенсирует часть удлинения благодаря своей эластичности, а остальная часть компенсируется упругими свойствами металла прямого участка за отводом.

Когда нет возможности использовать самокомпенсацию трубопровода или ее недостаточно, в трубопровод встраивают специальные устройства, называемые *компенсаторами.*

В зависимости от конструкции и принципа работы компенсаторы делятся на четыре основные группы: П-образные, линзовые, волнистые, сальниковые.

П-образные компенсаторы (рис. 17) обладают большой компенсационной способностью (до 600—700 *мм*) и

применяются в трубопроводах для широкого диапазона давлений и температур. Такие компенсаторы получили наибольшее применение в технологических трубопроводах ввиду их сравнительной простоты изготовления и удобств в эксплуатации. Их недостатками являются дополнительный расход труб, увеличение в связи с этим гидравлического сопротивления, большие габаритные размеры и необходимость сооружения специальных опор.

П-образные компенсаторы особенно неэкономичны для трубопроводов больших диаметров, так как значительно удорожают стоимость строительства и увеличивают расход труб.

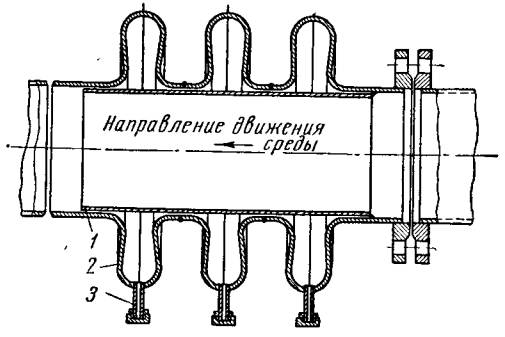


Рис. 18. Линзовый компенсатор:
1 — рубашка, *2* — полулинза, *3* — дренажный штуцер

П-образные компенсаторы изготовляются полностью гнутыми из одной трубы (рис. 17, *а*) или сварными с применением гнутых, крутоизогнутых (рис. 17, *б, в, г*) или сварных отводов (рис. 17, *д*). Гнутые компенсаторы допускаются к установке трубопроводов для любых давлений и температур. Предел применения других типов (особенно со сварными отводами) ограничен нормалями.

П-образные компенсаторы, изготовленные из крутоизогнутых и сварных отводов, можно применять только для трубопроводов IIа, III и IV категорий.

Соединение компенсаторов с трубопроводом, как правило, производится с помощью сварки. Соединения на фланцах встречаются редко. Размеры П-образных компенсаторов до настоящего времени не нормализованы. Их изготовляют в соответствии с проектом, в котором указываются тип компенсатора, его размеры, диаметр, материал труб и другие необходимые данные.

Линзовые компенсаторы (рис. 18) состоят из ряда последовательно включенных в трубопровод линз. Линза представляет собой сварную конструкцию; она состоит из двух тонкостенных стальных штампованных полулинз *2* и, благодаря своей

форме, легко сжимается. Компенсирующая способность каждой линзы сравнительно небольшая (10—16 *мм*). Число линз компенсатора выбирают в зависимости от необходимой компенсирующей способности. Чаще всего применяют компенсаторы, состоящие из трех или четырех линз. Для уменьшения сопротивления движению продукта внутри компенсатора устанавливают рубашки *1* или стаканы. Для спуска конденсатора в нижних точках каждой линзы вварены дренажные штуцера *3*. Линзовые ком-

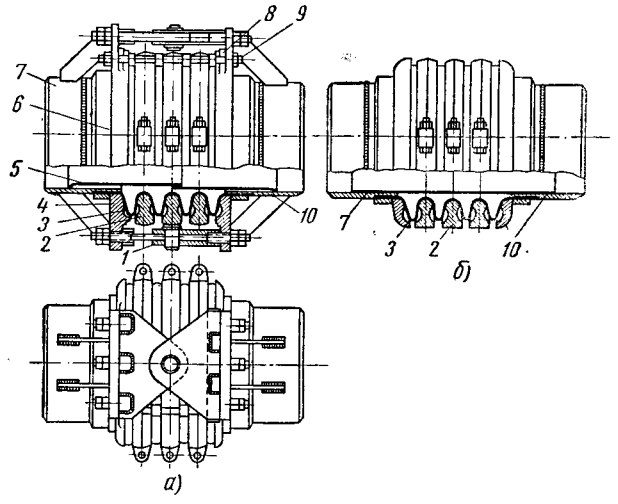


Рис. 19. Типы волнистых компенсаторов:

а — универсальный шарнирный, *б* — осевой; *1* — шарнир, *2* — ограничительное полукольцо, *3* — гибкий элемент, *4* — опорное кольцо, *5* — коническая обечайка, *6* — бандажное кольцо, *7* — патрубок, *8* — приставка, *9* — шпилька, *10* — цилиндрическая обечайка

пенсаторы применяют на условное давление до 6 *кгс/см*^{2}, для установки на газопроводах и паропроводах от 100 до 1600 *мм*. Компенсаторы соединяют с трубами или на фланцах, или на сварке. На трубопроводах, транспортирующих жидкости, эти компенсаторы не устанавливают, так как жидкости, являясь практически несжимаемыми, резко снижают их компенсирующую способность.

Волнистые компенсаторы (рис. 19) имеют более совершенную конструкцию и по сравнению с П-образными и линзовыми: большую компенсационную способность, возможность применения при сравнительно более высоких давлениях, меньшие габариты и более длительный срок эксплуатации.

Отличительной особенностью волнистых компенсаторов от линзовых является то, что гибкий элемент *3* представляет собой

тонкостенную стальную гофрированную оболочку высокопрочную и эластичную. Профиль волны имеет омегообразную форму, благодаря чему обеспечивается способность гибкого элемента сокращаться или увеличиваться в длине, а также изгибаться с приложением нагрузки.

Внутри гибкого элемента компенсатора для обеспечения плавности транспортируемой среды установлены обечайки *5* и *10*. Для предупреждения сверхдопустимых деформаций волн гибкого элемента от внутреннего давления компенсаторы снабжены ограничительными полукольцами *2*. Компенсаторы изготовляют с присоединительными фланцами или патрубками *7* под приварку встык.

Гибкие элементы компенсаторов изготовляют из листовой нержавеющей стали Х18Н10Т толщиной 1,2—1,6 *мм* с числом волн от 2 до 10.

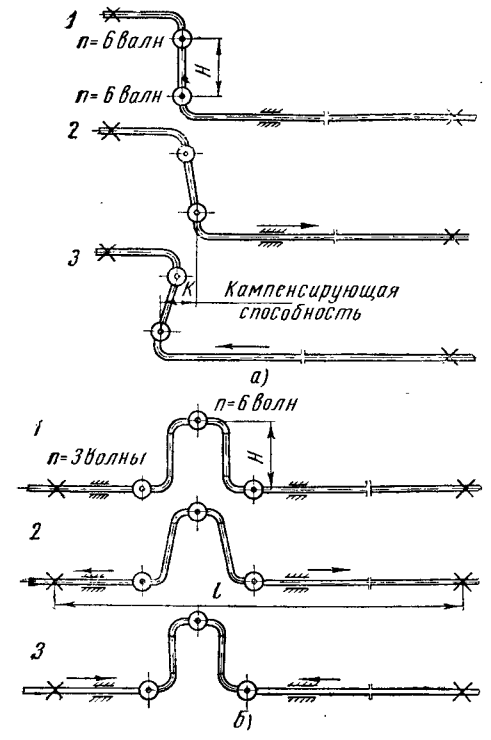


Рис. 20. Схемы установки волнистых шарнирных компенсаторов:

а — Z-образная двухшарнирная, *б* — П-образная трехшарнирная; *1* — в состоянии монтажа, *2* — при предварительной растяжке, *3* — в рабочем состоянии при нагретом трубопроводе

Компенсирующая способность одной волны 10—30 *мм*. Конструкции волнистых компенсаторов имеют много модификаций, из которых наибольшее применение получили две основные: универсальные шарнирного типа и осевые.

Характер компенсации линейных расширений у компенсаторов универсальных и осевых различен, так как первые работают на изгиб в одной плоскости из-за наличия шарнирного соединения, а вторые — на сжатие и растяжение.

Компенсаторы осевого типа (КВО) устанавливают на прямом участке трубопровода между неподвижными опорами. Компенсаторы шарнирного типа (КВУ) по сравнению с осевыми обес-

печивают более высокую компенсационную способность, но для их установки трубопроводы должны иметь изогнутые участки или ответвления. В качестве примера на рис. 20 приведены схемы установки шарнирных компенсаторов: Z-образная двухшарнирная и П-образная трехшарнирная. При размере плеча $H=1{,}8$ *м* компенсационная способность для Z-образной схемы составляет 0,4 *м*, а для П-образной — 0,8 *м*, т. е. в 4 раза выше, чем у П-образных компенсаторов. Неподвижные опоры на схеме обозначены крестом, а компенсаторы кружком.

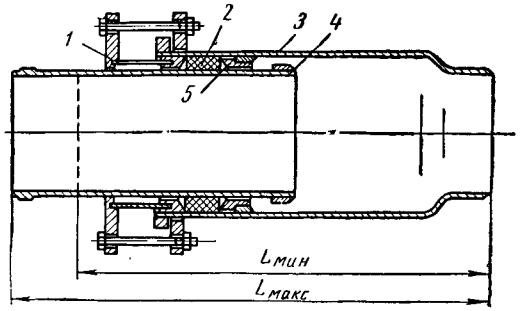


Рис. 21. Сальниковый компенсатор:
1 — грундбукса, *2* — садьниковое уплотиеиие, *3* — фасонный патрубок, *4* — патрубок, *5* — упорное кольцо

Волнистые компенсаторы предназначены для работы при температуре от —40° С до +450° С и $P_у$ до 100 *кгс/см²*. Изготовляют компенсаторы типа КВО с условным проходом от 100 до 700 *мм* и типа КВУ — с условным проходом от 150 до 400 *мм*. В основу технологии изготовления гибкого элемента компенсатора положен принцип гидравлической вытяжки (формовки) волн в цилиндрической обечайке с осадкой ее по высоте; для этой цели применяют специальные гидравлические прессы.

Сальниковый компенсатор (рис. 21) представляет собой патрубок *4*, вставленный в фасонный патрубок *3* большего диаметра.

В зазоре между патрубками установлено сальниковое уплотнение с грундбуксой *1*.

Сальниковые компенсаторы имеют высокую компенсирующую способность, небольшие габариты, но из-за трудности герметизации сальниковых уплотнений в технологических трубопроводах применяются редко. Основными их недостатками являются: необходимость систематического наблюдения и ухода за ними в эксплуатации, сложность изготовления и монтажа, сравнительно быстрый износ сальниковой набивки.

Сальниковые компенсаторы устанавливают на водо-, паро- и теплопроводах, а также на трубопроводах, транспортирующих негорючие жидкости. Они вследствие малых габаритов легко размещаются в камерах и проходных туннелях. Стальные сальниковые компенсаторы применяются на $P_у$ до 16 *кгс/см²*, а чугунные (из серого чугуна марки не ниже Сч 15—32) — на $P_у$ до 13 *кгс/см²* при температуре не выше 300° С. По конструкции сальниковые компенсаторы делятся на односторонние и двухсторонние, разгруженные (не создающие большого осевого усилия на неподвижные опоры) и неразгруженные. Соединение компенсаторов с трубопроводом производится с помощью сварки или на фланцах. Типы и конструкции сальниковых компенсаторов на $P_у$ до 16 *кгс/см²* с $D_у$ от 100 до 1000 *мм* нормализованы и изготовляются в соответствии с МН 2593—61—МН 2599—61.

1. Как подсчитать тепловое удлинение трубопровода?
2. Что такое самокомпенсация трубопровода?
3. Назовите виды компенсаторов, укажите область их применения.

Глава IV. ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ, ИХ СПЛАВОВ И ЧУГУНА

§ 14. Трубы и детали трубопроводов из цветных металлов и их сплавов

Трубы из алюминия и его сплавов применяются в химической, пищевой и других отраслях промышленности. Они имеют малый удельный вес (2,7 *г/см³*) и относительно высокую устойчивость против коррозии в крепкой и слабой азотной, разбавленной серной, фосфорной, уксусной и многих других кислотах при комнатной температуре. С повышением температуры химическая стойкость и прочность этих труб резко снижается. Предельно допустимая температура транспортируемого продукта для алюминиевых трубопроводов 200—250° С.

Детали трубопроводов из алюминиевых сплавов на $P_{раб,}=2{,}5$ *кгс/см²* изготовляются с $D_у$ от 100 до 1000 *мм*. Размеры деталей и область применения установлены в МН 1101—60—МН 1111—60.

Медные трубы ввиду их сравнительно высокой стоимости в технологических трубопроводах используются лишь в особых случаях и по возможности заменяются трубами из легированной стали или из неметаллических материалов.

Медные трубы применяются в технологических процессах промышленности органического синтеза и органических кислот

Таблица 6

Характеристика труб из цветных металлов и сплавов

Наименование труб	ГОСТ, нормаль ТУ	Наружный диаметр, *мм*	Толщина стенки, *мм*	Длина труб, *м*	Материал труб	Пределы применения	
						температура, °С,	давление, *кгс/см*
Тянутые и катаные из алюминиевых сплавов	ГОСТ 1947—56 (сортамент) ГОСТ 4773—65 (ТУ)	6—120	0,5—5	2—5,5	Д1, Д6, Д16, АВ, АД, АД1, АМГ	От —196 до +150	По расчету
Прессованные из алюминиевых сплавов	ГОСТ 11535—65	25—280	5—32,5	2—5,5	То же	От—196 до +150	То же
Сварные из алюминиевых сплавов	МН 1100—60	103—1012	1,5—6	—	АМцА-М	От—196 до +120	$P_{раб}$ до 2,5
Тянутые и катаные медные	ГОСТ 617—64	3—360	0,5—10	1—6	М2, М3, М3С	От—196 до +120	По расчету
Прессованные медные	ГОСТ 617—64	30—280	5—30	0,5—6	То же	От—196 до +120	То же
Сварные медные	МН1138—60	410—510	5	—	М3С	От—196 до +120	$P_{раб}$ до 6
Латунные тянутые прессованные	ГОСТ 494—62	3—100	0,5—10	0,5—7,5	Л—62	От—196 до +250	По расчету
Сварные латунные	МН 1113—60	21—196	1,5—42,5	0,5—6			
		103—1012	1,5—6	1	Л—62	От—196 до +120	$P_{раб}$ до 6
Свинцовые	ГОСТ 167—41	15—166	2,8	2—6	СВ, С0, С1, С2, С3 и С4	До +140	$P_у$ до 2,5

для транспортирования агрессивных продуктов, а также в установках глубокого охлаждения.

В технологических трубопроводах применяются главным образом твердые медные трубы марок М3 и М3С. Медь марки М3С отличается от М3 более ограниченным содержанием примесей (кислорода, свинца и фосфора).

Размеры деталей трубопроводов из меди на $P_{раб}=6$ *кгс/см*^{2} установлены МН 1139—60 ÷ МН 1165—60.

Латунные трубы в технологических трубопроводах обычно применяются для транспортирования инертных газов при низких температурах, использование их для транспортирования агрессивных продуктов ограничено вследствие возможного растрескивания труб в результате коррозии.

Детали трубопроводов из латуни изготовляют на рабочее давление, равное 6 или 200 *кгс/см*^{2}.

Свинцовые трубы обладают очень высокой коррозийной стойкостью; их применяют преимущественно для транспортирования серной кислоты различной концентрации (холодной — до 80%, горячей — до 40%), слабой (до 10%) холодной соляной кислоты, хлора.

В технологических трубопроводах свинцовые трубы используют сравнительно редко, в тех случаях, когда их нельзя заменить трубами из легированных сталей, стекла, пластмасс.

Свинцовые трубы изготовляют способом прессования. Трубы свинцовые с внутренним диаметром до 55 *мм* поставляют в бухтах, а диаметром 60 *мм* и более — прямыми; в обоих случаях без упаковки.

В табл. 6 приведена характеристика труб из цветных металлов и их сплавов.

1. Укажите область применения труб из алюминия и его сплавов. Назовите их диаметры и марки.
2. Расскажите, где используют трубы из меди.
3. Укажите область применения труб из латуни.
4. Где применяют трубы из свинца?

§ 15. Трубы и детали трубопроводов из чугуна и специальных сплавов

Чугунные трубы изготовляют способом литья из серого чугуна и специальных чугунов — высококремнистого и высокохромистого.

Основными недостатками чугунных труб по сравнению со стальными являются их хрупкость, большой вес и ограничение по внутреннему давлению.

По форме присоединительных концов чугунные трубы подразделяют на раструбные, фланцевые, с присоединительными буртами и с прямыми концами под сварку.

Раструбные чугунные трубы и детали изготовляют на условное давление, равное 10 и 16 *кгс см*^{2}, из серого чугуна марки не ниже Сч. 15-32 стационарным литьем в песчаные формы. Трубы изготовляют с условным проходом от 50 до 1000 *мм* и толщиной стенки от 7,5 до 30 *мм* и длиной до 6 *м*. В технологических трубопроводах такие трубы используют редко, в основном для линий внешних производственных водоводов и производственной канализации.

Фланцевые чугунные трубы изготовляют на условное давление до 16 *кгс/см*^{2} по техническим условиям завода-изготовителя из серого чугуна марки не ниже Сч. 15-32. Трубы изготовляют с условным проходом от 50 до 1000 *мм* с толщиной стенки от 7,5 до 30 *мм* длиной 2,3 и 4 *м*.

Такие трубы применяют для транспортирования серной кислоты, сернистого газа, натриевых и сульфатных щелоков и некоторых других продуктов, вызывающих коррозию стальных труб.

Трубы из высокохромистого чугуна марок Х28 и Х34 изготовляют на условное давление до 2,5 *кгс/см*^{2} с формой присоединительных концов в виде фланцев или с прямыми концами под сварку.

Высокохромистые чугуны Х28 и Х34 содержат 28—36% хрома и благодаря этому обладают высокой химической стойкостью в окислительных средах и кислотах (за исключением соляной кислоты) и хорошо сопротивляются механическому износу. Трубы изготовляют с условным проходом от 50 до 1000 *мм* длиной до 5 *м* по техническим условиям завода-изготовителя. Такие трубы применяют для транспортирования сильноокисляющих продуктов (азотной, крепкой серной, фосфорной и большинства органических кислот, растворов солей).

Трубы и соединительные части из высококремнистых чугунов (ферросилида марок С15 и С17 и антихлора марки МФ-15) изготовляют на условное давление до 2,5 *кгс/см*^{2} с внутренним диаметром от 32 до 300 *мм*, толщиной стенки от 10 до 16 *мм* и длиной от 150 *мм* до 2 *м*.

Высококремнистые чугуны (ферросилид и антихлор) представляют собой сплавы, содержащие 14,5—18% кремния. В состав антихлора дополнительно входит молибден в количестве 3,5—4%, резко повышающий его стойкость против воздействия соляной кислоты.

Концы труб изготовляют с присоединительными буртами под стальные и чугунные накидные фланцы. Другие способы соединения этих труб не допускаются.

1. Назовите область применения труб из чугуна, их марки и виды соединений.
2. Где используются трубы из высокохромистого чугуна?
3. Где применяются трубы из сплавов чугуна (ферросилида и антихлора)?

Глаа V. ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Трубы и детали трубопроводов из неметаллических материалов (пластмасс, графита, стекла, ситалла, фарфора, керамики) применяют для транспортирования различных агрессивных, разрушающих сталь продуктов. Использование неметаллических материалов позволяет снизить расход легированной стали, повысить срок службы трубопроводов. Благодаря высокой коррозийной стойкости неметаллических труб и деталей сокращаются расходы на теплоизоляцию вследствие их малой теплопроводности. Кроме того, не требуется их окраска для защиты от коррозии. В последние годы для технологических трубопроводов все шире применяются трубы из пластических масс.

К пластическим массам относятся синтетические материалы органического происхождения, получаемые на основе синтетических (реже природных) смол (полимеров) и их смесей с другими материалами. В зависимости от характера полимера пластмассы подразделяются на термопластичные (винипласт, полиэтилен, полипропилен, фторопласт) и термореактивные (фаолит).

Термопластичные пластмассы под действием тепла переходят в пластичное состояние и сохраняют его в течение всего периода воздействия тепла, а при охлаждении затвердевают. Они допускают многократный нагрев и охлаждение; при этом их физико-механические свойства изменяются незначительно, если нагрев не превышал температуры их разложения.

Термореактивные пластмассы под действием тепла и давления переходят сначала в пластичное, а затем неплавкое состояние, причем этот процесс необратим.

Недостатком применяемых в настоящее время пластмасс являются сравнительно небольшие пределы допускаемых температур, при которых сохраняется механическая прочность труб.

§ 16. Трубы и детали из пластмасс

Полиэтилен — одно из наиболее ценных синтетических высокомолекулярных соединений.

Промышленность выпускает полиэтилен высокой плотности (ПВП) и низкой (ПНП) — низкого и высокого давления. Полиэтилены разной плотности отличаются друг от друга в основном

молекулярным весом и степенью кристалличности, что обусловливает различные прочность, теплостойкость и плотность материала. Плотность полиэтилена высокой плотности при 20° С составляет 0,94—0,96 *г/см*³, а полиэтилена низкой плотности 0,92—0,93 *г/см*³.

Полиэтиленовые трубы обладают высокой стойкостью по отношению к действию большинства кислот и щелочей (за исключением концентрированной азотной кислоты); применяются для транспортирования воды, воздуха, газов.

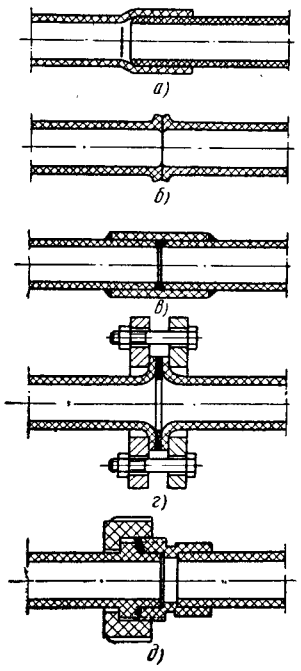


Рис. 22. Конструкции соединений полиэтиленовых труб:

а — неразъемное соединение в раструб, *б* — неразъемное соединение встык, *в* — неразъемное соединение с надвижной муфтой, *г* — фланцевое соединение, *д* — соединение с накидной гайкой

Трубы из полиэтилена получают способом экструзии (выдавливанием) на шнек-машинах. Процесс получения труб непрерывен, и практически можно получать отрезки труб любой длины.

Полиэтиленовые трубы изготовляют с условным проходом от 6 до 150 *мм* на условное давление до 10 *кгс/см*² из ПНП и с условным проходом от 6 до 300 *мм* на условное давление до 10 *кг/см*² из ПВП.

Трубы из полиэтилена очень легки (в 8 раз легче стальных и в 1,4 раза легче винипластовых), эластичны, отличаются высокой морозостойкостью (температура хрупкости —70° С). При замерзании находящейся внутри труб воды полиэтиленовые трубы не разрушаются, а лишь растягиваются и при оттаивании вновь принимают свои первоначальные размеры.

Температурный предел применения полиэтиленовых труб из ПНП от —30° до +50° С, а у ПВП от —65° до + 70° С. С повышением температуры прочность полиэтилена резко снижается.

Соединения полиэтиленовых труб могут быть разъемными и неразъемными (рис. 22). К неразъемным соединениям относятся сварные в раструб (рис. 22, *а*), встык (рис. 22, *б*) и с надвижной муфтой (рис. 22, *в*), к разъемным — фланцевые (рис. 22, *г*) и резьбовые с накидной гайкой (рис. 22, *д*).

Детали трубопроводов из полиэтилена (крестовины, тройники, муфты, переходы, отводы) изготовляют литьем под давлением, сваркой из труб и гнутьем.

Винипласт, поливинилхлорид (плотность 1,38—1,43 *г/см*³) представляет собой твердый термопластичный материал, получаемый пластификацией поливинилхлоридных смол.

Трубы и детали трубопроводов из винипласта получили широкое применение для технологических трубопроводов. Они обладают высокой химической стойкостью к большинству кислот при температурах +40÷60° С (в том числе к 30—50%-ной азотной, 80%-ной серной, 30%-ной соляной), ко многим щелочам и растворителям.

Основной недостаток винипластовых труб — хрупкость при температуре ниже 0° С, а также склонность к деформации при действующих рабочих нагрузках.

Механические свойства винипласта не изменяются при температурах от —10° до +50° С. Винипластовые трубы с условным проходом от 6 до 150 *мм*, длиной 5—8 *м* на условное давление до 10 *кгс/см*² изготовляют способом прессования или контактной сваркой листовых заготовок.

По нормалям заводов-изготовителей трубы выпускают также с условным проходом 200 и 250 *мм*. Соединения винипластовых труб, так же как и полиэтиленовых, могут быть разъемные и неразъемные. Отличие состоит в том, что неразъемные соединения этих труб достигаются не только сваркой, но и склеиванием. Детали трубопроводов из винипласта, за исключением гнутых из труб, изготовляют литьем под давлением. Размеры деталей установлены нормалями.

Фторопласт-4 (плотность 2,13—2,22 *г/см*³) — кристаллический полимер тетрафторэтилена.

Трубы и детали трубопроводов из фторопласта-4 имеют белую окраску и скользкую поверхность, напоминающую наощупь поверхность парафина.

По химической стойкости фторопласт-4 превосходит все известные материалы, в том числе золото и платину. На фторопласт не действует даже смесь концентрированных соляной и азотной кислот и только трехфтористый хлор и фтор его разрушают. Вследствие этого фторопласт является наиболее устойчивым материалом для изготовления труб и уплотнительных деталей трубопроводов, по которым транспортируются агрессивные продукты.

Трубы из фторопласта-4 являются более температуростойкими и прочными по сравнению с другими пластмассовыми трубами.

Практически трубы из фторопласта-4 применяют для транспортирования продуктов в интервале температур от —195 до +250° С.

Трубы и детали трубопроводов из фторопласта-4 изготовляют с условным проходом от 10 до 400 *мм* в соответствии с техническими условиями заводов-изготовителей. Длина труб от 500 до

2000 *мм*. Трубы из фторопласта в основном соединяются на стальных фланцах с отбортовкой.

Стоимость производства фторопластовых труб пока еще высока, поэтому их выпускают в ограниченных количествах.

Полипропилен — полимер, получаемый из пропилена (плотность пропилена 0,9 *г/см*^{3}). Основные преимущества полипропилена заключаются в том, что при повышенных температурах (до +100° С) его механические свойства изменяются весьма незначительно. Полипропилен стоек к воздействию многих кислот и других агрессивных продуктов. Трубы из полипропилена можно применять для транспортирования холодных и горячих агрессивных продуктов в интервале температур от —14 до +100° С при условном давлении до 6 *кгс/см*^{2}. При условном давлении до 2,5 *кгс/см*^{2} полипропиленовые трубы можно использовать для продуктов с температурой до +150° С.

Полипропиленовые трубы у нас в стране пока изготовляются опытными партиями, но дешевизна и доступность получения исходного сырья для их изготовления создают предпосылки к широкому внедрению в ближайшие годы труб во многих отраслях промышленного строительства.

Фаолит (плотность 1,4—1,7 *г/см*^{3}) — представляет собой кислотоупорный материал, основными компонентами которого являются феноло-формальдегидная смола и наполнитель.

В зависимости от наполнителя фаолит маркируют буквами А (асбест), П (песок), Г (графит). Трубы и детали из фаолита обладают высокой химической стойкостью по отношению ко многим агрессивным продуктам (кислотам и крепким щелочам, плавиковой кислоте, хлористым солям). Из всех применяемых пластмасс (кроме фторопласта-4) только фаолитовые изделия химически стойки к бензолу.

Большой диапазон температур от —30 до +130° С, в которых могут работать фаолитовые трубы, также значительно расширяет возможности их применения.

Фаолитовые трубы с буртами изготовляют с условным проходом от 32 до 300 *мм* из фаолита марок А и Г длиной 1000 и 2000 *мм*. Такие трубы выдерживают пробное гидравлическое давление от 2 до 6 *кгс/см*^{2} в зависимости от диаметра. Фаолитовые трубы диаметром до 100 *мм* изготовляют на шприц-машинах, а трубы больших диаметров — из сырых листов путем формования.

Соединяют фаолитовые трубы с буртами на разрезных стальных фланцах.

Фаолитовые изделия отличаются значительной хрупкостью, поэтому при транспортировании и монтаже их следует предохранять от ударов, а также резких изменений температуры.

Стеклопластики — это пластмассы, содержащие стекловолокнистый наполнитель. Они имеют высокую механическую

прочность, зависящую от количества введенного в композицию стекловолокна и его распределения в ней. Стеклопластики коррозионноустойчивы ко многим агрессивным средам, в том числе и кислотам, обладают хорошими электроизоляционными свойствами, водонепроницаемы, могут длительно работать при высоких температурах (до 350° С) и легко поддаются обработке. Трубы из стеклопластика изготовляют на трубонавивочной машине непрерывного действия. Навивая слои материала в определенных направлениях, получают трубы с максимальной удельной прочностью. Изготовляют трубы из стеклопластика марки СВАМ (удельный вес — 1,8 *г/см*^{3}); применяют их при давлении до 50 *кг/см*^{2} и температуре до 200° С.

Изготовляют эти трубы по техническим условиям заводов-изготовителей с условным проходом от 100 до 1000 *мм* с толщиной стенки от 3 до 10 *мм*, длиной 6 *м*.

Трубы обладают высокой прочностью и стойкостью к почвенной коррозии, поэтому их можно применять для подземной прокладки (нефте- и газопроводы). Эти трубы в три раз легче металлических и их монтируют на более легких эстакадах, кронштейнах и других несущих конструкциях.

Основными типами соединений стеклопластиковых труб являются раструбные и муфтовые. Однако производство труб из стеклопластиков еще недостаточно освоено.

Трубы и детали из пластмасс необходимо хранить в сухих закрытых помещениях на стеллажах, в штабелях, а детали в ящиках, вдали от нагревательных приборов и в местах, защищенных от прямого воздействия солнечных лучей.

При перевозках трубы необходимо раскреплять и предохранять от повреждений.

1. В чем заключаются преимущества и недостатки труб из полимерных материалов?
2. Укажите область применения труб из винипласта, полиэтилена, полипропилена и фторопласта.
3. Назовите отличительные особенности труб из фаолита и стеклопластиков, расскажите об области их применения?
4. Какие вы знаете виды соединений труб из полимерных материалов?

§ 17. Трубы и детали из стекла, ситалла, фарфора, керамики, антегмита и фанеры

Стеклянные трубы применяют для транспортирования пищевых продуктов и агрессивных сред, за исключением горячих фосфорной и плавиковых кислот и щелочи высокой концентрации. Стеклянные трубопроводы гигиеничны и легко очищаются моющими растворами, а их прозрачность позволяет вести наблюдения за транспортированием продуктов. Благодаря непористости и гладкости стекла снижается сопротивление движению продукта

и исключается отложение осадков. Недостаток стеклянных труб — их хрупкость.

Стеклянные трубы изготовляют способом вертикального вытягивания из термостойкого бесщелочного стекла марки 13-В, не содержащего в своем составе окиси бора. Трубы из термостойкого стекла изготовляют диаметром от 50 до 200 *мм* и длиной от 1500 до 3000 *мм*. Допускаемое рабочее давление для стеклянных труб от 4 до 7 *кгс/см²* в зависимости от диаметра; температура эксплуатации от —30 до +120° С.

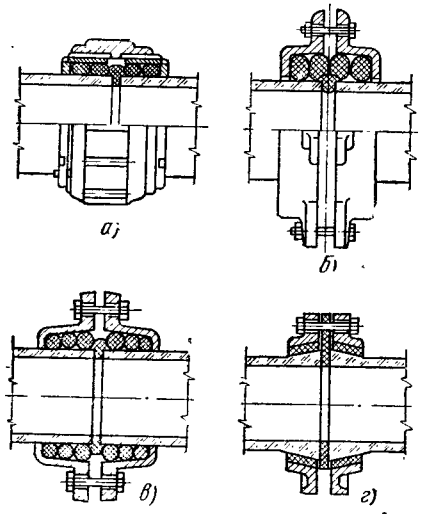


Рис. 23. Конструкции соединений стеклянных труб:

а — муфторезьбовое пластмассовое с двумя натяжными резиновыми кольцами, *б* — болтовое с двумя натяжными рулонными кольцами, *в* — болтовое с тремя натяжными резиновыми кольцами, *г* — фланцевое с резиновыми прокладками (для труб с коническими буртами)

Размеры деталей стеклянных трубопроводов регламентированы ГОСТом и нормалями. Трубы и детали выпускают с гладкими концами и с буртами, трубы с буртами получают все большее применение.

Соединения стеклянных труб и деталей могут быть жесткими и гибкими. Гибкие соединения более дорогие, однако они предохраняют стыки от разрушающих напряжений. Существует много конструкций разъемных соединений стеклянных труб, но наиболее широко применяются показанные на рис. 23. Стеклянные трубы с гладкими концами соединяют с помощью стальных фланцев или пластмассовых муфт. В качестве уплотнения применяют резиновые круглые кольца. Для стеклянных труб с буртами используют фланцевое соединение с резиновыми плоскими кольцами.

Трубы из кварцевого непрозрачного стекла отличаются высокой термической и химической стойкостью. Эти трубы, нагретые до 1000° С, не трескаются при резком охлаждении на воздухе или в воде. Вследствие этого кварцевые трубы применяют для транспортирования агрессивных кислых и нейтральных продуктов при высокой температуре. Кварцевые трубы не рекомендуется использовать для транспортирования горячих газов, так как при температуре выше 500° С газы проникают через стенки. Плавиковая кислота разрушает кварцевое стекло при нормальной температуре, а фосфорная — при температуре выше 300° С.

Трубы и детали из кварцевого стекла изготовляют с одним раструбом двух размеров: № 1 — диаметром 160±10 *мм* и № 2 — диаметром 230±10 *мм*.

Трубы из ситаллов вырабатывают способом вертикального вытягивания с последующим оформлением буртов и термической обработкой. Трубы комплектуют деталями — тройниками и отводами.

Ситалл — это микрокристаллический материал (удельный вес его — 2,55 *г/см³*), получаемый путем управляемой кристаллизации термостойкого стекла при термической обработке. При этом стекло изменяет свои свойства и теряет прозрачность.

Ситалловые трубы характеризуются высокой термостойкостью и повышенной механической прочностью. Эти трубы обладают в несколько раз большей механической прочностью, чем трубы из кварцевого стекла; их можно успешно эксплуатировать в более широком диапазоне температур при переменных тепловых нагрузках. Температурный интервал эксплуатации труб из ситаллов от —30 до +300° С, а их термостойкость (способность выдерживать низкий температурный перепад) 250—300° С, эксплуатационное давление — 4—8 *кгс/см²*.

В настоящее время осваивается промышленное производство труб из ситаллов.

Трубы из фарфора имеют высокую стойкость к органическим и неорганическим кислотам (за исключением фтороводородной кислоты) при сравнительно высоких температурах.

Фарфор обладает высоким сопротивлением разрыву и изгибу. Трубы из фарфора изготовляют с наружным диаметром от 15 до 100 *мм*, длиной 1000 и 1500 *мм*. Трубы поставляют с гладкими концами и с коническими буртами. Основные виды соединений фарфоровых труб — с помощью разъемных конических фланцев и с надвижной муфтой. Трубы с фарфоровой арматурой соединяют с помощью специальных фланцев с внутренней заливкой под резьбу. Конические и специальные фланцы изготовляют из чугуна, алюминия и других металлов.

Керамиковые кислотоупорные трубы и детали к ним применяют для кислото- и газопроводов. Они обладают высокой стойкостью ко всем минеральным и органическим кислотам (за исключением плавиковой), а также к разбавленным холодным растворам щелочей. Керамиковые трубы и детали изготовляют с внутренним диаметром от 25 до 300 *мм* и длиной 300, 500, 700 и 1000 *мм*, а канализационные — внутренним диаметром 125—600 *мм*.

В зависимости от физико-механических свойств и допускаемых отклонений по размерам трубы и детали подразделяются на 1-й сорт (они должны выдерживать гидравлическое давление не менее 4 *кгс/см²*) и 2-й сорт (гидравлическое давление не менее 3 *кгс/см²*). Трубы и детали должны быть равномерно и без про-

пусков покрыты глазурью с внешней и внутренней сторон. Трубы и детали поставляют с раструбами и с коническими буртами на концах.

Основными видами соединений этих труб и деталей являются раструбные и с помощью разъемных конических чугунных фланцев.

Антегмит (плотность 1,82 *г/см*^{3}) представляет собой химически стойкий и сравнительно теплопроводный материал, состоящий в основном из графита, пропитанного смолой. Трубы из антегмита используют как заменители свинцовых труб.

Допускается применение антегмитовых труб для транспортирования агрессивных продуктов при рабочем давлении жидкостей не более 3 *кгс/см*^{2}, газов не более 2 *кгс/см*^{2}. Трубы из антегмита марки АТМ-1, пропитанные феноло-формальдегидной смолой, используют при температуре до 180° С, марки АТМ-10, пропитанные кремнийорганическими смолами — при температуре до 400° С. Трубы и детали из антегмита изготовляют с наружным диаметром от 16 до 125 *мм* с гладкими концами. Соединяют трубы на муфтах с заделкой замазкой арзамит. Разъемные соединения выполняют с помощью свободных фланцев при наклейке на концы труб колец из графита или фаолита. Достоинством антегмитовых труб является их способность выдерживать резкие температурные перепады (при наличии компенсаторов). Однако они хрупки, поэтому их применение ограниченно.

Фанерные трубы применяют для технологических трубопроводов на химических и целлюлозно-бумажных предприятиях для транспортирования слабоагрессивных жидкостей, бумажной пульпы. Их изготовляют из березовой двухслойной фанеры способом рулонной навивки с послойной проклейкой феноло-формальдегидными клеями холодного затвердевания. Поверхность труб изнутри и снаружи покрывают защитным слоем, предохраняющим их от гниения и химического воздействия. Диаметр труб от 50 до 300 *мм,* толщина стенок от 6,5 до 13 *мм* и длина от 5 до 7 *м*. Концы труб имеют гладкую поверхность, обработанную со скосом 1 : 30 для соединения их конусными муфтами на клею. В технологических трубопроводах применяют фанерные трубы марок Ф1 и Ф2, рассчитанные для работы под давлением от 3 до 6 *кгс/см*^{2}.

Достоинством фанерных труб являются значительно меньший вес и теплопроводность, чем у металлических, в связи с чем их монтаж проще и в некоторых случаях не требуется теплоизоляция.

1. Укажите преимущества и недостатки труб из стекла, ситалла, фосфора и керамики?
2. Назовите область применения этих труб.
3. Какие бывают виды соединений труб из стекла?
4. Перечислите особенности, преимущества и недостатки антегмитовых и фанерных труб, укажите область их использования.

Глава VI. СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ И ДЕТАЛИ ТРУБОПРОВОДОВ С ВНУТРЕННИМ ПОКРЫТИЕМ

В целях повышения прочностных свойств неметаллических труб и деталей, а также температурных пределов применения, их заключают в стальную оболочку, т. е. стальные трубы футеруют изнутри неметаллическими покрытиями.

Стальные трубы и детали с внутренними покрытиями (футерованные) предназначены для транспортирования продуктов с агрессивными свойствами. Большинство соединений труб и деталей выполняют разъемными, поэтому такие трубопроводы сооружают из набора отдельных элементов и деталей.

Основными видами внутренних покрытий труб и деталей являются: гуммирование, футеровка пластмассами (винипластом, полиэтиленом), эмалью, стеклом, плакировка нержавеющей сталью и медью, а также коррозионностойкими лаками и красками.

§ 18. Трубы и детали гуммированные, биметаллические и с лакокрасочными покрытиями

Гуммирование заключается в покрытии внутренней поверхности металлических труб и деталей трубопроводов эбонитом, полуэбонитом или мягкой резиной с эбонитом, и в последующей вулканизации заготовок в автоклавах или открытым способом.

Гуммирование труб и деталей выполняют на заводах. Гуммируют стальные бесшовные и водогазопроводные, а также сварные трубы с условным проходом от 40 *мм* и выше, длиной от 300 до 2000 *мм*. Толщина гуммированного слоя из эбонита — 1,5 *мм*, из резины — 3 *мм*.

Гуммированные трубы деталей и арматуры соединяют между собой на разъемных (фланцевых) соединениях.

Гуммированные трубы применяют для транспортирования серной кислоты 70%-ной концентрации, азотной кислоты — 15%-ной, фосфорной, соляной и плавиковой кислот любой концентрации и многих других кислот, щелочей, минеральных солей, газов. Гуммированные трубы применяются для давлений 6 и 10 *кгс/см*^{2} и рабочих температур от —30 до +70° С.

Биметаллическими называют трубы, состоящие из двух слоев различного металла. В технологических трубопроводах применяют, в частности, биметаллические трубы, представляющие собой стальные углеродистые трубы с внутренним покрытием из нержавеющей стали или меди (плакировка). Такие трубы используют для транспортирования агрессивных продуктов вместо труб из меди или нержавеющей стали.

Биметаллические трубы с внутренним покрытием из меди (марка М3С) изготовляют по ГОСТ 10192—62 с условным диаметром 10—350 *мм*, длиной 1500—9000 *мм* на условное давление до 100 *кгс/см²*, и температуру до 250° С. Толщина внутреннего покрытия составляет 0,7—1,4 *мм*. Значительная часть биметаллических труб изготовляется по специальным техническим условиям, например: сталь 20Х3МВФ+марганцовистая медь, сталь углеродистая+медь; сталь 12МХ+нержавеющая сталь Х18Н10Т. По специальным заказам изготовляются сварные трубы больших диаметров из биметаллического листа (сталь углеродистая+нержавеющая сталь).

Для транспортирования агрессивных продуктов в технологических трубопроводах применяют также трубы и детали трубопроводов с внутренним покрытием из коррозионностойких лаков и красок. Трубы и детали трубопроводов с внутренним лакокрасочным покрытием изготовляют с условным проходом от 100 до 250 *мм*, длиной до 10 000 *мм* на условное давление до 16 *кгс/см²* и рабочую температуру до 70° С.

1. Что такое гуммирование и как его выполняют?
2. Укажите область применения гуммированных труб.
3. Расскажите, в чем преимущества биметаллических труб и укажите их сортамент?
4. Назовите область применения труб и деталей трубопроводов с внутренним лакокрасочным покрытием.

§ 19. Трубы и детали футерованные и эмалированные

Трубы и детали трубопроводов, футерованные винипластом и полиэтиленом, являются высокоэффективными заменителями коррозионноустойчивых труб, изготовленных из легированных сталей, цветных металлов и их сплавов.

Стальные трубы, футерованные полиэтиленом и винипластом, изготовляют с условным проходом от 10 до 150 *мм* и длиной 1—8 *м*. Толщина футерующего слоя 1—4,5 *мм*. Температурный предел применения труб, футерованных полиэтиленом, от —30 до +70° С, а винипластом — от —10 до +80° С. Эти трубы применяют при условном давлении до 16 *кгс/см²*, а также для работы под вакуумом до 700 *мм рт. ст.*

Детали трубопроводов, футерованных полиэтиленом и винипластом, изготовляют на условное давление 10 и 16 *кгс/см²*.

Для соединения стальных труб и деталей, футерованных полиэтиленом высокой плотности, применяют разъемные и неразъемные соединения, показанные на рис. 24.

Для труб, футерованных винипластом, применяют также резьбовое соединение с вклеенной буртовой винипластовой трубкой. Такое соединение применяют для труб с условным проходом от 10 до 32 *мм*.

Эмалированные и футерованные стеклом трубы применяют для транспортирования среднеагрессивных химических, пищевых и фармацевтических продуктов. Эмалированные и футерованные стеклом трубы имеют наивысшую чистоту внутренней поверхности, т. е. удовлетворяют требованиям, предъявляемым к трубам для транспортирования особо чистых продуктов.

Эмалированные трубы и детали изготовляют диаметром от 50 до 150 *мм* на условное давление до 10 *кгс/см²* и температуру

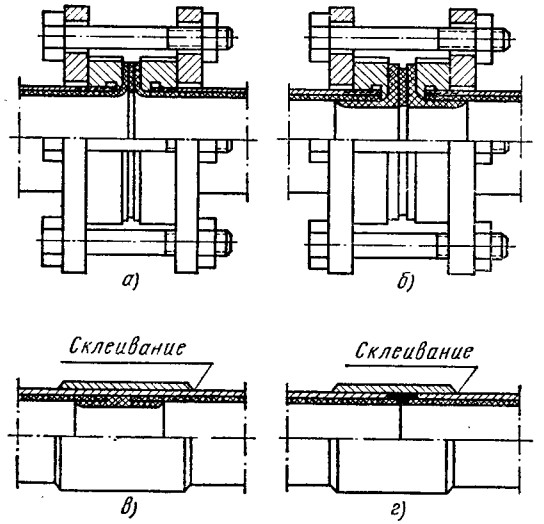


Рис. 24. Типы соединений стальных труб, футерованных полиэтиленом:

а — разъемное фланцевое соединение с отбортовкой футерующего слоя на торец резьбового стального кольца, *б* — разъемное фланцевое соединение с вваркой буртовой полиэтиленовой втулки внутрь трубы, *в* — неразъемное соединение со сваркой футерующих слоев посредством полиэтиленовой муфты и соединением металлических оболочек стальной муфтой на клею, *г* — неразъемное соединение со сваркой футерующего слоя встык и соединением металлических оболочек стальной муфтой на клею

транспортируемого продукта до 200° С. Толщина слоя эмали — 0,4—1,5 *мм*. Длина изготовляемых труб от 500 до 6000 *мм*. Трубы и детали, футерованные стеклом, изготовляют с условным диаметром от 10 до 150 *мм* на условное давление до 10 *кгс/см²* и рабочую температуру до 250° С. Толщина футерующего слоя 1—2 *мм*. Длина изготовляемых труб от 2000 до 4000 *мм*. Трубы и детали, эмалированные и футерованные стеклом, выпускают по нормалям заводов-изготовителей. Такие трубы и детали при хранении и транспортировании требуют очень осторожного обращения, так как эмаль и стекло при толчках, ударах и изгибе разрушаются.

1. Для чего трубы и детали футеруют винипластом и полиэтиленом?
2. Какие бывают виды соединений футерованных труб?
3. Назовите преимущества и недостатки труб и деталей, эмалированных и футерованных стеклом.
4. Назовите давление и температуру для этих труб и область их применения.

Глава VII. АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ

§ 20. Назначение, классификация и выбор арматуры

Арматурой называется устройство, с помощью которого осуществляется включение и выключение отдельных участков трубопровода, регулирование направления и давления транспортируемых продуктов.

В зависимости от назначения трубопроводная арматура подразделяется на четыре класса: запорная, регулирующая, предохранительная, контрольная.

Запорная арматура служит для периодического включения или отключения отдельных участков трубопровода. К этому типу арматуры относятся краны, вентили, задвижки и поворотные затворы.

Регулирующая арматура предназначена для изменения или поддержания в трубопроводах давления, расхода и уровня (регулирующие вентили и клапаны). Иногда регулирующую арматуру, которая служит для снижения (редуцирования) давления, называют дроссельной.

Предохранительная арматура служит для сброса возможного повышения давления в трубопроводе сверх установленного предела (предохранительные и перепускные клапаны) и предотвращения обратного удара жидкости или газа (обратные клапаны).

Контрольная арматура используется для проверки наличия среды и ее уровня (пробко-спускные краны, указатели уровня).

Каждый класс арматуры по принципу действия подразделяется на *приводную,* т. е. приводимую в действие с помощью ручного, механического, электрического, гидравлического, пневматического привода, и на *самодействующую,* т. е. приводимую в действие автоматически, непосредственно потоком рабочей среды или изменением ее параметров.

В зависимости от параметров работы и среды арматуру изготовляют из чугунов разных марок, углеродистой и легированной стали, цветных металлов, пластмасс, керамики и других

материалов, а также с внутренним коррозионноустойчивым покрытием.

Арматуру из серого чугуна применяют на газообразных средах в трубопроводах с рабочим давлением до 6 *кгс/см²* и температурой до +150° С, из ковкого чугуна — для рабочих давлений до 16 *кгс/см²* и температурой до +150° С. Стальную арматуру используют для любых давлений, причем для температур до 450° С корпус изготовляют из углеродистой стали, а для более высоких температур и коррозийных продуктов — из легированной. Арматуру из цветных металлов применяют преимущественно в пароводопроводах небольших диаметров, а также при транспортировании агрессивных продуктов. Пластмассовую арматуру используют как заменитель арматуры из нержавеющих сталей и цветных металлов.

По способу соединения с трубами арматуру разделяют на цапковую, муфтовую, фланцевую и приварную.

Муфтовая арматура имеет на присоединительных концах внутреннюю резьбу; выпускается с условным проходом до 80 *мм* на условное давление до 10 *кгс/см²* (в отдельных случаях — до 25 *кгс/см²*).

Цапковая арматура в отличие от муфтовой имеет присоединительные концы с наружной цилиндрической трубной резьбой; выпускается с условным проходом до 40 *мм* на условное давление до 160 *кгс/см²*. Цапковая арматура иногда снабжается накидными гайками под отбортованные трубы. Цапковую арматуру в технологических трубопроводах применяют сравнительно редко. Приварная арматура присоединяется к трубопроводу на сварке, образуя неразъемное соединение.

1. Назовите четыре класса трубопроводной арматуры и укажите ее назначение.
2. Как классифицируется арматура по способу соединения с трубами?
3. Каково различие в конструкции и области применения кранов, вентилей и задвижек?

§ 21. Приводная и самодействующая арматура

Приводная арматура. К приводной арматуре относится запорная и дросселирующая арматура. В зависимости от способа перемещения затвора (запорного органа) и его конструкции запорная арматура подразделяется на краны — затвор (пробка), который перемещается, поворачиваясь вокруг своей оси по уплотнительной поверхности корпуса; вентили — затвор (золотник), перемещающийся вдоль оси седла корпуса; задвижки — затвор (клин или диски), который перемещается перпендикулярно оси прохода. При ручном приводе затвор перемещает

обслуживающий персонал через маховик, рукоятку, либо через зубчатую, червячную или рычажную передачи. При механическом приводе — через электрические, гидравлические и пневматические передачи. Автоматический привод осуществляется управляемыми автоматическими приборами — датчиками импульсов — при изменении рабочих параметров регулируемого процесса.

Краны (рис. 25) в технологических трубопроводах применяют преимущественно для небольших диаметров на условное давление до 16 *кгс/см²*. В трубопроводах с условным проходом более 40 *мм* для облегчения проворачивания пробки краны снабжают отжимными болтами, которые устанавливают в нижней части корпуса. В трубопроводах больших диаметров (до 200 *мм*) на условное давление до 64 *кгс/см²* применяют краны с дистанционным управлением со специальной смазкой для снижения усилий при повороте пробки и лучшего уплотнения.

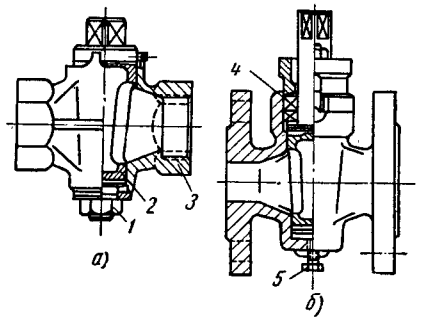


Рис. 25. Запорные краны:
а — с натяжной гайкой, *б* — сальниковый; *1* — натяжная гайка, *2* — пробка, *3* — корпус, *4* — сальник, *5* — отжимной болт

Вентили (рис. 26) применяются в технологических трубопроводах, рассчитанных на условный проход до 200 *мм*, как запорная, дросселирующая и регулирующая арматура. В трубопроводах с большим условным проходом применяются, как правило, задвижки.

Вентили изготовляют со шпинделем, расположенным перпендикулярно, наклонно к его оси, а также угловые.

Запорные вентили (рис. 26, *а*) служат только для отключения среды, и во время работы должны быть либо полностью открыты, либо полностью закрыты. Нельзя применять запорные вентили в качестве регулирующей арматуры. Характерным для запорных вентилей является то, что рабочий орган (затвор) закрывающий проход, перемещается с помощью шпинделя, соединенного с ним. В то же время затвор может вращаться относительно шпинделя, благодаря чему уменьшается истирание и порча уплотнительных поверхностей седла корпуса и затвора. Вентили изготовляют стальные, из цветных металлов и их сплавов, чугунные, а также футерованные и из неметаллических материалов.

Регулирующие вентили (рис. 26, *б*) по своей конструкции аналогичны запорным и отличаются от них только формой затвора,

которая у большинства вентилей имеет вид профилированной иглы, выполненной заодно со шпинделем.

Количество протекающей среды регулируется изменением площади полезного сечения в результате перемещения иглы относительно проходного канала седла.

Вентили непригодны для установки на трубопроводах, по которым транспортируются загрязненные и легко кристаллизирующиеся жидкости, так как грязь и кристаллы осаждаются в проходном канале и препятствуют закрытию. К недостаткам вентилей следует отнести их относительно большое гидравлическое сопротивление и значительные габариты.

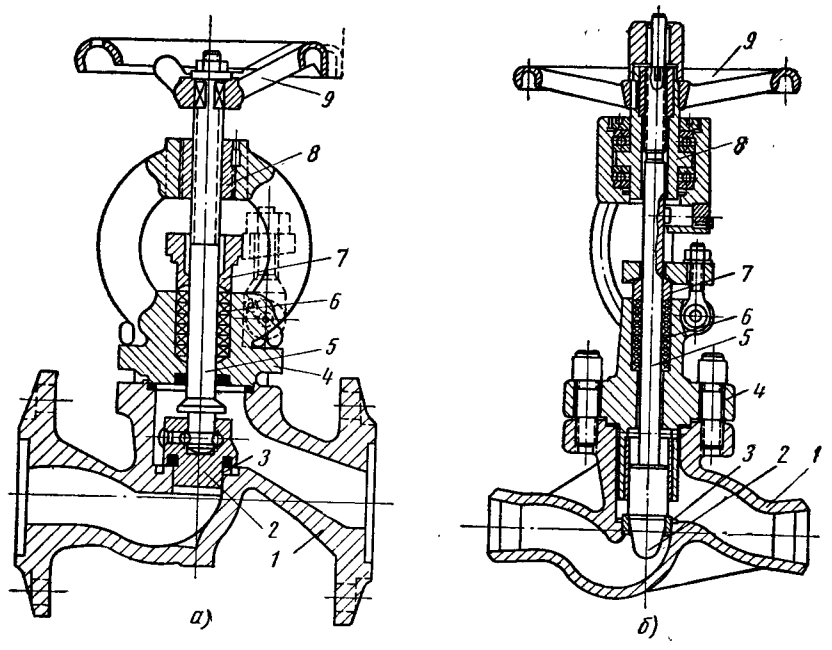


Рис. 26. Вентили:
а — запорный фланцевый, *б* — регулирующий приварной; *1* — корпус, *2* — затвор (игла), *3* — седло, *4* — крышка, *5* — шпиндель, *6* — сальниковая набивка, *7* — грундбукса, *8* — гайка, *9* — маховик

Задвижки (рис. 27) в технологических трубопроводах применяют в качестве управляемых запорных органов. Они изготовляются с условным проходом от 15 до 3000 *мм*.

По устройству затвора задвижки подразделяются на клиновые (клинкетные) и параллельные (шиберные). Изготовляются задвижки с поступательным или вращательным движением шпинделя.

В клиновых задвижках (рис. 27, *а*) запорный орган выполнен в виде клиновидного затвора. С помощью клина достигается достаточная герметичность уплотнения. Различают клиновые задвижки со сплошным клином и с двухдисковым клином.

В параллельных задвижках (рис. 27, *б*) запорный орган выполнен в виде шибера, состоящего из двух симметричных тарелок *10*. Между тарелками помещается клин *11*, который при

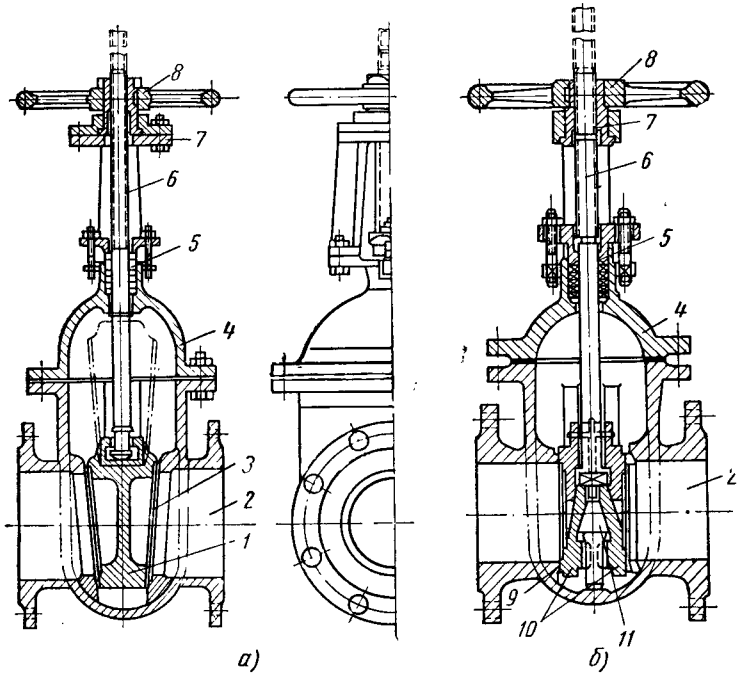


Рис. 27. Задвижки:
а — клиновая, *б* — параллельная; *1* — клин, *2* — корпус, *3* — направляющие корпуса, *4* — крышка корпуса, *5* — сальник, *6* — шпиндель, *7* — втулка шпинделя, *8* — маховик, *9* — уплотнительное кольцо, *10* — тарелки, *11* — клин

опускании шпинделя *6* распирает их, прижимая к уплотнительным поверхностям корпуса.

Параллельные задвижки бывают с одним или двумя распорными клиньями, с механическим прижимом дисков и самоуплотняющиеся.

Положительным свойством задвижек является их малое гидравлическое сопротивление по сравнению с вентилями (в 30—40 раз меньше. Это достигается тем, что при полном открытии клин (диск) полностью выходит из потока среды в верхнюю часть корпуса. Задвижки по сравнению с вентилями имеют меньшие размеры и вес, что облегчает их установку в труднодоступных местах. Недостатками задвижек являются большая их высота, малая скорость открытия, высокая стоимость и трудоемкость ремонта уплотнительных поверхностей.

Самодействующая арматура. К самодействующей арматуре относятся обратные, предохранительные, редукционные и аварийные клапаны, конденсатоотводчики.

Обратные клапаны свободно пропускают транспортируемый продукт только в одном направлении и автоматически закрываются при ее обратном движении. Они служат для предохранения трубопроводов, аппаратов и машин от попадания в них в случае прекращения работы потока продукта обратного направления.

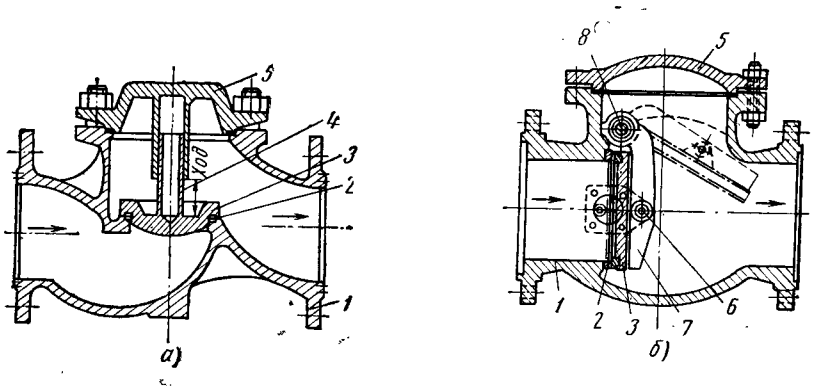


Рис. 28. Обратные клапаны:
а — подъемный, *б* — поворотный; *1* — корпус, *2* — седло, *3* — клапан, *4* — шток, *5* — крышка, *6* — ось клапана, *7* — рычаг, *8* — ось рычага

Обратные клапаны разделяются на *подъемные* (рис. 28, *а*) и *поворотные* (рис. 28, *б*) и изготовляются с условным проходом от 15 до 1000 *мм* для различных давлений и температур. Обратные клапаны в основном устанавливают на трубопроводах для воды, нефти и других жидких сред при температуре не более 600° С (в зависимости от марки стали).

Предохранительные клапаны автоматически сбрасывают давление в трубопроводах, ресиверах для сжатого воздуха, автоклавах и других аппаратах в случае его превышения сверх установленного. Они приводятся в действие либо давлением среды на клапан, либо посредством импульса (побудителя) от вспомогательного клапана небольшого диаметра.

Предохранительные клапаны бывают рычажные (рис. 29, *а*) и пружинные (рис. 29, *б*) — одинарные и двойные. У двойных клапанов два запорных органа (две тарелки и два седла) размещены в одном корпусе.

Редукционные клапаны (рис. 30) предназначены для снижения и автоматического поддержания требуемой величины давления среды независимо от изменения расхода ее в трубопроводе. Будучи отрегулированы для снижения редуцируемого давления до требуемого, более низкого, клапаны поддерживают это давление независимо от его колебаний.

По своим конструктивным особенностям клапаны подразделяются на пружинные и поршневые.

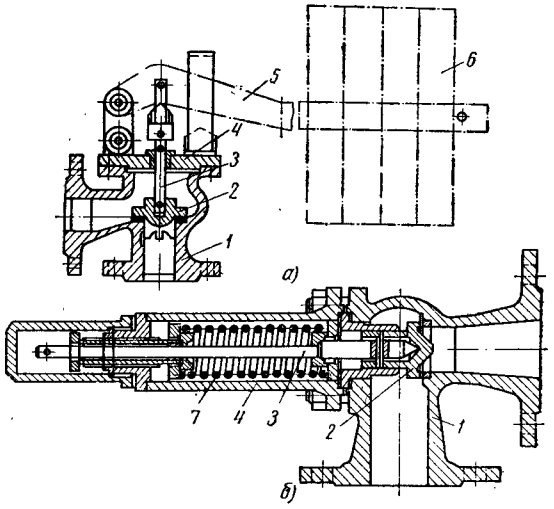


Рис. 29. Предохранительные клапаны:
а — однорычажный, *б* — пружинный; *1* — корпус, *2* — затвор, *3* — шпиндель, *4* — крышка, *5* — рычаг, *6* — груз, *7* — пружина

Пружинный клапан имеет корпус *1* с крышкой *2*. Внутри расположены тарелка *11* и шток *7* с уплотнительной манжетой *9*. Площади поперечного сечения тарелки и штока одинаковы, поэтому при поступлении в клапан среды любого исходного для редуцирования давления система тарелка—шток не перемещается. Если регулировочным винтом *3* через пружину *5* прогнуть мембрану *6*, переместив шток и тарелку, редуцируемая среда поступит в зазор между седлом и тарелкой. При этом статическое давление среды, благодаря гидравлическому сопротивлению ее движению, снизится. В трубопровод за клапаном среда поступит с меньшим, чем перед ним, давлением. При выходе среды в полость клапана за тарелкой сниженное давление среды через канал *10* распространится и на полость *8*, а следовательно, и на мембрану *6*. В рабочем положении мембрана должна находить-

ся в равновесии под действием с одной стороны среды, а с другой — пружины. Если давление среды на мембрану не соответствует силе упругости пружины, работа клапана нарушится.

Редукционные клапаны устанавливают на горизонтальных участках трубопровода. Они регулируются на определенную величину давления и пломбируются на ушко *4*.

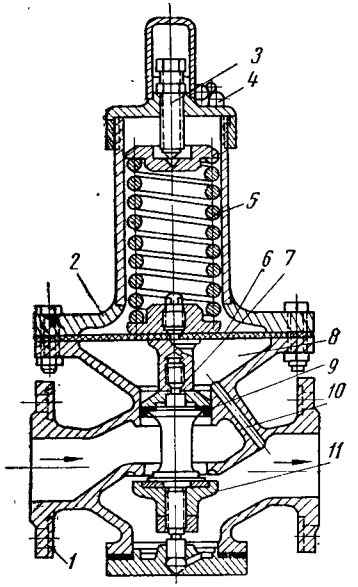


Рис. 30. Пружинный редукционный клапан:
1 — корпус, *2* — крышка, *3* — регулировочный винт, *4* — ушко, *5* — пружина, *6* — мембрана, *7* — шток, *8* — подмембранная полость, *9* — манжета, *10* — соединительный канал, *11* — нижняя тарелка

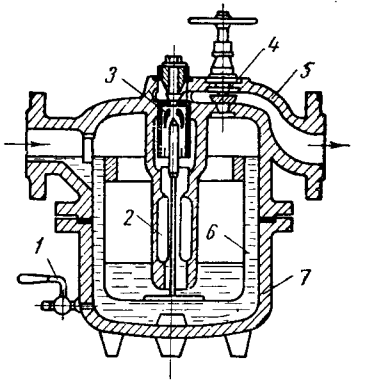


Рис. 31. Конденсационный горшок:
1 — спускной кран, *2* — переливной канал, *3* — клапан, *4* — продувочный вентиль, *5* — крышка, *6* — поплавок, *7* — корпус

Регулирующие клапаны в технологических трубопроводах применяют для регулирования давления жидких и газообразных продуктов, а также их расхода и температуры. Различают клапаны «до себя» и клапаны «после себя». Клапаны «после себя» поддерживают в трубопроводе постоянное пониженное давление за регулятором по направлению движения потока продукта, а клапаны «до себя» — до регулятора.

Исполнительным механизмом клапана является мембрана, связанная через привод с золотником. Мембранный привод работает от специальных комаидоаппаратов и приводится в действие сжатым воздухом.

Аварийные клапаны предназначены для автоматического прекращения поступления продукта к аварийному участку, например клапаны «захлопка» водоуказательных стекол, предохранительные устройства для манометров.

Конденсатоотводчики, или конденсационные горшки (рис. 31), предназначены для автоматического удаления конденсата из паропроводов.

Конденсат, попадая в конденсационный горшок в смеси с паром, заполняет пространство между крышкой *5* корпуса и поплавком *6*. По мере заполнения нижней части корпуса *7* конденсатом поплавок всплывает и клапаном *3* закрывает отверстие в седле. При дальнейшем поступлении конденсата, последний начинает переливаться внутрь поплавка, увеличивая тем самым его вес, в результате чего он опускается и клапан открывает проход. При этом под действием давления пара часть конденсата через переливной канал *2* вытеснится из горшка. Затем процесс повторяется в той же последовательности. В случае засорения переливного канала его можно продуть через вентиль *4*. Внизу корпуса имеется спускной кран *1*, открываемый при выключении из работы конденсатоотводчика во избежание размораживания.

1. Что такое приводная арматура?
2. Какие применяют приводы в арматуре?
3. Что такое самодействующая арматура?
4. Какие бывают виды клапанов, их назначение?
5. Каковы назначение и принцип работы конденсатоотводчиков?

§ 22. Условные обозначения и отличительная окраска арматуры

Система условных обозначений арматуры разработана Центральным конструкторским бюро арматуростроения (ЦКБА). До настоящего времени система условных обозначений арматуры не предусмотрена ГОСТом, но широко применяется на практике специализированными арматурными заводами. Знание условных обозначений и отличительной окраски арматуры позволяет быстро определять ее вид и материал, условия применения в трубопроводах и тем самым обеспечивает грамотное выполнение монтажных работ.

Условные обозначения промышленной трубопроводной арматуры состоят из цифровых и буквенных знаков. Например, *15с27нжI*. Первые две цифры — 15 являются номером, присвоенным данному виду арматуры; следующая за ними буква обозначает материал корпуса арматуры: *с* — сталь углеродистая, если *лс* — сталь легированная; *нж* — сталь нержавеющая; *ч* — чугун серый; *б* — латунь или бронза; *вп* — винипласт; *п* — пластмассы

(кроме винипласта). Цифры после букв — *27* указывают порядковый номер (номер фигуры) данного вида арматуры по каталогу в зависимости от ее конструктивных особенностей. При наличии в этой характеристике трех цифр первая обозначает тип привода, а последние две — номер фигуры по каталогу. Буквы в конце условного обозначения указывают материал уплотнительных поверхностей: *нж* — нержавеющая сталь; латунь, бронза — *бр;* монельметалл — *мн;* баббит — *бт*; сормайт — *ср*; кожа — *к;* резина — *р*.

Римская цифра в конце условного обозначения — I указывает различные варианты конструктивного исполнения основного вида изделия, а также выполнение его из другого материала.

Для обозначения детали без вставных или наплавленных уплотнительных колец, т. е. с уплотнительными поверхностями, выполненными непосредственно на самом корпусе или затворе, ставят буквы «*бк*» (без колец). При наличии внутреннего покрытия арматуры материал покрытия указывается взамен условного обозначения материала уплотнительных поверхностей: гуммирование — *гм*; эмалирование — *эм*; освинцование — *св*; футерование пластмассой — *п*.

Примеры условных обозначений арматуры:

шифр *11б9бк* обозначает: *11* — кран для трубопроводов; *б* — корпус крана выполнен из латуни или бронзы; *9* — номер по каталогу; *бк* — уплотнительные поверхности выполнены непосредственно на самом корпусе, т. е. затвор без вставных колец.

шифр *15с916нжI* обозначает: *15* — вентиль; *с* — корпус из углеродистой стали; *9* — привод электрический; *16* — конструкция по каталогу, *нж* — уплотнительные поверхности изготовлены из нержавеющей стали, *I* — вариант исполнения.

Условные обозначения арматуры, изготовляемой по документации Государственного проектного института нефтяного машиностроения, состоят из букв и цифр, например *ЗКЛ2-200-16*. Буквы *ЗКЛ* обозначают тип арматуры — задвижка клиновая литая, цифра *2* — модификации данного изделия. Цифры, следующие за обозначением после дефиса, указывают: первая — *200* условный проход в *мм;* вторая — *16* условное давление в *кгс/см²*.

Отличительную окраску арматуры наносят, в зависимости от материала корпуса, на необработанные поверхности (на корпус, крышку, сальник) чугунной и стальной арматуры (кроме приводных устройств). Арматуру из стали углеродистой окрашивают в серый цвет, из легированной — в синий; с корпусом из кислотостойкой и нержавеющей — в голубой; из чугуна — в серый, из ковкого чугуна — в черный. Арматуру из цветных металлов и пластмасс не окрашивают.

В зависимости от материала уплотнительных деталей затвора устанавливают дополнительную отличительную окраску приводу

ного устройства арматуры (маховика, рычага): если уплотнительное устройство изготовлено из бронзы или латуни, — окрашивают в красный цвет; сталь нержавеющая — в голубой; из алюминия — в алюминиевый; из баббита — в желтый; из кожи и резины — в коричневый. Арматуру, футерованную или имеющую внутреннее покрытие (кроме диафрагмы), дополнительно окрашивают: эмалированную — в красный; гуммированную — в зеленый; покрытую пластмассой — в синий.

1. Как условно обозначают трубопроводную арматуру?
2. Для чего необходимо условное обозначение арматуры?
3. Какую отличительную окраску используют для трубопроводиой арматуры?

Глава VIII. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

§ 23. Крепежные изделия

Крепежные изделия служат для сборки фланцевых соединений, арматуры и для крепления трубопровода на опорных конструкциях. К крепежным изделиям относятся болты, шпильки, гайки и шайбы.

В трубопроводах, рассчитанных на условное давление до 25 *кгс/см²* и температуру до 300° С, применяют преимущественно болты и гайки с шестигранной головкой из углеродистой стали. Соединения на условное давление до 16 *кгс/см²* собирают на черных болтах и гайках, на условное давление до 40 *кгс/см²* — на получистых болтах и гайках с высотой 0,8 от диаметра болта. В трубопроводах для более высоких давлений от 40 до 200 *кгс/см²* применяют чистые шпильки, гайки и шайбы, а для давлений от 200 до 1000 *кгс/см²* только шпильки. Замена болтов шпильками объясняется тем, что в болтах в месте перехода стержня в головку при больших нагрузках наблюдаются концентрации напряжений, что приводит к их разрушению. Кроме того, шпильки удобнее устанавливать в труднодоступных местах. Длину болтов и шпилек выбирают с таким расчетом, чтобы после затяжки их концы выступали на 1,5—2 витка (не более 5 *мм*).

В зависимости от температуры и давления транспортируемой среды в трубопроводе для крепежных изделий применяют: при условном давлении до 25 *кгс/см²* и температуре до 300° С — малоуглеродистую сталь обыкновенного качества Ст. 3, Ст. 4 и Ст. 5; при условном давлении от 40 до 100 *кгс/см²* и температуре 425° С — качественную углеродистую сталь марок 25, 35 и 40; при условном давлении до 100 *кгс/см²* и температуре свыше 425° С, а также при давлении от 160 *кгс/см²* и выше в зависимости от температуры используют легированную сталь 30ХМА, 35ХМ, 25Х2МФА.

1. Назовите область применения болтов и шпилек для фланцевых соединений трубопроводов.
2. Как определяют длину болта или шпильки?
3. При каких условиях работы применяют для крепежных изделий качественную углеродистую сталь и легированные стали?

§ 24. Прокладочные и уплотнительные материалы

Прокладочные материалы применяют для уплотнения фланцевых соединений трубопроводов и арматуры, работающих в самых разнообразных условиях. Прокладочные материалы должны быть пластичны, прочны (чтобы воспринимать внутренние давления), а также устойчивы к температурным условиям и коррозионному действию среды, в которой они находятся. Как правило, прокладки изготовляются на специализированных заводах.

Типы прокладок, получивших наибольшее использование, приведены на рис. 32.

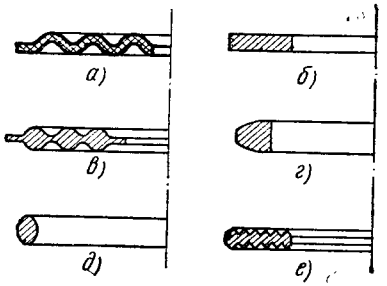


Рис. 32. Типы прокладок:
а — комбинированная (металлическая оболочка с мягким наполнителем), *б* — плоская гладкая, *в* — жесткая рифленая, *г* — линзовая жесткая, *д* — овальная жесткая, *е* — зубчатая жесткая

Для изготовления мягких прокладок применяют картон, асбест, резину, паронит, фибру, текстолит, пластмассы. Для жестких прокладок используют металлы: свинец, медь, алюминий, углеродистую и нержавеющую сталь. Кроме этого, широко применяют комбинированные прокладки из прографиченного асбестового шнура, помещенного внутрь металлической оболочки (асбоалюминиевые, асбомедные).

Прокладочный картон используют для прокладок в трубопроводах воды, пара, сжатого воздуха и инертных газов при давлении 6 и 10 *кгс/см²* и температуре не выше 100° С. Картонные прокладки, проваренные в олифе, стойки против разрушающего действия нефтепродукта.

Асбестовый картон применяется для прокладок в трубопроводах, аппаратах и приборах. Асбестовые прокладки, пропитанные жидким стеклом, используют в трубопроводах минеральных и органических кислот (кроме соляной), горячих газов при давлении до 10 *кгс/см²* и температуре до 500° С.

Резина техническая листовая и шнур круглого и прямоугольного сечений применяют для прокладки в трубопроводах, транспортирующих воду, щелочи, кислые или нейтральные продукты при условном давлении не выше 6 *кгс/см²* и температуре до 50° С, а также соляную кислоту при температурах до 30° С.

Для трубопроводов больших диаметров, работающих при давлении свыше 6 *кгс/см²*, рекомендуются прокладки из резины с внутренней металлической сеткой или тканевой прослойкой.

Паронит листовой является основным прокладочным материалом для фланцевых соединений трубопроводов, работающих в разнообразных газовых и жидких средах при давлении до 50 *кгс/см²* и температуре от —180 до +450° С.

Фибру листовую применяют в трубопроводах для смазочных масел и газовых сред при давлениях до 80 *кгс/см²* и температурах от —30 до +100° С.

Прокладки из пластмасс (полиизобутилена, полиэтилена, фторопласта) используют в трубопроводах, транспортирующих агрессивные среды.

Прокладки медные жесткие применяют для трубопроводов высокого давления при температурах до 350° С. Прокладки из мягкой стали надежно работают при давлении до 600 *кгс/см²* и температуре до 500° С. Комбинированные асбометаллические прокладки применяют в трубопроводах для газовых сред с условным проходом до 100 *мм*, работающих под давлением до 64 *кгс/см²* и температурах до 425° С.

Размеры прокладок принимают в соответствии с размерами уплотнительных поверхностей фланцев; внутренний диаметр прокладки должен быть несколько больше внутреннего диаметра трубы: для труб с наружным диаметром до 125 *мм* — на 2—3 *мм*, более 125 *мм* — на 3—4 *мм*. В соединениях с фланцами, имеющими впадину и выступ, толщину прокладок принимают на 0,5—1 *мм* меньше высоты впадины во фланце.

Уплотнительными материалами называют различные сальниковые набивки и мастики, которые служат для того, чтобы предотвратить просачивание продукта через сальники трубопроводной арматуры. Сальниковые набивки должны обладать малым коэффициентом трения, высокой коррозийной стойкостью и устойчивостью против износа, особенно при высоких температурах. Изготовляют сальниковые набивки из плетеного шнура, материал которого выбирают в зависимости от характера среды, ее температуры и давления (хлопчатобумажная и асбестовая нити, комбинированные асбомедные или асбоалюминиевые пряди).

1. Какие типы прокладок наиболее распространены? Укажите область их применения.
2. Какие основные материалы применяют для изготовления прокладок?
3. Для каких условий работы предназначены прокладки?

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ОБРАБОТКА ТРУБ И ПОДГОТОВКА АРМАТУРЫ

Глава IX. ОБРАБОТКА ТРУБ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Трубы, детали, арматура и материалы, поступающие для изготовления и монтажа трубопроводов, должны удовлетворять требованиям стандартов, нормалей и технических условий и иметь сертификаты или паспорта заводов-изготовителей.

Количество, диаметр и марка стали труб, необходимых для изготовления трубопроводов, определяются технической спецификацией, помещаемой в монтажных и деталировочных чертежах. На основании проекта составляется заказная спецификация, в которой учитывается припуск на некратность и отходы при обработке.

Заказанные трубы, металл, детали трубопроводов, арматура поступают для обработки и комплектации на завод или трубозаготовительную базу. Перед обработкой производят ряд подготовительных операций: приемку, сортировку, очистку и правку труб.

При приемке проверяют качество труб путем наружного осмотра, соответствие их сертификатам и стандартам, составляют приемочные акты и производят регистрацию в книге; в случае обнаружения дефектов составляют рекламационный акт.

Концы труб должны быть обрезаны под прямым углом и очищены от заусенцев. По требованию заказчика у труб, подлежащих сварке, концы могут иметь фаски. Допускаемые отклонения размеров труб приведены в соответствующих стандартах.

§ 25. Очистка и правка труб

Трубы, поступающие для обработки, подвергаются очистке с внутренней и наружной поверхности от ржавчины и загрязнений.

Степень очистки труб различная, и зависит она от назначения трубопровода. В ряде случаев очистка должна отвечать очень высоким требованиям, это оговаривается техническими условиями на изготовление и монтаж.

Внутреннюю поверхность труб очищают путем продувки сжатым воздухом, промывки водой, стальными вращающимися щетками, дробеструйными аппаратами и химическим способом.

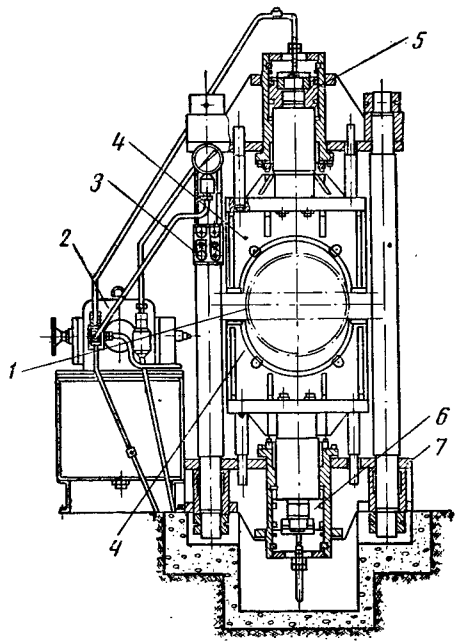


Рис. 33. Установка для правки концов труб или патрубков:

1 — обжимаемая труба, *2* — гидронасос, *3* — пульт управления, *4* — смеиные обжимные матрицы, *5* — верхиий цилиидр, *6* — пижний цилиндр, *7* — станина

В результате продувки сжатым воздухом или промывки водой при скорости их движения 15—20 *м/сек* трубы очищаются от обычных загрязнений, однако окалина, ржавчина, грат, наплавы не удаляются с их поверхности.

Ржавчину с внутренней поверхности труб с условным проходом 100—300 *мм* снимают вращающейся стальной щеткой. Дробеструйную очистку применяют в тех случаях, когда требуется большая степень чистоты и гладкая внутренняя поверхность труб (например, трубопроводы вакуума, высокого давления, для систем смазки, кислородопроводы).

Химическая очистка предусматривает удаление с поверхности труб окислов металла и других загрязнений путем их растворения в химических реагентах. Химической очистке, как правило, подвергают изготовленные узлы или смонтированные участки трубопроводов и лишь в отдельных случаях трубы. Химическая очистка производится травлением в смеси серной, соляной и азотной кислот, к которым еще иногда добавляют от 5 до 25% плавиковой или фосфорной кислоты, а также 20—25%-ный раствор ортофосфорной кислоты и различные присадки в количестве от 0,1 до 2%. Действие присадок заключается в обволакивании поверхности очищенного от окислов металла коллоидной пленкой, которая предохраняет металл от излишнего травления и значительно снижает расход кислоты. Применение присадок особенно рекомендуется при травлении труб, имеющих резьбу. Широкое применение получили присадки: КС, Ж-1, ЧМ, велосит, ОП-7, ОП-10, уникол МН, МН-2, МН-3 (в виде таблеток).

Наружную поверхность труб очищают химическим и механическим способами с помощью трубоочистительных машин.

Правка труб от продольных искривлений не входит в основные операции, выполняемые на трубозаготовительных базах или заводах. Трубы, имеющие искривления, превышающие допуски по ГОСТу, как правило, на монтаж не принимают. В случае необходимости трубы правят на приводных гидравлических механических или ручных прессах специального или общего назначения, а также с помощью скоб с домкратами.

Если на концах образовались местные вмятины или произошло нарушение формы трубы (овальность) в процессе ее транспортирования или хранения, необходима правка концов труб. Правку концов труб, имеющих незначительное общее искажение формы, часто выполняют в пределах упругих или упруго-пластических деформаций с помощью центраторов непосредственно в процессе сборки стыка.

Иногда наблюдается несовпадение кромок концов труб (особенно для труб с условным проходом более 150 *мм*) вследствие значительных отклонений, допускаемых ГОСТ, стыкуемых диаметров труб или толщин стенок от номинальных значений. Чтобы уменьшить разницу с размерах соединяемых труб, производят правку (калибровку) концов обжимом или раздачей. При холодной правке требуются значительные усилия, поэтому такую операцию выполняют на специальных гидравлических установках. Так, например, используется прессовая установка (рис. 33) для правки обжимом в холодном состоянии концов труб с условным проходом от 200 до 500 *мм*.

Уменьшение разницы в размерах соединяемых труб достигается также путем их подборки после предварительного обмера концов труб и сортировки по взаимно одинаковым или близким размерам диаметров.

1. Назовите основные способы очистки наружной и внутреиией поверхности труб.
2. Расскажите, как производится химическая очистка труб.
3. Для чего применяют присадки?
4. Назовите известные вам присадки.
5. Чем вызвана иеобходимость правки концов труб перед сборкой под сварку?
6. Какие инструмеиты и станки применяют для правкн коицов труб?

§ 26. Разметка труб

Разметкой называется перенесение на трубу с рабочего чертежа размеров, необходимых для изготовления детали или элемента трубопровода. Разметка является важной и ответственной

операцией, требующей тщательного исполнения. Разметчик-трубопроводчик должен уметь читать чертежи и пространственно представлять себе изделие, изображенное на чертеже; знать геометрические построения и вычерчивать развертки, знать необходимые припуски при дальнейшей обработке труб и деталей и учитывать их при установлении разметочных размеров; экономно расходовать материалы, максимально используя обрезки труб и других материалов.

Разметочные операции выполняют путем геометрического построения разметочных линий и знаков, для чего применяют переносные мерительные инструменты и шаблоны. Для разметки необходимы: стальная рулетка, линейка, угольник, циркуль, нутромер, штангенциркуль, рейсмус, транспортир, уровень, чертилка, кернер, молоток, а также шаблоны.

Шаблоном называется изготовленная с большой точностью деталь в натуральную величину (или ее развертка), пользуясь которой, размечают однотипные детали. Шаблоны изготовляют из картона, толя, жести.

Места разметки труб окрашивают меловой краской с примесью жидкого стекла или столярного клея. На 1 литр воды берут 120 *г* мела и 7 *г* столярного клея. На окрашенной поверхности чертилкой наносят риски, после чего их накернивают, чтобы предохранить от стирания. Во избежание значительных ошибок при нанесении линий на изделие запрещается пользоваться мелом.

Деление окружности на равные части (особенно на 5, 7, 11, 13 и т. д.) при разметке циркулем методом подбора представляет некоторые трудности. Чтобы упростить эту операцию, следует пользоваться табл. 7, в которой приведены коэффициенты K, позволяющие быстро подсчитывать размер шага (хорды) n при известном диаметре окружности по формуле:

$$n = d \times K$$

Например, окружность диаметром 300 *мм* нужно разделить на 11 равных частей. По табл. 7 находим коэффициент K, равный 0,282; следовательно, шаг $= 300 \times 0{,}282 = 84{,}6$ *мм*. Установив на циркуле этот размер и отложив его по вычерченной окружности, получим деление ее на 11 частей.

Для разметки труб с условным проходом от 100 до 500 *мм* на сектора для сварных отводов применяют шарнирное приспособление (рис. 34). Оно состоит из призмы *1*, которую устанавливают на трубу, шарнирного рычага *4*, укрепленного на транспортире *2*. На конце рычага имеется карандаш *3* или чертилка. Транспортир может поворачиваться на 90° в обе стороны. Данным приспособлением можно также размечать концы равнопроходного штуцера.

Таблица 7

Деление окружности на n равных частей

n	K	n	K	n	K	n	K
1	0	11	0,282	21	0,149	31	0,101
2	1	12	0,259	22	0,142	32	0,098
3	0,866	13	0,239	23	0,136	33	0,095
4	0,707	14	0,223	24	0,131	34	0,092
5	0,588	15	0,208	25	0,125	35	0,09
6	0,5	16	0,195	26	0,121	36	0,087
7	0,434	17	0,184	27	0,116	37	0,085
8	0,383	18	0,174	28	0,112	38	0,083
9	0,342	19	0,165	29	0,108	39	0,08
10	0,309	20	0,156	30	0,105	40	0,078

Для разметки на трубах отверстий под штуцера используют универсальный циркуль (рис. 35); он позволяет размечать отверстия под любым углом врезаемого штуцера. Циркуль закрепляют на трубе и поворотом штанги-чертилки, установленной на необходимый радиус, размечают отверстия. При разметке врезок,

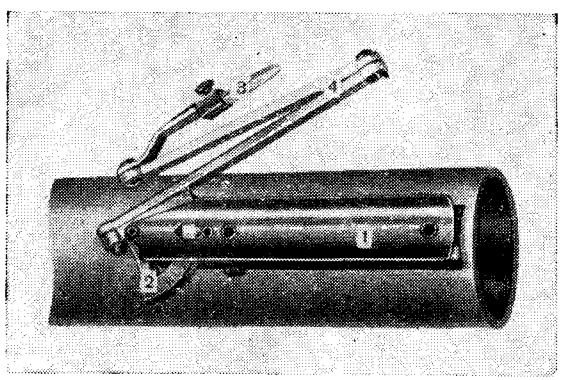


Рис. 34. Шарнирное приспособление для разметки труб:
1 — призма, *2* — транспортир, *3* — карандаш, *4* — шарнирный рычаг

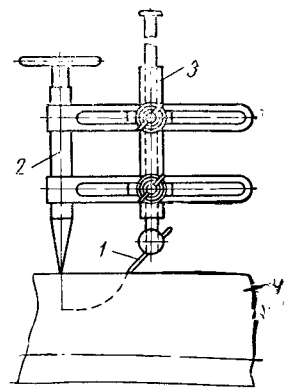


Рис. 35. Универсальный циркуль для разметки отверстий на трубах:
1 — чертилка, *2* — установочная ножка, *3* — подвижная ножка, *4* — труба

расположенных под углом к оси трубы, стойку устанавливают на нужный угол. С помощью данного циркуля размечают шаблоны, очерчивая контуры отверстия на бумаге, картоне, жести, навернутой на трубу нужного диаметра.

Для разметки линий обрезки торцов штуцеров под врезку, секторов и полусекторов сварных отводов часто применяют шаблоны. Размеры для изготовления шаблонов должны быть указаны в рабочих чертежах или нормалях; в случае их отсутствия размеры находят графическим способом.

Рассмотрим два примера графического построения развертки.

Пример 1. Графическое построение развертки линии косого реза трубы под углом для изготовления шаблонов сектора сварного отвода (рис. 36).

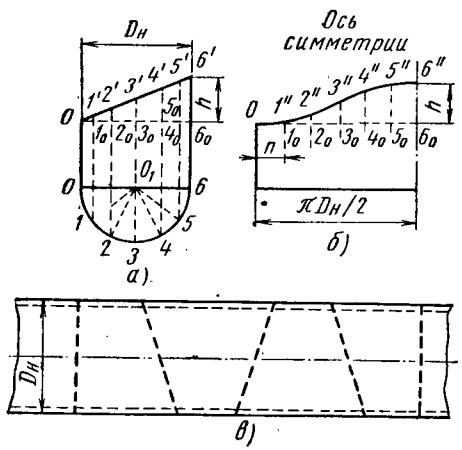


Рис. 36. Построение развертки сварного отвода:

а — вспомогательный чертеж для построения шаблона, *б* — шаблон (половина) для концевого сектора, *в* — схема раскроя трубы на секторы

На разметочной плите или на листе картона в натуральную величину выполняют вспомогательный чертеж, по которому определяют все размеры, образующие сектор (рис. 36, *а*). Для этого из произвольно выбранной точки O_1 как из центра циркулем проводят полуокружность, радиус которой равен половине наружного диаметра трубы $R = \frac{D_н}{2}$. Полуокружность трубы разбивают на $\frac{n}{2}$ равных частей. Из точек *1, 2, 3* и т. д. проводят прямые, параллельные оси цилиндра, до пересечения с линией косого реза в точках *1′, 2′, 3′* и т. д. Далее из точки *O* проводят прямую, перпендикулярную оси трубы. Пересечение этой прямой с проведенными параллельными прямыми обозначают 1_0, 2_0, 3_0 и т. д. Полученные длины отрезков 1_0—*1*, 2_0—*2*, 3_0—*3* и т. д. соответствуют значению высот развертки.

После построения вспомогательного чертежа на материале, используемом для изготовления шаблона, наносят прямую (рис. 36, *б*), равную длине окружности трубы ($\pi D_н$) и разбивают ее на *n* равных частей (точки 1_0, 2_0, 3_0 и т. д.). Восстановив перпендикуляры в каждой точке деления, откладывают на них соответствующие значения высоты развертки. Полученные точки *1″, 2″, 3″* и т. д. соединяют с помощью лекала плавной кривой, являющейся кривой развертки. Вторую половину развертки выполняют аналогично первой.

Вырезанный и свернутый шаблон надевают на прямую трубу (рис. 36, *в*) и производят разметку.

Пример 2. Графическое построение развертки линии реза при пересечении двух труб разных диаметров под прямым углом (рис. 37), т. е. разметка установки штуцера.

До начала изготовления штуцера из листа картона или толя делают шаблон. Для этого мелом вычерчивают в натуральную величину проекции тройника. Радиусом, равным половине наружного диаметра штуцера, вычерчивают

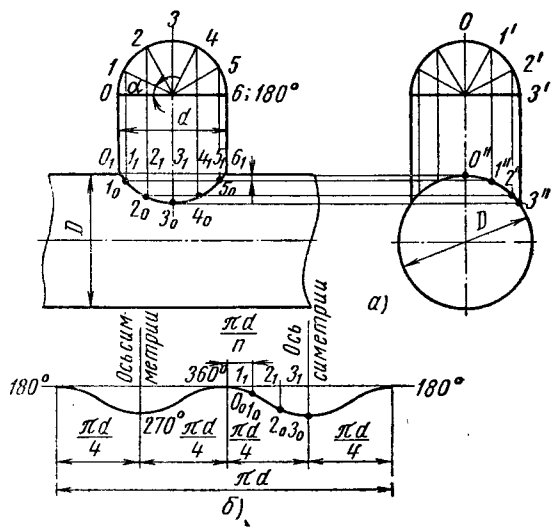


Рис. 37. Построение развертки врезаемого штуцера:

а — вспомогательный чертеж, *б* — шаблон для штуцера

вспомогательную полуокружность, которую делят на $\frac{n}{2}$ равных частей. Из точек *1′, 2′, 3′* и т. д. проводят прямые, параллельные оси штуцера (рис. 37, *а*). На пересечении этих прямых с окружностью большой трубы диаметром *D* получают точки *1″, 2″, 3″* и т. д., через которые проводят линии построения, параллельные оси большой трубы, до пересечения с соответствующими перпендикулярными линиями на первой проекции. Искомые значения высот развертки будут равны длине соответствующих отрезков *1*—1_0, *2*—2_0, *3*—3_0 и т. д.

Для построения линии развертки штуцера на листе картона, жести или толя проводят прямую, длиной, равной длине окружности трубы диаметром *D*, и делят на *n* равных частей (рис 37, *б*). В точках деления прямой *1, 2, 3* (см. рис. 37, *а*) восстанавливают перпендикуляры, на которых откладывают соответствующие высоты. Полученные точки с помощью лекала соединяют плавной кривой. Затем вырезают шаблон, надевают его на трубу и по нему делают разметку для последующей вырезки.

Графическое построение развертки линии реза при пересечении двух труб одинаковых диаметров под прямым углом произ-

водят аналогично предыдущему примеру. Отверстие в трубе размечают по готовому штуцеру.

Для разметки на наружной поверхности трубы осевых линий, а также линий или точек, расположенных под любым углом к плоскости перпендикулярного сечения трубы, пользуются приспособлением, приведенным на рис. 38. Приспособление состоит из корпуса с опорной призмой *1*, делительного диска *2*, уровня *3* и кернера *4*. Диск может поворачиваться на 90° в обе стороны от вертикальной риски, нанесенной на корпусе. При разметке осевой линии приспособление устанавливают на трубу так, чтобы уровень находился в горизонтальном положении (делительный диск установлен на отметке 0). Перемещая приспособление трубы и

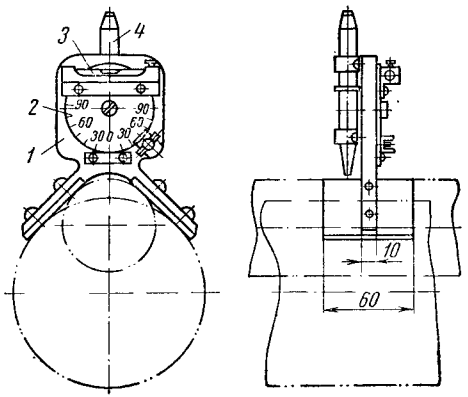


Рис. 38. Приспособление для разметки осей на трубах:

1 — корпус с опорной призмой, *2* — делительный диск, *3* — уровень, *4* — кернер

следя за тем, чтобы уровень сохранял горизонтальное положение, кернером наносят на трубе ряд точек, через которые проводят осевую линию. При разметке линии под углом диск устанавливают на заданный угол и приспособление перемещают по окружности изделия до тех пор, пока уровень вновь не примет горизонтальное положение.

Разметка является трудоемкой операцией и, как правило, ее выполняют только в единичных случаях. В условиях трубозаготовительных баз и заводов трубы обрабатывают без разметки с помощью специальных приспособлений и станков, не требующих предварительной разметки.

1. Что такое шаблон?
2. Как делят окружность на равные части?
3. Как выполняют графическое построение развертки секционного сварного отвода? Как производят графическое построение развертки штуцера тройникового соединения?

§ 27. Резка труб

Резку труб при изготовлении и монтаже трубопроводов осуществляют газопламенным или механическим способом.

Газопламенный способ резки является наиболее распространенным и широко применяется для резки труб из углеродистой стали больших диаметров, для фасонной резки при изготовлении деталей и соединений трубопроводов, а также при подгонке их в монтажных условиях. Применение газопламенной резки для труб из легированной стали ограничено.

Газопламенную резку труб выполняют вручную с помощью приспособлений и на специальных станках. Ручную резку осуществляют по разметке ручными ацетилено-кислородными, бензино- и керосино-кислородными резаками. Это весьма трудоемкий процесс, требующий высокой квалификации резчика. При ручной резке кромки труб и деталей получаются неровными, форма и углы фасок под сварку неправильными, в результате чего соединяемые трубы и детали плохо сопрягаются. После ручной резки требуется доводка кромки до требуемой формы и размеров. Доводку производят пневматическими зубилами, шлифовальными машинками и опиловкой напильником.

Более рациональна и эффективна машинная газопламенная резка с помощью специальных полуавтоматических приспособлений или станков. Особенностью таких приспособлений является простота конструкций, обслуживания и небольшой вес, вследствие чего они могут быть применены не только в стационарных, но и в монтажных условиях.

Для резки труб под прямым углом со снятием фаски под сварку используют труборезы ГРВ-2 и «Спутник».

Трубореz ГРВ-2 (рис. 39) предназначен для резки труб диаметром от 108 до 450 *мм* с толщиной стенки до 38 *мм*. Трубореz закрепляют непосредственно на трубе с помощью цепи. Четырехколесная каретка перемещает укрепленный на ней резак вокруг обрабатывамой трубы с помощью червячной передачи, вращаемой вручную за рукоятку. Цепь состоит из двух ветвей, соединенных между собой распорками. Натяжение или ослабление цепи осуществляется эксцентриковым устройством.

Машина «Спутник» предназначена для резки труб диаметром от 194 до 1100 *мм*. Конструкция ее аналогична конструкции трубореза ГРВ-2, но вместо ручного привода она имеет электрический, что облегчает работу и повышает производительность труда.

На трубозаготовительных базах и заводах для газопламенной резки труб применяют преимущественно стационарные станки. На рис. 40 показан станок для газопламенной резки труб с условным проходом от 89 до 529 *мм* на патрубки длиной от 150 до

4000 *мм* под прямым углом с одновременным снятием фаски под сварку.

Станок работает следующим образом. К ведущим роликам *1* фрикционного вращателя *2* разрезаемая труба прижимается верхним роликом *4* с помощью пневмоцилиндра, что обеспечивает зажим труб разного диаметра без переналадки станка. Подвод и отвод резака *3* к трубе автоматический, так как его подвеска выполнена на одном рычаге с верхним прижимным роликом. Все основные и вспомогательные операции механизированы, в результате чего повышается производительность труда. Управляет станком рабочий-газорезчик с общего пульта.

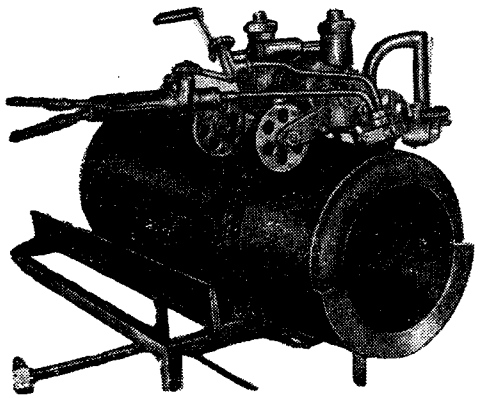


Рис. 39. Переносный труборез ГРВ-2

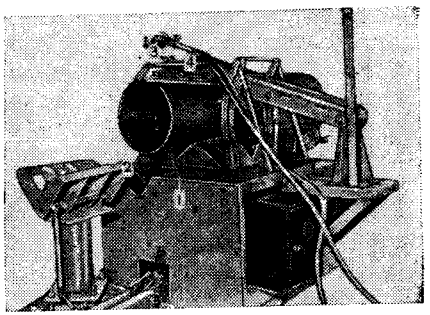


Рис. 40. Станок для газопламенной резки труб на патрубки:
1 — ведущий ролик, *2* — фрикционный вращатель, *3* — резак, *4* — прижимной ролик

При значительном объеме фасонной резки труб диаметром от 108 до 529 *мм* целесообразно применять станок конструкции Н. М. Кудрявцева (рис. 41, *а*). На станке можно резать трубы под прямым углом, секторы сварных отводов, вырезать концы штуцеров под ответвления и отверстия в трубах для проходных и переходных тройниковых соединений без предварительной разметки и последующей механической обработки (рис. 41, *б*). Станок имеет станину *2*, в которой размещен привод кулисы и механизм вращения трубы; узел правой стороны *3* для фасонной резки всех типов соединений труб (кроме вырезки отверстий для переходных ответвлений) и узел левой стороны для вырезки отверстий под переходные ответвления *1*. Труба *6* находится на поддерживающей тележке *7* и при резке вращается, а резак *5* совершает возвратно-поступательное движение. При вырезке отверстий в трубах под ответвления труба неподвижна, а резак вращается вокруг вертикальной оси. Привод станка осуществляется от электродвигателя через конусный вариатор, червячный редуктор и пару цилиндрических шестерен. Труба зажимается в патроне *8* самоцентрирующимися кулачками с приводом от механизма вращения станка. Пульт управления станком расположен на передвижной штанге.

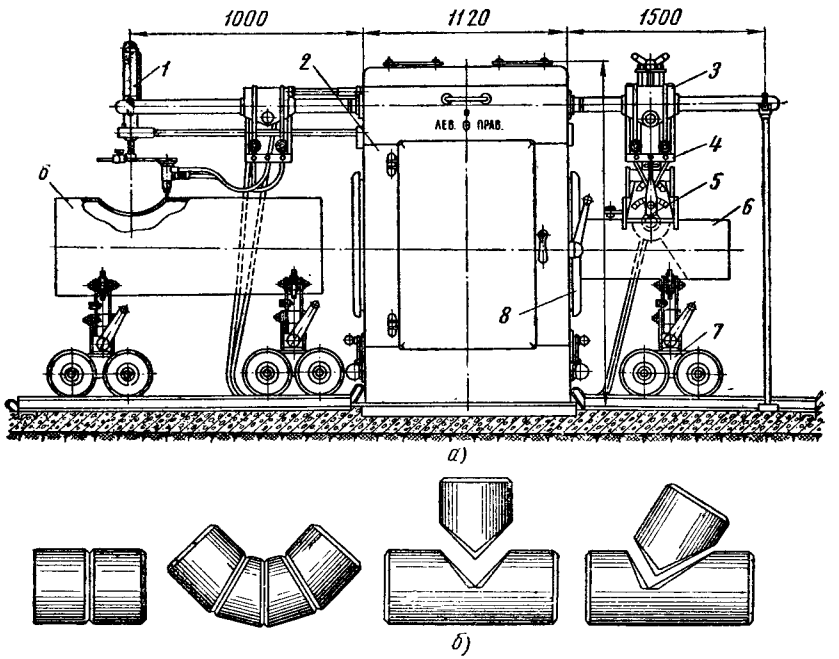


Рис. 41. Общий вид станка для фасонной резки труб (*а*) и виды фасонных резов труб (*б*):
1 — механизм вырезки отверстий, *2* — станина, *3* — механизм фасонной резки, *4* — пульт управления, *5* — резак, *6* — обрабатываемая труба, *7* — тележка, *8* — патрон, *9* — привод

Для вырезки отверстий под штуцера с условным проходом от 50 до 400 *мм* в трубах с условным проходом от 150 до 500 *мм* без предварительной разметки разработана переносная головка ПГР-2 (рис. 42).

Станина головки представляет собой призму, которая устанавливается на поверхности вырезаемой трубы и закрепляется с помощью цепи. На стойке станины имеется реечный механизм установки головки в нужное положение для разных диаметров труб. При вращении рукоятки редуктор головки сообщает резаку вращательное движение с помощью дифференциала и возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении с помощью кривошипного механизма. Кривошипный механизм автоматически обеспечивает требуемый зазор между резаком и

поверхностью вырезаемого в трубе отверстия. Газораспределитель установлен на корпусе редуктора и имеет систему вентилей для регулирования подачи газа и кислорода к резаку. Головка имеет ручной привод, ее обслуживает рабочий-газорезчик. Все основные узлы головки выполнены из алюминиевого сплава, поэтому она легкая (ее вес 10 *кг*), и ее можно использовать в монтажных и стационарных условиях.

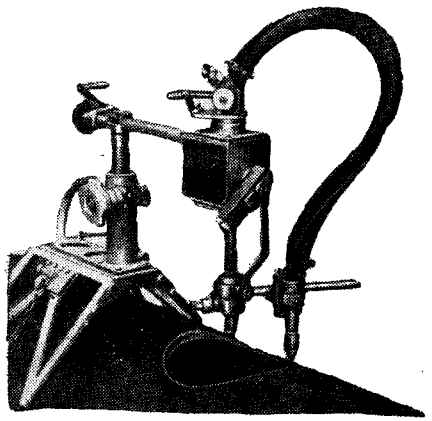


Рис. 42. Переносное приспособление для вырезки отверстий под штуцера с D_y от 50 до 400 *мм* в трубах D_y от 150 до 500 *мм*

Для механической резки труб на трубозаготовительных базах и заводах применяют отрезные, трубоотрезные станки, токарно-винторезные станки, выпускаемые серийно.

При механической резке получается ровный и чистый рез, и дополнительная обработка концов труб под сварку не требуется, снятие фасок на кромках под сварку осуществляется одновременно с резкой трубы.

Трубоотрезные станки обеспечивают резку труб с условным проходом от 10 до 400 *мм*. Эти станки выпускают четырех моделей: 9А151С5, 9152, 9Д153С1 и 9Д157. На этих станках стальные трубы разрезаются двумя отрезными резцами и с наружной поверхности снимаются фаски, а с внутренней заусенцы. Станки оснащены автоматическим упором. При отрезке труб большой длины возможна работа без упора.

На трубозаготовительных базах применяются также трубонарезные станки 9Н14 и 1983М. Данные станки предназначены для резки и обтачивания концов труб диаметром соответственно 30—190 *мм* и 70—290 *мм* и нарезания на них резьбы.

Для резки водогазопроводных и бесшовных труб диаметром от 10 до 76 *мм* гладким диском в условиях трубозаготовительных баз и заводов применяют трубоотрезной механизм ВМС-35 (рис. 43).

Опорой для трубы служат два вращающихся ролика *1*, расположенных параллельно. При резке длинных труб устанавливается выносной роликовый штатив. При резке труба получает вращение непосредственно от режущего диска *2*. После резки торцы труб не требуют снятия фаски под сварку, так как глад-

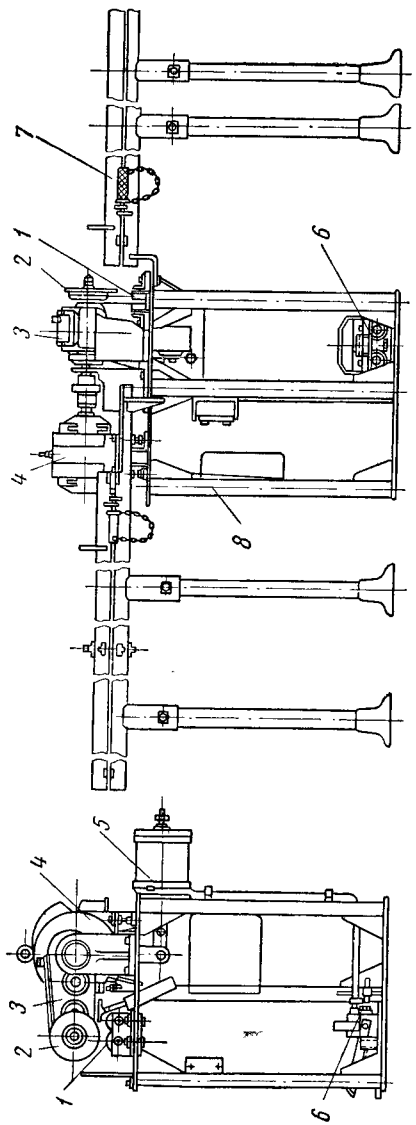


Рис. 43. Трубоотрезной механизм ВМС-35:
1 — опорные ролики, *2* — режущий диск, *3* — качающийся цилиндрический редуктор, *4* — электродвигатель, *5* — пневмоцилиндр, *6* — педаль управления, *7* — защитный кожух для трубы, *8* — станина

кий диск имеет конусную заточку и обеспечивает небольшой угол скоса кромок.

Станок ПДМ-75 (рис. 44) предназначен для резки труб диаметром от 18 до 76 *мм* абразивным диском. Он состоит из качающейся рамы *3*, на которой укреплен абразивный диск *1* диаметром 200 или 300 *мм*, защищенный кожухом. Абразивный диск

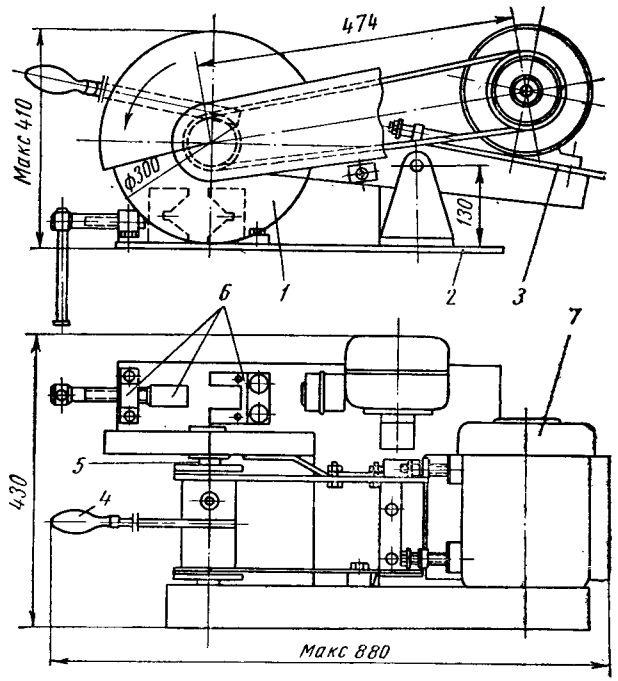


Рис. 44. Станок ПДМ-75:
1 — абразивный диск, *2* — стол, *3* — качающаяся рама, *4* — рукоятка, *5* — шпиндель, *6* — трубный зажим, *7* — электродвигатель

приводится во вращение от электродвигателя *7* через клиноременную передачу шпинделя *5*. Качающаяся рама с абразивным диском и приводом шарнирно связана со стойкой стола *2*, на котором трубным зажимом *6* закрепляется отрезаемая труба. При резке, нажимая на рукоятку *4* качающейся рамы, осуществляют поперечную подачу режущего диска.

Для механической резки труб в монтажных условиях, в особенности для резки труб из легированной стали, широко применяют переносные труборезы. Как правило, они имеют небольшие габариты, что позволяет применять их на монтаже в стесненных условиях. Несмотря на многообразие их конструкций, все

труборезы в основном состоят из следующих узлов: корпуса, планшайбы, суппортов с резцами и механизмов для крепления станка на трубе, передачи вращения на планшайбу и управления суппортами (механизма подачи). Привод осуществляется от электро- или пневмосверлилки, а в некоторых случаях — от электродвигателя. С помощью труборезов можно разрезать трубы под прямым углом, снимать фаски под сварку, а также вырезать дефектные стыки на трубопроводах.

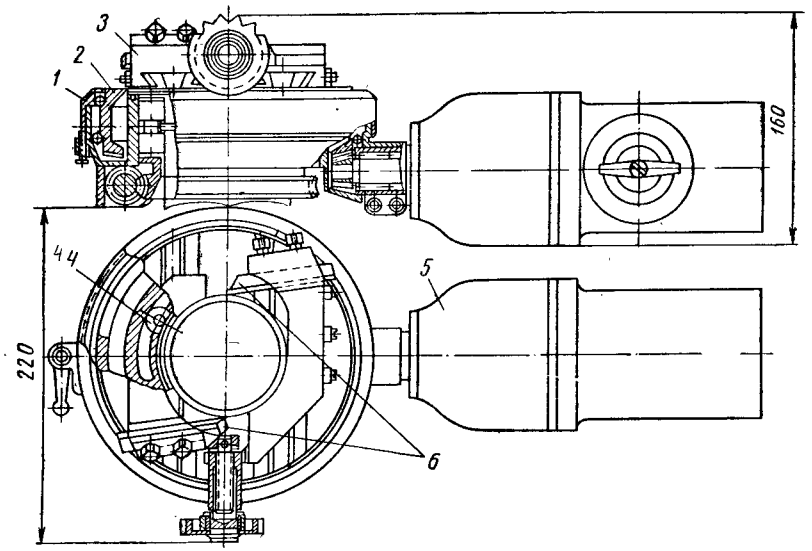


Рис. 45. Переносной труборез типа ПТА:
1 — корпус, *2* — планшайба, *3* — суппорт с резцами, *4* — механизм крепления на трубе, *5* — привод, *6* — резцы

Труборезы переносные неразъемной конструкции (рис. 45) ПТА-42-32, ПТА-60-51, ПТА-83-76 и ПТА-108-89 (цифры указывают предельные диаметры перерезаемых труб) надеваются на трубу с обрезаемого конца.

Для перерезки труб диаметром от 133 до 299 *мм* и 550 *мм* применяют переносные труборезные станки 2Т-194, 2Т-299, Т-299 (рис. 46), Т-550.

Помимо отрезки труб и снятия фасок на этих станках можно обтачивать наружную и внутреннюю поверхности трубы на длину до 50 *мм*. Станки типа Т имеют разъемную конструкцию, что позволяет устанавливать их в любом месте трубы, типа 2Т — неразъемную; их устанавливают на трубу с торца.

Кроме вышеприведенных трубоотрезных станков и приспособлений в практике трубозаготовительных баз и заводов широко применяются различные конструкции труборезов, изготовленные

новаторами производства. В перспективе большое применение найдет механизированный (электрический и пневматический) инструмент для резки труб абразивами в виде эластичных дисков. Резка таким инструментом дает очень точный и чистый рез.

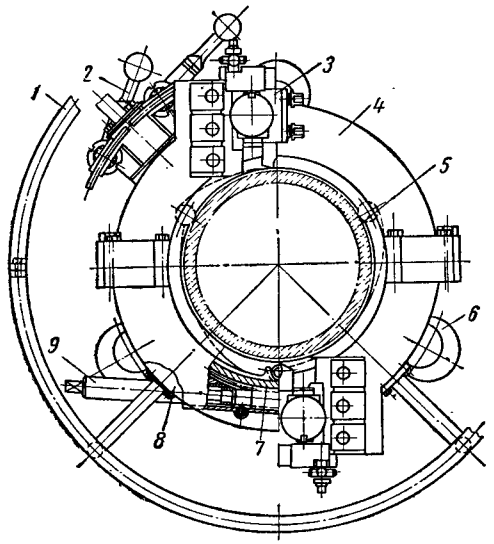


Рис. 46. Переносной труборез Т-299:
1 — ограждение, *2* — механизм управления суппортом, *3* — суппорт с резцом, *4* — планшайба, *5* — механизм зажима станка на трубе, *7* — сепаратор, *8* — корпус, *9* — червяк

1. Укажите основные преимущества и недостатки газопламенной и механической резки труб.
2. Какие приспособления и станки применяют для газопламенной резки труб, в чем их преимущества и недостатки?
3. Какие приспособления и станки используют для механической резки труб?

§ 28. Отбортовка концов труб, штуцеров и отверстий

Отбортовку труб и патрубков для разъемных соединений трубопровода со свободными фланцами осуществляют на токарных, трубонарезных станках или на прессах путем штамповки.

Сущность процесса отбортовки на токарных и трубонарезных станках заключается в том, что отбортовываемую трубу закрепляют на оправке в патроне станка, а пуансон-развальцовку (давильник) закрепляют в резцедержателе суппорта. В процессе отбортовки труба вращается. Для снижения усилий отбортовку в большинстве случаев выполняют при нагреве концов труб газовыми горелками или токами высокой частоты.

Отбортовку концов труб целесообразно осуществлять при централизованном изготовлении узлов трубопроводов непосредственно в условиях трубозаготовительного цеха.

Отбортованные патрубки (укороченные) изготовляют на специализированных заводах из круглой листовой заготовки путем вырезки отверстия и его отбортовки.

Отбортовку отверстий в трубах для приварки штуцеров тройниковых соединений выполняют с помощью винтовых или гидравлических приспособлений (рис. 47). Отбортовку отверстий в трубах под штуцера рекомендуется осуществлять при соотношении наружных диаметров штуцера и трубы 0,8 и менее. При отбортовке штуцеров в трубах сначала вырезают отверстие диаметром около $^1/_3$ внутреннего диаметра штуцера (часто делают овальное отверстие), затем в трубу устанавливают конусный пуансон и соединяют его с тягой. После этого место отбортовки подогревают до 950—1000° С газовыми горелками. Вращением ходового винта или подачей давления в гидродомкрат протягивают пуансон через отверстие, не прерывая подогрева. Отбортовку заканчивают при температуре не ниже 700° С (темно-вишневый цвет). Нагревать надо участок, представляющий собой площадь круга диаметром, равным 1,5 диаметра штуцера.

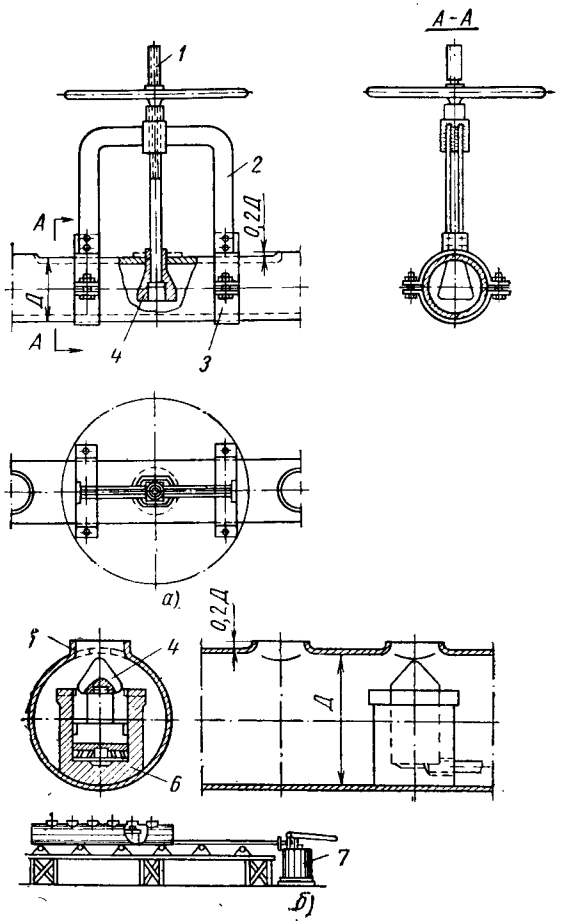


Рис. 47. Приспособления для отбортовки отверстий в трубах под штуцера:
а — винтовое, *б* — гидравлическое; *1* — винт, *2* — скоба, *3* — хомут, *4* — конусный пуансон, *5* — отбортованный штуцер, *6* — гидравлический домкрат, *7* — насос

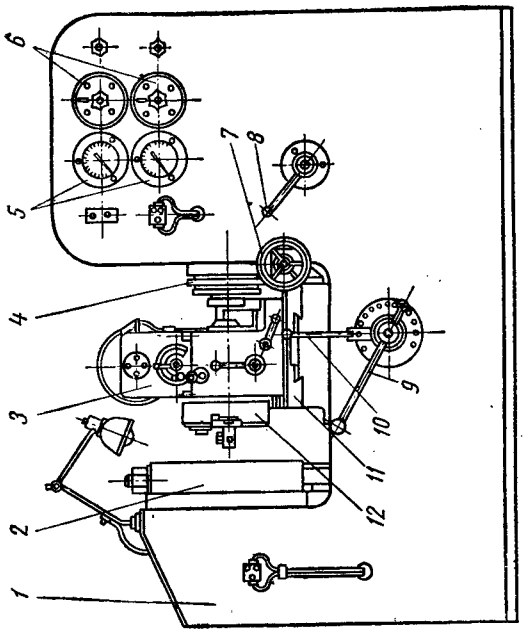


Рис. 49. Гидравлический пресс ПГ-50:
1 — станина, *2* — зажимное устройство, *3* — подрезное устройство, *4* — нажимное устройство, *5* — приборы, *6* — регуляторы давления, *7* — маховик управления подрезным устройством, *8, 9, 10* — рукоятки управления нажимным устройством, *11* — поперечные направляющие, *12* — планшайба

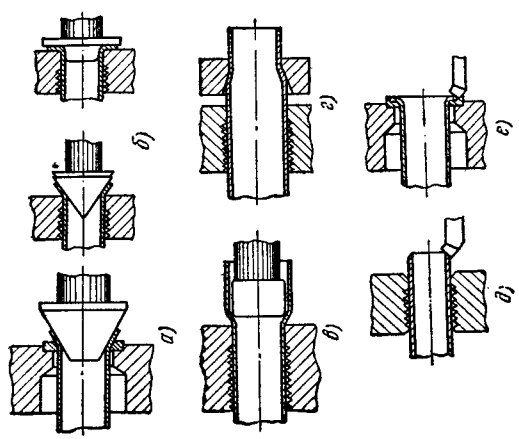


Рис. 48. Примеры операций, выполняемых на прессах ПГ-25, ПГ-50 и ПГ-100:
а — отбортовка конца трубы по фланцу, *б* — отбортовка конца трубы под свободный фланец (две операции), *в* — раздача конца трубы под переходное соединение, *г* — обжим конца трубы под переходное соединение, *д* — обработка конца трубы под сварку, *е* — проточка уплотнительной поверхности на фланце и отбортованной трубе

Сменный пуансон подбирают в зависимости от требуемого внутреннего диаметра отбортованного штуцера. Кромку штуцера после отбортовки обрабатывают под сварку.

На многих судостроительных заводах отбортовку концов труб диаметром 14—300 *мм* под свободные фланцы, а также обжатие и раздачу концов труб под переходные соединения выполняют на специальных прессах ПГ-25, ПГ-50 и ПГ-100 с давлением рабочего плунжера соответственно 25, 50 и 100 *тс*. На данных прессах можно выполнять отбортовку концов труб по фаске приваренного фланца или упорного кольца (рис. 48, *а*), отбортовку концов стальных, медных, алюминиевых труб под свободные фланцы (рис. 48, *б*); раздачу (рис. 48, *в*) и обжатие (рис. 47, *г*) концов труб под переходные соединения; подрезку торца труб под сварку встык (рис. 48, *д*); проточку привалочной поверхности и уплотнительных канавок на фланцах и опорных кольцах (рис. 48, *е*).

На рис. 49 приведен общий вид гидравлического пресса ПГ-50. В зависимости от характера выполняемой операции на прессе в хвостовике плунжера нажимного устройства *4* устанавливают необходимый сменный инструмент. Подрезное устройство *3* с резцом, закрепленным в планшайбе *12*, установлено в поперечных направляющих *11*.

1. Как производится отбортовка отверстий в трубах?
2. Для чего нужна отбортовка концов труб и патрубков?
3. Как осуществляется отбортовка концов труб и патрубков?
4. Расскажите об устройстве приспособлений для отбортовки отверстий.

§ 29. Нарезание и накатывание резьбы на трубах

В технологических трубопроводах резьбовые соединения имеют ограниченное применение; их используют главным образом при прокладке систем густой смазки прокатных станов, коммуникаций контроля и автоматики, а также при монтаже обвязочных трубопроводов высокого давления условным диаметром от 6 до 200 *мм*.

В технологических трубопроводах наиболее распространены следующие виды резьбы: метрическая с крупным и мелким шагом; трубная цилиндрическая; трубная коническая. Метрическую резьбу с крупным шагом применяют для резьбовых соединений труб и деталей высокого давления с фланцами; трубную цилиндрическую для соединений труб (в том числе при соединении водогазопроводных труб диаметром до 150 *мм* с фланцами) арматуры и соединительных частей трубопроводов, работающих под давлением не более 16 *кгс/см²*. Трубная коническая резьба предназначена для соединений труб, к которым предъявляются по-

вышенные требования в отношении плотности (герметичности). Герметичность в этих соединениях достигается за счет плотного прилегания витков резьбы трубы и детали при затяге без уплотняющих материалов. При прокладке коммуникаций контроля и автоматики такую резьбу применяют для условного давления не более 160 *кгс/см*^{2}.

Нарезку труб выполняют на специальных трубонарезных станках или вручную с помощью трубных клуппов (при незначительном объеме работ). Для машинной нарезки цилиндрических и конических резьб на концах труб предназначены трубонарезные станки С-225 и ВМС-2. Диаметр нарезаемой резьбы на этих станках составляет от 14 до 76 *мм*.

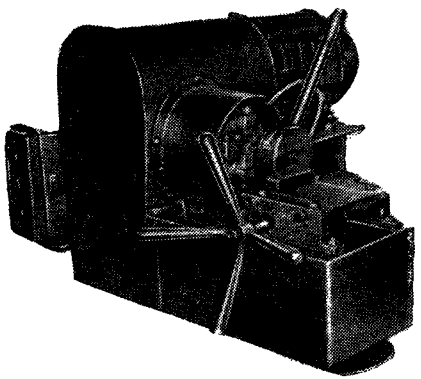


Рис. 50. Станок для нарезки конических трубных резьб

Цилиндрические резьбы нарезают с помощью вращающейся резьбонарезной головки с четырьмя тангенциальными плашками; конические резьбы нарезают плашками специальной конфигурации. Нарезаемую трубу закрепляют в подвижной каретке с ручным зажимом в станке (С-225) или пневматическим (в станке ВМС-2). Для нарезания трубных конических резьб от $^1/_4$ до $^3/_8$″ на трубах преимущественно систем маслосмазки прокатных станов применяют станок, показанный на рис. 50.

Для нарезания резьбы на трубах больших диаметров ($D_н$ до 273 *мм*) могут быть использованы серийные трубонарезные станки 9Н14 и 1983М, применяемые также для обработки труб коммуникаций высокого давления.

Выпускаемые в настоящее время водогазопроводные трубы обладают большим запасом прочности и теоретически могут выдерживать давления, во много раз превышающие испытательные. Однако в результате нарезания резьбы толщина стенки трубы S (рис. 51, *а*) резко уменьшается до S_1 и, следовательно, нарезанный участок трубы становится наиболее слабым. Поэтому более толстая стенка на остальной длине трубы имеет излишние запасы прочности, что, по существу, приводит к перерасходу металла.

В последнее время при изготовлении резьбы на водогазопроводных и электросварных тонкостенных трубах получает все большее применение способ накатывания. Особенность этого способа заключается в том, что резьба входит в стенку

трубы приблизительно на половину своего профиля, а полный профиль получается благодаря выдавливанию части металла из впадин между нитками резьбы (рис. 51, *б*). В результате наружный диаметр резьбы получается несколько больше наружного диаметра трубы, и тем самым значительно увеличивается толщина стенки трубы в месте накатки S_2.

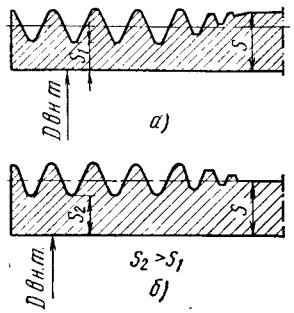


Рис. 51. Трубная резьба, выполненная способом нарезки (*а*) и способом накатывания (*б*)

Для машинного накатывания резьбы и ручного (при ремонтных и монтажных работах) применяются резьбонакатные плашки НПТ. Каждому типоразмеру плашек соответствует определенный размер или диапазон размеров накатываемых резьб. Плашки бесступенчато и точно можно регулировать в большом диапазоне, что обеспечивает получение требуемых классов точности резьбы при различных материалах. Для накатывания плашками НПТ на трубах резьбы от $^1/_2$″ и до 2″ применяются легкие и быстроходные полуавтоматические станки ВМС-5.

1. В чем основное различие между нарезанием и накатыванием резьбы на трубах?
2. Какие инструменты и механизмы применяют для нарезания и накатывания резьбы на трубах?
3. В чем преимущества накатывания резьб перед нарезанием?

§ 30. Оребрение труб

Оребрение труб требуется при изготовлении деталей трубопроводов крупных холодильных камер и охлаждающих приборов. Оребрение увеличивает наружную поверхность трубы, благодаря чему повышается коэффициент холодоотдачи трубопровода при прохождении по нему хладагента. Кроме того, использование оребренных труб вместо обычных гладких снижает расход стальных труб почти в четыре раза, расход металла в два раза.

Процесс оребрения труб заключается в установке и укреплении металлических ребер на поверхности стальных труб; осуществляется он на специальных станках. Станки для оребрения труб можно разбить на две группы: станки для оребрения труб шайбами и стальной лентой.

При оребрении труб шайбами на станке автоматически выполняются подача шайбы на трубу и подготовка следующей шайбы, обжим воротника на трубе, перемещение трубы на заданный шаг вперед и фиксация шага между шайбами.

Производительность станка 10 шайб в минуту.

Станок для оребрения труб стальной лентой (рис. 52) имеет сварную станину *1*, на которой установлен механизм гофрирования *2* ленты и двигатель *6* с редуктором *3*. Выходной вал редуктора с двух сторон связан с планшайбой *4* и приводным роликом механизма гофрирования ленты. Гофрирование ленты осуществляется с помощью двух зубчатых роликов, один из которых является приводным. При оребрении ленту пропускают между

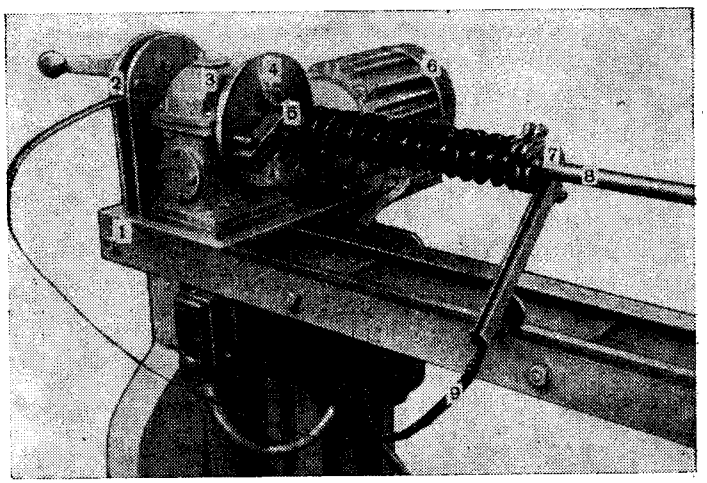


Рис. 52. Станок для оребрения труб стальной лентой:
1 — станина, *2* — механизм гофрирования ленты, *3* — редуктор, *4* — планшайба, *5* — оправка, *6* — электродвигатель, *7* — направляющий поводок, *8* — труба, *9* — гофрированная лента

зубчатыми роликами и она гофрируется с одной стороны. Ее передний конец заводят через направляющий поводок *7* и закрепляют на поверхности трубы *8* электро- или газосваркой. При включении станка лента навивается вокруг трубы с заданным шагом, который обеспечивается поводковым механизмом. Второй конец ленты также закрепляют на трубе с помощью электро- или газосварки.

На рассмотренном станке можно выполнять оребрение труб различных диаметров и с различным шагом навивки. Процесс оребрения труб стальной гофрированной лентой является более производительным (14—22 *м/ч*), чем шайбами.

1. Для чего выполняют оребрение труб?
2. Какие типы станков применяются для оребрения труб?
3. Сравните производительность, оребрения труб шайбами и стальной лентой.

§ 31. Радиусы изгиба труб

Гнутьем труб называется технологический процесс, в результате которого под действием внешних нагрузок изменяется наклон геометрической оси трубы. При этом в металле стенок трубы возникают упругие и упруго-пластические деформации. На внешней части погиба возникают растягивающие напряжения, а на внутренней — сжимающие. В результате этих напряжений наружная по отношению к оси изгиба стенка трубы растягивается, а внутренняя сжимается. В процессе гнутья трубы происходит изменение формы поперечного сечения — начальный кольцевой профиль трубы переходит в овальный. Наибольшая овальность сечения наблюдается в центральной части погиба и уменьшается к началу и концу погиба. Это объясняется тем, что наибольшие растягивающие и сжимающие напряжения при гнутье приходятся на центральную часть погиба. Овальность сечения в месте изгиба не должна превышать: для труб диаметром до 19 *мм* — 15%, для труб диаметром 20 *мм* и более — 12,5%. Овальность сечения Q в процентах определяют по формуле:

$$Q = \frac{D_{макс} - D_{мин}}{D_{ном}} \cdot 100,$$

где $D_{макс.}$, $D_{мин.}$, $D_{ном.}$ — максимальный, минимальный и номинальный наружные диаметры труб в месте изгиба.

Кроме образования овальности при гнутье, особенно тонкостенных труб, на вогнутой части погиба иногда возникают складки (гофры). Овальность и складкообразование отрицательно сказываются на работе трубопровода, так как они уменьшают проходное сечение, увеличивают гидравлическое сопротивление и являются обычно местом засорения и повышенной коррозии трубопровода.

В соответствии с требованиями Госгортехнадзора радиусы изгиба стальных труб, отводов, компенсаторов и других гнутых элементов трубопроводов должны быть не менее следующих величин:

при гнутье с предварительной набивкой песком и с нагревом — не менее $3,5\,D_н$,

при гнутье на трубогибочных станках в холодном состоянии без набивки песком — не менее $4D_н$,

при гнутье с полурифлеными складками (с одной стороны) без набивки песком с нагревом газовыми горелками или в специальных печах — не менее $2,5D_н$,

для крутоизогнутых отводов, изготовленных методом горячей протяжки или штамповки, — не менее одного $D_н$.

Допускается гнутье труб с радиусом изгиба менее указанных в первых трех пунктах, если способ гнутья гарантирует утонение стенки не более чем на 15% толщины, требующейся по расчету.

На трубозаготовительных базах и заводах, а также монтажных площадках применяются следующие основные способы гнутья труб: гнутье в холодном состоянии на трубогибочных станках и приспособлениях, гнутье в горячем состоянии на трубогибочных станках с нагревом в печах или токами высокой частоты, гнутье со складками, гнутье в горячем состоянии с набивкой песком.

Длину трубы L, необходимую для получения гнутого элемента, определяют по формуле:

$$L = 0{,}0175R\alpha + l,$$

где R — радиус изгиба трубы, *мм*;
α — угол изгиба трубы, *град*;
l — прямой участок длиной 100—300 *мм*, необходимый для захвата трубы при гнутье (зависит от конструкции оборудования).

1. Назовите допуски на овальность сечения трубы.
2. Как исчисляется овальность в процентах?
3. Какие радиусы изгиба допускаются требованиями Госгортехнадзора при гнутье труб различными способами?
4. Как определить длину трубы для получения гнутого элемента?

§ 32. Гнутье труб в холодном состоянии

Способ гнутья труб в холодном состоянии получил широкое применение при изготовлении и монтаже технологических трубопроводов с условным проходом до 150 *мм*. При холодном гнутье трубы не нужно набивать песком и нагревать, в результате чего производительность труда по сравнению с горячим гнутьем увеличивается в 3—6 раз. Во избежание сплющивания трубы и потери устойчивости при гнутье в определенном диапазоне диаметров применяют внутренние оправки, имеющие снаружи выемку (ручей) в соответствии с размерами изгибаемой трубы, или их комбинации.

Существует много конструкций станков и приспособлений для гнутья труб в холодном состоянии, но все они могут быть сведены к трем основным типам: на двух опорах, обкаткой роликом и с внутренней оправкой (дорном).

Холодное гнутье путем укладки труб на двух опорах и приложения изгибающего усилия в середине применяют в основном для труб с условным проходом до 100 *мм*, реже свыше 100 *мм*. Опоры должны быть выполнены таким образом, чтобы они могли поворачиваться вокруг своих осей по мере изгибания трубы. Гибочный сегмент в этих устройствах соединяется со штоком гидравлического или винтового домкрата. Станки данного типа, имеющие вид ручных переносных гидравлических трубогибов, удобны при монтажных и ремонтных работах, когда трубы надо гнуть непосредственно на площадке. На станках, работающих по данной схеме, можно производить правку и подгонку под необходимый размер труб, согнутых на других станках, после их термообработки. На подобных станках можно также изгибать трубы в различных плоскостях.

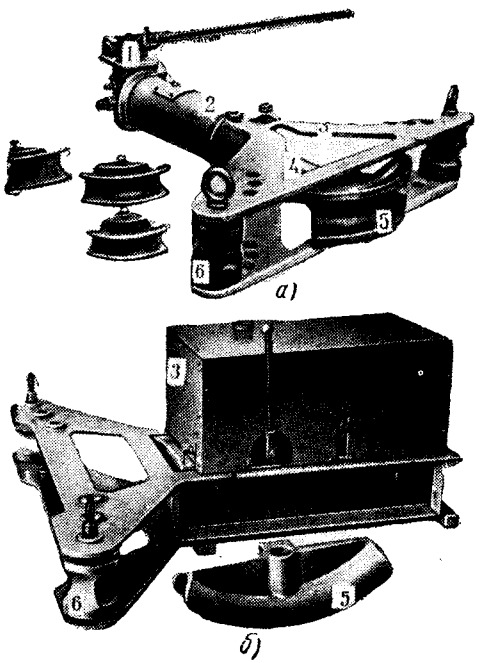


Рис. 53. Гидравлические трубогибочные станки:
а — переносной с ручным приводом — РТГ-2, *б* — стационарный с электроприводом — ТГС-127; *1* — ручной насос, *2* — цилиндр, *3* — корпус, *4* — шток цилиндра, *5* — гибочный сегмент, *6* — поворотная опора

Производительность станков этого типа сравнительно небольшая. Для гнутья труб диаметром от 22 *мм* до 57 *мм* применяют ручной гидравлический трубогиб РТГ-2 (рис. 53, *а*). В стальном корпусе *3* трубогиба имеются гидравлический цилиндр *2* и шток *4*. На одном конце подвижного штока установлен гибочный сегмент *5*. Масло в цилиндр нагнетается ручным насосом *1*. В проушинах корпуса имеются отверстия, в которые устанавливают оси двух поворотных опор *6*. Трубы гнут следующим образом: в зависимости от диаметра изгибаемой трубы устанавливают сегмент и опоры. Трубу укладывают на опоры и покачиванием рукоятки насоса подают масло в цилиндр. Шток цилиндра выдвигается и сегментом гнет трубу. Для возвращения штока в исходное положение имеется пропускной клапан и возвратная пружина. Трубогиб снабжен комплектом гибочных сегментов и опорных роликов для каждого диаметра трубы.

Кроме ручных переносных трубогибов, используют стацио-

нарные трубогибы типа ТГС-127 (рис. 53, *б*), имеющие гидравлический насос с приводом от электродвигателя. Трубогиб ТСГ-127 предназначен для гнутья труб с условным проходом от 70 до 125 *мм*.

Холодное гнутье труб обкаткой роликом применяют для труб с условным проходом до 70 *мм*, когда допускается некоторая овальность сечения.

На рис. 54 показана схема гнутья труб обкаткой роликом. Труба *1* жестко прикрепляется хомутом *2* к неподвижному гибочному ролику *3*, а обкатывающий ролик *4* перемещается по дуге вокруг гибочного сегмента и изгибает трубу. Для получения качественного гиба радиусы ручьев гибочного сегмента и обкатывающего

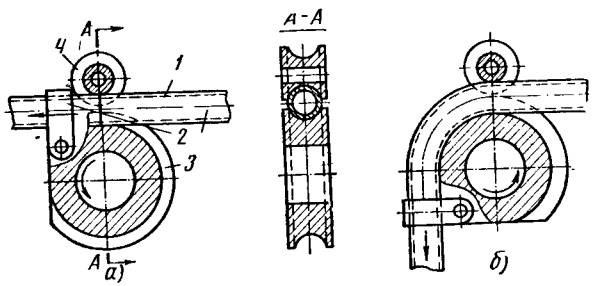


Рис. 54. Схема гнутья труб обкаткой роликом:
а — положение в начале гнутья, *б* — положение в конце гнутья; *1* — изгибаемая труба, *2* — хомут, *3* — гибочный ролик, *4* — обкатывающий ролик

ролика должны точно соответствовать наружному диаметру изгибаемой трубы.

К этой группе относятся трубогибочные станки типа СТВ и ВМС-23. Одноручьевые станки СТВ-1/2, СТВ-3/4 и СТВ-1 предназначены для гнутья труб диаметром до 25 *мм*. Станки имеют скобу, в осях которой установлены гибочный сегмент, обкатывающий ролик и хомут для закрепления трубы. К верстаку станок крепится с помощью болтов. Изгибаемую трубу устанавливают в ручей гибочного сегмента и обкатывающего ролика так, чтобы ее конец вошел в хомут. При вращении скобы обкатывающий ролик огибает трубу вокруг гибочного сегмента на требуемый угол. Приводной трубогибочный четырехручьевой механизм ВМС-23 (рис. 55) предназначен для гнутья труб с условным проходом 15—32 *мм*. Он работает по тому же принципу, что и станки типа СТВ. Изгибаемую трубу заводят в соответствующий ее диаметру ручей между гибочным сегментом *2* и обкатывающим роликом *1* и закрепляют хомутом. При включении электродвигателя *3* обкатывающий ролик обегает вокруг гибочного четырехручьевого сегмента *2* и изгибает трубу.

В процессе гнутья труба приобретает овальную форму и иногда появляются гофры. Во избежание этих недостатков в месте изгиба внутрь трубы вводят оправку (дорн).

Станки с внутренней оправкой широко применяют для гнутья труб диаметром от 57 до 159 *мм*; эти станки обеспечивают высокое качество изгиба (рис. 56): трубу *4* надевают на

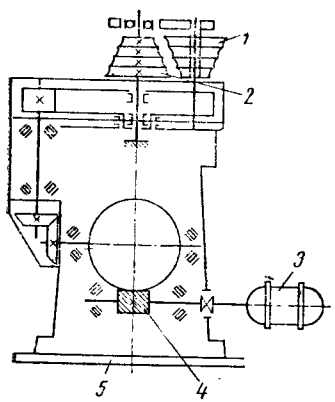


Рис. 55. Схема трубогибочного механизма ВМС-23:
1 — обкатывающий ролик, *2* — гибочный сегмент, *3* — электродвигатель, *4* — червячный редуктор, *5* — станина

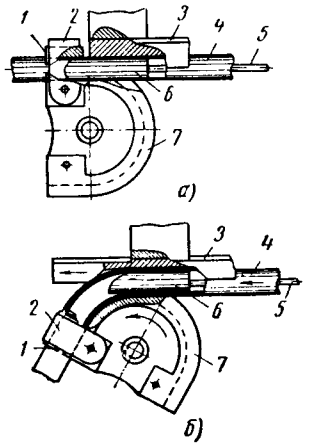


Рис. 56. Схема гнутья труб с внутренней оправкой:
а — положение в начале гнутья, *б* — положение в конце гнутья; *1* — вкладыш, *2* — скоба, *3* — ползун, *4* — изгибаемая труба, *5* — штанга, *6* — внутренняя оправка, *7* — гибочный диск

штангу *5* с внутренней оправкой *6* (дорном), конец трубы зажимают между гибочным диском *7*, имеющим полукольцевую выточку (ручей), и вкладышем *1* с такой же полукольцевой выточкой с помощью скобы *2*. Вкладышем труба прижимается к гибочному диску и прочно удерживается в ручье. Правильное положение трубы относительно гибочного диска обеспечивает ползун *3*. В процессе гнутья диск, поворачиваясь, увлекает за собой трубу, стаскивая ее с внутренней оправки *6*, и труба, прижатая к ползуну за счет силы трения, продвигает его вперед. Внутренняя оправка, которая находится в месте изгиба в процессе всего гнутья, остается неподвижной и предохраняет трубу от образования овальности и гофров. Внутренняя оправка обычно соединяется со штангой *5*, длина которой определяется длиной трубы-заготовки. Для получения качественного гнутья необходимо, чтобы гибочный диск *7*, вкладыш *1* и оправка *6* соответст-

вовали размерам изгибаемой трубы *4*. Радиус гибочного диска подбирают в соответствии с заданным радиусом гнутья. Ручьи в диске и вкладыше должны быть на 1—2 *мм* больше наружного диаметра трубы. По конструкции внутренние оправки могут быть сплошные и составные.

Для гнутья тонкостенных труб наиболее широкое применение получили внутренние оправки ложкообразной формы. Наружный

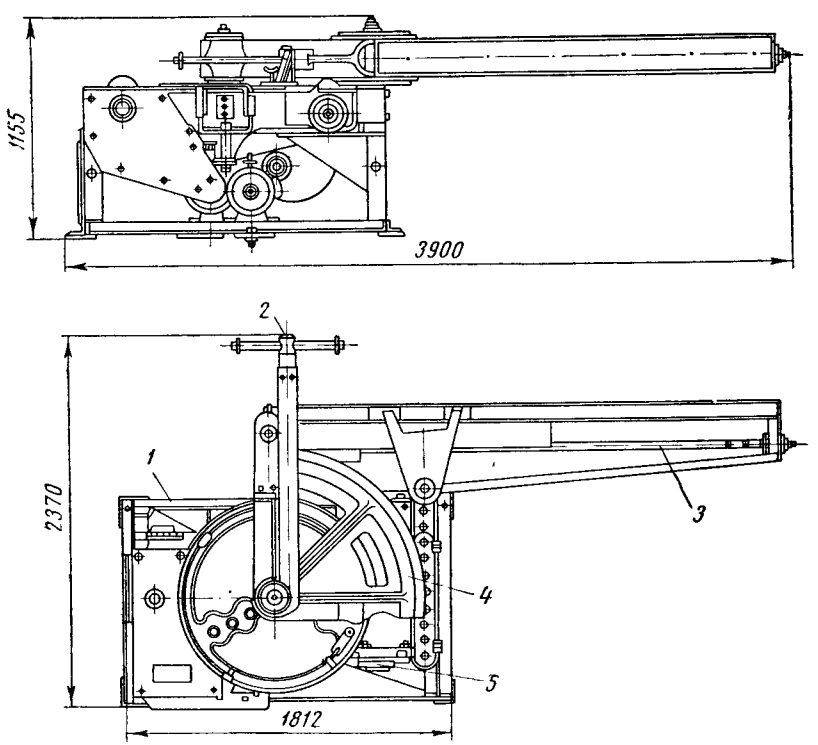


Рис. 57. Станок ТГМ-38-159 для гнутья с внутренней оправкой:
1 — станина, *2* — прижимный винт, *3* — штанга с внутренней оправкой, *4* — гибочный сектор, *5* — привод

диаметр оправки делают меньше внутреннего диаметра трубы на 1—2,5 *мм* (в зависимости от диаметра трубы). Правильную установку оправки определяют опытным путем. Для гнутья труб с внутренней оправкой применяют станки СТД-Т3, ТГМ-38-159 (рис. 57), ГСТМ-21М, УЗТМ и др. Станок ТГМ-38-159 имеет сварную станину *1*, внутри которой расположен привод *5*. На верхнем столе станины закреплен поворотный гибочный сектор *4* с прижимным винтом *2*. С торца станины укреплена штанга *3* с внутренней оправкой. Трубу надевают на штангу с оправкой и

прижимают винтом к гибочному сектору. При включении привода станка гибочный сектор поворачивается на заданный угол и производит гнутье трубы.

Для гнутья в холодном состоянии трубы необходимо предварительно подготовить. Трубы должны быть обязательно отожжены (если отжиг не был выполнен на заводе-изготовителе). Поэтому при заказе труб для холодного гнутья в технических условиях необходимо предусмотреть поставку стальных труб в отожженном состоянии. Поступающие в цех трубы, особенно стальные, перед гнутьем очищают от грязи, окалины и ржавчины.

Существенными недостатками гнутья труб в холодном состоянии являются ограничение радиуса изгиба труб (не менее $3{,}5D_н$), необходимость наличия большого количества сменной оснастки и сложность переналадки оборудования, особенно станков с внутренней оправкой. Для каждого наружного диаметра трубы и радиуса изгиба требуется свой гибочный диск; кроме того, для каждого внутреннего диаметра трубы — 2—3 оправки (с учетом поля допусков на диаметр). В связи с этим необходим строгий подбор сортамента изгибаемых труб по диаметру и толщине стенки, а также по радиусам изгиба.

1. Назовите основные способы гнутья труб в холодном состоянии.
2. Укажите, в чем различие основных способов гнутья труб.
3. Какие приспособления и станки применяют для гнутья труб в холодном состоянии?

§ 33. Гнутье труб в горячем состоянии

Существует три основных способа гнутья труб в горячем состоянии: с нагревом токами высокой частоты; гладкое с наполнителем и гнутье со складками (гофрами) без наполнителя. Два последних способа имеют низкую производительность, высокую трудоемкость и требуют больших производственных площадей, поэтому прибегают к ним в исключительных случаях, когда другие способы невозможны.

В последнее время на трубозаготовительных базах и заводах все более широко осуществляют гнутье труб с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ). Сущность этого способа гнутья заключается в непрерывно-последовательном зональном изгибе небольшого участка трубы, нагреваемого в индукторе под действием быстропеременного электромагнитного поля, создаваемого ТВЧ. Трубу *1* (рис. 58) устанавливают между направляющими роликами *2* и закрепляют в зажимах, которым сообщается продольное перемещение. Труба продвигается через охватывающий кольцевой индуктор *3*, соединенный с трансформатором, который питается от машинного генератора ТВЧ. При прохождении через индуктор отдельные участки трубы (на данном рисунке это участок *4*) последовательно нагреваются до

900—1100° С, т. е. до температуры, при которой металл становится наиболее пластичным. Участок трубы непосредственно за индуктором (это участок *5*), охлаждается водой до 200—300° С из специального кольцевого устройства индуктора. Передний конец трубы упирается в специальный гибочный ролик *6*, под действием которого происходит зональный изгиб. Таким образом, все изгибающее усилие, передаваемое роликом, приводит к деформированию только постепенно перемещающегося небольшого нагретого участка трубы, заключенного между двумя жесткими относительно холодными участками. Благодаря этому предотвращается возможность овальности сечения трубы и образования складок.

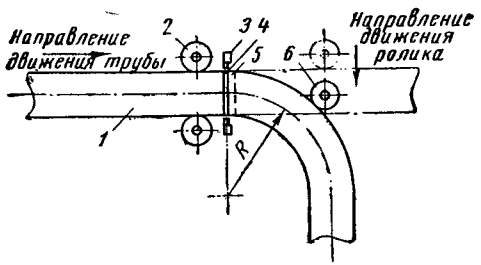


Рис. 58. Схема гнутья труб с нагревом ТВЧ:

1 — изгибаемая труба, *2* — направляющие ролики, *3* — индуктор, *4* — участок нагрева и изгиба трубы, *5* — зона охлаждения трубы, *6* — гибочный ролик

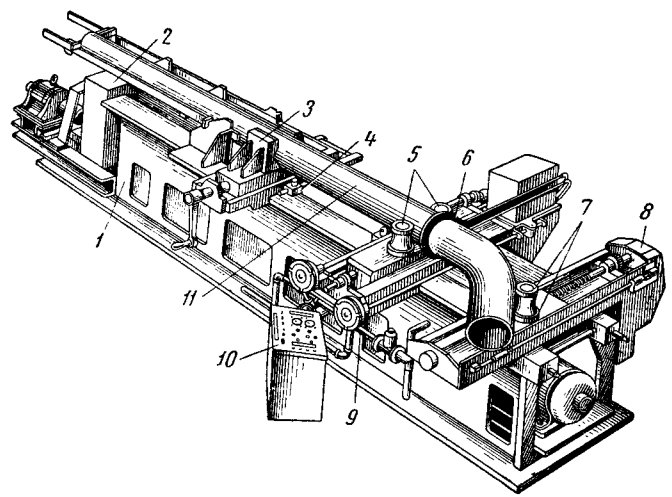


Рис. 59. Станок ТГУ-300 для гнутья труб с нагревом ТВЧ:

1 — станина, *2* — механизм продольной подачи, *3* — каретка зажима, *4* — поддержка, *5* — направляющие ролики, *6* — индуктор, *7* — гибочный ролик, *8* — механизм поперечной подачи, *9* — система охлаждения, *10* — пульт управления, *11* — изгибаемая труба

Станки для гнутья труб с нагревом ТВЧ выпускают двух моделей — 52-012 (средняя модель) для гнутья труб с условным

проходом от 80 до 250 *мм* и 52-013 (большая модель) для гнутья труб с условным проходом от 125 до 400 *мм*, а также станки ТГУ-300 (рис. 59). Этот станок предназначен для гнутья труб с условным проходом от 80 до 250 *мм*. Перед гнутьем трубу устанавливают в зажимах и направляющих роликах *5*. Затем включают генератор: ток высокой частоты подается на индуктор *6* и происходит нагрев кольцевого участка трубы. Механизмом продольной подачи *2* труба перемещается вдоль оси станка, одновременно механизмом поперечной подачи *8* перемещается нажимной ролик *7* и изгибает трубу.

Скорость продольной подачи трубы подбирают опытным путем; она зависит от диаметра и толщины стенки, а также от мощности генератора ТВЧ. Обычно скорость продольной подачи равна 0,3—3 *мм/сек*. Скорость поперечной подачи составляет 0,7 скорости продольной подачи и определяется заданным радиусом изгиба. Питание станка осуществляется от высокочастотной установки МГЗ-102 (для средней модели) или ВГО-250-2500 (для большой модели), которая размещается в отдельном помещении. Мощность установок соответственно равна 100 или 250 *квт*. При толщине стенки труб до 20 *мм* наиболее рациональной является частота тока 2500 *пер/сек*. На станках производится гнутье труб в любой плоскости с радиусом изгиба $3D_н$ и выше. При меньших радиусах изгиба, в частности, $1{,}5D_н$ толщина стенки на внешней образующей получает утонение почти на 25%, т. е. больше допустимой.

Радиус изгиба трубы контролируют шаблоном или радиусоугломером. Изгибать трубы можно на станках с любым радиусом кривизны при углах загиба более 180° без смены оснастки. Способ гнутья труб с нагревом ТВЧ является одним из наиболее эффективных способов изготовления гнутых элементов и узлов, особенно для толстостенных трубопроводов высокого давления и трубопроводов из легированной стали. По сравнению с холодным гнутьем он обладает следующими преимуществами: сокращается время на настройку станка, отпадает необходимость в громоздкой и дорогостоящей сменной оснастке (гибочные диски, вкладыши, оправки), уменьшается величина овальности, возможность образования складок (гофров), создается возможность гнутья труб в разных плоскостях.

Недостаток данного способа заключается в том, что нельзя получить изгибы малых радиусов ($1{,}5\ D_н$ и $2\ D_н$) без утонения стенки; кроме того, требуется большой расход электроэнергии.

Для гладкого гнутья труб в горячем состоянии с наполнителем применяют только чистый речной песок, просушенный и просеянный через сито с ячейками $1{,}5\times$ $\times 1{,}5$ *мм*. Речной песок в отличие от горного не содержит посторонних примесей, которые могут пригореть к внутренним стенкам. Для гнутья оборудуют специальную трубогибочную пло-

щадку, на которой устанавливают: вышку с бункером для набивки труб песком, устройство для нагрева труб (горн или форсунки), гибочную плиту, две лебедки грузоподъемностью по 5 *тс* для гнутья труб и одну лебедку грузоподъемностью 3 *тс* для подъема и перемещения заготовок и гнутых элементов.

Гнутье труб со складками применяют для труб диаметром 200 *мм* и выше с толщиной стенки не более 12 *мм* и только в тех случаях, когда такие гнутые элементы разрешается устанавливать на трубопроводе. Этот способ дешевле и проще, чем гладкое горячее гнутье с наполнителем.

На трубе размечают места складок в виде ромбов в количестве 5—9 в зависимости от диаметра трубы. Размеченные места нагревают газовой горелкой до светло-вишневого цвета, после чего при изгибе выжимается первая складка. Последующие складки получают таким же образом. При гнутье один конец трубы закрепляют зажимом, а второй соединяют через блок с лебедкой.

1. Как гнут трубы с нагревом ТВЧ?
2. В чем заключаются основные преимущества гнутья труб с нагревом ТВЧ?
3. Какие имеются конструкции трубогибочных станков?
4. Укажите недостатки способа гнутья труб с набивкой песком и со складками.

Глава XI. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ТРУБ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

§ 34. Резка и обработка концов труб

Трубы высокого давления изготовляют из сталей марок сталь 20, 15ХФ, 40Х, 15ХМ, 30ХМА, ЭИ-578 и ЭИ-579. Каждая партия труб должна иметь паспорт с приложением сертификата, удостоверяющим соответствие труб требованиям технических условий.

При разрезке труб на несколько патрубков на каждый из них наносят номер партии разрезанной трубы, марку и присвоенный трубе номер с добавлением номера патрубка, а также клеймо организации, производившей заготовку труб. У каждого патрубка проверяют наружный и внутренний диаметр, толщину стенки и поверхность торца (нет ли дефектов — расслоений, трещин, выходов волосовин).

Резьбы для соединений деталей трубопроводов выполняют по классу точности 2а. Все нитки резьбы должны быть полными, чистыми и без срывов, заусенцев и забоин. Нитки с сорванной резьбой бракуют. Проверять резьбу на трубе надо предельными

резьбовыми калибрами или резьбовым микрометром. Расточку и шлифование конической уплотнительной поверхности на торце трубы под углом 20° необходимо выполнять с одной и той же установки трубы на станке после нарезки. Конус проверяют шаблоном. Качество обработки конической поверхности должно соответствовать классу чистоты 8, поэтому после обработки резцом ее шлифуют наждачным полотном и пастой ГОИ.

Готовые трубы полагается транспортировать с навернутыми фланцами и защищенными уплотнительными поверхностями и внутренними полостями.

Трубы из легированных сталей разрезают преимущественно механическим способом (резцом или абразивным диском). Для легированных сталей 10Г2, 15М, 12МХ, 15ХМ допускается применение газопламенной резки. Для сталей Х5М, Х5ВФ и 30ХМА газопламенная резка возможна лишь в исключительных случаях. Перед газопламенной резкой этих сталей и им подобных места реза надо предварительно подогревать до 200—250° С. После резки кромки труб должны медленно охлаждаться. Затем кромки необходимо зачистить переносным шлифовальным кругом на глубину 1—2 *мм* (от максимальной впадины реза) и тщательно проверить, нет ли трещин. При наличии трещин кромки надо зачищать шлифовальным кругом до полного их удаления.

Для аустенитных сталей, например 1Х18Н10Т, Х18Н11Б, Х17Н13М2Т, можно применять кислородно-флюсовую и воздушно-дуговую резку.

Огневые способы резки аустенитных сталей вызывают нагрев металла у кромки, что приводит к неблагоприятным структурным изменениям. Поэтому после такой резки аустенитных сталей с поверхности реза необходимо удалять механическим путем слой металла (2—5 *мм*).

1. В чем заключаются особенности резки труб высокого давления?
2. Расскажите об особенностях нарезки и обработки концов труб.
3. Укажите особенности резки труб из различных легированных сталей.

§ 35. Гнутье труб

Гнутье толстостенных труб для трубопроводов высокого давления производят в холодном и горячем состоянии. Для гнутья отбирают трубы, прошедшие всесторонний контроль и имеющие плюсовой допуск по толщине стенки. Трубы, имеющие сварные стыки, для изготовления гнутых участков не допускаются.

Толстостенные трубы с условным проходом до 40 *мм* рекомендуется гнуть на станках в холодном состоянии, а свыше 40 *мм* — на станках с нагревом токами высокой частоты.

Трубы при соотношении $D_н/S \leqslant 10$ разрешается гнуть в холодном состоянии без внутренних оправок и каких-либо наполните-

лей. При гнутье труб с нагревом ТВЧ при соответствующем регулировании режимов нагрева и охлаждения можно совместить гнутье с термообработкой. Термообработка достигается путем самоотпуска закаленной наружной поверхности труб за счет тепла внутренних слоев толстостенных труб. Радиус изгиба толстостенных труб на станках с нагревом ТВЧ рекомендуется принимать не менее 4 $D_н$.

Независимо от способа гнутья места изгиба трубы должны быть тщательно очищены и осмотрены с помощью лупы с 5—10-кратным увеличением, а также проверены способом магнитной порошковой дефектоскопии. Внутреннюю поверхность в доступных местах проверяют прибором РВП-456. При радиусах изгиба труб менее 5 $D_н$ овальность допускается в пределах 5%, а при радиусах более 5 $D_н$ — в зависимости от диаметра, но не более 5%. Волнистость (гофры) в местах гиба не допускаются. Толщина стенки изогнутой трубы должна составлять не менее 90% от номинальной толщины с учетом минусового отклонения. При обнаружении на поверхности трубы надрывов, мелких трещин и других дефектов трубы бракуют. Принятую после внешнего осмотра изогнутую трубу подвергают повторному гидравлическому испытанию по режиму для прямых труб. Изогнутые трубы, передаваемые для монтажа, должны быть снабжены соответствующей документацией.

Особенностью труб из высоколегированных нержавеющих сталей (Х18Н10Т, Х17Н13М2Т и др.) является их склонность к межкристаллитной коррозии во время длительного нагрева в интервале температур 500—850° С. Поэтому гнутье труб из нержавеющих сталей возможно только в холодном состоянии или с нагревом ТВЧ до 1050—1200° С на станках с последующим охлаждением трубы за индуктором водой без термообработки. При таком режиме процесс гнутья трубы совмещается с их термической обработкой.

Трубы мартенситного (Х5М, Х5ВФ и др.) и перлитного (15ХМ, 30ХМА и др.) класса рекомендуется гнуть на станках с нагревом ТВЧ и последующей термообработкой.

При отрицательных температурах наружного воздуха можно гнуть трубы, заполненные водой и затем замороженные. Для заполнения водой трубу устанавливают наклонно, нижний конец трубы закрывают деревянной пробкой, а верхний оставляют открытым.

При гнутье легированных труб с нагревом ТВЧ индукторы в зависимости от диаметра изгибаемых труб изготовляются с одной или двумя камерами для подачи охлаждающей воды, а также с камерой для подачи инертного газа при нагреве с газовой защитой. Двухкамерный индуктор применяют для нагрева толстостенных труб из нержавеющей стали, так как однокамерный индуктор может расплавиться при высоких температурах нагрева этих труб и медленной продольной подаче трубы через индуктор. В качестве защитного газа используют аргон, азот, углекислый газ. При гнутье труб из нержавеющей стали особое внимание следует обращать на соблюдение температуры нагрева, учитывая, что при понижении температуры нагрева ниже 900° С резко понижается пластичность металла, а это может привести к образованию трещин.

Индуктор относительно трубы рекомендуется устанавливать так, чтобы зазор на внешней стороне погиба был на 2—3 *мм* больше, чем на внутренней стороне погиба, учитывая, что в сжатой зоне приходится прогревать утолщенную стенку.

В тех случаях, когда нет отработанных режимов, трубы из легированных сталей и толстостенных труб следует гнуть после предварительного экспериментального гнутья этих труб с лабораторной проверкой свойств металла согнутых труб. Эти свойства не должны уступать требованиям к исходному металлу трубы до гнутья.

1. Какими способами гнут толстостенные трубы? В чем их особенности?
2. Какие способы применяют для гнутья труб из различных легированных сталей?

Глава XII. ОБРАБОТКА ТРУБ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

§ 36. Обработка труб из цветных металлов

Алюминиевые, медные и латунные трубы и листовой металл для изготовления фасонных деталей трубопроводов обрабатывают механическим способом (на дисковых и ножовочных пилах, трубоотрезных и токарных станках, гильотинных ножницах), а также газоэлектрической резкой в среде защитных газов (аргона или азота).

Гнутье этих труб как в холодном, так и горячем состоянии производят с наполнителем. При горячем гнутье температура нагрева медных труб 850° С, латунных 800° С, алюминиевых 450° С. При горячем гнутье в качестве наполнителя рекомендуется сухой просеянный речной песок. Раднус изгиба труб при гнутье с набивкой песком должен быть не менее 3,5 $D_н$. Для нагрева алюминиевых труб следует пользоваться древесным углем.

При гнутье в холодном состоянии требуется предварительный отжиг. Отжиг медных и латунных труб выполняют в специальных печах при 600—700° С с последующим охлаждением: медных труб — в воде, латунных — на воздухе. Как исключение допускается отжиг мест погибов в горнах или форсунками с обязательным контролем режима.

Трубы из алюминиевого сплава подвергают термической обработке в селитровых ваннах.

Режимы отжига указываются в технических условиях. Алюминиевые трубы необходимо подвергать гнутью не позже, чем через четыре часа после термической обработки.

При гнутье медных и латунных труб в качестве наполнителя применяют также расплавленную канифоль. Радиус изгиба труб в холодном состоянии принимается не менее 4 $D_н$. После холодного гнутья латунные трубы всех марок для снятия остаточных напряжений подвергают низкотемпературному отжигу при температуре 400—450° С с последующим охлаждением на воздухе. После гнутья внутреннюю поверхность труб тщательно очищают от песка и других загрязнений продувкой чистым азотом, а для малых диаметров — протаскиванием пыжа из хлопчатобумажной ткани.

Разъемные соединения трубопроводов из алюминия, меди и латуни выполняют на фланцах, резьбовых муфтах или с применением накидных гаек. Для сохранения толщины стенки трубы часто в местах нарезки резьбы приваривают патрубок одинакового с ней внутреннего диаметра, но с большей толщиной стенки. Для фланцевых соединений, как правило, применяют стальные свободные фланцы на отбортованной трубе или на припаянных бортшайбах. Для труб с условным проходом до 80 *мм* используют бортшайбы, припаянные внахлестку, а для труб больших диаметров — припаянные встык. Отбортовку концов труб под фланцы производят с помощью специальных приспособлений конусным бойком с предварительным нагревом трубы. Конусный боек приводится в движение от пневматического молотка. Отбортовку штуцеров в трубах под ответвление выполняют на приспособлениях, применяемых для стальных труб. Только в этом случае лучше применять винтовой привод, чем гидравлический.

Свинцовые трубы предварительно подвергаются правке. Это связано с невысокой твердостью труб и повреждениями при транспортировании и разматывании (трубы малых диаметров поставляют в бухтах).

Правку выполняют двумя способами — механическим и гидравлическим.

При механическом способе правки через трубу протягивают стальные конические оправки, прикрепленные к тросу. Диаметр оправок должен соответствовать внутреннему диаметру трубы.

Гидравлический способ правки является более производительным. До заполнения водой в оба конца трубы впаивают трубки небольшого диаметра. Воду подают ручным или приводным насосом с давлением от 5 до 10 *кгс/см²* в зависимости от толщины стенки, диаметра трубы и вида вмятин. При гидравлическом способе правки не следует превышать допускаемого давления для трубы во избежание выпучивания ее стенки.

После правки оба конца трубы отрезают. В некоторых случаях при больших вмятинах правку выполняют гидравлическим и механическим способом.

Свинцовые трубы легко можно резать ручной или приводной ножовкой. Отверстия в трубах вырезают газовой горелкой (февкой). В качестве горючего газа используют водород. Горелка состоит из медной трубки с оттянутым на конус концом, в которую через смеситель подают водород и кислород.

Свинцовые трубы диаметром до 75 *мм* гнут с наполнителем, в качестве наполнителя применяют расплавленную канифоль (в зимнее время можно использовать способ замораживания воды, описанный ранее). Гнутье производят без нагрева вокруг шаблона, имеющего необходимый радиус кривизны.

Изогнутые участки труб большего диаметра получают путем изготовления секционных отводов.

Все разъемные соединения на свинцовых трубопроводах выполняют с отбортовкой труб на свободных фланцах. Отбортовку труб производят легкими ударами деревянного молотка. Раструбные соединения труб получают путем раздачи конца оправкой необходимого диаметра.

1. В чем заключаются особенности обработки труб из алюминия, меди и латуни?
2. В чем заключаются особенности обработки свинцовых труб?

§ 37. Обработка труб из пластмасс и стекла

Винипластовые и полиэтиленовые трубы легко поддаются различным видам механической обработки на металлорежущих и деревообрабатывающих станках. В связи с низкой теплопроводностью полиэтилена и винипласта для предотвращения оплавления и деформации трубы механическую обработку следует производить с охлаждением сжатым воздухом места реза. При этом используемый инструмент должен быть хорошо заточен, а процесс резания производиться при небольших подачах и с достаточно высокой скоростью. Труба должна быть жестко закреплена в патроне стакана или в специальном приспособлении во избежание ударов и вибрации при обработке. Резать трубы диаметром до 150 *мм* рекомендуется на станках с дисковой пилой (рис. 60). Станок УСТС-2 имеет сварной корпус, на столе *1* которого укреплен угломер *2* с упором, позволяющий устанавливать разрезаемую трубу под любым углом. Стол станка перемещается в продольном направлении. Резка осуществляется с помощью дисковой пилы *3,* приводимой во вращение от электродвигателя *4.* С боковой стороны корпуса расположено приспособление *5* для торцевания труб после резки. Трубы с условным проходом до 150 *мм* разрезаются диском диаметром 250—300 *мм,* толщиной 1,5 *мм* при шаге зубьев 3—

4 *мм*. При резке труб с условным проходом свыше 150 *мм* применяют переносные приспособления типа УРТ-1 (рис. 61), которые устанавливают на трубы с помощью разъемного кольца *1*. Пила имеет привод от электро- или пневмосверлилки и при резке проворачивается вокруг трубы на 360°. Резка осуществляется вращающейся дисковой пилой *3*.

Кроме того, для резки труб можно применять ленточные пилы, механические и ручные ножовки, мелкозубые плотницкие пилы.

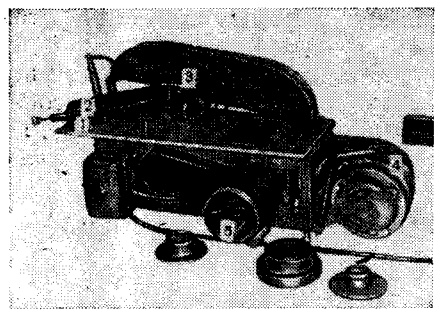


Рис. 60. Станок УСТС-2 для резки пластмассовых труб:
1 — стол, *2* — угломер с упором, *3* — дисковая пила, *4* — электродвигатель, *5* — приспособление для торцевания труб

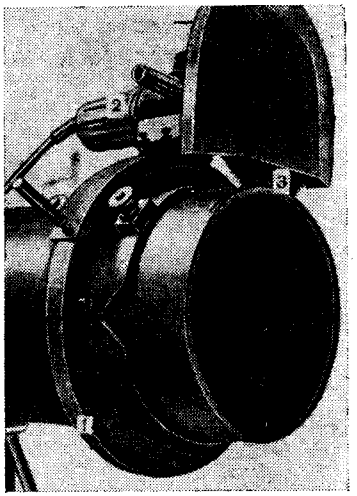


Рис. 61. Переносное приспособление УРТ-1 для резки пластмассовых труб:
1 — разъемное кольцо, *2* — привод пневмосверлилки, *3* — дисковая пила

– Для снятия фасок и обработки торца труб с условным проходом от 150 до 300 *мм* используют ручное приспособление, показанное на рис. 62. Приспособление устанавливают у торца трубы *5* с помощью призмы *2* и ролика *4*. При вращении приспособления вокруг неподвижной трубы ее торец обрабатывается резцом *7*. Данное приспособление легко переналаживается с одного размера трубы на другой. Фаски на трубах меньшего диаметра снимают конусной фрезой или напильником.

Отверстия в пластмассовых трубах сверлят на сверлильных станках. Для получения отверстия диаметром до 50 *мм* рекомендуется применять обычные или перовые сверла. Чтобы получить отверстия больших диаметров, применяют специальные трубные сверла или двухрезцовые головки.

Гнутье труб выполняют в горячем состоянии с температурой нагрева до размягчения 120—130° С. Трубы нагреваются газовыми горелками или воздушными подогревателями в масляных

или глицериновых ваннах или в специальных паровых и электрических нагревательных установках. Для местного нагрева труб диаметром до 150 *мм* могут быть использованы специальные малогабаритные камеры (рис. 63). Нагрев осуществляется от сжигания природного газа, подаваемого в специальную горелку, имеющую вид спирального змеевика. Внутри камеры расположена графитовая труба, которая нагревается от змеевика. Нагреваемую трубу устанавливают внутри камеры на регулируемых опорах.

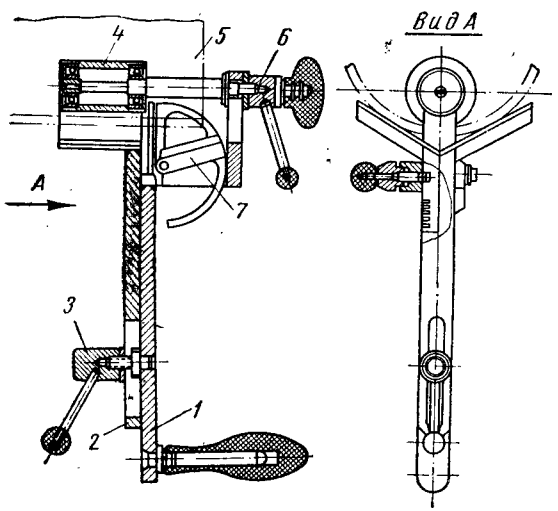


Рис. 62. Приспособление для обработки торцов пластмассовых труб:
1 — рычаг с рукояткой, *2* — призма, *3* — зажимное устройство, *4* — ролик, *5* — обрабатываемая труба, *6* — фиксатор, *7* — резец с поворотным сектором

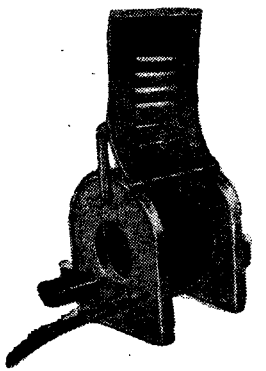


Рис. 63. Камера для нагрева полнэтиленовых или винипластовых труб

При гнутье труб в горячем состоянии с помощью деревянных шаблонов в качестве наполнителя применяют резиновый жгут, гибкий металлический шланг или резиновый шланг, набитый песком. Продолжительность нагрева труб зависит от толщины стенки трубы.

Время нагрева (в минутах) примерно равно удвоенной толщине стенки (в миллиметрах). Наименьший радиус изгиба — 3,5—4 $D_н$. Ввиду большой упругости полиэтилена трубу при гнутье следует перегнуть на 20—25° больше заданного угла.

Для образования буртов на патрубках применяют приспособление, изображенное на рис. 64. Трубу устанавливают в зажим *1* и ее конец нагревают газовой горелкой *3* до требуемой температуры: для полиэтилена низкой плотности до 130—150° С, высокой плотности — до 160—180° С, а для винипласта — до 130—150° С.

После нагрева направляющая гильза *4* с помощью винта и рукоятки *5* прижимается к концу трубы и происходит отбортовка.

Удельное давление при отбортовке составляет 6—9 *кгс/см²* площади поперечного сечения стенок трубы.

Чтобы облегчить процесс нагрева, последующее формование и токарную обработку, в особенности труб диаметром свыше 150 *мм*, отбортовку следует производить на патрубках длиной 150—250 *мм* (в зависимости от их диаметра), используя приспособление, показанное на рис. 65. Нагретый конец патрубка *1* помещают на оправку *2* и прижимают торцом к ее основанию, при этом имеющаяся в оправке

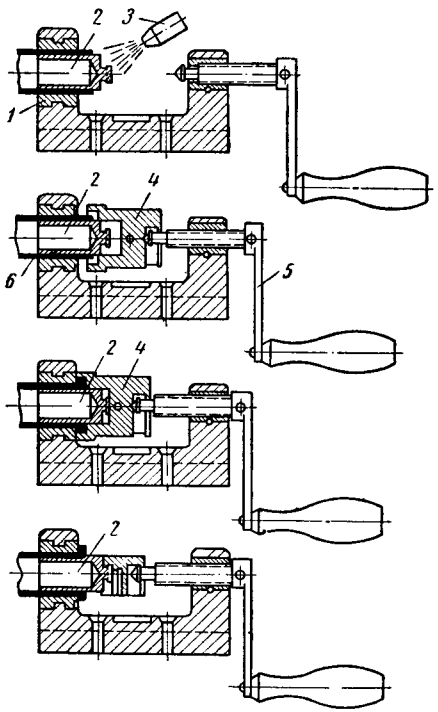


Рис. 64. Приспособление для отбортовки труб диаметром до 150 *мм*:
1 — зажим, *2* — вставная оправка, *3* — нагревательная горелка; *4* — наружная направляющая гильза, *5* — рукоятка, *6* — исходная труба

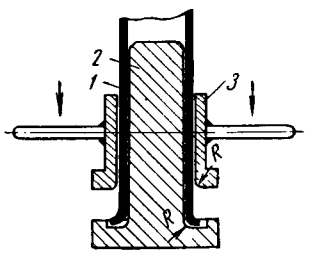


Рис. 65. Приспособление для отбортовки пластмассовых труб диаметром свыше 150 *мм*:
1 — патрубок, *2* — оправка, *3* — обжимная втулка

проточка заполняется размягченной пластмассой. Для калибровки полученной отбортовки на трубу надевают обжимную втулку *3*.

После формования отделывают патрубок с буртом: на токарном станке торцуют плоскости, примыкающие к свободному фланцу и к прокладке. При этом снимают неровности, образовавшиеся вследствие усадки пластмассы при формовании.

Формование концов труб, используемых в раструбных соединениях, также производится с предварительным нагревом. Конец

трубы расширяют с помощью оправки. Наружный диаметр оправки должен быть равен наружному диаметру соединяемых труб.

При использовании раструбных соединений концы трубы необходимо калибровать, чтобы получить требуемые размеры по наружному диаметру трубы и внутреннему диаметру раструба. Тонкостенные трубы калибруют в холодном состоянии, а толстостенные в нагретом. Для калибровки применяют оправки и гильзы.

Фаолитовые трубы хорошо поддаются механической обработке. Их можно разрезать на дисковых пилах, токарных (трубоотрезных) станках или ножовкой. При обработке на токарных станках следует применять резцы с пластинками из твердого сплава ВК-8.

Стеклянные трубы разрезают с помощью стеклореза или путем электронагрева места перереза и последующего быстрого охлаждения.

Нихромовую проволоку диаметром 0,8—1,2 *мм* обертывают вокруг трубы в месте реза и нагревают до ярко-красного цвета через понижающий трансформатор с напряжением на выходных клеммах 12—30 *в* при силе тока 6—10 *а*. Время нагрева проволоки около 2 *мин*. Затем место нагрева охлаждают водой; получается кольцевая трещина, по которой труба раскалывается на две части.

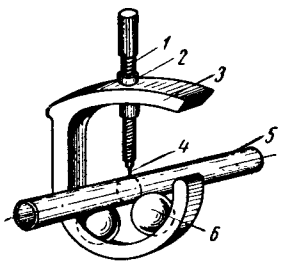


Рис. 66. Труборез для стеклянных труб:
1 — винт, *2* — гайка, *3* — скоба, *4* — алмазный стеклорез, *5* — труба, *6* — поддерживающий шарнк

В монтажных условиях для резки стеклянных труб применяют труборез (рис. 66). Трубу *5* укладывают на поддерживающие шарики *6*, установленные в скобе *3*. В верхней части скобы имеется винт *1* с гайкой *2*; в конце винта закреплен алмазный стеклорез *4*. При резке стеклорез винтом подводят к поверхности трубы и, вращая трубу, наносят кольцевую риску. Затем трубу переламывают.

Стеклянные трубы можно резать также стальными дисками диаметром 200—300 *мм* и толщиной 1,5—2 *мм* или карборундовыми кругами. Скорость вращения дисков 1000—1500 *об/мин*.

После резки труб, особенно электронагревом или труборезом, обрабатывают их торцы: снимают острые края, выступы, вырывы. Обработку (шлифование) торцов осуществляют карборундовым кругом.

Отверстия в стеклянных трубах сверлят с помощью сверл из быстрорежущей стали или с твердосплавными пластинками. При сверлении сверлами из быстрорежущей стали применяют абразивный порошок, а при сверлении сверлами с твердосплавными пластинками для смазки используют керосин.

В условиях трубозаготовительных мастерских гнутье стеклянных труб не выполняют. Готовые гнутые отводы поставляют стекольные заводы.

1. Как производят резку, гнутье и отбортонку труб из полиэтилена и винипласта?
2. Как обрабатывают фаолитовые и стеклянные трубы?

Глава XIII. ПОДГОТОВКА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОКЛАДОК

§ 38. Подготовка и ревизия арматуры

При получении арматуры от заводов-поставщиков проверяют наличие всей заводской технической документации и маркировки. Всю принимаемую для монтажа арматуру подвергают наружному техническому осмотру. Проверяют также сохранность заводской упаковки (особенно наличие заглушек на концах арматуры) и комплектность поставки. Арматуру, не имеющую паспортов, принимают в монтаж только для трубопроводов IV и V категории при условии ее предварительной ревизии (проверки) и испытания. Требования об обязательной ревизии и испытании арматуры указаны в СНиП III-Г. 9—62.

Арматуру трубопроводов I категории независимо от наличия паспорта и срока ее хранения, а также всю арматуру, выдаваемую для монтажа после истечения гарантийного срока, необходимо подвергать гидравлическому испытанию на прочность и плотность. Перед испытанием эту арматуру ревизуют.

Арматуру трубопроводов всех других категорий, устанавливаемую на трубопроводы до истечения гарантийного срока ее хранения, ревизии и испытанию не подвергают. Обязательной ревизии и испытанию подлежит арматура:

предназначенная для установки на кислородопроводы, если нет документа о произведенном обезжиривании. Гидравлическое испытание такой арматуры производят только на плотность;

чугунная с условным проходом до 300 *мм*, а также арматура из винипласта, полиэтилена, фаолита и других неметаллических материалов, вне зависимости от наличия паспорта и срока хранения. Арматуру из неметаллических материалов испытывают на прочность и плотность выборочно — 20% от каждой принимаемой партии.

Арматура, согласно требованиям ГОСТов, должна иметь фланцы с просверленными болтовыми отверстиями.

Ревизию арматуры перед монтажом производят в специальном отделении трубозаготовительного цеха или во временных мастерских на монтажной площадке. В объем работ входят

следующие операции: разборка арматуры (без снятия запорных органов со штоков), очистка, осмотр всех деталей и смазка ходовой части, сборка арматуры с установкой всех прокладок, набивкой сальника и проверкой движения ходовой части. Доводка уплотнительных поверхностей арматуры до норм герметичности в ревизию, как правило, не входит, но когда арматуру получают с неплотным запором, то уплотнительные поверхности шлифуют и притирают.

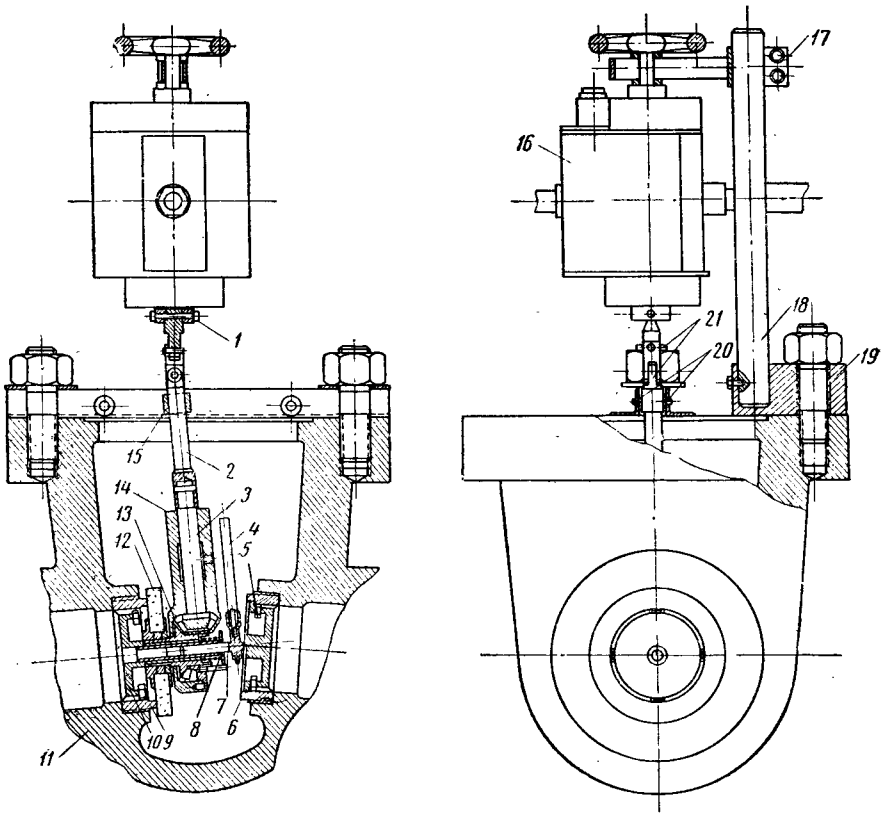


Рис. 67. Приспособление для шлифования уплотнительных поверхностей седла в корпусе задвижки:
1 — болт, *2* — валик, *3* — хвостовик шестерни, *4* — трещотка, *5* — винт, *6* — упорный диск, *7* — винт трещотки, *8* — пружина, *9* — седло, *10* — центрирующая втулка, *11* — корпус вентиля или задвижки, *12* — шлифовальный камень, *13* — шпиндель, *14* — корпус редуктора, *15* — подшипник, *16* — шлифовальная машинка, *17* — кронштейн, *18* — стойка, *19* — прижим, *20* — траверсы, *21* — шарниры

Разбирают и собирают арматуру на специальных столах в удобном для работы положении. Перед разборкой следует наметить кернером или мелом положение каждой детали по отноше-

нию к другой, в частности, положение крышки по отношению к корпусу, крышки сальника к крышке корпуса, тарелки (клапана, золотника) к корпусу и удерживающей их траверсе.

Наиболее частыми повреждениями арматуры являются задиры, царапины, забоины, коррозионный и эрозионный износ на уплотнительных поверхностях седла и клапана, а также эрозионные разрушения места посадки седла в корпусе. Разрушения уплотнительных поверхностей седла и клапана могут быть от тысячных долей миллиметра до нескольких миллиметров. Дефекты небольшой глубины — не более 0,05 *мм* устраняют притиркой, а глубиной от 0,05 до 0,5 *мм* путем шлифования абразивным кругом с последующей притиркой. Дефекты глубиной более 0,5 *мм* устраняют путем предварительной разделки дефектного места и заплавки его с последующей механической обработкой.

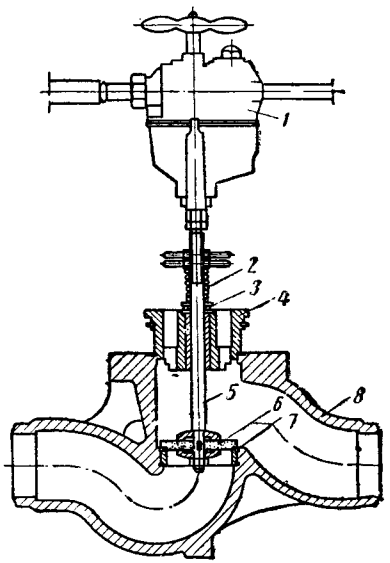


Рис. 68. Приспособление для шлифования уплотнительных поверхностей седла в корпусе вентиля:
1 — пневмошлифовальная машинка, *2* — пружина, *3* — шарикоподшипник, *4* — втулка, *5* — шпиндель, *6* — шлифовальный камень, *7* — седло, *8* — корпус вентиля

На рис. 67 представлено приспособление для шлифования уплотнительной поверхности в корпусе задвижки. Приводом для таких приспособлений могут служить пневматические или электрические шлифовальные машинки *16*. Приспособление имеет разгрузочную пружину *8*, воспринимающую его вес. Это дает возможность легко регулировать усилие нажима при работе. На рис. 68 представлено приспособление для шлифования уплотнительных колец седла в корпусе вентиля. Приводом приспособления служит пневмошлифовальная машинка *1*, в которой укреплен шпиндель *5* со шлифовальным камнем *6*. При шлифовке направляющей для шпинделя является втулка *4*.

Наиболее точная обработка и наилучшая чистота уплотнительных поверхностей арматуры достигается притиркой. Сущность притирки заключается в том, что с обрабатываемой поверхности срезается тончайший слой металла — не более 0,002 *мм*. Для притирки применяют специальный инструмент — притир, воспроизводящий форму обрабатываемой поверхности. Материал притира должен быть мягче материала притираемого

изделия, чтобы зерна абразива, вдавливаясь в притир, могли снимать тончайшие стружки с поверхности. Притиры изготовляют из плотного мелкозернистого чугуна с твердостью по Бринеллю 140—200 единиц.

В процессе притирки происходит либо чисто механическое удаление частиц металла абразивным материалом (абразивные микропорошки типа М), либо механическое воздействие абразивов сочетается с химическим действием вещества, используемого в качестве смазки. К таким веществам относятся олеиновая и стеариновая кислоты, которые входят в состав пасты ГОИ, применяемой в качестве притирочного материала. Пасту ГОИ разводят керосином или бензином. Нажим притира на притираемую поверхность не должен превышать 1,5 *кгс/см²* при грубой притирке, 1 *кгс/см²* — при средней и 0,5 *кгс/см²* — при тонкой. Для грубой притирки используют шлифовальные порошки и микропорошки М28 и М20 и пасты ГОИ темно-зеленого (почти черного) цвета, для средней — микропорошки М14 и М10 и пасты ГОИ зеленого цвета. Окончательную доводку выполняют с применением микропорошков М7 и М5 и пасты ГОИ светло-зеленого цвета.

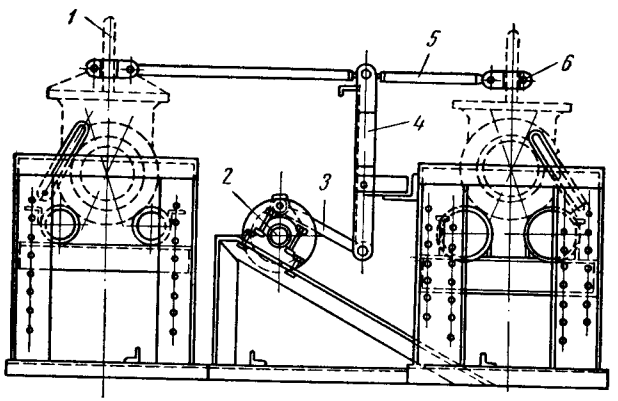


Рис. 69. Станок-стенд для групповой притирки задвижек:
1 — шпиндель задвижек, *2* — коленчатый вал, *3* — шатуны, *4* — коромысло, *5* — тяга, *6* — хомуты

Групповую притирку плашек задвижек выполняют на станках-стендах (рис. 69). Колебательное движение шпинделей *1* задвижек, необходимое для притирки, сообщается им от коленчатого вала *2* привода через шатуны *3*, коромысло *4* и тяги *5* с хомутом *6*. На станке можно притирать одновременно девять задвижек с условным проходом до 150 *мм*.

В настоящее время создан станок для одновременной притирки 3—4 задвижек диаметром до 400 *мм*. Конструкция его аналогична конструкции выше рассмотренного станка.

Конструкция приспособления к вертикально-сверлильному станку для притирки уплотнительных поверхностей в корпусах параллельных задвижек с условным проходом до 150 *мм* показана на рис. 70. Притирочный диск *3*, имеющий диаметр на 10—20 *мм* больше диаметра уплотнительного кольца притираемой задвижки, крепится на оправке *5* в шпинделе *6* станка. Корпус задвижки *4* закрепляется на свободно вращающемся установочном диске *2*, расположенном на опорной плите *1* станка эксцентрично к оси шпинделя, что вызывает вращение корпуса задвижки при вращении притира.

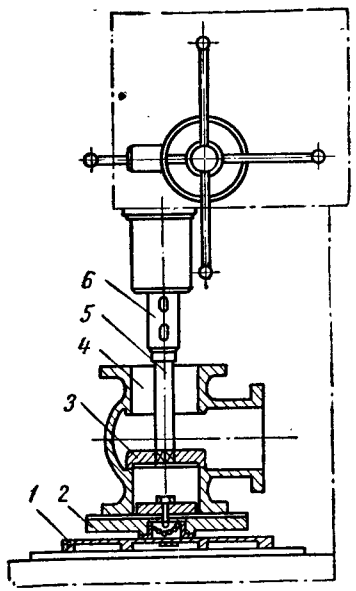


Рис. 70. Приспособление для притирки уплотнительной поверхности корпуса задвижки на сверлильном станке:

1 — плита, *2* — установочный диск, *3* — притирочный диск, *4* — корпус задвижки, *5* — оправка, *6* — шпиндель станка

На рис. 71 показано приспособление к вертикально-сверлильному станку для грубой и средней притирки уплотнительных поверхностей в корпусах арматуры. Приспособление состоит из вертикального валика *4* с приваренной кулисой *3*, которая получает возвратно-вращательное движение от кривошипа *16*, вставленного в шпиндель сверлильного станка. Кривошип *16* имеет палец *14*, снабженный роликом *15*, который входит в прорези кулисы. Валик *4* вращается во втулке *2* трубки *1*, укрепленной с помощью хомутов *17* на пиноли *18* сверлильного станка. Нижним концом валик *4* входит в трубку *10*, к которой крепится с помощью болта *6* сменная головка *8* с чугунным кольцевым притиром *7*. В головке имеются несколько отверстий для подачи растворенного микропорошка или пасты ГОИ. Головка *8* упирается в шаровую поверхность упора *9*, находящегося внутри трубки *10*. Валик *4* сцепляется с трубкой *10* с помощью зубчатой муфты, которая состоит из верхней половины *12* и нижней *11*. При чрезмерном нажатии на притир муфта размыкается и притир остается на месте. Усилие, передаваемое муфте, регулируется гайками *13*, нажимающими через пружину *5* на муфту, и устанавливается заранее в зависимости от требований процесса притирки. Когда пиноль поднимается рукояткой подачи сверлильного станка, муфта расцепляется и валик получает только возвратно-вращательное движение; при опускании пиноли зубцы полумуфты *11* не попадают на прежнее место и притир перемещается по окружности.

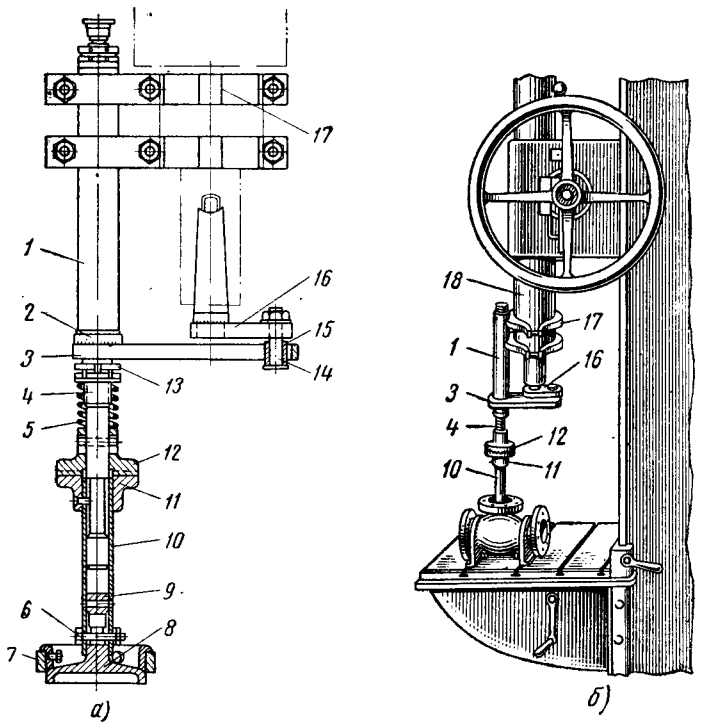


Рис. 71. Приспособление для притирки седла арматуры (*а*) и установка приспособления на станке (*б*):

1 — трубка, *2* — втулка, *3* — кулиса, *4* — валик, *5* — пружина, *6* — болт для крепления сменной головки, *7* — кольцевой притир, *8* — сменная головка для притира, *9* — упор, *10* — трубка, *11*, *12* — нижняя и верхняя половины зубчатой муфты, *13* — гайки натяжения пружины, *14* — палец, *15* — ролик, *16* — кривошип, *17* — хомут, *18* — пиноль сверлильного станка

На рис. 72 показан станок для одновременной притирки нескольких фланцевых или муфтовых пробковых кранов или вентилей. Станок имеет раму *1*, на которой установлен электродвигатель *2*, соединенный с редуктором *3*; редуктор передает вращение диску *4* с эксцентрично расположенным пальцем *5*. На пальце шарнирно закреплен шатун *6*, который соединен другим концом с зубчатой рейкой *7*, сообщающей ей при вращении диска возвратно-поступательное движение. В постоянном

зацеплении с рейкой находятся пять зубчатых колес *8*, соединенных через штоки *9* и муфты *10* со шпинделями *11* кранов (вентилей) *12*. При перемещении рейка поворачивает зубчатые колеса и сообщает связанным с ними шпинделям переменно-вращательное движение. Притираемые краны (или вентили) зажимаются в установленных на раме станка тисках. Тиски состоят из ходового винта со штурвалом *15* и двух подвижных губок *14*. Между корпусами арматуры устанавливаются деревянные прокладки *13*.

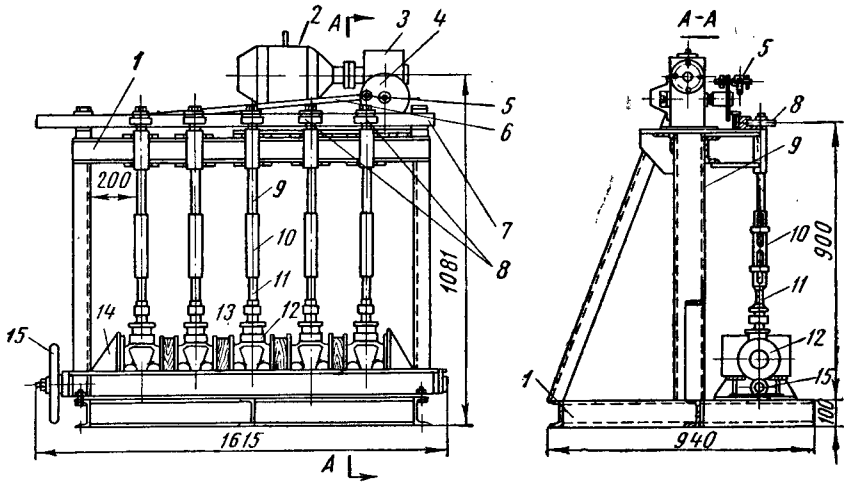


Рис. 72. Станок для групповой притирки пробковых кранов или вентилей: *1* — рама, *2* — электродвигатель, *3* — редуктор, *4* — диск, *5* — палец, *6* — шатун, *7* — рейка, *8* — зубчатые колеса, *9* — штоки, *10* — муфты, *11* — шпиндель кранов или вентилей, *12* — кран или вентиль, *13* — деревянная прокладка, *14* — подвижные губки, *15* — штурвал с ходовым винтом

Плоские уплотнительные поверхности запорных устройств арматуры (уплотнительные кольца, диски, плашки, клапаны) притирают на станке конструкции Н. М. Кудрявцева, показанном на рис. 73. Притирку выполняют на чугунном столе *4*, приводимом во вращение от электродвигателя *2* через зубчатую передачу *3*. Притираемая деталь прижимается к столу острием центра *8*, передвигающегося на поворотном рычаге *6*. Вращающийся стол станка защищен кожухом *5*. Сила нажатия притираемой детали к диску регулируется перемещением груза *7*. При вращении диска притираемую деталь перемещают по нему качанием рукоятки, чем достигается равномерный износ поверхности диска и высокое качество притирки плоскости детали. Корпус станка *1* сварной.

Качество притирки проверяют по отпечатку краски или по рискам (штрихам).

После устранения всех дефектов, проверки технического состояния деталей и величины зазоров в сопрягаемых узлах арматуру собирают. Все допуски и зазоры, расстояния между центрами, величину хода клапана проверяют с помощью точных

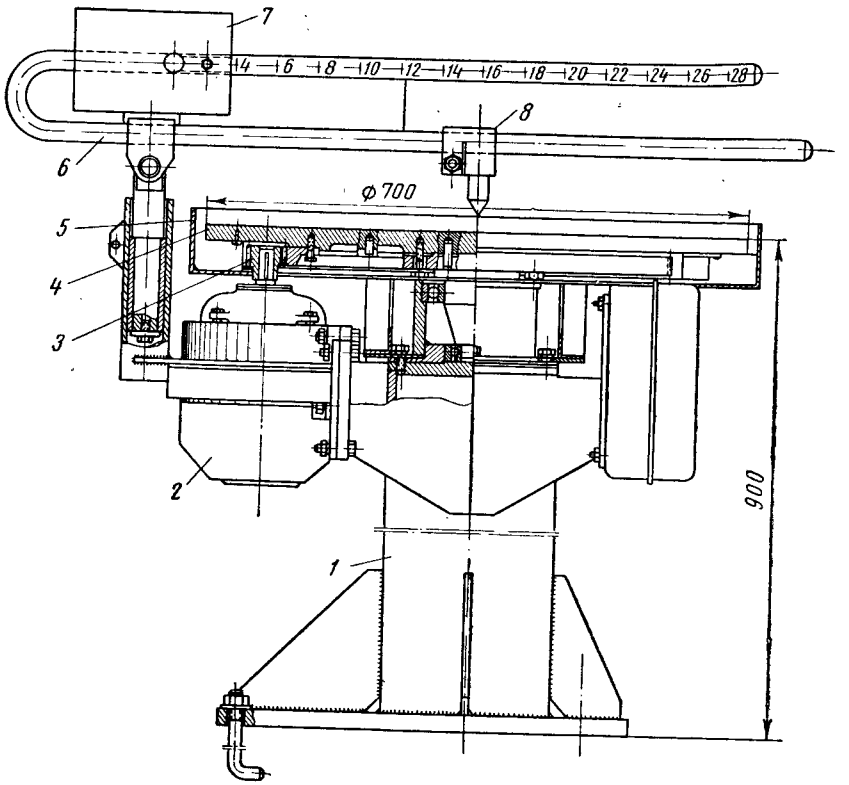


Рис. 73. Станок для притирки плашек и клиньев задвижек: *1* — корпус, *2* — электродвигатель, *3* — зубчатая передача, *4* — вращающийся стол, *5* — защитный кожух, *6* — поворотный рычаг, *7* — передвижной груз, *8* — передвижной центр

линеек, шаблонов и щупов. Порядок сборки — обратный порядку разборки; все детали собирают согласно сделанным при разборке отметкам.

1. Какие основные требования предъявляются к приемке арматуры для монтажа?
2. Как производят разборку и ревизию арматуры?
3. Как притирают уплотнительные поверхности арматуры?
4. Какие приспособления и станки применяют для притирки арматуры? В чем их особенности, преимущества и недостатки?

§ 39. Испытание арматуры

После сборки гидравлическим испытанием производят окончательную проверку качества ремонта арматуры. Величины испытательных давлений при гидравлическом испытании арматуры приведены в табл. 8.

Таблица 8

Нормы давлений при гидравлических испытаниях арматуры

Вид испытания	Материал корпуса арматуры	Величина испытательного давления $P_{пр}$
На прочность корпуса арматуры	Из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов	$P_{пр}=1{,}5\ P_{у}$
	Из пластмасс	$P_{пр}=1{,}25\ P_{раб}$, но не менее 2 *кгс/см²*
На плотность (герметичность) запорного устройства арматуры	Из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов	$P_{пр}=P_{у}$
	Из пластмасс	$P_{пр}=P_{раб}$

Гидравлическое испытание арматуры производят водой с температурой не ниже 20° С. Проверку на прочность производят при полностью открытом клапане. В этом случае под давлением будут находиться весь корпус и крышка арматуры. Перед испытанием корпус и крышку очищают от грязи и насухо вытирают. Чтобы лучше выявить дефекты, корпус и крышку целесообразно окрасить мелом. При испытании на прочность пробное давление поддерживают в течение 10 *мин*, а затем его снижают до рабочего. При рабочем давлении тщательно осматривают корпус арматуры и проверяют плотность (герметичность) запорного устройства.

Длительность выдерживания при рабочем давлении арматуры диаметром 100 *мм* и выше — около 30 *мин*, для арматуры меньших диаметров — 15 *мин*.

Если не обнаружено просачивание воды через металл или отпотевание наружных поверхностей корпуса и крышки, арматура считается выдержавшей испытание. Нормы герметичности при испытании запорного устройства на плотность принимают по ГОСТ 9544—60. Затвор испытывают на плотность при закрытом клапане. В начале испытания удаляют воздух, оставшийся между уплотнительными поверхностями затвора. Для этого при закрытом затворе давление повышают до рабочего, затем затвор 2—3 раза открывают на 0,5—1 *мм* и снова закрывают. После этого испытание проводят в обычном порядке.

Во время испытания нельзя применять рычаги, чтобы увеличить силу прижатия поверхности клапана к седлу. Плотность запорного органа должна быть обеспечена поворотами маховика вручную.

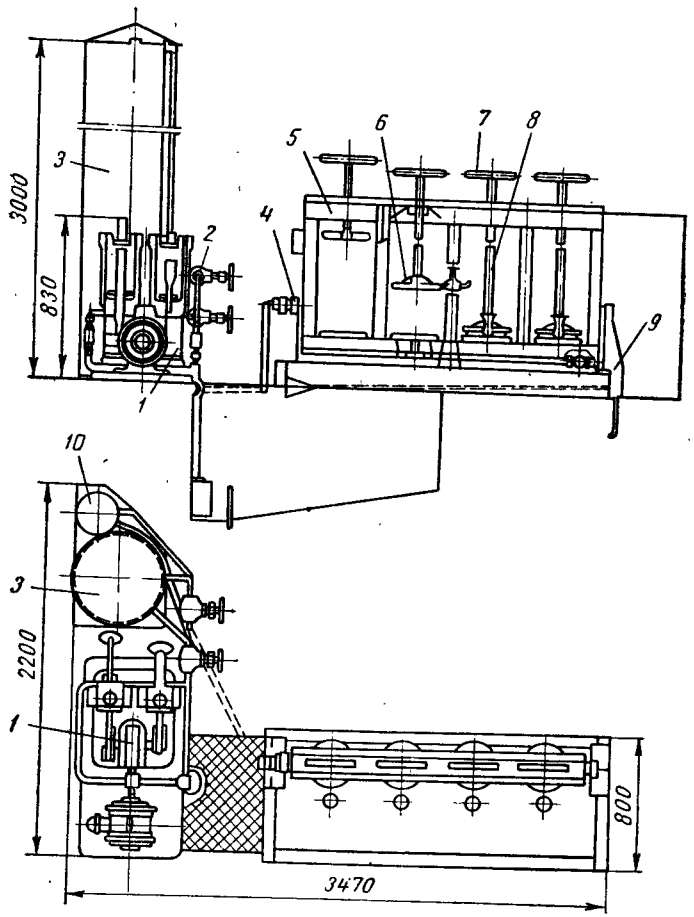


Рис. 74. Стенд для групповой опрессовки арматуры:
1 — насос высокого давления, *2* — вентиль, *3* — резервуар низкого давления, *4* — кронштейн, *5* — поворотная рама, *6* — диск, *7* — нажимной винт, *8* — промежуточная вставка, *9* — корпус стенда, *10* — резервуар высокого давления

После окончания гидравлического испытания из арматуры удаляют воду, продувают ее сжатым воздухом (по возможности — горячим) и насухо протирают корпус, фланцы и шпиндель.

В случае специальных указаний в технических условиях арматуру испытывают воздухом, керосином.

Для испытания арматуры применяют индивидуальные или групповые стенды. Примером группового стенда для гидравлического испытания давлением до 40 *кгс/см²* фланцевых задвижек, вентилей, клапана и кранов диаметром до 150 *мм* является конструкция, показанная на рис. 74. Одновременно на стенде может быть установлено в зависимости от размеров до 16 единиц — по 4 единицы на каждый из четырех дисков *6*. Испытывать можно одновременно меньшее количество арматуры и не на всех дисках. В этом случае для прижима крышки к фланцу арматуры или к нижнему диску между винтом и крышкой устанавливают промежуточную вставку соответствующей длины. Для испытания обратных клапанов и осмотра арматуры в процессе испытания раму *5* стенда поворачивают на 90° (в горизонтальное положение) и опирают на специальный кронштейн *4*. Трубопровод, идущий от резервуаров *3* и *10* (низкого и высокого давления), соединяют с коллектором на раме с помощью сальниковой муфты и пустотелой цапфы, приваренной к раме. Питание стенда осуществляется от насоса высокого давления *1*.

Арматуру, прошедшую ревизию и выдержавшую гидравлическое или иное испытание, регистрируют в журнале испытаний и ревизии. Номер по журналу регистрации выбивают на корпусе или наносят несмываемой краской.

1. Назовите величины испытательных давлений при гидравлическом испытании арматуры из различных материалов.
2. Как производят гидравлическое испытание различных типов арматуры?
3. Расскажите об устройстве стендов для испытаний арматуры.

§ 40. Изготовление прокладок в трубозаготовительных цехах и мастерских

Прокладки для фланцевых соединений трубопроводов обычно изготовляют серийно на специализированных заводах. В некоторых случаях прокладки для фланцевых соединений, а также фасонные прокладки для арматуры (при ревизии) изготовляют в трубозаготовительных цехах и мастерских монтажных организаций. Материал для прокладок выбирают в соответствии с указанием проекта. При изготовлении внутренний диаметр прокладки должен быть равен или чуть больше внутреннего диаметра трубы. По наружному диаметру прокладка должна соприкасаться с болтами.

Чтобы механизировать процесс изготовления круглых прокладок из мягкого материала (картона, паронита, резины) применяют различные приспособления. На рис. 75, *а* показано простое приспособление к сверлильному станку для вырезки прокладок с наружным диаметром до 250 *мм*. Приспособление имеет конусную оправку *3* с центром *4* и линейку *2* с делениями.

По обе стороны от центра на ползушках *1* закреплены дисковые ножи *5*, которые устанавливаются на расстоянии, соответствующем внутреннему и наружному диаметру прокладки. При увеличении длины линейки можно вырезать прокладки большего диаметра.

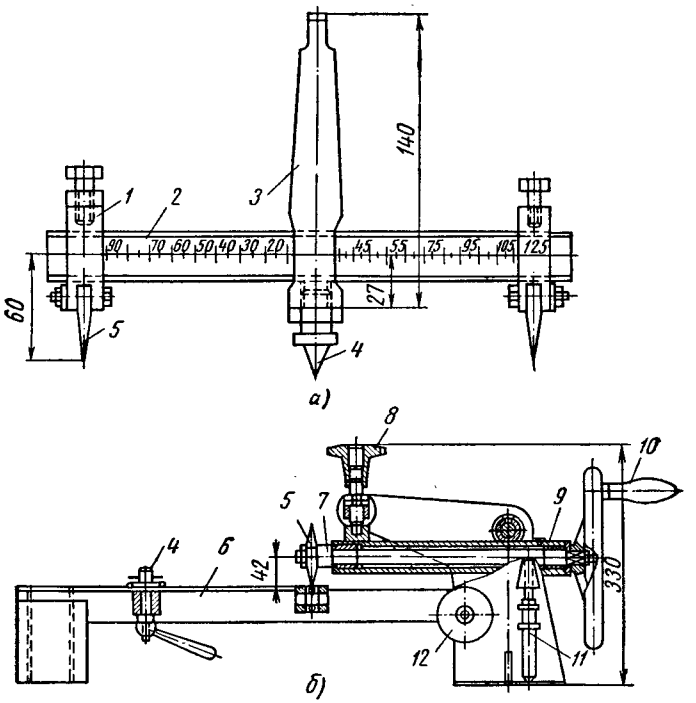


Рис. 75. Приспособление для вырезки прокладок:
а — диаметром до 250 *мм* на сверлильном станке, *б* — диаметром от 80 до 1200 *мм*; *1* — ползушка, *2* — линейка с делениями, *3* — оправка, *4* — центр, *5* — дисковый нож, *6* — рама, *7* — шпиндель, *8* — рукоятка, *9* — корпус шпинделя, *10* — маховичок, *11* — просечка, *12* — рулетка

На рис. 75, *б* показано приспособление для вырезки мягких прокладок наружным диаметром 80—1200 *мм* и толщиной до 3 *мм*. Приспособление состоит из рамы *6*, на которой установлен корпус шпинделя *9*, шпиндель *7* с дисковым ножом *5*. Прокладочный материал, в котором предварительно с помощью просечки *11* пробивают центральное отверстие, закрепляют на передвижном центре *4* (центр устанавливают на необходимый размер с помощью рулетки *12*). Шпиндель вращают вручную маховичком *10*. Вертикальную подачу ножа осуществляют, нажимая рукой на рукоятку *8*.

Для вырезки фасонных прокладок из мягкого материала толщиной до 4 *мм* применяют вибрационные ножницы. Скорость вырезки 5—6 *м/мин*.

1. Назовите размеры внутреннего и наружного диаметров изготовляемых прокладок.
2. Какие конструкции приспособлений применяют для вырезки прокладок?

§ 41. Правила техники безопасности при обработке труб

Обработку труб и подготовку арматуры выполняют на различных металлорежущих станках. Используют большое количество приспособлений и кузнечно-прессового оборудования.

К обслуживанию металлорежущих станков и приспособлений допускаются только специально обученные рабочие, хорошо знающие их устройство и работу. Работающий у станка должен быть одет в спецодежду, аккуратно заправленную и не имеющую свисающих концов; волосы должны быть подобраны под головной убор.

Перед пуском станка или приспособления его надо тщательно осмотреть, проверить наличие кожухов и защитных ограждений. О замеченных неисправностях необходимо сообщить мастеру. Во время работы станков запрещается снимать защитные устройства. Обрабатываемые на станках трубы и детали должны быть точно установлены и надежно закреплены. Необходимо также применять специальные поддерживающие устройства, исключающие самопроизвольное скатывание труб и трубных деталей. Трубообрабатывающие станки должны быть оборудованы трубозажимами, исключающими проворачивание трубы. Места работы с длинномерными вращающимися изделиями должны быть ограждены. При обработке тяжелых изделий для их установки и снятия надо использовать подъемные устройства и приспособления.

Особое внимание надо уделять вопросам техники безопасности при резке труб на станках и приспособлениях с абразивными дисками, а также на заточных станках.

Новые абразивные круги, на которых нет данных о допустимом числе оборотов, а также круги, подвергавшиеся переделке (например, заливке посадочного отверстия свинцом), к работе без предварительных испытаний вращением не допускаются. Испытание вращением производят в течение 15 *мин* при скорости, превышающей рабочую на 50%, в соответствии с ГОСТ 3881—65.

Для обычных обдирочных и точильных станков максимальные допустимые углы раскрытия защитного кожуха составляют 90°, а для тех же станков при необходимости расположения обрабатываемой детали ниже горизонтальной оси круга — 120°. Для переносных станков с гибким валом и станков с качающейся рамой нижняя половина круга может быть раскрыта на 180°.

Во время работы на этих станках рабочий должен стоять сбоку, а не против абразивного диска.

К работе на трубогибочных станках допускаются только прошедшие курс обучения и имеющие удостоверение на право управления данными станками.

Отлучаться от трубогибочных станков во время их работы запрещается.

При съеме и укладке изогнутых труб рекомендуется тщательно следить за положением центра тяжести трубы, так как при подъеме изогнутая труба может развернуться и поранить рабочих.

При работе на трубогибочных станках с нагревом труб токами высокой частоты необходимо прочно закреплять трубы и строго выполнять правила по электробезопасности. Следует учитывать, что систематическое облучение рабочих токами высокой частоты повышает их утомляемость. Чтобы избежать этого в процессе выполнения гибочных операций рабочие не должны находиться близко к индуктору станка. Пульт управления должен находиться на расстоянии не менее чем 3 *м* от станка.

Рабочие, занятые на кузнечных работах, обязаны иметь фартуки из невоспламеняющейся ткани, а работающие у печей должны быть обеспечены очками с темными стеклами.

1. Расскажите о правилах по технике безопасности при механической обработке труб на станках.
2. Назовите правила по технике безопасности при работе с наждачным и абразивным дисками.
3. Какие вы знаете правила по технике безопасности при гнутье труб?

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

Глава XIV. ВИДЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ПОДГОТОВКА

§ 42. Способы сварки трубопроводов и виды сварных соединений

При изготовлении и монтаже технологических трубопроводов наиболее распространенным способом получения неразъемных соединений является сварка. Сваривать трубопроводы можно промышленным способом, обеспечивающим выполнение требований СНиП III-Г.9—62. При этом должны быть максимально использованы автоматические или полуавтоматические способы сварки.

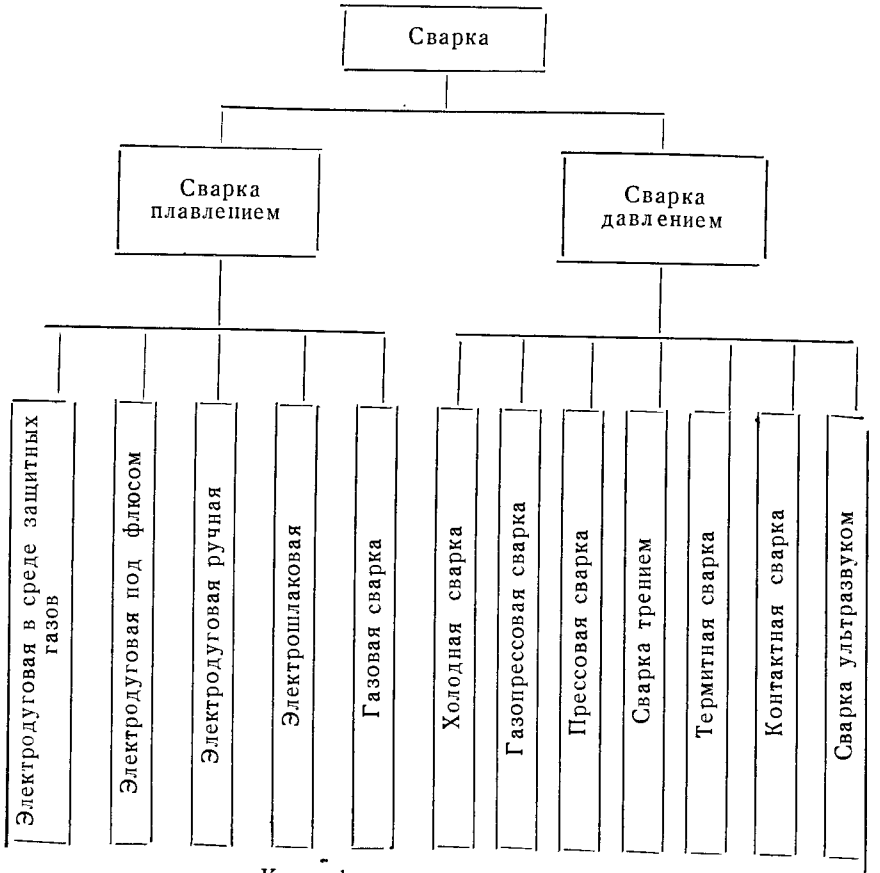
Сварке подвергают металлы, неметаллические материалы — пластмассы, стекло.

Все существующие способы сварки можно разделить на две основные группы: сварка давлением (пластическая) и сварка плавлением.

Основные способы сварки, получившие или получающие в настоящее время широкое применение в народном хозяйстве, приведены в классификации.

При изготовлении и монтаже технологических трубопроводов применяют в основном следующие виды сварки: ручную газовую, ручную электродуговую с помощью металлических электродов, полуавтоматическую и автоматическую электродуговую под слоем флюса, полуавтоматическую и автоматическую электродуговую в среде защитных газов, электроконтактную стыковую. В последнее время внедряется сварка порошковой и голой электродной проволоками, а также стыковая при высокочастотном нагреве (рис. 76).

Наибольшее применение при изготовлении трубопроводов получили способы электродуговой сварки, которые производят на постоянном и переменном токе. При сварке на постоянном токе к изделию присоединяют провод, соединенный с плюсовым



Классификация способов сварки

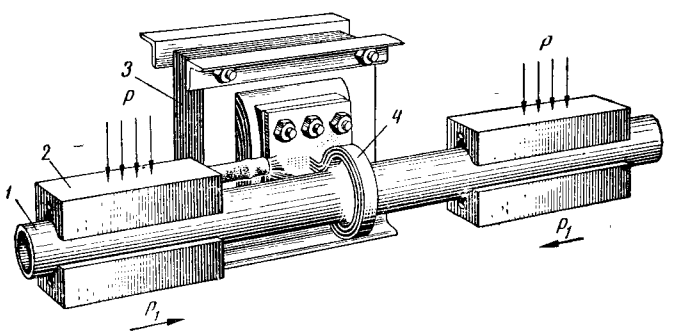


Рис. 76. Принципиальная схема стыковой сварки труб при индукционном нагреве:
1 — труба, *2* — зажим, *3* — трансформатор ТВЧ, *4* — индуктор

полюсом машины, а к электроду — провод от минусового полюса машины. Такое соединение сварочной цепи называется соединением с прямой полярностью. Обратное соединение сварочных проводов — плюс на электроде и минус на изделии называется соединением с обратной полярностью.

Экономически более выгодна сварка на переменном токе вследствие меньшего расхода электроэнергии, меньшей стоимости оборудования и более простого ухода за ними по сравнению с машинами постоянного тока.

При сварке технологических трубопроводов используют различные виды сварных соединений — стыковые, нахлесточные, а

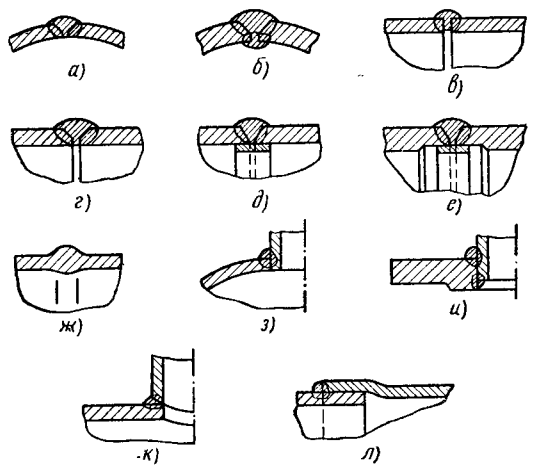


Рис. 77. Виды свариых соединений труб и деталей трубопроводов:

а — стыковое продольное с одностороннм швом, *б* — стыковое продольное с двухстороннм швом, *в* — стыковое поперечное с одиостороиим швом без скоса кромок, *г* — то же со скосом кромок, *д* — стыковое поперечное с подкладным кольцом без расточки, *е* — то же с внутренней расточкой, *ж* — стыковое контактное, *з* — угловое одностороннее без скоса кромок, *и* — угловое двухстороинее без скоса кромок, *к* — угловое одностороннее со скосом кромок, *л* — раструбное нахлесточное

в ряде случаев — угловые (приварка штуцеров, плоских фланцев). На рис. 77 приведены часто применяемые виды сварных соединений труб и деталей трубопроводов.

Благодаря повышенной прочности наибольшее распространение имеет сварное соединение встык. Стыковые соединения могут иметь продольное (рис. 77, *а, б*) и поперечное (рис. 76, *в*—*ж*) расположение шва. Продольные стыки часто выполняют при изготовлении труб и деталей трубопроводов из листа, поперечные стыки — при соединении труб и деталей трубопроводов между собой.

По характеру выполнения сварного соединения швы разделяются на односторонние (рис. 77, *а, в, г*), двухсторонние (рис. 77, *б*), односторонние с подкладным кольцом (рис. 77, *д, е*). Трубопроводы с условным проходом до 500 *мм* сваривают только односторонним швом. Двухсторонний шов, т. е. с подваркой корня шва с внутренней стороны для повышения прочности соединения применяют для трубопроводов с условным проходом 600 *мм* и выше. Ограниченное применение подкладных колец объясняется тем, что они уменьшают проходное сечение трубопровода и вызывают дополнительное гидравлическое сопротивление.

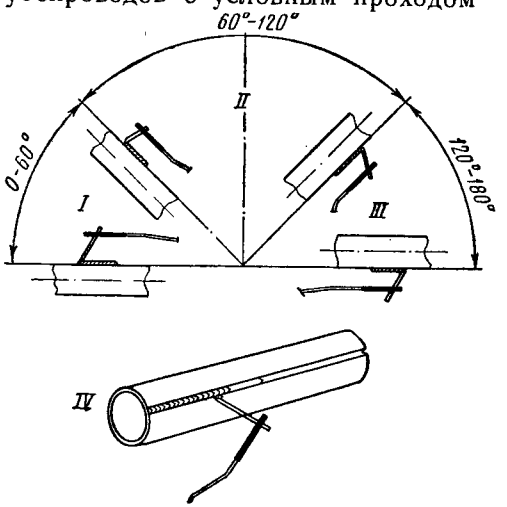


Рис. 78. Положение свариого шва в пространстве:

I — нижнее, *II* — вертнкальиое, *III* — потолочиое, *IV* — горизонтальиое на вертнкальиой плоскости

Угловое сварное соединение без скоса кромок (рис. 77, *з, и*) и со скосом одной кромки (рис. 77, *к*) выполняют при изготовлении сварных деталей трубопроводов, а также при сварке деталей с трубами.

Сварное соединение в раструб — нахлесточное (рис. 77, *л*) является менее прочным, чем стыковое, и требует дополнительного расхода труб, а также необходимости производить предварительную раздачу конца трубы по диаметру. Такое соединение нашло применение в основном при сварке труб из цветных металлов и неметаллических материалов.

В соответствии с положением швов в пространстве различают сварку в нижнем *I* и вертикальном *II* положениях, а также в верхнем потолочном положении *III* (рис. 78). В зависимости от условий выполнения сварочных работ их подразделяют на поворотные и неповоротные.

Большинство поворотных стыков труб и деталей, выполняемых на трубозаготовительных заводах и в мастерских, сваривают наиболее простым и удобным швом в нижнем положении. Сварка неповоротных стыков значительно сложнее и требует высокой квалификации сварщика.

Вне зависимости от способа сварки основными требованиями,

предъявляемыми к сварному шву технологических трубопроводов, являются прочность, пластичность и плотность. Прочность и пластичность металла швов должна быть не ниже, чем у основного металла.

К сварке и прихватке стыков трубопроводов I, II, III и IV категории допускаются сварщики, имеющие удостоверение о сдаче испытаний в соответствии с «Правилами испытания электросварщиков и газосварщиков для допуска их к ответственным сварочным работам», утвержденными Госгортехнадзором.

Номера сварных стыков трубопроводов I и II категории необходимо записывать в журнале сварочных работ. К сварке и прихватке стыков трубопроводов V категории допускаются сварщики без сдачи испытаний по правилам Госгортехнадзора, но успешно выполнившие пробные стыки.

Каждому сварщику выдается клеймо, номер которого он обязан выбивать на расстоянии 30—50 *мм* от стыка.

1. Какие основные виды сварки применяют при трубопроводных работах?
2. Какие основные виды сварных соединений используют при сварке трубопроводов, в чем их особенности?
3. Какие основные требования предъявляют к сварным швам?
4. Какие положения могут иметь сварные швы в пространстве, в чем особенности?

§ 43. Подготовка труб под сварку

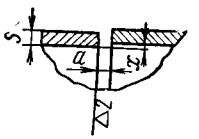
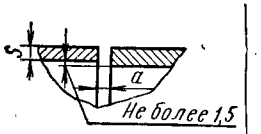
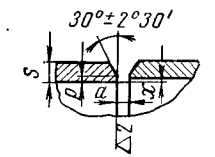
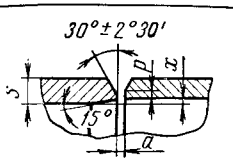
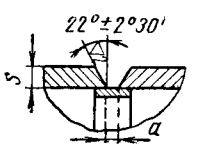
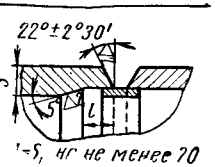
Подготовка труб под сварку включает: резку труб и обработку кромок под сварку согласно чертежам, очистку поверхности свариваемых кромок, центровку стыка.

Разделку концов труб и деталей трубопроводов из углеродистой стали с условным проходом до 100 *кгс/см²* и сборку стыков с зазорами под сварку следует производить в соответствии с требованиями, указанными в табл. 9.

Угол скоса кромок труб проверяют шаблоном в нескольких точках по окружности. Допускаемое отклонение от заданного угла не должно превышать значений, приведенных в табл. 9. Торцы труб должны быть перпендикулярны к ее продольной оси. Проверяют перпендикулярность угольником и линейкой. Отклонения замеряют по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Отклонение от перпендикулярности для труб с условным проходом до 250 *мм* допускается не более 1 *мм*, а с условным проходом более 250 *мм* — 2 *мм*. Нельзя сваривать трубы, кромки которых покрыты ржавчиной, маслом, краской или грязью, так как ухудшается устойчивость горения дуги, появляется пористость и понижается прочность сварного соединения. Очищают кромки и концы труб от ржавчины, окислов и других загрязнений

Таблица 9

Схемы разделки кромок под сварку труб и деталей трубопроводов из углеродистой стали

Особенности соединения	Схемы разделки	Размеры, *мм*: толщина стенки, *S*	зазор *a*	смещение кромок *x* не более	притупление *p*
С равными стенками при $S \leqslant 5$ *мм*		1,5—3,5	1±0,5	0,5	—
		4—5	2±1	1	—
С одной утолщенной стенкой при *S* от 3 до 5 *мм*		3—3,5	1±0,5	0,5	—
		4—5	2±1	1	—
С равными стенками при *S* свыше 5 до 25 *мм*		6—7	2^{+2}_{-1}	1,5	$1^{+1}_{-0,5}$
		8—10		2	
		11—20		2,5	$2^{+1}_{-0,5}$
		22—25		3	
С одной утолщенной стенкой при *S* свыше 5 до 25 *мм* если *x* превосходит установленную величину		6—7	2^{+2}_{-1}	1,5	$1^{+1}_{-0,5}$
		8—10		2	
		11—20		2,5	$2^{+1}_{-0,5}$
		22—25		3	
Для приварки с подкладным кольцом (применяется только при наличии специальных указаний)		6—9	$4^{+1}_{-0,5}$	—	—
		10—18	5±1	—	—
При расточке конца трубы допускается уменьшение толщины на 15%		20—25	5±1	—	—

с наружной и внутренней сторон на ширину 15—20 *мм* от сварного стыка; при этом пользуются стальными щетками, шарошками, шлифовальными машинками и приспособлениями.

Особое внимание уделяется центровке стыка труб. При сборке необходимо обеспечить требуемую точность совпадения кромок свариваемых элементов и их фиксацию при прихватке. Прихватка представляет собой короткий сварной шов, который накладывается при сборке сварных конструкций. К качеству прихватки предъявляют те же требования, что и к основному шву. При сборке ответственных трубопроводов прихватку должен выполнять тот же сварщик, который будет заваривать весь стык.

1. Какие требования предъявляют к разделке коицов труб и деталей трубопроводов из углеродистой стали?
2. В чем заключаются особеиности центровки стыков труб?
3. В чем заключаются особенности прихватки стыков труб?

Глава XV. ГАЗОВАЯ СВАРКА И РЕЗКА

§ 44. Технология газовой сварки и резки

Газовую ручную сварку применяют для соединения тонкостенных (до 3,5 *мм*) стальных труб с условным проходом до 80 *мм*, где не может быть использована электродуговая сварка. Ограниченность применения газовой сварки объясняется тем, что механические свойства сварного шва при газовой сварке ниже, чем при электродуговой. При газовой сварке наплавленный металл сварного шва в исходном состоянии имеет меньшее удлинение и меньшую ударную вязкость, чем основной металл.

Технология газовой сварки заключается в том, что кромки свариваемых деталей нагреваются газокислородным пламенем и расплавляются, зазор между ними заполняется металлом присадочной проволоки, вводимой в зону нагрева. Газовое пламя расплавляет участок, шириной в 2,5—3 раза превышающий глубину. Проплавление на глубину более 4—5 *мм* затруднено из-за избытка жидкого металла. Поэтому при сварке труб с толщиной стенки более 4 *мм* делают скос кромок. Легче и быстрее осуществляется сварка в нижнем положении шва. При газовой сварке труб из углеродистой стали применяют сварочную проволоку Св-08А, Св-08ГА или Св-08ГС.

Процесс кислородной резки основан на сгорании некоторого объема обрабатываемого металла в струе кислорода и удалении этой струей образующихся окислов (шлаков). Кислородной резке

могут подвергаться металлы, температура воспламенения которых в кислороде ниже температуры их плавления. В наибольшей степени этому условию удовлетворяет малоуглеродистая сталь, температура воспламенения которой около 1350° С, а температура плавления 1500° С. Чугун, большинство высоколегированных сталей и цветных металлов не удовлетворяют этому условию.

Кислород поставляют в стальных баллонах, окрашенных в голубой цвет, емкостью 40 *л* под давлением 150 *кгс/см²*. Вес баллона 67 *кг*.

Ацетилен поставляют в баллонах под давлением 16 *кгс/см²*, или получают на месте в ацетиленовых генераторах из карбида кальция. Из 1 *кг* карбида кальция получают 230—280 *л* ацетилена. Емкость ацетиленовых баллонов 40 и 50 *л*, диаметр 219 *мм*, вес 52 и 64 *кг*. Баллоны окрашивают в белый цвет с надписью «ацетилен».

В качестве горючих газов, кроме ацетилена, применяют (главным образом, при кислородной резке) сжиженные нефтяные газы (пропано-бутановая смесь), природный газ (метан), пары керосина, бензина.

Смеси горючих газов с воздухом и кислородом взрывоопасны, поэтому газовую сварку и резку надо выполнять в хорошо проветриваемых помещениях.

Пропано-бутановые смеси получают в качестве побочных продуктов при добыче и переработке естественных нефтяных газов и нефти. Смеси пропана и бутана сжижаются при небольшом давлении (от 1 до 8 *кгс/см²*). Хранят и транспортируют их в тонкостенных стальных баллонах емкостью 40—55 *л* при давлении до 17 *кгс/см²*.

При испарении 1 *кг* жидкой смеси образуется около 500 *л* газа. Баллон окрашивают в красный цвет.

Природные газы, получаемые из газовых месторождений, состоят в основном из метана (до 90% по объему) и примеси других газов. На место потребления природные газы подают, как правило, по газопроводам, и сравнительно редко транспортируют в баллонах, окрашенных в красный цвет.

Для ацетилено-кислородной сварки и резки требуется следующее оборудование: генераторы для получения ацетилена или баллоны с ацетиленом, баллоны с кислородом, редукторы для снижения давления, газовые горелки или резаки.

Ацетиленовые генераторы предназначены для получения ацетилена из карбида кальция под действием воды.

Газосварочные горелки предназначены для смешивания кислорода и горючего газа в требуемом соотношении и обеспечения образования устойчивого сварочного пламени. По принципу действия горелки классифицируют на инжекторные и безинжекторные. В табл. 10 приведены общие сведения о сварочных горелках.

Таблица 10

Характеристика сварочных горелок

Наименование горелки	Марка горелки	Толщина свариваемого металла, *мм*	Номера наконечников	Расход газа, *л/ч*	
				ацетилена	кислорода
Ацетилено-кислородная инжекторная	Москва	До 30	0—7	20—2800	22—3100
То же	ГС-53 и ГС-57	До 30	1—7	50—2800	55—3100
»	ГСМ-53	До 7	0—4	50—2800	50—3150
Ацетилено-кислородная безинжекторная	ГАР-1-58	До 30	1—7	55—3600	50—2800

Резаки, используемые для кислородной резки, отличаются от горелок наличием трубки и вентиля режущего кислорода, а также особым устройством головки. Резаки классифицируют по роду горючего (ацетиленовые, для газов — заменителей ацетилена, для жидких горючих) и по принципу действия (инжекторные и безинжекторные). Наибольшее применение нашли универсальные ацетилено-кислородные резаки РР-53, а также вставные ацетилено-кислородные резаки РГС-53 и РГМ-53 к горелкам ГС-53 и ГСМ-53. Вставные резаки особенно удобны при выполнении монтажных и строительных работ, когда сравнительно часто переходят от сварки к резке и обратно.

В табл. 11 приведены общие сведения о резаках.

Таблица 11

Характеристика резаков для кислородной резки

Наименование резака	Марка резака	Толщина разрезаемой стали, *мм*	Номер мундштука		Расход газа, *м³/ч*	
			наружного	внутреннего	кислорода	ацетилена
Ацетилено-кислородный	РР-53	5—300	1—2	1—5	2,5—42	0,6—1,2
То же вставной	РГС-53	3—50	1	1,2	2—8,5	0,3—0,6
» »	РГМ-53	3—30	1	1	2—5,8	0,3—0,55
Для заменителей ацетилена	РЗР-55	5—300	2	5	4,7—43	Пропано-бутановая смесь 0,4—0,7

Редукторы предназначены для понижения давления газа, отбираемого из баллона, до рабочего, требующегося при сварке

или резке, и поддержания этого давления постоянным, независимо от давления в баллоне и расхода газа.

1. Какие металлы можно подвергать кислородной резке?
2. Где применяют газовую сварку?
3. Какие газы используют для газовой резки и сварки металлов?
4. В какие цвета окрашивают баллоны с газами?
5. Какое основное оборудование применяют для газовой сварки и резки металлов?
6. Какие используют типы горелок и резаков?

§ 45. Кислородно-флюсовая и дуговая резка

Обычная кислородная резка труб из хромистых и хромоникелевых сталей, а также из чугуна, меди и ее сплавов практически невозможна. Поэтому для резки труб из этих металлов применяют кислородно-флюсовую резку. Сущность этого способа заключается в том, что в струю режущего кислорода подается порошкообразный флюс, который, сгорая в кислороде, выделяет в месте реза дополнительное количество тепла, способствующего расплавлению тугоплавких окислов. Расплавленные окислы образуют жидкие шлаки, которые стекают и не препятствуют процессу резки.

Основным компонентом этих флюсов является железный порошок марок ПЖ5М, ВМ, ВС, различающийся грануляцией. В состав флюса, кроме железного порошка, вводят добавки, например, алюминиевый порошок.

Для ручной и машинной кислородно-флюсовой резки труб из хромистых и хромоникелевых сталей применяют специальную установку УРХС-4 (рис. 79). В состав установки входит резак *1* РАФ-1-59, питающийся по шлангам *2* и *3* кислородом и ацетиленом. Железный порошок насыпают в смеситель *6*, из него с помощью флюсопитателя *5* из шлангов *7* флюс поступает в резак.

Для резки труб из нержавеющих и жаропрочных сталей применяют также установки УФР-2 и УФР-3, работа которых основана на принципе кислородно-флюсовой резки. Установка УФР-3 имеет дистанционное управление.

Для кислородно-флюсовой резки помимо ацетилена можно использовать также доменные и коксовые газы, пропано-бутановые смеси, метан и другие. При использовании резака специальной конструкции можно применять керосин и бензин. Скорость резки труб из нержавеющей стали с толщиной стенки до 20 *мм* колеблется от 240 до 760 *мм/мин*. Часовой расход кислорода 8—10 *м*³, ацетилена 0,8—0,9 *м*³, флюса 6—7 *кг*.

Дуговой (газо-электрической) резкой называется такой способ резки, при котором металл, расплавляемый электрической дугой, непрерывно удаляется струей газа. В качестве газа могут

быть использованы сжатый воздух, кислород, азот. Наибольшее применение получил сжатый воздух, что объясняется его наиболее низкой стоимостью.

Воздушно-дуговая резка наиболее производительна при использовании неплавящихся угольных или графитовых электродов, когда питание электрической дуги осуществляется постоянным током обратной полярности. Воздушно-дуговую резку при-

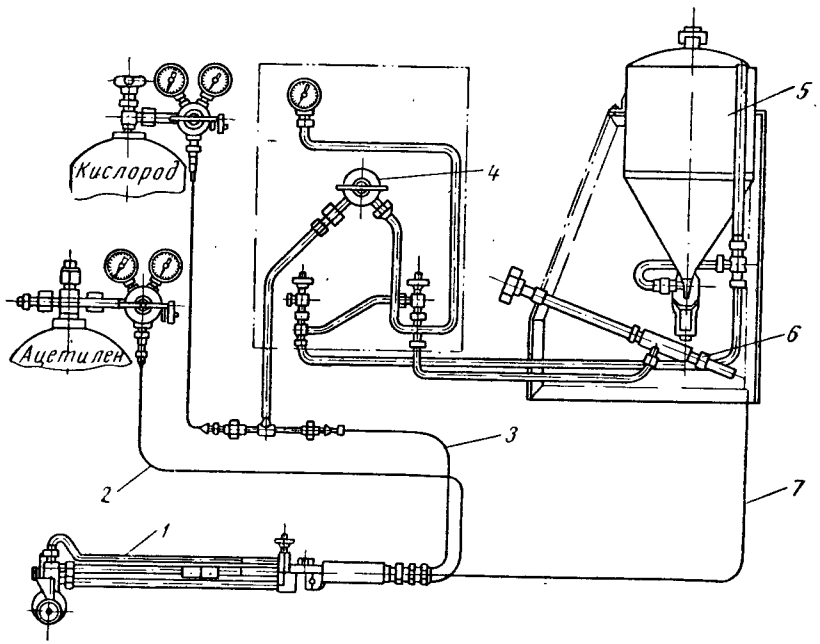


Рис. 79. Схема установки УРХС-4:
1 — резак РАФ-1-59, *2*, *3* — шланги для подачи кислорода и ацетилена, *4* — редуктор, *5* — флюсопитатель ФПР-1-59, *6* — смеситель, *7* — шланг для подачи флюса

меняют для выплавки дефектных сварных швов, раковин и трещин, V-образной подготовки кромок под сварку, а также разделительной резки углеродистых и легированных сталей, чугуна и цветных металлов. Наиболее широко ее применяют для разделительной резки нержавеющей стали толщиной до 20—25 *мм*.

Для ручной газо-электрической резки применяют установки УДП-2-58 и ЭДР-60. Используют также резаки типа РВД-1-59, рассчитанные на длительную работу угольным электродом диаметром от 6 до 12 *мм* при токе до 300—400 *а* (кратковременно до 500 *а*). Воздух в зону резки подается через специальные отверстия в резаке. Наиболее широкое применение для воздушно-

дуговой резки получили цилиндрические угольные электроды диаметром 6, 8, 10 и 12 *мм* и длиной 250—300 *мм*. В качестве источников питания постоянным током могут быть использованы обычные сварочные преобразователи ПАС-400, ПС-500 (ПСО-500) и ПСМ-1000. Питание резака сжатым воздухом производится от сети давлением 4—6 *кгс/см*^{2}. Скорость разделительной резки зависит от толщины обрабатываемого металла, диаметра электрода и силы тока. В среднем скорость резки труб из нержавеющей стали толщиной до 10 *мм* составляет 350—800 *мм/мин*.

1. В чем сущиость кислородно-флюсовой резки? Для каких металлов она примеияется?
2. Какие установки используют для кислородио-флюсовой резки?
3. В чем сущность дуговой резки металлов?
4. Укажите область применения дуговой резки.
5. Какое оборудование и какие установки и резаки требуются для дуговой резки?

Глава XVI. РУЧНАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА

§ 46. Технология ручной электродуговой свврки

Ручная электродуговая сварка с помощью металлических электродов с защитной обмазкой является наиболее распространенным способом сварки при изготовлении трубопроводов с условным проходом более 80 *мм* при толщине стенки 3 *мм* и более. Этот способ сварки в 1,5—2 раза дешевле и производительнее газовой сварки. Ручную сварку применяют преимущественно на монтажной площадке в условиях, где использование механизированной сварки затруднительно.

Сущность способа заключается в следующем. Тепло, необходимое для разогрева кромок металла, получается при горении электрической дуги, образуемой между свариваемым металлом и металлическим электродом. Электрическая дуга оплавляет основной металл и расплавляет металлический стержень электрода (температура дуги достигает 3500° С и выше). Расплавленный металл заполняет зазор между кромками свариваемых деталей и при застывании соединяет их в одно целое. Для образования сварного шва электроду сообщается сложное движение — по направлению к детали, вдоль шва и поперек шва.

В зависимости от толщины стенки трубы сварку стыков выполняют в один или несколько слоев (проходов). Число слоев шва при ручной дуговой сварке зависит от толщины стенки трубы:

Толщина стенки трубы, *мм*	до 3	4—5	6—9	10—12	13—15
Число слоев шва	1	2	3	4	5

На рабочем месте сварщика (сварочный пост) должны находиться все необходимые принадлежности и инструменты (электрододержатель, ящик для хранения электродов, переносный металлический ящик для огарков, щитки и шлемы, молоток, зубило, металлическая щетка, а также комплект шаблонов и щупов). Сварщик должен иметь также гибкий, хорошо изолированный провод необходимой длины и требуемого сечения (сварочный кабель).

Щитки и шлемы служат для защиты глаз и кожи лица от вредного действия излучения сварочной дуги. Изготовляют их из фибры или специально обработанной фанеры; весят они не более 0,6 *кг*. Для наблюдения за дугой в лицевой части щитка и шлеме имеется прямоугольный вырез размером 120×60 *мм* для установки защитных стекол. Защитные стекла (светофильтры) не пропускают ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Снаружи светофильтр защищен от брызг расплавленного металла обычным прозрачным стеклом.

Основным инструментом электросварщика является электрододержатель, который должен удовлетворять следующим требованиям: весить не более 500 *г*; иметь надежную изоляцию от тока; обеспечивать возможность быстрого закрепления электрода под любым углом, не перегреваться при длительной эксплуатации.

Выпускаются различные типы электрододержателей: щипцовый, с пружинящими кольцами, вилочный. Наибольшее применение в последние годы получают электрододержатели щипцового типа.

1. В чем преимущества ручной электродуговой сварки перед газовой?
2. В чем сущность ручной электродуговой сварки?
3. Когда применяют многослойную сварку?
4. Какие основные инструменты и приспособления применяют при ручной электродуговой сварке?

§ 47. Электроды для ручной электродуговой сварки

При ручной электродуговой сварке трубопроводов очень важно правильно подобрать тип и марку электродов. Технологические свойства и прочностные характеристики электродов во многом определяют производительность сварки, а также герметичность, прочность и долговечность сварных соединений трубопроводов. Стальные электроды для дуговой сварки сталей разделяются на классы: для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей, легированных теплоустойчивых, высоколегированных и других сталей. Кроме того, электроды разделяются на типы: Э42, Э42А, Э46, Э50 и т. д. Цифра обозначает среднее значение временного сопротивления металла

шва на разрыв в *кгс/мм²*. Каждому типу электродов соответствует одна или несколько марок, характеризуемых составом покрытия, маркой электродной проволоки, технологическим свойством (табл. 12).

Таблица 12

Электроды металлические для электродуговой сварки труб

Тип электрода	Марка электрода	Коэффициент наплавки, *г/а·ч*	Механические свойства		Род и полярность тока
			временное сопротивление, *кгс/см²*	относительное удлинение, %	
Э42	ВЦС-1	9,5—13,5	42	18	Переменный и постоянный
Э42	ОММ-5	8,5—9	44—50	18	То же
Э46	МР-3	7,25	46—57	22,1	»
Э42А	УОНИ-13/45	9,8	43—45	28—32	Постоянный, обратная полярность
Э42А	СМ-11	9,5—10,5	46—53	25—34	Переменный и постоянный, обратная полярность
Э42А	УП-1/45	9,9—10,3	43,5—46,2	28—33	То же
Э46	ВСП-3	11,8	46—51	18—31	»
Э50А	УОНИ-13/55	8	50—55	25—30	Постоянный, обратная полярность
Э50А	ВСК-50	11	50	28	Переменный и постоянный, обратная полярность
Э50А	УП-1/55	10	54—56	28	То же
Э60А	УОНИ-13/65	8	60—65	20—25	Постоянный, обратная полярность
Э70	К-70	7,8	70	12	То же
Э85	УОНИ-13/85*	9,8	85—90	16—20	»
Э85	ЦЛ-18*	8,55	85,9	13,3	»
Э100	ЦЛ-19	9	107,6	12,6	»
ЭА1	УОНИ-13/НЖ*	10—11	60—70	35—50	»
ЭА1	ЭНТУ-3*	—	59—65	32—45	»

Примечания:
1. Для марок электродов, отмеченных звездочкой, механические свойства указаны после термообработки.
2. Указанные типы электродов обеспечивают сварку в любом пространственном положении.

Указанные в таблице электроды Э42, Э46 и Э42А предназначены для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей, Э50А — для сварки среднеуглеродистых и низколегированных сталей, электроды Э60А, Э70, Э85 и Э100 — для сварки легированных сталей повышенной прочности, ЭА1 — для сварки высоколегированных теплоустойчивых сталей.

Покрытия электродов очень гигроскопичны, т. е. способны увлажняться в процессе их хранения и транспортирования. Поэтому перед производством сварочных работ их рекомендуется высушить. Для этого электроды помещают на 1—2 *ч* в специальные переносные сушильные печи, где температура достигает 150—300° С.

Одной из важных характеристик электродов, в значительной степени определяющей производительность сварки, является коэффициент наплавки $\alpha_н$. Коэффициент наплавки определяют по формуле:

$$\alpha_н = \frac{q_н}{It}\ г/а \cdot ч,$$

где: $q_н$ — вес наплавленного электродного металла, *г*;
I — сварочный ток, *а*;
t — время, *ч*.

Коэффициент наплавки характеризует удельную производительность сварки. Чем больше величина $\alpha_н$, тем больше производительность сварки.

1. Назовите основные типы или классы электродов. Как их обозначают и как расшифровывают эти обозначения?
2. Какие основные марки электродов применяют для сварки трубопроводов из углеродистой стали?
3. Какие основные марки электродов используют для сварки легированных сталей?
4. Что такое коэффициенты наплавки?

§ 48. Источники питания сварочной дуги

При электродуговой ручной сварке применяют переменный и постоянный ток. Для питания аппаратов электродуговой сварки на переменном токе используют сварочные трансформаторы в одно- и двухкорпусном исполнении (табл. 13).

Для питания аппаратов электродуговой сварки на постоянном токе применяют сварочные машины (преобразователи, сварочные агрегаты с приводом от двигателя внутреннего сгорания), приведенные в табл. 14, а также сварочные выпрямители. Сварочные машины постоянного тока подразделяются по количеству питаемых постов (однопостовые и многопостовые), по способу установки (стационарные и передвижные), по роду привода (генераторы с электрическим приводом и генераторы с двигателем внутреннего сгорания).

Выпрямительные сварочные установки собирают из полупроводниковых элементов, которые обладают свойством проводить ток только в одном направлении. В обратном направлении полупроводники практически не пропускают электрический ток. Наибольшее применение в сварочных выпрямительных установках получили селеновые полупроводниковые элементы. В СССР

Таблица 13

Техническая характеристика сварочных трансформаторов

Марка трансформатора	Номинальная мощность, *квт*	Номинальный сварочный ток при ПР-65%, *а*	Предел регулирования сварочного тока, *а*	Напряжение, *в*		Вес, *кг*
				номинальное сварочное	холостого хода	
ТС-120	9	120	50—160	25	68	90
ТС-300	20	300	110—385	30	63	185
ТС-500	32	500	165—650	30	60	250
ТСП-1	12	160	105—180	25	70	35
ТСК-500	32	500	165—650	30	60	280
ТСД-500	42	500	200—600	45	80	445
ТСД-1000-3	76	1000	400—1200	42	69—78	540
ТСД-2000-3	180	2000	800—2200	53	77—85	670

Примечание. Трансформаторы марок ТС, ТСК, ТСП применяют для ручной электродуговой сварки, а марки ТСД — для автоматической и полуавтоматической дуговой сварки под слоем флюса при ПР-20% (ПР — продолжительность рабочего периода).

Таблица 14

Техническая характеристика сварочных машин постоянного тока

Тип машины	Генератор			Двигатель		Вес, *кг*
	номинальный сварочный ток при ПР-65%, *а*	номинальное напряжение, *в*	предел регулирования сварочного тока, *а*	тип	мощность	
ПСО-300	300	30	75—320	Электрический	14 *квт*	400
ПСО-500-3	500	40	420—600	То же	28 »	430
ПСО-800	800	45	200—800	»	55 »	1040
ПСГ-350	350	30	50—350	»	14 »	400
ПСГ-500	500	40	50—500	»	28 »	500
ПСУ-500	500	35	120—500	»	28 »	550
ПСМ-1000-2	1000	60	—	»	75 »	1600
АСБ-300-7	300	30	75—320	Газ-МКА	30 *л. с.*	850
АСД-300	300	30	75—320	5П4-4Г-8,5/11	20 »	980
АСД-3-1	500	40	120—500	ЯАЗ—М20—4Г	60 »	2500
АСДМ-200	200	30	50—200	Г495/11	17 »	700
АСДП-500	500	40	120—600	Г495/11	60 »	5000
АСДП-500Г	500	40	15—300 на каждом	Г495/11	60 »	4900
АСДП-1000Г	1000	60	300—1100	1Д6—150	60 »	6000
АСДП-2×300Г	300 *а* на каждом	30	100—300 на каждом	ЯАЗ—М20—4Г	60 »	2500

Примечание: агрегаты АСБ, АСД и АСДМ смонтированы на рамах без колес, а АСДП — на двухосных прицепах.

выпускаются выпрямительные сварочные установки ВС, ВСУ, ВСС, ВСК, ВКС и ВКСМ с селеновыми, кремниевыми и германиевыми выпрямительными блоками. Питание выпрямительных блоков осуществляется от трехфазного сварочного трансформатора, вмонтированного в установки.

1. Какие основные типы сварочных трансформаторов применяют для ручной электродуговой сварки трубопроводов?
2. Какие основные типы сварочных машин используют для ручной электродуговой сварки трубопроводов?
3. Назовите типы выпрямительных установок. Каково их назначение?

Глава XVII. АВТОМАТИЧЕСКАЯ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА

§ 49. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом

Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом является высокопроизводительным сварочным процессом при изготовлении технологических трубопроводов. При сварке под флюсом сварочная дуга горит между голой электродной проволокой и свариваемым изделием под слоем сыпучего материала, называемого флюсом. Флюс в основном играет такую же роль, как и покрытие электрода при ручной дуговой сварке и, кроме того, закрывает дугу, вследствие чего при этой сварке не требуется защищать глаза специальными стеклами.

Сварку под флюсом осуществляют с помощью сварочной головки.

Полуавтоматическая сварка отличается от автоматической тем, что сварочную головку перемещают вдоль шва вручную.

Подготовляют кромки свариваемых труб и деталей и собирают их для автоматической и полуавтоматической сварки более тщательно, чем для ручной. Глубокий провар и жидкотекучесть расплавленного металла требуют выдерживать при сборке одинаковые размеры зазоров и разделок фасок, что обеспечивает получение высокого качества сварных швов и высокую производительность процесса.

Производительность автоматической и полуавтоматической сварки под слоем флюса в 2—5 раз выше по сравнению с ручной и достигается за счет увеличения плотности тока, увеличения скорости сварки и повышения коэффициента наплавки.

Эксплуатационные преимущества заключаются в полной или частичной автоматизации процесса сварки и, как следствие, улучшении условий труда сварщика.

При автоматической и полуавтоматической сварке труб из малоуглеродистой и низколегированной стали применяют плавленные флюсы АН-348А, ОСЦ-45, ФЦ-9, а из высоколегированной стали аустенитного класса флюс ФЦЛ-2. Неплавленные керамические флюсы К-2 и КВС-19 применяют для сварки легированных и углеродистых сталей.

Для сварки под флюсом стальных труб в основном используют калиброванную холоднотянутую сварочную проволоку круглого сечения. Сварочную проволоку изготовляют диаметром от 0,3 до 12 *мм* из стали различного химического состава. Наиболее часто применяют проволоку диаметром от 0,8 до 5 *мм*.

Для сварки труб из малоуглеродистой и низколегированной

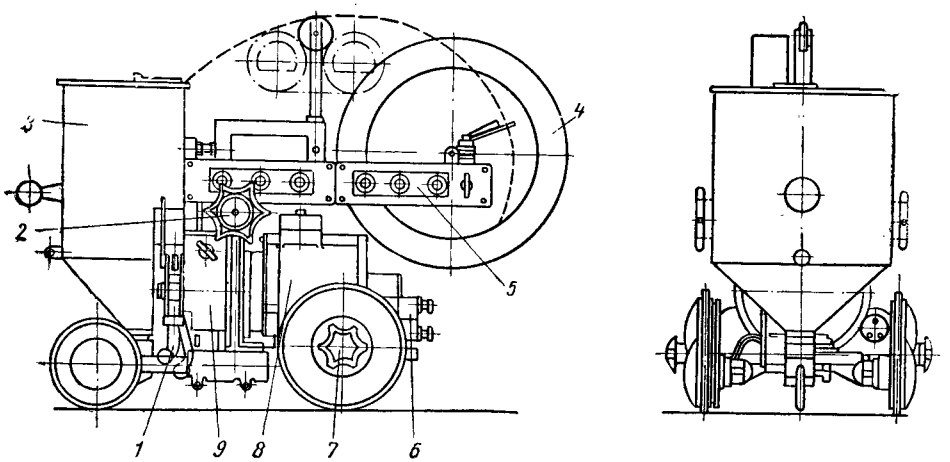


Рис. 80. Трактор ТС-17М:
1 — механизм подачи проволоки, *2* — механизм поперечной корректировки, *3* — бункер для флюса, *4* — кассета, *5* — пульт управления, *6* — коробка скоростей сварки, *7* — механизм включения передвижения трактора, *8* — электродвигатель, *9* — коробка скоростей подачи проволоки

стали применяют сварочную проволоку Св-08, Св-08ГА, Св-20Г2 и др. Для сварки труб из легированной и высоколегированной стали используют сварочную проволоку из сталей тех же классов (аустенитную, перлитную).

Сварочный дуговой автомат состоит из трех основных частей: сварочной головки, источника питания сварочной дуги и аппаратного ящика с пультом управления. Для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом труб, узлов и деталей трубопроводов наибольшее применение нашли сварочные тракторы ТС-17М, АДС-500, АДС-1000-2, сварочные головки типа ПТ-56, ПТ-1000 и полуавтоматы ПШ-5, ПШ-54, ПДШМ-500. Сварочными тракторами называют аппараты, перемещающиеся непосредственно по свариваемому изделию.

Сварочный трактор представляет собой самоходную тележку, на которой установлены механизм подачи электродной про-

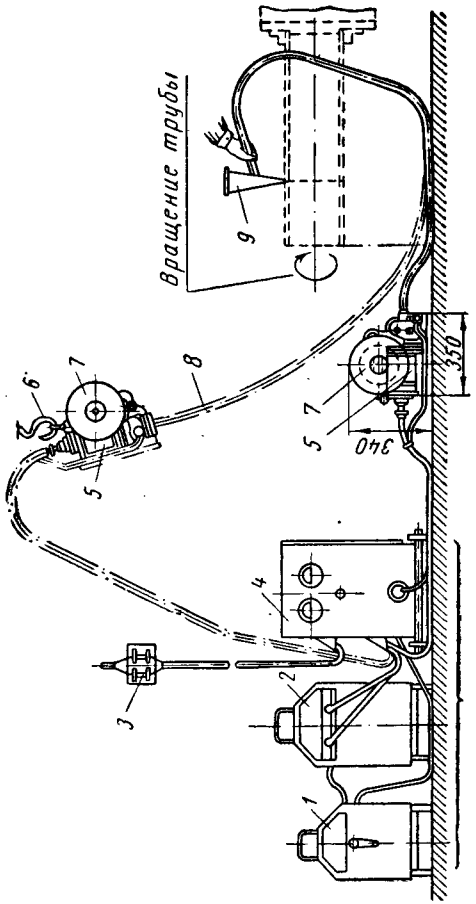


Рис. 82. Схема установки для шланговой полуавтоматической сварки труб под флюсом с помощью полуавтомата ПШ-54:

1 — дроссель, *2* — сварочный трансформатор, *3* — щиток, *4* — аппаратный шкаф, *5* — подающий механизм полуавтомата, *6* — крюк для подвешивания подающего механизма, *7* — кассеты для электродной проволоки, *8* — гибкий шланг, *9* — держатель

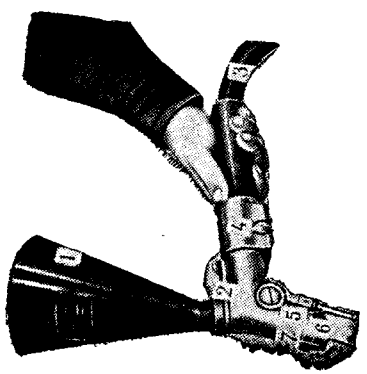


Рис. 81. Универсальный держатель ДШ-5:

1 — бункер для флюса, *2* — щиток для регулирования подачи флюса, *3* — шланг, *4* — кнопка управления, *5* — упор, *6* — электродная проволока, *7* — трубчатый наконечник

волоки с токоподводящим мундштуком, бункер для флюса, кассета с электродной проволокой и пульт управления. Наиболее простым, малогабаритным и легким из всех существующих в настоящее время сварочных тракторов является сварочный трактор ТС-17М (рис. 80). Поскольку этот трактор небольших габаритных размеров, его можно применять при сварке внутренних швов цилиндрических изделий диаметром от 1 *м* и выше. Трактор рассчитан на сварку электродной проволокой диаметром от 1,6 до 5 *мм* при сварочном токе 200—1000 *а*. Им можно сваривать любые швы в нижнем и близком к нижнему положениях.

Шланговые полуавтоматы ПШ-5, ПШ-54 и ПДШМ-500 благодаря своей простоте и надежности в работе получили широкое применение в трубозаготовительных цехах и заводах. Полуавтоматы предназначены для дуговой сварки под флюсом переменным или постоянным током сплошных и прерывистых прямолинейных, круговых и криволинейных швов, угловых, стыковых и нахлесточных соединений. Полуавтоматами сваривают изделия из малоуглеродистой стали толщиной 3—20 *мм* и швы, расположенные на горизонтальных и наклонных (до 15°) плоскостях и в труднодоступных местах. Полуавтомат ПШ-5 работает по принципу постоянной подачи проволоки. Скорость подачи проволоки изменяется сменными шестернями. Полуавтомат рассчитан на сварку электродной проволокой диаметром 1,2—2,5 *мм* при силе тока до 600 *а*. Область применения полуавтомата значительно расширяется с применением сменных специализированных держателей (ДШ-5, ДШ-7, ДШ-16, ДШ-17). Наибольшее применение нашел универсальный держатель ДШ-5 (рис. 81).

Полуавтомат ПШ-54 (рис. 82) комплектуется из тех же узлов, что и полуавтомат ПШ-5, но в отличие от него имеет ряд усовершенствований. В частности, вместо сменных шестерен подающий механизм *5* снабжен легкой коробкой скоростей. Держатель *9* полуавтомата ДШ-54 имеет то же устройство, что и держатель ДШ-5.

1. В чем пренмущества автоматнческой и полуавтоматической сварки перед ручной?
2. Объясните назначенне флюса прн сварке?
3. Назовите основные маркн сварочной проволоки.
4. Какое основное оборудование прнменяют для автоматнческой н полуавтоматической сварки под флюсом?
5. В чем отличне шланговых полуавтоматов от сварочного трактора?

§ 50. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в защитных газах

Сущность способа сварки в защитных газах заключается в том, что дуга горит в струе защитного газа, оттесняющего воз-

дух из зоны сварки и защищающего расплавленный металл от вредного воздействия газов, содержащихся в атмосфере.

Основными преимуществами сварки в среде защитного газа перед другими способами являются: надежная защита расплавленного металла от окисления кислородом окружающего воздуха; отсутствие обмазок и флюсов при сварке, усложняющих и удорожающих этот процесс; высокая производительность; простота процесса и возможность его механизации при сварке в различных пространственных положениях с помощью простых приспособлений; возможность сварки цветных металлов, сплавов и разнородных металлов; хороший внешний вид сварного шва и высокие механические свойства соединения; возможность качественной сварки труб без внутренних подкладных колец или ручной подварки.

К недостаткам сварки в защитных газах следует отнести осложнения при проведении сварки на открытом воздухе, особенно в ветренную погоду из-за возможности отдува защитного газа струей воздуха, а также большие выделения вредного газа на рабочем месте сварщика.

В качестве защитного газа используют инертные газы: аргон и азот, не взаимодействующие с расплавленными металлами, а также активные газы и смеси газов: водород, смесь водорода и азота, углекислый газ, смесь аргона и углекислого газа, смесь аргона и кислорода, взаимодействующие в большей или меньшей степени с расплавленным металлом. Защитный газ выбирают в зависимости от свариваемых материалов.

Сваривать в защитных газах можно плавящимся или неплавящимся электродом. При сварке плавящимся электродом электрическая дуга горит между электродной проволокой, подаваемой в зону сварки, и изделием. Дуга расплавляет электродную проволоку и основной металл. При сварке неплавящимся электродом электрическая дуга горит между неплавящимся угольным или вольфрамовым электродом и изделием. Передвигаясь вдоль кромок соединения, дуга оплавляет их. Для сварки неплавящимся электродом используют вольфрамовые стержни диаметром от 0,8 до 10 *мм*. Диаметр прутка выбирают с учетом требуемой величины сварочного тока.

Способ сварки в струе аргона плавящимися и неплавящимися электродами нашел применение при изготовлении трубопроводов из нержавеющих и жаропрочных сталей, цветных металлов (алюминий, медь, титан) и их сплавов.

Промышленность выпускает аргон технический, чистый первого и второго сорта. Хранят и транспортируют аргон в стандартных стальных баллонах емкостью 40 *л* при давлении 150 *кгс/см*^{2} в газообразном состоянии. Баллоны для хранения технического аргона окрашивают в черный цвет, на верхнюю часть баллона наносят белую поперечную полосу. Баллон имеет

надпись «Аргон технический». Баллоны для хранения чистого аргона окрашивают в нижней части в черный, а в верхней части — в белый цвет, на верхней части черными буквами пишут «Аргон чистый».

Источником постоянного тока служат стандартные сварочные генераторы с падающей внешней характеристикой — ПС-300, ПС-500. Величину сварочного тока регулируют балластными реастатами РБ-200 от 10 до 200 *а* и РБ-300 от 20 до 300 *а*.

Источником тока при сварке на переменном токе являются стандартные сварочные трансформаторы с дросселями.

Для ручной аргоно-дуговой сварки неплавящимся электродом используют установку УРСА-600, предназначенную для сварки на переменном токе от 50 до 600 *а*. В комплект установки входят сварочные горелки, источник питания и аппаратура управления. Кроме того, промышленность выпускает установки УДАР-300 и УДАР-500. Установка УДАР-300 предназначена для сварки вольфрамовым электродом диаметром от 1,5 до 7 *мм* при силе тока до 300 *а*, а УДАР-500 — при силе тока до 500 *а*. В комплект установки входят две горелки, источник питания (трансформатор и дроссель насыщения) и аппаратный ящик.

В последние годы разработано значительное количество различных горелок: ГРАД-1, ГРАД-2, ГРАД-3, ЭЗР-1-54, ЭЗР-2-54. Хорошим качеством отличаются горелки АР-9 и РГС-1.

Автоматическую аргоно-дуговую сварку применяют для соединения поворотных и неповоротных стыков труб диаметром до 219 *мм*. Автоматическую сварку неповоротных стыков труб выполняют с помощью специализированных автоматов АТВ (рис. 83), АТ и АГН с неплавящимся вольфрамовым электродом. Для сварки поворотных стыков труб применяют полуавтоматы с плавящимся электродом: ПШП-9, ПША-10, ПДА-300 и автоматы АДСП, АДПГ, АДСВ. Кроме указанной аппаратуры в промышленности работает большое количество специализированных установок.

В среде инертного газа — азота сваривают в основном медь и ее сплавы.

Азотно-дуговую сварку меди осуществляют только неплавящимся электродом с подачей в зону дуги присадочного материала. В качестве неплавящегося электрода можно применять угольные или торированные вольфрамовые стержни. Неторированные вольфрамовые стержни частично плавятся при сварке в азоте и загрязняют металл шва вольфрамом.

В среде углекислого газа можно сваривать трубы диаметром от 10 до 1000 *мм* с толщиной стенки от 0,5 до 30 *мм*.

Применение углекислого газа позволяет механизировать сварку швов, расположенных в любом пространственном положении, в том числе и в потолочном. Преимуществом сварки в

защитных газах является небольшая стоимость углекислого газа. Углекислый газ в 12 раз дешевле аргона.

Жидкую углекислоту, предназначенную для сварки, транспортируют в стальных баллонах при давлении 50—60 *кгс/см²*. Баллоны должны быть окрашены в черный цвет и иметь надпись «Углекислота». В обычный стандартный баллон емкостью 40 *л* заливают 25 *кг* углекислоты. При испарении 25 *кг* жидкой углекислоты образуется 12 600 *л* газа.

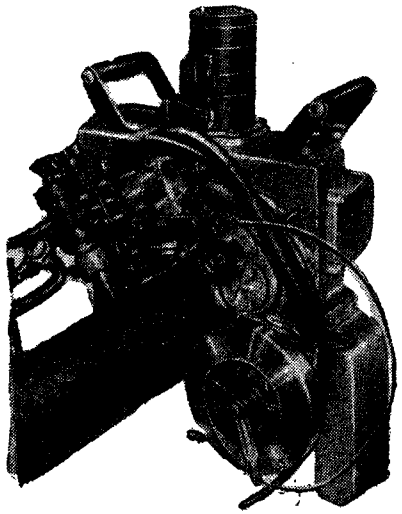


Рис. 83. Автомат АТВ для аргоно-дуговой сварки неповоротных стыков труб

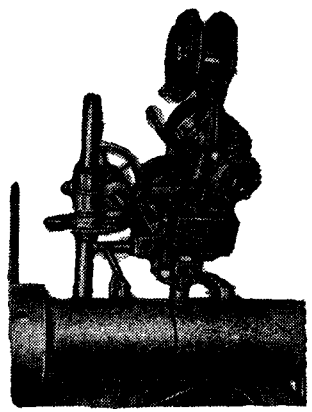


Рис. 84. Головка ТСГ-7 для автоматической сварки поперечноколеблющимся электродом поворотных стыков труб

Для сварки можно использовать жидкую «пищевую» углекислоту.

Для сварки труб в среде углекислого газа плавящимся электродом применяют малоуглеродистую проволоку с повышенным содержанием марганца и кремния марок СВ-08ГС и СВ-08Г2С. Сварку в среде углекислого газа ведут на постоянном токе обратной полярности. Устойчивость процесса возможна только при использовании специальных сварочных генераторов с жесткой или возрастающей внешней характеристикой, а также выпрямителей. В качестве источников питания используют сварочные преобразователи ПСГ-350 или ПСГ-500 или универсальные преобразователи ПСУ-500.

Сварку неповоротных стыков труб, приварку фланцев и штуцеров выполняют с помощью полуавтоматов А-547 и А-607. Для

сварки поворотных стыков труб могут быть также использованы автоматы АСП-60, А-537, АДСП-2, головка ТСГ-7, ранцевый полуавтомат А-765. Для полуавтоматической сварки в углекислом газе применяют полуавтомат ПДПГ-500 и подающие механизмы полуавтоматов ПШ-5, ПШ-54, ПДШП-500, используемых при сварке под флюсом. Полуавтоматическую сварку труб применяют для выполнеия первого слоя шва (с учетом сварки последующих слоев под флюсом) или для полной заварки стыка в два-три слоя.

Головка ТСГ-7 (рис. 84) предназначена для сварки поворотных стыков труб с условным проходом 50—1000 *мм* при толщине стенки 2 *мм* и более одной поперечно колеблющейся электродной проволокой. Поперечно колеблющаяся электродная проволока позволяет сваривать стыки труб и деталей с повышенными зазорами и смещением кромок.

1. В чем преимущества и недостатки сварки труб в среде защитных газов по сравнению со сваркой под флюсом?
2. Что такое неплавящиеся электроды, из какого металла их изготовляют?
3. Для каких сталей применяют аргоно-дуговую сварку?
4. Какое оборудование и какие приспособления используют для ручной аргоно-дуговой сварки?
5. Укажите область применения сварки в среде углекислого газа.
6. Какое оборудование применяют для сварки в среде углекислого газа?

Глава XVIII. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

§ 51. Сварка трубопроводов из легированной стали

Стыки трубопроводов из легированных сталей выполняются автоматической сваркой под флюсом и в среде защитного газа, ручной и газовой сваркой. В отдельных случаях применяют стыковую контактную сварку оплавлением. Наибольшее распространение получила автоматическая и ручная сварка неплавящимся электродом в среде аргона.

Наиболее рациональные типы соединений и способы подготовки кромок труб из легированных сталей под ручную и автоматическую сварку показаны на рис. 85.

В последние годы все большее применение находит соединение с расплавляемыми вставками. Со вставками сваривают трубы диаметром 40 *мм* и более и толщиной стенки от 3,5 *мм* и выше. Во время сварки расплавляемая вставка полностью сплавляется со стенками трубы и обеспечивает хорошее формирование корня шва. Вставка представляет собой профилированное кольцо из проволоки. При сборке стыка необходимо обеспечить плотное прилегание вставки к внутренним поверхностям кромок свариваемых труб, чтобы зазор в замке кольца не превышал 1,5 *мм*.

Сварка трубопроводов из легированных сталей допускается при определенной температуре окружающего воздуха; перед прихваткой и сваркой кромки труб из некоторых марок сталей требуют предварительного подогрева с последующей термообработкой сварных стыков.

Трубопроводы из стали 10Г2, работающие при температуре до —70° С, сваривают вручную электродуговым способом в поворотном и неповоротном положениях. Сталь 10Г2 содержит повышенный процент марганца, который способствует сохранению ее вязкости при низких температурах. Ручную дуговую сварку выполняют с помощью электродов ВСН-3 на постоянном токе обратной полярности.

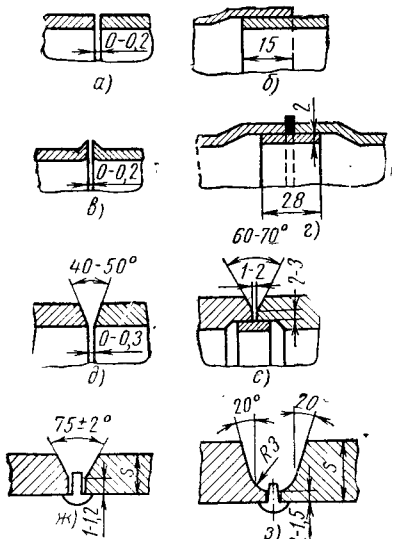


Рис. 85. Типы соединений и подготовка кромок труб из легированной стали под сварку:

а — стыковое без разделки кромок, *б* — с одним раструбом, *в* — с отбортовкой «на ус», *г* — с двумя раструбами с подкладным и присадочным кольцом, *д* — стыковое с разделкой кромок, *е* — стыковое с подкладным кольцом, *ж* и *з* — стыковое с расплавляемыми вставками

Трубопроводы из сталей 12Х5М (Х5М), Х5 и Х5ВФ сваривают ручной дуговой сваркой в поворотном или неповоротном положении, а также автоматической сваркой под флюсом в нижнем положении при вращении труб и деталей.

Трубопроводы из нержавеющих сталей по сравнению с углеродистыми имеют примерно в 2 раза меньшую теплопроводность и в 1,5 раза больший коэффициент теплового расширения. Наименьшее коробление достигается при сварке под флюсом и в защитных газах. Кислотостойкие хромоникелевые аустенитные стали, например 1Х18Н10Т, подвержены весьма опасному виду коррозионного разрушения — межкристаллитной коррозии, т. е. резкому падению ударной вязкости. Нержавеющие стали склонны и к образованию горячих трещин. Горячие трещины наиболее часто встречаются в кратерах, которые следует особенно тщательно заваривать. Нельзя выводить кратер на основной металл.

Сварные соединения труб из хромоникелевых нержавеющих сталей в отдельных случаях подвергают термообработке, например, по следующему режиму: нагрев до 850° С и последующее охлаждение водой.

Ручную дуговую сварку нержавеющих сталей выполняют постоянным током обратной полярности.

§ 52. Сварка трубопроводов высокого давления

При изготовлении и монтаже трубопроводов высокого давления применяют все промышленные способы сварки. Учитывая особую ответственность сварки труб высокого давления, к выполнению этих работ допускаются только сварщики, имеющие удостоверение о сдаче испытаний в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

Трубы высокого давления требуют выполнения некоторых особых условий сварки и контроля качества. Особые условия сварки вызваны технологическими затруднениями вследствие больших толщин стенок труб при сравнительно небольших диаметрах. При этом необходимо обеспечивать получение высоких механических свойств сварного шва при нормальных, отрицательных и повышенных температурах транспортируемой по трубопроводу среды, а также шва, стойкого против коррозии. Трубопроводы из сталей 20 и 30ХМА сваривают электродуговой или газовой сваркой в зависимости от их диаметра и толщины. Применение газовой сварки допускается только для углеродистых труб с условным проходом от 6 до 25 *мм*.

Автоматическую и полуавтоматическую сварку под слоем флюса при ручной подварке корня шва применяют для труб с условным проходом 100 *мм* и выше. Трубы меньшего диаметра сваривают ручной электродуговой сваркой. Трубы с условным проходом от 25 до 40 *мм* сваривают обычным швом с V-образной разделкой кромок, а более 60 *мм* — с подкладными кольцами или без них.

При ручной сварке труб из стали 20 применяют электроды типа Э42А марки УОНИ-13/45, а из сталей 30ХМА, 20Х3МВФ — электроды типа ЭП-60 марок ЦЛ-19ХМ и ВСН-2. Перед прихваткой и сваркой стыки труб всех диаметров из легированных сталей (30ХМА, 20Х3МВФ и др.) предварительно подогревают до 300—350° С, а из стали 20 при толщине стенки более 27 *мм* — до 150—200° С. Температуру подогрева поддерживают в течение всего периода прихватки и сварки. Количество слоев сварки зависит от толщины стенки и составляет от 4 до 10.

Полуавтоматическую сварку под флюсом осуществляют с помощью полуавтомата ПШ-5 с удлиненным мундштуком и специальной воронкой. Сварку выполняют в несколько слоев в зависимости от толщины стенки трубы. Усиление шва должно быть в пределах 2—4 *мм* и обязательно с плавным переходом к основному металлу.

После любого вида сварки для снятия возникающих внутренних термических напряжений стыки на участке длиной не менее 200 *мм* (по 100 *мм* с обеих сторон шва) подвергают термической обработке. Стыки из стали 20 при толщине стенок труб

более 27 *мм* подвергают отпуску при температуре 560—580° С с выдержкой 2,5—3 *ч*.

1. В чем заключаются особенности сварки трубопроводов высокого давления?
2. Какие виды сварки применяют для трубопроводов высокого давления?

§ 53. Термообработка сварных соединений трубопроводов

При сварке труб из некоторых марок легированных сталей, а также толстостенных труб из стали 20 вследствие высоких температур происходит изменение структуры металла шва и околошовной зоны основного металла, возникают внутренние термические напряжения и, как следствие, ухудшаются механи-

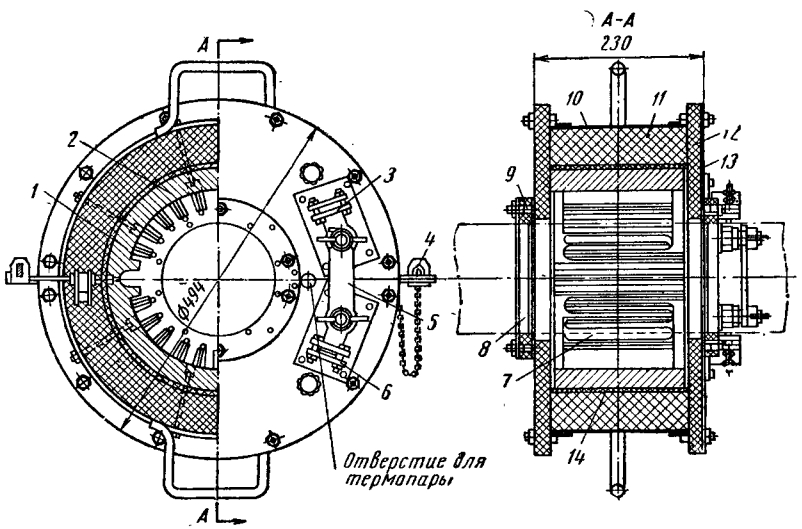


Рис. 86. Электрическая муфельная печь сопротивления:
1 — шплинты, *2* — керамиковые полуцилиндры, *3*, *6* — контакты, *4* — замок, *5* — медиая перемычка, *7* — нихромовая лента, *8* — установочные полукольца, *9* — шпильки, *10* — корпус, *11*, *12* — теплоизоляционный материал, *13* — стальной кожух, *14* — асбестовый лист

ческие свойства сварного соединения. Чтобы снять внутренние термические напряжения, сварные соединения подвергают отжигу, а для улучшения структуры металла и повышения пластичности — нормализации. Для стыков толстостенных труб из стали 20 вполне достаточной термообработкой является высокий отпуск. Режимы термообработки зависят от марки стали свариваемых труб и их толщины стенки; обычно они указаны в производственных инструкциях на сварку или на чертежах. На

трубозаготовительных заводах или в цехах термообработку сварных соединений элементов и узлов трубопроводов (без арматуры) производят в специальных термических печах.

В монтажных условиях для термообработки сварных соединений труб применяют муфельные печи сопротивления, газовые кольцевые горелки и индукционные нагреватели. Электрические муфельные печи сопротивления (рис. 86) предназначены для нагрева сварных соединений труб диаметром от 30 до 325 *мм* со стенками любой толщины до 900—950° С. Печь — разъемная; состоит она из двух половин.

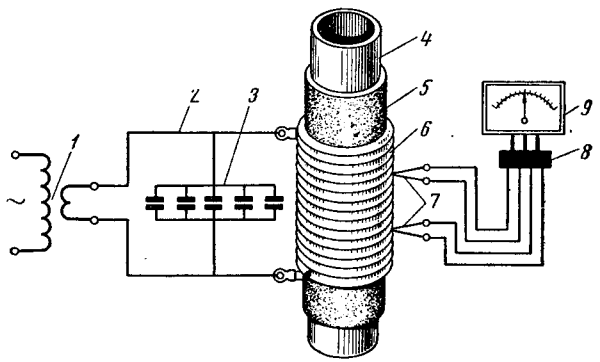


Рис. 87. Схема термообработки сварных стыков труб индукционным способом нагрева токами промышленной частоты:
1 — сварочный трансформатор, *2* — гибкий провод, *3* — конденсаторная батарея, *4* — нагреваемая труба, *5* — слой асбеста, *6* — нагревающие витки провода, *7* — термопары, *8* — переключатель, *9* — гальванометр

Индукционный способ нагрева токами промышленной частоты (50 *гц*) применяют при термообработке сварных стыков труб с условным проходом от 100 *мм* и выше при толщине стенки более 10 *мм*. Для этого стык и прилежащие к нему участки трубы (рис. 87) на 600—700 *мм* в каждую сторону обертывают листовым асбестом толщиной не менее 10 *мм*; поверх него укладывают 12—28 витков медного многожильного неизолированного провода сечением не менее 100 *мм*^{2}. Провод наматывают на трубу достаточно плотно с расстоянием между витками 15—20 *мм* (во избежание замыкания). Последние витки закрепляют хомутами. Провод подключают к источнику низкого напряжения при силе тока около 800—1000 *а*. Обычно используют сварочные трансформаторы ТСД-1000 и ТСД-2000.

При термической обработке сварных стыков трубопроводов торцы труб следует закрывать временными пробками, чтобы предотвратить создание воздушной тяги и охлаждение стыка.

При термической обработке с помощью хромель-алюминиевых термопар и гальванометров непрерывно контролируют температуру.

Выполняют термообработку сварных соединений трубопроводов специально обученные для этой цели слесари-трубопроводчики под наблюдением ответственного инженерно-технического работника.

1. Для чего производится термическая обработка сварных соединений?
2. Какое оборудование и какие приспособления используют для термической обработки сварных соединений?

Глава XIX. СВАРКА И ПАЙКА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

Трубы из цветных металлов и их сплавов сваривают газовой, электродуговой и аргоно-дуговой сваркой. Газовая сварка в настоящее время вытесняется другими, более эффективными и производительными способами, однако объем ее применения при сварке трубопроводов из цветных металлов остается значительным. Это объясняется невысокой стоимостью оборудования, материалов и простотой технологического процесса, а также возможностью сварки труб с малыми толщинами стенок (0,5—2 *мм*), что особенно важно при сварке труб малых диаметров.

§ 54. Сварка трубопроводов из алюминия и его сплавов

Сборку стыков труб из алюминия и его сплавов выполняют на прихватках с предварительным подогревом кромок до 200—250° С. После наложения прихваток их поверхность непосредственно перед сваркой зачищают при аргоно-дуговой сварке металлическими щетками, а при других способах сварки остатки шлака удаляют, промывая водой. После очистки поверхность прихваток тщательно осматривают и в случае обнаружения дефектов (трещин, пор) прихватки вырубают и стыки труб прихватывают повторно.

Трубы со стенками толщиной до 2—2,5 *мм* сваривают газовой или аргоно-дуговой сваркой по отбортовке без присадочного металла. При толщине стенок до 6 *мм* трубы под сварку соединяют встык, без скоса кромок, с зазором 1—2 *мм;* при толщине стенок 6 *мм* и более делают скос кромок под углом 60—70° с притуплением в вершине угла разделки шва, равным $^1/_4$ толщины стенки.

Газовую сварку труб из алюминия и его сплавов обычно выполняют ацетилено-кислородным пламенем. Для растворения и

удаления в шлак окислов применяют специальные флюсы. Большое распространение получил флюс АФ-44.

При сварке алюминиевых сплавов АМц и АМг хорошие результаты дает флюс № 8. Флюсы изготовляют в виде порошков и разводят в дистиллированной воде до состояния пасты. Наносят флюс на поверхность присадочного прутка и свариваемые кромки труб кистью тонким слоем.

Для дуговой сварки применяют угольные или графитовые электроды, имеющие форму стержней длиной 200—700 *мм* и диаметром 6—25 *мм*. Ручная дуговая сварка металлическим обмазанным электродом в настоящее время находит незначительное применение. Дуговую сварку в среде защитных газов применяют для труб из алюминия и его сплавов с толщиной стенки от 1 *мм* и выше. Этот способ сварки высокопроизводителен и позволяет сваривать трубы в любом пространственном положении. В качестве защитных газов при дуговой сварке трубопроводов из алюминия и его сплавов используют аргон. Сварку выполняют неплавящимся (вольфрамовым) электродом на переменном токе и плавящимся электродом на постоянном токе обратной полярности. Сварку неплавящимся электродом труб с толщиной стенки до 8 *мм* можно осуществлять вручную или механизированным способом (автоматами типа АТВ и полуавтоматами). Для сварки целесообразно применять вольфрамовые электроды ВТ-5, ВТ-10 и ВТ-15, содержащие 1,5—2% окиси тория, или цирконизированные электроды.

1. В чем заключаются особенности сварки трубопроводов из алюминия и его сплавов?
2. Какое оборудование и какие флюсы используют при данной сварке?

§ 55. Сварка трубопроводов из меди и ее сплавов

Сварка меди и ее сплавов затруднена образованием пор в швах. Чтобы получить беспористые швы с высокими свойствами, необходимо раскислять металл сварочной ванны. Газовую сварку меди и ее сплавов выполняют при нормальном ацетилено-кислородном пламени. Мощность наконечника горелки выбирают из расчета 200 *л/ч* ацетилена на 1 *мм* толщины свариваемого металла. Трубы со стенками толщиной до 3 *мм* сваривают встык без скоса кромок или с отбортовкой без присадки, толщиной более 3 *мм* — со скосом кромок под углом 45° и притуплением на $^2/_5$ толщины стенки.

Перед сваркой кромки тщательно очищают наждаком или напильником от слоя окислов и загрязнений. Чтобы предохранить металл от окисления и удалить образующиеся окислы, применяют флюс следующего состава: бура 60—70%, борная кислота 10—20%, поваренная соль 30—10%. Иногда для сварки

медных труб с небольшой толщиной стенки применяют флюс из одной буры или смеси буры с борной кислотой, взятых в равных количествах. Кроме этого, для сварки меди и латуни используют флюс БМ-1. Швы, выполненные газовой сваркой, обладают невысокими механическими свойствами. Для повышения качества рекомендуется механическая и термическая обработка: проковка шва для получения мелкозернистой структуры (при толщине стенки трубы до 5 *мм* — в холодном состоянии, при большей толщине — при 400—500° С), отжиг и быстрое охлаждение для уменьшения хрупкости (нагрев до 500—600° С и охлаждение в воде).

Процесс газовой сварки труб из латуни мало отличается от сварки медных труб.

Дуговая сварка меди и ее сплавов качественными электродами широко применяется в практике.

Используют электроды марок ЗТ, «Комсомолец-100», ММЗ-1, ММЗ-2 и 1П. При толщине стенки труб до 4 *мм* скоса кромки не делают и сварку ведут без подогрева. При большей толщине производят V-образную разделку кромок под углом 60—70° и предварительный подогрев свариваемого участка до 350—400° С.

Дуговую сварку в среде защитных газов труб из меди и ее сплавов производят в поворотном положении вольфрамовым электродом на постоянном токе прямой полярности. Для сварки меди в качестве защитных газов используют аргон и азот. Трубы с толщиной стенки до 5 *мм* сваривают без скоса кромок, а при толщине от 5 до 12 *мм* выполняют V-образную разделку кромок с общим углом 90°. Перед сваркой кромки подогревают до 550° С.

1. В чем заключаются особенности сварки трубопроводов из меди и ее сплавов?
2. Какие применяют марки электродов и флюсов?

§ 56. Пайка трубопроводов

Пайкой называется процесс соединения металлов, при котором в зазор между нагретыми соединяемыми деталями вводится расплавленный легкоплавкий сплав — припой. При этом в отличие от сварки соединение деталей происходит в результате расплавления только самого припоя без расплавления металла соединяемых деталей.

Способ пайки наиболее широко применяют при изготовлении деталей и узлов трубопроводов из меди, латуни и бронзы. Осуществляют пайку трубопроводов твердыми или мягкими припоями (соответственно пайку называют твердой или мягкой).

К твердым припоям относятся медио-цинковые и серебряные припои; температура их плавления 750—1200° С. Медно-цинковые припои подразделяются по маркам на ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54 и др., а серебряные на марки ПСр-12М, ПСр-45, и др. Цифры указывают процент содержания в припое меди и серебра. К мягким припоям относятся оловянно-свинцовистые марок ПОС-30, ПОС-18, ПОСС4-6 и др.; температура их плавления до 300° С. В состав мягких припоев, кроме олова и свинца, входят сурьма, висмут, медь.

Пайку трубопроводов осуществляют, как правило, твердыми припоями, учитывая, что прочность мягких припоев мала и не превышает 9 *кгс/см²*. Основой большинства флюсов для твердой пайки является бура, которая плавится при 783° С, или смесь буры (70%) с борной кислотой (30%).

Соединения трубопроводов пайкой должны работать только на срез, кроме соединений накладных деталей, которые могут работать на разрыв и на изгиб. Наиболее удобными соединениями при пайке являются соединения с большой поверхностью прилегания, например внахлестку, в раструб, с надвижной муфтой.

При пайке твердыми припоями величину зазора выбирают в пределах от 0,05 до 0,38 *мм*. Нагрев при пайке производят ацетилено-кислородным пламенем газовой горелки. Торцы труб или деталей посыпают флюсом и нагревают их до вишнево-красного цвета (700—800° С). Флюс при этом расплавляется и растекается по поверхностям, подлежащим пайке; после этого вводят припой. Затем место пайки медленно охлаждают на воздухе. Охлаждение водой запрещено, так как возможно образование трещин.

1. Чем отличается пайка от сварки?
2. Назовите основные типы и виды припоев.
3. Какие виды соединений наиболее удобны для пайки?

Глава XX. ДЕФЕКТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

§ 57. Дефекты сварных швов

По своему характеру дефекты, встречающиеся в сварных швах и соединениях, подразделяют на внутренние, не обнаруживаемые внешним осмотром, и наружные, которые, как правило, выявляются внешним осмотром сварного изделия.

Задача технического контроля прежде всего сводится к тому, чтобы, пользуясь различными способами контроля, своевременно выявить все имеющиеся дефекты и выяснить причины, вызывающие их.

К внутренним дефектам при сварке относятся: непровар, трещины, пористость, шлаковые включения.

Непровар — отсутствие сплавления прилегающих друг к другу поверхностей металла в сварном соединении. Непровар может быть между основным и наплавленным металлом (в корне шва или по кромке, а также между отдельными слоями (проходами) при многослойной сварке. Непровар один из наиболее распространенных и опасных дефектов сварных швов.

Трещины — частичное местное разрушение сварного соединения. Трещины подразделяются: по температуре образования (холодные и горячие), по расположению относительно оси шва (продольные и поперечные) и по размерам (макротрещины и микротрещины). Трещины в сварных соединениях так же, как и непровары, относятся к наиболее опасным дефектам, так как они уменьшают расчетное сечение шва и тем самым снижают его статическую прочность.

Поры в металле шва — это различной величины пузырьки, заполненные газами. Поры образуются за счет тех газов, которые поглощаются жидким металлом сварочной ванны в процессе сварки.

Шлаковые включения — небольшие объемы, заполненные неметаллическими веществами (шлаками, окислами). Величина шлаковых включений колеблется от микроскопических размеров до нескольких миллиметров в поперечнике. Общее содержание включений в хорошо выполненном шве не должно превышать 0,5% от веса наплавленного металла, а в плохо наплавленном может достигать — 2—3%, а иногда и больше.

К наружным дефектам при сварке относятся: отклонения размеров и формы рабочего сечения шва от проектных, подрезы, наплывы и натеки, прожоги, незаделанные кратеры.

Подрезы — углубление в основном металле, идущее вдоль границы шва. Подрезы могут иметь глубину от десятых долей до нескольких миллиметров; они бывают местные или сплошные.

Наплывы и натеки — это излишне наплавленный металл на наружной части шва, наплывший или натекший с прилегающих участков шва и создающий чрезмерную высоту (усиление) шва.

Прожоги — сквозное проплавление (свищ) в свариваемых элементах с выходом жидкого металла сварочной ванны на другую сторону. Прожог чаще всего встречается при сварке металла небольших толщин и сварке стыковых швов, выполняемых с глубоким проваром.

Кратер — это углубление, образующееся в конце шва при внезапном перерыве процесса сварки. Особенно часто встречаются кратеры при выполнении коротких прерывистых швов.

1. Какие встречаются внутренние дефекты сварных швов?
2. Какие встречаются наружные дефекты сварных швов?

§ 58. Контроль качества сварных швов

Для своевременного выявления дефектов необходим тщательный и систематический контроль сварных соединений трубопроводов на всех стадиях производства сварки. В зависимости от требований проекта или технических условий контроль сварных соединений технологических трубопроводов осуществляется путем наружного осмотра всех стыков, механических испытаний и физических методов контроля (металлографического исследования, просвечивания рентгеновскими или гамма-лучами, ультразвука, магнитографического способа), а также проверки плотности сварных стыков гидравлическим или пневматическим испытанием. В отдельных случаях в зависимости от материала труб и назначения трубопровода сварные швы проверяют на коррозионную стойкость.

Наружному осмотру подвергают каждый сваренный стык трубопровода. Путем осмотра выявляют внешние дефекты шва: наплывы, подрезы, кратеры, прожоги, трещины, свищи, наружные поры.

Механические испытания сварных соединений производят, чтобы определить их прочность и пластичность. Обязательными видами механических испытаний являются испытания на растяжение, загиб или сплющивание и на ударную вязкость. Для проведения механических испытаний каждый сварщик одновременно со сваркой трубопровода осуществляет сварку контрольных (пробных) стыков, из которых вырезают образцы. Механические испытания контрольных стыков выполняют только при сварке трубопроводов, подведомственных органам Госгортехнадзора, на газопроводах, подведомственных органам газовой инспекции, а также на внутризаводских трубопроводах, транспортирующих огне- и взрывоопасные или токсичные газообразные и жидкие продукты. Механические испытания производят в соответствии с ГОСТ 6996—54.

Металлографическое исследование осуществляют, чтобы определить структуру металла шва и околошовной зоны, выявить в сварном шве газовые или шлаковые включения, волосяные трещины, непровары. При металлографическом исследовании проверяют излом сварного шва и определяют его макро- и микроструктуру. Эти исследования обязательны только для паропроводов первой и второй категорий, подведомственных Госгортехнадзору, и трубопроводов специального назначения. Исследованию подвергаются образцы, вырезанные из контрольного стыка.

Просвечивание рентгено- и гамма-лучами — наиболее распространенный способ контроля сварных швов без разрушения. Просвечивание позволяет обнаружить внутренние дефекты сварки — трещины, непровар, шлаковые включения и

поры. Для просвечивания сварных швов применяют стационарные (РУП-200, РУП-400-5) и переносные (РУП-120-5-1 и ИРА-1д) рентгеновские установки. Стационарные установки из-за больших габаритных размеров используют на заводах и в лабораториях; переносные — в монтажных условиях.

Гамма-лучи возникают в результате процессов, происходящих при распаде ядер элементов или изотопов, обладающих искусственной или естественной радиоактивностью. Эти лучи способны проникать через слой металла значительной толщины и действовать на рентгенопленку, приложенную к шву с обратной стороны. В тех местах, где имеются дефекты, поглощение лучей металлом будет меньше, и они окажут более сильное воздействие на эмульсию пленки. В данном месте на пленке появится темное пятно, по форме соответствующее дефекту шва. Для просвечивания пользуются гамма-лучами радиоактивных элементов цезия-137, туллия-170, кобальта-60, иридия-192, европия-152. Для просвечивания радиоактивные вещества, излучающие гамма-лучи, помещают в специальные ампулы, заключенные в свинцовые кожухи (контейнеры). Рентгеновское и гамма-просвечивание проводят в соответствии с ГОСТ 7512—55. Недостатком способа контроля гамма-лучами является его вредность, требующая особых мер к охране людей от их воздействия.

Магнитографический способ контроля сварных швов основан на принципе изменения магнитного рассеивания, возникающего во время намагничивания контролируемого изделия в местах расположения дефектов. Особенностью этого способа является «запись» обнаруживаемых дефектов на специальную магнитофонную пленку (ленту).

Данный способ контроля применяют для труб толщиной до 20 *мм*, он позволяет четко выявить такие дефекты сварных швов, как продольные трещины, непровар, шлаковые включения и поры.

Ультразвуковой способ контроля сварных швов основан на различном отражении направленного пучка высокочастотных звуковых колебаний от металла (сварного шва) и имеющихся в нем дефектов.

Ультразвуковой контроль применяют для труб с внутренним диаметром 80 *мм* и более и стенками толщиной свыше 10 *мм*. Наибольшее применение для контроля нашли ультразвуковые дефектоскопы УЗД-7Н, НИИМ-5 и УЗД-39.

Недостатком данного способа контроля является то, что он позволяет определить лишь место дефекта, а не его характер.

Контролю физическими методами подвергают наихудшие стыки из отобранных по внешнему осмотру, в количестве:

Для трубопроводов I и II категорий	3%
Для трубопроводов III категории	2%
Для трубопроводов IV категории	1%

Количество стыков определяется от общего числа сваренных каждым сварщиком стыков, но оно должно быть не менее одного. Контролю необходимо подвергать весь периметр стыка.

При физических методах контроля сварные швы полагается браковать, если в них обнаружены следующие дефекты: трещины любых размеров; непровар глубиной более 15% от толщины стенки трубы, если она не превышает 20 *мм*, а при толщине стенки свыше 20 *мм* — более 3 *мм*; шлаковые включения и поры глубиной более 10% от толщины стенки трубы, если она не превышает 20 *мм* и 3 *мм* — при толщине стенки свыше 20 *мм*; скопления включений и пор в виде сплошной сетки дефектов в шве независимо от их глубины. Шлаковые включения глубиной до 10% от толщины стенки и длиной не более 30 *мм*, а также скопления пор длиной не более 15 *мм* не являются признаками брака.

Исправление дефектов сварных стыков трубопроводов допускается, если при условном диаметре трубопровода до 100 *мм* длина трещин меньше 20 *мм* и при условном диаметре свыше 100 *мм* — меньше 50 *мм*, а также если протяженность участков с недопустимыми дефектами меньше $^1/_4$ окружности стыка. В процессе исправления необходимо вырубить дефектные места и вновь их заварить. В остальных случаях дефектный стык должен быть удален из трубопровода и на его место вварена катушка. Все подвергавшиеся исправлению участки стыков должны быть проверены физическими методами контроля.

1. Какие применяют способы контроля сварных швов?
2. В чем сущность просвечивания гамма-лучами? Какие радиоактивные элементы используются при этом?
3. Как производится исправление дефектов сварного шва?

Глава XXI. СВАРКА И СКЛЕИВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ПЛАСТМАСС

§ 59. Виды сварки и применяемое оборудование

Различают два способа сварки пластмасс — прутковую, при которой соединяемые детали сваривают присадочным прутком, и беспрутковую (контактную сварку), при которой соединяемые детали нагревают выше температуры текучести и сваривают путем сжатия нагретых поверхностей.

При прутковой сварке свариваемые кромки и присадочный пруток нагреваются теплоносителем, в качестве которого чаще всего используют горячий воздух.

Для сварки пластических масс нагретым газом применяют в основном два различных типа нагревателя — электрический и газовый, условно называемые сварочными горелками. В электрических сварочных горелках (рис. 88, *а*) воздух или инертные

газы подогреваются за счет прохождения газов или воздуха через электрические нагревательные элементы горелок. В газовых сварочных горелках (рис. 88, *б*) воздух или инертные газы подогреваются за счет пламени водорода, которое нагревает проходящие по змеевику инертные газы или воздух. Довольно широкое распространение получили также газовые горелки

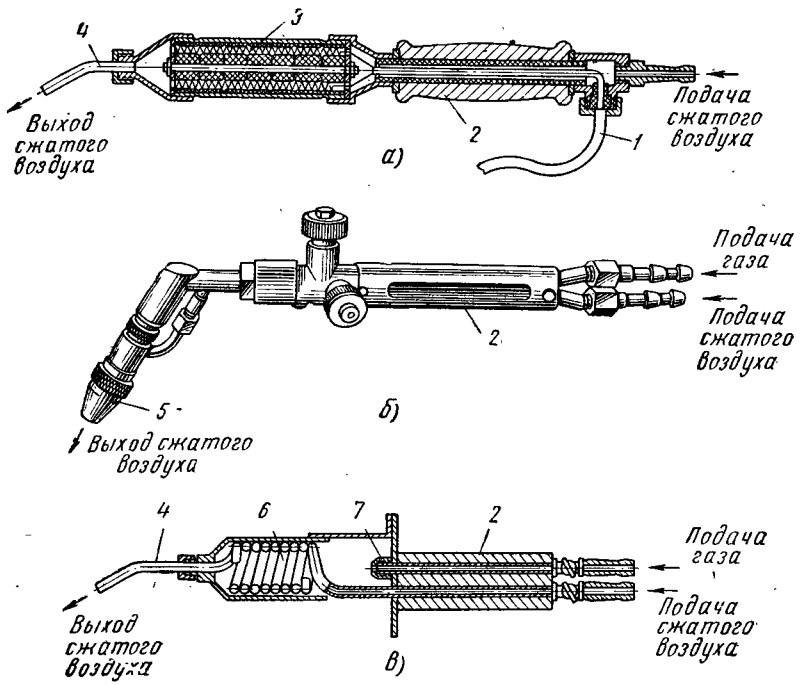


Рис. 88. Горелки для сварки пластмассовых труб:
а — электрическая, *б* — газовая ГТП-1-56, *в* — газовая косвенного нагрева; *1* — электрический шнур, *2* — рукоятка, *3* — нагревательная спираль, *4* — сопло, *5* — мундштук, *6* — змеевик, *7* — горелка

косвенного нагрева (рис. 88, *в*). Такие горелки изготовляют из обычных сварочных горелок с дополнением змеевика из нержавеющей стали. В этих горелках горючая смесь при выходе из смесительного устройства сгорает, и за счет этого тепла нагревает змеевик, по которому пропускается газ — теплоноситель.

При контактной сварке свариваемые детали располагают на некотором расстоянии друг от друга и между ними, вплотную к ним, помещают нагревательный элемент. При непосредственном соприкосновении нагревательного элемента со свариваемыми деталями достаточно быстро происходит местный разогрев последних выше температуры текучести материала. После достижения этой температуры нагревательный элемент извлекают, а поверхность свариваемых деталей сжимают под небольшим давлением и охлаждают.

Преимущество способа контактной сварки перед способом прутковой сварки заключается в большей прочности сварного шва, а также более высокой производительности процесса сварки.

Для контактной сварки труб применяют нагревательный инструмент с плоскими поверхностями (рис. 89). Инструмент можно

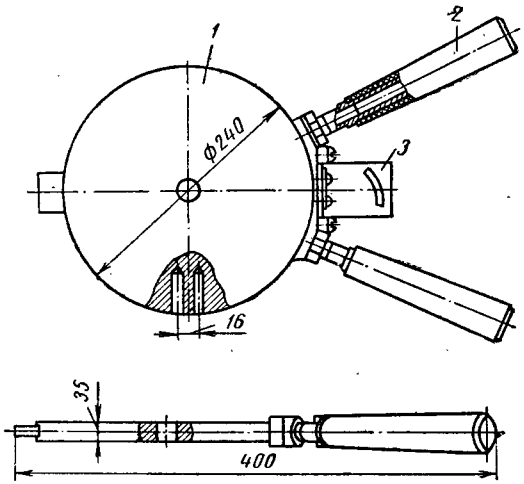


Рис. 89. Нагреватель для контактной сварки труб:
1 — диск, *2* — ручка, *3* — биметаллический термометр

нагревать газовой горелкой, а также электрическим элементом, помещенным внутри инструмента. Поверхность инструмента должна быть тщательно очищена. Для соединения труб различного диаметра достаточно иметь один нагревательный инструмент. На прочность сварного шва влияют температура нагревательного инструмента, продолжительность нагрева, усилие прижима торцов.

1. Какие способы сварки применяют для трубопроводов из полимерных материалов?
2. Какое оборудование используют для нагрева пластмасс при сварке?

§ 60. Сварка и склеивание винипластовых труб

Сварке винипласта благоприятствует его способность переходить в вязкотекучее состояние при 200—220° С. Нагрев винипласта до сварочных температур (220—270° С) должен быть мест-

ным и кратковременным. Чрезмерный нагрев (выше 300° С) приводит к разрушению материала. Химическая стойкость нормально выполненного сварного соединения не отличается от стойкости основного материала.

Основными видами сварного соединения труб из винипласта являются стыковое и раструбное. При прутковой сварке наибольшей прочностью обладает стыковое соединение. Стыковые швы с V-образной разделкой кромок применяют при толщине свариваемых изделий свыше 4 *мм*.

Способ прутковой сварки винипласта имеет следующие серьезные недостатки: низкая производительность и неэкономичность, отсутствие объективного контроля качества сварки и, как результат, — резкие колебания прочности сварного шва, малая удельная ударная вязкость сварного шва. Коэффициент прочности сваренного стыкового шва составляет 0,5—0,7.

Несравненно более экономичным, обеспечивающим бо́льшую прочность и надежность соединений, является способ склеивания.

Способность винипласта прочно склеиваться широко используют при соединении труб между собой и с фасонными частями, а также при изготовлении различных изделий. Склеивание рекомендуется в качестве основного способа соединения трубопроводов в раструб из винипласта при их изготовлении и монтаже. Прочность клеевых соединений практически почти всегда оказывается выше прочности соединений, полученных с помощью сварки, так как при склеивании имеется возможность значительно увеличить скрепляемые поверхности. В противоположность сварке при склеивании не снижается прочность материала соединяемых деталей.

Толщина клеевого слоя зависит от состава и консистенции клея и обычно колеблется в пределах 0,05—0,15 *мм*. Во всех случаях перед склеиванием необходима предварительная подготовка поверхности: удаление неровностей, обезжиривание, создание шероховатости.

Для винипласта наиболее употребительным является клей на основе перхлорвиниловых смол. Лучшими свойствами по сравнению с другими клеями обладают клеи, в состав которых входит 10—20 вес. ч. перхлорвиниловой смолы и 80—90 вес. ч. дихлорэтана. В качестве растворителя, кроме дихлорэтана, можно применять метилхлорид, ацетон, хлорбензол, смесь метил- и этилацетатов. Клеевые соединения на основе перхлорвиниловых смол не рекомендуется использовать при эксплуатации в условиях повышенных температур (выше 60° С).

Неразъемные соединения винипластовых труб, полученные склейкой, могут быть выполнены двумя основными способами: в раструб и с помощью надвижной муфты. Вдвигание конца трубы в раструб производят без их взаимного вращения, чтобы

в слое клея не образовывались воздушные пузырьки. Избыток клея, выступающий наружу, удаляют во избежание размягчения трубы у края раструба. Длина применяемого раструба 1—1,25 $D_н$. При склейке труб с помощью надвижной муфты откалиброванную муфту после зачистки, обезжиривания и смазки клеем всех соединяемых поверхностей надвигают на место соединения и в таком положении равномерно прогревают при 120—130° С. После охлаждения муфта сжимается и плотно охватывает место соединения. Технологический процесс склейки при этом не отличается от ранее описанного. Длина муфты должна быть не менее $2D_н$. Муфтовые соединения применяют в основном при замене поврежденных участков трубопроводов.

1. В чем заключаются особенности сварки винипластовых труб?
2. Как склеивают винипластовые трубопроводы?
3. Какие существуют типы клеевых соединений?

§ 61. Сварка полиэтиленовых трубопроводов

Основным способом соединения полиэтиленовых труб является контактная сварка встык или в раструб без применения присадочного материала. Сварку встык применяют также для получения отводов и тройников из труб (рис. 90).

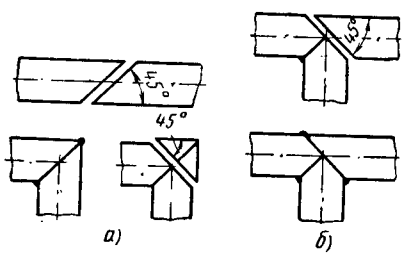


Рис. 90. Изготовление деталей из полиэтиленовых труб контактной сваркой встык:
а — отводов, *б* — тройников

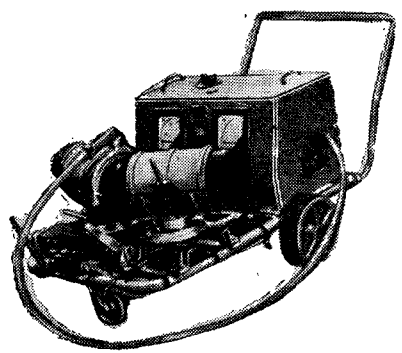


Рис. 91. Передвижная установка УСПТ-400

При сварке встык торцы отрезают строго перпендикулярно их оси и зачищают от заусенцев. Отрезанные торцовые поверхности перед сваркой обрабатывают — снимают окисленный кислородом воздуха поверхностный слой, который при сварке может снизить прочность стыка. Торцовая поверхность труб должна быть ровной, чистой и сухой, без глубоких рисок, зазубрин.

Контактная сварка труб в раструб основана на одновременном оплавлении нагревательным инструментом тонкого слоя наружной поверхности конца трубы и внутренней поверхности раструба фасонной части и последующем сопряжении оплавленных деталей, при котором происходит самоспекание.

Для контактной сварки труб с условным проходом 100—300 *мм*, расположенных прямолинейно и под различными углами применяют передвижную установку УСПТ-400 (рис. 91). Свариваемые трубы устанавливают в поворотный зажим, расположенный на передвижной раме. Нагревательный элемент устанавливают между торцами соединяемых труб, и после их оплавления его вынимают. Нагревательный элемент установки питается от трансформатора.

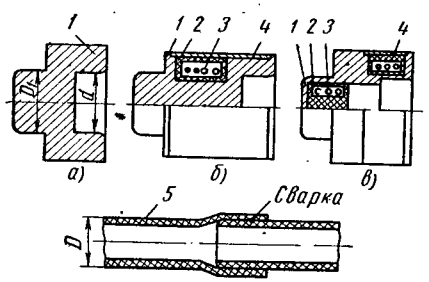


Рис. 92. Ииструмеит для контактной сварки полиэтиленовых труб в раструб:
а — с нагревом открытым пламенем $D_у$ до 150 *мм*, *б* — электронагревательный для труб $D_у$ до 50 *мм*, *в* — электронагревательный для труб $D_у$ — 70 *мм* и выше; *1* — корпус, *2* — теплонзоляцня, *3* — электроспираль, *4* — кожух, *5* — раструбное соединнение

Нагревательный инструмент для сварки в раструб (рис. 92) имеет впадину для оплавления наружной поверхности трубы и выступ для оплавления внутренней поверхности трубы. Инструмент может нагреваться электрическим током с помощью спирали, заложенной внутри его корпуса, или открытым пламенем паяльной лампы, газовой горелки. Прочность сварного соединения зависит от температуры нагревательного инструмента, продолжительности оплавления деталей, разности между диаметрами выступа и впадины, промежутка времени между снятием деталей с инструмента и их сопряжением (не более 1—2 *сек*), а также температуры окружающего воздуха (не ниже 0° С). Оптимальная температура нагрева инструмента для сварки труб и деталей из ПВП — 220—250° С, а оптимальная температура инструмента для сварки труб и деталей из ПНП — в пределах 280—320° С.

1. Назовите осиовные виды соединений полиэтиленовых трубопроводов.
2. Как производится контактная сварка полиэтиленовых трубопроводов?
3. От чего зависит прочность сварных соединеиий полиэтиленовых труб?

§ 62. Правила техники безопасности при резке и сварке трубопроводов

Слесарям-трубопроводчикам часто приходится работать совместно с газорезчиками, газо- и электросварщиками, и поэтому

они должны знать основные правила по технике безопасности при выполнении этих работ.

К производству работ по газовой сварке и резке, так же как и к электрической сварке, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие специальное обучение, проверку знаний и получившие право на выполнение этих работ. При сварке и резке металла рабочий обязан пользоваться защитными очками, работать в рукавицах и брезентовой спецодежде.

Защитные очки газосварщика должны иметь стекла ТИС. Светофильтрами типа ГС-3 рекомендуется пользоваться при работе с горелками с расходом ацетилена до 750 *л/ч*, светофильтрами типа ГС-7 — с расходом ацетилена 2500 *л/ч* и ГС-12 — с расходом свыше 2500 *л/ч*. Работать без защитных очков не разрешается.

На расстоянин 10 *м* от склада кислородных баллонов не разрешается складировать какие-либо горючие материалы. Транспортировать баллоны на монтажной площадке следует с помощью специальных носилок или тележек.

Совместное транспортирование кислородных и пропановых, ацетиленовых баллонов категорически запрещается. Во время транспортирования баллонов нельзя допускать ударов, толчков и сбрасывания их. Нагружать и выгружать баллоны вручную должны двое рабочих. На рабочем месте баллон должен быть прикреплен цепью или хомутом к стене, стойке или уложен наклонно.

Весь кислородный инструмент (редукторы, горелки, резаки, шланги) во избежание загорания должны предохраняться от загрязнения минеральным маслом и жирами другого типа. Этот инструмент следует ремонтировать и хранить отдельно от другого инструмента в чистых ящиках, шкафах, на стеллажах, верстаках. При обнаружении следов масла их надо промыть этиловым спиртом или другим растворителем в соответствии со специальной инструкцией.

Правильное обращение с газовыми горелками, резаками и шлангами предохраняет рабочих от несчастных случаев.

Электросварочные работы при изготовлении и монтаже технологических трубопроводов занимают значительное место и являются одним из сложных видов работ, что требует обеспечения условий, гарантирующих безопасность их выполнения не только для самих сварщиков, но и для работающих поблизости. Электросварщики и слесари должны быть полностью оснащены всеми защитными средствами от брызг металла, поражения лучами и током в зависимости от характера и условий выполнения работ.

Электросварщик при работе открытой дугой для защиты глаз и открытых частей лица должен иметь щиток или шлем с защитными стеклами (светофильтрами). Тип светофильтра выбирают

в зависимости от величины сварочного тока. Промышленность выпускает защитные светофильтры ТС-1, ТС-2 и ТС-3. Для вспомогательных работ при электросварке применяют светофильтр ТС-2. Для защиты рук электросварщики должны надевать брезентовые рукавицы.

Работающие непосредственно с электросварщиками при изготовлении и монтаже трубопроводов также должны пользоваться теми же средствами защиты, что и сварщики; они должны быть хорошо проинструктированы о мерах безопасности при сварочных работах.

Место, где производится сварка деталей и узлов трубопроводов, следует ограждать ширмами (кабинами), окрашенными в темный цвет. Стенки сварочных кабин должны иметь высоту 1,8—2 *м*, между стенкой и полом должен быть зазор величиной 18—20 *см* для доступа в кабину свежего воздуха.

При сварке нельзя смотреть на электрическую дугу незащищенными глазами, так как это вызывает ожог. При появлении боли (рези) в глазах, необходимо немедленно промыть глаза 5%-ным раствором питьевой соды и после этого немедленно обратиться за медицинской помощью.

Сварщики обязаны работать в брезентовой спецодежде (брюки навыпуск, так как искры могут попасть за голенище сапога или в ботинок и вызвать ожог).

Сварочные работы нельзя выполнять вблизи легковоспламеняющихся, горючих и взрывоопасных материалов. Минимальное расстояние от них до места сварки должно составлять не менее 10 *м*, если правилами не предусмотрены бо́льшие расстояния.

Для предохранения сварщиков от поражения электрическим током сварочные кабели должны иметь исправную изоляцию, хорошее (плотное) соединение со сварочным аппаратом и держателем.

Сварщики, работающие на высоте, должны быть обеспечены пеналами для хранения электродов, сумками для хранения инструмента и огарков электродов. Запрещается сбрасывать огарки, инструмент и электроды вниз, так как это может нанести травму работающим внизу людям. Лица, работающие ниже сварщика, должны быть защищены от искр. Для этого места сварки ограждают инвентарными изгородями. В зоне сварки ставят предупредительные плакаты и надписи.

К производству электродуговой сварки в среде инертных газов допускаются электросварщики со специальной подготовкой, усвоившие все правила обращения с баллонами для сжатых газов и имеющие диплом на производство этой работы.

Рабочие, допускаемые к свинцово-паяльным работам, обязаны пройти специальный инструктаж по правилам безопасного обращения со свинцом. Работающие со свинцом должны периодически не реже одного раза в три месяца проходить медицинский осмотр и строго соблюдать правила личной гигиены: мыть руки перед едой, принимать душ после работы, надевать респираторы во время работы, при которой образуется свинцовая пыль.

При контроле сварных соединений трубопроводов радиографирование относится к опасным методам работы, требующим строгого соблюдения санитарных правил при промышленной гамма-дефектоскопии, утвержденных Госсанинспекцией 7 февраля 1955 г.

Работы по радиографированию сварных соединений должны выполнять радиографы, имеющие соответствующую подготовку и удостоверение на право производства этих работ.

Для предохранения людей от вредного воздействия гамма-излучения места проведения испытаний нужно ограждать, вывешивать условные знаки о радиационной опасности и плакаты с надписями, предупреждать всех работающих (независимо от административной подчиненности) о производстве просвечивания. Запрещается оставлять источники излучения (ампулы) без надзора. Гамма-источники должны находиться в свинцовых или вольфрамовых контейнерах.

Радиоактивные препараты разрешается перевозить только в транспортном контейнере; при этом надо строго руководствоваться требованиями «Правил перевозки радиоактивных веществ» № 349—60.

1. Какие основные правила техники безопасности необходимо соблюдать при резке и сварке трубопроводов?
2. Перечислите основные правила обращения с кислородными и газовыми баллонами?
3. Какие средства защиты должны применять работающие непосредственно с электросварщиками?
4. Какие существуют основные правила обращения с радиоактивными изотопами?

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Глава XXII. ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 63. Технология изготовления

Значительные объемы работ по сооружению технологических трубопроводов вызывают необходимость ведения их прогрессивными способами в короткие сроки, с минимальными затратами труда и высоким качеством работ. Одним из наиболее важных путей технического прогресса является индустриализация трубопроводных работ, которая в качестве одного из основных элементов включает в себя предварительное централизованное изготовление деталей и узлов и монтаж трубопроводов готовыми узлами или блоками при максимальной механизации работ.

Преимущества централизованного изготовления технологических трубопроводов заключаются в том, что, во-первых, трубопроводы изготовляются независимо от состояния готовности строительства объекта и монтажа оборудования на трубозаготовительных базах и заводах с применением деталей заводского изготовления. Во-вторых, централизованное изготовление трубопроводов дает возможность механизировать большинство производственных операций, в том числе наиболее трудоемкие; увеличить серийность производства; внедрить высокопроизводительные станки и механизмы, сборочно-сварочные приспособления; широко применить механизированную газовую резку, полуавтоматические и автоматические способы сварки; механизировать подъемно-транспортные операции; значительно повысить качество изготовления. При этом трудоемкость изготовления обвязочных трубопроводов сокращается в среднем на 25%. Кроме того, снижается стоимость работ за счет уменьшения трудоемкости изготовления, значительного повышения производительности труда, уменьшения организационных потерь и ликвидации сезонности работы в зависимости от метеорологических условий, сокращения отходов и потерь труб, уменьшения расходов на хранение материалов на месте монтажа.

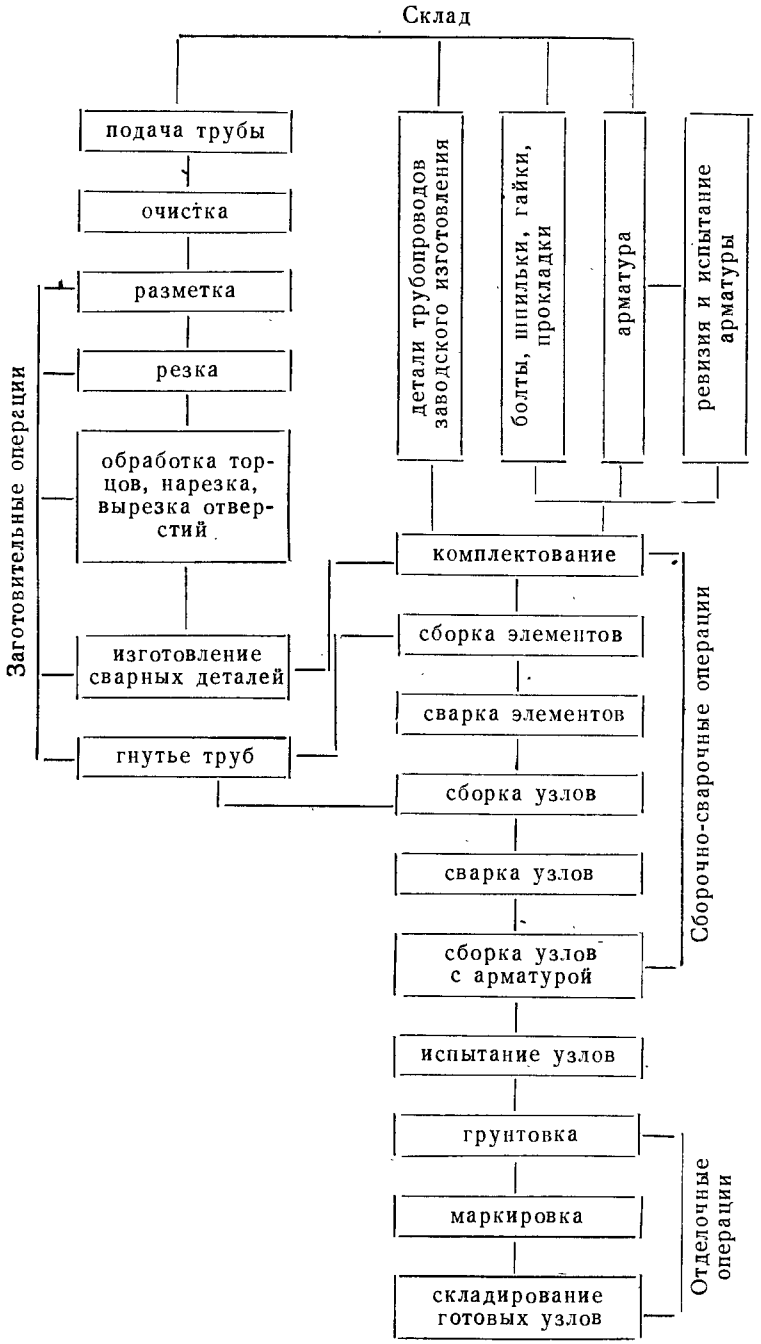


Рис. 93. Схема технологического процесса централизованного изготовления узлов трубопроводов

Централизованное изготовление узлов на трубозаготовительных базах и заводах должно соответствовать современному уровню развития техники и обеспечивать высокую производительность труда. Это возможно при повышении серийности изделий и внедрении поточного способа производства. Для этого вначале изготовляют отдельные одноосные элементы трубопроводов, а затем из готовых элементов собирают узлы.

При механизированном поточном изготовлении узлов необходимо соблюдать следующие основные положения организации производства:

операции технологического процесса по возможности должны быть разделены на простые, элементарные;

основные операции должны быть выполнены без возврата грузопотока заготовок;

отдельные операции не должны существенно опережать или задерживать общий ритм потока;

заготовки необходимо перемещать равномерно и ритмично и по возможно кратчайшему пути;

подъемно-транспортные операции должны быть максимальио механизированы.

Примерная схема технологического процесса централизованного изготовления узлов трубопроводов представлена на рис. 93. Процесс производства состоит из трех основных групп операций: заготовительные, сборочно-сварочные и отделочные. Процесс предусматривает широкое применение стандартных деталей трубопроводов заводского изготовления. В связи с тем, что полная номенклатура стандартных деталей еще не освоена заводами, в схеме предусмотрено также изготовление сварных деталей.

В настоящее время разработаны типовые проекты этих цехов и заводов. Производственная годовая программа таких цехов определяется объемом и характером трубопроводных работ, выполняемых монтажными организациями, и обычно составляет 1000, 2000, 3000, 4000 и 5000 *т* (табл. 15).

Таблица 15

Осиовиые техиико-экономические показатели трубозаготовительиых цехов

Показатели	Годовая программа, *т*				
	1000	2000	3000	4000	5000
Съем продукции с 1 $м^2$ производственной площади, *т* в год	1,5	1,8	2,0	2,2	2,3
Выработка на одного основного рабочего, *т* в год	48	50	52	55	56
Трудозатраты на изготовление 1 *т* продукции, *чел/ч*	40	38	37	38	35

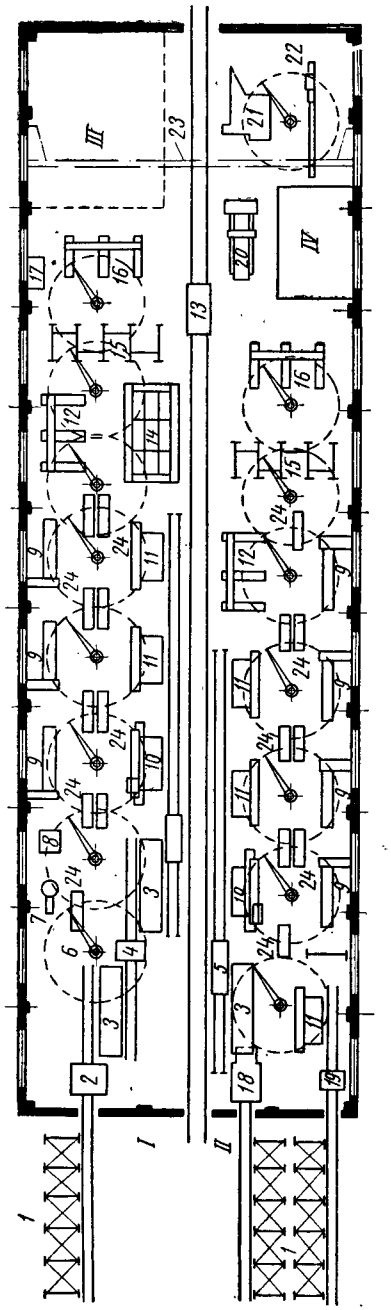


Рис. 94. Схема планировки трубозаготовительиого цеха:

I — линия изготовления узлов D_y=200—500 *мм*, *II* — линия изготовления узлов D_y=50—150 *мм*, *III* — промежуточный склад готовой продукции, *IV* — генераторная ТВЧ; *1* — приемный стеллаж с рольгангом, *2* — станок для газопламенной резки труб, *3* — наклонный стол с отсекателями, *4* — установка для правки концов труб с рольгангом, *5* — приводная тележка для подачи патрубков *6* — кран консольный поворотный 400 *кг*, *7* — автомат сварочный АДК-500-6, *8* — манипулятор сварочный Т-25М, *9* — сварочный пост с фрикционным манипулятором и головкой ТСГ-7 для сварки элементов, *10* — приспособление для вырезки отверстий в трубах со стендом для сборки тройниковых соединений, *11* — стенд для сборки элементов с приемным столом, *12* — стенд для сборки плоских узлов, *13* — транспортная приводная тележка, *14* — стенд для сборки пространственных узлов, *15* — стеллаж для сварки узлов, *16* — стенд для сборки узлов с арматурой, *17* — насос для гидроиспытания узлов, *18* — трубонарезной станок 9Н14, *19* — трубоотрезной станок ВМС-35, *20* — стаиок для гнутья труб с нагревом ТВЧ средняя модель 52-012-19, *21* — станок для холодного гиутья труб ТГМ-38-159, *22* — трубоотрезной станок 1820 для нержавеющих труб, *23* — кран-балка грузоподъемностью 2 *тс*, *24* — контейнер

Схема планировки одного из таких цехов с годовой производительностью 3000 *т* узлов показана на рис. 94.

Цех имеет две поточные линии для изготовления элементов и узлов трубопроводов из углеродистой стали с условным проходом от 50 до 150 и от 200 до 500 *мм*. Изготовление трубопроводов в цехе осуществляют следующим образом. Трубы со стеллажей приводными рольгангами подают через проем в стене в цех, где очищают их наружную поверхность и продувают внутреннюю. Затем они поступают для разметки и резки. Под прямую резку трубы часто не размечают, так как для этой цели на станках применяют упоры или мерные линейки. Отрезанные по размерам патрубки поступают на стеллаж, а затем в установку, где осуществляется правка и калибровка концов. Каждый патрубок после правки маркируют краской. Комплектование патрубков и деталей трубопроводов ведут по отдельным узлам. Затем механизированной тележкой патрубки подают на стенды сборки элементов трубопроводов. Собранные и прихваченные электросваркой элементы с помощью крана-укосины укладывают в контейнеры и направляют на манипуляторы-вращатели для сварки. Сваривать элементы надо по возможности автоматическими или полуавтоматическими способами. Ручная сварка допускается лишь в тех случаях, когда вследствие сложной конфигурации элемента или узла применение автоматической или полуавтоматической сварки невозможно.

В отдельных случаях для изготовления элементов и узлов применяют гнутье труб на трубогибочных станках в холодном состоянии или с нагревом токами высокой частоты.

После сварки элементы с помощью кран-балки подают на стенды для сборки плоских и пространственных узлов и затем на стеллажи для их сварки.

Узлы трубопроводов целесообразно собирать на стендах совместно с запорно-регулирующей арматурой, когда это допустимо по условиям транспортирования. Ревизию и испытание арматуры осуществляют на оборудовании, расположенном на отдельном участке.

Качество изготовления узлов проверяют при испытании всей линии трубопровода после ее монтажа.

Гидравлическое испытание готовых узлов в трубозаготовительных цехах и мастерских, как правило, не производят, за исключением тех случаев, когда имеется большое количество стыков, выполненных ручной сваркой, а также узлов, собранных с арматурой, приборами контроля и автоматики.

Готовые узлы маркируют в соответствии с чертежом не менее чем в двух местах и в разных плоскостях. Это облегчает их подбор на местах хранения и монтажа.

Открытые концы готовых узлов при транспортировании и хранении закрывают инвентарными заглушками или пробками,

чтобы предохранить внутреннюю полость трубопроводов от засорения.

У изготовленных в цехах узлов трубопроводов должны быть полностью заварены сварные стыки, собраны фланцевые соединения на постоянных прокладках с полным количеством болтов или шпилек и затянуты. На узлах должны быть вварены спускные и воздушные патрубки, бобышки и гильзы для контрольно-измерительных приборов, реперы для замера ползучести.

1. Для чего производится централизованное изготовление трубопроводов?
2. В чем заключаются основные преимущества централизованного изготовления трубопроводов?
3. Назовите основные технологические операции при централизованном изготовлении трубопроводов.
4. Назовите основные технико-экономические показатели трубозаготовительных цехов.

§ 64. Сборка элементов и узлов трубопроводов

Особенность технологии сборки заключается в том, что элементы и узлы трубопроводов имеют разнообразные конструкции и размеры. Чтобы получить размеры элементов и узлов указанной в чертеже точности, необходимо их сборку по разметке заменять сборкой с помощью специальных приспособлений.

Отклонение габаритных размеров элементов и узлов трубопроводов от проектных не должны превышать при размере до 3 *м* $\pm$ 5 *мм*, а на каждый последующий полный метр размера дополнительно $\pm$ 2 *мм*. Общее отклонение не должно превышать $\pm$ 15 *мм*.

В условиях трубозаготовительных цехов и мастерских элементы и узлы собирают на специальных стендах, оборудованных необходимыми приспособлениями и кондукторами для установки деталей, их закрепления и фиксации в заданном положении. Ввиду того, что собираемые детали и трубы имеют значительные допуски по размерам и форме, конструкции сборочных стендов и приспособлений снабжены регулирующими устройствами (съемными, переставными и винтовыми фиксаторами и зажимами), позволяющими собирать элементы со значительными отклонениями.

Сборочные стеды должны иметь такую высоту, чтобы сборщикам удобно было работать: длина и ширина их должны соответствовать максимальным размерам собираемых элементов и узлов. Конструкции сборочных стендов зависят от конфигурации элементов и узлов, диаметров труб, типа соединения (разъемные, неразъемные), материала. Сборочные стенды выполняют из профильного металлопроката в виде каркасов с верхним настилом из швеллеров, повернутых спинкой вверх, или

в виде каркаса со сплошным настилом из листового металла.

Приспособления к сборочным стендам могут быть универсальными или специальными. Различают призменные опоры для установки труб и деталей, угольники, закрепляемые на стенде, центрующие роликоопоры, роликовые каретки с жесткими и регулируемыми призмами, телескопические роликоопоры, позволяющие регулировать опору по высоте, приспособления для фиксации положения штуцеров под заданным углом, приспособления для сборки фланцев и др.

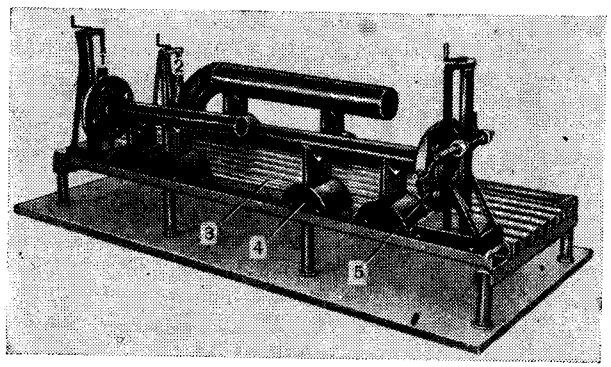


Рис. 95. Стенд для сборки элементов трубопроводов:
1 — приспособление для напасовки плоских фланцев, *2* — приспособление для припасовки отводов, *3* — стол, *4* — каретка с призмой, *5* — приспособление для припасовки фланцев приварных встык

На рис. 95 показан один из наиболее распространенных стендов для сборки элементов трубопроводов с условным проходом до 500 *мм* типа: труба-фланец, труба-отвод и фланец-труба-отвод. Стенд представляет собой сварной стол *3* с базовой плоскостью из швеллеров, приваренных к раме основанием квеохv. С обеих сторон стола установлены на катках шесть подвижных кареток *4*, имеющих установочные призмы для поддержания труб и три приспособления. Для сборки труб с отводом применяют приспособление *2,* для сборки труб с фланцами приварными встык — *5* и для сборки труб с фланцами плоскими приварными — *1*. Средняя часть стола может быть использована для стыкования прямолинейных отрезков труб между собой и для выполнения разметочных операций. Приспособление для сборки труб с отводами имеет подъемную площадку, на которую отвод устанавливается вертикально на один из торцов. Второй торец при этом стыкуется с трубой, уложенной в двух подвижных каретках.

При сборке элементов на стенде необходима зачистка и подгонка кромок стыкуемых деталей с трубами, их стыковка и прихватка электросваркой. Центровка труб и деталей на стенде производится с помощью механизма регулирования по вертикали призм кареток и сборочных приспособлений.

Пространственные и плоские узлы различной конфигурации собирают на универсальных стендах. Удельный вес пространственных узлов по сравнению с плоскими узлами сравнительно невелик; плоские узлы изготовляют небольшими партиями.

Стенд для сборки плоских узлов с условным проходом до 350 *мм* (рис. 96) представляет собой сварной стол *1* гребенчатого

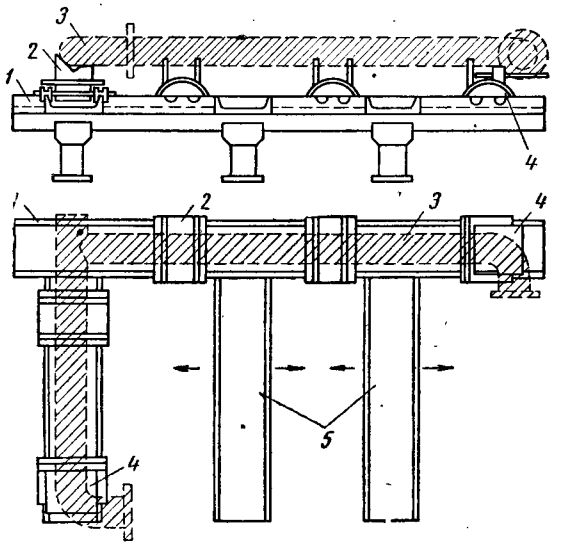


Рис. 96. Стенд для сборки плоских узлов:
1 — гребенчатый стол, *2* — каретка с призмой, *3* — собираемый узел, *4* — приспособление для припасовки отводов, *5* — передвижная направляющая

типа с базовой поверхностью из швеллеров. По направляющим швеллеров перемещаются каретки с установочными призмами, на которые укладывают собираемые между собой элементы, трубы и детали. Направляющие *5* из швеллера, расположенные в средней части стенда, могут передвигаться в продольном направлении, что обеспечивает сборку тройниковых соединений «врезкой». Такой стенд удобен в эксплуатации, так как обеспечивает свободный доступ рабочего к любому месту сборки.

На рис. 97 показан комбинированный стенд для сборки плоских и пространственных узлов с условным проходом до 500 *мм*. Отличительной особенностью данного стенда является прямоугольная форма стола. В средней части стола установлена передвижная поворотная траверса *1* с двумя передвижными

каретками *4*. Траверса предназначена для сборки ответвлений под любым углом. В средней ее части имеется поворотный круг *2* с лимбом; благодаря чему собираемые детали можно устанавливать под заданным углом. Для соединения труб разного диаметра у передвижных кареток *4* траверсы имеются установочные призмы, положение которых можно регулировать по вертикали. При необходимости эти каретки можно переставлять на боковые направляющие *7*. Жесткость фиксированного положения

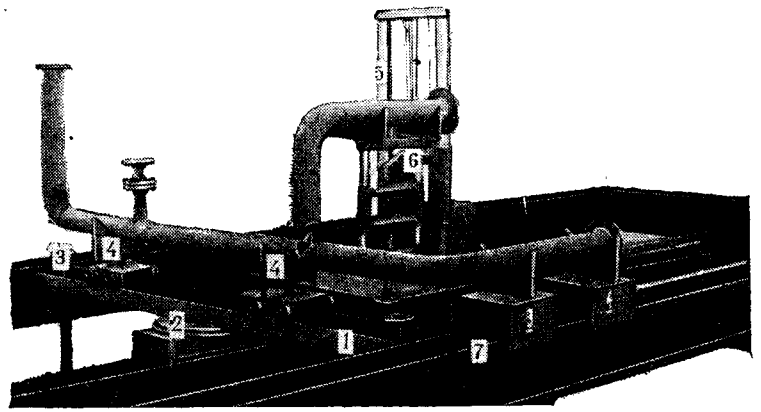


Рис. 97. Комбинированный стенд для сборкн плоских и пространственных узлов:

1 — траверса, *2* — поворотный круг с лимбом, *3* — грузовой винт, *4* — передвнжные каретки с призмамн, *5* — направляющая колонка, *6* — кронштейн, *7* — направляющне стола

траверсы обеспечивают два грузовых винта *3*. Сборка пространственных узлов связана с подъемом и установкой элементов трубопроводов значительного веса. Для выполнения этих операций используют передвижные приспособления с консольным поворотным кроштейном *6*, который посредством ручной лебедки перемещается в вертикальной плоскости на двух направляющих колонках *5*. На конце кронштейна имеются две установочные призмы. Их положение регулируется по вертикали, что обеспечивает точное положение собираемого элемента. Жесткость положения приспособления достигается двумя опорными винтами.

Во время сборки элементов и узлов трубопроводов их отдельные участки иногда выходят за габариты сборочных стендов. Эти участки поддерживаются выносными телескопическими роликоопорами, которые могут быть установлены в любом месте сборки. Телескопическая роликоопора (рис. 98) состоит из опорной плиты — крестовины *1*, к которой приварена трубчатая

стойка *2*. В стойке перемещается шток *5* с роликами *4*. Положение штока по высоте фиксируется зажимным устройством *3*. Телескопические роликоопоры применяют также для поддержания участков труб при их резке на станках, во время сварки узлов на вращателях.

Недостатком описанных стендов и приспособлений является необходимость применения ручных зажимов и фиксаторов, требующих значительного времени на установку, подгонку труб и деталей. При серийном изготовлении элементов и узлов целесообразно использовать пневматические и гидравлические зажимные приспособления, обеспечивающие жесткость зажима, возможность дистанционного управления и быстроту действия.

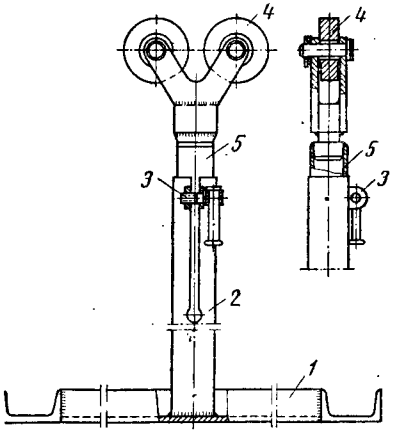


Рис. 98. Телескопическая роликоопора:

1 — опорная крестовнна, *2* — стойка, *3* — зажнмное устройство, *4* — ролнк, *5* — шток

Элементы и узлы трубопроводов небольших диаметров (до 80 *мм*) собирают обычно на простых стеллажах без применения специальных приспособлений. В трубозаготовительных цехах для этих целей используют стеллажи двух видов: стационарные и передвижные сборно-разборные.

Предварительно изготовленные элементы и узлы трубопроводов с арматурой собирают на стеллажах и стендах. При сборке следят за положением запорных органов, которое должно соответствовать указаниям в чертеже и обеспечивать свободный доступ к арматуре в процессе эксплуатации. Срок службы стендов и стеллажей для сборки существенно зависит от правильной их эксплуатации. Поверхности деталей приспособления, близко расположенные к местам сварки, необходимо защищать от брызг расплавленного металла; для этого применяют различные съемные экраны или покрывают поверхности жидким стеклом и мелом.

При установке и съеме деталей нужно избегать резких ударов, недопустимо использование ломов, кувалд, случайных клиньев для подгонки деталей во время сборки и съема узлов. Периодически стенды надо проверять на технологическую точность или путем замера собранного контрольного узла, или путем замера стенда по всем устаиовочным размерам.

После сборки элементы и узлы трубопроводов передают на сварку. Перед сваркой мастер и работник ОТК проверяют каче-

ство сборки и прихватки. Пооперационный контроль и контроль готовых элементов и узлов осуществляет мастер цеха или ОТК.

1. Какие требования предъявляют к сборке элементов и узлов трубопроводов?
2. Какие стенды и приспособления используют для сборки элементов и узлов трубопроводов?

§ 65. Сборка фланцевых соединений

Фланцевое соединение — наиболее уязвимое и слабое место трубопровода.

Сборка труб с фланцами является одной из наиболее распространенных и ответственных операций при изготовлении и монтаже трубопроводов, так как расстройство фланцевого соединения вызывает необходимость отключения трубопровода.

Пропуски среды через неплотности фланцевых соединений в процессе испытания и эксплуатации трубопроводов происходят вследствие слабой затяжки фланцев, перекосов между плоскостями фланцев, некачественной очистки уплотнительных поверхностей фланцев перед установкой новой прокладки, неправильной установки прокладки между фланцами, применения некачественного прокладочного материала или материала, который не соответствует параметрам среды, дефектов на уплотнительных поверхностях (зеркалах) фланцев.

Процесс сборки фланцевого соединения состоит из установки (напасовки), выверки и крепления фланцев на концах труб, установки прокладки и соединения двух фланцев болтами или шпильками. Соединяемые участки труб перед сборкой фланцевого соединения выверяют на прямолинейность их осей.

При напасовке фланцев на трубы в соответствии со СНиП III-Г.9—62 должны быть соблюдены следующие требования.

Отклонение от перпендикулярности фланца n к оси трубы (перекос), измеренное по наружному диаметру фланца (рис. 99, *а*) не должно превышать 0,2 *мм* на каждые 100 *мм* диаметра трубопровода, предназначенного для работы под давлением до 16 *кгс/см²*, 0,1 *мм* — под давлением от 16 *кгс/см²* до 64 *кгс/см²* и 0,05 *мм* под давлением выше 64 *кгс/см²*.

Устанавливать фланцы надо так, чтобы отверстия для болтов и шпилек были расположены симметрично главным осям (вертикальной и горизонтальной), но не совпадали с ними (рис. 99, *б*). Смещения осей болтовых отверстий во фланцах m относительно оси симметрии не должны превышать ±1 *мм* при диаметре отверстий 18—25 *мм*, ±1,5 *мм* — при 30—34 *мм* и ±2 *мм* — при 41 *мм*.

Смещение осей отверстий фланца по окружности трубы проверяют с помощью отвеса или уровня, по которым находят вертикальную или горизонтальную ось, а затем линейкой контролируют смещение отверстий.

Перпендикулярность фланца проверяют контрольным угольником (рис. 100) и щупом. Зазор между фланцем *2* и угольником *1* замеряют в точках, диаметрально противоположных точкам касания.

Для напасовки на трубы с условным проходом до 200 *мм*

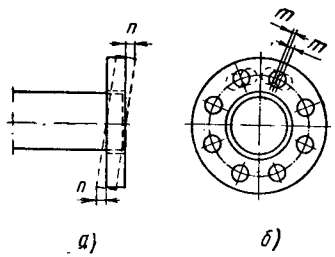


Рис. 99. Положение фланца при установке, на трубе:
а — отклонение от перпендикулярности фланца к оси трубы, *б* — смещение осей болтовых отверстий во фланцах относительно оси симметрии

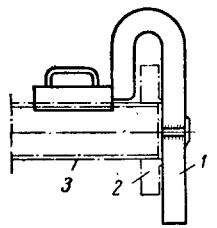


Рис. 100. Контрольный угольник:
1 — угольник, *2* — фланец, *3* — труба

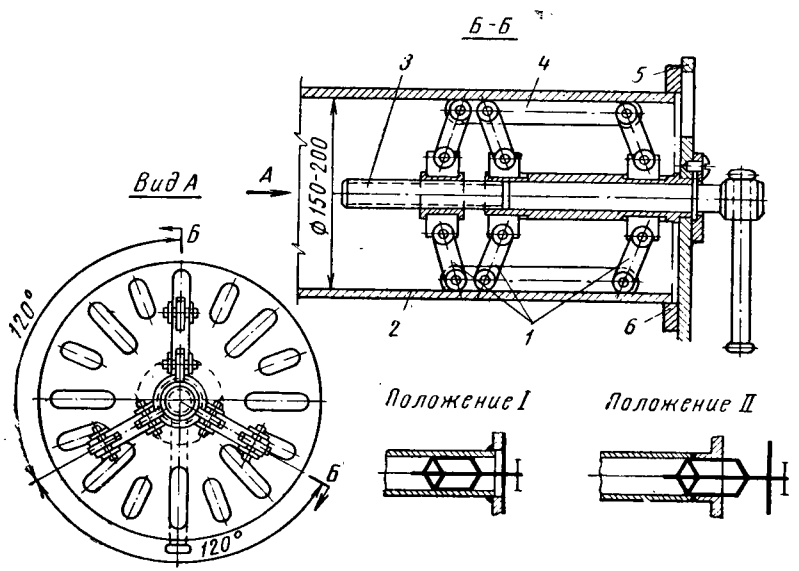


Рис. 101. Приспособление для напасовки фланцев с центровкой по внутреннему диаметру трубы:
1 — рычажное устройство, *2* — труба, *3* — шток с воротком, *4* — планка, *5* — диск, *6* — фланец

плоских и приварных встык фланцев с центровкой их по внутреннему диаметру трубы применяют приспособление, показанное на рис. 101. Приспособление состоит из рычажного устройства *1*, установленного на штоке *3*, и диска *5*. Для установки фланца *6* рычажный механизм вставляют внутрь трубы *2*. При вращении штока *3* по часовой стрелке рычаги расходятся, прижимая планки *4* к стенке трубы, при этом диск устанавливается строго перпендикулярно оси трубы. Плоские фланцы устанавливают по диску приспособления (положение *I*), а приварные встык — по торцу трубы и планкам приспособления (положение *II*). После выверки положения фланца его прихватывают электродуговой сваркой.

При сборке элементов и узлов трубопроводов на сборочных стендах для напасовки фланцев применяют специальные передвижные приспособления.

Для напасовки фланцев приварных встык с условным проходом до 500 *мм* наиболее рационально приспособление, показанное на рис. 102, *а*. Привариваемый фланец устанавливают на сменные контрольные штифты *1*, изготовленные в соответствии с диаметром болтового отверстия фланца. Эти штифты с помощью двухзаходного винта *2* и рукоятки *3* разводят и фиксируют положение болтовых отверстий фланца симметрично вертикальной оси. Перпендикулярность фланца продольной оси трубы достигается прижатием его зеркала к плоскости установочной каретки *4*. Совпадение оси фланца с осью трубы достигается перемещением каретки с фланцем по вертикали с помощью винта *5* и рукоятки *6*. Приспособление установлено на направляющих роликах *7*, и после сборки и прихватки элемента легко откатывается.

При сборке на таком приспособлении плоского фланца внутрь его вставляют установочное кольцо, чтобы труба не доходила до торца каретки (плоскости фланца) на требуемую величину. Недостаток данной конструкции заключается в необходимости индивидуальной центровки внутреннего отверстия фланца и трубы при сборке.

На рис. 102, *б* показано приспособление для напасовки плоских фланцев с условным проходом до 500 *мм*. Оно отличается от описанного выше тем, что на установочной каретке вместо контрольных штифтов закреплена оправка *8*, имеющая серию цилиндрических выступов, диаметры которых соответствуют внутренним диаметрам собираемых фланцев. Ширину выступов принимают с учетом величины, на которую не доводят фланец. Торцовые поверхности выступов обработаны строго перпендикулярно продольной оси. Фланец надевают на трубу и прижимают зеркалом к торцовой поверхности оправки. Установочную каретку перемещают с помощью винта *5*, чтобы она по высоте находилась на одной оси с трубой.

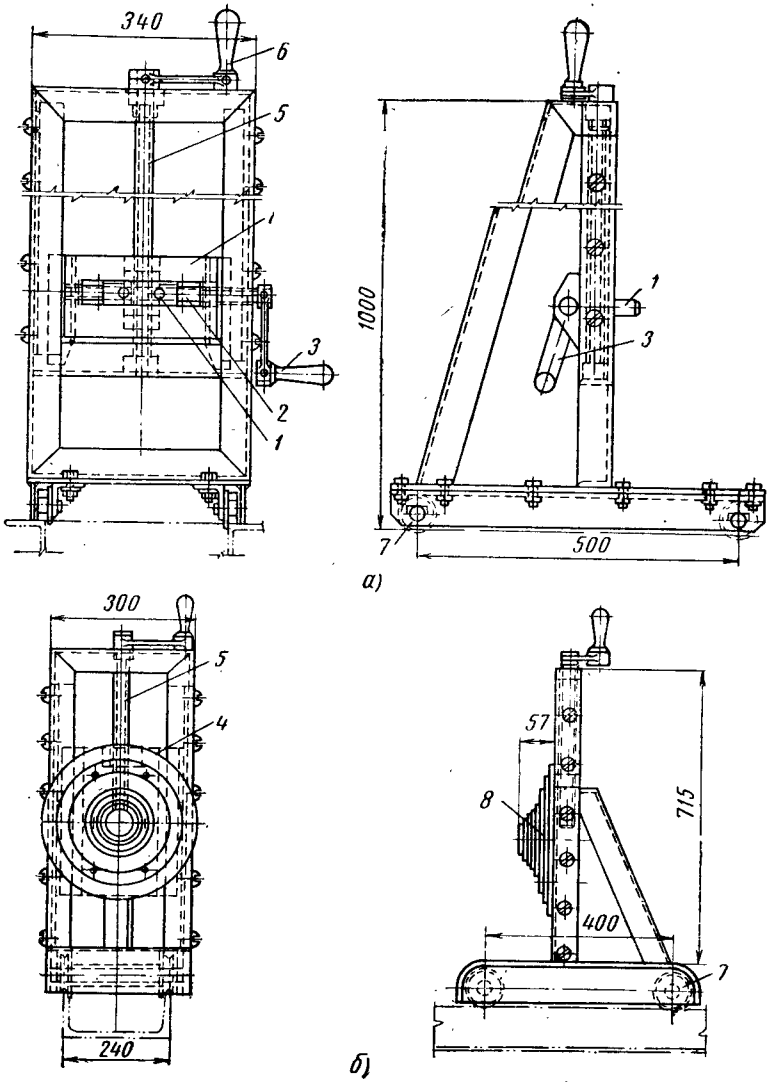


Рис. 102. Приспособления для напасовки фланцев:
а — приварных встык, *б* — плоскнх привариых; *1* — контрольный штифт, *2* — двухзаходный винт, *3*, *6* — рукоятки, *4* — устаиовочная каретка, *5* — внит, *7* — иаправляющне ролики, *8* — оправка

Если фланец не имеет перекоса или величина перекоса допускаемая, производят окончательную сборку соединения с установкой прокладок. Мягкие прокладки (из паронита, картона, асбеста) перед установкой смачивают водой и натирают с обеих сторон сухим графитом. Смазывать прокладки мастиками или графитом, разведенным на масле, нельзя, так как мастика и масло пригорают к зеркалам фланца и портят их поверхность.

Плотность фланцевого соединения в значительной степени зависит не только от чистоты поверхности зеркал фланцев, качества и размеров прокладки, но и от тщательной и умелой сборки и затяжки гаек. Перед сборкой фланцевых соединений с выступом и впадиной следует убедиться в том, что выступ одного фланца свободно входит во впадину сопрягаемого с ним фланца, а прокладка не имеет смещений в ту или иную сторону.

Сборка труб со свободными фланцами на приварном кольце или отбортованной трубе ничем не отличается от вышеизложенного и сводится в основном к подготовке конца трубы.

Исправление перекоса фланцев при их сборке путем натяга болтов или шпилек, а также устранение зазоров установкой клиновых прокладок не допускается. Такой натяг вызывает одностороннее сжатие прокладки и недопустимую вытяжку болтов или шпилек, в результате чего соединение становится неплотным. Перетянутые болты или шпильки в процессе эксплуатации могут разорваться.

Гайки фланцевых соединений с паронитовыми прокладками затягивают по способу крестообразного обхода. Сначала затягивают одну пару противоположно лежащих болтов, затем вторую пару, находящуюся под углом 90° к первой. Постепенно поперечным завертыванием гаек затягиваются все болты. При такой последовательности затяжки гаек не образуется перекосов во фланцевых соединениях.

Гайки с металлическими прокладками затягивают по способу кругового обхода, т. е. при трех- или четырехкратном круговом обходе равномерно затягивают все гайки. Гайки фланцевого соединения затягивают ручными и механизированными гаечными ключами с трещотками. К механизированным инструментам относятся ключи-гайковерты с электрическим или пневматическим приводом. Равномерность затяжки и величину холодного натяга шпилек фланцевого соединения и крышек арматуры на трубопроводах высокого давления контролируют динамометрическими ключами путем измерения удлинения шпильки при затяжке. Допускаемый размер холодного натяга шпилек находится в пределах от 0,03 до 0,15 *мм* на каждые 100 *мм* длины шпильки.

При разборке и ремонте фланцевых соединений для раздвижки применяют приспособления с клином. После разборки фланцев обязательно меняют прокладку. Старую прокладку ставить нельзя даже в том случае, если состояние ее вполне удовлетворительное.

При сборке фланцевых соединений запрещается оставлять незатянутыми болты или шпильки, соединять фланцы без прокладок и оставлять монтажные болты.

1. Какие требования предъявляются к сборке труб с фланцами?
2. Какие приспособления используют для сборки труб с фланцами?
3. Перечислите правила затяжки фланцевого соединения.

§ 66. Сварка элементов и узлов

Технологией централизованного изготовления трубопроводов в условиях трубозаготовительных цехов и мастерских предусматривается сварка элементов и узлов.

Элементы трубопроводов имеют параллельные плоскости сварных стыков, что позволяет осуществлять их автоматическую сварку в поворотном положении. Для этой цели используют специальное сварочное оборудование, станки, манипуляторы и вращатели.

Конструкция трубопроводных узлов (плоских и пространственных) вследствие значительных габаритных размеров и различного положения сварных стыков в пространстве не позволяет применять поворотную сварку. В большинстве случаев узлы сваривают вручную в неповоротном положении. Рассмотрим оборудование для вращения свариваемых элементов. На рис. 103 показан фрикционный манипулятор конструкции Н. М. Кудрявцева, предназначенный для вращения труб и элементов трубопроводов с условным проходом от 50 до 500 *мм* при автоматической или полуавтоматической сварке. Положение оси трубы или элемента, вращаемого манипулятором, может быть изменено в любом направлении: горизонтальном, вертикальном и наклонном, что дает возможность сваривать элементы различной конфигурации в нижнем положении.

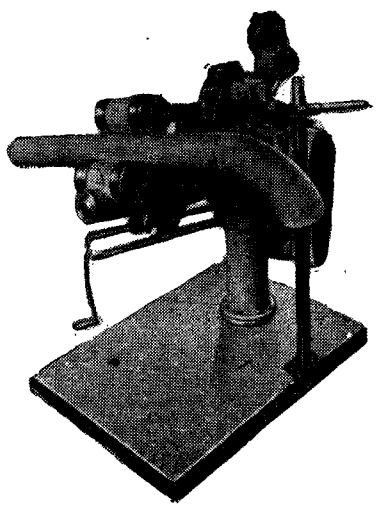


Рис. 103. Фрикционный манипулятор конструкции Н. М. Кудрявцева

Наиболее целесообразно применение манипулятора в сочетании со сварочным автоматом с качающейся головкой ТСГ-6 или ТСГ-7. Сварочный автомат устанавливают рядом с манипулятором на специальной подставке. Манипулятор используется в

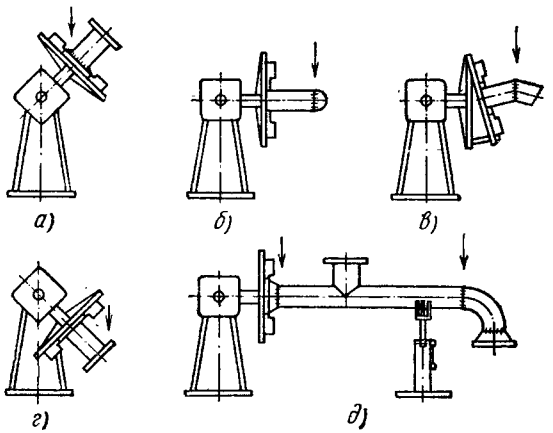


Рис. 104. Положения планшайбы манипулятора при сварке элементов и узлов трубопроводов: *а, г* — приварка фланцев, *б* — приварка заглушки, *в* — сварка секционных отводов, *д* — приварка фланца и отвода

основном при автоматической сварке кольцевых швов: при сварке труб, сварке элементов типа труба-отвод, труба-фланец, труба-фланец-отвод.

Манипулятор состоит из механизмов вращения, подъема, прижима, поворота и опорного корпуса. Механизм вращения ведущих роликов имеет привод от электродвигателя через многоступенчатую клиноременную передачу и червячный редуктор. Скорость вращения регулируется за счет многоступенчатой клиноременной передачи. Свариваемое изделие зажимается между двумя ведущими и одним прижимным роликом от рукоятки. В модернизированных конструкциях манипулятора труба прижимается от пневмоцилиндра. Прижимный механизм имеет пружинное устройство, компенсирующее возможные колебания наружного диаметра при овальности труб. Рабочий орган манипулятора поднимают и опускают вручную с помощью рукоятки.

Для вращения труб и элементов трубопроводов также широко применяют торцовые сварочные манипуляторы. Свариваемые изделия закрепляют с помощью трехкулачковых патронов или зажимами на планшайбе (рис. 104).

Сварку выполняют с помощью автоматов или полуавтоматов.

В трубозаготовительных цехах для вращения труб и элементов используют также манипуляторы Т-25, предназначенные для сварки кольцевых швов труб и элементов с условным проходом до 1000 *мм*, универсальные манипуляторы УСМ-500, УСМ-1000, торцовый вращатель ГСТМ-12, а также многочисленные конструкции роликовых вращателей.

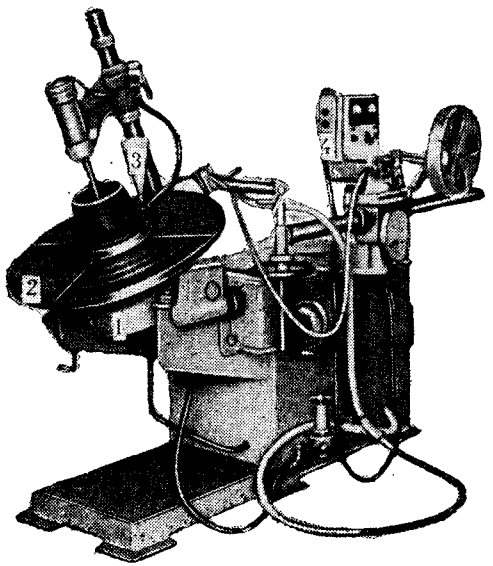


Рис. 105. Установка АДК-500-6:
1 — манипулятор, *2* — вращающийся стол, *3* — сварочная головка, *4* — аппаратура управления

Для сварки труб и элементов трубопроводов, особенно приварки фланцев к патрубкам, могут быть рекомендованы установки трех типов: АДК-500-3 для труб с условным проходом 75—300 *мм*, АДК-500-6 (рис. 105) для труб с условным проходом 150—600 *мм* и АДК-500-5 для труб с условным проходом 300—1200 *мм*.

В состав установки входит манипулятор с вращающимся столом *2*, сварочная головка *3* и аппаратура управления *4*. Стол может наклоняться под углом до 90° и вращаться. Вращение стола осуществляется трехфазным асинхронным двигателем через редуктор и коробку скоростей с несколькими ступенями регулирования. Установка АДК-500-3 укомплектована сменными головками для сварки под флюсом и в защитных газах. Сменная головка имеет водяное охлаждение.

1. В чем заключается особенность сварки элементов трубопроводов?
2. Какое оборудование применяют для вращения труб при автоматической и полуавтоматической сварке элементов трубопроводов?

§ 67. Испытание и маркировка узлов

Собранные и сваренные узлы и элементы подвергают в цехе гидравлическому испытанию на прочность и плотность, на пробное и рабочее давление.

Успешное проведение гидравлических испытаний узлов и элементов в большой степени зависит от конструкции приспособлений для герметизации испытываемых узлов и элементов, которые должны быть удобными в работе и обеспечивать быструю установку и снятие.

Одним из таких приспособлений являются инвентарные заглушки (рис. 106). Для испытаний труб и узлов с условным проходом от 80 до 700 *мм* на давление до 25 *кгс/см²* используют инвентарную заглушку с круглым резиновым кольцом (рис. 106, *а*). Заглушка состоит из двух дисков *1* и *3*, обработанных на конус и соединенных между собой стяжными винтами *4* с гайками. Между дисками установлена резиновая уплотняющая манжета *2*, наружный диаметр которой равен внутреннему диаметру трубы или на 0,5—1 *мм* меньше. При завинчивании гаек диски подтягиваются друг к другу и своими конусами разжимают резиновую манжету, которая плотно прилегает к стенке трубы, обеспечивая полную герметичность. Воду нагнетают через штуцер *5* заглушки. Для безопасности работы при испытании на давление до 25 *кгс/см²* и предохранения от выдавливания заглушек из труб устанавливают три-четыре упорные струбцины *6* (в зависимости от диаметра трубы).

Для испытания труб и узлов трубопроводов с условным проходом от 100 до 1000 *мм* на давление до 25 *кгс/см²* применяют инвентарные заглушки с плоским и конусным кольцом (рис. 106, *б, в*). Их отличительной особенностью является наличие разрезной цанги *7*. Она упирается в стенки трубы и предотвращает выдавливание заглушки под действием внутреннего давления жидкости. При завертывании стяжного винта конусный диск разжимает разрезную цангу, которая своей насечкой врезается в трубу и надежно удерживает заглушку во время испытания.

При проведении испытаний из узла необходимо вытеснить воздух; для этого в верхней точке устанавливают воздушник — один из фланцев, на который закреплен глухой фланец со штуцером и вентилем диаметром 13—19 *мм*. Узел заполняют водой до

появления ее из вентиля воздушника; после чего воздушник закрывают, и к системе подключают гидравлический пресс для создания пробного давления.

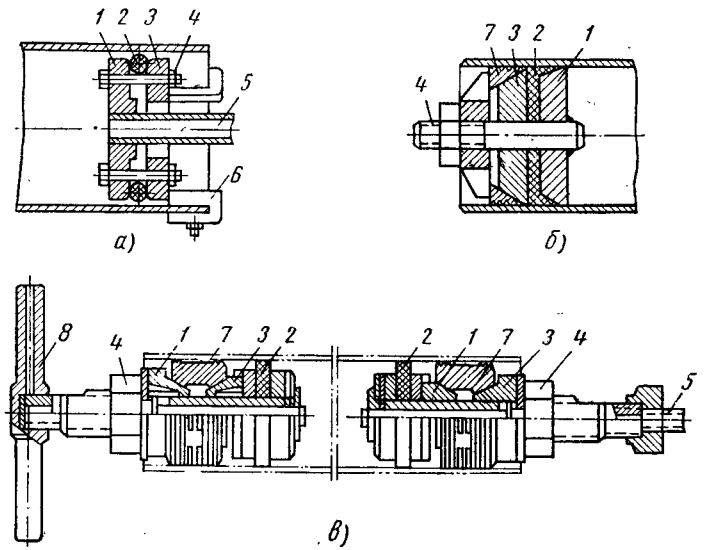


Рис. 106. Инвентарные заглушки для испытания труб:
а — с круглым резиновым кольцом, *б* — с конусным резиновым кольцом, *в* — с плоским резиновым кольцом; *1, 3* — конусные диски, *2* — манжета, *4* — стяжной винт с гайкой, *5* — штуцер, *6* — струбцина, *7* — разрезная цанга, *8* — ручка

Узлы трубопроводов испытывают и воздухом. Для этого все соединения промазывают мыльным раствором или испытываемый узел погружают в ванну с водой.

Изготовленные и испытанные узлы маркируют в соответствии с указанием в проекте. Маркировку наносят цветной краской на расстоянии 200—300 *мм* от концов узла. Знаки и шифр маркировки должны быть ясными и легко читаемыми. Высота знаков должна составлять не менее 10 *мм*. По отдельным знакам маркировки определяют объект и местонахождение узла в объекте. Кроме указанной маркировки на один конец узла краской наносят кольцевую полоску; по которой определяют корпус (цех) данного объекта. Цвет полоски указан в рабочем чертеже. Узел № 3 линии № 17 блока III установки А—12/I, например, имеет маркировку:

$A-12/I-III\ \frac{17}{3}$	или	красная полоска $III\ \frac{17}{3}$

При транспортировании узлов на место монтажа нужно следить за тем, чтобы не повреждалась их маркировка. Поврежденную маркировку необходимо восстанавливать.

1. В каком порядке проводят гидравлическое испытание узлов трубопроводов?
2. Какое оборудование применяют при гидравлическом испытании?
3. Какие приспособления используют для гидравлического испытания? Дайте их характеристику.
4. Как маркируют готовые узлы трубопроводов?

§ 68. Организация труда при изготовлении узлов

Залогом высокой производительности труда и качественного выполнения элементов и узлов трубопроводов является правильная организация работы. Рациональная организация труда предполагает: максимальную механизацию производственных и вспомогательных операций, целесообразное расположение рабочих мест, оборудования, полуфабрикатов, инструмента, полную загрузку рабочего дня, экономное расходование материалов, безопасные условия труда.

Характерной особенностью трубозаготовительных работ в цехе является то, что основная масса операций исключает возможность их производства одним рабочим.

Поэтому начальной формой организации труда в трубозаготовительном цехе является производственная бригада. Производственную бригаду комплектуют по принципу охвата всего комплекса технологических операций рабочими разных специальностей. В состав комплексной бригады слесарей-трубопроводчиков входят газорезчик и сварщик-прихватчик. Высококвалифицированных сварщиков в состав бригады, как правило, не включают.

Для повышения производительности труда каждый член бригады должен владеть несколькими профессиями, например, слесарь-трубопроводчик должен уметь размечать, резать газом и прихватывать электросваркой собранные элементы.

В трубозаготовительных цехах бригада иногда разбивается на два-три звена и работает в две смены. При сравнительно небольшой загрузке цеха основные заготовительные и сборочные работы выполняют в одну смену, а сварку в две.

В трубозаготовительном цехе или мастерской широко применяется поточно-расчлененный метод, при котором отдельные

звенья и рабочие специализируются на выполнении часто повторяющихся операций: разметке и резке, сборке элементов, сварных деталей, испытании, маркировке.

Сборку узлов трубопроводов выполняет звено в составе не менее двух человек. При правильном распределении общей трудоемкости работ между ее членами, бесперебойном снабжении материалами, инструментом и приспособлениями бригада достигает четкой организации труда.

Приступая к работе, бригадир должен иметь наряд и необходимые рабочие чертежи. Устранение потерь рабочего времени достигается путем предварительного ознакомления всех членов бригад с технической документацией (деталировочные чертежи и технические условия).

При изготовлении элементов и узлов трубопроводов трудоемкость основных операций в среднем составляет: очистка — до 3%; разметка и резка — 9%, гнутье труб — 8%; сборка элементов — 30%; сварка элементов — 20%; сборка узлов — 8%; сварка узлов — 12%; испытание, грунтовка и маркировка до 10%.

1. Расскажите об организации труда при изготовлении узлов трубопроводов.
2. Какова трудоемкость основных операций при изготовлении узлов?

§ 69. Основные правила техники безопасности при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах

При централизованном изготовлении трубопроводов сравнительно большой удельный вес занимают погрузочно-разгрузочные и транспортные работы. Слесарям-трубопроводчикам при работе в трубозаготовительных цехах приходится многократно выполнять строповку и расстроповку деталей, элементов и узлов трубопроводов, а также транспортировать с помощью кран-балок различные конструкции. В этих случаях особое внимание следует обращать на исправное состояние и правильное применение стропов, блоков, лебедок, талей, тросов, канатов. При разгрузке и погрузке труб кранами необходимо использовать многоконцевые стропы со специальными захватами.

Вагоны под погрузку и загрузку надо подавать и устанавливать мотовозами, электровозами или паровозами. Подкатка вагонов вручную или лебедками разрешается не более чем на 30 *м*. Фронт погрузочно-разгрузочных работ должен обеспечивать безопасный радиус поворота транспорта.

Места разгрузки труб должны быть ограждены и иметь предупредительные знаки, запрещающие проход людей в зону разгрузки.

Во избежание несчастных случаев перевозимые трубы и узлы трубопроводов полагается хорошо укладывать и закреплять, чтобы в случае открытия бортов или стоек на железнодорожных платформах и автомашинах не произошло самопроизвольное скатывание труб и деталей. В момент, когда открывают борта или снимают стойки, рабочие должны находиться у торцов платформы, а когда открывают двери закрытых вагонов — сбоку от дверного проема, по ходу движения двери. Нельзя находиться против разгружаемых труб и деталей.

Укладывать трубы, детали и длинномерные узлы трубопроводов в штабелях надо на горизонтальных и ровных площадках. Высота штабелей для труб и деталей диаметром более 100 *мм* не должна превышать 1,2 *м*, а диаметром менее 100 *мм* — не превышать 2 *м*. Между штабелями должны быть оставлены проходы шириной не менее 1 *м* и проезды для автомашин и автокранов шириной не менее 5 *м*.

В трубозаготовительных цехах в центре внимания инженерно-технического персонала и рабочих должны быть вопросы обеспечения электробезопасности. Прежде всего необходимо предотвратить выполнение каких-либо электромонтажных операций рабочими, не имеющими квалификации электромонтеров (подключение электросварочных аппаратов, строительно-монтажных машин и механизмов, электрифицированного инструмента к действующим постоянным или временным сетям).

Все временные электрические сети, электропроводки, электроустройства и электрооборудование должны быть выполнены в полном соответствии с правилами монтажа и эксплуатации электротехнических устройств. Технологическое, электрическое и монтажное оборудование, электроинструменты, работающие при напряжении свыше 36 *в* (независимо от частоты электрического тока), которые могут находиться под напряжением из-за повреждения изоляции, должны быть надежно заземлены в соответствии с требованиями «Инструкции по заземлению передвижных строительных механизмов и электрифицированного инструмента» СН38-58 и «Инструкции по выполнению сетей заземления в электрических установках» СН102-60.

Компрессорные установки нельзя располагать ближе 10 *м* к ацетиленовым генераторам. Передвижные компрессоры должны быть оборудованы манометрами, предохранительными клапанами, маслоотделителями и на всасывающей трубе — воздушными фильтрами. Присоединять шланги или трубопроводы к распределительному воздухосборнику можно только при закрытой запорной арматуре.

1. Расскажите об основных правилах техники безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании труб и узлов трубопроводов.
2. Расскажите об основных правилах электробезопасности в трубозаготовительных цехах.

Глава XXIII. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВАРНЫХ ТРУБ И ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 70. Изготовление сварных труб и секционных отводов

При централизованном изготовлении трубопроводов в условиях трубозаготовительных цехов и мастерских необходимо применять трубы и детали заводского изготовления. Сварные трубы в трубозаготовительных цехах изготовляют в тех случаях, когда они отсутствуют в стандарте и не поставляются трубопрокатными заводами. Так, например, изготовляют тонкостенные трубы из нержавеющих и других легированных сталей с условным проходом от 150 *мм* и более, трубы из алюминия и его сплавов с условным проходом более 100 *мм*, из меди и ее сплавов.

Технологический процесс изготовления сварных труб состоит из следующих операций: правка, разметка и резка листового металла, подгибка концов заготовки по радиусу, вальцовка или гибка по диаметру, сборка и сварка продольного шва вальцованной обечайки, сборка и сварка кольцевых швов.

Подгибку концов заготовки по радиусу, если нет гидравлического пресса, проводят на специальных устройствах с помощью гидравлических домкратов. Вальцовку обечаек выполняют на приводных или ручных гибочных вальцах. Продольный стык обечайки собирают с помощью стяжных хомутов и других приспособлений. Продольные швы обечайки сваривают автоматами, поэтому сборку стыка надо выполнять очень тщательно. Для сварки изнутри продольного шва труб с условным проходом свыше 300 *мм* применяют модернизированный автомат АДФ-500, у которого механизм подачи проволоки с токосъемным мундштуком и бункер для флюса укреплены на специальной штанге. Длину штанги выбирают в зависимости от длины обечайки. Ходовая часть автомата передвигается по направляющим.

Трубы из обечаек собирают на роликовых сборочных стеллажах, обеспечивающих хорошую центровку осей и исключающих перелом осей в стыках.

Кольцевые швы сваривают также автоматически, для чего роликовые сборочные стеллажи снабжают приводом.

Процесс изготовления сварных отводов состоит из разметки труб, резки секторов, их сборки и сварки.

Размечают трубы на секторы по шаблонам (см. § 26) и только в том случае, когда отсутствуют специальные станки для фасонной газопламенной резки труб. В некоторых случаях трубы режут на секторы механическим способом на токарных станках с применением специальных копирных устройств. При сборке сварных отводов из отдельных секторов главное внимание надо обращать на качество сопряжений кромок и сварки. Разница в толщине стенки труб и секторов, подготовленных к сварке, а также смеще-

ние их кромок одна относительно другой не должны превышать 10% толщины стенки. Чтобы обеспечить правильное положение секторов при сборке, их располагают в одной плоскости, для чего используют специальный кондуктор.

Кондуктор представляет собой плиту, в которой имеются резьбовые отверстия для установки стоек из призм. Призмы являются установочной базой для секторов. После выверки положения секторов производят прихватку. Величину зазора и количество прихваток выбирают с учетом материала и толщины стенки отвода. Сваривают отвод автоматическим или полуавтоматическим способом.

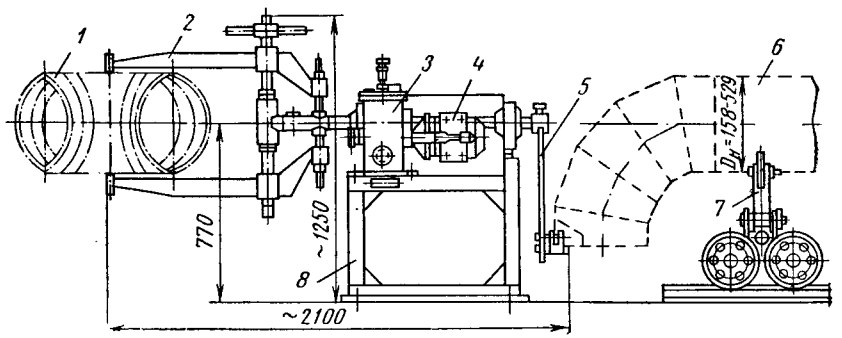


Рис. 107. Установка для сварки секционных отводов и приварки их к трубам:

1 — сварнваемый секцнонный отвод, *2* — рычажный захват, *3* — редуктор, *4* — электродвнгатель, *5* — поводковый патрон, *6* — приварнваемая труба, *7* — установочная тележка, *8* — станнна

Для полуавтоматической сварки секционных отводов и приварки их к трубам можно использовать специальную установку (рис. 107). Установка состоит из сварной станины *8*, на которой установлен редуктор *3* с приводом от электродвигателя *4*. На валу редуктора с двух сторон укреплены рычажный захват *2* и поводковый патрон *5*. При сварке отвода с трубой используется установочная тележка *7*. Сварка производится с помощью полуавтоматов ПДШП-500, ПШ-5 и др., закрепляемых на специальном штативе-тележке рядом с установкой.

Если же сваривается секционный отвод, то он устанавливается в рычажном вращающемся захвате таким образом, чтобы свариваемый шов находился в вертикальной плоскости.

1. В каких случаях сварные трубы и детали изготовляют в условиях трубозаготовительных цехов?
2. Расскажите о технологии изготовления сварных труб и применяемом оборудовании.
3. Изложите технологию изготовления сварных отводов.
4. Какое оборудование и какие приспособления применяют для изготовления свариых секционных отводов?

§ 71. Изготовление сварных тройниковых соединений и П-образных компенсаторов

Процесс изготовления сварных тройников в основном сводится к фасонной обрезке конца штуцера, вырезке отверстия в корпусе и сварке деталей тройника. Линию реза на штуцерах размечают по шаблонам или с помощью приспособлений (см. § 26). Линии вырезки отверстий в трубе при врезках обычно размечают по уже изготовленному штуцеру. Штуцер устанавливают на трубе на месте его присоединения и, плотно прижимая к нему чертилку или цветной карандаш, обводят на трубе место вырезки отверстия. Резку по линиям разметки деталей тройников из углеродистой стали выполняют вручную газовым резаком, а тройников из нержавеющей стали — воздушно-дуговой или кислородно-флюсовой резкой.

При значительном объеме работ обрезку штуцеров и вырезку отверстий в трубах с условным проходом от 57 до 530 *мм* производят на станках для фасонной резки труб (см. § 27) без предварительной разметки. При сопряжении деталей равнопроходного тройникового соединения делают переменный угол скоса кромок как у основной трубы, так и врезаемого штуцера. При изготовлении сопряжений переходных тройниковых соединений вырез отверстия в основной трубе производят без скоса кромок, а на врезаемой трубе (штуцере) получают переменный угол скоса кромок. Собирают и сваривают тройниковые соединения на сборочных и сварочных стендах. Качество изготовления сварных тройниковых соединений проверяют так же, как и сварного отвода.

П-образные компенсаторы изготовляют гнутьем (целиком из одной трубы и составными из двух-трех гнутых отводов) и сваркой с применением готовых крутоизогнутых или секционных отводов. Изготовление компенсатора с использованием секционных отводов наиболее трудоемко, поэтому рекомендуется лишь в крайних случаях.

При изготовлении компенсаторов гнутьем целесообразно для труб с условным проходом свыше 150 *мм* применять трубогибочные станки с нагревом ТВЧ, а до 150 *мм* — в холодном состоянии с внутренней оправкой.

Собирают и сваривают составные компенсаторы на стендах и плазах. При этом стараются максимально использовать полуавтоматическую и автоматическую сварку, для чего сначала собирают и сваривают отдельные элементы компенсаторов.

При работе компенсатора наибольшее напряжение в металле возникает в середине верхней его части (в спинке), поэтому сварные швы в средней части не допускаются. Расстояние от сварного шва до начала закругления составной части компенсатора (за исключением случаев применения крутоизогнутых или

сварных отводов) должно быть не менее 100 *мм* для трубопроводов с условным проходом до 150 *мм* и не менее 200 *мм* для больших размеров.

Размеры и конфигурация компенсаторов должны соответствовать чертежам. Отклонение осевой линии компенсатора в любом месте не должно превышать ± 4 *мм* на 1 *м*. После выверки компенсатор прихватывают и сваривают. По середине верхней части компенсатора наносят маркировку в соответствии с указанием в проекте.

1. Как осуществляется изготовление сварных тройниковых соединений врезкой?
2. Как изготовляют П-образные компенсаторы?
3. Какие допускаются отклонения осевой линии компенсатора?

Глава XXIV. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ СЕКЦИЙ ТРУБОПРОВОДОВ И ИХ АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Прямолинейные секции являются основным элементом межцеховых трубопроводов, для которых характерно небольшое количество фасонных деталей и фланцевых соединений. Обычно все межцеховые трубопроводы собирают на сварке. Фланцевые соединения применяют только для соединения с арматурой и компенсаторами (за исключением П-образных), а также на трубопроводах, транспортирующих густые и легкозатвердевающие или коксующиеся продукты. Длина прямых участков межцеховых трубопроводов определяется расстоянием между компенсаторами; при надземной прокладке она колеблется в пределах от 50 до 100 *м*. При подземной прокладке «холодных» трубопроводов компенсаторы не требуются и протяженность прямых участков может достигнуть нескольких сот метров.

Для значительного ускорения сроков монтажа межцеховых трубопроводов, повышения их качества и снижения стоимости, независимо от применяемого способа прокладки (подземного, надземного или в лотках), их предварительно собирают и сваривают в прямолинейные секции длиною от 24 до 40 *м* на специальных установках. Соединяют трубы в секции, как правило, автоматической и полуавтоматической сваркой. Длину секции определяют в зависимости от диаметра трубопровода, наличия подъемно-транспортных механизмов, условий транспортирования и местных условий производства работ.

§ 72. Сборка и сварка прямолинейных секций

Сборка труб под сварку является ответственной операцией. Процесс сборки заключается в центрировании соединяемых труб и деталей между собой с заданным зазором и закреплении их

прихваткой. При сборке стыков должно быть зафиксировано правильное взаимное положение стыкуемых элементов без перелома и смещения их осей.

Соосность и прямолинейность труб проверяют металлической линейкой длиной 400 *мм*, которую прикладывают в трех-четырех местах по окружности стыка. Допускаемое отклонение, измеренное на расстоянии 200 *мм* от стыка, не должно превышать 0,5 *мм*.

Сборку труб и деталей под сварку производят с помощью различных приспособлений — центраторов. Центраторы в зависимости от их размещения относительно поверхности труб можно разделить на две группы: охватывающие (наружные) и распорные (внутренние). Охватывающие центраторы более универсальны, их используют при сборке труб и деталей для поворотной и неповоротной сварки. Усилия, необходимые для центровки, создают с помощью различных механических силовых приспособлений или развивают в гидравлических или пневматических цилиндрах, которыми снабжены центраторы. Механические силовые приспособления могут быть выполнены в виде винтовых стяжек и упоров, эксцентриковых кулачков, а также рычажных систем; запорные устройства — в виде накидных гаек и замков.

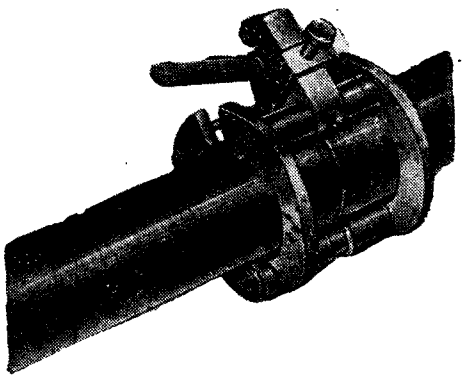


Рис. 108. Балочный охватывающий центратор

Наружные центраторы по конструкции делятся на две группы: балочные (с одним шарниром) и безмоментные (цепные, троссовые). Балочный охватывающий центратор (рис. 108) состоит из двух пар шарнирно соединенных полуколец, сменных роликов и эксцентрикового рычажного замка. При сборке центратор раскрывают и устанавливают на обоих концах стыкуемых труб, сдвинутых таким образом, чтобы между их торцами оставался необходимый зазор. В зависимости от размера полуколец и диаметра сменных роликов данные центраторы применяют для труб диаметром до 219 *мм*. Малый вес и небольшие габариты приспособления позволяют использовать его в труднодоступных местах. Для труб большего диаметра используют балочные центраторы, в которых стыкуемые элементы зажимаются с помощью гидроцилиндра. Центратор состоит из двух жестких полуколец,

соединенных шарниром. Поперечные планки являются базирующими элементами. Центраторы такой конструкции, кроме совмещения осей труб, выправляют овальность, поэтому их конструкция должна быть достаточно жесткой и массивной.

Безмоментные охватывающие центраторы цепного типа широко используются при сборке труб с условным проходом от 450 *мм* и выше. Конструкция центратора для сборки труб с условным проходом от 450 до 800 *мм* (рис. 109) представляет собой восьмисекционный хомут, стягиваемый винтом. Между секциями расположены свободно вращающиеся ролики; они являются базирующими элементами. Каждая секция хомута состоит из двух звеньев, на которых имеется по пять отверстий. Сдвигая звенья от отверстия к отверстию, получают нужную длину секции с учетом диаметра стыкуемых труб. Переналадка центратора с одного диаметра на другой занимает 10—15 *мин*. Отсутствие в корпусе безмоментного центратора изгибающих моментов, стремящихся привести трубы к форме геометрически правильного цилиндра, позволяет изготовлять корпус менее массивным по сравнению с балочным центратором, поэтому и вес безмоментных центраторов меньше, чем у одношарнирных, при одном и том же номинальном диаметре.

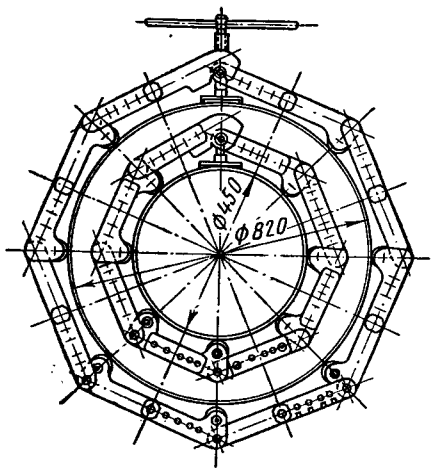


Рис. 109. Безмоментный охватывающий центратор универсальной конструкции (в двух положениях)

Во всех указанных выше конструкциях центраторов величину зазора между торцами стыкуемых труб устанавливают заранее, перед зажимом труб в центраторе.

На рис. 110 показано приспособление для центровки труб с условным проходом до 100 *мм*. Это приспособление позволяет регулировать зазор в стыке после закрепления труб. Концы стыкуемых труб *2* укладывают на призмы *1* и закрепляют сменными скобами *3*, размеры которых выбирают в зависимости от диаметра труб. Закрепляют трубы винтом *4*. Величину зазора в стыке регулируют с помощью винта *5*, который перемещает подвижную часть приспособления вместе с закрепленной на ней трубой. Для предупреждения поворота труб, а также их фиксации в определенном положении служит стопорный болт. Приспособление можно устанавливать в любом положении по отношению к стыкуемым трубам. Для большей универсальности скобы его могут быть заменены цепным захватом.

При сборке стыков труб с разными диаметрами (отличающимися в пределах допуска) большое значение имеет равномерное смещение внутренних кромок труб по всему периметру стыка. Этого условия трудно добиться с помощью охватывающих центраторов. Для этих целей применяют внутренние центраторы (рис. 111). Их вводят непосредственно в стыкуемые трубы, и перемещают на распорных роликах от стыка к стыку. Центровку труб выполняют с помощью кулачков или плашек, выступающих из корпуса центратора в радиальном направлении и одновременно распирающих собираемые трубы. Вместо кулачков или плашек иногда используют жесткие дуги с кривизной, соответствующей внутренней кривизне труб.

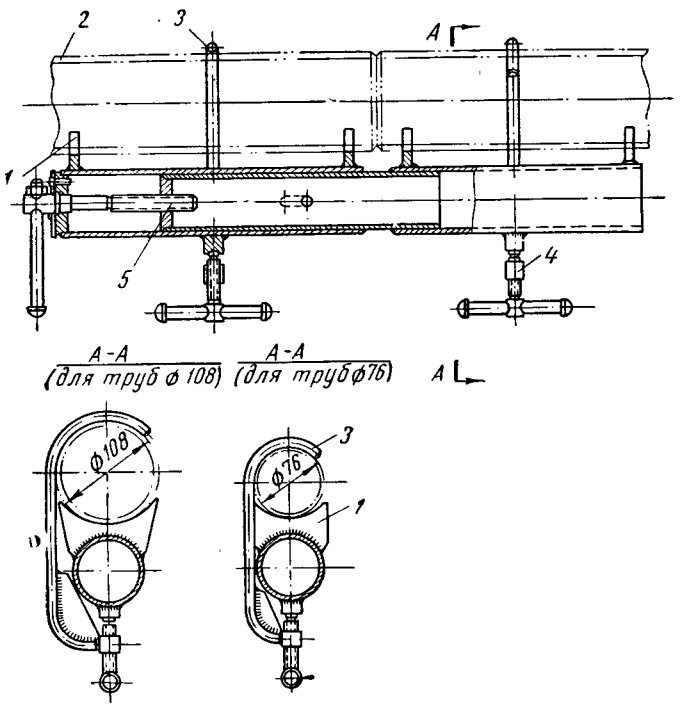


Рис. 110. Приспособление для центровки труб:
1 — призма, *2* — стыкуемые трубы, *3* — скоба, *4* — винт зажима, *5* — винт для регулировки зазора

При достаточной мощности силового механизма (винтового или гидравлического) центратор можно использовать для исправления вмятин на торцах труб. При более мощном механизме с помощью центратора можно осуществлять пластическое удлинение периметра конца трубы до определенной заранее заданной величины. Таким образом, при применении внутренних центраторов длину окружности торцов собираемых труб можно в известных пределах приводить к одинаковой величине. К недостаткам применения таких центраторов следует отнести их громоздкость и сложность устройства. Центраторы данного типа используют для труб с условным проходом от 200 *мм* и выше. Собирают и сваривают прямолинейные секции трубопроводов, как правило, на стационарных установках (поточных линиях), расположенных вблизи склада труб или около трубозаготовительных цехов и мастерских. В отдельных случаях секции изготовляют непосредственно в цехах.

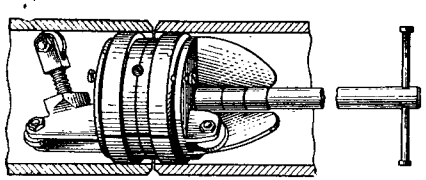


Рис. 111. Внутренний центратор

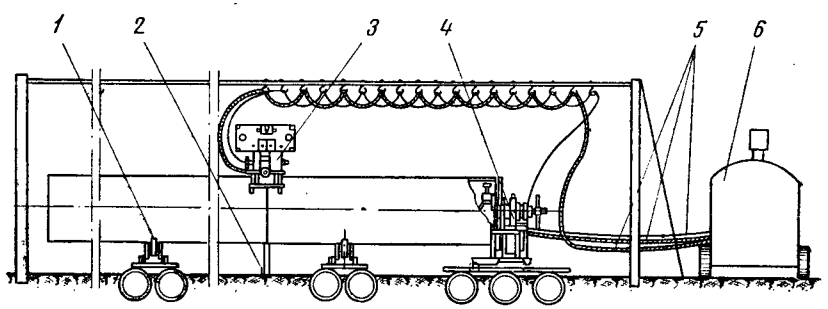


Рис. 112. Полевая установка ПАУ-500:

1 — роликоопоры, *2* — штатив, *3* — сварочная головка ПТ-56, *4* — торцовый вращатель, *5* — сварочный кабель питания и провода управления, *6* — источник питания

На рис. 112 показана полевая установка ПАУ-500 для сварки секций трубопроводов с условным проходом от 300 до 500 *мм* и длиной до 36 *м*. В состав установки входят торцовый вращатель *4*, имеющий самоцентрирующий патрон с разжимными кулачками. Вращатель снабжен роликами для его продольного перемещения при закреплении и освобождении свариваемой секции трубы. Роликоопоры *1* предназначены для поддерживания во время сварки вращающейся секции труб.

Источником питания *6* установки служит однопостовый передвижной сварочный агрегат АСД-3 или АСДП-500. Автоматическая сварка производится головкой ПТ-56 под слоем флюса. Скорость сварки 25—60 *м/ч*. На установку подаются предварительно собранные на стеллажах с применением центратора и прихваченные в секции трубы.

Средняя производительность установки в смену составляет 25—30 стыков на трубах диаметром 720 *мм* (50—60 *м* двухслойного шва). Установку обслуживают три человека. После сварки и контроля готовые секции развозят вдоль трассы трубопровода.

На рис. 113 приведена схема стационарной установки для поточной сборки и сварки секций трубопроводов с условным проходом от 150 до 500 *мм* длиной до 40 *м*. Стеллаж *1* для складирования труб имеет уклон 1 : 20, что обеспечивает самопроизвольное перекатывание их по направляющим. В конце стеллажа расположен отсекатель *2*, с помощью которого трубы поочередно подаются на приемный рольганг *3*. Продольная подача труб по рольгангу производится толкателем, укрепленным на тросе. Отсекатель и толкатель приводятся от электродвигателя, редуктора и вариатора, которые обеспечивают две скорости продольной подачи труб — 200 и 20 *мм/сек*. Применение наименьшей скорости подачи необходимо для точной установки стыка во вращателе. С рольганга трубы поступают на роликоцепные опоры *5*, которые не имеют общей рамы. Каждая опора установлена на забетонированной плите; с помощью винтов опоры возможно регулировать по высоте.

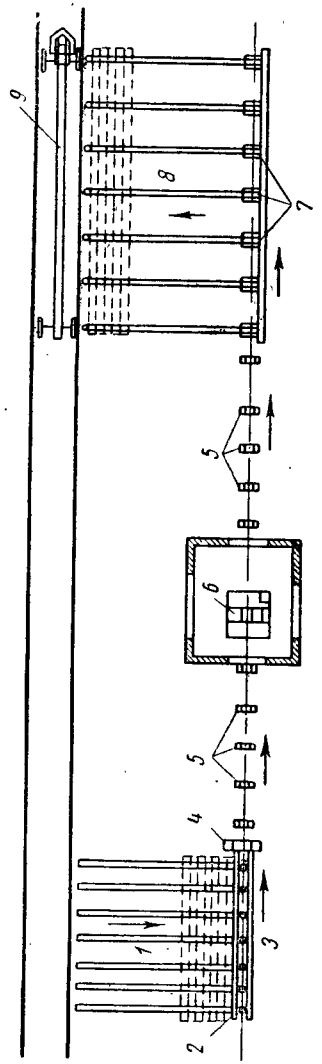


Рис. 113. Схема поточной механизированной линии для сборки и сварки прямолинейных секций трубопроводов $D_y = 150 \div 500$:

1 — стеллаж для труб, *2* — отсекатель, *3* — приемный рольганг, *4* — привод отсекателя и рольганга, *5* — роликоцепные опоры, *6* — самоцентрирующий трубосварочный вращатель, *7* — сбрасывающие ролики, *8* — стеллаж для секции, *9* — плетевоз

Конструкция опор обеспечивает вращательное и прямолинейное поступательное движение труб. При вращательном движении трубы используется цепная подвеска, а для поступательного — два ролика, установленные на штоке пневматической диафрагменной камеры. При вращательном движении ролики утапливаются и труба укладывается на цепную подвеску.

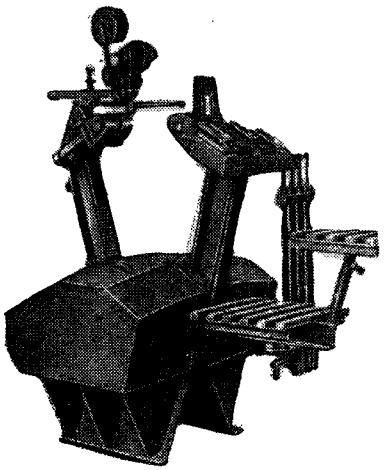


Рис. 114. Трубосварочный вращатель, оборудованный головкой ТСГ-7

Самоцентрирующий трубосварочный вращатель *6* является основным механизмом установки, на котором производится сварка стыков труб без предварительной сборки и прихватки. Это достигается применением самоцентрирующихся приводных и прижимных роликовых подвесок, которые удерживают концы свариваемых труб при вращении на одной геометрической оси. Автоматическую сварку первого корневого слоя выполняют на вращателе с помощью головки ТСГ-6 или ТСГ-7 в среде углекислого газа. Второй слой сваривают с помощью того же автомата или полуавтомата, установленного на штанге вращателя под слоем флюса. Вращатель имеет бесступенчатое регулирование скорости вращения труб. Устанавливают вращатель в закрытом утепленном помещении.

Общий вид самоцентрирующего трубосварочного вращателя со сварочной головкой ТСГ-7 изображен на рис. 114.

После сварки секция поступает на роликоцепные опоры и приемный рольганг, в котором имеются пять сбрасывающих роликов *7* (см. рис. 113), установленных шарнирно и связанных с пневматическими диафрагменными камерами. При подаче сжатого воздуха ролики поворачиваются и сбрасывают готовую секцию на стеллаж *8*, с которого готовые секции грузятся на плетевоз *9*. Пульт управления всей установкой находится у рабочего места сварщика, что позволяет ее обслуживать одному рабочему. Производительность поточной линии при сварке труб $D_н \times S = 219 \times 7$ *мм* в секции составляет 5—6 стыков в час.

1. Какие основные типы центраторов применяют при сборке секций трубопроводов? В чем их различие?
2. Как производят сборку и сварку труб в секции на поточных линиях?

§ 73. Антикоррозийная изоляция секций трубопроводов

При подземной прокладке трубопроводов в результате соприкосновения их с землей трубы подвергаются коррозии. Кроме того, поверхности труб разрушаются под действием блуждающих электрических токов. Чтобы защитить трубопроводы от коррозии, применяют три типа изоляции: битумную, битумно-резиновую, пластмассовую. В зависимости от агрессивных свойств грунта битумная и битумно-резиновая изоляция по конструкции подразделяется на нормальную, усиленную и весьма усиленную, отличающиеся количеством слоев битумного покрытия и обертки. Перед нанесением изоляции поверхность труб тщательно очищают от ржавчины и загрязнений с помощью специальных трубоочистительных машин или вручную. В отдельных случаях производят химическую очистку.

После очистки поверхность труб покрывают грунтовкой. Грунтовать трубы можно двумя способами: холодным и горячим. При холодном способе очистная машина покрывает поверхность труб праймером (раствором битума в бензине при соотношении по объему 1 : 3). Праймер обволакивает поверхность трубы, и после испарения бензина образуется пленка толщиной 0,1—0,15 *мм*. При горячем способе грунтовки на разогретую в печи до 300° С трубу наносят расплавленный битум и на горячей поверхности трубы образуется закоксовавшаяся пленка толщиной 40—50 *мк*, постепенно переходящая в подсушенный битум. Толщина всего слоя при этом 0,1—0,3 *мм*. Эта грунтовка может быть использована в качестве основного изоляционного покрытия при надземной и канальной прокладках трубопроводов.

После грунтовки на трубопровод наносят мастику, которую приготовляют в битумоварочных котлах, оборудованных смесительными устройствами. Наносят мастику на трубопровод при температуре 165—170° С. В качестве мастики применяют нефтебитум марки БН-IV. Для повышения механической прочности и твердости покрытий в битум добавлено 15—20% каолина (белой глины) и 5% резиновой крошки.

Толщина слоя битумной мастики 1,5—2 *мм*, битумно-резиновой до 5 *мм*. По горячему покрытию мастики трубопроводы спиралью обертывают крафт-бумагой, гидроизолом или бризолом. Края бумажной ленты должны перекрывать друг друга внахлестку на 20—30 *мм*. Края ленты из гидроизола и бризола укладывают впритык. В этом случае между витками допускается зазор не более 2 *мм*.

Наружную поверхность трубопровода обертывают защитным слоем из крафт-бумаги.

В последнее время для антикоррозийной изоляции трубопровода начали применять пластмассовые покрытия из пленки полиэтилена или полихлорвинила. Пленку в виде ленты смазы-

вают полиизобутиленовым клеем и наматывают спиралью на трубопровод.

Все работы по антикоррозионной изоляции трубопроводов необходимо выполнять механизированным способом в стационарных мастерских или в полевых условиях. При монтаже трубопроводов из отдельных секций их изолируют централизованно в мастерских непосредственно после сборки и сварки секций.

На рис. 115 показана схема поточной механизированной линии для сборки, сварки и антикоррозийной изоляции секций трубопроводов с условным диаметром от 100 до 500 *мм* длиной до 40 *м*. Все технологические операции в поточной линии полностью механизированы. Трубы располагаются на наклонном стеллаже, откуда с помощью сбрасывателя скатываются на транспортер *1*. Транспортер подает трубы на приемные роликовые *2* и в специальный трубосварочный вращатель *4* (центратор). Всеми операциями по подаче труб управляют с пульта *3*. Трубосварочный вращатель центрирует стыки труб между собой без предварительной сборки и сваривает корневой слой шва в среде углекислого газа с помощью автомата, имеющего головку ТСГ-6. Второй и последующие слои шва также свариваются автоматически в среде углекислого газа второй головкой ТСГ-6, установленной на передвижной тележке.

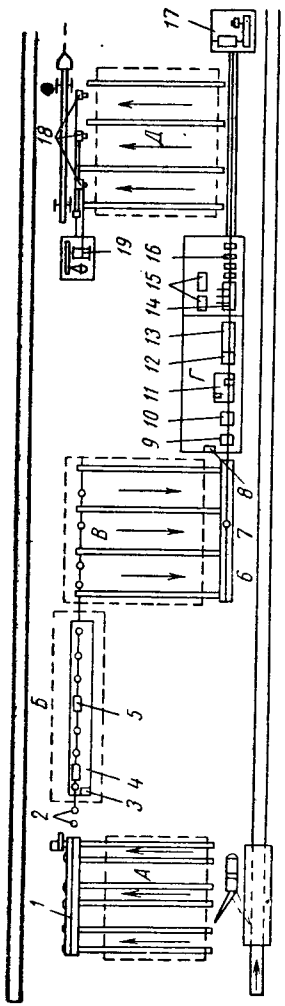


Рис. 115. Схема поточной механизированной линии для сборки, сварки и гидроизоляции секций трубопроводов с условным проходом 100—500 *мм*:
А — стеллаж для труб, *Б* — отделение сварки, *В* — промежуточный стеллаж, *Г* — отделение изоляции, *Д* — стеллаж для готовых секций; *1, 7* — транспортеры, *2* — приемные роликовые опоры линии сварки, *3, 8* — пульты управления подачей труб, *4* — трубосварочный вращатель, *5* — головка ТСГ-6, *6* — подающий труб на транспортер, *9* — печь сушки труб, *10* — приводная станция, *11* — камера очистки, *12* — машина для нанесения праймера, *13* — камера сушки, *14* — ванна с разливочным коллектором, *15* — котлы для плавления и нагрева битума, *16* — тележки, *17* — лебедка для вытягивания тележек, *18* — погрузочное устройство, *19* — лебедка и пульт управления погрузочным устройством

После сварки с помощью приводных опорных роликов секция поступает на промежуточный стеллаж *В*, где осуществляется контроль качества сварных швов рентгеноскопией на установке РУП-120-5; затем секция поступает по транспортеру *7* в отделение изоляции. Операциями по подаче труб управляют с пульта *8*.

В отделении изоляции секции проходят сушку в печи *9* и попадают на приводную станцию *10*, которая обеспечивает их поступательно-вращательное движение. Затем секции последовательно проходят через камеру очистки *11*, машину *12* для нанесения праймера, сушильную камеру *13* и ванну *14* для нанесения изоляции, оборудованную котлами *15* для плавления и нагрева битума. Покрытые изоляцией секции вывозят на специальных тележках *16* и автоматически разгружают на стеллаж *Д*. Погрузка секций на плетевозы производится также специальным устройством *18*, оборудованным лебедкой и пультом управления *19*. Обслуживают поточную линию семь рабочих (трое на участке сварки и четверо на участке изоляции). Производительность линии при среднем диаметре труб 200 *мм* составляет 100—120 *м* секций в час на участке сварки и 60—70 *м* секций в час на участке изоляции.

1. Какие типы изоляции применяют для защиты трубопровода от коррозии при подземной прокладке.
2. Какую схему поточной линии используют для гидроизоляции секций трубопроводов?

Глаaa XXV. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ТРУБОПРОВОДЫ

§ 74. Состав проектной документации

Проектную документацию для изготовления и монтажа технологических трубопроводов разрабатывают отраслевые технологические проектные институты, а также специализированные проектные организации в соответствии с нормами проектирования.

Состав, содержание и вид проектной документации устанавливается в зависимости от назначения трубопровода, его сложности, места прокладки (внутрицеховые и межцеховые), материала и диаметра труб. Проектная документация должна содержать необходимые данные для обеспечения индустриального изготовления и монтажа трубопроводов.

В настоящее время при разработке проектной документации применяют два способа проектирования: графический и модельно-макетный. В состав проектной документации при графическом и модельно-макетном способе проектирования входят: заглавный лист, монтажно-технологическая схема, монтажные чертежи, принципиальная схема контроля и автоматики (КиА), установочные чертежи оборудования, чертежи дополнительных метал-

локонструкций для креплений, ведомости трубопроводов с их характеристикой, сводные спецификации деталей, арматуры, креплений и других материалов. Кроме того, в состав проектной документации входят деталировочные чертежи трубопроводов, необходимые для централизованного изготовления узлов и их монтажа.

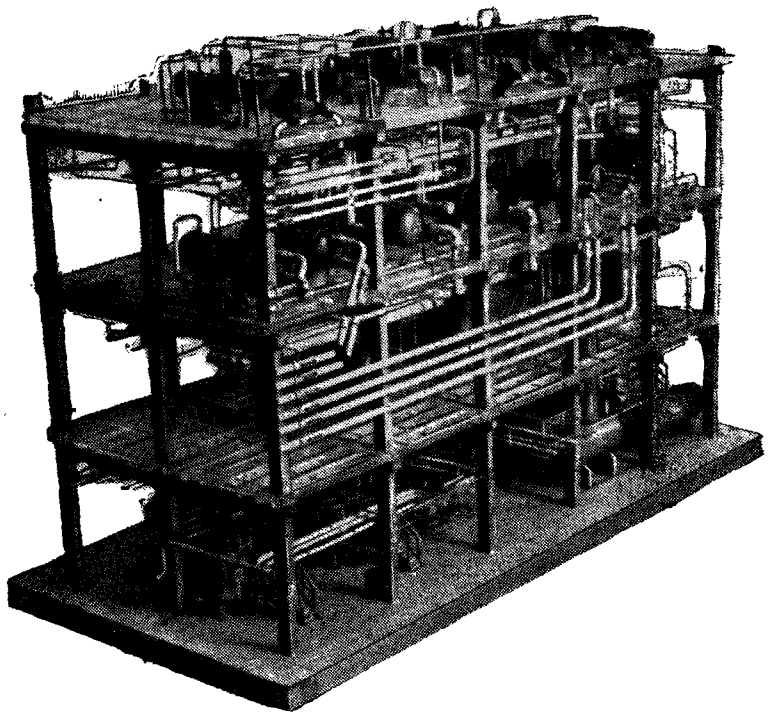


Рис. 116. Рабочий макет установки

При проектировании с применением макетов (рис. 116) в состав проектной документации, кроме того, включается пояснительная записка к макету, макет и упрощенные монтажные чертежи (взамен монтажных чертежей, которые выполняются при графическом способе проектирования). Пояснительная записка к макету раскрывает изобразительные средства, масштаб и допуски, приемы и способы использования и хранения макета при строительстве.

Состав проектной документации по изготовлению и монтажу межцеховых трубопроводов тот же, что и по внутрицеховым

трубопроводам, но вместо монтажно-технологических схем разрабатывают объединенную схему всех трубопроводов и план трасс (эстакад, каналов, лотков) на базе генерального плана.

Для четкой организации и грамотного выполнения монтажных работ помимо основной проектной документации на трубопроводы необходимо иметь общие технические условия, инструкции и правила. Организационные указания по монтажу трубопроводов и данные об объемах трубопроводных работ включаются в проект производства монтажных работ, разрабатываемый на каждый объект.

1. Что входит в состав документации на технологические трубопроводы?
2. Какие применяются способы проектирования?

§ 75. Монтажно-технологическая схема и монтажный чертеж трубопроводов

Монтажно-технологическую схему трубопровода (рис. 117) составляют при разработке технологического процесса и проекта завода (цеха, установки). На схеме трубопроводы и их детали, а также арматуру изображают условными обозначениями. Технологическое оборудование показывают схематически. Обычно трубопроводы изображают в развернутой фронтальной проекции, а наиболее сложные — в аксонометрической, но без привязки к элементам зданий, сооружений и к каким-либо осям. На схемах наносятся высотные отметки расположения линий трубопроводов, а также маркировка их, обычно цифровая, по транспортируемым продуктам и по линиям (номер продукта и номер линии). На схеме и в спецификации указываются номер линии, размер и материал труб, направление движения продуктов, марки и диаметры арматуры, маркировка приборов контроля и автоматики.

Вспомогательные трубопроводы линии для сжатого воздуха, слива конденсата и т. д. иногда изображаются условно стрелками с указанием их направления и подключения. Как правило, на монтажно-технологической схеме не показывают дренажных сливных и продувочных линий, для этого обычно составляется отдельная схема. При большой насыщенности основной схемы для вспомогательных трубопроводов также составляется отдельная схема.

Монтажные чертежи (рис. 118) трубопроводов разрабатывают, исходя из монтажно-технологической схемы; они содержат планы, продольные и поперечные разрезы цеха или сооружения. На монтажных чертежах изображают в ортогональных проекциях все строительные конструкции, технологическое оборудование, наносят горизонтальные оси и вертикальные от-

метки. Монтажные чертежи обычно выполняют в масштабе 1 : 100; в них указывают: диаметр и толщину стенок труб, места установки опор, компенсаторов, фланцев (для периодической разборки трубопроводов), арматуры и положение ее штурвалов, уклоны трубопроводов с отметками конечных точек прямых участков, разбивку трубопроводов на линии и узлы, а также другие данные, необходимые для разработки деталировочных чертежей

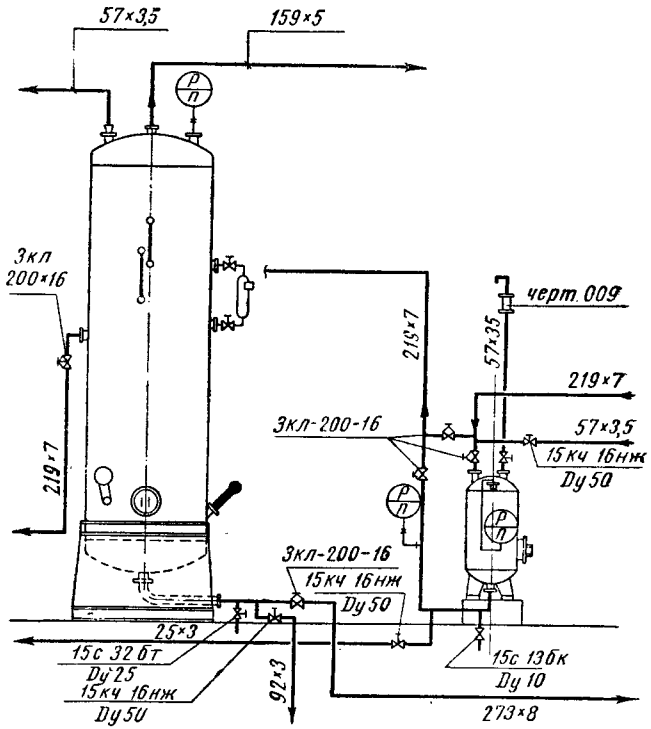


Рис. 117. Монтажно-технологическая схема

трубопроводов. Арматуру, компенсаторы и другие детали трубопроводов на монтажных чертежах показывают в масштабе, иногда прибегают к условным обозначениям. Крепления трубопроводов маркируют в соответствии со спецификацией. На планах и разрезах указывают (условными обозначениями) места врезок деталей для подключения импульсных линий контроля и автоматики. Кроме того, показывают со всеми необходимыми привязочными размерами места установки регулирующих клапанов, измерительных диафрагм, счетчиков, термометров и других устройств контроля и автоматики, устанавливаемых непосредственно на трубопроводе. Указанные приборы маркируют в соответствии со спецификацией проекта контроля и автоматики.

Монтажные чертежи межцеховых трубопроводов, включают: планы трубопроводов с профилями эстакад и поперечными сечениями, чертежи пересечений трасс, ответвлений, пунктов сбора и отвода конденсата, установки компенсаторов и других сложных участков трасс. Чертежи участков трасс являются частью об-

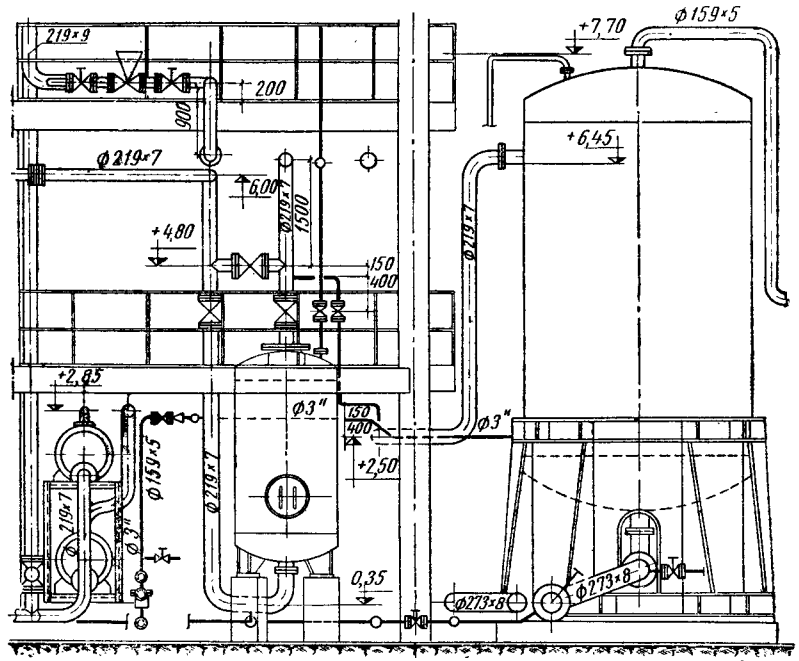


Рис. 118. Монтажный чертеж (разрез)

щего плана трасс. На них указаны ряды эстакад, уклоны, номера стоек и схемы трубопроводов с обозначением номеров линий, диаметров и толщин стенок труб, марок арматуры, направления движения продукта и номеров поперечных сечений по эстакадам.

Как правило, трубопроводы на монтажных чертежах изображают одной линией, если в принятом масштабе их диаметр менее 3 *мм*, а в остальных случаях их изображают в масштабе двумя линиями; проекции линий в плане соответственно изображают в виде точек или окружностей. На спецификациях указывают: протяженность линий, размеры труб и деталей, их материалы, а также перечисляют арматуру и другие изделия. Монтажные чертежи трубопроводов из фаолита, стекла, фарфора

и других материалов выполняют отдельно на каждую линию с указанием всех входящих в нее деталей и материалов. Иногда для наглядности отдельные линии трубопроводов изображают в аксонометрических проекциях.

1. Что такое монтажно-технологическая схема трубопровода и что в ней содержится?
2. Что такое монтажный чертеж трубопровода и что в иего входит?

§ 76. Деталировочные чертежи

Деталировочные чертежи трубопроводов являются обязательной частью проектной документации. Их разрабатывают на основе монтажных чертежей или по макету. Предназначены они для централизованного изготовления трубопроводов в трубозаготовительных предприятиях или цехах и их монтажа. Деталировочные чертежи (рис. 119) вычерчивают в виде аксонометрических схем отдельных линий трубопроводов. В чертежах указаны все размеры, необходимые для изготовления узла и его монтажа, включая врезки для присоединения приборов КиА, отметки основных трубопроводов, ссылки на номера чертежей, продолжения данной линии трубопровода, маркировка линий и узлов, цвет условной окраски (продукта, линии) и др. Кроме того, в деталировочных чертежах трубопроводов с условным проходом 50 *мм* и более помещают: спецификацию деталей, арматуры и материалов на линию с указанием их количества и веса, таблицу для заполнения данных о сварочных работах и сварочных материалах, спецификацию узлов (табл. 16), условия и параметры испытания.

Трубопроводы на деталировочных четежах, независимо от их диаметра, вычерчивают сплошной линией с обязательным соблюдением соразмерности деталей и участков трубопровода для ясности изображения. Каждую линию трубопровода с условным проходом 50 *мм* и выше на деталировочных чертежах разбивают на узлы.

Для централизованного изготовления трубопроводов разбивку линии на узлы необходимо производить с учетом обеспечения возможностей сборки линии, сокращения объема сварочных работ, выполняемых при изготовлении, и особенностей монтажа, изготовления максимального количества однотипных по форме и размерам узлов, возможности сборки сложных пространственных узлов из элементов, транспортабельности узлов, сокращения количества узлов для каждой линии и максимального их укрупнения. При разбивке линий трубопроводов на узлы, монтажные стыки рекомендуется устанавливать по фланцевым соединениям или сварным стыкам, конструктивно необходимым для монтажа. Монтажные стыки изображают соответствующими условными

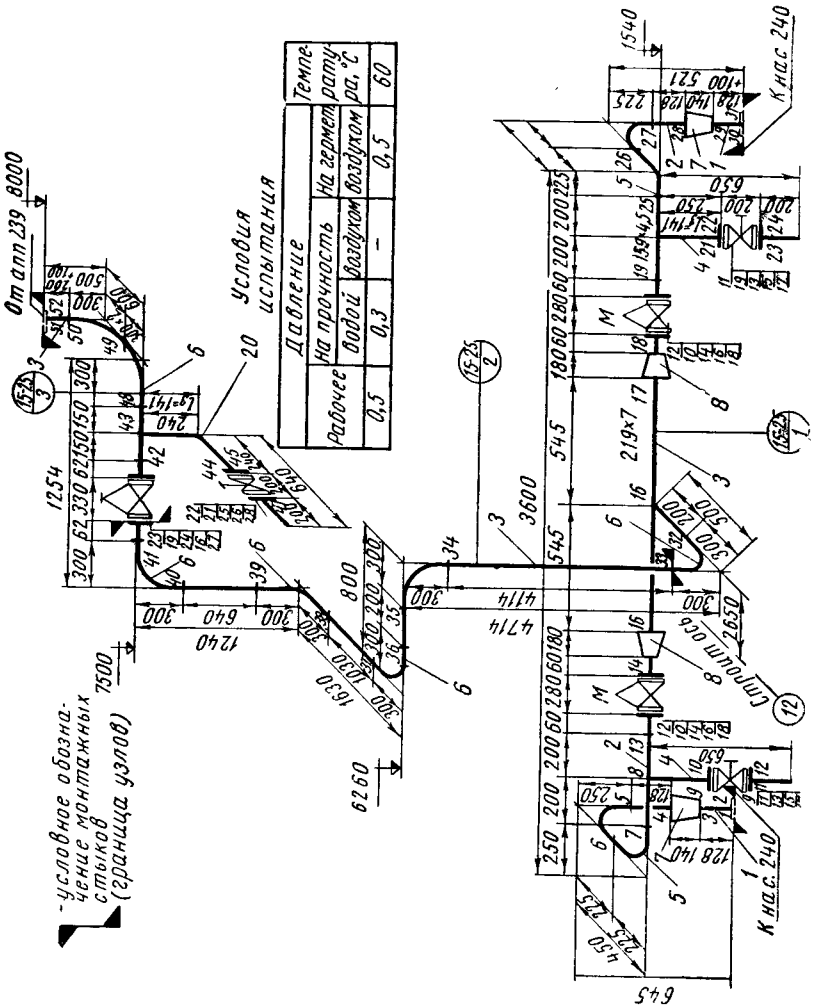


Рис. 119. Пример деталировочного чертежа линии трубопровода с условным проходом свыше 50 *мм*

Таблица 16

Спецификация труб, деталей и арматуры к рис. 119

Узел	Позиции деталей (рис. 119)	Наименование	Размер	Единица измерения	Количество	Материал	Вес, кг		
							единицы	общий	узла
	1	Труба	108×4	м	0,56	Ст. 20	10,26	5,7	
	2	Труба	159×4,5	„	1,06	Ст. 20	17,15	18,1	
	3	Труба	219×7	„	1,29	Ст. 20	36,6	47,2	
	4	Труба	1 1/2″	„	0,73	Ст. 10	45,8	33,3	
	5	Отвод 90°	159×6	шт.	4	Ст. 20	8,0	32,0	
	6	Отвод 90°	219×8	„	1	Ст. 20	19,6	19,6	
	7	Переход	150×100	„	2	Ст. 20	2,78	5,56	322,99
	8	Переход	200×150	„	2	Ст. 20	6,42	12,84	
15—25/3	9	Фланец $P_у$=25 кгс/см²	∅ 40	„	4	Ст. 3сп	2,6	10,4	
	10	Фланец $P_у$=16 кгс/см²	∅ 150	„	4	Ст. 20	8,25	33,0	
	11	Вентиль 15с22нж	∅ 40	„	2	Сборн.	19,0	38,0	
	12	Задвижка ЗКЛ3-150-16	∅ 150	„	2	Сборн.	27,0	54,0	
	13	Болт	М16×65	„	16	Ст. 4	0,15	2,4	
	14	Болт	М20×70	„	32	Ст. 4	0,25	8,0	
	15	Гайка	М16	„	16	Ст. 3	0,041	0,656	
	16	Гайка	М20	„	32	Ст. 3	0,07	2,24	
	17	Прокладка	92×56	„	4	Паронит	—	—	
	18	Прокладка	217×162	„	4	Паронит	—	—	
15—25/2	19	Фланец $P_у$=16 кгс/см²	∅ 200	м	1	Ст. 20	12,1	12,1	307,5
	6	Отвод 90°	219×8	„	4	Ст. 20	19,6	78,4	
	3	Труба	219×7	„	5,9	Ст. 10	36,6	217,0	
	3	Труба	219×7	м	0,6	Ст. 10	36,6	22	235,374
	20	Труба	1″	„	0,54	Ст. 10	2,91	1,97	
	6	Отвод 90°	219×8	шт.	2	Ст. 20	19,6	39,2	
	19	Фланец $P_у$=16 кгс/см²	∅ 200	„	1	Ст. 20	12,1	12,1	
	21	Фланец $P_у$=25 кгс/см²	∅ 25	„	2	Ст. 3сп	1,174	2,348	
	22	Вентиль 15с27нж	∅ 25	„	1	Сборн.	14,0	14,0	
	23	Задвижка ЗКЛ2-200-10	∅ 200	„	1	Сборн.	137,0	137,0	
15—25/1	24	Болт	М20-75	„	24	Ст. 4	0,267	6,3	
	25	Болт	М12-53	„	8	Ст. 4	0,073	0,584	
	26	Гайка	М12	„	8	Ст. 3	0,024	0,192	
	16	Гайка	М20	„	24	Ст. 3	0,07	1,68	
	27	Прокладка	272×222	„	2	Паронит	—	—	
	28	Прокладка	71×40	„	2	„	—	—	

обозначениями. Разбивают их с таким расчетом, чтобы сварные стыки или фланцевые соединения не попадали в перекрытия и стены здания или другие труднодоступные места.

При разбивке линий трубопровода из стальных труб рекомендуются следующие габаритные размеры узлов:

при размещении трубопроводов внутри цеха или сооружения — пространственные узлы 1,5×1,5×6 *мм;*

при размещении трубопроводов вне цеха или сооружения — пространственные узлы 1,5×2×6 *м*, плоские узлы — 2,5×10 *м*; в отдельных случаях — 9×4 *м*.

В пределах габаритных размеров одного узла обычно объединяются следующие конструкции: байпасы с приборами КиА, регулирующими клапанами и другой арматурой, гребенки с арматурой и компенсаторы.

Длинные прямые участки трубопроводов (от 10 *м* и более) в деталировочных чертежах на узлы не разбивают и не маркируют; суммарные длины труб по диаметрам указывают в примечании; там же проставляют их общий вес.

Маркировку узлов трубопроводов обозначают в виде дроби, в числителе которой проставляют через тире номер продукта и

Таблица 17

Спецификация труб, деталей и арматуры к рис. 120

№ линии	Позиции деталей (рис. 120)	Наименование	Размер	Единица измерения	Количество	Материал	Вес, кг: единицы	Вес, кг: общий	Вес, кг: узла
	1	Труба	32×3,5	*м*	20	Ст. 20	24,6	49,2	
	2	Труба	38×2	„	9	Ст. 20	1,8	15,4	
	3	Фланец P_y=16 *кгс/см²*	∅ 25	шт.	9	Ст. 3сп	1,17	10,6	
	4	Фланец P_y=25 *кгс/см²*	∅ 32	„	3	Ст. 3сп	2,04	6,1	
	5	Вентиль 15кч 19бр	∅ 25	„	4	Сборн.	3,6	14,4	
	6	Обратный клапан 16кч 9бк	∅ 32	„	1	Сборн.	7,0	7,0	
6—11	7	Болт	M12×55	„	36	Ст. 4	0,07	2,6	120,5
	8	Болт	M16×60	„	16	Ст. 4	0,04	1,7	
	9	Гайка	M12	„	36	Ст. 3	0,02	0,9	
	10	Гайка	M16	„	16	Ст. 3	0,04	0,6	
	11	Прокладка	71/40	„	10	Паронит	—	—	
	12	Прокладка	82/40	„	4	„	—	—	
	13	Конденсатоотводчик 45ч 9бк	1″	„	1	Сборн.	10,8	10,8	
	14	Заглушка P_y = =25 *кгс/см²*	∅ 32	„	1	Ст. 3сп	1,1	1,1	

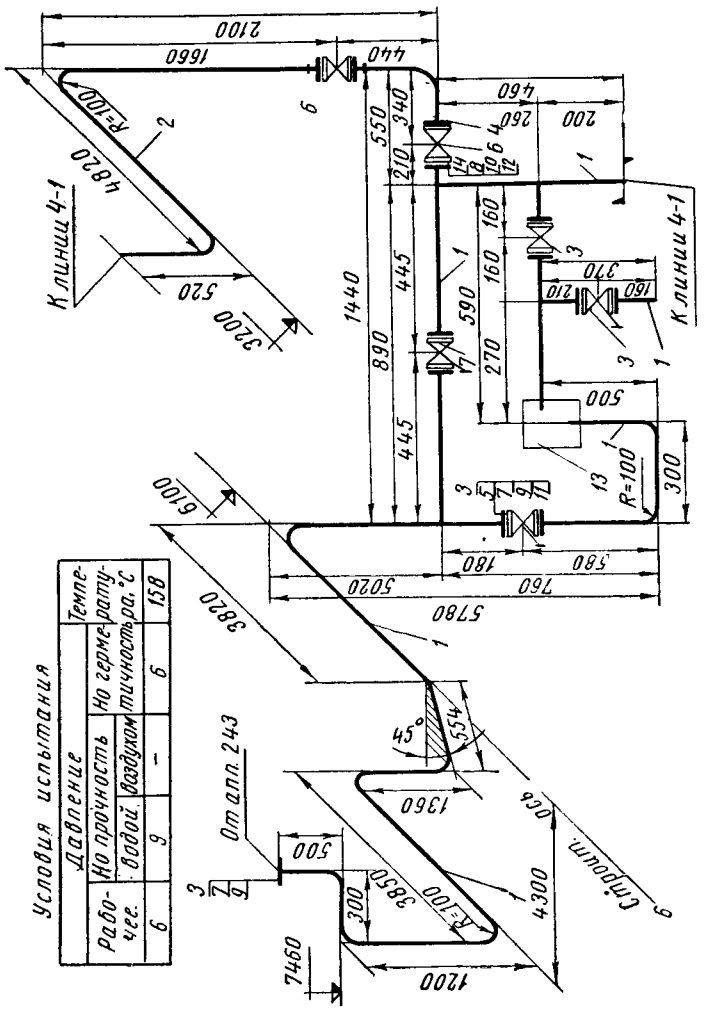


Рис. 120. Пример деталировочного чертежа линии трубопровода с условным проходом до 50 *мм*

номер линии, а в знаменателе — порядковый номер узла, если данная линия разбита на узлы. При маркировке элементов в знаменателе через тире указывают номер элемента.

На деталировочных чертежах трубопроводов арматуру, детали, а также контрольно-измерительные приборы изображают в соответствии с условными обозначениями по ГОСТ 3463—46.

Линии трубопровода с условным проходом менее 50 *мм* (рис. 120) выполняют без разбивки на узлы, но с указанием всех основных размеров и общей спецификации (табл. 17) на всю линию, так как эти трубопроводы в настоящее время собирают непосредственно на месте монтажа.

В последние годы в содержание и форму деталировочных чертежей трубопроводов внесено изменение — введено дополнительное деталирование узлов по элементам, на которые составляется общая спецификация. Это обеспечивает возможность изготовления трубопроводов на поточных линиях трубозаготовительных предприятий, а также более широкое применение механизированных способов сборки и сварки.

1. Для чего разрабатываются деталировочные чертежи трубопроводов? Что они содержат?
2. Назовите габаритные размеры различных узлов трубопроводов.

§ 77. Нормы и правила

Техника и технология производства работ по сооружению технологических трубопроводов непрерывно совершенствуются. Изготовление трубопроводов требуемого качества возможно только при строгом контроле за качеством материалов и деталей трубопроводов, за выполнением сварки, а также при надлежащем оформлении документов, свидетельствующих о правильном выполнении промежуточных этапов работ.

Основным документом, регламентирующим изготовление и монтаж трубопроводов, являются «Строительные нормы и правила (СНиП III-Г.9—62). Технологические трубопроводы. Правила производства и приемки работ». Данные нормы и правила распространяются на производство и приемку работ по монтажу технологических трубопроводов из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов, чугуна, пластических масс, стекла и стальных (футерованных пластмассой, эмалями или резиной), работающих при абсолютном давлении от 35 *мм рт. ст.* до 700 *кгс/см*^{2}.

В СНиП III-Г.9—62 предусмотрены:

общие положения производства работ и классификация технологических трубопроводов по категориям;

требования к строительной части зданий, в которых производится монтаж трубопроводов, а также сооружений и конструкций под трубопроводы, в том числе к эстакадам, лоткам, каналам, траншеям;

требования к материалам, из которых изготовляются детали и узлы трубопроводов, в том числе к трубам, фасонным частям, арматуре, болтам и шпилькам, прокладкам, материалам для сварки;

требования к монтажу стальных трубопроводов, к взаимному расположению трубопроводов, к пересечению ими дорог, коммуникаций и других инженерных сооружений, к допускаемым отклонениям трубопроводов от проектного положения, к расположению компенсаторов арматуры, опор и подвесок;

общие требования и указания по сборке и сварке трубопроводов, а также контролю качества сварных соединений;

специфические требования к монтажу трубопроводов из цветных металлов и сплавов, чугунных, пластмассовых, стеклянных, а также стальных трубопроводов с внутренним покрытием из пластмасс или резины;

общие указания по гидравлическому и пневматическому испытанию, промывке и продувке трубопроводов;

правила сдачи и приемки трубопроводов в эксплуатацию, а также указания по составу технической документации при сдаче.

При монтаже технологических трубопроводов необходимо выполнять общие нормы и правила организации и технологии строительного производства, приведенные в СНиП III-А, а также соблюдать правила по технике безопасности, приведенные в СНиП III-А.11—62.

Технологические трубопроводы, по которым транспортируется пар давлением выше 1 *кгс/см*^{2} или горячая вода с температурой выше 120° С, изготовляют и монтируют в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», утвержденными Госгортехнадзором. Требования Госгортехнадзора не распространяются на временные трубопроводы, прокладываемые на срок службы до 1 года, трубопроводы 1-й категории с наружным диаметром менее 51 *мм* и трубопроводы прочих категорий с наружным диаметром менее 76 *мм*, сливные продувочные и выхлопные трубопроводы.

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

Глава XXVI. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

§ 78. Такелажная оснастка и грузоподъемные механизмы

Такелажной оснасткой, или такелажом, называются всевозможные приспособления, устройства, механизмы и материалы, которые служат для производства работ по подъему, опусканию, перемещению и переворачиванию грузов.

Такелажные работы при изготовлении и монтаже технологических трубопроводов являются весьма ответственными и включают в себя, главным образом, выполнение следующих операций: погрузку и разгрузку труб, деталей, элементов, узлов и секций трубопроводов, а также арматуры; их перемещение в пределах монтажной площадки, подъем и установку в проектное положение, их поддерживание при сборке.

Производство такелажных работ связано с применением пеньковых и стальных канатов.

Пеньковые канаты применяют для подъема небольших грузов, обычно до 200 *кг* и для оттяжек при их подъеме. Допускаемые для пеньковых канатов нагрузки определяются по справочникам в зависимости от диаметра каната и угла наклона к вертикали. Для канатов, бывших в употреблении, допускаемую нагрузку уменьшают на 20—40%. Канаты с порванными прядями к работе не допускаются.

Стальные канаты (тросы) используют в качестве грузовых (чалочных) и оттяжных (расчалочных). Канат выбирают в зависимости от его назначения: для оттяжек, которые мало подвергаются изгибу, применяют жесткий канат по ГОСТ 2688—55; для грузовых, подвергаемых изгибу при огибании роликов блоков и барабанов лебедки, — мягкий канат по ГОСТ 3071—55; для грузовых, подвергаемых резким изгибам, например, при изготовлении петель, применяют особо мягкие канаты по ГОСТ 3072—55.

Канаты, концы которых свернуты в петли, называются *стропами* (рис. 121). У отдельных стропов в петли заделывают

стальные желоба, называемые *коушами.* На трубопроводных работах целесообразно применять инвентарные универсальные стропы; предварительно они должны быть проверены на прочность и иметь соответствующий документ.

Для закрепления концов каната после завязки узла применяют сжимы. Сжимов должно быть не менее трех при тросе диаметром до 21,5 *мм,* не менее четырех — при тросе диаметром

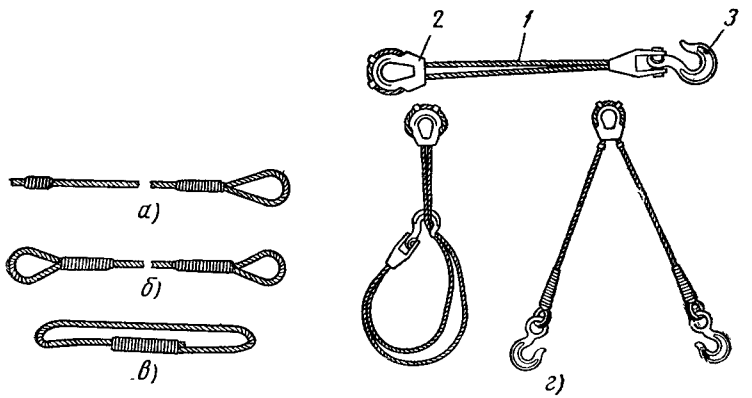


Рис. 121. Типы стропов:
а — строп с одной петлей, *б* — с двумя петлями, *в* — кольцевой строп, *г* — стропы специальные; *1* — трос, *2* — коуш, *3* — крюк (гак)

до 28 *мм* и пяти — при тросе диаметром более 28 *мм.* При установке сжимов между ними, а также от последнего сжима до короткого конца троса, следует выдерживать расстояние не менее семи диаметров троса. Сращивать два куска троса только сжимами запрещается.

Величину допускаемой нагрузки на трос определяют, исходя из условий работы и значений разрывных усилий на трос, указанных в соответствующих ГОСТ. Предельную нагрузку для троса данного диаметра определяют путем деления значения разрывного усилия на коэффициент запаса прочности. Коэффициент запаса прочности, установленный Госгортехнадзором, для разных условий работы каната следующий:

Грузовые и стреловые канаты при ручном приводе	4,5
То же при механическом приводе с легким режимом	5,0
То же при механическом приводе с тяжелым режимом и непрерывном действии	6,0
Канаты чалочные, работающие с обхватом и обвязкой груза, и стропы	8,0
Канаты для расчалок (вант)	3,5

Износ канатов определяют по внешнему виду: наличию обрывов отдельных проволок, коррозии на поверхности проволок, наличию смятых или скрученных участков или участков со следами прожогов (пораженных электрическим током). В зависимости от величины того или иного дефекта, согласно нормам отбраковки, канаты бракуют полностью или снижают их грузоподъемность.

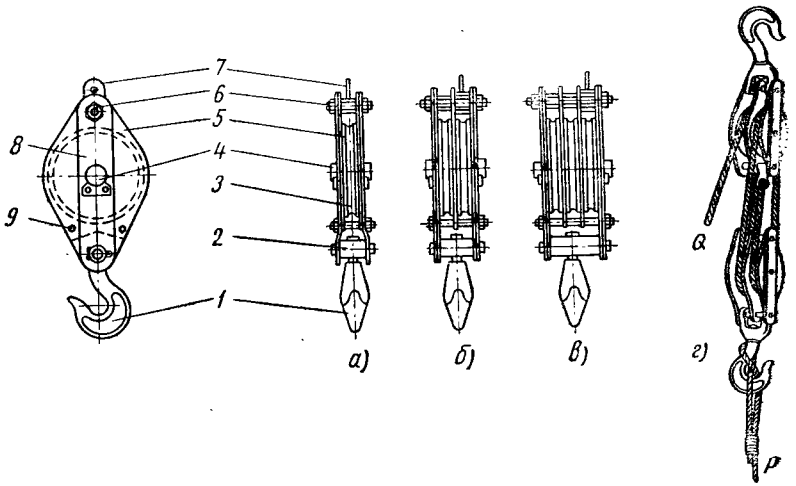


Рис. 122. Блоки и полиспасты для стальных канатов:
а — однорольный блок: *1* — крюк (гак), *2* — траверса, *3* — ролик, *4* — ось ролика, *5* — обойма, *6* — ось ушка, *7* — ушко, *8* — серьга, *9* — стяжные болты обоймы; *б* — двухрольный блок, *в* — трехрольный блок, *г* — полиспаст

Хранить канаты следует, хорошо смазав их канатной мазью, в бухтах. Все чалочные канаты испытывают не реже одного раза в 6 месяцев.

Блоки применяют для изменения направления троса (отводные блоки) и для изменения величины усилия при перемещениях груза (грузовые блоки). Блоки могут быть однорольные и многорольные (рис. 122, *а, б, в*). Систему подвижных и неподвижных блоков, оснащенных одним непрерывным тросом, называют полиспастом. Полиспасты служат для того, чтобы уменьшить тяговое усилие на ходовом конце троса за счет увеличения числа рабочих ниток полиспаста. С увеличением числа рабочих ниток полиспаста уменьшается скорость подъема груза.

На рис. 122, *г* показана схема полиспаста, состоящего из двух блоков, вращающихся в обойме. В данном случае вес груза *P* распределяется на четыре ветви каната и поэтому, теоретически

на каждую ветвь приходится нагрузка в четыре раза меньшая. В действительности усилие на ходовом конце каната *Q* полиспаста выше теоретического вследствие потерь на трение.

Для монтажа трубопроводов на технологических установках применяют те же грузоподъемные механизмы, что и для выполнения других видов монтажных работ: автомобильные, гусеничные и специальные монтажные краны. Выбор и рациональное использование подъемных механизмов зависят в первую очередь от веса грузов, характеристики монтажной площадки, объема выполненных строительных работ к моменту начала монтажа и других условий.

Предельный вес поднимаемых грузов должен быть определен до начала такелажных работ. Максимальный вес грузов при монтаже трубопроводов не превышает 10 *т* (в редких случаях до 15 *т*), поэтому необходимые такелажные механизмы и приспособления применяют грузоподъемностью не выше 10 *тс* (при максимальном вылете стрелы).

Автомобильные краны получили наиболее широкое применение вследствие хорошей маневренности и возможности быстрого перебазирования. Гусеничные краны используют главным образом при монтаже межцеховых трубопроводов на эстакадах, а трубоукладчики — в каналах, лотках и траншеях. Во многих случаях помимо монтажных кранов применяют мостовые краны и кран-балки, устанавливаемые по проекту в монтируемых цехах.

Сборка монтажных стыков, установка арматуры при монтаже трубопроводов часто занимают значительное время и проводятся в стесненных и труднодоступных местах, поэтому применение для данных операций самоходных грузоподъемных механизмов не всегда возможно и экономически целесообразно. В этом случае рационально использование талей, лебедок, домкратов, портальных подъемников, треног.

Таль — грузоподъемный механизм, оснащенный цепным или тросовым полиспастом с ручным или электрическим приводом. Тали имеют различные передачи между приводом и блоком полиспаста: червячную, шестеренчатую и рычажную. При монтаже технологических трубопроводов для подъема грузов на небольшую высоту (до 3 *м*) наиболее часто применяют шестеренчатые тали грузоподъемностью до 2 *тс*, реже — червячные тали большей грузоподъемности.

Лебедки используют для подъема и перемещения деталей элементов и узлов трубопроводов. Лебедка барабанная за счет снижения числа оборотов барабана по сравнению с числом оборотов приводного вала позволяет получить значительную величину тягового усилия на барабане.

Ручные барабанные лебедки используют с тяговым усилием 0,5—5 *тс*. При монтаже внутрицеховых и межцеховых трубопро-

водов широкое применение получили рычажные лебедки (рис. 123). Они имеют небольшой вес и габариты, поэтому их можно легко и быстро закреплять в вертикальном, горизонтальном или наклонном положении.

Домкраты применяют для перемещения и подъема труб, элементов и узлов трубопроводов на небольшие расстояния.

Все механизмы, используемые при такелажных работах, должны быть испытаны и иметь табличку или бирку с указанием грузоподъемности и даты испытания. При отсутствии этих данных или просрочке даты очередного испытания такелажем пользоваться запрещается. Перед началом работ весь такелаж необходимо осмотреть и проверить, нет ли повреждений, механического износа и внешних дефектов. Нагрузка на такелаж выше указанной в таблице категорически запрещается.

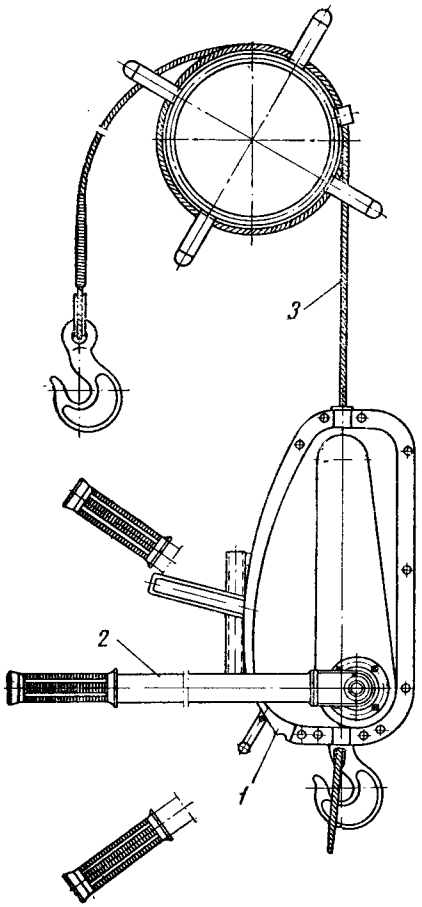


Рис. 123. Ручная рычажная лебедка с тяговым усилием 1,5 *тс*:
1 — корпус, *2* — рычаг, *3* — трос

1. Расскажите, как производится выбор типа и сечения канатов и стропов?
2. Как закрепляются концы каната?
3. Перечислите правила определения износа канатов.
4. Что такое полиспаст и для чего его применяют?
5. Какую такелажную оснастку используют при монтаже технологических трубопроводов?

§ 79. Производство такелажных работ

К производству такелажных работ с помощью подъемных механизмов с механическим или электрическим приводом допускаются рабочие не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обученные по специальной программе, сдавшие экзамены и получившие об этом удостоверение на право производства такелажных работ.

К работам с помощью ручных подъемных механизмов допускаются рабочие после проверки их знаний и практических навыков ответственным руководителем работ.

Одной из самых важных и ответственных такелажных операций является строповка (увязывание или зацепка) деталей, узлов и элементов трубопроводов при подъемах и перемещениях. О допуске рабочего к работе стропальщиком издается распоряжение по монтажному управлению или участку. Стропальщик должен знать вес груза, предназначенного к подъему, и уметь определять его расчетом.

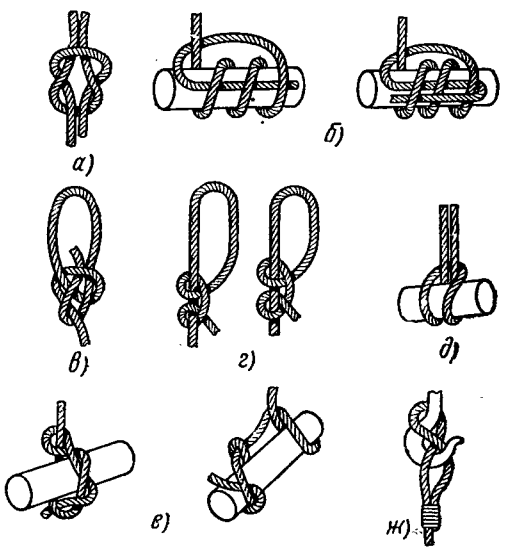


Рис. 124. Узлы и петли:
а — прямой узел для вязки двух концов каната, *б* — морской нормальный и с дополнительной подхлесткой конца, *в* — морская петля, *г* — петля с двойным узлом, *д* — мертвая петля, *е* — петля для легких грузов, *ж* — крюковый (гаковый) узел

Увязку груза следует производить таким образом, чтобы исключалась возможность выпадания груза и обеспечивалось его устойчивое положение при перемещении. Строп полагается укреплять только за надежные части груза. При обвязке груза чалочные канаты следует накладывать на деталь или на крюк без узлов и петель. Подвешивать груз к крюку подъемного механизма необходимо так, чтобы канат или строп не развязался при натяжении и его можно было легко освободить при снятии груза. Элементы трубопроводов при подъемах и перемещениях стропуют различными способами в зависимости от их геометрической формы, размеров, количества, веса. Некоторые виды узлов и петель, применяемых при такелажных работах, приведены на рис. 124. Ветви стропа должны быть натянуты равномерно; это следует проверять при грузе, поднятом на высоту 100—200 *мм*. Стропальщик обязан следить за тем, чтобы у крана перед подъемом грузовые канаты полиспаста находились в вертикальном положении, и не допускать подтаскивания груза или косого натяжения каната.

Перед подачей сигнала о подъеме груза стропальщик должен убедиться, что на грузе нет незакрепленных деталей или инструментов, которые могут упасть.

На рис. 125 показаны устройства для строповки труб. Строповка труб и элементов трубопроводов, П-образных компенсаторов выполняется с помощью инвентарного стропа, уравновешивающего груз (рис. 125, *а*). Строп состоит из сегмента *1* с направляющими ручьями, в которые пропускаются нити тросов *2*. Количество ручьев соответствует количеству тросов. Сегмент подвешивается к крюку подъемного механизма с помощью серьги *3*. Конструкция стропа позволяет сбалансировать (уравновесить) груз в момент подъема. Устройство для захвата длинномерных труб (рис. 125, *б*) выполнено в виде петли, соединенной с двумя рычагами *5*, которые шарнирно крепятся к опорной плите *4*. При подъеме груза рычаги, подвешенные на тросах к траверсе *7*, сжимаются и обеспечивают захват груза петлей и плитой. При опускании груза рычаги, наоборот, разжимаются и с помощью тягового тросика *8*, фиксатора-замка *6* петля освобождает груз.

Длинномерные трубы и узлы поднимают с помощью устройства, состоящего из двух таких стропов, смонтированных на траверсе. Для захвата коротких труб и элементов опорную плиту *4* удлиняют (рис. 125, *в*). Полуавтоматический строп «удавка» (рис. 125, *г*) предназначен для подъема коротких труб и элементов. Он состоит из опорной плиты *4*, к одной стороне которой приварены две щеки *9*, а на противоположной имеется насечка. На щеках закреплен замок-фиксатор, к которому прикреплен тяговый тросик. При строповке груза самозатягивающаяся петля одним концом укрепляется за палец *10*, а другим пропускается вокруг штифта замка-фиксатора (между щек). С груза строп снимается после его ослабления за тяговый тросик.

Устройство для строповки грузов цилиндрической формы (рис. 125, *д*), установленных вертикально, группами или поштучно состоит из подвешенной на крюк траверсы *7* с двумя гибкими подвесками для петлевого захватного органа. Для улучшения условий строповки и повышения надежности в эксплуатации захватный орган выполнен из двух взаимодействующих с двумя петлями пластин *11*. Пластины одним концом привязаны к гибким подвескам траверсы, а другим — к тросам, свободные концы которых закреплены в средних частях, напротив расположенных пластин. При строповке образованная ими петля свободно надевается на груз, а при подъеме затягивает его.

При производстве такелажных работ следует тщательно соблюдать правила техники безопасности. Категорически запрещается: находиться под грузом; поднимать груз, зажатый другими деталями, примерзший к земле или находящийся в неустойчивом положении; поправлять чалочные канаты при подъеме ударами кувалды, ломом или другим предметом; удерживать или поправлять канаты, соскальзывающие с груза; находиться на поднимаемом или опускаемом грузе; оставлять груз при натянутом канате; крепить блоки полиспасты, тали, лебедки,

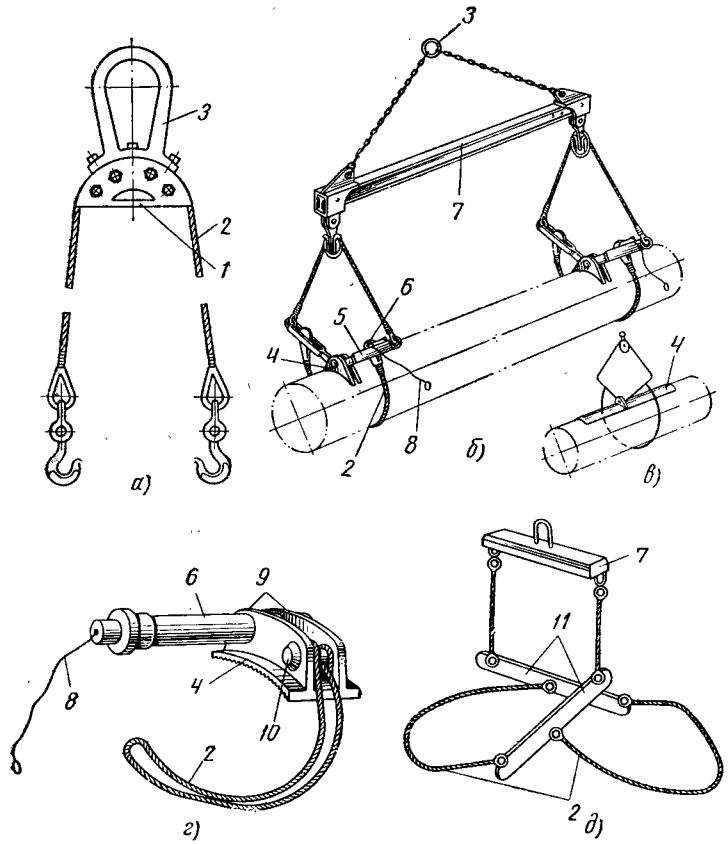


Рис. 125. Устройства для строповки труб:
а — инвентарный строп, *б* — для строповки длинномерных труб, *в* — для строповки коротких труб, *г* — полуавтоматический строп «удавка», *д* — для строповки цилиндрических грузов, установленных вертикально; *1* — сегмент, *2* — трос, *3* — серьга, *4* — опорная плита, *5* — рычаг, *6* — фиксатор-замок, *7* — траверса, *8* — тросик, *9* — щеки, *10* — палец, *11* — пластины

расчалки за перекрытия и другие сооружения без предварительного осмотра и получения письменного разрешения; смазывать, очищать и ремонтировать механизмы и такелажную оснастку, когда они находятся под нагрузкой; поднимать грузы при сильном ветре, недостаточном освещении, плохой видимости или слышимости сигналов крановщиков.

Площадка под поднимаемым грузом является опасной зоной и вход посторонних на нее запрещается на все время подъема; для этого ставят предупредительные ограждения с надписями.

Согласованная работа при подъеме и перемещении груза обеспечивается четкой подачей команды одним опытным руково-

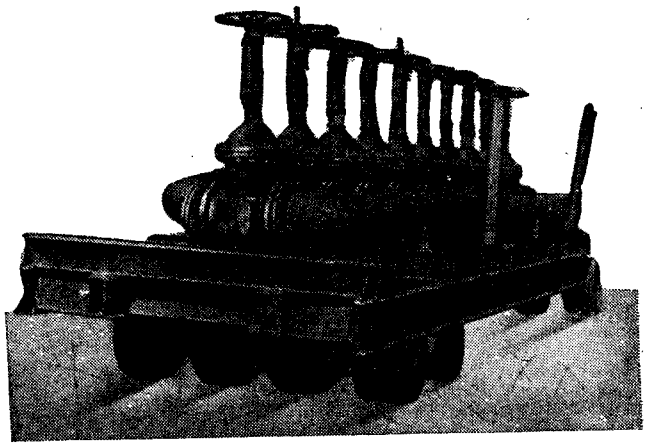


Рис. 126. Перевозка узла с арматурой на трайлере

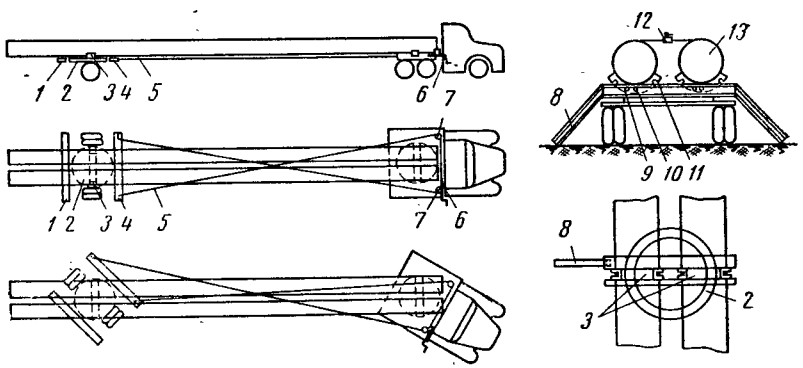


Рис. 127. Схема саморазгружающегося плетевоза:

1 — поперечная перекладина, *2* — поворотное устройство, *3* — опрокидывающаяся подушка, *4* — траверса прицепа, *5* — боковые тяги, *6* — лебедка, *7* — блок, *8* — покоты, *9* — фиксатор, *10* — ось подушки, *11* — паз подушки, *12* — замок крепления труб, *13* — секция трубопровода

дителем работ и тщательно разработанной сигнализацией для передачи команды рабочим, а также участвующим в подъеме крановщикам и мотористам.

Транспортирование трубопроводов (элементов, узлов и бло-

ков) к месту монтажа производится в соответствии с разработанным графиком производства работ. В зависимости от местных условий и готовности общестроительных работ и работ по монтажу оборудования сроки подачи элементов и узлов трубопроводов в монтажную зону следует уточнять.

Перемещают трубопроводы в пределах монтажной площадки на небольшие расстояния (от места укрупнения до цеха и внутри цеха) кранами, трубоукладчиками. При горизонтальном перемещении поднятых на высоту трубопроводов стропальщик должен сопровождать их и следить за тем, чтобы груз не перемещался над людьми и не зацепил за что-нибудь.

Для транспортирования трубопроводов на значительные расстояния применяют автомашины с прицепами, тягачи ЯАЗ-210, ЯАЗ-219 и МАЗ-200, трайлеры, а также тракторы С-80 и С-100 с санями. На рис. 126 изображена перевозка узлов трубопроводов на трайлере. Прямолинейные секции трубопроводов перевозят на плетевозах. На рис. 127 показана схема саморазгружающегося плетевоза для перевозки секций длиной до 30 *м*, грузоподъемностью 8—10 *тс*. Конструкция плетевоза позволяет производить разгрузку без вспомогательных механизмов. При транспортировании труб, секций и узлов трубопроводов их необходимо тщательно закреплять, чтобы предотвратить падение или повреждение.

1. Как надо стропить детали, элементы и узлы при монтаже?
2. Какие применяют устройства для строповки труб?
3. Назовите основные правила выполнения такелажных работ.

§ 80. Монтажный инструмент

При изготовлении и монтаже трубопроводов применяют ручной и механизированный инструмент. Правильный выбор и умелое использование инструмента — важное условие облегчения труда, повышения качества и производительности монтажных работ.

Наиболее ходовым инструментом при производстве трубопроводных работ являются гаечные ключи; они служат для сбалчивания и разбалчивания фланцев и других болтовых соединений.

Ручные гаечные ключи (рис. 128) применяют самых различных конструкций; выбирают их с учетом размеров затягиваемой гайки или головки болта, их формы, а также условий и места работы.

Наиболее распространенными являются открытые односторонние и двусторонние прямые гаечные ключи (рис. 128,*а* и *б*). Недостатком конструкции этих ключей является то, что рабочее движение такого инструмента ограничивается одной четвертью оборота, отчего требуется частая перестановка ключа.

Накидные односторонние гаечные ключи (рис. 128, *в*) более долговечны и удобны в работе, чем открытые, однако они требуют большей точности размеров гаек и головок болтов. Контур

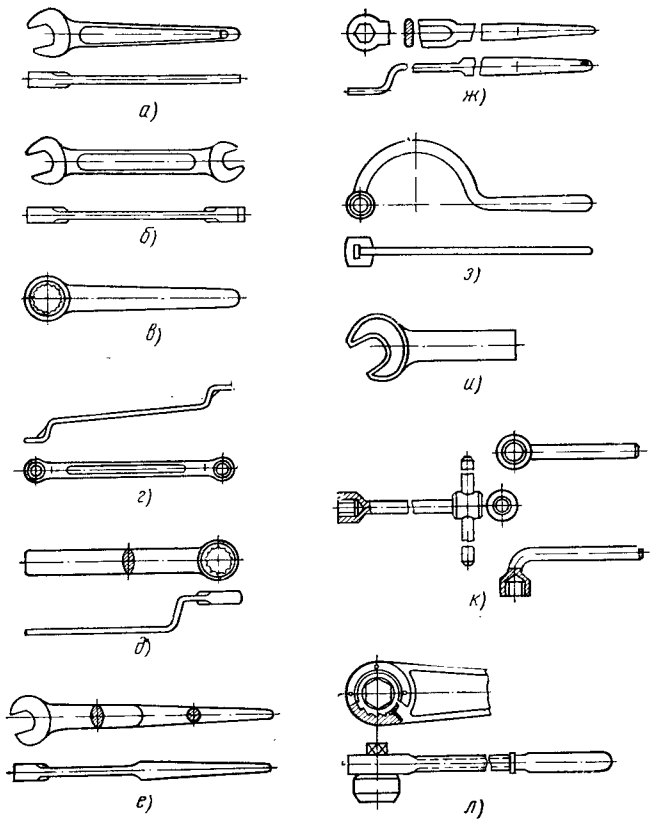


Рис. 128. Ручные гаечные ключи:

а — открытый односторонний прямой, *б* — открытый двусторонний прямой, *в* — накидной односторонний прямой, *г* — накидной двусторонний изогнутый, *д* — накидной односторонний изогнутый, *е* — открытый односторонний «коликовый» *ж* — накидной односторонний «коликовый», *з* — накидной односторонний радиусный, *и* — укороченный гаечный, *к* — торцовый, *л* — трещоточный

зева этих ключей представляет собой шестигранник или двенадцатигранник.

Несколько иными по конструкции являются накидные односторонние или двусторонние изогнутые ключи «звездочка» (рис. 128, *г, д*). Эти ключи применяют в тех случаях, когда нельзя использовать прямой ключ. Двусторонние ключи более

экономичны и удобны в работе благодаря наличию двух головок для двух размеров гаек.

Широкое применение при монтаже трубопроводов, арматуры и металлоконструкций получили открытые (рис. 128, *е*) и накидные (рис. 128, *ж*) односторонние «коликовые» ключи. Конический конец (колик) ключа используют для центрирования болтовых отверстий фланцев и металлоконструкций.

Разновидностью односторонних накидных ключей являются радиусные ключи (рис. 128, *з*). Такие ключи применяют в основном для сборки фланцевых соединений в труднодоступных для обычного ключа условиях. Ключ имеет изогнутую рукоятку, причем радиус изгиба выбирается таким, чтобы при завинчивании гайки труба как бы охватывалась ключом. Такими ключами производят сборку трубопроводов, расположенных в непосредственной близости к земле, к конструкциям.

Для затягивания гаек больших размеров (диаметром более 75 *мм*) применяют открытые укороченные гаечные ключи (рис. 128, *и*). Чтобы увеличить крутящий момент, на конец такого ключа надевают надставку из отрезка трубы. Торцовые ключи (рис. 128, *к*) используют для завертывания шестигранных и квадратных гаек в тесных местах. Конструкция таких ключей позволяет вращать гайку без перестановки и тем самым экономить рабочее время. Торцовые ключи изготовляют также со сменными головками.

В последнее время для сборки элементов и узлов трубопроводов получили применение трещоточные ключи (рис. 128, *л*) со сменными головками. Корпус ключа выполнен из алюминиевого сплава, благодаря чему он имеет небольшой вес. В корпус вмонтировано храповое колесо, удерживаемое от проворачивания в обратную сторону храповиком и пружиной. С помощью трещоточных ключей производится завертывание гаек колебательным движением рукоятки без перестановки, что значительно повышает производительность труда.

Для свертывания труб, имеющих резьбу, применяют трубные ключи (рис. 129) — рычажные, цепные, накидные и разводные. Трубный разводной ключ наиболее удобен в работе, так как благодаря самозатягивающейся подвижной губке обеспечивается его надежное сцепление с поверхностью труб.

Наибольший эффект снижения трудоемкости и стоимости монтажных работ, повышения производительности труда и улучшения условий работы слесаря-монтажника достигается при использовании механизированного инструмента. По сравнению с ручным инструментом механизированный инструмент дает возможность сократить время для выполнения той или иной операции на несколько раз.

По роду подводимой к двигателю энергии механизированные инструменты, используемые при изготовлении и монтаже тру-

бопроводов, разделяются на две основные группы: электрифицированный и пневматический (сверлилки, шпильковерты, гайковерты, труборезы, шлифовальные машинки). Кроме перечисленного инструмента, применяются также пневматические развальцовки, молотки, шаберы.

Электрифицированные инструменты выпускаются на рабочее напряжение 220 и 36 *в*.

Наибольшее применение в настоящее время получили электрические гайковерты типа Э-3110 и электрические шлифовальные машинки типа С-499А. Ток повышенной частоты, необходимый для питания электроинструмента, получают с помощью преобразователей тока И-75, И-165, С-572А.

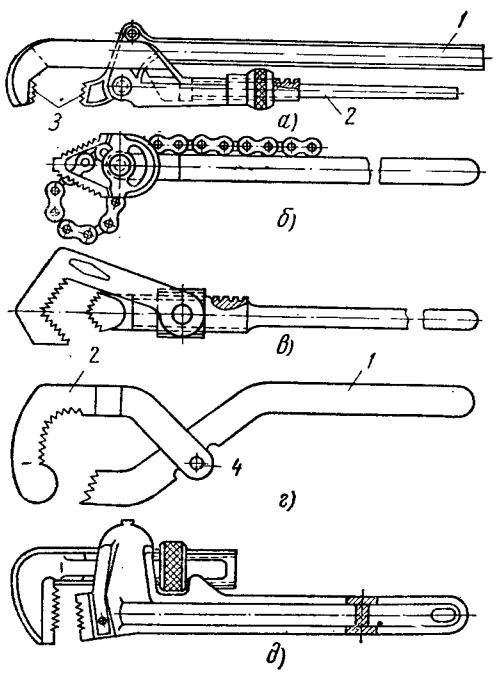


Рис. 129. Трубные ключи:
а — рычажный, *б* — цепной, *в* — накидной, *г* — накидной с регулировкой на разные диаметры труб, *д* — разводной; *1* — неподвижный рычаг, *2* — подвижный рычаг, *3* — губки, *4* — ось

Пневматический инструмент применяют при наличии на строительных площадках разветвленной сети сжатого воздуха. Большинство пневматических инструментов рассчитано на нормальное рабочее давление сжатого воздуха 4—6 *кгс/см*^{2}. Наибольшее использование получили пневматические гайковерты П-3133 и П-3137. Пневматический инструмент особенно широко применяется в условиях, когда существует опасность воспламенения горючих жидкостей и газов и электрифицированный инструмент использовать нельзя. В связи со значительным весом механизированного инструмента для облегчения пользования им рекомендуется применять поддерживающие тросики, блочки, скобы.

В настоящее время освоен выпуск наборов ручного и механизированного инструмента для бригады (7—8 человек) по монтажу технологических трубопроводов. Набор поставляется в металлическом ящике, который служит верстаком; его можно устанавливать непосредственно на месте монтажа.

1. Какой ручной инструмент применяют при изготовлении и монтаже трубопроводов?
2. Какой механизированный инструмент используют при изготовлении и монтаже трубопроводов?

Глаaа XXVII. ОБЩИЕ ПРАВИЛА МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ

§ 81. Технология монтажа стальных трубопроводов

Монтаж технологических трубопроводов следует выполнять в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП III-Г.9—62), в которых указаны основные положения производства и приемки работ по монтажу постоянных технологических трубопроводов из углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и сплавов, чугуна, пластических масс и стекла, работающих при абсолютном давлении от 35 *мм рт. ст.* до 700 *кгс/см*^{2}.

Объем работ по их монтажу составляет обычно около 50% общего объема монтажных работ. Прокладка большинства трубопроводов ведется в стесненных условиях, на различной высоте в многоэтажных зданиях и на открытых площадках, эстакадах, в лотках, туннелях. Внутрицеховые технологические трубопроводы отличаются большим количеством применяемых типоразмеров, деталей трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры, средств крепления (табл. 18).

Таблица 18

Примерное количество деталей и запорно-регулирующей арматуры, входящих в состав внутрицеховых технологических трубопроводов

Наименование	% к весу труб	Количество, шт., на 100 *м* трубопровода
Фланцы	5,47	25
Отводы	3,72	23
Тройники	1,84	8
Переходы	0,34	0,6
Заглушки	0,15	0,3
Опоры и подвески	2,41	12
Запорно-регулирующая арматура	27	10

Так, например, чтобы укомплектовать внутрицеховой технологический трубопровод, необходимо добавить до 42% от веса труб различных деталей трубопроводов и арматуры. Сложная конфигурация таких трубопроводов вызывает большое количе-

ство соединений труб, деталей и арматуры между собой. На каждые 100 *м* протяженности трубопровода в среднем приходится выполнять до 80 сварных стыков.

Применение при монтаже готовых узлов, элементов и секций, централизованно изготовленных с применением заводских деталей в трубозаготовительных цехах, позволяет в значительной степени упростить технологию и организацию монтажа трубопроводов и превратить строительно-монтажную площадку в сборочную. Это в 5—6 раз снижает объем сварочных работ, выполняемых ранее непосредственно на монтажной площадке. При этом сроки монтажа трубопроводов сокращаются в 3—4 раза (учитывая, что их изготовляют параллельно с ведением строительных работ). При надлежащей организации работ узлы трубопроводов уже должны быть изготовлены в цехах и в готовом виде поступать на строительную площадку для монтажа к моменту готовности строительной части объекта. До начала монтажа трубопроводов должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

детально изучены проект и ППР инженерно-техническими работниками (мастером, производителем работ, бригадиром) и согласованы с соответствующими организациями все неясные вопросы;

приняты узлы, элементы и детали трубопроводов, арматура, не входящая в узлы, опоры и подвески; проверено их соответствие требованиям проекта или техническим условиям;

проверена степень строительной готовности зданий, сооружений и конструкций под монтаж, и составлены соответствующие акты. Особое внимание должно быть обращено на соблюдение проектных отметок мест крепления трубопроводов;

принято оборудование под монтаж трубопроводов: проверены правильность установки аппаратов и оборудования и соответствие чертежам, расположение, тип и размеры присоединительных штуцеров на оборудовании. Все отступления от проекта должны быть зафиксированы в акте;

укомплектованы линии трубопроводов узлами, элементами и деталями, арматурой, вспомогательными материалами; линии трубопроводов должны быть доставлены к месту монтажа;

устроены и подготовлены: площадки для укрупнительной сборки, подмости и приспособления при работе на высоте; подведена электроэнергия для питания сварочных постов, электроинструментов, электролебедок и освещения отдельных мест монтажа;

укомплектованы специализированные рабочие бригады и обеспечены необходимыми инструментами, приспособлениями и монтажными механизмами;

выданы бригадам наряды на предстоящие объемы работ;

обеспечены необходимые условия работы в соответствии

с правилами техники безопасности и охраны труда; проведен инструктаж рабочих.

Технология собственно монтажа стальных трубопроводов включает следующие операции: разбивку трассы трубопровода; установку опор и подвесок; укрупнительную сборку узлов и блоков; укладку, сборку и сварку трубопровода; монтаж компенсаторов, арматуры, дренажных устройств, приборов контроля и автоматики; испытание готовых линий, сдачу их заказчику.

1. Какие подготовительные работы следует выполнить до начала монтажа трубопроводов?
2. В чем заключаются особенности внутренних технологических трубопроводов?
3. Перечислите основные операции, выполняемые при монтаже трубопроводов.

§ 82. Разбивка трассы трубопровода

Разбивка трассы заключается в перенесении на место прокладки осей и отметок трубопроводов и разметке мест установки опор и креплений, компенсаторов и арматуры. Разбивку осей выполняют с помощью струны, отвеса, стальных рулеток, линеек, угольников, шаблонов, теодолита, нивелира и гидравлического уровня. Разметку производят по монтажным чертежам, на которых указаны привязки осей трубопроводов к перекрытиям, стенам и колоннам, отметки и уклоны.

При строительстве цехов или установок, имеющих большое количество трубопроводов, в последнее время монтаж трубопроводов успешно осуществляют по макетам. Применение макетов значительно облегчает и ускоряет работу, так как они дают наглядное представление о расположении всех линий трубопроводов по отношению к конструкциям зданий и оборудованию.

Оси и отметки трубопроводов наносят от сетки колонн и высотных отметок здания или сооружения. Положение осей и высотных отметок зданий или сооружений закрепляют знаками. Знаки высотных отметок называются *реперами,* а знаки, определяющие положение осей,— *плашками.* При разбивке линии внутрицеховых трубопроводов реперы и плашки не ставят: оси и отметки закрепляют с помощью знаков, наносимых непосредственно на стены здания, металлические и железобетонные конструкции чертилкой, масляной краской или мелованной нитью.

При монтаже внутрицеховых трубопроводов за нулевую высотную отметку условно принимают отметку уровня чистого пола здания. Эту отметку называют нулевой. В действительности условная нулевая отметка в каждом сооружении отвечает абсолютной отметке от уровня моря. Абсолютная отметка всегда указана в проекте. Разбивку осей и отметок ведут с инвентар-

ных подмостей, стремянок или сборно-разборных лесов в зависимости от условий и места производства работ.

Вначале разбивают оси трубопроводов, расположенные в плане. Перед их разметкой необходимо убедиться (по акту приемки строительных конструкций под монтаж) в том, что абсолютные высотные отметки полов или перекрытий здания, от которых в чертежах даны привязки осей, соответствуют указанным в чертежах. При разбивке прямолинейного участка между его крайними точками на временных кронштейнах натягивают струну, которой может служить стальная проволока диаметром 0,2—0,5 *мм* или капроновая нить. Струну натягивают грузом определенной величины; один конец струны закрепляют неподвижно на кронштейне, а второй пропускают через блок.

При разбивке отдельных участков необходимо учитывать положение смежных трубопроводов во избежание их совмещения. Если ось трубопровода разбивают в плане на вертикальные элементы (стены, колонны), то крайние и промежуточные точки длинных прямых участков через каждые 10 *м* визируют нивелиром или гидравлическим уровнем. Гидравлический уровень представляет собой сообщающийся сосуд, который состоит из двух стеклянных трубок, соединенных с одной стороны резиновым шлангом. На трубках имеется шкала с делениями. Для удобства работы трубку уровня заливают подкрашенной водой. Уровень позволяет строго разбивать горизонтальную линию, от которой отмеряют отметки для получения необходимого по проекту уклона.

Для самотечных трубопроводов точность нивелировки должна быть не ниже III разряда; для трубопроводов, работающих под давлением,— не ниже IV разряда в соответствии со СНиП.

На длинных прямых участках необходимо учитывать провисание струны от собственного веса и вводить соответствующую поправку. Провисание шелковой нити во много раз меньше провисания стальной, но стальная струна имеет более высокую механическую прочность, поэтому она применяется более широко.

Величины уклона трубопровода указывают в монтажных чертежах. Если уклон 0,01, то это означает, что он равен 10 *мм* на 1 *м* длины трубопровода. При отсутствии в чертежах указаний о величине уклона ее определяют в соответствии с табл. 19.

Как правило, трубопроводы имеют уклоны в направлении движения продукта. Уклоны следует делать в сторону аппаратов, сосудов или дренажных устройств. В ответвлениях газопроводов уклоны всегда устраивают в сторону магистрали. Некоторые трубопроводы монтируют без уклона, что оговаривают в проекте.

Отметки наносят по нижней образующей отдельных линий трубопроводов. Вначале разбивают главную магистраль, а затем ответвления к аппаратам, машинам, арматуре или к другим

Таблица 19

Минимальная величина уклона технологических трубопроводов

Назначение трубопровода	Величина уклона, *м*, на 1 *м* длины трубопровода	
	по ходу продукта	против хода продукта
Для негорючих газов, паро- и теплопроводов	0,001	0,003
Для горючих газов	0,002	0,003
Для воды и легкоподвижных неагрессивных жидкостей	0,002	—
Для высокоагрессивных продуктов	0,003	—
Для различных продуктов при возможности их замерзания . .	0,004	—
Для высоковязких и застывающих продуктов	0,02	—

линиям. По этим отметкам размечают места установки компенсаторов, арматуры, подвижных и неподвижных опор, подвесок, кронштейнов. Полученные отметки наносят на конструкции здания в виде цифровых величин. Например, обозначением +3,55 указывается, что низ трубопровода должен проходить на высоте 3,55 *м* от условной отметки 0.

При пересечении трассы наружных и внутренних трубопроводов с санитарно-техническими устройствами, электрокабелями, железнодорожными путями и другими трубопроводами эти места полагается обозначать особыми знаками, позволяющими судить о характере сооружений и намечаемой конструкции перехода, особенно при пересечении трубопровода с другими подземными сооружениями.

Трассы трубопроводов, укладываемых в траншеи, разбивают с помощью геодезических инструментов и закрепляют колышками.

Разбитые оси трубопроводов с указанием установки отдельных элементов проверяют окончательно по проекту, после чего приступают к установке опор, подвесок и опорных конструкций. Для межцеховых и магистральных трубопроводов после проверки обязательно составляют акт разбивки трассы. К акту прилагают ведомость привязки осей и поворотов с указанием знаков, поставленных на стойках или нанесенных несмываемой краской на стены.

1. Как производится разбивка осей трубопровода?
2. Какие приборы и инструменты применяют при разбивке осей трубопровода?
3. Как производится разбивка уклонов трубопроводов?
4. Назовите значения минимальных величин уклонов различных трубопроводов.

§ 83. Установка опор, подвесок и опорных конструкций

При выполнении строительных работ в фундаментах, на полу, стенах, колоннах и перекрытиях должны быть оставлены отверстия для закладки болтов или других средств крепления опор и подвесок, а также установлены закладные части. Если отверстий нет, их пробивают с помощью механизированного инструмента или высверливают. На пробивку стен и особенно колонн (если эту работу, как исключение, выполняет монтажная организация), требуется разрешение строительной организации или дирекции строящегося предприятия.

Для установки кронштейнов в железобетонных и кирпичных конструкциях в последнее время применяют закладные дюбели, которые представляют собой гильзы из дюралюминия в комплекте с конусной пробкой. Дюбели устанавливают с помощью пневматического молотка или пистолета. После установки дюбеля в него ввертывают болт или шпильку. После пробивки отверстий в них устанавливают болты и другие детали крепления и заливают цементным раствором. Схватывание цемента продолжается в течение 3—4 дней, поэтому в этот период не допускается проведение каких-либо работ, связанных с передачей нагрузки на залитые закладные детали. Расположение опор и подвесок указывается в монтажных чертежах.

Неподвижные опоры, как правило, устанавливают вблизи мест присоединения к аппаратам, водоотделителям, тройникам, арматуре больших диаметров и компенсаторов, а на самокомпенсирующихся участках трубопровода — в центре каждого такого участка.

При расположении подвижных опор и подвесок должна быть обеспечена возможность свободного перемещения трубопровода при его удлинении без всяких перекосов.

Установленные опорные конструкции на вертикальных участках проверяют по отвесу; кронштейны и другие конструкции устанавливают с выверкой их горизонтальных поверхностей по уровню.

Отклонение опорных конструкций от проектного положения не должно превышать: в плане ±5 *мм* для внутрицеховых трубопроводов и ±10 *мм* для наружных трубопроводов, по отметкам — 10 *мм,* по уклону ±0,001.

Для выравнивания высотных отметок трубопровода допускается установка под подошвы опор стальных прокладок с приваркой их к закладным частям или к опорным конструкциям. Ни в коем случае нельзя устаиавливать такие прокладки между трубой и опорой.

Подвижные детали (ролики, катки, шарики) на опорах устанавливают с учетом теплового расширения трубопровода; для этого при сборке их смещают от центра опоры в сторону, противоположную удлинению. Тяги подвесок трубопроводов, не имеющих температурных расширений, устанавливают строго по вертикали, а имеющих температурные расширения — с наклоном, равным половине величины перемещения.

В пружинных опорах предварительно затягивают пружины на величину, указанную в проекте. В период монтажа для разгрузки пружин ставят распорные приспособления, которые снимают по окончании испытания трубопровода. При монтаже пружинных подвесок и опор вертикальных трубопроводов опорные конструкции пружин, а также верхние тарелки должны быть строго перпендикулярны к направлению усилия и к оси пружины.

В подвижных опорах ролики, катки и шарики должны свободно вращаться и не выпадать из своих гнезд. Шейки роликов должны лежать на всей опорной поверхности гнезда, а подвижная часть роликовой опоры прилегать к роликам без зазора. Пята шариковой опоры должна лежать на всех шариках опоры. У скользящих опор перемещение подвижной части должно быть легким и плавным без заеданий.

Все подвижные части опор смазывают консистентной смазкой с температурой размягчения, превышающей рабочую температуру трубопровода.

При установке подвижных опор необходимо предусмотреть сохранность тепловой изоляции трубопровода во время его перемещений при температурных расширениях.

Установка опор в каналах и лотках не должна препятствовать свободному стоку воды.

При монтаже трубы должны быть плотно (без зазоров и перекосов) уложены на подушки неподвижных опор; хомуты плотно прилегать к трубе и не допускать ее перемещения в неподвижной опоре.

На трубопроводах, транспортирующих горячие продукты, между хомутом и трубой устанавливают асбестовую прокладку. Оси трубопроводов, укладываемых на участке между двумя смежными неподвижными опорами, должны быть прямолинейными.

Допускаемые отклонения от прямолинейности не должны превышать 5 *мм* на каждые 10 *м* длины, а на весь участок — 10 *мм* в вертикальной и 50 *мм* в горизонтальной плоскостях.

Поверхности металлических деталей опор, подвесок и опорных конструкций рекомендуется очищать от ржавчины и покрывать противокоррозийной краской или лаком.

1. Какие допускаются отклонения опорных конструкций от проектного положения?
2. Как устанавливают опоры подвески?

§ 84. Укрупнительная сборка узлов трубопроводов

Перед подъемом отдельные готовые малогабаритные узлы и элементы должны быть укрупнены в блоки. Укрупнение отдельных элементов и узлов в блоки значительно сокращает объем наиболее трудоемких и опасных операций при подъеме трубопроводов на высоту. Блоки полностью сваривают или соединяют с помощью фланцев и поднимают за один прием. При укрупнении устанавливают арматуру. Габариты узлов и блоков выбирают в каждом отдельном случае, исходя из принятого проекта производства работ, местных условий (возможности прохода через проемы, между цеховыми металлоконструкциями, оборудованием, линиями других трубопроводов), а также с учетом сохранения необходимой жесткости и прочности, чтобы при подъеме и установке избежать поломок и деформаций. При укрупнении узлов следует добиваться минимального количества сварных и разъемных соединений, выполняемых по месту. Если укрупнительная сборка в блоки не предусмотрена проектом производства работ, то в отдельных случаях технические решения принимают непосредственно на монтажном участке.

Укрупнительную сборку блоков трубопроводов выполняют на жестких, хорошо выверенных стеллажах, а иногда непосредственно на площадке, поверхность которой забетонирована или утрамбована. Сборочные площадки обычно располагаются вблизи монтируемого объекта в зоне действия монтажного крана. Укрупнение в блоки вне зоны монтажного крана вызывает трудности, связанные с погрузкой и перевозкой блоков к месту монтажа, что часто приводит к необходимости уменьшать возможные их габариты и вес. Перед укрупнительной сборкой с деталей, элементов и узлов трубопроводов снимают временные заглушки и пробки, предохраняющие их концы от загрязнения в период хранения и транспортирования. Кроме того, при укрупнении тщательно проверяют, нет ли посторонних предметов внутри элементов и узлов; в отдельных случаях детали обезжиривают или продувают.

Сборку узлов в блоки производят после контрольных замеров готовых узлов и строительных размеров здания в местах установки блоков. При необходимости после этого на узлах и элементах отрезают припуски или, наоборот, вваривают патрубки. При сборке все фланцевые соединения должны быть полностью затянуты с установкой прокладки, а сварные стыки заварены до подъема блоков в проектное положение. При сборке должно быть зафиксировано правильное взаимное положение стыкуемых элементов.

После укрупнительной сборки блоков рекомендуется произвести их тепловую изоляцию на площадке или стеллаже.

1. Для чего производят укрупнительную сборку узлов трубопроводов перед монтажом?
2. В какой последовательности осуществляют укрупнительную сборку узлов трубопроводов?

§ 85. Монтаж компенсаторов

П-образные компенсаторы устанавливают в горизонтальном положении и лишь в исключительных случаях, при отсутствии необходимой площади,— вертикально или наклонно. Вертикальное или наклонное расположение компенсаторов нежелательно, так как в нижних точках происходит скопление конденсата, для отбора которого требуется установка дренажных штуцеров. Во всех случаях элементы компенсатора должны располагаться в одной плоскости.

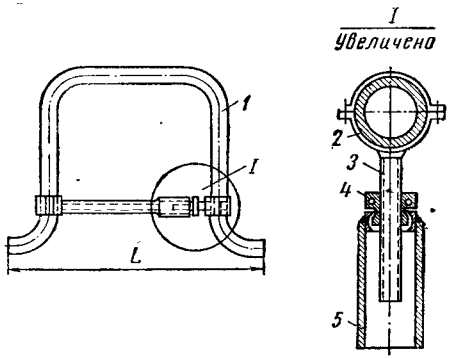


Рис. 130. Приспособление для растяжки компенсатора:
1 — плечо (петля) компенсатора (размер дан с учетом растяжкн), *2* — хомут, *3* — внит, *4* — натяжная гайка, *5* — распорка

К установке допускаются компенсаторы, прошедшие после изготовления контрольную проверку.

Все компенсаторы перед их окончательным креплением к трубопроводу должны быть растянуты или сжаты на величину, указанную в проекте (от 50 до 100% теплового удлинения участка трубопровода). Растяжку применяют для «горячих» линий трубопровода, а сжатие для «холодных». Операция растяжки или сжатия называется холодным натягом трубопровода и производится для того, чтобы уменьшить напряжение в металле при тепловом удлинении трубопровода. Она может быть выполнена предварительно, до установки компенсатора на место или непосредственно на трубопроводе. Для предварительной растяжки применяют винтовое приспособление (рис. 130). Перед растяжкой замеряют длину компенсатора в свободном состоянии, а затем путем вращения гайки разводят его на необходимую величину.

До установки компенсатора трубопровод должен быть уложен на все опоры, а неподвижные опоры его должны быть окончательно затянуты. Компенсаторы необходимо устанавливать не менее чем на трех подвижных опорах. Предварительно растянутый компенсатор вместе с распорным приспособлением

устанавливают в проектное положение, после чего его соединяют с линией трубопровода на фланцах или прихваткой сварных стыков. Окончательно сваривают стыки или затягивают фланцевые соединения после сборки и выверки всего участка трубопровода. Распорное приспособление снимают с помощью грузоподъемных средств по окончании всех работ, связанных с монтажом компенсатора.

На растяжку компенсаторов независимо от способа ее выполнения составляют акт, в котором указывают строительные длины компенсаторов до и после растяжки.

При групповом расположении П-образных компенсаторов нескольких параллельных трубопроводов (один внутри другого) их предварительно не растягивают. При установке нерастянутого компенсатора трубопровод собирают обычным способом, но в одном из стыков (сварном или фланцевом) оставляют зазор, равный величине растяжки компенсатора. Стык, у которого будет произведена растяжка компенсатора, указывают в проекте. Если указания нет, то во избежание перекоса для растяжки не следует использовать стык, непосредственно прилегающий к компенсатору. Для этой цели нужно оставлять зазор в соседнем стыке.

После установки компенсатора в проектное положение, сварки всех стыков (кроме одного) и закрепления трубопровода на всех неподвижных опорах по обе стороны компенсатора стык стягивают до требуемого зазора, а затем его сваривают. Стык на фланцевом соединении стягивают с помощью удлиненных (монтажных) болтов или шпилек, устанавливаемых во фланцах в шахматном порядке. Между монтажными болтами или шпильками оставляют отверстия для установки постоянных болтов. Диаметр и количество шпилек для холодного натяга трубопроводов указаны в проекте. После затяжки фланцевых соединений постоянными болтами удлиненные шпильки удаляют и на их место устанавливают постоянные болты или шпильки.

Сальниковые компенсаторы устанавливают строго соосно с трубопроводами и закрепляют на опорах. Несовпадение осей трубопровода и компенсатора может вызвать заедание подвижных частей и нарушение герметичности. Перед установкой компенсатор растягивают на величину, указанную в проекте и определяемую по расстоянию между рисками, нанесенными на его корпусе и стакане. При этом между упорными кольцами на патрубке и в корпусе компенсатора должен быть оставлен зазор на случай понижения температуры в сравнении с температурой воздуха в момент монтажа. Минимальная величина зазора при длине участка трубопровода 100 *м* должна составлять при температуре наружного воздуха в момент монтажа: ниже — 5° С — 30 *мм*, от —5° до +20° С — 50 *мм*, свыше +20° С — 60 *мм*.

При установке необходимо предусмотреть, чтобы в случае срыва неподвижных опор движущаяся часть трубы не вырвалась из корпуса компенсатора. В большинстве случаев для этого на скользящую часть трубы приваривают ободок так, чтобы он не мешал работе компенсатора. Перед установкой скользящие поверхности надо смазывать маслом. При установке чугунных сальников компенсаторов по обе стороны их необходимо ставить направляющие опоры; кроме того, должен быть обеспечен хороший дренаж.

Линзовые компенсаторы устанавливают после укладки трубопровода до его закрепления на неподвижных опорах. При этом следят за тем, чтобы направляющий стакан внутри компенсатора был вварен со стороны движения транспортируемой среды. Линзовые компенсаторы на горизонтальных паропроводах устанавливают дренажным штуцером вниз, а на водяных линиях — вверх. Подводку к каждому дренажному штуцеру выполняют гнутым или крутоизогнутым отводом, чтобы обеспечить перемещение штуцера вместе с компенсатором на расстоянии не менее 10 *мм* на каждую линзу. Линзовые и волнистые компенсаторы присоединяют к трубопроводу с помощью фланцев или путем сварки. Перед присоединением компенсаторы растягивают или сжимают с помощью приспособления, которое состоит из двух стяжных хомутов, закрепляемых на трубопроводе по обе стороны от компенсатора, и стяжных шпилек. После растяжки или сжатия компенсатора на величину, указанную в проекте, трубопровод закрепляют на неподвижных опорах по обе стороны от компенсатора и снимают с него хомуты.

Линзовые и волнистые компенсаторы на фланцах растягивают аналогично П-образным.

1. Для чего применяют предварительную растяжку компенсатора?
2. Расскажите о правилах устаиовки П-образных компенсаторов.
3. Какие приспособления используют для предварительной растяжки компенсаторов?
4. Расскажите о правилах установки сальниковых и линзовых компенсаторов.

§ 86. Установка арматуры, дренажей, воздушников и приборов контроля

Трубопроводную арматуру устанавливают в сборе с готовыми узлами трубопроводов. Арматуру больших размеров, предварительно прошедшую ревизию и испытание, устанавливают самостоятельно.

Перед установкой арматуры необходимо вынуть пробки (или снять щитки) и тщательно осмотреть внутреннюю полость, чтобы убедиться, что в ней нет посторонних предметов.

Перед подъемом тяжелую арматуру стропуют (обвязывают) тросом или веревкой (в зависимости от веса), строп надевают на крюк подъемного устройства и затягивают с таким усилием, чтобы арматура при подъеме не выскользнула и не упала. Стропить можно только за корпус или за крышку арматуры (рис. 131). Запрещается стропить за маховик, шпиндель, втулку сальника и другие детали, так как при этом возможно повреждение этих деталей. Чтобы предохранить шпиндель от повреждения, его рекомендуется обернуть тряпками.

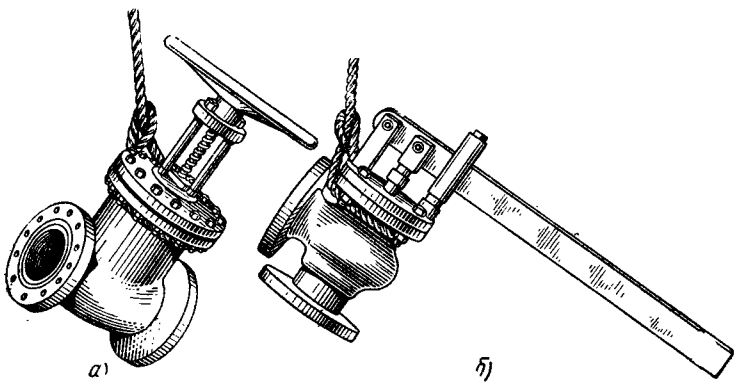


Рис. 131. Способы обвязки арматуры при перемещениях:
а — обвязка вентиля, *б* — обвязка предохранительного клапана

Фланцевую арматуру устанавливают на трубопровод с закрытым затвором.

Во время приварки бесфланцевой арматуры ее затвор следует немного открыть, чтобы предотвратить заклинивание его от нагрева корпуса при сварке. Затвор арматуры надо держать открытым до окончания промывки и продувки трубопровода. Чтобы определить правильное положение арматуры на трубопроводе, руководствуются указателями. На корпусах арматуры направление потока показано стрелкой, отлитой на боковой поверхности корпуса.

Арматуру с условным проходом до 100 *мм* отдельно не закрепляют.

Тяжелую арматуру, как правило, крепят самостоятельно к строительным или технологическим конструкциям, чтобы не создавать излишней нагрузки на трубопроводы.

Положение осей штурвалов определяется проектом. Если указания отсутствуют, то задвижки и вентили надо установить так, чтобы арматуру было удобно обслуживать. При этом направление закрытия всегда должно быть по часовой стрелке, а направление открытия — против часовой стрелки.

До пуска трубопровода в эксплуатацию смонтированная арматура вентильного типа должна находиться в закрытом состоянии, а кранового типа — в открытом.

Трубопроводную арматуру в зимнее время необходимо хранить в отапливаемом помещении. Если помещение не отапливается, у арматуры следует немного приоткрыть затвор (на полоборота маховика), чтобы предохранить корпус от разрыва при низкой температуре. При транспортировании арматуры к месту установки маховики рекомендуется снять, а торцовые полости закрыть пробками или деревянными щитками, чтобы предотвратить засорение внутренних плоскостей, и в особенности уплотнительных поверхностей арматуры. Рычажные предохранительные клапаны при транспортировании следует заклинить.

Дренажными устройствами оборудуют трубопроводы, в которых в процессе эксплуатации происходит значительная конденсация паров и скопление жидкости. Жидкость удаляется из трубопровода через спускные штуцера, расположенные в нижних точках каждого отключаемого задвижками участка. Дренажные трубопроводы выполняют из труб с условным диаметром до 32 *мм*, в отдельных случаях до 50 *мм* (при паропроводах большой протяженности и больших диаметров). Чтобы своевременно удалять воду, на паропроводах низкого и среднего давления устанавливают водоотделители и конденсатоотводчики (конденсационные горшки).

Для отвода воздуха во время заполнения водой трубопровода в верхних его точках устанавливают штуцера с краном или вентилем, называемые *воздушниками*. Количество и размеры штуцеров зависят от протяженности трубопровода, его емкости и конфигурации, а также от принятой схемы заполнения трубопровода водой во время испытания. Размещение штуцеров на трубопроводе должно обеспечивать возможно более полное удаление воздуха, который, создавая воздушные пробки, затрудняет гидравлическое испытание.

На трубопроводах, подвергающихся продувке в процессе эксплуатации и ремонта, устанавливают соответствующие штуцера и продувочные «свечи» с запорными устройствами для подключения линии инертного газа или пара и для выпуска его в атмосферу. Места их установки указываются в проектах.

При монтаже технологических трубопроводов для *контрольно-измерительных приборов* устанавливают отборные устройства — бобышки, штуцера, карманы. Отборные устройства необходимо устанавливать в узлах и элементах трубопроводов при их централизованном изготовлении в условиях трубозаготовительных цехов и мастерских. На месте монтажа производят только проверку правильности их установки.

Штуцера и бобышки должны быть врезаны и вварены так, чтобы их концы не выступали внутрь трубопровода. Гильзы термометров устанавливают в трубопроводах с условным проходом до 200 *мм* под углом 45° против движения теплоносителя, при больших диаметрах труб — под углом 45—90°. Конец гильзы должен находиться примерно в центре трубы. Диафрагмы расходомеров устанавливают на прямых участках трубопровода после его продувки и промывки. В период монтажа трубопроводов вместо диафрагм надо временно устанавливать монтажные кольца (катушки) — отрезки труб соответствующей ширины.

Регулирующие клапаны устанавливают только на горизонтальных линиях трубопровода, причем шток должен располагаться вертикально (мембранный — головкой вверх). Для возможности проведения ремонта трубопровода в период его эксплуатации в местах установки клапана делают обводную линию с запорным устройством (байпас).

1. Как стропуют арматуру при подъеме?
2. Для чего устанавливают дренажные устройства и воздушники?
3. В чем заключаются особенности установки тяжелой арматуры?
4. Когда необходимо устанавливать отборные устройства для контрольно-измерительных приборов?

§ 87. Врезка трубопроводов в действующие трубопроводы

Врезку в действующие трубопроводы может производить только эксплуатационный персонал предприятия, в ведении которого находятся эти трубопроводы. Для выполнения врезки требуется получение специальных разрешений.

Вновь смонтированные линии подключают к действующим трубопроводам, обычно к установленной на них запорной арматуре или к штуцерам. Если такое подключение невозможно, в действующие трубопроводы врезают штуцера в порядке, указанном выше, и устанавливают на них запорную арматуру, к которой присоединяют новую линию. При подключении через штуцер или путем врезки штуцера действующий трубопровод должен быть выключен и транспортируемый продукт из него удален. Трубопроводы с огнеопасными и вредными продуктами перед врезкой и вваркой штуцера промывают и полностью обезвреживают, чтобы обеспечить взрывоопасность и предотвратить отравление людей. Перед вваркой штуцера должна быть установлена по документации марка стали трубы или детали, в которую его будут врезать. Штуцер с фланцем и запорной арматурой должен быть предварительно испытан, крепежные детали и прокладки подготовлены.

Врезку производят по предварительной разметке с необходимой точностью. Штуцер устанавливают без перекосов. Сварку штуцера с трубой должен выполнять высококвалифицированный

сварщик, имеющий право на выполнение сварки неповоротных стыков, так как испытание на прочность и плотность таких швов не производят и сразу же после подключения трубопровод начинают эксплуатировать. Подключению нового трубопровода должно предшествовать его испытание.

Врезка является ответственной операцией, поэтому ее необходимо выполнять под наблюдением технического персонала.

1. Какой существует порядок врезки трубопроводов в действующие?
2. Какие меры предосторожности необходимо выполнять при врезке в действующие трубопроводы?

§ 88. Промывка и продувка трубопровода

Трубопровод подвергают внутренней очистке путем промывки или продувки перед испытанием, чтобы удалить окалину, мусор и грязь. Трубопроводы всех диаметров, транспортирующие жидкие среды, и газопроводы диаметром до 150 *мм* промывают водой, а газопроводы диаметром более 150 *мм* очищают только продувкой сжатого воздуха.

Промывают трубопроводы водой, а продувают сжатым воздухом, если нет других указаний в проекте. Паропроводы продувают паром. Промывают и продувают трубопроводы по специально разработанным схемам; по окончании их составляют акты.

Промывать трубопроводы следует достаточно интенсивно (скорость воды в трубопроводе должна достигать 1—1,5 *м/сек*) до устойчивого появления чистой воды из выходного патрубка или спускного устройства трубопровода. Продувают трубопроводы при давлении, равном рабочему, но не свыше 40 *кгс/см*^{2}, не допуская падения давления в конце трубопровода ниже 3 *кгс/см*^{2}. Время продувки не менее 10 *мин*.

Газопроводы, работающие при избыточном давлении — до 1 *кгс/см*^{2} или вакууме, продувают по специальной инструкции. Стеклянные трубопроводы не продувают.

Промываемый или продуваемый трубопровод должен быть отключен от других трубопроводов заглушками. При горячей продувке трубопроводов надо наблюдать за температурным удлинением трубопроводов и работой опор и подвесок, проверять надежность креплений и устанавливать отсутствие защемлений. После промывки или продувки арматуру, установленную на спускных линиях и тупиках, осматривают и очищают. Монтажные шайбы, установленные вместо диафрагм контрольно-измерительных приборов, после промывки или продувки трубопроводов должны быть заменены диафрагмами.

1. Как производится промывка и продувка трубопровода?
2. Назовите предельные параметры продувки и промывки.

§ 89. Гидравлическое испытание

По окончании монтажа все технологические трубопроводы испытывают на прочность и плотность в соответствии с требованиями СНиП III-Г.9—62 и НиТУХП—62. Испытывать трубопроводы на прочность и плотность можно гидравлическим или пневматическим способом.

Пневматическое испытание трубопровода на прочность осуществляют в тех случаях, когда невозможно проведение гидравлического испытания (отрицательная температура окружающего воздуха, отсутствие воды на площадке, опасные напряжения в трубопроводе и опорных конструкциях от веса воды), а также когда проектом предусмотрено испытание трубопроводов воздухом или инертным газом.

Испытывать трубопроводы полагается под непосредственным руководством производителя работ или мастера в строгом соответствии с указаниями в проекте и специальных инструкциях и с требованиями Госгортехнадзора, а также с соблюдением правил техники безопасности. Перед началом работ по испытанию линию трубопровода условно разбивают на отдельные участки, производят его наружный осмотр, проверяют техническую документацию, устанавливают воздушные и спускные вентили, манометры, временные заглушки и подсоединяют временный трубопровод от наполнительных и опрессовочных агрегатов. Отключают испытываемый трубопровод от аппаратов, машин и неиспытываемых участков труб с помощью специальных заглушек с хвостовиками. Использование для этого установленной на трубопроводе запорной арматуры не допускается. Присоединяют испытываемый трубопровод к гидравлическому прессу, насосу, компрессору или воздушной сети, создающим необходимое испытательное давление, через два запорных вентиля.

Манометры, применяемые при испытании трубопроводов, должны быть проверены и опломбированы. Манометры должны отвечать классу точности не ниже 1,5 по ГОСТ 2405—63, иметь диаметр корпуса не менее 150 *мм* и шкалу на номинальное давление около $^4/_3$ измеряемого давления. Термометры, применяемые при пневматическом испытании, должны иметь цену деления не более 0,1° С.

Гидравлическим испытанием трубопроводы проверяют одновременно на прочность и плотность.

Величина испытательного давления на прочность установлена проектом; она должна быть равна:

для стальных трубопроводов при рабочих давлениях до 4 *кгс/см²* и для трубопроводов, предназначенных для работы с температурой стенки свыше 400° С, — 1,5 рабочего давления, но не менее 2 *кгс/см²*;

для стальных трубопроводов при рабочих давлениях от 5 *кгс/см²* и выше — 1,25 рабочего давления, но не менее рабочего давления плюс 3 *кгс/см²*;

для остальных трубопроводов — 1,25 рабочего давления, но не менее:

2 *кгс/см²* для чугунных, винипластовых, полиэтиленовых и стеклянных;

1 *кгс/см²* для трубопроводов из цветных металлов и сплавов;

0,5 *кгс/см²* для фаолитовых трубопроводов.

Для создания необходимого давления в трубопроводе при гидравлическом испытании применяют плунжерные передвижные насосы (НП-600, ГН-1200-400), поршневые ручные насосы (ГН-500, ГН-200), прессы гидравлические (ВМС-45М), шестеренчатые приводные (НШ-40), а также эксплуатационные насосы.

Процесс гидравлического испытания состоит из следующих операций: подключение гидравлического насоса или пресса; установка манометров; заполнение трубопровода водой (при этом воздушники следует держать открытыми до появления в них воды, что свидетельствует о полном вытеснении воздуха из трубопровода); осмотр трубопровода при заполнении его водой с целью выявления течи через трещины и неплотности в соединениях; создание требуемого испытательного давления гидравлическим прессом или насосом и выдержка трубопровода под этим давлением; снижение давления до рабочего и повторный осмотр трубопровода; опорожнение трубопровода; снятие гидравлического насоса и манометров.

Под испытательным давлением все трубопроводы выдерживают в течение 5 *мин*, за исключением стеклянных, которые выдерживают в течение 20 *мин*.

Осматривают трубопроводы после снижения давления в трубопроводе до рабочего. При осмотре стальных трубопроводов сварные швы на расстоянии 15—20 *мм* по обе стороны от них легко обстукивают закругленным молотком весом не более 1,5 *кг*, а при осмотре трубопроводов из цветных металлов — деревянным молотком весом не более 0,8 *кг*. Трубопроводы из прочих материалов обстукивать не разрешается.

Результаты гидравлического испытания на прочность и плотность считаются удовлетворительными, если во время испытания не произошло падения давления по манометру, а в сварных швах, фланцевых соединениях и сальниках не обнаружены течь и отпотевание. При неудовлетворительных результатах испытания дефекты следует устранить и испытание повторить.

При отрицательной температуре окружающего воздуха гидравлическое испытание трубопровода проводят, обеспечив необходимые меры против замерзания воды, особенно в спускных

линиях (предварительный прогрев или добавление водного раствора хлористого кальция).

После гидравлического испытания в осенне-зимнее время трубопроводы продувают сжатым воздухом, чтобы полностью удалить воду. Продувать следует очень тщательно, чтобы избежать застоя воды в нижних точках трубопровода.

1. Назовите величину гидравлического давления при испытании трубопровода на прочность.
2. В каком порядке проводят гидравлическое испытание трубопровода?
3. В чем заключается особенность гидравлического испытания трубопровода при отрицательной температуре окружающего воздуха?

§ 90. Пневматическое испытание

Пневматическое испытание трубопроводов осуществляют для проверки их на прочность и плотность или только на плотность. В последнем случае трубопровод должен быть предварительно испытан на прочность гидравлическим способом. Аммиачные и фреоновые трубопроводы на прочность гидравлическим способом не испытывают.

Пневматическое испытание полагается производить воздухом или инертным газом, для чего используют передвижные компрессоры или заводскую сеть сжатого воздуха. Испытательное давление на прочность и длина испытываемого участка трубопровода надземной прокладки не должны превышать величин, указанных в табл. 20.

Таблица 20

Предельное испытательное давление и длина испытываемого участка при пневматическом испытании

Условный диаметр трубопровода, *мм*	Предельное испытательное давление, *кгс/см²* (избыточное)	Наибольшая длина участка трубопровода, *м*	
		внутреннего	наружного
До 200	20	100	250
От 200 до 500	12	75	200
Свыше 500	6	50	150

В исключительных случаях, вытекающих из требований проекта, разрешается проводить пневматическое испытание трубопроводов на прочность с отступлением от приведенных в таблице

данных. При этом испытание необходимо проводить в строгом соответствии со специально разработанной (для каждого случая) инструкцией, обеспечивающей надлежащую безопасность работ.

Пневматическое испытание на прочность надземных чугунных, а также фаолитовых и стеклянных трубопроводов запрещается. В случае установки на стальных трубопроводах чугунной арматуры (кроме арматуры из ковкого чугуна) пневматическое испытание на прочность допускается при давлении не выше 4 *кгс/см²*, при этом вся чугунная арматура должна пройти предварительное гидравлическое испытание на прочность в соответствии с ГОСТ 356—59.

Давление в испытываемом трубопроводе следует поднимать постепенно, проводя его осмотр при достижении: 0,6 от испытательного давления — для трубопроводов с рабочим давлением до 2 *кгс/см²*; 0,3 и 0,6 от испытательного давления — для трубопроводов с рабочим давлением выше 2 *кгс/см²*. При осмотре трубопровода увеличение давления не допускается. Окончательный осмотр производят при рабочем давлении и совмещают с испытанием трубопровода на плотность. При этом герметичность сварных стыков, фланцевых соединений и сальников проверяют путем обмазки их мыльным или другим раствором. Обстукивание молотком трубопровода, находящегося под давлением, не допускается. Результаты пневматического испытания признают удовлетворительными, если за время испытания на прочность не произошло падения давления по манометру и при последующем испытании на плотность в сварных швах, фланцевых соединениях и сальниках не обнаружено утечек, пропусков.

Трубопроводы, транспортирующие сильнодействующие ядовитые вещества и другие продукты с токсическими свойствами, сжиженные нефтяные газы, горючие и активные газы, а также легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, транспортируемые при температурах, превышающих температуру их кипения, подвергают дополнительному испытанию на плотность. В этом случае испытание проводят с определением падения давления. Цеховые трубопроводы, транспортирующие перечисленные выше продукты, проходят дополнительные испытания на плотность совместно с оборудованием, к которому их присоединяют.

Испытание на плотность с определением падения давления можно производить только после выравнивания температур внутри трубопровода, для чего в начале и конце испытываемого участка следует установить термометры. Длительность испытаний межцеховых трубопроводов на плотность с определением падения давления установлена проектом; она должна быть не менее 12 *ч*. Падение давления в трубопроводе за время испытания его на плотность определяют по формуле:

$$\Delta P = 100\left(1 - \frac{P_{кон} \times T_{нач}}{P_{нач} \times T_{кон}}\right),$$

где ΔP — величина падения давления, %;

$P_{кон}$ и $P_{нач}$ — сумма манометрического и барометрического давлений соответственно в конце и начале испытания, *кгс/см²*;

$T_{кон}$ и $T_{нач}$ — абсолютная температура воздуха или газа соответственно в конце и начале испытания, *град.*

Давление и температуру воздуха или газа в трубопроводе определяют как среднее арифметическое показаний всех манометров и термометров, установленных на трубопроводе.

Межцеховой трубопровод с условным проходом 250 *мм* признают выдержавшим дополнительное испытание на плотность, если падение давления в нем за 1 *ч* в процентах от испытательного давления составляет не более: 0,1 — при транспортировании токсичных продуктов; 0,2 — при транспортировании взрывоопасных, легковоспламеняющихся, горючих и активных газов (в том числе и сжиженных). При испытании трубопроводов других диаметров нормы падения в них определяют, умножая приведенные выше цифры на поправочный коэффициент, подсчитываемый по формуле:

$$K = \frac{250}{D_{вн}},$$

где $D_{вн}$ — внутренний диаметр испытываемого трубопровода, *мм*.

Если трубопровод состоит из участков различных диаметров, средний внутренний его диаметр определяют по формуле:

$$D_{ср} = \frac{D_1^2 L_1 + D_2^2 L_2 + \ldots + D_n^2 L_n}{D_1 L_1 + D_2 L_2 + \ldots + D_n L_n}$$

L_1, L_2, ... L_n — длины соответствующих участков трубопровода, *мм*;

где D_1, D_2, ... D_n — внутренние диаметры участков трубопроводов, *м*.

На время проведения пневматических испытаний как внутри помещений, так и снаружи необходимо устанавливать охраняемую зону и отмечать ее флажками. Минимальное расстояние в любом направлении от испытываемого трубопровода до границы зоны: при надземной прокладке — 25 *м*, а при подземной — 10 *м*. Для наблюдения за охраняемой зоной устанавливают контрольные посты. Во время подъема давления в трубопроводе и при испытании его на прочность не допускается пребывание людей в охраняемой зоне, кроме лиц, специально выделенных для этой цели и проинструктированных.

На результаты пневматических испытаний трубопровода составляют акт.

1. В каком порядке проводят пневматические испытания на прочность?
2. Как проводят пневматическое испытание трубопроводов на плотность?
3. Как проводят пневматическое испытание трубопроводов на прочность с определением падения давления?
4. Какие допускаются нормы падения давления для различных трубопроводов?

§ 91. Сдача и приемка трубопроводов в эксплуатацию

Перед сдачей и приемкой трубопроводов в эксплуатацию проверяют окончание всех строительных, монтажных и специальных работ.

Технологические трубопроводы сдают в эксплуатацию одновременно со сдачей промышленных установок, агрегатов, цехов и других объектов, к которым они относятся.

Межцеховые трубопроводы, обслуживающие несколько объектов, можно сдавать самостоятельно после окончания всех относящихся к ним строительных, монтажных и специальных работ.

Очень важное значение при монтаже трубопроводов имеет своевременное и тщательное оформление сдаточной документации, являющейся основанием для приемки трубопроводов в эксплуатацию.

Значительную часть документов надо оформлять и направлять на монтажную площадку вместе с деталями и узлами трубопроводов, поступающими от трубозаготовительных предприятий, а также от заводов-поставщиков труб, арматуры и вспомогательных материалов.

При сдаче в эксплуатацию технологических трубопроводов на условное давление до 100 *кгс/см²* монтажная организация обязана представлять следующую техническую документацию:

акты сдачи траншей и опорных конструкций под монтаж, акты укладки патронов;

копии сертификатов на сварочные материалы;

акты проверки внутренней очистки трубопроводов;

заключения по проверке качества сварных швов трубопроводов физическими способами контроля и протоколы механических испытаний (в тех случаях, когда это предусмотрено правилами);

акты испытаний арматуры (если они были произведены);

акты испытаний трубопроводов на прочность и плотность;

журналы сварочных работ;

списки сварщиков, участвующих в сварке трубопроводов, с указанием номера их удостоверения и клейма;

акты промывки и продувки трубопроводов;
схемы трубопроводов (для трубопроводов I категории).

1. Расскажите о порядке сдачи и приемке трубопроводов в эксплуатацию?
2. Какую техническую документацию представляют при сдаче трубопроводов в эксплуатацию?

§ 92. Организация труда

Основной производственной единицей монтажных организаций является монтажное управление, которое осуществляет все монтажные работы. Монтажное управление имеет в своем составе производственные участки, которые возглавляют начальники участков или старшие производители работ. На производственных участках осуществляются все работы по непосредственному монтажу оборудования и трубопроводов на площадке строительства. В подчинении начальника участка или старшего прораба находятся прорабы и мастера, которые руководят работой монтажных бригад. Монтажная бригада состоит из 6—8 человек рабочих, возглавляет ее квалифицированный рабочий-бригадир.

Выполнение монтажных работ в намеченные сроки и при высоком их качестве в значительной степени зависит от организации труда в монтажной бригаде и квалификации членов бригады.

Монтажные бригады могут быть комплексными или узкоспециализированными. Комплексные бригады выполняют работы более широкого профиля, например монтаж трубопроводов. В состав комплексной бригады по монтажу трубопроводов входят слесари-трубопроводчики, электросварщики, стропальщики, подсобные рабочие.

До начала работ члены бригады должны ознакомиться с проектом производства работ, технологией выполнения работ, макетами, технической документацией и условиями безопасного ведения работ. Все неясные вопросы по монтажу оборудования бригадир должен выяснить с мастером или прорабом.

Бригадир помогает мастеру организовать рабочее место бригады, обеспечить бригаду необходимым инструментом, приспособлениями, такелажной оснасткой, кроме того, он распределяет работу между членами бригады, следит за выполнением правил техники безопасности, а также вместе с мастером или прорабом принимает детали, элементы, узлы и арматуру для монтажа и сдает смонтированные трубопроводы заказчику. Бригадир контролирует качество и соответствие выполненных работ техническим условиям или специальным инструкциям на всех стадиях монтажа. Основным денежным документом является рабочий наряд. В нем даны характеристики выполняемых работ, отмечены особые условия и методы проведения работ, указаны объемы работ, нормы времени и расценки на выполнение определенного объема работ. На основании этих данных подсчитываются трудовые затраты и заработная плата бригады. Сумма заработной платы всей бригады распределяется между отдельными членами бригады согласно величине тарифных коэффициентов каждого разряда.

Наряд составляется с учетом технологической последовательности порученных бригаде работ, что способствует их выполнению в сжатые сроки при высоком качестве. Наряд должен быть выдан бригаде до начала работ.

В последние годы внедряются комплексные нормы на монтаж отдельных трубопроводов, например линий, участков, эстакад. Эти нормы учитывают трудовые затраты бригады как на основные, так и на вспомогательные монтажные работы. Внедрение комплексных норм облегчает нормирование и учет монтажных работ, а также содействует повышению производительности труда и заработной платы рабочих, так как позволяет более четко и правильно распределять работы на сравнительно длительный срок.

1. Назовите структуру монтажного управления?
2. По какому принципу комплектуются монтажные бригады?
3. Как составляется наряд на выполнение работы?

§ 93. Правила техники безопасности при монтаже трубопроводов

При выполнении работ по монтажу технологических трубопроводов выше 1,1 *м* от уровня земли, пола здания, междуэтажного перекрытия должны быть сооружены прочные и удобные леса и подмости с перилами высотой не менее 1 *м*, состоящими из поручней, одного промежуточного горизонтального элемента и бортовой доски высотой не менее 150 *мм*. Поручни деревянных перил должны быть гладко остроганы, а металлические не должны иметь заусенцев, острых кромок, незачищенных мест сварки. Бортовые доски надо устанавливать на настил, а элементы перил крепить к стойкам с внутренней стороны. Ограждающие элементы лесов, подмостей и стремянок должны выдерживать сосредоточенную нагрузку не менее 250 *кг*, приложенную горизонтально в середине пролета.

При монтаже трубопроводов весьма экономичным является применение инвентарных прислонных и подъемных лесов, а также автогидроподъемников или телескопических выдвижных вышек.

При необходимости сооружения неинвентарных лесов для работ на высоте более 4 *м* или для выполнения тяжелых работ

(при любой высоте), требующих значительной нагрузки на леса, такие леса сооружают по чертежам, утвержденным главным инженером монтажного управления. Применение неинвентарных лесов допускается в исключительных случаях.

Монтаж и демонтаж лесов и подмостей на высоте поручается рабочим, допущенным к верхолазным работам. К верхолазным работам относятся все работы, выполняемые без применения лесов и подмостей на высоте более 5 *м* от поверхности грунта, пола, перекрытия или рабочего настила. Эти работы выполняются с временных монтажных приспособлений и непосредственно с элементов конструкций, оборудования, трубопроводов при их монтаже или ремонте. Основным средством, предохраняющим от падения с высоты во время работы, является предохранительный пояс. К выполнению верхолазных работ допускаются рабочие, достигшие 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование. Работа на высоте требует большой организованности, дисциплины и аккуратного выполнения порученного задания.

При выполнении верхолазных работ и работ вообще на высоте от 1,5 *м* и выше без применения лесов или подмостей все рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами и специальной обувью с нескользящей подошвой. Каждый верхолаз при работе на высоте обязан прикрепляться с помощью карабина предохранительного пояса к надежным и неподвижным элементам зданий или сооружений. Предохранительные пояса должны иметь паспорта и маркировку, состоящую из товарного знака завода-изготовителя, клейма номера пояса и даты его испытания. Предохранительные пояса рекомендуется испытывать статической нагрузкой 300 *кг* в течение 5 *мин*. Такие испытания поясов полагается проводить каждые 6 месяцев.

Особое внимание при монтаже трубопроводов следует обращать на выполнение такелажных работ. К руководству такелажными работами, выполняемыми с помощью кранов, лебедок и других грузоподъемных механизмов, допускаются бригадиры и звеньевые, знающие производство работ и имеющие соответствующее удостоверение. Перед выполнением такелажных работ грузоподъемными механизмами прежде всего необходимо подготовить рабочее место в соответствии с требованиями охраны труда и правил техники безопасности, проверить исправность и пригодность грузоподъемных средств и приспособлений и установить их. Надо также проверить состояние здоровья рабочих и их подготовку. Следует также провести дополнительный инструктаж по выполнению конкретных работ.

Бригадир должен лично проверить правильность выполненной строповки и увязки, а также подвески к крюку грузоподъемной машины, механизма или приспособления поднимаемого или перемещаемого груза. Руководить подъемом, опусканием и перемещением грузов должен, как правило, бригадир.

Работу вблизи линий электропередач необходимо выполнять только под непосредственным руководством производителя работ или старшего производителя работ. Чтобы предотвратить поражение человека электрическим током, необходимо строго соблюдать нормы расстояний от работающих во весь рост людей или от крайних точек стрел кранов до проводов электролиний. Минимальные расстояния должны быть при напряжении до 1 *кв* по горизонтали 1,5 *м* и по вертикали 1 *м*; при напряжении до 20 *кв* соответственно 2 *м* и 2 *м* и при напряжении от 35 до 110 *кв* — 4 и 3 *м*.

При монтаже внутрицеховых трубопроводов надо следить за надежным закреплением каждого участка трубопровода на кронштейнах или в подвесках. До закрепления нельзя снимать строп с крюка грузоподъемного механизма или приспособления. Крепить временными средствами (проволокой) не разрешается.

Не разрешается вести монтаж наружных трубопроводов во время дождя, грозы, снегопада и ветра силой выше 6 баллов.

При монтаже трубопроводов ниже уровня пола первого этажа или ниже уровня земли работать разрешается только после получения письменного разрешения от организации, выполнявшей сооружение туннелей, каналов и траншей. Во время опускания труб и деталей трубопроводов в туннели, каналы и траншеи в них не должны находиться люди. Выполнять эти работы разрешается под наблюдением мастера и при участии бригадира.

Производство работ в колодцах, камерах и туннелях одним человеком не допускается. При всех условиях рабочих должно быть не менее двух; один из них должен остаться наверху и наблюдать за работающим в колодце. Перед спуском в колодцы, камеры и туннели необходимо убедиться, что в них нет вредных газов. Выполнение работ в колодцах, камерах и туннелях, где температура воздуха достигает +40° С, не разрешается без устройства приточной вентиляции.

При производстве монтажных работ питание электрифицированного инструмента и переносных ламп, требующих напряжения 36 *в* и ниже, должно осуществляться посредством переносных понизительных трансформаторов (12—36 *в*). При пользовании электроинструментом, работающим на напряжении, превышающем 36 *в*, корпус инструмента должен иметь надежную изоляцию или должен быть заземлен.

Гидравлические и пневматические испытания трубопроводов являются одной из ответственных работ, так как при испытании, особенно пневматическом, могут произойти внезапные разрушения отдельных деталей или узлов, недопустимые деформации трубопроводов или его опорных конструкций, что требует специальных мер предосторожности. Кроме того, от правильного и аккуратного проведения испытания зависят надежность и

безопасность эксплуатации трубопроводов, а следовательно, и безопасность монтажного и эксплуатационного персонала.

Испытания трубопроводов необходимо проводить в строгом соответствии с проектом или техническими условиями под руководством производителя работ или мастера. Рабочие, участвующие в испытаниях и пробном пуске системы, должны быть предварительно проинструктированы о способах удаления воздуха из систем, о порядке постепенного повышения и снижения давления, о недопустимости исправлений в системе, находящейся под давлением, и повышении давления против установленного проектом, о приемах простукивания сварных швов и недопустимости простукивания мест завальцовки труб. Минимальное расстояние в любом направлении от испытываемого трубопровода до границы зоны должно быть равно: при надземной прокладке 25 *м*, при подземной — 10 *м*.

1. В каких случаях и как полагается сооружать леса и подмости?
2. Назовите осиовные правила выполиения верхолазиых работ.
3. Как выполияются такелажиые работы вблизи линий электропередач?
4. Назовите основные правила техники безопасности при монтаже внутрицеховых трубопроводов.
5. Какие правила техники безопасности надо выполнять при гидравлических и пиевматических испытаниях трубопровода?

Глава XXVIII. МОНТАЖ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

§ 94. Монтаж внутрицеховых трубопроводов

После установки, выверки и закрепления основного технологического оборудования приступают к монтажу трубопроводов. Начинают монтаж от аппаратов или машин. Для присоединения к ним прямых участков трубопроводов оставляют свободные концы труб.

Монтируемые узлы и блоки сначала временно крепят к различным элементам зданий или опорным конструкциям на консолях, кронштейнах, подвесках и лишь после этого соединяют с аппаратами. Если применяют групповую прокладку трубопроводов, то при этом фланцы устанавливают вразбежку. Расстояния (в свету) между смежными трубами неизолированных трубопроводов и наружными поверхностями слоя термоизоляции трубопроводов, если они не указаны в монтажных чертежах, должны быть не менее: для труб с условным проходом до 100 *мм* — 90 *мм*, от 125 до 350 *мм* — 120 *мм*, от 400 *мм* и более — 150 *мм*. Расстояние между стеной и ближайшей к ней трубой должно составлять не менее: для труб с условным проходом до 100 *мм* — 100 *мм*, от 125 до 200 *мм* — 125 *мм*, от 250 до 450 *мм* — 150 *мм*, от 500 *мм* и более — 200 *мм*. Указанные расстояния даны с учетом установки фланцев на условное давление до 40 *кгс/см*^{2}. При

установке фланцев на более высокое давление расстояния должны быть дополнительно увеличены на величину превышения их наружных диаметров. Расстояния между фланцами, расположенными в одной плоскости, при групповой прокладке трубопроводов должны быть не менее 50—100 *мм* в зависимости от их диаметра.

Обвязочные трубопроводы вертикальных аппаратов колонного типа рекомендуется монтировать до подъема аппаратов в проектное положение (рис. 132). При этом отпадает необходимость в выполнении наиболее сложных, верхолазных работ, значительно сокращается продолжительность и повышается качество монтажных работ.



Рис. 132. Подъем ректификационной колонны с заранее смоитированиыми обвязочными трубопроводами

При строительстве ряда объектов часто устанавливают однотипные аппараты (теплообменники, насосы, компрессоры, отстойники, фильтры). В этом случае во избежание переделок заготовленных узлов надо проверить точность установки оборудования в осях, соосность всех штуцеров и соблюдение их проектных отметок. В случае отступлений от проектных размеров оборудования или строительных конструкций компенсация размеров трубопроводов производится за счет прямых участков.

Сборку монтажных стыков трубопроводов производят по месту, т. е. путем их подгонки.

При вварке патрубков их длина должна быть не менее 100 *мм* для трубопроводов с условным проходом до 150 *мм* и 200 *мм* для трубопроводов бо́льших диаметров.

До полной сборки участка трубопровода свариваемые стыки узлов соединяют на прихватках, а фланцевые соединения — на монтажных болтах. По окончании сборки монтажных соединений проверяют положение трубопровода в плане и вертикальной плоскости и проектный уклон. Сваривают стыки, устанавливают прокладки между фланцами, устанавливают и затягивают болты

фланцевых соединений по окончании сборки и выверки всего участка.

Устранять зазоры между торцами труб и несовпадение осей труб, возникающие при монтаже трубопроводов, путем нагрева, натяжения или искривления их осей категорически запрещается.

Для того чтобы все сварные швы трубопровода были доступны для осмотра, сварные стыки рекомендуется при монтаже располагать на расстоянии не менее 50 *мм* от опор, продольные швы электросварных труб — в местах, доступных для осмотра и ремонта. Например, сверху при наличии в сварной трубе одного шва (и по бокам при наличии в сварной трубе двух швов).

Трубы, проходящие через перекрытия, стены, перегородки, и другие строительные конструкции, надо устанавливать в патроны (отрезки труб диаметром на 5—10 *мм* больше, чем диаметр трубопровода), выступающие за пределы строительных конструкций на 50—100 *мм* в каждую сторону. Участок трубопровода, заключенный в патроне, не должен иметь сварных стыков. Установка патронов облегчает смену труб при ремонте и обеспечивает их свободное линейное температурное удлинение без разрушения конструкций. Зазоры между трубопроводом и патроном с обоих концов должны быть заполнены негорючим материалом (асбестом), допускающим перемещение труб. В перегородках между огнеопасными цехами необходимо обеспечивать герметичность в патронах; с этой целью в таких местах устраивают сальниковые соединения.

Трубопроводы, как правило, необходимо укладывать в местах, доступных для осмотра, ремонта и обслуживания. Особенно важно выполнять это требование при прокладке трубопроводов, транспортирующих легкозастывающие продукты и химически активные среды. Прокладываемые по стенам трубопроводы не должны пересекать оконные и дверные проемы. Прокладка трубопроводов над электродвигателями, электрическими щитами и в непосредственной близости от них не допускается.

Все трубопроводы в огне- и взрывоопасных цехах необходимо надежно заземлять для отвода статического электричества, возникающего при трении транспортируемой среды о стенки труб. На фланцевых соединениях в этом случае зачищают 1—2 болта или устанавливают медные перемычки. Концы скоб делают с отверстиями и прижимают болтами фланцевого соединения. Поверхность в местах соприкосновения скобы с фланцем зачищают до металлического блеска.

Параллельно прокладываемые трубопроводы при расстоянии между ними менее 300 *мм* надежно соединяют перемычками. Затем трубопроводы присоединяют полосами — проводниками к заземляющему контуру цеха, прокладываемому вокруг здания в земле.

Трубопроводы внутри зданий (насосных, компрессорных) для ускорения работ иногда монтируют до укладки перекрытия здания готовыми крупными блоками. Для подъема укрупненных блоков применяют различные тали, полиспасты, ручные рычажные лебедки, а также грузоподъемные механизмы, используемые при монтаже основного технологического оборудования. Стропят узлы и блоки трубопроводов таким образом, чтобы исключить лишние развороты или перестроповку для их установки в проектное положение.

При распределении работ для ориентировочных расчетов принимается, что каждый рабочий-трубопроводчик может смонтировать до 7—10 *м* узлов трубопроводов в день при среднем диаметре 150 *мм*. Трубопроводы диаметром менее 50 *мм* в основном изготовляют и собирают на месте монтажа. В трубозаготовительных цехах для этих трубопроводов изготовляют только часть наиболее сложных деталей и узлов.

В отдельных случаях при несвоевременном поступлении оборудования с помощью макета определяют линии и участки трубопроводов, которые можно укладывать, не дожидаясь монтажа этого оборудования.

1. Как прокладывают трубопроводы через перекрытия, стены, перегородки и другие строительные конструкции?
2. Как собирают и сваривают монтажные стыки трубопроводов?
3. Какие минимальные расстояния допускаются между осями прокладываемых труб?
4. Расскажите о правилах заземления трубопроводов для отвода статического электричества.

§ 95. Монтаж межцеховых трубопроводов

Межцеховые трубопроводы отличаются от внутрицеховых наличием длинных прямолинейных участков при значительно меньшем удельном расходе деталей трубопроводов, арматуры и креплений. Межцеховые трубопроводы, как правило, монтируют из готовых секций длиной до 40 *м*, централизованно изготовляемых в трубозаготовительных цехах или на полигонах. Длина готовых секций зависит от диаметра трубопровода, наличия подъемно-транспортных механизмов, местных условий производства работ и условий транспортирования.

По способу прокладки межцеховые трубопроводы разделяются на надземные и подземные. Надземные трубопроводы прокладывают на эстакадах и стойках.

При прокладке надземных трубопроводов на эстакадах расстояние от уровня земли до трубопровода должно быть не менее 1,8 *м* при пешеходных проходах под трубопроводами; 4,5 *м* — при переходе через улицы и проезжие дороги и 6 *м* (от головки рельса) через железнодорожные линии. Трубопроводы должны

отстоять от зданий и помещений не менее чем на 5 *м;* от оси железнодорожного пути — на 3 *м* и от проездных и пешеходных дорог — на 1,5 *м*.

Перед началом монтажа трубопроводов выполняют подготовительные работы:

проверяют готовность строительной части (в частности, фундаментов, стыков сборных железобетонных элементов), наличие растяжек для неподвижных опор;

производят геодезическую съемку верхних частей опор в начале и конце трассы, проверяют соответствие отметок промежуточных стоек проектному уклону трубопроводов и составляют акт, в котором указывают исполнительные отметки опор;

изготовляют и устанавливают временные устройства (подмости, специальные стойки и леса);

расстанавливают монтажное оборудование в соответствии с ППР или технологической запиской;

сортируют и развозят секции и отдельные трубы по трассе;

проверяют трубы, секции и детали, очищают их изнутри и снаружи от грязи, снега и ржавчины, правят деформированные при перевозке концы стыкуемых секций и труб.

Поднимают и укладывают секции на эстакады обычно одним или двумя кранами или трубоукладчиками. Тип механизма определяется с учетом веса и высоты подъема груза. Стропить секции и узлы трубопроводов при подъеме и установке в проектное положение надо так, чтобы не было лишних разворотов.

Укладку секций всегда начинают от неподвижной опоры и ведут в обе стороны от нее. При прокладке по одной трассе большого количества межцеховых трубопроводов применяют двухъярусные эстакады. При монтаже трубопроводов на двухъярусных эстакадах для удобства работ сначала укладывают трубопроводы нижнего яруса при снятых верхних ригелях. Одновременно укладывают секции трубопроводов, предназначенные для подвески к верхним ригелям. Затем устанавливают траверсы и связи по верхнему поясу, после чего на нем монтируют трубопроводы, а также подвешивают секции к верхним ригелям.

Монтаж укрупненными блоками выполняют целыми пролетными строениями эстакады вместе со смонтированными на них секциями трубопроводов на всех ярусах. В этом случае в удобном для производства работ месте (на земле) параллельно со строительными работами по устройству фундаментов и опор производят укрупнительную сборку пролетного строения эстакады, на которое укладывают и закрепляют на опорах секции трубопроводов. Поднимают и устанавливают готовые блоки пролетных строений одним или двумя кранами в зависимости от веса блоков и грузоподъемности крана (рис. 133).

Во избежание аварий монтировать пролетные строения, а также трубопроводы надо от неподвижной опоры в обе стороны.

На неподвижных опорах должны быть установлены проектные связи, а промежуточные качающиеся опоры раскреплены на временных растяжках.

Крепят блок сразу же после установки его на место. Для того чтобы все сварные швы трубопровода были доступны для осмотра и контроля, не допускается расположение сварных стыков в местах установки опор. Правильность проектного уклона трубопровода проверяют путем геодезических измерений, а прямолинейность оси трубопровода — по шнуру с учетом его провисания. Отклонение не должно превышать 5 *мм* на каждые 10 *м* длины трубопровода, а на весь участок 50 *мм* в горизонтальной плоскости и 10 *мм* — в вертикальной.

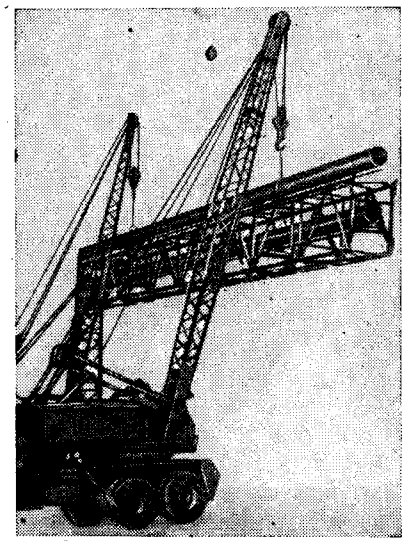


Рис. 133. Моитаж межцеховых трубопроводов и пролетных строений эстакад с помощью двух краиов

Подземные трубопроводы прокладывают в проходных каналах (туннелях), полупроходных и непроходных каналах, в лотках и без каналов (в засыпаемых грунтом траншеях).

Проходные каналы применяют при параллельной прокладке не менее пяти линий трубопроводов с суммой диаметров не менее 1500 *мм* и высотой 1750—2750 *мм*. Полупроходные каналы применяют при прокладке трубопроводов под многоколейными железнодорожными путями или под шоссейными дорогами. Полупроходной канал включает в себя проходной и непроходной каналы (ширина до 2500 *мм*, высота до 1600 *мм*).

Непроходные каналы устраивают на участках, где бесканальная прокладка не допускается, а также в местах расположения компенсаторов. Ширина непроходных каналов 800—2000 *мм*, высота 400—1100 *мм*.

Трубопроводы в каналах укладывают на тумбы или столбики по дну, либо на балки и кронштейны по стенам канала. В отдельных случаях применяют подвески.

Лотки для прокладки межцеховых трубопроводов представляют собой открытые каналы небольшой глубины; трубопроводы в них укладывают на опоры — кронштейны по стенам или на тумбы по дну лотка.

Процесс монтажа трубопроводов при подземной прокладке состоит из разбивки трассы и разметки мест установки опор, установки опор, укладки готовых секций и блоков, сборки и сварки их между собой, установки арматуры и приборов КиА и испытания готовых трубопроводов.

Монтаж секций и сборку трубопроводов проводят последовательно в направлении, противоположном уклону трубопровода. Поднимают и опускают секции и блоки в каналы и лотки трубоукладчиками или кранами. Длинные секции монтируют с помощью двух и более механизмов.

По окончании всех работ по укладке, испытанию и сдаче трубопроводов заказчику каналы закрывают.

В том случае, когда открытая прокладка невозможна, трубопроводы монтируют в закрытых каналах отдельными трубами или секциями, которые протаскивают на место на роликоопорах лебедками и отводными блоками через открытые торцовые проемы. Сваривают монтажные стыки путем наращивания труб или секций. Замыкающие участки сваривают в местах установки колодцев и камер. Секции трубопровода, прокладываемые в непроходных каналах, перед закрытием тщательно проверяют внешним осмотром, испытывают и затем закрепляют на опорах и изолируют.

Проходные каналы через каждые 100 *м* оборудуют люками для спуска и вытаскивания элементов трубопроводов при ремонте в процессе эксплуатации. В непроходных каналах для обслуживания компенсаторов и арматуры в местах их установки сооружают специальные камеры, оборудованные люками.

Секции межцеховых трубопроводов, укладываемых в каналах и лотках, рекомендуется до укладки их в проектное положение изолировать. Сварные стыки в этом случае не изолируют. Опоры и хомуты для подвесок следует крепить к секциям до их теплоизоляции. Такой способ монтажа снижает трудоемкость теплоизоляционных работ и повышает их качество. При монтаже трубопроводов с предварительной изоляцией ее необходимо предохранять от повреждения. Для захвата, подъема, перемещения и опускания изолированных секций применяют специальные пояса — полотенца. Подземные трубопроводы часто укладывают бесканальным способом в траншеи. Отличительной особенностью этого способа монтажа является обязательная гидроизоляция трубопроводов перед их опусканием в траншею.

Гидроизоляцию секций, как правило, производят предварительно централизованным способом на специальных поточных линиях. При монтаже в траншеях глубиной не менее 1 *м* и при наличии плотного основания трубопроводы укладывают на грунт.

Рытье траншей, как правило, выполняют специализированные строительные организации. Отвалы грунта размещают

только с одной стороны траншей на расстоянии не менее 0,5 *м* от бровки. Вторая сторона траншеи остается свободной для производства монтажных работ вдоль трассы. До опускания в траншеи секций необходимо проверить качество подготовки «постели» и соответствие отметок проекту.

Основание траншеи в скальных грунтах выравнивают слоем песчаного грунта толщиной не менее 0,1 *м*.

Перед монтажом готовые и заизолированные секции длиной 30—40 *м* развозят по трассе, раскладывают вдоль бровки траншеи и сваривают в неповоротном положении в одну линию (плеть) длиной до 1—1,5 *км*. Трубопроводы с наружной гидроизоляцией опускают в траншею с помощью двух и более трубоукладчиков или кранов, а также треног и лебедок. Для строповки труб пользуются мягкими ременными и тканевыми полотенцами.

Монтаж производится следующим образом. Трубоукладчики устанавливают вдоль трассы на расстоянии 10—20 *м* друг от друга. Один трубоукладчик надвигает плеть на траншею, а второй поднимает надвинутый участок плети и укладывает его над траншеей на лежки; затем передвигается вперед на 20—25 *м* и надвигает новый участок плети к траншее. Первый трубоукладчик, производивший ранее надвигание плети, поднимает ее на небольшую высоту для снятия двух-трех лежек, а затем опускает плеть на дно траншеи. Все эти операции выполняются непрерывно.

Секций трубопроводов надо опускать на дно траншеи плавно, без рывков и ударов о стенки. Освобождать трубы от захватных и подъемных приспособлений разрешается лишь после укладки их и подбивки грунта.

Трубопровод, сваренный из электросварных труб, должен быть уложен в траншею так, чтобы все продольные швы (с одним швом) располагались вразбежку на верху трубопровода и были доступны для осмотра.

После опускания плети проверяют положение трубопровода на дне траншеи, после чего просветы подсыпают песком или мягким грунтом и сверху трубопровод присыпают грунтом на 20—25 *см*.

На укладку трубопровода составляют акт. Окончательную засыпку траншеи производят после окончания гидравлических или пневматических испытаний трубопровода.

1. Назовите способы прокладки межцеховых трубопроводов.
2. Какие подготовительные работы выполняют перед монтажом надземных межцеховых трубопроводов?
3. Укажите порядок монтажа трубопроводов на двухъярусных эстакадах.
4. Как монтируют трубопроводы при подземной прокладке в каналах?
5. Как монтируют трубопроводы при подземной прокладке в траншее?

Глава XXIX. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, ИЗ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И С ВНУТРЕННИМ ПОКРЫТИЕМ

§ 96. Монтаж трубопроводов высокого давления

Монтаж трубопроводов высокого давления требует особо тщательного выполнения и проведения в строгом соответствии с рабочими чертежами и специальными техническими условиями. Отступления от проекта допускаются только по согласованию с проектной организацией.

Поступающие на базу или площадку трубы, фланцы, соединительные части, крепёжные изделия и арматура должны сопровождаться паспортами и сертификатами на металл, составленными заводами-изготовителями и заводами-поставщиками. В паспортах должны быть указаны: номера чертежей, по которым были изготовлены изделия, использованные материалы, номера и даты составления сертификатов на металл, режим термообработки, результаты и даты основных и контрольных испытаний и исследований, а также акты приемки ОТК завода-изготовителя. В сертификатах должны быть приведены: номер плавки, результаты плавочного контроля, марка стали, химический состав, механические свойства металла, при какой термообработке эти свойства получены, оценка макро- и микрошлифов по размеру зерна и загрязнения. Без документации и клейма ни одно изделие не допускается на монтаж.

Каждая партия труб высокого давления, поступившая на склад, подвергается контрольной проверке. На основании этой проверки устанавливают соответствие партии труб химическому составу и механическим свойствам, приведенным в сертификате. Проверку производят в следующем порядке: испытывают каждую трубу с обоих концов на твердость по Бринеллю и от каждой партии отбирают две трубы с наибольшей и наименьшей твердостью. С одного конца каждой из отобранных труб отрезают образцы для контрольных испытаний на механические свойства и химический состав металла. При неудовлетворительных результатах испытаний механических свойств производят повторное испытание на удвоенном числе образцов. При удовлетворительных результатах проверки труб замеряют толщину их стенок на торцах и наружный диаметр. Принятой трубе присваивают порядковый номер, который наносят клеймом и записывают в специальную шнуровую книгу.

Трубы, предназначенные для коммуникаций высокого давления, хранят в крытом складе отдельно от других труб, уложенными в партии по размерам и маркам стали. Для складирования труб и деталей в цехе или мастерской устраивают специальные стеллажи и деревянные настилы.

Все работы по предварительной подготовке деталей для монтажа производятся на деревянных стеллажах вблизи места их установки. Чтобы предохранить от повреждений отшлифованные поверхности гнезд под линзовые уплотнения и защитить от засорения внутренние полости деталей, защитные пробки и пластмассовые заглушки снимают перед сборкой трубопровода.

К работам, выполняемым непосредственно на месте монтажа, относятся: установка опорных конструкций, подготовка средств крепления, подъем и укладка труб, соединительных деталей и арматуры на опоры, сборка деталей и элементов трубопроводов на фланцах, испытание и сдача смонтированных трубопроводов. Узлы трубопроводов с большим количеством арматуры и деталей, как правило, собирают в такой последовательности: устанавливают на опорные конструкции арматуру, затем — элементы и узлы трубопроводов и в последнюю очередь — прямые участки труб. Определение размеров и подгонку замыкающих участков труб производят по месту. Фланцевые соединения трубопроводов необходимо собирать на выставленных, выверенных и укрепленных опорах, на которых предварительно укреплены трубы, детали и арматура. Между торцами стыкуемых труб и деталей оставляют минимальный зазор, чтобы при сборке фланцевого соединения можно было завести линзу.

Линзы устанавливают на трубопроводы обязательно сухие (без смазки), так как несоблюдение этого условия может вызвать появление электрических зарядов при прохождении блуждающих электрических токов (например, от сварочных трансформаторов) и нарушение уплотнения соединения. Перед установкой линз на фланцах располагают три шпильки. Монтируют линзы с помощью специальных щипцов. После монтажа линзы трубы сближают и зажимают полностью вставленными шпильками.

Гайки фланцевых соединений затягивают «крест на крест», соблюдая требования, изложенные в § 65. При затяжке необходимо постоянно контролировать параллельность фланцев с помощью щупа.

При монтаже трубопроводов из легированной стали каждая труба до монтажа должна быть подвергнута проверке на содержание в ней легирующих элементов (хрома, молибдена). Для допуска партии труб на монтаж после проверки документации и контрольных испытаний их осматривают, чтобы выявить возможные дефекты (плены, закаты, трещины и т. д.) наружной и внутренней поверхности каждой трубы с предварительным их травлением (кроме труб с наружным диаметром 14 *мм*) 10%-ным раствором соляной или серной кислоты с последующей промывкой в щелочи и горячей воде.

При осмотре наружной поверхности применяют лупы с 5—10-кратным увеличением; при осмотре внутренней — перенос-

ные лампочки или специальные приборы (например, РВП-450 или РВП-456) и различные зеркальные оптические системы. В случае обнаружения на поверхности труб дефектов трубы бракуют.

При осмотре наружной поверхности каждую трубу проверяют способом визуальной магнитной порошковой дефектоскопии (магнофлоксом), позволяющим выявить поверхностные и подкорковые дефекты в трубах, а также в готовых изделиях (фланцах, крупных линзах, фасонных деталях) без их разрушения. Если проверка каждой трубы способом магнитной дефектоскопии производилась на заводе-изготовителе труб или деталей, то проверку осуществляют выборочно, но не менее 10% от партии.

Способ магнитной порошковой дефектоскопии основан на визуальном выявлении изменений в распределении магнитного потока, вызываемых дефектами в металле труб, которые возникают над ними при намагничивании или после намагничивания изделия. Продолжительность соприкосновения изделия с магнитной суспензией определяется опытным путем, но обычно для выявления дефектов достаточно выдержки детали под осаждающейся магнитной суспензией в течение 2—3 *мин.* Для получения магнитной суспензии могут быть использованы окислы железа и закись-окись железа (магнетит), прошедшие соответствующую обработку. Суспензия обычно приготовляется в пропорции 35 *г* порошка на 1 *л* трансформаторного масла. Питание электрической цепи может быть осуществлено для труб с условным диаметром до 25 *мм* через стыковую сварочную машину АСиФ-75, для труб большего диаметра питание производится от одного или двух сварочных трансформаторов.

Окончательную затяжку фланцевых соединений можно производить при температуре не ниже —15° С.

При сборке трубопроводов вследствие отклонений от проектного положения строительных конструкций, оборудования между торцами стыкуемых трубопроводов могут появиться большие зазоры или нахлесты. Поэтому заготовку для замыкающего участка труб производят «по месту» путем точных измерений с натуры.

1. Как принимают и испытывают трубы и детали трубопроводов высокого давления, поступающие на монтаж?
2. Как собирают фланцевые соединения и монтируют линзы?
3. Что такое магнофлокс и в каком порядке проводят это испытание?

§ 97. Монтаж трубопроводов из легированных сталей

Монтаж трубопроводов из легированных сталей в основном включает те же технологические операции, что и монтаж трубопроводов из углеродистой стали, но имеет некоторые особенности. Из легированных сталей, как правило, изготовляют трубопроводы, к которым предъявляют повышенные требования в отношении плотности, прочности, коррозийной стойкости. Поэтому технологические операции по сборке, сварке и монтажу легированных трубопроводов выполняют рабочие высокой квалификации.

Элементы и узлы трубопроводов из легированных труб изготовляют централизованно в трубозаготовительных цехах и мастерских. Готовые узлы, элементы, детали и арматуру транспортируют уложенными на деревянные настилы отдельно от углеродистых труб. При приемке на монтаж их осматривают, тщательно проверяют соответствие маркировки и сертификатов проекту и техническим условиям. Осмотру и проверке подвергаются все детали трубопроводов из легированной стали.

На монтажной площадке укрупнительную сборку элементов и узлов в блоки выполняют на специальных стеллажах. При использовании стальных канатов для строповки легированных труб и деталей при разгрузке и подъемах в местах соприкосновения троса с трубами подкладывают деревянные подкладки или брезентовое полотно, чтобы предохранить трубы от механических повреждений.

Трубопроводы из легированных сталей укладывают на обычных опорах, подвесках и опорных конструкциях. Однако во избежание образования очагов коррозии трубы изолируют от непосредственного соприкосновения с деталями и конструкциями из углеродистой стали. Для этого опоры окрашивают масляной краской или между опорами и трубопроводами устанавливают пластинки из листового асбеста и легированных сталей. Трубы из теплоустойчивых высоколегированных сталей изолируют от опор прокладками из листового асбеста.

К легированным трубам запрещается приварка стяжных планок, скоб и ушек для сборки стыков.

Соединения трубопроводов из легированных сталей могут быть сварные и на фланцах. Фланцевые соединения труб из легированной, особенно нержавеющей стали, рекомендуется производить на свободных фланцах с отбортованными патрубками или приварными кольцами.

1. В чем заключается особенность монтажа трубопроводов из легированных сталей?
2. Как предохраняют поверхности труб от повреждений в процессе транспортирования и монтажа?

§ 98. Монтаж трубопроводов с внутренним покрытием

Монтаж технологических трубопроводов с внутренним покрытием принципиально не отличается от монтажа трубопроводов без покрытия, но имеет некоторые специфические особенности.

К монтажу таких трубопроводов рекомендуется допускать рабочих и технический персонал, который прошел специальное обучение и хорошо знаком с особенностями монтажа.

Монтаж футерованных трубопроводов производится из заранее изготовленных на заводах деталей, включая прямые участки. Перед началом монтажа трубы и детали по возможности укрупняют в узлы и блоки, прямолинейные участки — в секции. Футерованные трубы, арматуру и фасонные детали, как правило, соединяют между собой на стальных фланцах. Эти трубопроводы должны быть короткими с минимальным количеством колен и фланцев и не иметь резких поворотов. Монтаж футерованных трубопроводов разрешается выполнять только при положительной температуре. Трубы, детали и арматуру, транспортировавшиеся или хранившиеся при минусовой температуре, перед монтажом полагается выдержать в теплом помещении (не ниже +10° С) в течение 24 *ч*.

Участки трубопроводов с разъемными соединениями надо располагать в стороне от проходов и защищать съемными кожухами. Соединения труб должны быть доступны для осмотра и ремонта.

При подземной прокладке труб футерованные трубопроводы, транспортирующие агрессивные среды, следует располагать внизу, в стороне от горячих труб и других источников нагрева. Бесканальная прокладка футерованных трубопроводов не рекомендуется.

Футерованные трубопроводы прокладывают с уклоном, величина которого зависит от свойств транспортируемой среды. Минимально допустимые уклоны: для жидкостей — 0,001—0,002; для газов (против хода) — 0,003; для газов (по ходу) — 0,0015.

При прокладке трубопроводов из футерованных труб следует избегать «мешков» (мест скопления продукта или воздуха). В нижних и верхних точках футерованных трубопроводов необходимо предусматривать установку футерованных тройников для обеспечения дренажа и удаления воздуха. Для защиты футерованного трубопровода от статического электричества необходимо смежные участки трубопровода соединять между собой проводником, чтобы создать непрерывную электрическую цепь. В нескольких местах трубопровод рекомендуется соединить проводником с общим контуром заземления цеха или установки.

Возникающие вследствие изменения температуры деформации футерованных трубопроводов компенсируют обычным способом.

Опоры футерованных трубопроводов практически не отличаются от опор стальных трубопроводов. Однако в конструкции не предусмотрена приварка каких-либо элементов к футерованным трубам.

Футерованные трубопроводы должны быть окрашены и иметь стрелку, указывающую направление движения среды. Цвета красок выбирают согласно проекту.

В процессе сборки трубопровода из футерованных труб не допускаются удары и другие механические и тепловые воздействия, которые могут нарушить целостность футерующего слоя труб и фасонных деталей. Затягивать фланцевые соединения чугунной арматуры и фасонных деталей следует очень осторожно во избежание поломок.

Поврежденные футерованные трубы и фасонные части, у которых разрушена металлическая оболочка или нарушен футерующий слой, не ремонтируют (кроме гуммированных), их заменяют новыми.

При монтаже футерованных трубопроводов категорически запрещается разрезать и вырезать отверстия огневым способом, а также вваривать в трубопровод штуцеры, бобышки и заглушки.

Ответвления трубопроводов выполняют только путем установки футерованных тройников или крестовин.

Замыкающие участки при монтаже делают по месту, т. е. путем тщательных замеров действительных размеров. Подгонку замыкающих участков выполняют путем отрезки нахлестов и установки свободных фланцев на резьбовом кольце с отбортовкой футерующего слоя или путем изготовления такого участка из легированной стали.

1. В чем заключается особенность монтажа трубопроводов с внутренним покрытием?
2. Как выполняют монтажные стыки футерованных трубопроводов?

Глава XXX. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ, НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЧУГУННЫХ

§ 99. Монтаж трубопроводов из цветных металлов и чугуна

Трубопроводы из цветных металлов и их сплавов монтируют в основном с соблюдением тех же требований, что и трубопроводы из углеродистых сталей.

Относительно невысокая прочность труб ограничивает возможность предварительного укрупнения деталей и элементов в узлы. Поэтому на монтажную площадку поступают готовые детали и элементы, из которых собирают небольшие узлы. При транспортировании, укладке и монтаже трубопроводов требуется особая осторожность. Ряд специфических требований предъявляют к сварке и пайке.

Монтаж таких трубопроводов рекомендуется начинать после окончания монтажа оборудования, аппаратуры и стальных трубопроводов.

При строповке узлов, деталей и труб в местах соприкосновения троса с их поверхностью подкладывают деревянные подкладки или брезентовое полотно. На подвижных опорах между трубой и хомутом ставят прокладки из меди и алюминия во избежание местного истирания трубы.

Прокладывают трубопроводы с уклоном 0,001. Чтобы предохранить арматуру от провисания, ее самостоятельно закрепляют на стенах, перекрытиях или металлоконструкциях.

Трубопроводы соединяют сваркой, пайкой или на фланцах, как правило, со свободным фланцем на отбортованной трубе.

При монтаже свинцовых труб ввиду их мягкости требуется особая аккуратность. Для крепления свинцовых трубопроводов применяют сплошные желоба из досок или из уголков, уложенные на опоры и подвески. В желобах в местах расположения фланцев или арматуры оставляют минимальные разрывы. Уложенные в желоб трубы через каждые 700—1000 *мм* закрепляют на нем лентой из свинца.

Монтаж чугунных трубопроводов выполняют из труб и фасонных деталей заводского изготовления без предварительного укрупнения их в трубозаготовительных цехах и мастерских. При монтаже чугунных трубопроводов в отличие от стальных требуется подгонка деталей. Эта операция очень сложная и поэтому требуется высокая точность заготовок.

Перед сборкой чугунные трубы и фасонные детали осматривают и обстукивают легкими ударами молотка; дребезжащий звук свидетельствует о наличии трещин.

Трубопроводы с раструбными соединениями разрешается монтировать только после очистки внутренних поверхностей раструбов и концов труб от наплывов, остатков формовочной земли, масла, жира. Отклонение от прямолинейности трубопровода в месте стыка не должно превышать 1 *мм* на 1 *м* длины трубопровода. Стыковые раструбные соединения чугунных труб заделывают пеньковой прядью, цементом, асбоцементом, а в особых случаях свинцом с последующим тщательным уплотнением заполнителя чеканкой. Раструбные соединения можно также уплотнять специальными резиновыми кольцами. Запрессовывать кольца в раструбную щель надо равномерно по всему периметру; при этом необходимо следить за тем, чтобы кольца не перекручивались и не перекашивались.

В раструбных соединениях регулирование размеров достигается за счет посадки трубы внутрь раструба.

Небольшая регулировка линейных размеров чугунных трубопроводов, собираемых на фланцах, достигается при монтаже путем вставок длиной от 10 до 100 *мм*. Вставки представляют

собой чугунные диски с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру трубопровода; устанавливают их между фланцами.

1. В чем заключается особенность монтажа трубопроводов из цветных металлов и их сплавов?
2. Назовите особенностн креплення свинцовых трубопроводов.
3. Назовите отличительные особенности монтажа чугунных трубопроводов.
4. Как монтируют раструбные соеднпения чугунных трубопроводов?

§ 100. Монтаж неметаллических трубопроводов

Монтаж неметаллических трубопроводов имеет некоторые особенности, которые вытекают из свойств этих материалов.

Одним из обязательных требований является то, что к монтажу неметаллических трубопроводов следует приступать после окончания всех работ по монтажу оборудования, стальных трубопроводов, а также штукатурных и отделочных строительных работ.

Полиэтиленовые, винипластовые и фторопластовые трубопроводы монтируют из готовых элементов и узлов. При монтаже полиэтиленовых и винипластовых трубопроводов необходимо следить за надежным креплением арматуры к строительным конструкциям, точным соблюдением расстояний между креплениями и соблюдением требуемых по проекту расстояний (в свету) от горячих трубопроводов.

Во избежание повреждений и провисаний при прокладке труб, транспортирующих среды свыше +40° С, горизонтальное крепление должно быть сплошное по всей длине трубопровода; в этих случаях применяют лотки и желоба из уголков или дерева. Для трубопроводов, транспортирующих среды с температурой ниже +40° С, могут быть использованы металлические или пластмассовые крепежные скобы и подвески, которые должны плотно облегать трубы, но не врезаться в материал труб. Между металлическими скобами и трубами рекомендуется вставлять прокладки из резины, войлока или другого мягкого материала. При горизонтальной прокладке труб крепления устанавливают через интервалы: не более 1,5 *м* для трубопроводов с условным проходом до 50 *мм* и не более 3 *м* — для трубопроводов с условным проходом свыше 50 *мм*.

При вертикальной прокладке труб длиной более 2 *м*, чтобы исключить осадку (под собственным весом и весом жидкости), крепежные скобы устанавливают непосредственно под раструбом фасонной части. Арматура должна иметь самостоятельное крепление на специальных конструкциях, что предохраняет трубопровод от провисания и повреждений в процессе его эксплуатации. При проходе трубопровода через стены перекрытия

и другие строительные конструкции устанавливают металлические патроны с закругленными концами. Зазор между трубой и патроном заделывают белой льняной прядью или другим мягким уплотнителем, не пропитанным маслом или жирами.

Уложенные участки пластмассовых трубопроводов рекомендуется соединять при наиболее высокой температуре дня.

Расстояние между полиэтиленовыми или винипластовыми и горячими трубопроводами должно быть не менее 100 *мм*.

Если в условиях эксплуатации возможны механические повреждения трубопроводов, их защищают металлическими, деревянными или сетчатыми ограждениями.

При транспортировании продуктов с температурой от +60 до +90° С трубопроводы необходимо заключать в кожух из стальных труб.

Врезать новый участок трубопровода рекомендуется на раструбных муфтах, которые соединяют с трубой контактной сваркой. Подземную прокладку полиэтиленовых и винипластовых трубопроводов выполняют в каналах, лотках и траншеях. Поднимают и опускают трубы, элементы и узлы, как правило, с помощью легких передвижных кранов или талей. Стропуют трубы и детали с применением прокладок из досок, брезента и резины.

Трубы и фасонные детали из полиэтилена и винипласта, имеющие местные повреждения, можно ремонтировать с помощью накладок. Отклонения от прямолинейности собранных трубопроводов разрешается исправлять, предварительно подогревая их горячим воздухом.

Отличительной особенностью монтажа трубопроводов из фаолита, стекла, фарфора и керамики является то, что предварительно производят сборку труб и деталей в элементы и узлы небольших габаритных размеров, так как эти материалы хрупкие и требуют осторожного обращения в особенности при подъемно-транспортных операциях. Монтируют трубопроводы обычно по месту из фасонных деталей, поставляемых специализированными заводами вместе с трубами.

Фаолитовые трубопроводы укладывают в металлические желоба или деревянные лотки, а также на жесткие конструкции с увеличенной опорной поверхностью. Для предохранения от случайных повреждений трубопроводы, укладываемые на высоте до 2,5 *м* от уровня пола и в каналах, сверху защищают съемными деревянными щитами или металлической сеткой. Соединяют фаолитовые трубы и отдельные детали между собой посредством разъемных накидных фланцев. При сборке фланцевых соединений их параллельность проверяют щупом. Так как фаолит хрупкий, перекос труб и фланцев при их соединении не допускается. Болты фланцевых соединений затягивают постепенно и равномерно.

Монтаж стеклянных, фарфоровых и керамиковых трубопроводов начинают с установки арматуры, от которой прокладывают остальные элементы. Арматуру крепят самостоятельно к подвескам или кронштейнам металлическими скобами, что предохраняет трубопровод от повреждения под действием веса арматуры.

1. Как моитируют трубопроводы из полимериых материалов?
2. В чем заключается отличительная особеииость моитажа трубопроводов из стекла, фарфора и керамики?

РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Глаaa XXXI. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

В нашей стране вопросам техники безопасности уделяется огромное внимание. В соответствии с трудовым законодательством созданы специальные государственные, профсоюзные и общественные органы, которые контролируют выполнение мероприятий по технике безопасности и производственной санитарии.

На предприятии работу по охране труда возглавляет главный инженер или технический руководитель. На производственных участках, в цехах, на дорогах, складах и в мастерских контроль за охраной труда возложен на начальников или заведующих участками, цехами, дорогами, складами, мастерскими и на мастеров. Повседневную практическую работу по охране труда на предприятиях выполняет инженер по технике безопасности. Однако это не снимает ответственности за безопасное ведение работ с начальников цехов и других руководителей.

Основные положения и требования по охране труда и технике безопасности в строительстве изложены в «Строительных нормах и правилах (СНиП III-А.II—62). Техника безопасности в строительстве», правилах Госгортехнадзора, газовой инспекции и ВЦСПС. На основании этих правил разработаны и утверждены ведомственные инструкции, инструктивные указания и памятки для каждого вида работ и для каждой специальности с учетом местных условий. Твердое знание и неуклонное выполнение этих правил и норм являются первейшей обязанностью каждого строителя.

Весь производственный персонал строек должен быть обучен по специальным программам, утвержденным в установленном порядке, а машинисты грузоподъемных кранов, сигнальщики,

рабочие, занятые подъемом и перемещением узлов и блоков трубопроводов, а также сварщики должны быть обучены по программе, согласованной с Госгортехнадзором.

Все вновь поступившие рабочие обязаны пройти вводный инструктаж по технике безопасности и инструктаж непосредственно на рабочем месте, где сообщаются дополнительные указания об особенностях данного производства. В личной карточке рабочего отмечается, что проведен вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте.

Каждый рабочий ежегодно проходит повторный инструктаж по вопросам техники безопасности, повторные инструктажи регистрируются в журнале учета.

Безопасное производство работ невозможно без правильной организации труда и рабочего места.

Для технологических трубопроводов характерна большая протяженность, что значительно усложняет организацию работ; монтаж трубопроводов часто совмещается с другими строительно-монтажными работами. Поэтому правильная организация монтажной площадки и рабочего места, а также правильная организация ведения монтажных работ играют большую роль в создании безопасных условий для рабочих, занятых монтажом технологических трубопроводов.

Разнообразные условия работы при монтаже трубопроводов также требуют принятия соответствующих мер как по созданию безопасных условий для монтажников-трубопроводчиков, так и для окружающих их рабочих других специальностей.

Рабочие места должны быть освобождены от строительного мусора, ненужных строительных материалов, разобранной опалубки, снега и льда. Загроможденность и захламленность рабочих мест может явиться источником травматизма. На рабочих местах и в районе выполнения работ не должно быть открытых ям, котлованов; подходы к оборудованию должны быть свободны.

Все проемы для оборудования, трубопроводов и монтажные проемы должны быть надежно закрыты или ограждены прочными перилами высотой не менее 1 *м*. Ямы, котлованы, канавы, траншеи также должны быть закрыты или ограждены, если по условиям ведения работ их нельзя засыпать.

Рабочие места должны быть хорошо освещены. При недостатке дневного освещения или при отсутствии его рабочие места должны иметь электрическое освещение. При монтаже технологических трубопроводов освещенность рабочих мест должна быть не менее 25 *лк*.

Монтаж трубопроводов в траншеях, непроходных и проходных каналах и туннелях является наиболее специфичным видом работ и требует соблюдения размеров глубины и ширины траншей, форм откосов и способов их крепления, норм по вентиляции

и освещению каналов и туннелей, а также контроля за состоянием здоровья работающих.

Большая часть технологических трубопроводов располагается на колоннах, эстакадах, кронштейнах и подвесках, расположенных на различных уровнях по высоте, в траншеях, в проходных и непроходных каналах и туннелях, что вызывает повышенную опасность для рабочих, занятых их монтажом.

Круглая форма труб повышает опасность при выполнении работ по изготовлению и монтажу трубопроводов, так как трубы легко скатываются при погрузке, разгрузке, транспортировании, складировании, изготовлении из них деталей и узлов, а также при их монтаже.

Пространственные формы узлов и укрупненных блоков трубопроводов усложняют работу и требуют принятия специальных мер при выполнении сборки, сварки, испытания, погрузки, разгрузки, транспортирования, подъема на месте установки и укладки трубопроводов на средства крепления.

При выполнении монтажных работ всем рабочим выдают металлические или прочные пластмассовые каски; для защиты от загрязнения, от искр при электросварке — спецодежду и индивидуальные средства защиты.

Глава XXXII. ОСНОВНЫЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Причины возникновения пожаров разнообразны. Большинство пожаров происходит от небрежного обращения с огнем. Пожары могут возникать от самовозгорания неверно уложенных материалов, небрежного обращения с открытым огнем, неисправности электропроводки и электрооборудования, неправильного устройства лесов и подмостей вблизи трубопроводов, транспортирующих горячие продукты, неисправности оборудования и нарушения правил его эксплуатации. Возникновению пожаров способствуют наличие в трубозаготовительных мастерских и цехах хлама, пыли, легковоспламеняющихся производственных отходов, а также неправильное хранение огнеопасных веществ.

На монтажных площадках, в трубозаготовительных мастерских и цехах, а также в мастерских по гуммированию и склеиванию деталей неметаллических трубопроводов необходимо соблюдать действующие правила, технические нормы и инструкции по пожарной охране управления пожарной охраны МООП СССР, а также все ведомственные указания по этому вопросу.

Для обеспечения пожарной безопасности на стройках надо содержать в исправном состоянии электрические линии и устройства; не оставлять без присмотра включенные электрические приборы и машины; содержать в исправном состоянии печи; обеспечивать правильное хранение горючих и смазочных материалов; не допускать хранение горючих материалов в кабинах кранов; не разрешать разводить костры и курить вблизи мест хранения горючих материалов; запрещать пользование открытым огнем и производство огневых работ на расстоянии менее 20 *м* от мест хранения легковоспламеняющихся веществ.

В случае возникновения пожара необходимо немедленно вызвать пожарную охрану и принять меры по ликвидации огня, а также предупредить его распространение всеми имеющимися подручными средствами. Воспламенившиеся жидкие горючие вещества (бензин, керосин, масло, клей) или промасленные материалы следует тушить с помощью пенного огнетушителя или песка; при загорании электропроводки необходимо немедленно обесточить линию; горящие деревянные предметы, бумагу, спецодежду и прочее следует затушить водой из пожарных шлангов.

Рабочие места и особенно те, на которых ведутся сварочные и другие огневые работы, должны быть обеспечены средствами тушения пожаров, в том числе огнетушителями, ящиками с песком, пожарными гидрантами, подсоединенными к действующим водопроводам, топорами, баграми, ведрами, шлангами.

При производстве работ в огнеопасных местах надо привлечь органы противопожарной охраны; до начала работы выполнить меры противопожарной защиты. Сварочные работы разрешается вести только в присутствии представителей противопожарной охраны. До начала работ по сварке и газовой резке требуется получить допуск от органов противопожарной охраны.

ЛИТЕРАТУРА

Акулов А. И., Сокол И. А. Сварка трубопроводов из цветных металлов. Госстройиздат, 1962.

Батенчук А. Н. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Госстройиздат, 1962.

Батенчук А. Н. Охрана труда и техника безопасности при изготовлении и монтаже технологических трубопроводов. Стройиздат, 1964.

Глуханов Н. П., Богданов В. Н. Сварка металлов при высококачественном нагреве. Машгиз, 1962.

Зильберберг А. Л. и др. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Госстройиздат, 1960.

Наумов В. Г. Механизированные электросварочные работы в строительстве. Госстройиздат, 1962.

Наумов В. Г., Орлов В. М. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Госстройиздат, 1964.

Овчинников И. Н. Судовые системы и трубопроводы. Судиздат, 1964.

Понгильский А. Ф. Слесарь по ремонту трубопроводов и пароводяной арматуры. Профтехиздат, 1964.

Ряполов А. Ф. Технологические трубопроводы высокого давления. Госстройиздат, 1962.

Рудин С. Н. Монтажные инструменты. Машгиз, 1962.

Рудин С. Н. Монтажные приспособления. Машгиз, 1962.

Сварочные работы в строительстве. Справочник. Госстройиздат, 1962.

Строительные нормы и правила. Часть III, раздел Г, гл. 9 (СНиП III—Г.9—62). Технологические трубопроводы. Правила производства и приемки работ. Стройиздат, 1964.

Таран В. Д. Сооружение магистральных трубопроводов. Изд-во «Недра», 1964.

Технологические трубопроводы промышленных предприятий. Справочник в 2 частях. Госстройиздат, 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3

Раздел первый
Общие сведения о технологических трубопроводах

Глава I. Назначение трубопроводов 5

§ 1. Условия работы трубопроводов 5
§ 2. Условные проходы и давления 7
§ 3. Основы расчета трубопроводов 8

Глава II. Классификация трубопроводов 10

§ 4. Виды трубопроводов 10
§ 5. Группы и категории трубопроводов 12

Раздел второй
Материалы и изделия, применяемые для изготовления трубопроводов

Глава III. Трубы и детали стальных трубопроводов 16

§ 6. Сортамент труб и область их применения 16
§ 7. Технические требования к стальным трубам 18
§ 8. Сортамент труб технологических трубопроводов по нормалям машиностроения 23
§ 9. Отводы крутоизогнутые и гнутые 25
§ 10. Фланцы 29
§ 11. Тройники, переходы и заглушки 34
§ 12. Опоры, подвески и опорные конструкции 38
§ 13. Компенсаторы 41

Глава IV. Трубы и детали трубопроводов из цветных металлов, их сплавов и чугуна 47

§ 14. Трубы и детали трубопроводов из цветных металлов и их сплавов 47
§ 15. Трубы и детали трубопроводов из чугуна и специальных сплавов 49

Глава V. Трубы и детали трубопроводов из неметаллических материалов 51

§ 16. Трубы и детали из пластмасс 51
§ 17. Трубы и детали из стекла, ситалла, фарфора, керамики, антегмита и фанеры 55

Стр.

Глава VI. Стальные трубы и детали трубопроводов с внутренним покрытием 59

§ 18. Трубы и детали гуммированные, биметаллические и с лакокрасочными покрытиями 59
§ 19. Трубы и детали футерованные и эмалированные 60

Глава VII. Арматура трубопроводная 62

§ 20. Назначение, классификация и выбор арматуры 62
§ 21. Приводная и самодействующая арматура 63
§ 22. Условные обозначения и отличительная окраска арматуры 70

Глава VIII. Крепежные изделия и уплотнительные материалы . . . 72

§ 23. Крепежные изделия 72
§ 24. Прокладочные и уплотнительные материалы 73

Раздел третий
Обработка труб и подготовка арматуры

Глава IX. Обработка труб из углеродистой стали 75

§ 25. Очистка и правка труб 75
§ 26. Разметка труб 77
§ 27. Резка труб 83
§ 28. Отбортовка концов труб, штуцеров и отверстий . . . 90
§ 29. Нарезание и накатывание резьбы на трубах . . . 93
§ 30. Оребрение труб 95

Глава X. Гнутье труб из углеродистой стали 97

§ 31. Радиусы изгиба труб 97
§ 32. Гнутье труб в холодном состоянии 98
§ 33. Гнутье труб в горячем состоянии 103

Глава XI. Особенности обработки труб высокого давления из легированной стали 106

§ 34. Резка и обработка концов труб 106
§ 35. Гнутье труб 107

Глава XII. Обработка труб из цветных металлов и неметаллических материалов 109

§ 36. Обработка труб из цветных металлов 109
§ 37. Обработка труб из пластмасс и стекла 111

Глава XIII. Подготовка трубопроводной арматуры и изготовление прокладок 116

§ 38. Подготовка и ревизия арматуры 116
§ 39. Испытание арматуры 124
§ 40. Изготовление прокладок в трубозаготовительных цехах и мастерских 126
§ 41. Правила техники безопасности при обработке труб 128

Стр.

Раздел четвертый
Сварка трубопроводов

Глава XIV. Виды сварных соединений и их подготовка 130

§ 42. Способы сварки трубопроводов и виды сварных соединений 130
§ 43. Подготовка труб под сварку 134

Глава XV. Газовая сварка и резка 136

§ 44. Технология газовой сварки и резки 136
§ 45. Кислородно-флюсовая и дуговая резка 139

Глава XVI. Ручная электродуговая сварка 141

§ 46. Технология ручной электродуговой сварки 141
§ 47. Электроды для ручной электродуговой сварки 142
§ 48. Источники питания сварочной дуги 144

Глава XVII. Автоматическая и полуавтоматическая сварка 146

§ 49. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом 146
§ 50. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в защитных газах 149

Глава XVIII. Особенности сварки трубопроводов из легированной стали и трубопроводов высокого давления 153

§ 51. Сварка трубопроводов из легированной стали 153
§ 52. Сварка трубопроводов высокого давления 155
§ 53. Термообработка сварных соединений трубопроводов . . . 156

Глава XIX. Сварка и пайка трубопроводов из цветных металлов и их сплавов 158

§ 54. Сварка трубопроводов из алюминия и его сплавов 158
§ 55. Сварка трубопроводов из меди и ее сплавов 159
§ 56. Пайка трубопроводов 160

Глава XX. Дефекты и контроль качества сварных швов 161

§ 57. Дефекты сварных швов 161
§ 58. Контроль качества сварных швов 163

Глава XXI. Сварка и склеивание трубопроводов из пластмасс . . . 165

§ 59. Виды сварки и применяемое оборудование 165
§ 60. Сварка и склеивание винипластовых труб 167
§ 61. Сварка полиэтиленовых трубопроводов 169
§ 62. Правила техники безопасности при резке и сварке трубопроводов 170

Раздел пятый
Централизованное изготовление трубопроводов

Глава XXII. Централизованное механизированное изготовление узлов стальных трубопроводов 174

Стр.

§ 63. Технология изготовления 174
§ 64. Сборка элементов и узлов трубопроводов 179
§ 65. Сборка фланцевых соединений 184
§ 66. Сварка элементов и узлов 189
§ 67. Испытание и маркировка узлов 192
§ 68. Организация труда при изготовлении узлов 194
§ 69. Основные правила техники безопасности при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах 195

Глава XXIII. Изготовление сварных труб и деталей трубопроводов

§ 70. Изготовление сварных труб и секционных отводов 197
§ 71. Изготовление сварных тройниковых соединений и П-образных компенсаторов 199

Глава XXIV. Изготовление прямолинейных секций трубопроводов и их антикоррозийная изоляция 200

§ 72. Сборка и сварка прямолинейных секций 200
§ 73. Антикоррозийная изоляция секций трубопроводов 207

Глава XXV. Техническая документация на трубопроводы 209

§ 74. Состав проектной документации 209
§ 75. Монтажно-технологическая схема и монтажный чертеж трубопроводов 211
§ 76. Деталировочные чертежи 214
§ 77. Нормы и правила 220

Раздел шестой
Моитаж трубопроводов

Глава XXVI. Такелажные работы 222

§ 78. Такелажная оснастка и грузоподъемные механизмы 222
§ 79. Производство такелажных работ 226
§ 80. Монтажный инструмент 231

Глава XXVII. Общие правила монтажа трубопроводов 235

§ 81. Технология монтажа стальных трубопроводов 235
§ 82. Разбивка трассы трубопровода 237
§ 83. Установка опор, подвесок и опорных конструкций 240
§ 84. Укрупнительная сборка узлов трубопроводов 242
§ 85. Монтаж компенсаторов 243
§ 86. Установка арматуры, дренажей, воздушников и приборов контроля 245
§ 87. Врезка трубопроводов в действующие трубопроводы . . . 248
§ 88. Промывка и продувка трубопровода 249
§ 89. Гидравлическое испытание 250
§ 90. Пневматическое испытание 252
§ 91. Сдача и приемка трубопроводов в эксплуатацию 255
§ 92. Организация труда 256
§ 93. Правила техники безопасности при монтаже трубопроводов 257

Глава XXVIII. Монтаж стальиых трубопроводов 260

§ 94. Монтаж внутрицеховых трубопроводов 260
§ 95. Монтаж межцеховых трубопроводов 263

Стр.

Глава XXIX. Особенности монтажа трубопроводов высокого давления, из легированной стали и с внутренним покрытием 268

§ 96. Монтаж трубопроводов высокого давления 268
§ 97. Монтаж трубопроводов из легированных сталей 270
§ 98. Монтаж трубопроводов с внутренним покрытием 271

Глава XXX. Особенности монтажа трубопроводов из цветных металлов, неметаллических и чугунных 273

§ 99. Монтаж трубопроводов из цветных металлов и чугуна . . 273
§ 100. Монтаж неметаллических трубопроводов 275

Раздел седьмой
Общие вопросы техннкн безопасности и противопожарные мероприятня

Глава XXXI. Основные правила техники безопасности 278

Глава XXXII. Основные противопожарные мероприятия 280

Тавастшерна Рюрик Игоревич

Изготовленне и монтаж технологическнх трубопроводов. Учеб. пособие для проф.-техн. училищ и индивидуального и бригадного обучения рабочих на производстве. М., «Высш. школа», 1967
287 с. с илл.
Библиогр.: 282 с.

УДК 621.643.2/3
6Т8

Научный редактор *Б. И. Юргель*
Редактор *Л. А. Телингатер*
Художественный редактор *Т. В. Панина*
Техн. ред. *Г. Г. Киселева*
Корректор *В. И. Милешин*
Т—10332 Сдано в набор 1/IV—67 г.
Подп. к печати 23/VIII—67 г.
Формат $60\times90^{1}/_{16}$ Объем 18 печ. л.
Уч.-изд. л. 17,40
Изд. № Инд—56 Тираж 15 000 экз.
Цена 53 коп.
Тематический план издательства «Высшая школа» (профтехобразование) на 1967 г. Позиция № 12.
Москва, К-51, Неглинная ул., д .29/14.
Издательство «Высшая школа»
Московская типография № 8
Главполиграфпрома
Комитета по печати
при Совете Министров СССР,
Хохловский пер., 7. Зак. 901