

Федеральное агентство по образованию  
Томский государственный  
архитектурно-строительный университет

**СВАРКА ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания

Составители Д. В. Лычагин  
О. С. Голенкова

Томск – 2005

Сварка труб из полимерных материалов: Методические указания / Сост. Д. В. Лычагин, О. С. Голенкова. – Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2005. – 25 с.

Рецензент ст. преп. Р. А. Козырева

Редактор Т. С. Володина

Методические указания предназначены для проведения практических занятий, курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Технология строительных и монтажно-заготовительных процессов» (СД.14) для специальностей 290700 «Теплогасоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна».

Печатается по решению методического семинара кафедры «Машины, оборудование и технология деревообработки» №5 от 29.09.2005.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В. С. Плевковым

с 01.10. 2005

до 01.01. 2010

Изд. Лиц. № 021253 от 31.10.97 Подписано в печать 28.09.97 Формат  
60х90/16

Бумага офсет. Гарнитура Таймс, печать офсет. Уч.-изд. Л. 1,56. Тираж 150  
экз. Заказ № 344

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2  
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ  
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15

**Цель работы:** познакомиться с видами сварки полиэтиленовых труб. Составить технологическую карту на сварку полиэтиленовых трубопроводов.

## 1. ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ

Для производства пластмассовых труб применяют в основном термопласты, характеристика которых приведена в табл. П.1. Для строительства газопроводов используют полиэтиленовые трубы отечественного и зарубежного производства. Отечественные полиэтиленовые трубы для газопроводов, соответствующие требованиям международного стандарта, выпускают по ТУ 6-19-352-87, детали – по ТУ 6-19-359-87 из полиэтилена низкого давления, и они имеют маркировку «ПНД», что соответствует зарубежным трубам из «HDPE».

Зарубежные трубы и детали классов «4» и «5» соответствуют отечественным типам «С» и «Т» и могут применяться для строительства газопроводов в районах с расчетной температурой не ниже  $-45^{\circ}\text{C}$  соответственно давлением 0,3 МПа на территории городов и других населенных пунктов и давлением до 0,6 МПа для межпоселковых газопроводов.

Трубы указанных в табл. П.2 диаметров и толщин стенок допускается использовать для строительства газопроводов соответствующего давления.

Трубы и детали должны иметь специальную маркировку: ПНД 110 Т ГАЗ ТУ 6-19-352, т.е. трубы и детали из полиэтилена низкого давления диаметром 110 мм типа «Т» для газоснабжения на давление 0,6 МПа, соответствующие требованиям международного стандарта по ТУ 6-19-352-87.

Запрещается использовать для строительства газопровода трубы и детали, не предназначенные для газа или изготовленные из полиэтилена другого типа, то есть имеющие маркировку, отличную от вышеуказанной. Запрещается использовать трубы и детали неустановленного происхождения.

## 2. ВИДЫ СВАРКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

При строительстве пластмассовых трубопроводов нашли практическое применение следующие виды сварки:

- контактная тепловая сварка: сварка встык нагретым инструментом и вращением;
- сварка светом;
- сварка нагретым газом;
- сварка ультразвуком;
- сварка током высокой частоты;
- сварка трением.

Наиболее распространенным способом соединения полиэтиленовых труб между собой и полиэтиленовыми соединительными деталями является *контактная тепловая сварка*. Этот способ подразделяется на два вида: сварка встык нагретым инструментом и вращением.

Сваркой встык нагретым инструментом соединяются трубы и детали с диаметром более 50 мм, толщиной стенки по торцам более 5 мм. Не рекомендуется сварка труб встык с разной толщиной стенок. Трубы диаметром менее 50 мм сваривают вращением.

Контактная сварка заключается в нагревании (оплавлении) свариваемых поверхностей до вязкотекучего состояния термопласта при непосредственном контакте их с нагретым инструментом и последующим соединением под давлением с целью формирования сварного шва.

Торцы труб нагревают плоским нагревателем, имеющим форму диска – для труб малых диаметров и форму кольца – для труб большого диаметра (более 200 – 250 мм).

Технологический процесс соединения труб и деталей сваркой нагретым инструментом включает следующие этапы (рис.1):

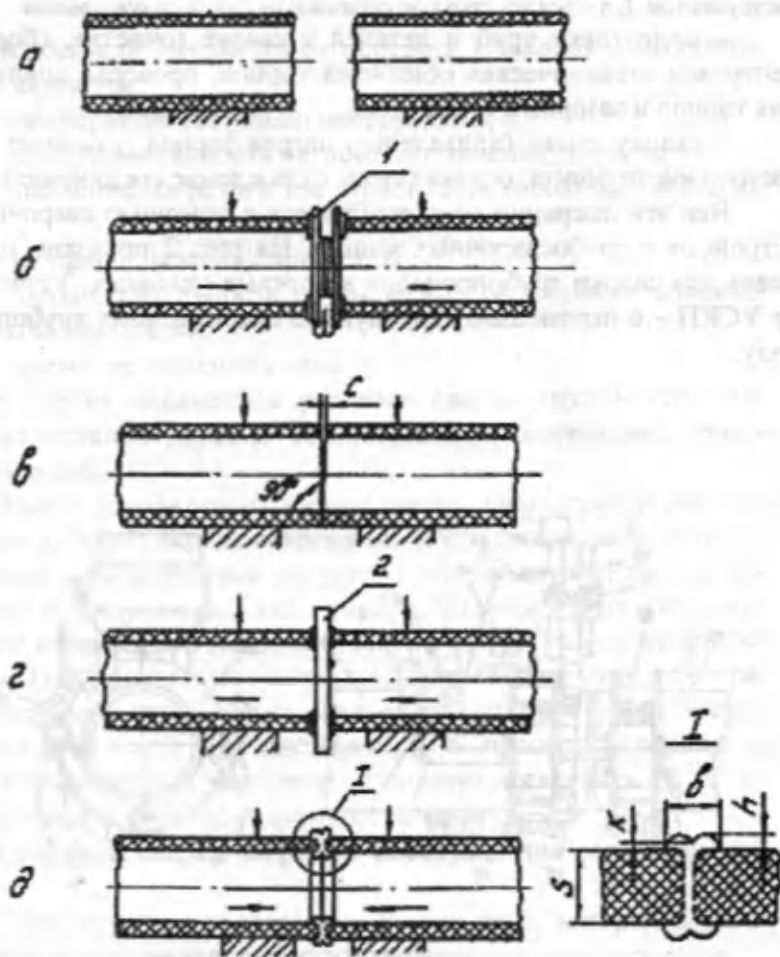


Рис. 1. Последовательность процесса сборки и сварки встык труб из полистилена:

- а - центровка и закрепление в зажимах сварочной машины концов свариваемых труб;
- б - механическая обработка торцов труб с помощью «торцовки»;
- в - проверка соосности и точности совпадения торцов по величине

зазора (С); г – оплавление и нагрев свариваемых поверхностей нагретым инструментом 2; д – осадка стыка до образования сварного соединения

– подготовку труб и деталей к сварке (очистка, сборка, центровка, механическая обработка торцов, проверка совпадения торцов и зазоров в стыке);

– сварку стыка (оплавление, нагрев торцов, удаление нагретого инструмента, осадка стыка, охлаждение соединения).

Все эти операции осуществляются с помощью сварочных устройств и трубосварочных машин. На рис. 2 показана установка для сварки трубопроводов в полевых условиях. Установку УСКП – 6 перемещают вручную по свариваемому трубопроводу.

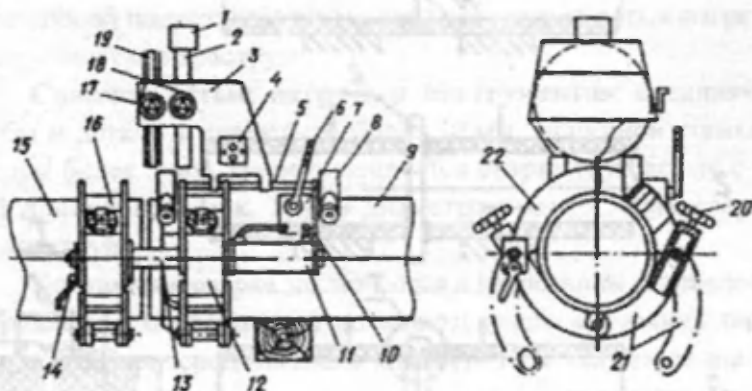


Рис. 2. Сварочная установка УСКП – 6:

1 – электропривод; 2 – механическая фреза; 3 – кронштейн; 4 – пульт управления; 5 – направляющие; 6 – рукоятка насоса; 7 – насос; 8 – роликовые опоры; 9 – свариваемая труба; 10 – несущие ребра; 11 – гидроцилиндр; 12 – зажимной центратор; 13 – шток; 14 – ручка; 15 – свариваемая труба; 16 – подвижный центратор; 17, 18 – маховички; 19 – электронагреватель; 20 – винтовой зажим; 21, 22 – верхний и нижний полухомуты

Основными параметрами процесса стыковой контактной сварки являются:

- температура нагретого инструмента;
- продолжительность нагрева (оплавления) торцов;
- давление нагретого инструмента на торцы при оплавлении;
- давление на торцы при осадке;
- продолжительность паузы между окончанием оплавления и началом осадки;
- время охлаждения стыка.

Значения параметров режимов сварки труб и соединительных деталей должны соответствовать значениям, приведенным в табл. П.3.

Нагрев (оплавление) торцов свариваемых труб и деталей следует осуществлять одновременно посредством их контакта с рабочими поверхностями нагретого инструмента. Рабочие поверхности инструмента, как правило, должны иметь антиадгезионное покрытие из лакоткани или эмульсии на основе фторопласта. При отсутствии антиадгезионного покрытия температуру нагретого инструмента следует снизить на  $10^{\circ}\text{C}$ . Падение температуры нагретого инструмента в процессе оплавления торцов свариваемых заготовок не должно превышать  $10^{\circ}\text{C}$  от нижнего предела рекомендуемых температур.

Стыковая сварка нагретым инструментом характеризуется:

- качественными сварными швами труб, которые в условиях эксплуатации равнопрочны трубам;
- отсутствием на прямых участках дополнительных деталей (муфт), выполнением соединения одним швом;
- меньшими температурами нагревательного инструмента;
- незначительным выделением вредных газообразных продуктов разложения полимерного материала.

Наряду с преимуществами, стыковая сварка характеризуется следующими недостатками:

– для труб малых диаметров валик шва существенно влияет на площадь проходного сечения;

– для тонкостенных труб с учетом допусков на наружные диаметры и толщины стенок смещение кромок может быть сравнимым с толщиной стенки;

– возможные технологические дефекты, которые создают местные перенапряжения и уменьшают площадь поперечного сечения, в швах тонкостенных труб могут быть соизмеримы с толщиной стенки. что особенно опасно.

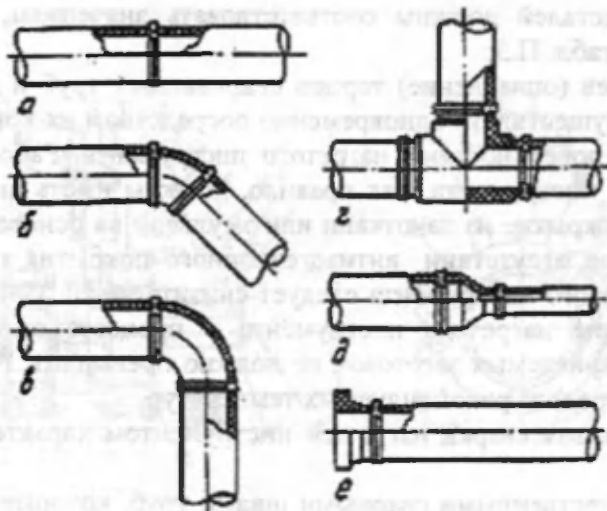


Рис. 3. Сварные стыковые соединения труб и соединительных деталей из ПНД:

а – труба с трубой; б, в – труб с угольниками соответственно 45° и 90°;

г – труб с тройником; д – труб с переходом; е – трубы с втулкой под фланси



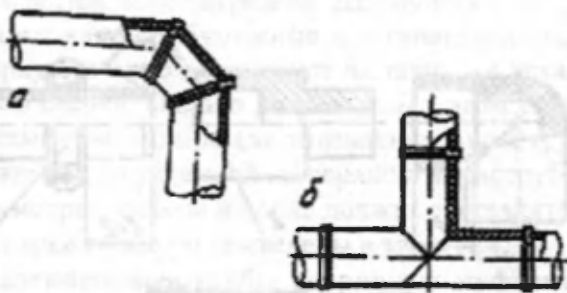


Рис. 4. Сварные стыковые соединения труб со сварными соединительными деталями:

а – труб с угольником 90°; б – труб с тройником

Сваркой встык соединяют:

– трубы из ПНД, ПВД и ПП с толщиной стенки более 3 мм, изготовленные по ГОСТ 18599-83\*, ТУ 6-19-352-87, ТУ 38-102-100-76 (рис. 3, а);

– трубы из ПНД по ГОСТ 18599-83\* с соединительными деталями из ПНД по ОСТ 6-19-517-85 и трубы из ПНД по ТУ 6-19-352-87 с соединительными деталями из ПНД по ТУ 6-19-359-87 (рис. 3, в – е; рис. 4).

При контактной сварке труб в раструб одновременно оплавляются внутренняя поверхность раструба и наружная поверхность конца трубы. После окончания нагрева трубу и деталь разводят, инструмент удаляют и быстро вдвигают трубу в раструб до упора в полку детали. Во избежание остывания оплавленных поверхностей и появления непроваров в сварном шве эта пауза не должна превышать 3 с.

После полного вдвигания конца трубы в раструб не допускается взаимный сдвиг соединяемых поверхностей в течение 20 – 30 с, необходимых для затвердевания расплавленного материала. После каждого цикла сварки рабочие поверхности нагретого инструмента следует тщательно очищать от следов

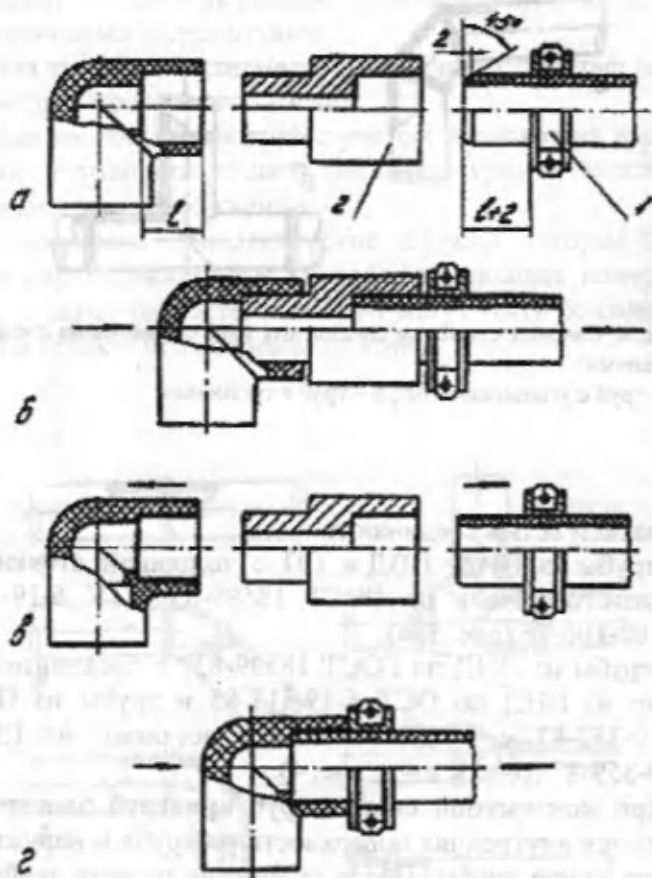


Рис. 5. Последовательность процесса контактной сварки в раструб труб и соединительных деталей из ПВД:

а – центровка, закрепление в зажимах сварочного устройства концов свариваемых труб и деталей и установка ограничительного хомута 1; б – установка дорна нагретого инструмента 2 в раструбе и гладкого конца трубы в гильзе; в – нагрев (оплавление) свариваемых концов, одновременно снятие их с дорна и гильзы; г – соединение концов с выдержкой до затвердевания сплавленного материала

налипшего расплава полиэтилена. Для очистки следует использовать тканые хлопчатобумажные или льняные концы.

Сварку в раструб выполняют на таких же установках, что и стыковую сварку. Однако нагреватель в этом случае состоит из двух элементов: гильзы для оплавления конца трубы и дорна для оплавления внутренней поверхности раструба. Разность между диаметром гильзы и дорна должна составлять 0,5 – 1 мм. Режимы сварки в раструб приведены в табл. П.4.

Полиэтиленовые трубы сваривают муфтами с закладными электронагревателями по ТУ 2291-033-00203536-96.

Этот метод сварки применяют для соединения труб всех диаметров, а также для приварки к трубопроводу седловых отводов, усиливающих муфт и др.

Детали муфтового типа (муфты, перехода, отводы, тройники) обеспечивают хорошее соединение труб, в том числе из различных материалов, за счет образования не только сварочного соединения, но и за счет обжатия муфтой тела трубы (механического соединения). При приварке седловых отводов отсутствует эффект механического обжатия трубы.

Сварку труб соединительными деталями с закладными нагревателями следует производить в первую очередь:

- при прокладке новых газопроводов, преимущественно из длинномерных труб (плетей) или в стесненных условиях;
- при реконструкции изношенных газопроводов методом протяжки в них полиэтиленовых труб;
- при соединении труб и соединительных деталей с толщиной стенки менее 5 мм;
- для врезки ответвлений в ранее построенные газопроводы;
- при строительстве особо ответственных участков газопровода (пересечение дорог и др.).

Сварку полиэтиленовых газопроводов с применением соединительных деталей с закладными нагревателями следует производить при температуре окружающего воздуха не ниже  $15^{\circ}\text{C}$  и не выше  $+35^{\circ}\text{C}$ . Место сварки необходимо

защищать от обдува воздухом и от воздействия влаги, песка и т.п.

Технологический процесс соединения труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями включает (рис. 6.):

- подготовку концов труб (очистка от загрязнений, механическая обработка – циклевка свариваемых поверхностей, разметка и обезжиривание);

- сборку стыка (установка и закрепление концов свариваемых труб в зажимах центрирующего приспособления с одновременной посадкой детали, подключение детали к сварочному аппарату);

- сварку (задание программы процесса сварки, пуск процесса сварки, охлаждение соединения).

Очистку концов труб от загрязнений производят так же, как при выполнении сварки встык. Длина очищаемых концов труб должна быть не менее 1,5 длины раструба, применяемого для сварки деталей.

Механическую обработку поверхности концов свариваемых труб производят на длину, равную не менее 0,5 длины используемой детали. Она заключается в снятии слоя с поверхности размеченного конца трубы с помощью ручной или механизированной цикли, а также снятии фасок для удаления заусенцев. При этом кольцевой зазор не должен превышать 0,3 мм, и после сборки на трубе должны быть видны следы механической обработки поверхности.

После механической обработки на концы свариваемых труб на глубину 0,5 длины муфты наносят метки глубины посадки муфты.

Свариваемые поверхности труб после циклевки и муфты обезжиривают путем протирки салфеткой из хлопчатобумажной ткани, смоченной в спирте или в других специальных рекомендованных составах.

Механическую обработку и протирку труб и деталей производят непосредственно перед сборкой и сваркой.

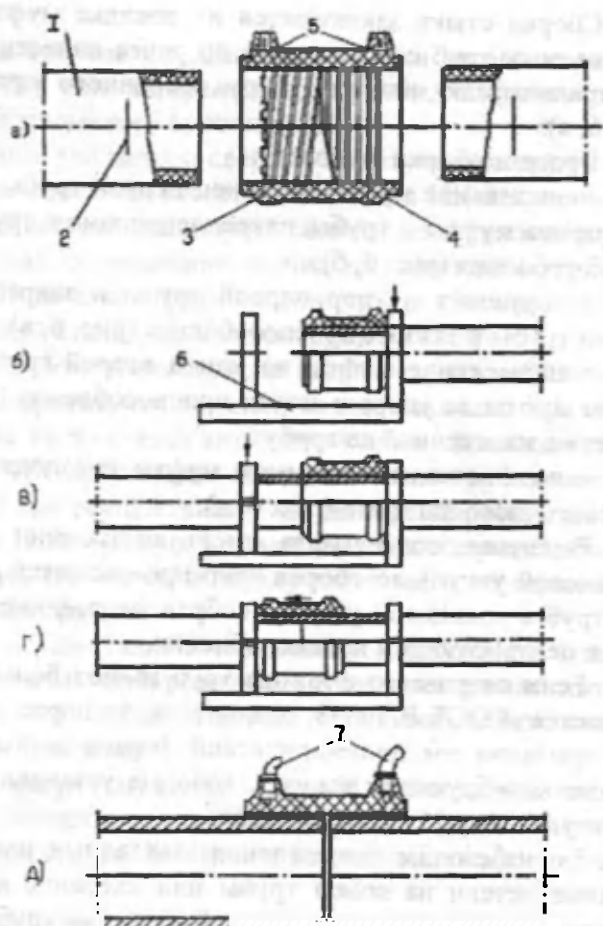


Рис. 6. Схема соединения труб муфтой с закладным нагревателем: а -- подготовка соединяемых элементов; б, в, г -- этапы сборки стыка; д -- собранный под сварку стык; 1 -- труба; 2 -- метка посадки муфты и механической обработки поверхности трубы; 3 -- муфта; 4 -- закладной нагреватель; 5 -- клеммы токопровода; 6 -- приспособление для сборки; 7 -- токопроводящие кабели сварочного аппарата

Сборка стыка заключается в посадке муфты на концы свариваемых труб с установкой по ранее нанесенным меткам, по ограничителю или по упору сборочного приспособления (рис. 6, а).

Процесс сборки включает:

– надевание муфты на конец первой трубы до совмещения торцов муфты и трубы, закрепление конца трубы в зажиме приспособления (рис. 6, б);

– установку в упор первой трубы и закрепление конца второй трубы в зажиме приспособления (рис. 6, в);

– продвижение муфты на конец второй трубы на 0,5 мм длины муфты до упора в зажим приспособления (рис. 6, г) или до метки, нанесенной на трубу;

– подключение к клеммам муфты токоподводящих кабелей сварочного аппарата (рис. 6, д).

В случае, если муфта имеет внутренний ограничитель (кольцевой уступ), то сборка труб производится до упора торцов труб в кольцевой уступ и собранное соединение закрепляется в центрирующем приспособлении.

Если свариваемые концы труб имеют большую, чем допускается ГОСТ Р 50838, овальность, то перед сборкой стыка для придания им цилиндрической формы используют инвентарные калибрующие зажимы, которые устанавливаются на трубы на удалении 15-30 мм от меток.

Во избежание повреждения закладных нагревателей надевание детали на конец трубы или введение конца трубы в муфту производят без перекосов. Собранные трубы укладывают прямолинейно без изгиба и провисания; клеммы токопровода, муфты располагают со свободным доступом.

Трубы сваривают при обеспечении неподвижности соединения в процессе нагрева и охлаждения. При включении аппарата процесс сварки происходит в автоматическом режиме. После завершения сварки соединение можно перемещать не ранее, чем по истечении времени охлаждения, указанного в паспорте детали.

Сварка светом. Соединяемые кромки нагревают инфракрасными (ИК) или когерентными лучами, получаемыми от мощного электрического источника.

Различают два метода сварки ИК-излучением: проплавлением и оплавлением. В качестве источника ИК-излучения при сварке термопластов используют силитовые стержни (керамический материал, содержащий карбид кремния) либо трубчатые кварцевые лампы с вольфрамовой нитью, например, кольца из хромоникелевой стали (для сварки труб).

Достоинством этого способа сварки является бесконтактный нагрев свариваемых деталей, вследствие чего при непрерывной сварке не требуется антиадгезионных прокладок

Сварку ИК-излучением пластмассовых труб диаметром до 100 и 300 мм осуществляют на автоматизированных установках (табл. П.5). На этих установках ввод излучателя между кромками труб, его вывод и осадку выполняют по заранее установленной программе.

Осадку осуществляют тарированной пружиной, удержание нагревателя между кромками труб – электромагнитом, а отбрасывание – пружиной. На этих установках можно сварить косые стыки и тройники.

Сварка нагретым газом – способ, при котором тепло на свариваемые поверхности подают нагретой струей. Сварку газовым теплоносителем можно вести с присадочным материалом и без него.

Трубы толщиной 4 мм и более сваривают прутком за несколько проходов (несколькими слоями). Необходимо подваривать корень разделки с обратной стороны, предупреждая этим непровар. В качестве газа-теплоносителя чаще всего используют воздух. Можно применять азот, углекислый газ и аргон. Основными параметрами режима сварки газовым теплоносителем являются температура газа на выходе из сопла, его расход, скорость сварки и давление на присадочный пруток. Давление газовой струи в зависимости от скорости сварки со-

ставляет 0,04...0,09 МПа. Скорость сварки однослойного шва составляет  $(2,5...4,2) \cdot 10^{-3}$  м/с. Режимы сварки нагретым газом приведены в табл. П.6.

Сварку ультразвуком (УЗ) ведут на токах частотой 20...50 кГц, создаваемых ультразвуковым электрическим генератором. Электромагнитные колебания в специальном устройстве с помощью магнито- или электростриктора преобразуются в механические колебания сварочного инструмента – волновода и вводятся в свариваемый материал, где часть энергии механических колебаний переходит в тепловую.

Для большинства пластмасс оптимальной амплитудой смещения конца волновода является 30...40 мкм. Амплитуда регулируется изменением коэффициента усиления и настройки генератора на собственную частоту системы «волновод – магнито- или электростриктор» подбором напряжения на обмотке преобразователя.

В зависимости от способности рассеивать ультразвуковую энергию различают три группы пластмасс, каждую из которых характеризует коэффициент затухания УЗ – колебаний  $\beta$ .

Первая группа включает пластмассы с малым коэффициентом затухания  $\beta < 0,35$ . Это полистирол, сополимеры СНП, СН – 28, т.е. пластмассы, имеющие высокую жесткость ( $E > 3 \cdot 10^3$  МПа).

Ко второй группе относятся полужесткие термопласты ( $2 \cdot 10^3 < E < 3 \cdot 10^3$  МПа), полипропилен, полиэтилентерефталат, аминопласты, поликарбонаты и другие, коэффициент затухания у которых  $0,35 < \beta < 0,55 \text{ см}^{-1}$ .

Третья группа включает мягкие пластмассы ( $E < 1,5 \cdot 10^3$  МПа), коэффициент затухания которых  $\beta > 0,55 \text{ см}^{-1}$ . Это полиэтилен высокого и низкого давления, поликапроамид (капрон), фторопласт, пластифицированный поливинилхлорид и др.

Сварку током высокой частоты (ТВЧ) осуществляют в переменном электромагнитном поле высокой частоты. С этой целью свариваемые детали помещают между пластинами кон-



денсатора, на которые подается напряжение высокой частоты.

Поперечные стыки труб при толщине стенок не более 6...8 мм сваривают на частотах 40...75 МГц путем нагрева стыков кольцевыми индукторами до температуры 150...160 °С, но не выше во избежание значительного снижения прочности. Напряженность электрического поля не следует поднимать выше 1,4...1,5 В/м при удельной мощности 1...6 Вт/мм<sup>2</sup>.

Сварка трением. Перед сваркой труб трением их концы обрабатывают механическим способом для выравнивания кромок и удаления фаски. Далее концы труб центрируют, приводят в соприкосновение и включают устройство для вращения одной из труб, обеих труб или вставки между ними. Требуемая температура сварки косвенно может определяться по изменению цвета около шовной зоны на ширине 1...1,5 мм в стороны от поверхности контакта. Прилагаемое давление увеличивается постепенно, достигая перед остановкой максимума. После остановки, которая должна произойти мгновенно, сваренный стык должен остывать под осевым давлением в течение 5...8 мин.

### **3. ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ СО СТАЛЬНЫМИ**

Втулки под фланцы, используемые для изготовления разъемных соединений «полиэтилен-сталь», соединяют трубы сваркой встык нагретым инструментом или при помощи муфт с закладными нагревателями.

При сварке втулок под фланцы с полиэтиленовыми трубами применяют сварочные устройства, оснащенные приспособлениями для центровки и закрепления втулок.

Рекомендуется сборку и сварку втулок под фланцы с трубами производить в условиях мастерских. При этом втулку приваривают к патрубку длиной не менее 0,8 – 1,0 м.

Перед приваркой готового узла (втулка-патрубок) или отдельной втулки под фланец к трубе на замыкающем участке газопровода следует обязательно предварительно надеть на трубу свободный фланец.

При сборке фланцевых соединений затяжку болтов производят поочередно, завинчивая противоположно расположенные гайки тарированным или динамометрическим ключом с усилием, регламентированным технологической картой. Гайки болтов располагают на одной стороне фланцевого соединения.

При варке неразъемных соединений «полиэтилен-сталь» в трубопровод вначале производят сборку и сварку труб из полиэтилена, затем осуществляют сборку и сварку стыка стальных труб. В процессе подгонки и сборки стыка и последующей сварки полиэтиленовый патрубок должен быть защищен от брызг металла и шлака. При сварке стыка зона раструбного перехода «полиэтилен-сталь» не должна нагреваться более 50 °С. Контроль качества сварки стыка стальных труб должен осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 42-01.

#### **4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислить виды сварки полиэтиленовых трубопроводов.
2. Для труб какого диаметра применяют сварку встык нагретым инструментом?
3. Назовите основные параметры процесса стыковой контактной сварки.
4. Какой формы нагреватели используют для сварки труб встык нагретым инструментом и для каких диаметров?
5. При какой температуре окружающего воздуха проводится сварка полиэтиленовых газопроводов с применением соединительных деталей с закладными нагревателями?
6. Что нужно учитывать при сварке ультразвуком разного типа пластмасс?

#### **5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Для заданного вида труб (материала, диаметра, толщины стенок) по табл. П.1 записать их характеристики в технологическую карту, пример заполнения которой дан в табл. П.7.
2. Пользуясь разделом 2, выбрать способ соединения труб.
3. Согласно монтажно-сборочной схеме выбрать и зарисовать эскизы основных типов соединений, используя рис. 3 – 5.
4. Пользуясь табл. П.3 – 6, занести в технологическую карту режимы сварки.
6. Используя данные раздела 2, заполнить последовательность операций сборки и сварки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

*Таблица П.1*

**Характеристика основных полимерных материалов,  
применяемых для производства труб и соединительных деталей**

Показатели	Значения показателей для труб				
	ПНД	ПВД	ПП	ПВХ	фторо-пласта
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,95 – 0,96	0,92 – 0,93	0,91	1,4	2,12 – 2,28
Предел текучести, МПа	20 – 25	10 – 12	26 – 30	50 – 55	25
Удлинение при разрыве, % (не менее)	400	600	350	20	250
Модуль упругости, МПа (не менее)	800	200	1200	2600	500
Теплостойкость, °С	65	30	100	83	–
Коэффициент линейного расширения, °С <sup>-1</sup> · 10 <sup>-4</sup>	2	2	1,5	0,7	0,8
Показатель длительной прочности труб (не менее), МПа	5	2,5	5	10	–

*Таблица П.2*

**Номенклатура труб из полиэтилена низкого давления**

Номинальный наружный диаметр, мм		32	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
Толщина стенки, мм	Тип «С» (Кл.4)	–	–	–	4,3	5,1	6,3	7,1	8,0	9,1	10,2	11,4	12,8
	Тип «Т» (Кл.5)	3	4,6	5,8	6,9	8,2	10,0	11,4	12,8	14,6	16,6	18,2	20,5

Таблица 11.3

Технологические параметры контактной стыковой сварки оплавлением труб диаметром 100 – 500 мм

Материал труб	Толщина стенки, мм	Давление, МПа		Время оплавления, с	Темпера- тура нагрева- вателя, °С	Тех - нологи- ческая пауза, с	Время охлаждения стыка, мин, при температуре окружающей среды, °С				
		при оплав- лении	при осадке				-20	0	+20	+40	
ПНД (полиэтилен низкого давления)	2 – 6	0,02-0,03	0,12-0,13	45±15	240±10	2	3	4	4	5	
	7 – 10	0,04-0,05	0,14-0,16	90±25			3	5	6	8	10
	11 – 15	0,06	0,18-0,2	120±25			5	8	10	11	12
	16 – 25	0,06	0,15-0,2	250±25			5	–	–	–	–
ПВД (полиэтилен высокого давления)	2 – 6	0,2-0,03	0,12-0,13	35±15	220±10	2	3	4	4	5	
	7 – 12	0,04-0,05	0,14-0,17	60±15			3	5	6	8	10
	14 – 18	0,05	0,15	120±15			3	5	6	8	10
ПП (полипропи- лен)	2,5 – 5	0,03	0,12	45	240±10	3	3	4	4	5	
	2 – 8,5	0,04	0,14	55			3	5	6	9	10
Винипласт	7 – 10	0,06	0,4 – 0,5	40 – 30	240-260	2	Не		10	12	
Фтороп- ласт-4	2 – 10	0,08	0,5 – 0,8	60 – 90	340-380	Без паузы	рекомендуется		Охлаждение под давлением до 300 °С (90 – 120 с)		
	10 – 20	0,09	1,5 – 1,8	90 – 100	90-100						

Таблица П.4

**Основные технологические параметры сварки вращающихся  
полиэтиленовых труб**

Параметры сварки	Величина параметров
Температура нагретого инструмента, °С	260±10
Время оплавления (нагрева) при толщине стенки, с:	
до 3 мм	3-8
3-4 мм	6-12
4-5 мм	10-15
5-8 мм	15-20
Свыше 8 мм	20-30
Технологическая пауза, с	Не более 3
Продолжительность выдержки соединения до затвердевания расплавленного материала, с	20-30

Таблица П.5

**Характеристика установок для сварки труб ИК-излучением**

Показатель	Числовые значения	
Диаметр свариваемых труб, мм	До 100	До 300
Температура излучателя, °С	700-1100	700-110
Скорость осадки, м/с	0,015-0,03	0,2
Усиление осадки, Н	800	16800
Габарит, мм	760×518×444	960×800×1300
Масса, кг	22	76

Таблица П.6

**Режимы сварки нагретым газом**

Термопласт	Расход газа, л/с	Температура газа на выходе из сопла, °С
Винилпласт	0,66	200-270
Ударопрочный ПВХ	0,5-0,6	250-280
Полиэтилен:	1,1	250-320
низкого давления	1,3	220-270
высокого давления	0,58	250-300
Полипропилен	0,5	450-480
Полибутен	0,3	230-400
Полиамид-12	0,65	210-290
Ударопрочный полистирол	0,65	220-380
Полиметилметакрилат		

Таблица II 7

**Операционная технологическая карта контактной стыковой сварки  
оплавлением полиэтиленовых труб**

Объект строительства	Тип трубопровода	Тип прокладки	Рабочее давление, МПа	Диаметр и толщина стенки, мм				
Газопровод	Магистральный	Подземная	0,6	110×10				
<b>Характеристика труб</b>								
Стандарт или технические условия на трубы			Материал труб	Тип труб				
ГОСТ 18599-83*			ПНД	Т				
<b>Характеристики материала</b>								
Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел текучести, МПа	Удлинение, %	Модуль упругости, МПа	Теплостойкость, °С	Коэффициент линейного расширения, °С 10 <sup>-4</sup>	Длительная прочность, МПа		
0,95 – 0,96	20 – 25	400	800	65	2	5		
<b>Конструктивные элементы сварных соединений и труб</b>								
Стыкуемые элементы		Тип сварного соединения						
Труба + труба		Стыковое		<table border="1" style="width: 100%; height: 30px;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>				
<b>Режимы сварки</b>								
Давление, МПа		Время оплавления, с	Температура нагревателя, °С	Технологическая пауза, с	Температура охлаждения, °С	Время охлаждения, мин		
при оплавлении	при осадке							
0,02 – 0,03	0,12 – 0,13	45=15	240=10	2	-20	4		
<b>Перечень и последовательность операций сборки и сварки</b>								
Операции	Содержание операции			Оборудование и инструмент				
Очистка труб	Очищают полость от грунта, снега, льда, камней и других посторонних предметов			Сухой или увлажненной тканью из растительных волокон				
Сборка	Включает установку, соосную, центровку, закрепление свариваемых концов			Производится в зажимах центратора сварочной машины				
Сварка	Нагревание (оплавление) свариваемых поверхностей до вязкотекучего состояния			Сварочная машина УСКП - 6				

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 003 – 88. Строительство и проектирование трубопроводов из пластмассовых труб. – М. : Миннефтегазстрой, 1988. – 56 с.
2. Справочник проектировщика. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов / под ред. А. Н. Шестопала, В. С. Ромейко. – М.: Стройиздат, 1985. – 304 с.
3. Справочник строителя. Сварка и резка в промышленном строительстве. В 2 т. Т. 1 / Б. Д. Малышев, А. И. Акулов, Е. К. Алексеев и др. под ред. Б. Д. Малышева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1989. – 590 с.



