§ 4. Соединение пластмассовых труб

Пластмассовые трубы соединяют сваркой, склеиванием, с помощью раструбов, фланцев, накидных гаек. Выбор способа соединения зависит от материала труб, условий работы.

Пластмассовые трубы соединяют в стандартной последовательности: размечают и отрезают трубную заготовку заданной длины, подготовляют место соединения, выполняют стыковое соединение.

Разметку пластмассовых труб производят мягкими материалами. Разметочный инструмент, оставляющий на поверхности трубы риски или надрезы, использовать запрещается.

Резку труб выполняют ножовками для резки металла, мелкозубыми ручными пилами по дереву, труборезом.

При использовании дисковых пил для резки труб из ПВП (полиэтилен высокой плотности), ПНП (полиэтилен низкой плотности), ПП (полипропилен) частота вращения диска должна составлять 33—50 с**-1** и для труб из ПВХ (поливинилхлорид) — 10—13 с**-1**. Для резки труб на заготовительных предприятиях применяют разметочноотрезные устройства, труборезы, электроприводные ножовки и т. п.

При резке отклонение от плоскости реза не должно превышать 0,5 мм для труб диаметром до 50 мм, 1 мм — для труб диаметром 50—160 мм, 2 мм — для труб большего диаметра.

Подготовку мест соединения производят в зависимости от способа соединения.

**Соединение сваркой**. Для пластмассовых труб используют контактную стыковую или раструбную сварку, а также сварку нагретым газом с применением присадочного материала.

Подготовка труб к сварке начинается с проверки сопроводительной документации на трубы (сертификатных данных). Марка, материал и качество труб должны соответствовать требованиям, принятым в проекте. Затем на специально оборудованной площадке (летом) или в помещении с положительной температурой (зимой) трубы осматривают и подбирают по диаметрам, толщинам, партиям поставки. Трубы с дефектами, овальностью более 10%, трещинами, задирами, царапинами глубиной более 0,5 мм отбраковывают. Трубы с овальностью более допустимой в отдельных случаях можно исправить путем калибровки на специальном приспособлении. Трубы с трещинами или другими повреждениями на концах могут быть использованы после отрезки поврежденных мест.

Для соединения отбирают трубы из одной партии поставки, что позволяет уменьшить влияние свойств материала на качество сварки и подобрать трубы со стабильными размерами. Недопустимо соединять трубы из полиэтилена высокой (ПВП) и низкой (ПНП) плотности, полиэтилена и полипропилена (ПП).

Следующий этап подготовки — очистка концов труб от грязи, масла, краски, а также поверхности труб снаружи и внутри на расстоянии от конца не менее чем на 30 мм. Грязь удаляют водой с применением волосяных щеток и последующей протиркой поверхности ветошью до сухого состояния. Соскабливать загрязнения металлическими щетками и инструментом не допускается.

Затем концы труб обезжиривают ацетоном или уайт-спиритом.

Поврежденный и подвергшийся воздействию солнечной радиации поверхностный слой выравнивают и снимают зачисткой торцов путем обрезки или фрезерования острым инструментом или специальным устройством (рис. 15). Толщина удаляемого слоя не менее 1—3 мм. Торцы зачищают непосредственно перед сваркой (но не ранее чем за 6—8 ч до сварки), чтобы свариваемые поверхности не окислялись и не загрязнялись.



***Рис. 15. Торцовка пластмассовых труб***

Контактную сварку выполняют при температуре воздуха не ниже — 10°С для ПНП и ПВП и 0°С — для ПП. После подготовки трубы укладывают и центруют одна относительно другой, далее вводят нагревательный элемент, который оплавляет торцы труб. Затем нагревательный элемент удаляют и трубы соединяют под давлением, выдерживая их до охлаждения стыка.



***Рис. 16. Контактная стыковая сварка:
а — механизированная; б — ручная; 1 — зажимы; 2 — трубы; 3 — нагревательный элемент; 4 — блок питания***

Контактная сварка бывает механизированной и ручной.

Механизированную сварку выполняют на сварочных установках, обеспечивающих высокую точность поддержания технологического режима и высокое качество сварки. Сварочная установка состоит из зажимов для закрепления концов труб больших диаметров и нагревательного элемента, подвижно закрепленного на основании установки. Нагревательный элемент снабжен электрическим нагревом. В его диск вмонтирован тепловой электрический элемент (ТЭН), который питается от блока напряжением 36 В. Постоянная температура элемента поддерживается терморегулятором.

При ручной сварке, применяемой в неудобных местах (подвалах, колодцах, траншеях), используют нагревательный элемент, устройства для торцовки и центровки. Устройство для центровки труб небольшого диаметра состоит из зажимов, которыми захватываются трубы, и рычагов, сжимающих их после оплавления торцов труб (рис. 17).



***Рис. 11. Устройство для центровки труб:
1 - рычаги; 2 - зажимы***

При сварке после закрепления в зажимах торцы труб приводят в соприкосновение, при этом зазор между ними не должен превышать 0,5 мм для труб диаметром до 110 мм и 0,7 мм — для труб большего диаметра. Если это условие не выполняется, производят дополнительную обработку торцов труб. Затем трубы разводят и в зазор между ними вводят нагревательный элемент. Температуру элемента, зависящую от материала трубы, контролируют термометром. При отсутствии термометра температуру можно определить приблизительно, проведя куском материала, отрезанным от свариваемой трубы, по нагретой поверхности элемента: он должен плавиться, но не дымиться.

Оплавление концов труб производят путем плотного прижатия их торцов к нагревательному элементу. Время нагрева зависит от толщины стенки трубы и материала. Давление при нагреве поддерживают до тех пор, пока не будет достигнут полный контакт между свариваемыми поверхностями и инструментом. С появлением валика из расплавленного материала давление постепенно снижают, а нагрев продолжают до образования валика высотой 2— 2,5 мм при толщине стенки трубы до 5 мм и не более 3— 5 мм при большей толщине.

После окончания оплавления трубы разводят и извле- -кают элемент, а затем не более чем через 2-3 с после извлечения инструмента плотно соединяют оплавленные концы труб (осадка трубы). Трубы прижимают одна к другой под давлением осадки 0,1—0,25 МПа, при этом образуется прочный шов (рис. 18). При увеличении давления осадки оплавленный материал выдавливается из шва, что ведет к ухудшению качества сварки. Сварное соединение охлаждают, не снижая давления осадки, в течение 3— 10 мин в зависимости от толщины стенки и вида материала труб. При охлаждении не допускается перемещать и вращать концы труб в зоне сварного шва.



***Рис. 18. Технологическая последовательность контактной стыковой сварки:
а — установка нагревательного элемента; б — оплавление концов труб; в — удаление нагревательного элемента; г — соединение труб; 1 — трубы; 2 — нагревательный элемент; 3 — валик из расплавленного материала; 4 — сварной шов***

Контактную раструбную сварку выполняют в следующей последовательности (рис. 19). После подготовки труб нагревательный элемент вводят между их концами, которые затем сближают таким образом, чтобы они соприкасались с нагревательным элементом. После оплавления соединяемых поверхностей трубы разводят, удаляют нагревательный элемент и быстро вставляют гладкий конец трубы в раструб, выдерживая соединяемые детали в неподвижном состоянии до охлаждения.



***Рис. 19. Технологический процесс контактной раструбной сварки:
а — введение нагревательного элемента; б — оплавление концов труб; в — соединение труб; 1 — раструб; 2 — дорн; 3 — нагревательный элемент; 4 — гильза; 5 — гладкий конец; 6 — хомут***

Преимущества контактной раструбной сварки по сравнению со стыковой состоят в следующем: не образуются наплывы материала, которые мешают свободному движению жидкости в трубопроводе; создается более прочное соединение за счет большой площади соприкосновения; не требуется усилий для центровки и сжатия труб при их соединении.

Раструбное соединение выполняют с помощью раструбных соединительных деталей: тройников, муфт. При отсутствии соединительных деталей сварку производят в раструб, отформованный на гладком конце трубы. Внутренний диаметр соединительной детали или раструба должен быть меньше наружного диаметра соединяемой трубы.

Нагревательный элемент, используемый для контактной раструбной сварки, по конструкции проще, чем для стыковой. Однако в зависимости от диаметра соединяемых труб следует применять определенный нагревательный элемент или сменные насадки. Нагревательный элемент изготовляют из сплавов алюминия или нержавеющей стали. Поверхности инструмента, соприкасающиеся с материалом труб, должны быть отполированы и покрыты материалом, к которому не прилипает расплавленная пластмасса.

При сварке труб небольшого диаметра на строительной площадке элемент нагревают паяльной лампой или газовой горелкой. При этом температуру элемента контролируют термокарандашом или куском материала, отрезанным от свариваемой трубы.

При нагреве и оплавлении труб нагревательный элемент помещают между концами соединяемых труб так, чтобы дорн находился напротив раструба, а гильза — напротив гладкого конца трубы. Чтобы ограничить глубину вдвигания гладкого конца в нагревательный элемент на расстоянии, равном глубине гильзы, устанавливают ограничительный хомут. Раструб и гладкий конец быстро надвигают на нагревательный элемент. Время нахождения концов труб на нагревательном элементе должно обеспечить равномерное оплавление всей площади соприкасающихся поверхностей без потери формы и жесткости деталей. Если надвигание производить медленно, то концы соединяемых труб могут прогреться на всю толщину стенки или большую часть ее и потерять форму.

Оплавление продолжают до тех пор, пока у кромок раструба и на трубе по всему периметру не появится валик оплавленного материала высотой 1—2 мм. После этого быстро раздвигают соединяемые трубы и удаляют элемент из зоны соединения. Затем не более чем через 2—3 с трубы соединяют, вводя гладкий конец трубы в раструб и выдерживая их под осевой нагрузкой 20—30 с до начала отвердения материала. После соединения труб поворачивать и смещать их относительно друг друга запрещается.

Сварку нагретым газом с применением присадочного материала выполняют путем разогрева кромок соединяемых труб и прутка присадочного материала с помощью горелки и последующего заполнения шва материалом прутка, который вдавливают в разогретые поверхности. Этот способ универсален, так как позволяет производить сварку в любом положении шва, не требует точной подгонки деталей и сложного инструмента (рис. 20).



***Рис. 20. Сварка пластмассовых труб нагретым газом с присадочным материалом:
1 — трубы; 2 — пруток из присадочного материала; 3 — горелка; 4 — шланг подачи газа; 5 — электропровод***

Газ подается от компрессора по шлангу, нагревается электрической спиралью, питаемой током по проводу, и через сопло подается в зону сварки.

Сварка нагретым газом можэт быть стыковой или раструбной. Прочность стыкового соединения на растяжение выше, чем раструбного, а на изгиб наоборот.

Сначала подготовляют пруток присадочного материала к сварке, подбирают горелку и включают ее, контролируют температуру нагретого газа и производят сварку. При подготовке труб к сварке зачищают и обезжиривают места сварки. При стыковой сварке труб толщиной 2—5 мм снимают фаску под углом 60—65°.

Материал прутка выбирают в соответствии с материалом свариваемой трубы, его толщиной, геометрией шва.

Для сварки используют пруток простого (круглого) или сложного (двойного) профиля толщиной 3—4 мм. Пруток простого профиля используют при сварке труб толщиной до 5 мм, сложного — при большей толщине. Конец прутка обрезают под углом 30°

Горелку подбирают так, чтобы диаметр ее сопла был на 1 мм больше диаметра прутка. Подача газа 3—7 м**3**/ч при давлении перед горелкой до 0,04 МПа. Температура газа на выходе из сопла зависит от вида материала: для ПВХ, ПНП - 230—270°С; ПВП, ПП - 250-300°С.

Горелку включают и выводят на расчетный режим следующим образом. Открывают вентиль подачи сжатого воздуха и включают питание спирали. Через 3—5 мин после прогрева горелки окончательно устанавливают температуру газа, регулируя его подачу: при уменьшении подачи температура повышается, при увеличении — уменьшается. Температуру контролируют термометром или путем теплового воздействия на контрольные образцы. При контроле температуры вторым способом на кусочке, отрезанном от свариваемого изделия и размещенном на расстоя^ нии 6—8 мм от сопла, через 5 с должно появиться матовое пятно, а белая бумага, поднесенная к соплу, должна окраситься в темно-бурый цвет.

Нагретый газ должен быть чистым: не содержать пыли, масла и других веществ, ухудшающих качество шва. Чистоту нагретого газа проверяют, размещая на пути потока белый кусок хлопчатобумажной ткани или бумаги: на них не должно появляться черных пятен или точек. Если чистота воздуха недостаточна, то перед горелкой устанавливают воздушный фильтр.

Струю горячего газа направляют попеременно круговыми или колебательными движениями горелки на пруток и свариваемые кромки до образования матовой поверхности. Расстояние между наконечником горелки и поверхностью свариваемого шва должно составлять 5— 8 мм. По мере размягчения прутка и свариваемых поверхностей соединяемых труб пруток с усилием (для прутка диаметром 3 мм — 18—22 Н, а диаметром 4 мм — до 30 Н) вдавливают в разделку стыка. При этом пруток следует держать под углом к оси трубы: при стыковой сварке — 60—90°; при раструбной — 45° Сопло горелки должно составлять с осью трубы угол 15—25° для труб толщиной стенки до 5 мм и 30—45° для труб толще 5 мм в направлении, противоположном общему направлению сварки.

Пруток держат в левой руке между большим и указательным пальцами на расстоянии 70—80 мм от поверхности сварки, а горелку — в правой руке. Пруток укладывают в шов в определенном порядке (рис. 21), обеспечивая тем самым равномерное распределение напряжений в шве. По мере укладки прутка пальцы передвигают равномерно вверх. Перехватывать пруток следует плавно, не прерывая процесс сварки.



***Рис. 21. Стыковое (а) и раструбное (б) соединения:
1 — соединяемые трубы; 2 — сварные швы***

При выполнении стыковых соединений следят, чтобы при укладке первого валика часть прутка выступала с внутренней стороны шва на 0,5—1 мм, а раструбных соединений — чтобы катет углового шва по периметру трубы был равен толщине стенки раструба.

При смене или обрыве прутка конец приваренного прутка нагревают и срезают под углом 20—30°, затем к полученному срезу внахлестку приваривают аналогично подготовленный новый пруток. При этом необходимо, чтобы на шве расстояние между стыками прутков, последовательно укладываемых один над другим, было не менее 8 мм.

**Соединение труб на клею**. Этот способ используют для соединения раструбных труб и фасонных частей из ПВХ с зазором и без зазора.

При склеивании труб без зазора, когда разность диаметров склеиваемых элементов менее 0,1 мм, применяют клей, состоящий из перхлорвиниловой смолы (14—16 мас/ч) и метилхлорида (86—84 мас/ч). При склеивании труб диаметром более 100 мм, а также труб различных диаметров при повышенных температурах (более 25°С) и скоростях движения воздуха в зоне монтажа используют клей, состоящий из перхлорвиниловой смолы (14—16 мас/ч), метилхлорида (76—72 мас/ч) и циклогексаната (10—12 мас/ч).

Для склеивания труб с зазором, когда разность диаметров склеиваемых элементов менее 0,6 мм, служит зазорозаполняющий клей ГИПК-127, состоящий из тетрагидро-фурана (растворитель ПВХ), поливинилхлоридной смолы, оксида кремния. Склеивание проводят при температуре окружающего воздуха не ниже 5°С, рабочее место должно быть защищено от ветра и атмосферных осадков.

И в такой последовательности: сначала размечают посадочную длину, затем подготовляют склеиваемые поверхности, наносят клей, соединяют трубы.

Разметку посадочной длины производят линейкой или складным метром и карандашом. Длина посадочной части равна длине нахлеста клеевого соединения, которая должна быть на 6 мм больше наружного радиуса трубы. Подготовку склеиваемых поверхностей проводят так: зачищают гладкий конец и внутреннюю поверхность раструба шлифовальной шкуркой. Затем зачищенные поверхности обезжиривают органическими растворителями (метиленхлоридом).

Перед склеиванием труб без зазора проверяют плотность сопряжения деталей. При плотном сопряжении клей наносят одним слоем, при свободном сопряжении — двумя слоями (второй наносят после просыхания первого слоя до отлипа).

Клей наносят кистью из натуральной щетины. Перед нанесением клея проверяют его консистенцию, обмакивая палочку в клей: клей должен стекать с палочки ровной струей (консистенция сметаны). Густой клей разбавляют растворителем. Сначала клей наносят кистью на внутреннюю поверхность раструба, а затем на гладкий конец.

Клей наносят на 2/3 глубины раструба и на всю длину калиброванного конца трубы равномерным тонким слоем. При склеивании с зазором на раструб наносят тонкий слой, а на конец трубы — толстый слой.

Гладкие концы труб из ПВХ с раструбами, имеющими желобки под резиновое кольцо, склеивают только зазорозаполняющими клеями. На поверхность желобка клей не наносят.

Соединяют трубы сразу после нанесения клея, вдвигая гладкий конец в раструб. Лишний клей, вытесняемый из зазора, немедленно удаляют. Склеенные стыки в течение 5 мин не должны подвергаться механическим воздействиям. Узлы и плети труб перед монтажом выдерживают в течение 2 ч.

Раструбное соединение пластмассовых труб с резиновым кольцом по конструкции аналогично соединению чугунных труб. В желоб предварительно очищенного раструба трубы или фасонной части вводят резиновое кольцо. Гладкий конец трубы или фасонной части (но не кольца) смазывают мыльним раствором и, слегка вращая, вставляют в раструб до нанесенной на детали метки, при этом гладкий конец не должен доходить до упора в раструб. Между торцом и упорной поверхностью раструба оставляют зазор, необходимый для обеспечения свободного перемещения трубы при ее удлинении от изменения температуры стыков. После сборки соединения проверяют наличие кольца в желобке, для чего одну из соединяемых деталей поворачивают вокруг другой. Если кольцо находится в желобке, то деталь легко поворачивается.

Фланцевое соединение и соединение накидной гайкой. Для таких соединений на конце трубы после ее нагрева формуется с помощью пуансона утолщенный бурт илй отбуртовка. Соединения собирают так же, как на стальных трубах. Для уплотнения используют прокладку из мягкой резины. Накидные гайки завертывают специальными ключами.

**Соединение пластмассовых труб с трубами из других материалов**. В связи со свойствами пластмассовых труб — большой температурный коэффициент линейного расширения, низкая прочность и жесткость — для надежной работы трубопроводов большое внимание следует придавать правильному соединению их с трубопроводами из других материалов (рис. 22).



***Рис. 22. Соединение пластмассовых труб с трубами из других материалов:
а — с чугунной; б — трубы из ПВХ с трубой из ПВП или ПНП; 1 — чугунная труба; 2 — смоляная прядь; 3 — цемент; 4 — патрубок; 5 — раструб; 6 — резиновое кольцо; 7 — полиэтиленовая труба; 8 — клей; 9 — труба из ПВХ***

Соединение с чугунными напорными раструбными трубами выполняют с помощью резиновых колец с последующим заполнением раструба раствором расширяющегося цемента. При отсутствии колец допускается заделка раструба смоляной прядью и расширяющимся цементом, при этом внутрь пластмассовой детали запрессовывают в нагретом состоянии отрезок стальной трубы. Поверхность труб из ПВХ на длине раструба следует очистить растворителем, покрыть слоем клея и обсыпать песком, а поверхность труб из ПВП и ПНП оплавить и покрыть песком.

Соединение с чугунными канализационными трубами производят с помощью полиэтиленового переходного патрубка, на конце которого имеется раструб с резиновым кольцом, обеспечивающим плотное соединение с пластмассовой трубой.

Соединение труб из ПВХ с полиэтиленовыми трубами осуществляется с помощью переходного патрубка, который приклеивают к трубе и уплотняют резиновым кольцом на полиэтиленовой трубе.

Соединение со стальными трубами водоразборной и трубопроводной арматуры выполняют с помощью фланцев и накидных гаек.

При соединении пластмассовых труб должно быть обеспечено высокое качество стыков, их прочность и плотность.

Качественный сварной стык должен иметь ровную поверхность без трещин и складок, вызванных перегревом деталей. Валик оплавленного материала должен быть сплошным и равномерным по ширине по всему периметру и слегка выступать за наружную поверхность трубы или торцовую поверхность раструба. Высота валика не должна превышать 2 мм при толщине стенки до 10 мм и 3— 4 мм при большей толщине, смещение кромок — 10% от толщины стенки, а отклонение углов между осевыми линиями труб и фасонных частей в месте стыка — 10°

Качество сварных соединений пластмассовых труб контролируют на всех стадиях технологическою процесса: до начала сварочных работ, в процессе сварки (операционный контроль) и после его окончания. До начала сварочных работ проверяют размеры соединяемых деталей и сварочного инструмента. При операционном контроле проверяют, как подготовлены места соединений, производят контроль технологического режима сварки (температуры нагревательного элемента, времени нагрева и т. д.).

Все сварные швы подлежат внешнему осмотру. При этом выявляют зоны непровара (пустоты), перегрева материала, величину и равномерность валика, перекосы в соединении. При производстве клеевого соединения контролируют равномерность и непрерывность клеевой пленки по всему периметру соединения и определяют дефекты: непроклей, наличие мягкой клеевой прослойки, пористость клеевого шва, перекос соединения и т. д. Стыки с дефектами заменяют новыми или подвергают ремонту.

**Меры безопасности**. Организация рабочего места и безопасности труда при соединении пластмассовых труб аналогичны применяемым при соединении чугунных труб.

При обработке пластмассовых труб следует учитывать их специфические свойства. Из-за низкой теплопроводности пластмасс режущий инструмент сильно нагревается и может стать причиной ожога. Все станки и приспособления должны быть оборудованы надежными устройствами для закрепления труб. При распиливании образуются\* стружка и пыль, вредно действующие на органы дыхания, поэтому дисковые пилы рекомендуется оборудовать местными отсосами.

При сварке, нагреве и формовании раструбов пластмассовых труб работать необходимо в спецодежде и рукавицах. Следует помнить, что полиэтилен — горючий материал. Ванны для нагрева должны быть неподвижно закреплены в доступном месте. Детали извлекают из ванны щипцами.

Клеевые вещества хранят в сосудах с герметично закрывающимися пробками, крышками, а кисти — в закрытых коробках. Не следует допускать разбрызгивания растворителей. Курение во время склеивания категорически запрещается.