

ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК»

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора
департамента информационной
политики и развития


«___» _____ 2020г.



ИМ.ГПП.01-15-2

Издание 2

**СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДИАМЕТРОМ
800-1200 мм ВСТЫК НАГРЕТЫМ ИНСТРУМЕНТОМ**

РАЗРАБОТАНО:

Главный специалист департамента
стратегического развития


«___» _____ 2020 г.

Специалист отдела нормативно-
технической документации
департамента информационной
политики и развития

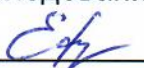

«___» _____ 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора департамента
по перспективным проектам


«___» _____ 2020 г.

Начальник управления маркетинга,
департамента маркетинга,
исследований и разработок


«___» _____ 2020 г.

Начальник отдела нормативно-
технической документации
департамента информационной
политики и развития


«___» _____ 2020 г.

Москва
2020

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 26 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» и от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Сведения об инструкции:

1 РАЗРАБОТАНА Отделом нормативно-технической документации Департамента информационной политики и развития, при участии и согласовании специалистов Департамента стратегического развития и Департамента маркетинга, исследований и разработок.

На основании положений СП 399.1325800.2018 «Системы снабжения и канализации наружные из полимерных материалов» и в соответствии с СТО ИСМ 7.5-20 «Управление документами по стандартизации и техническими документами».

2 РЕКОМЕНДОВАНА для применения организациями, выполняющими монтажные и ремонтные работы по прокладке полиэтиленовых трубопроводов на основе труб производства ООО «Группы ПОЛИПЛАСТИК» по ГОСТ 18599 диаметром 800-1200 мм, в части сварки встык нагретым инструментом и контролю качества сварных соединений.

3 ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ. ИЗДАНА ВЗАМЕН ИМ.ГПП.01-15-1.

Настоящая инструкция не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК»

Содержание

	Введение
1	Область применения
2	Нормативные ссылки
3	Основные требования
4	Организационно-технические мероприятия
5	Хранение труб
6	Сварка встык нагретым инструментом
7	Внешний вид соединения и размеры грата
8	Визуально-измерительный контроль и испытания сварных соединений
9	Библиография

Приложение А (справочное): Технологическая инструкция (краткое изложение)

Введение

Настоящая инструкция разработана в целях дополнения современной Российской нормативной базы в области сварки полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599 диаметром 800-1200 мм встык нагретым инструментом (нагревателем), контролю качества сварных соединений и составления технологических карт и проектов производства работ по строительству полиэтиленовых трубопроводов.

1 Область применения

Настоящая инструкция устанавливает требования к проведению сварки встык нагретым инструментом полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599 диаметром 800-1200 мм и соединительных деталей из ПЭ 100 при монтаже трубопроводов и изготовлении укрупненных узлов, предназначенных для транспортировки жидкостей.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы нормативные ссылки на следующие стандарты своды правил:

ГОСТ 18599 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ Р ИСО 12176–2011 Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 1 Сварка нагретым инструментом

ГОСТ Р 54792-2011 Дефекты в сварных соединениях термопластов. Описание и оценка

ГОСТ Р 55142-2012 Испытания сварных соединений листов и труб из термопластов. Методы испытаний

ГОСТ Р 55276-2012 Трубы и фитинги пластмассовые. Процедуры сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых (ПЭ) труб и фитингов, используемых для строительства газо- и водопроводных распределительных систем

СП 399.1325800.2018 Системы снабжения и канализации наружные из полимерных материалов.

3 Основные требования

3.1. Качество и контроль

3.1.1 Качество выполненных сварных соединений зависит от квалификации сварщиков, условий проведения сварки, применяемого оборудования и оснастки, а также выполнения специальных рекомендаций производителя и данной инструкции. Сварное соединение может быть испытано с помощью неразрушающих и/или разрушающих методов контроля.

3.1.2 Во время работ фиксируются параметры каждой операции выполняемого процесса сварки с целью подтверждения их соответствия параметрам ранее утвержденной

технологической карте объекта строительства. Современным и наиболее эффективным способом считается машинное протоколирование - автоматическая регистрация последовательности и параметров сварки при ведении работ. Дальнейшие действия (проверка, анализ ведения работ) с электронными отчетами позволяют оперативно (в том числе дистанционно) фиксировать нарушения в ведении сварочного процесса.

3.1.3 Сварные соединения подлежат обязательному контролю. Методы и объем контроля согласовываются между исполнителем работ и должны быть зафиксированы в ППР. Результаты контроля фиксируются письменно.

3.1.4 До начала основных сварочных работ необходимо испытывать пробные и допускные образцы соединений.

3.1.5 Пробные соединения выполняются до начала основных сварочных работ при получении новой партии труб/деталей, с целью:

- проверки свариваемости труб/деталей;
- оптимизации основных параметров сварки;
- отладки технологии сварки.

3.1.6 Допускные соединения обязаны выполняться каждым сварщиком в реальных условиях выполнения сварочных работ на трубах длиной, утверждённой проектом:

- на определенном типоразмере трубы (каждой партии изготовления);
- при изменении партии изготовления трубы (переходное соединение, например, сварка труб из Партии №1 с Партией №2);
- при изменении марки или модели сварочного оборудования;
- при изменении типоразмера свариваемой трубы.

3.1.7 Сварку допускных соединений разрешается совмещать со сваркой пробных стыков, выполняемых при проверке и оптимизации основных параметров технологического процесса сварки.

3.1.8 Систематическая проверка квалификации сварщиков, в процессе строительства, осуществляется путем визуального и измерительного контроля стыков, а также механических испытаний контрольных соединений. По согласованию с заказчиком утверждаются контрольные образцы сварного шва, вырезанные из допускных соединений, имеющих положительное заключение испытательной лаборатории разрушающего контроля. Количество контрольных образцов согласовывается с заказчиком.

3.1.9 На всем протяжении проведения сварочных работ проверяются контрольные соединения, которые выполняются в ходе основных сварочных работ, с целью подтверждения квалификации сварщиков. Они отбираются ответственным лицом от

строительной организации и, дополнительно, по требованию заказчика. В качестве контрольных соединений следует выбирать соединения, худшие по внешнему виду или выполненные в условиях отличных от принятых. Результаты испытаний оформляются письменно. При отрицательном результате испытания контрольного соединения проводятся испытания удвоенного количества соединений, сваренных данным сварщиком. При получении отрицательного результата испытаний любого из них все соединения, сваренные этим сварщиком, бракуются. Исправления/ремонт забракованных соединений не допускается. Сварщик отстраняется от работы до выяснения причин, вызвавших появление брака сварных соединений. Проводится комплексная внеплановая проверка сварочного оборудования с приглашением технических специалистов аккредитованных заводом изготовителем этого оборудования. Непосредственно на объекте проводится проверка утвержденных процедур (режимов) сварки, организации рабочего места.

3.2. Квалификация сварщиков (монтажной бригады)

3.2.1 К сварке полиэтиленовых трубопроводов систем водоснабжения допускаются сварщики, обученные в соответствии с требованиями СП 399.1325800.2018 (п. 4.2 и 6.3.17).

3.2.2 Обученный сварщик должен уметь выполнять сварочные работы с соблюдением требований технологической документации и правил безопасности.

3.2.3 Сварщик должен иметь карточку оператора по ГОСТ Р ИСО 12176-3, в которой указывается следующая информация:

- способ сварки (НИ);
- наименование изделий, к сварке которых допущен сварщик (трубопроводы подземного газоснабжения и др.);
- группа полиэтиленовых материалов, к сварке которых допущен сварщик- оператор (ПЭ 100).

Внимание! Если сварщик был отстранен от работ из-за нарушения выполнения технологии проведения сварочных работ или за неудовлетворительное качество полученных сварных соединений, то он должен пройти внеочередное обучение.

3.2.4 Сварщик, впервые приступающий в данной организации к работе, должен сварить допускное соединение, аналогичное соединениям, которые ему предстоит варить в процессе выполнения производственных работ.

3.2.5 После проведения ВИК (визуально измерительного контроля) и испытаний на кратковременную прочность допускного соединения составляется протокол, являющийся

основанием для допуска (или недопуска) сварщика к работе. Основанием для выполнения сварщиком производственных работ является приказ по предприятию о допуске сварщика к работам, в котором ему также присваивается личное клеймо.

3.2.6 Объем контроля и нормы оценки качества соединений должны быть согласованы с заказчиком и учитывать требования ГОСТ Р 54792 и ГОСТ Р 55276.

3.2.7 Допуск сварщиков к работе оформляется письменно и согласуется с заказчиком.

3.2.8 При работе на сварочных машинах при отсутствии механизации подачи торцевателя, нагревателя и основных фиксирующих хомутов, а также при отсутствии стандартного подъемного механизма (кран-балки) все дополнительные работы выполняются монтажной бригадой под руководством и контролем сварщика. Персонал бригады должен знать и понимать технологию процесса сварки. Персоналу бригады (кроме сварщика) запрещено управлять сварочной машиной, проводить обезжиривание, оценку качества подготовки труб к сварке.

3.3. Оборудование

3.3.1 Сварочные машины, вспомогательное оборудование и приборы, применяемые для сварки должны соответствовать ГОСТ Р ИСО 12176-1.

3.3.2 Конструкция машины должна обеспечивать выполнение технологии сварки согласно ГОСТ Р 55276.

3.3.3 Применение сварочных машин с центратором в двух- и трех - колечном исполнении для сварки труб диаметром 800-1200 мм должно быть исключено в виду неудовлетворения их требованиям по жесткости.

Конструктивные элементы оборудования должны соответствовать основным требованиям безопасности.

Устройства, регистрирующие данные по сварке, должны иметь возможность передавать данные для дальнейшего использования. Регистраторы существенно улучшают контроль основных параметров сварки. Решение об использовании регистрирующих устройств должна принимать организация, обеспечивающая технический надзор за сварочными работами.

Перед вводом оборудования в эксплуатацию необходимо проверить:

- наличие паспорта сварочной машины;
- её комплектность согласно инструкции/паспорта;
- исправность и работоспособность всех блоков и узлов сварочной машины;
- отсутствие механических повреждений и подтеков масла;
- срок действия последней проверки.

Проверка сварочного оборудования оформляется письменно и согласуется с заказчиком. При эксплуатации сварочного аппарата в журнал работ заносится информация обо всех замечаниях и общем состоянии оборудования. Систематический контроль сварочного оборудования выполняет сварщик в начале и в конце каждой смены на основании инструкции по эксплуатации машины. Копия инструкции должна находиться на участке производства работ.

При выявлении нарушений условий эксплуатации сварочного оборудования или его отклонении от заявленных производителем параметров необходимо немедленно прекратить выполнение сварочных работ.

Вспомогательное оборудование (роликовые опоры, заглушки, скругляющие инструменты) и инструменты измерительного контроля, должны находиться в исправном состоянии.

При организации рабочей площадки и производства сварочных работ необходимо обеспечивать максимальную производительность и качество выполняемых соединений.

3.4 Входной контроль труб и соединительных деталей из полиэтилена.

Трубы и соединительные детали, поступающие непосредственно на объект должны иметь ярлык соответствия по ГОСТ 24297, полученный по результатам входного контроля.

На поверхности труб и соединительных деталей должна быть маркировка, включающая наименование предприятия-изготовителя и/или товарный знак, условное обозначение, дата изготовления (месяц, год).

Пример маркировки трубы из полиэтилена ПЭ 100, SDR 17, номинальным наружным диаметром 800 мм и номинальной толщиной стенки 47,4 мм, для систем хозяйственно-питьевого назначения:

Группа ПОЛИПЛАСТИК КТЗ ПЭ 100 SDR 17 – 800×47,4 питьевая ГОСТ 18599-2001.

Входной контроль должен проводиться на соответствие нормам показателей внешнего вида и геометрических размеров труб, поставленных на объект (см. рисунки 1-3). Допускается проведение механических испытаний в лаборатории строительно-монтажных организаций или по договорам с независимыми испытательными центрами, аккредитованными на данный вид деятельности.

По внешнему виду труба должна отвечать требованиям ГОСТ 18599 и иметь гладкую наружную и внутреннюю поверхности. Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие толщину стенки за пределы допустимых отклонений. На

поверхности и по торцам труб не допускаются пузыри (вздутия), раковины, трещины, глубокие царапины с острыми и рваными краями, инородные включения. Внешний вид поверхности труб и деталей определяют визуально без применения увеличительных приборов. Глубину дефектов определяют с помощью индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм. Размеры труб и деталей (длину, диаметры, толщины стенок) определяют при температуре $(23 \pm 5^\circ\text{C})$. Перед измерением образцы необходимо выдержать при указанной температуре не менее 2 часов (для средних, больших и супербольших диаметров время кондиционирования необходимо увеличить). Измерение наружного диаметра труб проводят на расстоянии не менее 150 мм от края торцов.

В случае получения неудовлетворительных результатов хотя бы по одному из показателей (внешнему виду, размерам или механическим свойствам) этот показатель контролируется повторно на удвоенном количестве образцов, взятых из той же партии. В случае вторичного получения неудовлетворительных результатов производят контрольные испытания в присутствии завода-изготовителя данной партии труб (деталей).



Рисунок 1 –
Средства
измерения
геометрических
размеров труб:
толщиномер,
штангенциркуль,
циркометр*



Рисунок 2 –
Применение
толщиномера для
измерения толщины
стенки



Рисунок 3 –
Применение
циркометра на
трубе

П р и м е ч а н и е. Циркометр представляет собой ленту из нержавеющей стали. На край плоской поверхности циркометра лазерной гравировкой нанесены две шкалы: нижняя – для измерения длины окружности, и верхняя – для измерения диаметра.

Соответствие труб и соединительных деталей нормам проверяется при обязательном входном контроле с оформлением документа, согласованного заказчиком.

4 Организационно - технические мероприятия.

4.1 Организационно технические мероприятия включают в себя:

- подготовку места сварки, размещение, подготовку сварочного оборудования и дополнительных устройств (регулируемые роликовые опоры, кран-балка и др.);
- сборку и установку защитного укрытия, освещения и обогрева места сварки (то же и для труб/деталей) при отрицательной температуре окружающего воздуха;
- организацию мест временного хранения труб/деталей;
- организацию подъездов, мест для работы подъемной техники.

4.2 Сварочное оборудование (см. рисунок 4) следует размещать на заранее расчищенной и спланированной площадке. Место проведения сварочных работ выбирается исходя из возможности сварки максимально длинного участка трубопровода без перемещения сварочного оборудования.

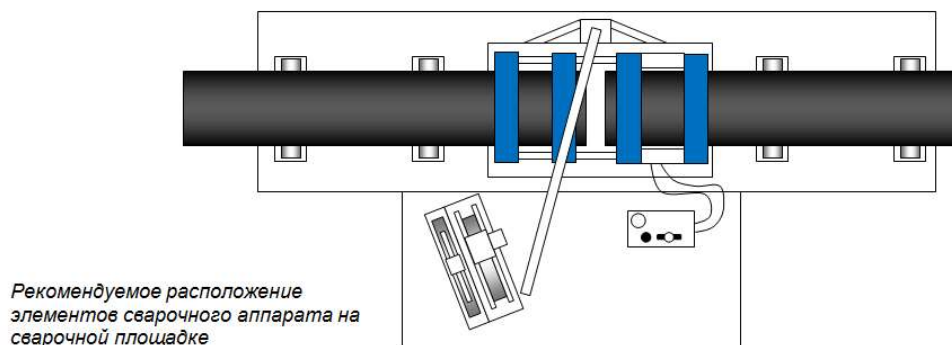


Рисунок 4 - Расположение блоков сварочной машины выбирается согласно ее инструкции эксплуатации

4.3 Для обеспечения качественной сварки центратор (см. рисунок 5) и ближайшие роликовые опоры (по 2 шт. с каждой стороны от центратора) должны располагаться на плоском, прочном основании. Роликовые опоры (см. рисунок 6) должны иметь возможность регулировки по высоте и первые опоры должны располагаться не далее 3 метров от центратора, а вторые - не далее 6 метров от первых опор. Сварка труб возможна только при использовании роликовых опор, которые при низких температурах должны крутиться, а не проскальзывать. Сварка между собой плети длиной более 13 метров, ввиду большой массы указанных труб и значительного увеличения давления перемещения таких плетей, должна

выполняются после специальной подготовки и коррекции режима сварки. При этом выполнение сварки рекомендуется производить в присутствии технадзора.

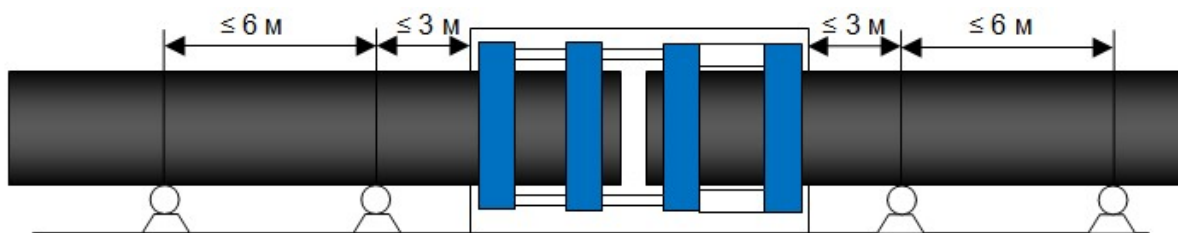


Рисунок 5 – Центратор и его расположение на стыкуемых участках трубопровода



Рисунок 6 – Использование роликовых опор при прокладке трубопроводов

4.4 Для удобства работы в укрытии и увеличения скорости подачи / изъятия нагретого инструмента и торцевателя рекомендуется использовать штатный тельфер, который монтируется на центраторе.

4.5 При возможной организации двух сварочных постов выбирается оптимальное расположение на местности, где планируется производить сварку, например, в двух противоположных направлениях.

4.6 Перемещение сваренной плети волоком не допускается во избежание ее повреждения. Для перемещения длинного участка сваренного трубопровода необходимо применять роликовые опоры в достаточном количестве или другое специальное оборудование.

4.7 Подготовка к работе сварочного оборудования должна выполняться сварщиком строго в соответствии с рекомендациями изготовителя и инструкции по его эксплуатации.

4.8 Подготовка проводится на машине перед началом сварки и включает в себя:

- установку редукционных вкладышей, соответствующих диаметру свариваемых труб, в зажимы;
- визуальную проверку узлов машины и приспособлений;
- визуальную проверку изоляции электрических кабелей и наличие заземления;
- заправку топливом электрогенератора и проверку надежности его работы контрольным включением. Проверка источника питания на соответствие требованиям по электропитанию сварочного оборудования;
- проверку соответствия рабочему уровню масла в гидросистеме;
- обработку смазкой, рекомендованной изготовителем машины, трущихся поверхностей и разъемных соединений;
- проверку исправности и заточки ножей торцевателя;
- проверку работы контрольно-измерительных приборов;
- очистку от пыли, продуктов окисления, остатков полиэтилена и обезжиривание с помощью специальных салфеток с пропиткой (для обезжиривания ПЭ) поверхностей нагревателя и торцевателя;
- проверку работы передвижного зажима;
- проверку с двух сторон температурного поля нагревателя, контактным термометром;
- проверку подъемного механизма;
- проверку регистрирующего устройства.

Данные о результате проверки сварочного оборудования заносятся в журнал производства работ.

4.9 Зона сварочных работ должна быть защищена от влияния погодных условий (например, от влаги, пыли и низких температур). Если с помощью принятых мер (например, предварительный нагрев, укрытие, отопление) будет поддерживаться необходимая для сварочного процесса температура тела свариваемых труб, то работы могут проводиться при любой наружной температуре. Обогревательные приборы не должны создавать в укрытии движение воздуха препятствующего оптимальной работе нагретого инструмента.

4.10 При необходимости подтверждения выбранных параметров сварки, проводится дополнительная проверка путем испытания образцов методами, изложенными в разделе 8. Если привариваемые детали нагреваются солнечным излучением неравномерно, то также следует использовать специальные укрытия. Охлаждение потоками воздуха (сильный ветер) во время сварочного процесса должно исключаться. Во время сварки концы труб должны быть надежно заглушены. Так же необходимо обеспечить дополнительное остывание выполненного соединения вне центриатора сварочной машины при отрицательных

температурах окружающего воздуха с использованием термопоясов, исключаящих резкие перепады температуры.

4.11 Поверхности труб/деталей, подготавливаемые к сварке, не должны иметь повреждений и должны быть очищены от загрязнений (например, пыли, грязи, масла) на расстояние не менее 150 мм от торцов. Нахождение на свариваемых поверхностях труб/деталей льда, инея, снега не допускается. Трубы и соединительные детали с неустраняемыми дефектами отбраковываются.

5 Хранение труб

5.1 При хранении полиэтиленовых труб большого диаметра на торцах труб необходимо устанавливать распорки для исключения образования овальности труб (см. рисунок 7).



Рисунок 7 – Схема расположения распорок

5.2 Трубы или их концы, длительное время хранящиеся при отрицательных температурах, перед началом сварки рекомендуется помещать внутрь укрытия (палатки, грузового контейнера и пр.) с подогревом и прогревать их при плюсовой температуре (не ниже $+10^{\circ}\text{C}$) в течение не менее 2 часов.

5.3 При отрицательных температурах полиэтилен становится более жёстким и трубы с овальностью будет сложно зафиксировать в центраторе, не повредив стяжные шпильки. Кроме того, в процессе прогрева при стандартных параметрах сварки трубы будут прогреваться значительно медленнее, а, значит, и менее эффективно, чем требуется для качественной сварки.

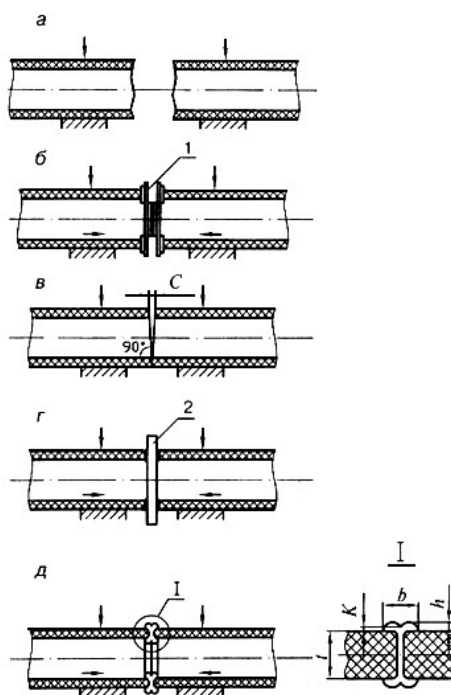
5.4 После окончания прогрева торцов труб накопленный в трубе «холод» будет быстро остужать полиэтилен в зоне сварки, что приведет к достаточно высокому риску получения «холодного стыка», при котором разогретый полиэтилен будет выдавлен из зоны сварки в

область сварного грата, а сами охладившиеся стенки труб не будут сварены между собой. Поэтому в процессе сварки необходимо стремиться к максимально возможному сокращению времени перехода, так как в таблице параметров сварки труб диаметром 1200 мм указано время для температуры окружающего воздуха +20 °С.

6 Сварка встык нагретым инструментом

6.1. Принцип сварки

При сварке нагретым инструментом подготовленные поверхности свариваемых деталей выравниваются на нагретом инструменте под давлением выравнивания Р1, нагреваются до температуры сварки при уменьшенном давлении прогрева Р2, после удаления нагретого инструмента соединяются и охлаждаются под сварочным давлением Р3 (ГОСТ Р 55276). Более подробно процедуры сварки подробно отражены в ГОСТ Р 55276.



а - центровка и закрепление в зажимах сварочной машины концов свариваемых труб;

б - механическая обработка торцов труб с помощью торцевателя 1;

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

Рисунок 8 - Последовательность процесса сборки и сварки встык труб из полиэтилена

6.2. Подготовка к сварке

6.2.1 Прежде, чем начать сварочный процесс, необходимо проверить температуру нагревателя с помощью прибора для контактного измерения температуры поверхности. Обычно все нагреватели оснащены локальным датчиком измерения внутренней температуры, показания которого нужны для корректной работы регулирующей системы, но они не отражают реальную температуру поверхности нагревателя из-за влияния, например, ветра, температуры окружающей среды или тепловых потерь, вызванных особенностью конструкции нагревателя. Контроль температуры должен быть осуществлен на нагретом инструменте в области соприкосновения со свариваемыми торцами. Данный контроль рекомендуется производить в начале каждого процесса сварки. Измерения следует производить не менее чем в четырех диаметрально противоположных точках с каждой стороны нагретого инструмента. Нагретый инструмент может быть использован не ранее чем через 10 мин после первоначального достижения установленной на регуляторе температуры.

6.2.2 Нагретый инструмент должен очищаться и обезжириваться при помощи одноразовой светлой салфетки или хлопчатобумажной ткани без ворса перед каждым началом работы смены. Дополнительная очистка должна быть произведена в случае налипания расплава ПЭ, попадания пыли или другого загрязнения поверхности нагретый инструмента.

6.2.3 Антиадгезионное покрытие нагретого инструмента в рабочей зоне не должно иметь повреждений, влияющих на качество сварочного соединения.

6.2.4 Усилия сведения торцов свариваемых труб, обеспечивающие нормативные значения давления в плоскости сварки ($P_{1,2,3}$), оцениваются по показаниям манометра или электронного индикатора давления.

6.2.5 Дополнительно, во время сварки труб, экспериментально определяется величина усилия перемещения подвижного зажима сварочной машины с закрепленной трубой или деталью. Усилие перемещения определяют (каретки) по показаниям индикатора внутреннего давления в гидросистеме сварочного оборудования при медленном перемещении трубы/детали, подлежащей сварке, примерно на середине длины движения перемещающейся каретки центратора. Усилие должно быть одинаковым на всем пути перемещения подвижной каретки. Определенное экспериментально усилие перемещения должно быть добавлено к расчетному усилию сварки.

6.2.6 Трубы и детали должны быть выровнены в осевом направлении (отцентрованы) в сварочном оборудовании до их зажима. Запрещается выравнивать соосность свариваемых труб при помощи затяжки основных фиксаторов. По возможности свариваемые трубы должны

быть установлены таким образом, чтобы форма их овальности максимально совпадала, а надпись заводской маркировки привариваемой трубы совпадала по направлению маркировки другой трубы. В случае имеющейся дополнительной маркировки (по согласованию с производителем) торцов труб по порядку их экструдирования свариваемые трубы следует сваривать (для упрощения процедуры подготовки) согласно этим маркировкам, например, 1К (конец первой трубы) с 2Н (начало второй трубы).

Внимание! Неравномерная затяжка фиксаторов может привести к скручиванию центратора и потери его геометрии.

6.2.7 Перемещение труб и деталей, подлежащих сварке, должно быть обеспечено, например, с помощью регулируемых роликовых опор. Совмещение кромок деталей осуществляют также поворотом одного из свариваемых концов вокруг его оси.

6.2.8 Необходимо принять все возможные меры по сохранению соосности свариваемых труб на протяжении всего времени сварки и охлаждения.

6.2.9 Подготавливаемые к сварке концы труб должны быть отторцованы обезжиренным торцевателем непосредственно перед сваркой.

6.2.10 После торцевания зазор и смещение кромок должны контролироваться. Рекомендуется проводить контроль зазора между торцами в сведенном состоянии, как без давления, так и с реальным давлением сварки (соблюдая все меры предосторожности).

6.2.11 При подготовке торцов к сварке должно быть достигнуто минимальное смещение кромок, не превышающее 10% от номинальной толщины стенки.

6.2.12 Обработанные области сварки должны быть чистыми, и их нельзя трогать руками. Случайно загрязненные поверхности сварки должны очищаться специальными одноразовыми салфетками для обезжиривания ПЭ.

6.3. Базовая процедура сварки

При сварке нагретым инструментом встык, торцы, подлежащие сварке, нагреваются до температуры сварки с помощью нагретого инструмента и соединяются под давлением после удаления нагретого инструмента.

Температура нагретого инструмента (T_H) выбирается согласно ГОСТ Р 55276. Учитывая данные по термостабильности материала и времени прогрева, следует избегать высоких значений температур НИ. Рекомендуемым средним значением температуры нагретого

инструмента является 220 °С. Проверка оптимальности выбранного режима сварки проводится методами визуально-измерительного контроля (ВИК) и разрушающими испытаниями.

Циклограмма сварки.

Рисунок 9 (процедура единственно низкого давления) иллюстрирует изменения нормативного давления в плоскости сварки на разных стадиях процесса сварки (циклограмма).

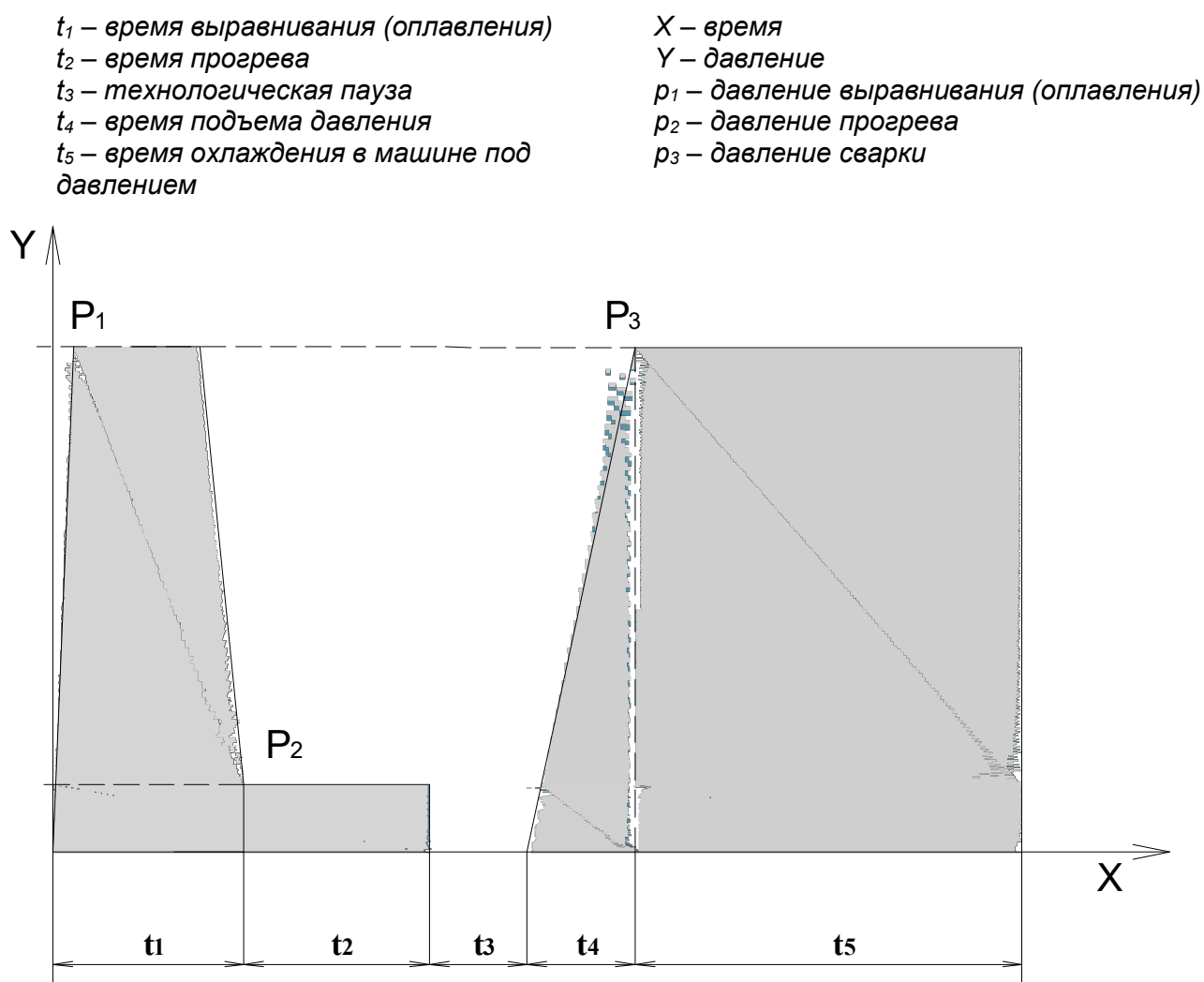


Рисунок 9 – Циклограмма сварки

Т а б л и ц а 1 – Основные и вспомогательные параметры сварки

Параметры	Ед. изм.	Значение
Температура нагревателя	С°	От 200 до 245
Давление выравнивания	МПа	$0,17 \pm 0,02$
Минимальный размер первичного валика	мм	$0,5+0,1e_n^a$
Минимальное время прогрева	с	$(11\pm1) e_n$
Давление при прогреве	МПа	0 сверх давления перемещения
Максимальное время технологической паузы	с	$0,1 e_n+4,0$
Давление при сварке	МПа	$0,17\pm0,02$
Максимальное время достижения сварочного давления	с	$0,4 e_n+2,0$
Минимальное время охлаждения в машине под давлением	мин	$e_n +3$
Минимальное время охлаждения вне машины	мин	$e_n +3$
^a максимум 6 мм		

Где e_n номинальная толщина стенки.

Примеры расчетов длительности стадий согласно ГОСТ Р 55276 приведены в таблице 2. Промежуточные значения могут быть получены интерполяцией.

Т а б л и ц а 2 – Примеры расчетов длительности стадий

Номинальная толщина стенки e_n мм	Минимальный размер первичного валика, мм	Минимальное время прогрева, с	Максимальное время технологической паузы, с	Максимальное время подъема давления, с	Охлаждение в машине под давлением, мин
70	6	От 700 до 840	11	От 25 до 35	73
90	6	От 900 до 1080	13	От 35 до 38	93

Минимальный первоначальный размер валика в конце стадии выравнивания составляет $a=0,5+0,1e_n$ (максимум 6 мм). Минимальное время прогрева в секундах составляет $b=(11\pm1) \cdot e_n$. Настоятельно рекомендуется, чтобы при сварке с предельно низкими

температурами окружающей среды использовались максимальные значения времени прогрева, хотя это приводит к увеличению ширины сварных швов.

Максимальное время технологической паузы в секундах, составляет $0,1 \cdot e_n + 4$. Все усилия должны быть направлены на уменьшение этого времени, насколько это возможно. Максимальное время подъема давления сварки составляет $0,4 \cdot e_n + 2$ с. Время охлаждения в машине под давлением $t_5 = e_n + 3$ мин, при давлении $0,17 \pm 0,02$ МПа.

Может потребоваться удлинить t_5 или сократить этот период в зависимости от температуры окружающей среды. Увеличение времени охлаждения должно сопровождать рост времени прогрева. Таким образом, при максимальном t_2 время охлаждения t_5 должно быть увеличено на 60% выше минимального.

6.3.1 Выравнивание

Соединяемые области свариваемых торцов выравниваются относительно нагретого инструмента до тех пор, пока они не образуют плотный контакт с нагревателем, что определяется визуально. Выравнивание заканчивается, когда высота валиков достигла значений, указанных в таблицах 1, 2 по всей окружности трубы. Появление валика заданного размера – это показатель полного контакта соединяемых областей с нагретым инструментом. В течение всего процесса выравнивания действует давление выравнивания, равное $0,17 \pm 0,02$ МПа. При этом к расчетному усилию добавляется экспериментально определенное усилие перемещения подвижной каретки центратора с привариваемой трубой/деталью.

6.3.2 Прогрев

При прогреве соединяемые области должны контактировать с нагретым инструментом при низком давлении, которое должно быть достаточно для сохранения плотного контакта заготовок с нагревателем. При этом к расчетному усилию добавляется экспериментально определенное усилие перемещения заготовок. Во время прогрева тепло передается в соединяемые области на глубину достаточную для сварки. Время прогрева указано в таблицах 1,2.

6.3.3 Удаление нагретого инструмента

После прогрева соединяемые торцы должны быть отсоединены от нагретого инструмента. Нагретый инструмент должен быть удален таким образом, чтобы нагретые области, подлежащие соединению, не были повреждены или загрязнены. Соединяемые торцы должны быть быстро сведены друг с другом до достижения непосредственного

контакта. Время технологической паузы должно быть как можно короче, см. таблицы 1, 2 столбец 4 (указано максимально возможное время технологической паузы), в противном случае расплавленные области остынут и подвергнуться окислению, что негативно повлияет на качество сварного соединения.

Во время технологической паузы важно успеть проконтролировать поверхность разогретых торцов. Не допускается наличия на них раковин, деформационных полос (например, вызванных дефектом нагретого инструмента), частиц отслоенного антипригарного покрытия нагретого инструмента или других инородных включений. Необходимо избегать чашеобразной формы расплавленных торцов, т.к. это может говорить о превышении давления при их прогреве.

6.3.4 Соединение

Области, подлежащие сварке, должны соприкоснуться с минимальной скоростью. Нужное давление сжатия должно нарастать по возможности линейно. Требуемые временные интервалы приведены в таблицах 1,2. Давление сжатия составляет 0.17 ± 0.02 МПа. При этом к расчетному усилию добавляется экспериментально определенное усилие перемещения. Точный контроль нарастания давления сжатия нужен для достижения достаточной толщины зоны расплава в соединении. Давление сжатия должно поддерживаться в течение времени охлаждения (см. таблицы 1,2). Прилагать механические нагрузки к сварному соединению разрешается только после продолжительного остывания. В период охлаждения стыка сварщик заполняет журнал сварочных работ.

6.3.5 Охлаждение

В течение всего процесса охлаждения действует давление, равное $0,17 \pm 0,02$ МПа. При этом к расчетному усилию добавляется экспериментально определенное усилие перемещения подвижной каретки центратора с привариваемой трубой/деталью. Охлаждение заканчивается, когда достигнуты значения, указанные в таблице 1,2.

Внимание! Охлаждать стык дополнительно (сжатым воздухом, водой и т.п.) не допускается.

7 Внешний вид соединения и размеры грата

После сварки должен появиться правильный двойной внешний валик (грат). Размер и форма валика характеризуют качество сварки (см. рисунок 10). Различные по форме внешние валики могут быть следствием многих причин, включая особенности свойств материалов свариваемых заготовок, неисправности оборудования, плохую подготовку соединения и несоблюдение оптимального режима сварки. Величина «К» впадины между валиками грата (см. рисунок 11) всегда должна быть больше 0.

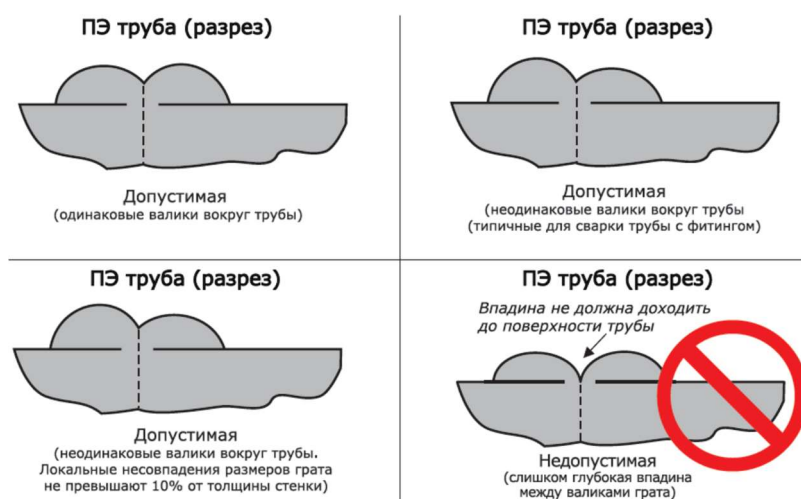


Рисунок 10 – Виды грата при сварке нагретым инструментом

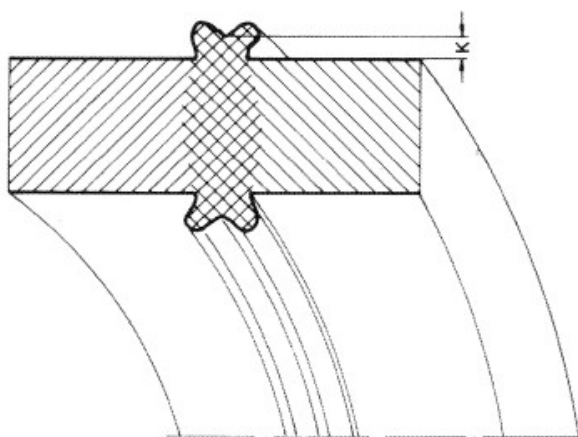


Рисунок 11 – Вид грата при сварке нагретым инструментом.

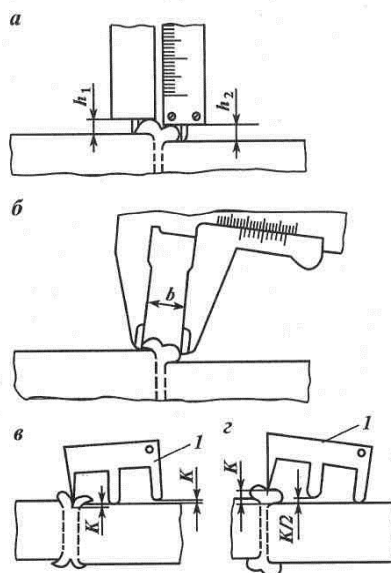
После сварки должен появиться правильный двойной внешний валик. Размер и форма внешнего валика характеризуют качество сварки. Внутренний грат не контролируется.

8 Визуально-измерительный контроль и испытания сварных соединений

Визуально-измерительный контроль (ВИК) и испытания сварных соединений входят в состав системы контроля процесса сварки и являются неотъемлемой частью технологии сварки встык нагретым инструментом.

8.1. Визуально-измерительный контроль

Первичный ВИК наружного грата сварных соединений встык нагретым инструментом проводится старшим сварщиком бригады немедленно после сварки. Соответствующий контрольный образец должен находиться непосредственно на сварочном посту.



а) – высота валика грата h_1 и h_2 ;

б) – ширина грата;

в, г) – величины усиления K (в – брак, $K < 0$); (г – норма, $K > 0$);

1) – приспособление для визуальной оценки K по зазору

Рисунок 12 – Схема измерения параметров стыкового соединения

Качество сварных соединений полиэтиленовых трубопроводов при визуальном контроле определяют без применения увеличительных приборов по следующим критериям: внешний вид, геометрическая форма и размеры наружного грата.

Измерение размеров грата производят при помощи средств измерений (штангенциркулем, масштабной линейкой) или используя метод сравнения контролируемого

шва с контрольным образцом, который отвечает всем требованиям нормативных документов и согласован с заказчиком (см. рисунок 12).

Сварщик, допустивший брак при сварке, должен пройти дополнительную практику по сварке и получить положительные результаты проверки допускного сварного соединения.

Внешний вид стыковых сварных соединений должен отвечать следующим требованиям:

- валики грата должны быть симметрично и равномерно распределены по окружности сваренных труб;
- грат должен быть одного цвета с трубой (если это не трубы с соэкструзионными слоями), не иметь трещин, пор, инородных включений;
- симметричность шва (отношение ширины наружных валиков грата к общей ширине грата) должна быть в пределах 0,3-0,7 в любой точке шва. При сварке труб с соединительными деталями это отношение допускается в пределах 0,2-0,8;
- смещение наружных кромок свариваемых заготовок не должно превышать 10 % от толщины стенки трубы (детали);
- линия сплавления наружных поверхностей валиков грата не должна находиться ниже наружной поверхности труб (деталей);
- угол излома сваренных труб или трубы и детали не должен превышать 5°.

Определение размеров грата производится непосредственно в условиях строительного производства. Отдельные наружные повреждения грата (срезы, сколы, вдавленности от клеймения стыка) протяженностью менее 20 мм, не затрагивающие основного материала трубы считать браком не следует.

Дефекты шва при стыковой сварке.

В определенной степени на качество сварки могут повлиять погодные условия и состояние окружающей среды, нарушения в работе аппарата.

Виды дефектов:

Поры — дефект в виде полости сферической формы, заполненной газом.

Поры бывают одиночные и групповые. Диаметр мелких пор может составлять $\sim 0,5 \div 1,8$ мм. Мелкие одиночные поры практически не оказывают влияние на несущую способность соединения. Более крупные снижают прочность из-за их превращения при осадке в плоскостные дефекты.

Причины образования пор:

- длительный контакт с воздухом оплавленных поверхностей перед их осадкой;
- деструкции полимера из-за превышения температуры и времени нагрева или недостаточного давления осадки;
- износ антиадгезионного покрытия нагревателя.

Несплавление (зеркальность) — дефект в виде отсутствия сплавления в сварном шве между свариваемыми кромками или между кромками и материалом шва.

В изломе представляет собой гладкую поверхность. При несплавлении стык разрушается непосредственно при монтаже трубопровода, либо в начальный период эксплуатации.

Причины образования несплавления:

- чрезмерная длительность технологической паузы, превосходящая нормативные значения;
- высокая влажность, наличие ветра и сквозняков, отрицательная температура окружающего воздуха;
- неплотный контакт сплавляемых поверхностей между собой;
- недостаточное давление осадки при сварке;
- неравномерное оплавление торцов свариваемых труб;
- превышение допустимых зазоров, несоосность труб, люфт зажимов, вкладышей;
- попадание масла на поверхность стыкуемых труб вследствие небрежной очистки или протирки замасленной ветошью.

Механические примеси — включения песка, пыли, земли вследствие их попадания при сварке в ветреную погоду или с грязной спецодежды сварщика.

Включения материала грата в шве.

Причина образования: неаккуратное, с перекосом вытаскивание нагревателя после оплавления кромок, вследствие чего он захватывает уже оплавленный материал и вносит его на кромку или нарушает равномерность оплавленной поверхности кромок.

Трещина — дефект в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах.

Бывают: наружные и внутренние, продольные, поперечные, разветвленные, радиальные и кратерные трещины.

Причины образования: неравномерность и повышенная скорость охлаждения сварного

шва, силовые воздействия при монтажных работах, перемещении, изгибе плетей труб при низких температурах.

8.2. Испытания

Отбор образцов и их испытания и должны осуществляться, до начала основных работ (пробные и допускные стыки) и выборочными проверками во время сварочных работ (контрольные сварные соединения – КСС), согласно договору, между заказчиком и исполнителем сварочных работ.

Методы испытаний и оценки их пригодности для проверки качества сварки встык нагретым инструментом приведены в Таблице 3

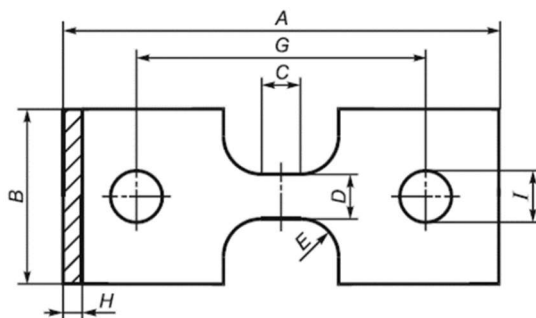
№	Метод испытания	Признаки положительных результатов	Примечания:
1	Испытания на растяжение, кратковременные, в том числе исходных и ослабленных стыков.	Пластический характер разрушения	1.Наиболее важная оценка качества сплавления. 2.Не дают информации о длительной прочности сварных соединений
2	Испытание на изгиб.	Отсутствие хрупкого разрушения при заданном угле изгиба.	Технологическое.

Таблица 3 – Возможные методы испытаний для сварных соединений встык.

Испытания на осевое растяжение.

Испытаниям на осевое растяжение подвергаются соединения, выполненные сваркой встык НИ, но не ранее чем через 24 часа после сварки.

Для этого из образца соединения вырезают образцы-лопатки со сварным швом посередине в соответствии с нормативными документами (см. рисунок 13). Ось образца должна быть параллельна оси трубы, толщина образца должна равняться толщине трубы, сварной шов должен быть расположен посередине с точностью плюс/тем 1 мм, образцы не должны иметь дефектов.



Общая длина A – не менее 250 мм;

ширина головки B - 100 ± 3 мм;

длина рабочей части C - 25 ± 1 мм;

ширина рабочей части D - 25 ± 1 мм.

Радиус E - 25 ± 1 мм;

начальная длина между зажимами G - 165 ± 5 мм;

толщина H - Полная толщина стенки;

диаметр отверстий для штифтов I - 30 ± 5 мм.

Рисунок 13 - Испытуемый образец для труб толщиной стенки $e \geq 25$ мм

Из каждого стыка следует изготовить не менее семи таких образцов. Испытания проводят на разрывной машине при скорости раздвижения захватов ± 2 мм/мин.

Критерием определения качества сварного соединения, выполненного сваркой встык, по ГОСТ Р 55142 является характер разрушения образцов.

П р и м е ч а н и е – Хрупкое разрушение – в зоне разрушения не обнаруживается деформация текучести, видимая без увеличительных приборов. Пластическое разрушение – в зоне разрушения имеет место деформация текучести, видимая без увеличительных приборов.

Результат испытания считают положительным, если:

- отсутствует разрушение сварного шва;
- разрушение произошло по детали или приваренной трубе;
- тип разрушения по сварному шву – пластический.

За отрицательный результат испытания принимают хрупкое разрушение по сварному шву. Чтобы определить причины разрушения, анализируют характер излома и дефекты шва.

По результатам испытаний составляют протокол по форме

установленной требованиями нормативных документов.

Испытания на статический изгиб:

Испытания проводят на образцах-полосках с расположенным по центру сварным швом. При этом определяется угол изгиба образца, при котором появляются первые признаки разрушения. Результаты испытания считаются положительными, если испытываемые образцы выдерживают без разрушения и появления трещин изгиб на угол не менее 160° .

Технологические инструкции (краткое изложение)**А. 1 Сварка нагретым инструментом встык труб, трубопроводных узлов, и соединительных деталей**

- Принять меры к созданию благоприятных рабочих условий, например, обеспечить укрытие.
- Подключить сварочное оборудование к сети или к генератору переменного тока и проверить функционирование.
- Центровать и зажать части, подлежащие сварке.
- Обработать соединяемые поверхности: отторцевать.
- Удалить из сварочного оборудования торцовочный инструмент.
- Удалить стружку из зоны сварки (щеткой, салфеткой).
- Заглушить концы труб.
- Проверить плоскопараллельность свариваемых поверхностей путем сведения соединяемых заготовок.
- Проверить смещение кромок (максимум – 10%, от толщины стенки).
- Проверить температуру нагретого инструмента ($220 \pm 10^{\circ}\text{C}$).
- Очистить нагретый инструмент салфеткой без ворса.
- Определить по силоизмерителю сварочной машины усилие перемещения подвижного зажима, (например по показаниям манометра машины) и внести данные в протокол сварки.
- Определить значения давления для выравнивания, нагрева и сжатия с учетом усилия перемещения.
- Выбрать параметры сварки согласно таблице 1,2.
- Установить нагретый инструмент в рабочее положение.
- Выравнивать соединяемые области на нагретом инструменте до появления валика.
- Нагревать при уменьшенном давлении; время нагрева – согласно таблице 1,2.
- После истечения времени нагрева отделить соединяемые области от нагретого инструмента и удалить его из сварочного положения.
- Свариваемые области быстро свести друг с другом в течение времени технологической паузы (перехода) указанного в таблице 1,2, до контакта. В момент контакта скорость сведения заготовок должна стремиться к нулю. После этого необходимо немедленно линейно увеличивать давление сжатия (таблица 1,2).
- После соединения при давлении 0.17 МПа должен появиться валик. «К» должно быть > 0 в любом сечении грата.
- Охладить под давлением согласно таблице 1,2.
- После охлаждения сваренных частей разобрать зажимы.
- Заполнить протокол сварки.