

хаотическое движение которых напоминает обычный газ. Кристаллическая ячейка сохраняет свою геометрическую форму благодаря энергии металлической связи между положительно заряженными протонами и отрицательно заряженными электронами. Электростатические силы, притягивая эти частицы с разноименными зарядами, одновременно удерживают их на определенном расстоянии друг от друга, препятствуя как их сближению, так и удалению; при этом частицы находятся в энергетически равновесном состоянии. Нарушение этого состояния происходит вследствие приложения к этим частицам определенной энергии в момент соударения о препятствие тела, движущегося со скоростью более 2000 м/с. В этом случае электроны инерционным потоком устремляются в направлении движения тела, а «оголенные» (без электронов) положительно заряженные ядра атомов отталкиваются друг от друга – происходит взрыв.

Подобной предрасположенностью к взрыву обладает не только вольфрам, но и другие металлы, имеющие сходное строение, в т.ч. и железо. Поскольку ряд изученных метеоритов представляет собой металлосодержащий сплав, в котором присутствуют железо и другие металлы, и скорость некоторых метеоритов перед соударением с Землей составляла до 4000 м/с, то этим объясняется невозможность в месте падения найти некоторые метеориты, т.к. они взорвались. А те метеориты, которые достигают поверхности Земли при меньших скоростях, оказываются найденными.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные явления, связанные с атомно-молекулярным строением металлов, позволили объяснить ранее неизвестное свойство взрываемости металлов, в частности вольфрама при соударении с препятствием со скоростью более 2000 м/с. Подобным свойством обладают и другие металлы, изучение которых продолжается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухарев В.А. Все катастрофы Земли. – Одесса: 2004 г.
2. Николаев Л.А. Химия космоса. – М: 1974 г.
3. Глинка Н.Л. Общая химия. – М: 1983 г.
4. Коганов М.К. Из чего все состоит? /«Наука и жизнь», №№ 10,11,12 - 2004 г.

УДК 621.791.46: 696.115

ОСОБЕННОСТИ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ СВАРНЫХ ШВОВ ПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ

Корохов В.Г., к.т.н., профессор, Чечевич Л.А., студентка гр. ПГС-604з.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.

Описаны способы сварки пластиковых трубопроводов, которые начали широко использоваться в Украине в течение последнего десятилетия. Рассматриваются вероятные дефекты в сварных швах и особенности дефектоскопического анализа этих швов в сравнении со ставшими традиционными, длительно применяемыми методами контроля стальных сварных соединений. Указаны оптимальные способы дефектоскопии пластиковых соединений в зависимости от способов выполнения сварки, от вида и конфигурации соединяемых трубопроводов и их элементов. Приводятся в систематизированном виде образцы швов. Для практического использования при визуальном контроле.

Пластик, трубопровод, сварка, швы, дефектоскопия, разрыв, ультразвук, рентгенография.

Последнее десятилетие широко используются в строительстве, в водо- и газоснабжении полимерные материалы, в основном, такие как полипропилен ППР по ГОСТ 16338-85, для газопроводов – полиэтилен ПЭВД по ГОСТ 16337-77, для подземных газопроводов – полиэтиленовые трубы ПЭ 63, ПЭ 80, ПЭ 100 отечественного и зарубежного производства.

Трубы из этих материалов обладают стабильной прочностью (от 152 кгс/см до 193 кгс/см²) и сопротивляемостью к высоким температурам среды, не изменяют своих свойств в интервале температур от 20 до 95 °С. Полипропиленовые трубы сохраняют свое

качество при транспортировании питьевой и горячей воды, нагретой до 100 °С, причем функциональная надежность их сохраняется до 50 лет и они могут использоваться в жилых помещениях.

При изготовлении пластиковых строительных элементов и при строительстве полиэтиленовых газопроводов большое значение придается мерам профилактики и диагностики вероятных дефектов сварных соединений. Для обеспечения требуемого качества сварки необходимо производить следующие организационно-технические мероприятия, такие как:

- проверку квалификации сварщика;
- входной контроль качества труб и соединительных деталей;
- технический осмотр сварочных устройств;

– систематический контроль качества сборки трубопроводов под сварку. Способы контроля качества сварных швов и исходных материалов, в определенной мере, перекликаются с традиционными широко применяемыми методами профилактики и контроля сварных швов стальных соединений. Вместе с тем особенности физико-химических и механических свойств полиэтиленовых материалов предопределяют значительные отличия процессов сварки, а так же профилактики и диагностирования соединений из этих материалов. К некоторым из этих особенностей относятся качество торцовки соединяемых трубопроводов, продолжительность оплавления пластика, продолжительность технологических пауз, охлаждения, величина давления при осадке. Велико значение размеров и конфигурации грата образованного шва.

Использование пластиковых материалов для трубопроводов систем отопления и газификации потребовало новых технических решений по разработке методов сварки, которые должны исключать образование дефектов в сварных соединениях и обеспечить их надежность и долговечность.

В настоящее время получили распространения три основных вида сварки пластиковых труб – это раструбная, стыковая и электромужовая.

При раструбной сварке, применяемой только для систем водоснабжения и отопления, подлежащую соединению трубу и фитинг, первоначально нагревают в электросварочном аппарате горячим закладным инструментом до пластичного состояния соприкасающихся при сборке поверхностей, а затем труба вставляется в фитинг с некоторым натягом. Происходит смятие нагретых поверхностей и, после охлаждения, образуется прочно-плотное соединение.

Стыковая сварка, применяемая для газовых трубопроводов среднего и значительного диаметров (63, 80, 100 мм), а также для фасонных заготовок, осуществляется с применением торцевателя, придающего соединяемым торцам изделия плоскостность и параллельность. Затем, концы заготовок нагревают до температуры, близкой к 280 °С, и после этого сдавливают гидравлическим устройством. После охлаждения образуется прочное и плотное соединение.

Электромужовая сварка, которая применяется для соединения пластиковых трубопроводов диаметрами от 30 мм до 100 мм и более, осуществляется с помощью пластиковой муфты, надеваемой на концы соединяемых труб. Внутри этой муфты расположена электрическая спираль, на которую подается электрический ток, нагревающий ее внутреннюю поверхность и концы труб до пластичного состояния. После охлаждения образуется нужное соединение труб.

Рассмотренные способы сварки пластмасс и технология выполнения этих операций показывают очевидную и существенную специфичность процессов такой сварки, в отличие от сварки стали. Это обуславливает и существенные особенности дефектоскопии пластиковых трубопроводов.

Тот или иной способ контроля сварных швов назначается в зависимости от степени ответственности конструкции, условий эксплуатации изделия и от планируемого объема

сварочных работ. Контроль исходных материалов для изготовления изделий и сварных швов бывает неразрушающим или разрушающим.

Разрушающему контролю подвергают специально изготовленные образцы из материалов, предназначенных для сварки изделий, или образцы сварных соединений узлов, которые будут использованы в проектируемых конструкциях. Цель этого метода контроля состоит в проверке свариваемости новых поступающих материалов или в отработке и уточнении режимов сварки, которые должны обеспечивать требуемое качество соединения элементов конструкций.

Неразрушающий контроль сварных швов полиэтиленовых газопроводов для транспортирования горючего газа к объектам промышленного и коммунально - бытового назначения осуществляют одним или несколькими обязательно предусмотренными методами: внешним осмотром (визуальный контроль), ультразвуковой дефектоскопией, пневматическими испытаниями.

Визуальному контролю подвергают поступающий материал в виде труб, отводов, муфт, которые по конфигурации, размерам и своему качеству должны отвечать требованиям стандарта. Этот контроль осуществляется для решения вопросов о возможности их технического использования в сварной конструкции или же о необходимости более подробной инструментальной дефектоскопии. Визуальный контроль швов осуществляется путем сравнения их с контрольными образцами, а также путем измерения наружного сварочного грата швов во взаимнопротивоположных зонах периметра шва. При этом используются шаблоны, штангенциркуль, измерительная лупа, точность которых должна быть не менее 1 %. Контрольные образцы должны находиться на предприятии, выполняющем и контролирующим сварочные работы.

Особенности дефектоскопии сварных швов пластиковых труб и критерии оценки качества сварных соединений при их внешнем осмотре должны соответствовать требованиям стандарта:

- при качественном соединении швов должен быть с гладкими и симметричными валиками; грат округлой формы.
- валики должны быть одного цвета с трубой, без трещин и пор;
- симметричность шва (отношение ширины наружных валиков грата к общей ширине грата) должна быть в пределах 0,3 – 0,7 в любой точке шва;
- смещение наружных кромок свариваемых заготовок не должна превышать 10 % от толщины стенки трубы (детали);
- впадина между валиками грата должна быть не ниже поверхности трубы.

К бракованным относятся следующие соединения:

- соединение стыкового шва с несимметричными валиками грата, которые различаются по высоте более 50 % в противоположных точках шва;
- соединение стыкового шва с малым гратом по окружности шва, который по высоте и ширине значительно меньше номинальных значений;
- соединение стыкового шва, наружный грат которого округлой формы, по высоте и ширине значительно больше предельной величины;
- соединение стыкового шва при несимметричном грате по всей окружности; различие грата по высоте и ширине валиков;
- соединение стыкового шва с высоким и узким гратом валиков, превышающим его ширину;
- соединение стыкового шва с малым гратом и глубокой впадиной между валиками;
- соединение стыкового шва с асимметричностью – смещением параллельных осей соединяемых труб и различием по высоте более 40 % высоты соседних валиков;
- соединение стыкового шва при неравномерном по высоте и ширине распределении грата по периметру шва, неравномерность более 50 %;
- соединение стыкового шва с наружными раковинами по всему периметру и следами поперечного растрескивания;

При сварке труб и отводов закладными нагревателями должны быть соблюдены следующие требования:

- трубы за пределами соединительной детали должны иметь следы механической обработки (зачистки);

- угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5° ;

- поверхность детали не должна иметь следов температурной деформации или сгоревшего полиэтилена;

- по периметру детали не должно быть следов расплава полиэтилена, возникшего в процессе сварки;

Соединения седловых отводов и муфт при внешнем осмотре.

При качественном соединении должно быть плотное облегание поверхности трубы. К бракованным соединениям относятся:

- соединение отвода с трубой, при котором обнаружен зазор между охватывающей частью седлового отвода и трубой;

- соединение отвода с трубой при температурной деформации наружной поверхности отвода;

- соединение с зазором между охватывающей частью муфты и трубой;

- искривление осей муфты и трубы, несоосность;

- образование расплава полиэтилена на торцах муфты;

- индикаторы сварки без следов оплавления;

- значительное расплавление поверхности муфты.

Другой вид неразрушающего контроля качества швов полиэтиленовых трубопроводов путем их ультразвуковой дефектоскопии и пневматических испытаний.

Особенности нового и результативного ультразвукового контроля полиэтиленовых труб, заменяющего дорогостоящее рентгеновское просвечивание.

Используется ультразвуковой эхо - импульсный дефектоскоп с пьезоэлектрическим преобразователем, имеющим вогнутую поверхность, соответствующую наружному диаметру трубы, для плотного примыкания преобразователя к трубе. Настройка дефектоскопа и проверка его работоспособности осуществляется на стандартных образцах из материала свариваемых труб.

Частота ультразвуковых колебаний, излучаемых преобразователем, не должна отличаться более чем на 10 % от номинального значения, равного 1,25 МГц.

При контроле труб, сваренных нагретым инструментом встык, выявляются такие внутренние дефекты, как газовые поры, посторонние включения в шве, несплошности сварки, трещины в шве или в околошовной зоне, смещение кромок труб.

К бракованным относятся сварные соединения в которых обнаруживаются:

- газовые или посторонние включения, несплошности, суммарная протяженность которых равна или превышает 10 % от толщины стенки труб;

- аналогичные дефекты, суммарная протяженность которых в направлении трубы менее 10 %, но имеющие протяженность вдоль периметра трубы более 15 %;

- смещение внутренних кромок труб более 10 % от толщины стенки трубы;

- наличие трещин в шве или околошовной зоне.

Пневматическим испытаниям на прочность и герметичность швов полиэтиленовых трубопроводов, выполненных встык и с боковыми отводами, подвергаются не отдельно рассматриваемые соединения, а эти соединения совместно с испытаниями всего построенного газопровода, который проверяется так же на прочность и герметичность. Смонтированный газопровод должен находиться в траншее и быть присыпан землей на 20 – 25 см выше поверхности трубы, а сварные швы нужно оставлять незасыпанными.

Швы и полностью газопровод должны быть прочными и герметичными при создаваемом внутреннем давлении воздуха до 6 кг/см^2 . Причем в отдельных конкретных случаях оно назначается в соответствии с давлением газа, транспортируемого по

трубопроводу. Через 2 часа после заполнения трубопровода воздухом рекомендуется произвести подкачку воздуха для компенсации деформации полиэтиленовых труб под действием испытаний.

Результаты испытаний на прочность и герметичность считаются положительными, если в период испытаний давление в газопроводе по манометру не изменяется. Этот способ испытаний является особенностью именно полиэтиленовых трубопроводов.

Допустимые отклонения давления регламентируются нормами СНиП 3.05.02.

Способы устранения выявленных дефектов в сварных швах из пластиковых изделий отличаются от исправления дефектов сварки металла, когда возможно в некоторых случаях заваривать обнаруженные дефекты. В пластмассовых сварных соединениях это недопустимо – дефектные участки необходимо вырезать до чистого, не нарушенного температурой материала, и в этих местах сваривать заново. При невозможности – изделия забраковываются.

Разрушающие испытания.

При необходимости уточнения принятых режимов сварки пластиковых изделий или в случаях систематического образования однотипных дефектов в сварных швах, а так же при замене типов и марок пластика, используемого в изделиях, сварка осуществляется на специально изготовляемых образцах с последующим их разрушением. Это позволяет определить прочность и герметичность швов, выполненных на данном режиме. При недостаточной прочности шва, его герметичности или неоднородного строения, вносят изменения в режим сварки нового образца, после чего он разрушается для определения качественно-прочностных характеристик шва.

Особенности выполнения разрушающих испытаний.

Осевое растяжение. Этому испытанию подвергают вырезки пластинчатых лопаток из образцов стыковых соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом. Целью испытаний является определение предела текучести материала при растяжении образца и относительного удлинения при его разрыве, а также характера (типа) разрушения шва или околошовной зоны. Испытания выполняют на образцах - лопатках длиной не менее 160 мм, которые вырезают из сваренных отрезков труб, режим сварки их проверяется или уточняется. Из каждого контролируемого стыка вырезают не менее 5 образцов равномерно расположенных по периметру шва. Сварной шов должен быть расположен строго в средней части образца. Испытываемые образцы не должны иметь трещин, раковин или других дефектов. Испытания на растяжение выполняют не ранее, чем через 24 часа после сварки. Растяжение образцов осуществляют на разрывной машине, обеспечивающей точность измерения нагрузки $\pm 1\%$.

Качество сварного соединения характеризуется особенностью разрушения образца по одному из трех характерных вариантов (типов):

Первый тип – когда разрушение образца происходит после формирования шейки на одной из его половин. Разрыв наступает не ранее, чем при достижении удлинения более 50% и происходит по основному материалу, не пересекая шва. Это показывает, что шов обладает требуемой прочностью, а материал – пластичностью.

Второй тип – разрушение образца происходит при достижении текучести материала в момент образования шейки, но при меньшем относительном удлинении – от 20% до 50% и характеризует низкую пластичность этого материала, причем разрыв пересекает сварной шов, и имеет вязкий характер. Испытания считаются положительными, если так разрушилось менее 20% образцов.

Третий тип, когда разрушение образца происходит по шву, ещё до достижения предела текучести материала при удлинении менее 20%. Это характеризует хрупкое недопустимое разрушение сварного соединения. Это брак сварки, необходимо сварку выполнять при ином режиме или по иной технологии.

Испытание на длительное растяжение. Оно проводится для определения длительной несущей способности сварных стыковых соединений, выполненных сваркой

нагретым инструментом. Одновременно с испытанием образцов, для сопоставления с ними, испытываются и контрольные (базовые) образцы, изготовленные из той же марки материала одной партии труб, и сваренные при оптимальных режимах. Испытывают не менее шести образцов из каждого сварного соединения и столько же контрольных образцов. Испытания проводятся в испытательной среде - дистиллированной воде при температуре 80...95⁰С и при постоянном усилии в течение от 30 до 500 часов.

Испытательные нагрузки назначают такими, чтобы в образцах произошли хрупкие изломы. В процессе испытаний образцы необходимо осматривать для своевременного выявления хрупкого излома или трещины в зоне шва. Трещины в области зажимов не учитываются.

Сварное соединение считается выдерживающим длительное растяжение, если образцы оцениваемых сварных соединений разрушаются не быстрее, чем контрольные базовые образцы. В противном случае необходимо изменить режим стыковой сварки труб.

Испытание при постоянном внутреннем давлении в трубопроводе.

Им подвергают сварные стыковые соединения труб, выполненные нагретым инструментом, а также соединения в раструб, выполненные при помощи закладных нагревателей. Цель испытаний состоит в определении прочности сварного соединения газопровода.

Используются образцы в виде сваренных между собой отрезков труб, имеющих по торцам заглушки со штуцерами для нагнетания внутрь трубы жидкости под давлением.

Испытаниям подвергают не менее трех образцов, которые должны выдерживать расчетное давление в течение назначенного времени, которое определяется диаметром и толщиной стенки трубы.

Результаты испытаний считаются положительными, если все испытываемые образцы не разрушились до истечения контрольного времени испытания или разрушился один из образцов, но при повторных испытаниях ни один из образцов не разрушился.

Испытание на отрыв.

Этим испытаниям подвергают сварные соединения труб с седловыми отводами, выполненные при помощи закладных нагревателей. Цель испытаний – в определении требуемой прочности и герметичности соединения. Испытания проводятся в приспособлении, отрывающем приваренный отвод от трубы, в которую заложен металлический сердечник, через него передается усилие; он же предохраняет трубу от изгиба.

Результаты испытаний считаются положительными, если место отрыва отвода от трубы характеризуется пластичным, а не хрупким разрушением.

Испытанию на сплющивание подвергают соединения труб при помощи муфт, закладных нагревателей, отводы, тройники, заглушки. Цель испытаний – в определении прочности соединения. Сплющиванию подвергают соединённые сварные узлы или вырезанные участки соединений. Сплющивание трубы выполняют рядом с присоединенным элементом и продолжают до удвоенной толщины стенки трубы. Не должно быть отрыва приваренного элемента.

Испытаниям на статический изгиб подвергают вырезанные полосы стыковых соединений труб, выполненных нагретым инструментом. Вырезают не менее пяти образцов. При изгибе образца под действием приложенного усилия сварной шов должен располагаться в растянутой зоне.

Допускается появление трещин при изгибе на угол не менее 160⁰.

ВЫВОДЫ

1. Специфичность свойств пластиковых конструкционных материалов определяет собой и особенности сварки заготовок – технологию, режимы, поведение материала, строение и свойства сварного шва, что их существенно отличает от сварки металлов.

2. Возрастающее использование сварных пластиковых трубопроводов для транспортировки горячего газа и особые условия безопасности накладывают высокие

требования к качеству и надежности сварных швов и, соответственно, к методике дефектоскопического контроля, который осуществляется в одном из двух основных направлений – неразрушающий контроль готовых изделий, предназначенных для технической эксплуатации, и разрушающий контроль специально изготовленных образцов соединений.

3. Как показала практика неразрушающего контроля сварных соединений, в качестве достаточно надежных и производительных выделяются два способа – это специальный визуальный контроль качества швов путем их осмотра, измерения размеров и геометрической формы при одновременном сравнении с эталонными образцами качественных швов. Второй – более глубокий и надежный способ контроля – это ультразвуковой контроль, по результативности заменяющий собой рентгеновское просвечивание шва и околошовной зоны.

4. Нами систематизированы и собраны образцы сварных швов пластиковых изделий с дефектами, для практического использования их при дефектоскопии сварных трубопроводов путем сравнения (сопоставления) выполненных швов с качественными и дефектными образцами.

5. Разрушающий контроль распространяется только на специально изготовленные образцы сварных соединений трубопроводов и узлов других изделий с целью определения эффективности назначаемых режимов сварки, их уточнения или отработки новых режимов для новых материалов и изделий.

Нами в статье представлены в систематизированном виде рекомендуемые способы разрушающего контроля сварных соединений из пластика, которые в значительной мере оправдали себя в объединении Крымгаз.

6. Особенности ликвидации выявленных дефектов сварки пластика, в отличие от сварных швов металла, требуют не зачистки с последующим завариванием обнаруженного дефекта, а полного удаления – вырезки материала до места, не нарушенного температурой, и в этих местах – сварить соединения нагретым инструментом заново.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сварка пластмасс В.Г. Корохов, А.А. Мухопад. Строительство и техногенная безопасность: Сборник научных трудов, Вып. 18, Симферополь, НАПКС – 2007г.

2. Сварка и резка в промышленности. Под ред. В.Н. Федько. – М., «Металлургия», 1989г.

3. Бородина М.М., Спектор Э.Н. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1981г.

4. Справочник сварщика. Под ред. Б.В. Степанова. М.: Metallurgy, 1989г.

5. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Сварные соединения. Радиографический метод.

6. СНиП 3.05.02. и СП 42-101 Контроль качества сварные соединений полиэтиленовых газопроводов.

7. СНиП 3.05.02-88 Газоснабжение.

УДК 691.54.001

МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАВИТАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ

Лукьянченко М.А., к.т.н., доцент, Высочин А.Н., студент гр. ТСК-501

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Проведен анализ применяемых в Украине тепло- и звукоизоляционных волокнистых материалов - стеклянной, минеральной и базальтовой ваты. Определены их отличительные особенности и рассмотрены перспективы развития заводов по их производству.

Один из основных современных производственных процессов, связанных с производством строительных материалов и изделий, является диспергирование (как