

Министерство образования Московской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Московской области
«ПОДОЛЬСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМЕНИ А.В.НИКУЛИНА»

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
ОТКРЫТОГО УРОКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СВАРКА И РЕЗКА
МАТЕРИАЛОВ» ТЕМА: «ДЕФОРМАЦИЯ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ
СВАРКЕ» И «ДЕФЕКТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ»

Методическое пособие

Автор: Ключевская Антонина Михайловна, преподаватель ГБПОУ МО
«Подольский колледж имени А.В.Никулина»

Подольск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. План урока	6
3. Дидактический материал к уроку	27
4. Заключение	28
5. Список используемых источников	29
6. Приложения	30

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Одна из важных форм организации методической работы – открытые уроки. Открытый урок в отличие от обычного – специально подготовленная форма организации методической работы, в то же время на таком уроке протекает реальный учебный процесс.

При определении основной дидактической цели урока устанавливают, чему в основном он будет посвящен — изучению ли нового материала, закреплению, повторению, систематизации учебного материала, или проверке и учету усвоения учебного материала.

Исходя из основной дидактической цели урока, можно указать такие типы уроков:

- урок изучения нового;
- урок закрепления;
- урок комплексного применения ЗУН обучающихся
- урок обобщения и систематизации знаний;
- урок проверки и коррекции знаний, умений, навыков;
- комбинированный урок.

В данном случае выбран комбинированный урок.

Комбинированный урок характеризуется постановкой и достижением нескольких дидактических целей. Их многочисленными комбинациями определяются разновидности комбинированных уроков. Традиционной является следующая структура комбинированного урока:

1. ознакомление с темой урока, постановка его целей и задач;
2. проверка домашнего задания;
3. проверка знаний и умений учащихся по пройденному материалу;
4. изложение нового материала;
5. первичное закрепление изученного материала;
6. подведение итогов урока и постановка домашнего задания.

Наряду с традиционной, в практике обучения широко используются и другие виды комбинированных уроков. Например, комбинированный урок, целью которого является проверка ранее изученного и ознакомление с новым материалом, может иметь такую структуру:

1. проверка выполнения домашнего задания;
2. проверка ранее усвоенных знаний;
3. сообщение темы, цели и задач урока;
4. изложение нового материала;
5. восприятие и осознание учащимися нового материала;

6. осмысление, обобщение и систематизация знаний;

7. постановка домашнего задания.

Структура комбинированного урока во многом дублируется и при конструировании так называемых модульных уроков. Они характеризуются постановкой и достижением нескольких дидактических целей, но так, чтобы урок отличался завершенностью и самостоятельностью. Это выражается в том, что структура модульного урока, как правило, включает:

- мотивационную беседу (то, что именуется организационным моментом или введением в тему урока), завершающуюся постановкой интегрирующей цели урока;

- входной контроль (проверка домашнего задания и повторение изученного ранее);

- работу с новым материалом;

- закрепление изученного материала;

- завершающий контроль (проверка усвоенного на уроке);

- рефлексию.

Последнее связано с самооценками и суждениями учащихся о работе класса, группы, своей деятельности на уроке; о том, какое сложилось у каждого ученика мнение об уроке и что им хотелось бы пожелать.

ПЛАН УРОКА

I. Организационная часть

(проверка присутствующих, подготовка рабочих мест)

II. Проверка выполнения домашнего задания

Составление технологической карты – Технология сборочно-сварочных работ при сварке парового котла сталь 17Г2СФ $\delta=16$ мм. (Приложение 1)

III. Сообщение темы, цели и задач урока

1-й урок: тема: «Деформации и напряжения при сварке».

Цель урока: Научится определять причины деформаций сварных соединений и изучить способы уменьшения сварочных напряжений и пластических деформаций в металле сварного соединения.

Задачи урока:

1. Сформулировать определение деформаций
2. Определить причину возникновения сварочных напряжений и деформаций
3. Определить виды сварочных деформаций
4. Найти способы уменьшения деформаций

IV. Изложение нового материала

Напряжения и деформации, возникающие при сварке

Как известно, металлы при нагревании расширяются, при охлаждении сжимаются.

Во время электросварки происходит нагрев отдельных участков металла при холодных смежных участках, что вызывает напряжения в отдельных частях свариваемой конструкции и ее деформации.

Напряжение — сила, приложенная к единице площади поперечного сечения детали или к единице площади ее поверхности.

Деформация — изменение размеров и формы изделия под действием механических усилий или температурного воздействия.

При сварке в конструкции возникают внутренние напряжения в результате неравномерного нагрева, охлаждения и усадки, которые могут явиться причиной деформации и снижения надежности конструкции.

Внутренние напряжения при правильных приемах сварки нарастают медленно и потом остаются постоянными, не превышая допустимых для данной конструкции напряжений, при этом не происходит деформация конструкции.

Деформации могут быть двух видов: упругая и остаточная, или пластическая, деформации.

Упругая деформация возникает в процессе приложения силы или нагреве и исчезает при снятии силы или при охлаждении.

При пластической деформации свариваемое изделие не восстанавливает свои размеры.

На рис. 1 показаны продольная и поперечная деформации при сварке.

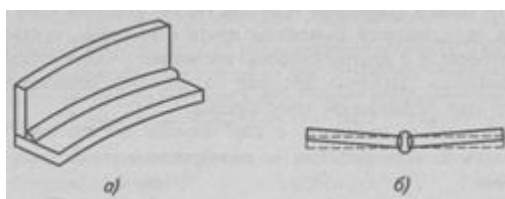


Рис. 1. Деформации при сварке:
а — продольная; б — поперечная

При поперечных деформациях происходит уменьшение ширины свариваемых деталей и коробление. Напряжения от поперечной усадки могут вызвать появление трещин и разрыв в сварных соединениях.

Продольные внутренние напряжения при сварке вызывают изгиб пластины, стыкового или таврового соединения относительно продольной оси сварного соединения. Усадка от продольных швов может вызвать уменьшение длины свариваемого изделия.

На величину остаточных деформаций при сварке влияет пластичность свариваемого металла, величина зоны нагрева, геометрические размеры и форма свариваемого металла, структурные изменения наплавленного и основного металлов при сварке, теплопроводность свариваемого металла. Деформации у металлов с повышенной теплопроводностью и меньшим коэффициентом линейного расширения меньше, так как тепловой поток распределяется более равномерно по сечению свариваемых деталей.

Нержавеющие стали деформируются при сварке больше, а алюминий меньше по сравнению с низкоуглеродистой сталью.

Деформации увеличиваются при сварке металла толщиной 16...20 мм встык при низких температурах, при этом могут быть трещины и разрывы.

Трещины и разрывы могут быть также вызваны неправильным закреплением деталей при сварке, когда затруднено возникновение пластических деформаций.

Деформации увеличиваются при длинных швах большого сечения, при швах с несимметричным расположением относительно осей сечений элементов из профильного проката.

Напряжения при сварке не влияют на конструкции из низкоуглеродистых сталей или других металлов с высокими пластическими свойствами.

В конструкциях, выполненных из специальных сталей и металлов с низкими пластическими свойствами, могут возникать в околошовной зоне закаленные участки, приводящие к возникновению трещин в шве и зоне термического влияния.

Предупреждение и уменьшение деформаций и напряжений при сварке

Напряжения и деформации можно уменьшить следующими мероприятиями:

- предотвращение возникновения напряжений и деформаций;
- снятие возникших напряжений и исправление деформаций.

К мероприятиям первой группы относятся технологические приемы сварки, сборки конструкций перед сваркой, применение методов обратной деформации, уравнивание деформаций, выбор рациональной технологии сварки.

Выполнение указанных мероприятий зависит от рационального проектирования конструкции, ее технологичности и от применяемых материалов.

Второй группой мероприятий являются технологические приемы правки отдельных узлов и всей конструкции, термическая и механическая обработка швов и конструкции.

Технологичность конструкции означает, что при ее разработке изделие комплектуют из отдельных сварных узлов и под узлов с целью уменьшения сварочных напряжений и деформаций.

В отдельных сварных узлах должны предусматриваться сварные швы с наименьшим объемом наплавленного металла, при этом в местах, подвергающихся растяжению, ударным и вибрационным нагрузкам, не следует допускать концентрации и пересечений сварных швов. Не нужно допускать применения различных вставок, косынок и накладок, создающих замкнутые контуры, а также резких переходов сечений швов. Должны предусматриваться стыковые соединения как наиболее технологичные. Швы прерывистые большого сечения нужно заменять на сплошные меньшего сечения.

Рациональная технология сборки частей конструкции под сварку должна предусматривать технологические приемы соединения частей конструкции таким образом, чтобы после сварочных работ напряжения и деформации в конструкции были минимальными. Для этого производится разбивка конструкции на узлы с наименьшей концентрацией сварных швов, сборка конструкции с обратным прогибом или обратной деформацией (рис. 2).

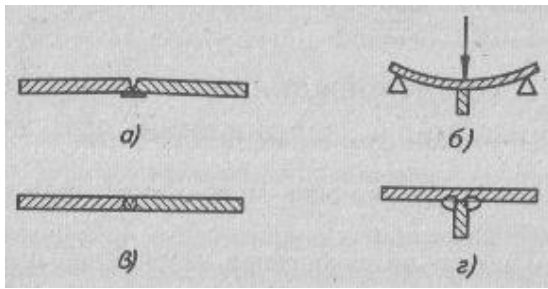


Рис. 2. Методы подготовки конструкции к сварке: а — обратный прогиб; б — обратная деформация; в и г — конструкции после сварки

Технология сварки должна предусматривать рациональный порядок наложения швов по длине и сечению, выбор необходимых типов электродов и тепловых режимов, дающих наиболее пластичный наплавленный металл.

Режим сварки должен выбираться в зависимости от свойств свариваемого металла, атмосферных условий и конструкции свариваемого изделия. При изготовлении листовых, цилиндрических конструкций и балок необходимо производить сварку таким образом, чтобы было минимальным количество швов, создающих жесткие контуры в конструкции, и сваривать их нужно в последнюю очередь. При этом Сначала сваривают все поперечные швы под узлов, а потом соединяют под узлы продольными или кольцевыми швами в сварную конструкцию.

Способ уравнивания деформаций заключается в том, что технологией определяется последовательность наложения швов для уменьшения суммарной деформации.

При сварке сталей, способных к закалке, и сварке при низких температурах можно применять предварительный или сопутствующий нагрев около шовной зоны или всего изделия. Температура нагрева определяется свойствами свариваемых металлов.

Снятие возникших напряжений в сварном изделии и исправление деформаций производятся после окончания сварочных работ.

Для этого можно применять различные механические способы: послойная проковка сварных швов тупым зубилом, холодная и горячая правка сварных изделий домкратами, прессами и молотами, кувалдой.

При горячей правке нагрев может производиться сварочными горелками по выпуклой стороне изделия до температуры пластического состояния.

Устранение внутренних напряжений в сварной конструкции осуществляется различными способами термической обработки.

Способами термической обработки являются полный отжиг, нормализация, низкий отжиг или высокий отпуск.

Термическая обработка предназначена для термической правки, когда происходит уравнивание деформаций путем создания в конструкции внутренних напряжений, компенсирующих первоначальные напряжения, вызвавшие деформацию.

Термическая обработка предназначена также для обеспечения необходимых качеств сварных соединений, выполненных из высокоуглеродистых и легированных сталей со склонностью к образованию закалочных зон вблизи сварного шва и при большой толщине свариваемых деталей.

Полный отжиг заключается в нагреве изделия до температуры около 850...930 °С, выдержке при этой температуре изделия вместе с печью до 300 °С, а затем на воздухе. Время выдержки при температуре отжига в среднем 1 мин на 1 мм толщины изделия, но не менее 30 мин. Охлаждение с печью производится со скоростью 50...70 °С в час.

Полный отжиг применяют для снятия внутренних напряжений в сварной конструкции, понижения твердости металла, получения мелкозернистого строения металла шва и повышения его пластичности и пластичности металла переходной зоны.

Нормализация отличается от полного отжига скоростью охлаждения. При этом нагретое изделие выдерживают в печи, а затем охлаждают на воздухе, и в результате быстрого охлаждения получается мелкозернистое строение металла. Металл шва после нормализации становится более прочным, но менее пластичным, чем при отжиге.

Низкотемпературный отжиг или высокий отпуск заключается в нагреве металла до температуры 600...670 °С, выдержке при этой температуре не менее 30 мин и охлаждении вместе с печью до нормальной температуры. Низкотемпературный отжиг применяется для снятия или уменьшения остаточных напряжений в сварных соединениях и после закалки для смягчения структуры и снятия напряжений.

Для снятия деформаций высоким отпуском детали предвари. закрепляют в приспособлениях.

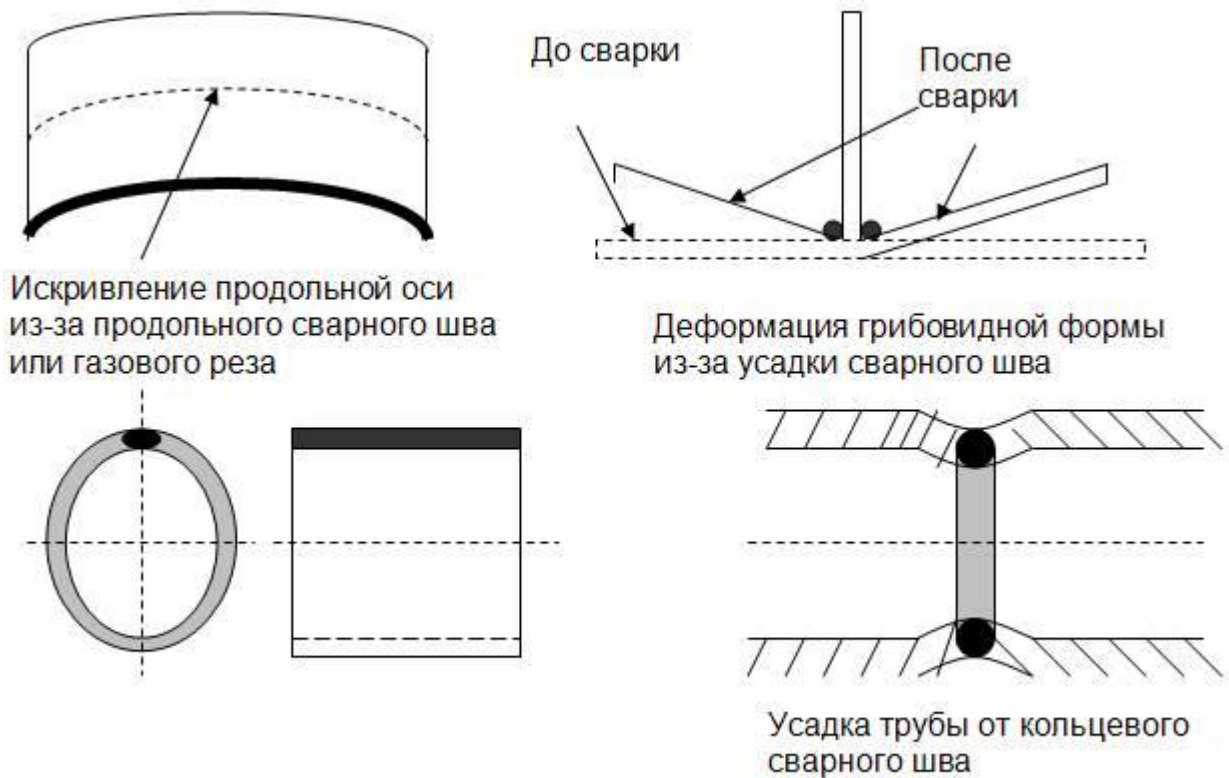


Рис. 2.8. Примеры деформаций деталей при сварке и резке.

Деформации изделия при сварке (рис. 2.8) могут быть уменьшены правильным выбором вида сварки и технологии её осуществления. Сварка, при которой изделие получает сосредоточенный нагрев, например, электродуговая сварка, вызывает коробления меньше, чем сварка, при которой нагревается значительный участок детали, например, сварка газовым пламенем. Деформации при сварке плавлением больше, чем при сварке давлением.

Некоторое уменьшение коробления изделия достигается отводом тепла со свариваемого участка подкладыванием медной пластинки с обратной стороны шва, прикладыванием около шва асбеста, смоченного водой и т.п.

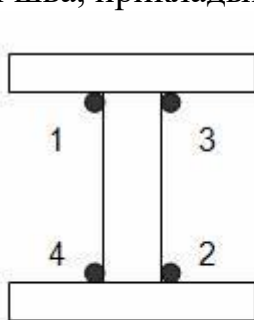


Рис. 2.9. Снижение деформаций изделий изменением порядка сварки.

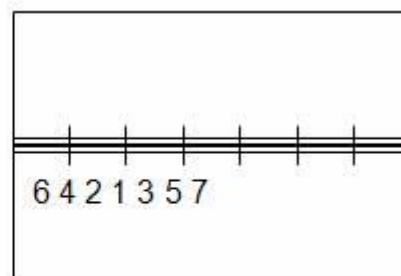


Рис. 2.10. Обратнo-ступенчатая сварка

Коробление можно уменьшить и путем уравнивания образовавшихся деформаций. При этом способе места соединения деталей разбивают на

участки, сварка которых ведется в таком порядке, чтобы деформации, получаемые при сварке на отдельных участках, были равны по величине и противоположны по направлению. Например, при сварке двутавровой балки из трех частей можно применять очередность сварки отдельных участков, показанную на рисунке 2.9.

Значительное уменьшение деформации достигается способом обратноступенчатой сварки. При этом способе кромки деталей, подлежащие сварке, делят на части, которые сваривают в последовательности, показанной на рисунке 2.10. Коробление изделия в данном случае получается значительно меньше, т.к. деформации коротких швов не в состоянии вызывать значительную деформацию всего изделия.

Уменьшить коробление свариваемых изделий можно также способом обратных деформаций. Он заключается в том, что соединяемые детали предварительно отгибают в сторону, обратную сварочным деформациям (рис. 2.11). В процессе сварки они принимают требуемую, или очень близкую к требуемой, форму.

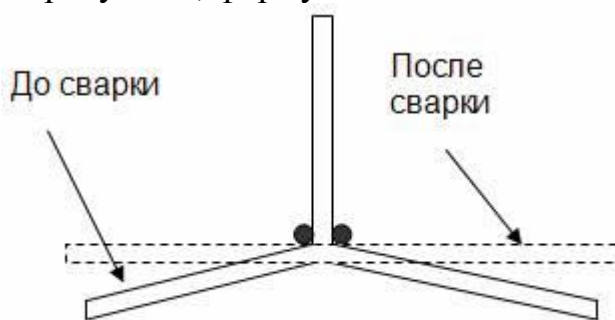


Рис. 2. 11. Обратный изгиб деталей перед сваркой.

Широко применяется также способ жесткого закрепления свариваемых деталей при помощи специального приспособления или путем прихватки, т.е. предварительной сварки кромок в нескольких точках по длине сварки.

Полностью избежать деформаций при сварке не удастся, но уменьшить их до приемлемых значений можно за счет использования следующих конструкторских и технологических мероприятий:

- рациональной конструкции сварного узла;
- припуска на усадку шва по размерам и форме изделия;
- рациональной сборки и подготовки к сварке;
- выбора наиболее рационального способа сварки;
- предварительного, сопутствующего и последующего подогрева изделия;
- проковки зоны сварного шва (в горячем состоянии или после остывания);
- механической правки;
- термической правки;
- общей термообработки сварного изделия.

На 85 ...90% остаточные напряжения при сварке снижаются при высоком отпуске сварных конструкций (нагрев до 550... 680° С и охлаждение на

воздухе). При местном отпуске нагревается часть конструкции около сварного соединения; после остывания ее остаточные напряжения останутся, но будут меньше по величине. Иногда проводят поэлементный отпуск отдельных сборочных элементов конструкции, а после этого окончательная сборка конструкции.

Снижение деформаций происходит при проковке металла после сварки по горячему металлу или после полного остывания детали.

Наиболее эффективными являются конструкторские и технологические мероприятия до сварки: рациональное конструирование изделия, обоснование минимально допустимых размеров швов, выбор способов сварки с наименьшими погонными энергиями, предотвращение одностороннего расположения сварных швов, использование соединений с отбортовкой кромок вместо нахлесточных или стыковых соединений, выбор рациональной последовательности сварки.

Газовым пламенем или другими способами после сварки иногда проводят местный нагрев тех зон, последующая усадка которых также уменьшает деформации изделия.

(Презентация «Деформации и напряжения при сварке». Приложение 2)

Остаточные напряжения и деформации при сварке, причины их возникновения. Разновидности и величина сварочных деформаций и напряжений.

Уменьшение напряжений и деформаций путём выбора определённой последовательности наложения сварных швов. Уменьшение деформаций путём жёсткого закрепления элементов.

Правка конструкций на механическом оборудовании и местным нагревом.

Термическая обработка сварных соединений. Доклад студента по теме.
(Приложение 3)

V. Восприятие и осознание учащимися нового материала; осмысление, обобщение и систематизация знаний

Демонстрация видеоролика: «Способы уменьшения напряжений и деформаций сварных соединений» (Приложение 9)

Заполнить таблицу «Определение способов снятия деформаций»

(Приложение 4):

(самостоятельная работа с использованием таблицы «Режим термической обработки сварных соединений стальных технологических трубопроводов, работающих под давлением до 10 Мпа (100 кгс/см²)» (Приложение 5)

VI. 2-й урок. Сообщение темы, цели и задач урока

Тема: Дефекты и контроль качества сварных соединений.

Цель урока: научиться выявлять дефекты сварного шва и изучить способы их устранения

Задачи урока:

1. Определить, что такое дефект
2. Познакомиться с видами дефектов
3. Определить причины появления дефектов
4. Определить способы устранения дефектов
5. Применить знания на практике

VII. Изложение нового материала

Дефекты сварных соединений

Дефекты сварных швов и соединений, выполненных сваркой плавлением, возникают из-за нарушения требований нормативных документов к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам.

Дефекты сварных соединений могут классифицироваться по различным признакам: форме, размеру, размещению в сварном шве, причинам образования, степени опасности и т. д. Наиболее известной является классификация дефектов, рекомендованная межгосударственным стандартом **ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначения и определения»**. Согласно этому стандарту дефекты сварных соединений подразделяются на шесть групп:

- трещины;
- полости, поры, свищи, усадочные раковины, кратеры;
- твердые включения;
- несплавления и непровары;
- нарушения формы шва – подрезы, усадочные канавки, превышения выпуклости, превышения проплава, наплавы, смещения, натеки, прожоги и др.;
- прочие дефекты.

Каждому типу дефекта соответствует цифровое обозначение, а также возможно буквенное обозначение, рекомендованное международным институтом сварки (МИС).

Возникновение дефектов часто связано с металлургическими и тепловыми явлениями, возникающими в процессе образования сварочной ванны и ее кристаллизации (горячие и холодные трещины, поры, шлаковые включения и т.д.; Эти дефекты снижают прочность и надежность сварного соединения, его герметичность и коррозионную стойкость. Все это может оказать значительное влияние на эксплуатационные возможности всей конструкции и даже вызвать ее разрушение.

Дефекты сварочных швов могут быть наружными и внутренними.

Наружные дефекты сварочных швов

К наружным дефектам сварных швов (рис.1) относят нарушение размеров и формы шва, подрезы и другие отклонения, которые могут быть обнаружены при внешнем осмотре сварного соединения.

Нарушение формы и размеров сварного шва чаще всего вызваны колебаниями напряжения в электрической сети, небрежностью в работе или низкой квалификацией сварщика, проявляющейся в неправильном выборе режимов, неточном направлении электрода и методике его перемещения. Дефекты проявляются в неодинаковой ширине сварочного шва по его длине, в неравномерности катета угловых швов, чрезмерной выпуклости и резких переходах от основного металла к наплавленному. Отклонения от размеров и формы сварного соединения, проявляющиеся в угловых швах, связаны с неправильной подготовкой кромок, неравномерной скоростью сварки, а также с несвоевременным контрольным обмером шва. При автоматической и полуавтоматической сварке эти дефекты чаще всего связаны с колебаниями напряжения, проскальзыванием проволоки в подающих роликах, нарушениями режимов сварки.

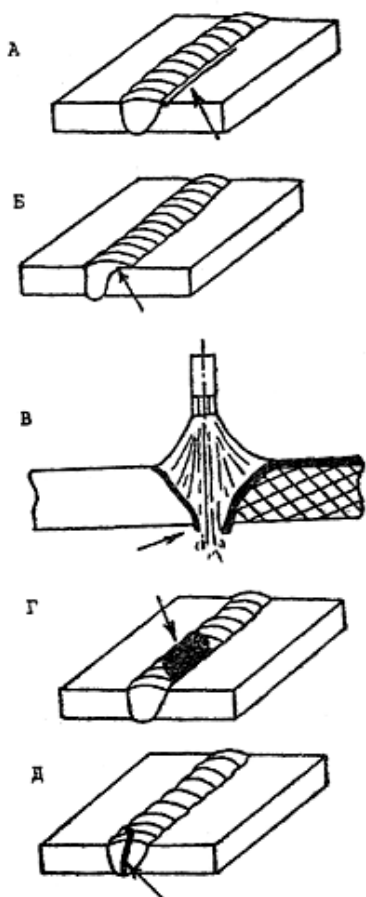


Рис. 1 Наружные дефекты сварных швов, выявляемые внешним осмотром: А — подрез; Б — наплыв; В — прожог; Г — незаваренный кратер; Д — свищ.

Внутренние дефекты сварочных швов

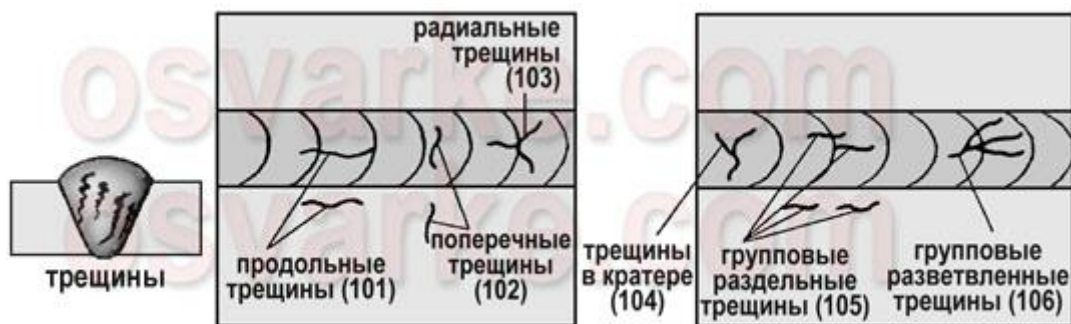
К внутренним дефектам сварных швов относят дефекты трещины, поры, шлаковые включения, оксидные включения, вольфрамовые включения, которые не могут быть обнаружены при внешнем осмотре сварного соединения, т.е. не выходят на поверхность сварного шва.

По ГОСТ 30242-97 **трещиной** называется несплошность, вызванная местным разрывом шва или околошовной зоны, который может возникнуть в результате охлаждения или действия нагрузок.

В зависимости от ориентации трещины делятся на

- продольные (ориентированные параллельно оси сварного шва) – цифровое обозначение 101, буквенное обозначение Ea;
- поперечные (ориентированные поперек оси сварного шва) – 102, Eb;
- радиальные (радиально расходящиеся из одной точки) – 103, E.

Они могут быть расположены в металле сварного шва, в зоне термического влияния, в основном металле.



Также выделяют следующие виды трещин:

- размещенные в кратере сварного шва – 104, Ес;
- групповые отдельные – 105, Е;
- групповые разветвленные – 106, Е;
- микротрещины (1001), обнаруживаемые физическими методами не менее чем при 50-тикратном увеличении.

Газовая полость (по ГОСТ 30242-97) – это полость произвольной формы, не имеющая углов, образованная газами, задержанными в расплавленном металле. **Порой** (газовой порой, 2011) называется газовая полость обычно сферической формы. Буквенное обозначение газовой поры, используемое МИС, – Аа. Поры могут подразделяться на

- равномерно распределенные по сварному шву – 2012;
- расположенные скоплением – 2013;
- расположенные цепочкой – 2014.



К продолговатым полостям (2015, Аb) относятся несплошности, вытянутые вдоль оси сварного шва. **Свищи** (2016, Аb) – продолговатые трубчатые полости, вызванные выделением газа.



К полостям также относятся усадочные раковины (202, R) и кратеры (2024, K). Усадочная раковина (по ГОСТ 30242-97) – это полость, которая образуется вследствие усадки при затвердевании. **Кратером** называется незаваренная усадочная раковина в конце валика сварного шва.



Твердые включения (300) – это твердые инородные вещества металлического или неметаллического происхождения, оставшиеся в металле сварного шва. Остроугольными включениями называются включения с хотя бы одним острым углом. Виды твердых включений:

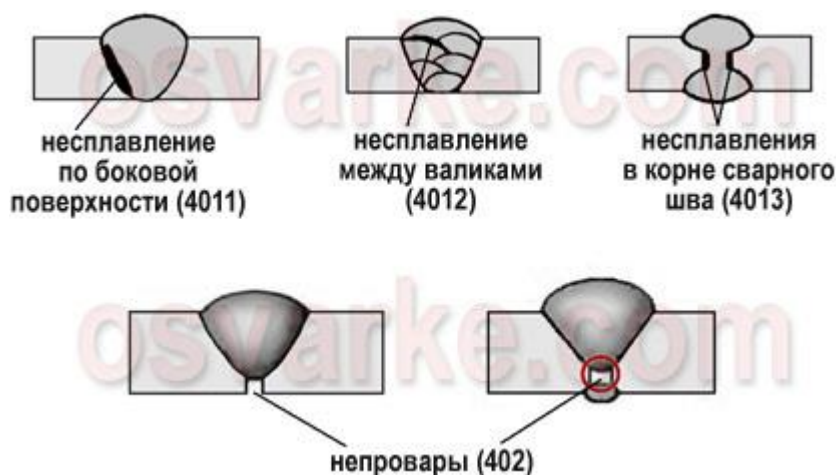
- шлаковые включения (301, Ва) – линейные (3011), разобщенные (3012), прочие (3013);
- флюсовые включения (302, G) – линейные (3021), разобщенные (3022), прочие (3023);
- оксидные включения (303, J);
- металлические включения (304, H) – вольфрамовые (3041), медные (3042), из другого металла (3043).

Несплавлением (401) называется отсутствие соединения между металлом шва и основным металлом либо между отдельными валиками сварного шва. Типы несплавлений:

- по боковой поверхности (4011);
- между валиками (4012);
- в корне сварного шва (4013).

Непровар (402, D) или неполный провар – это несплавление основного металла на участке или по всей длине шва, появляющееся из-за

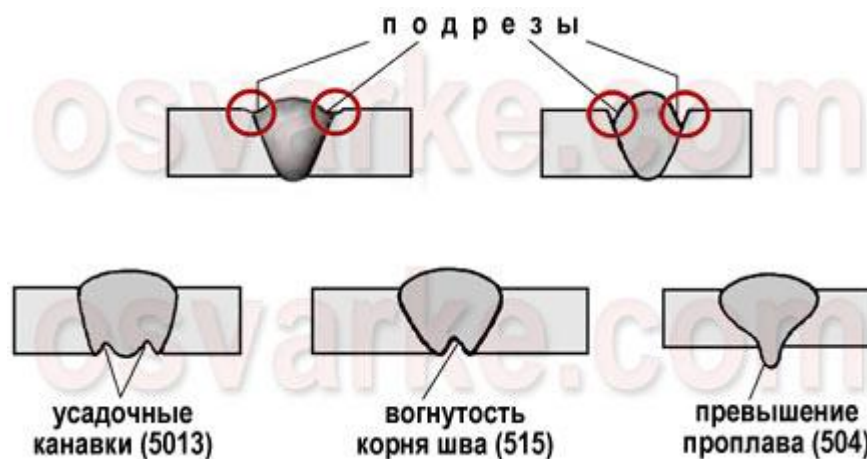
неспособности расплавленного металла проникнуть в корень соединения (заполнить зазор между деталями).



Нарушение формы сварного шва (500) – это отклонение формы наружных поверхностей шва или геометрии соединения от заданного значения. К нарушениям формы шва по ГОСТ 30242-97 относятся:

- подрезы (5011 и 5012; F);
- усадочные канавки (5013);
- превышения выпуклости стыкового (502) и углового (503) швов;
- превышение проплава (504);
- неправильный профиль шва (505);
- наплав (506);
- линейное (507) и угловое (508) смещения свариваемых элементов;
- натек (509);
- прожог (510);
- не полностью заполненная разделка кромок (511);
- чрезмерная асимметрия углового шва (512);
- неравномерная ширина шва (513);
- неровная поверхность (514);
- вогнутость корня сварного шва (515)
- и др.

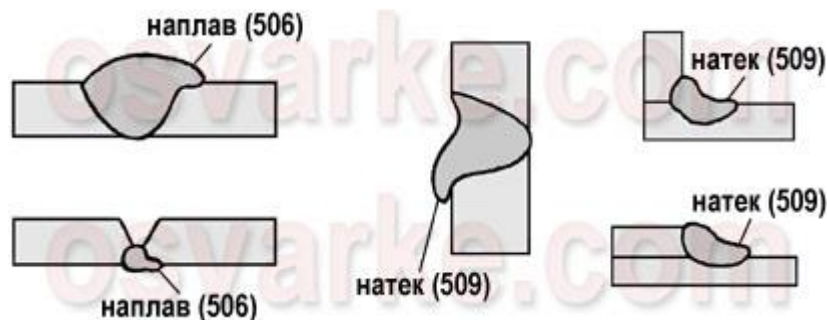
Подрезы – это продольные углубления на наружной поверхности валика шва. Подрезы со стороны корня одностороннего шва из-за усадки вдоль границы называются **усадочными канавками**. **Превышение проплава** – избыток наплавленного металла на обратной стороне стыкового сварного шва. **Вогнутость корня шва** – неглубокая канавка со стороны корня шва, возникшая из-за усадки.



Смещение между свариваемыми элементами при их параллельном расположении на разном уровне называется **линейным смещением**, а при расположении кромок элементов под углом – **угловым смещением**. **Чрезмерной асимметрией углового шва** называется значительное превышение размеров одного катета над другим.



Наплав – это избыток наплавленного металла шва, натекащий на поверхность основного металла. **Натек** – это металл шва, не имеющий сплавления с соединяемой поверхностью и образовавшийся в результате перераспределения наплавленного металла шва под действием силы тяжести. Натёки часто возникают при сварке угловых швов или стыковых швов в горизонтальном положении.



Прожог – вытекание металла сварочной ванны, приводящее к образованию в шве сквозного отверстия. При **неправильном профиле шва** угол между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности шва, меньше нормального значения.

Все дефекты, не включенные в группы 1–5 (ГОСТ 30242-97), относятся к прочим дефектам (600):

- местное повреждение металла из-за случайного зажигания дуги (601);
- брызги металла (602);
- поверхностные задиры (603) – повреждения поверхности из-за удаления временно приваренного приспособления;
- утонение металла (606)
- и др.

Дефекты и контроль качества сварных соединений Общие сведения и организация контроля

По ГОСТ 15467-79 качество продукции есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Качество сварных изделий зависит от соответствия материала техническим условиям, состояния оборудования и оснастки, правильности и уровня отработки технологической документации, соблюдения технологической дисциплины, а также квалификации работающих. Обеспечить высокие технические и эксплуатационные свойства изделий можно только при условии точного выполнения технологических процессов и их стабильности. Особую роль здесь играют различные способы объективного контроля как производственных процессов, так и готовых изделий. При правильной организации технологического процесса контроль должен быть его неотъемлемой частью. Обнаружение дефектов служит сигналом не только к отбраковке продукции, но и оперативной корректировке технологии.

Сварные конструкции контролируют на всех этапах их изготовления. Кроме того, систематически проверяют приспособления и оборудование. При предварительном контроле подвергаются проверке основные и вспомогательные материалы, устанавливается их соответствие чертежу и техническим условиям,

После заготовительных работ детали подвергают чаще всего наружному осмотру, т.е. проверяют внешний вид детали, качество поверхности, наличие заусенцев, трещин, забоин и т.п., а также измеряют универсальными и специальными инструментами, шаблонами, с помощью контрольных приспособлений. Особенно тщательно контролируют участки, подвергающиеся сварке. Профиль кромок, подготовленных под сварку плавлением, проверяют специальными шаблонами, а качество подготовки

поверхности - с помощью оптических приборов или специальными микрометрами.

Во время сборки и прихватки проверяют расположение деталей друг относительно друга, величину зазоров, расположение и размер прихваток, отсутствие трещин, прожогов и других дефектов в местах прихваток и т.д. Качество сборки и прихватки определяют главным образом наружным осмотром и обмером.

Наиболее ответственным моментом является текущий контроль выполнения сварки. Организация контроля сварочных работ может производиться в двух направлениях: контролируют сами процессы сварки либо полученные изделия.

Контроль процессов позволяет предотвратить появление систематических дефектов и особенно эффективен при автоматизированной сварке (автоматическая и механизированная дуговая, электрошлаковая и др.). Существуют следующие способы контроля сварочных процессов.

Контроль по образцам технологических проб. В этом случае периодически изготавливают образцы соединений из материала той же марки и толщины, что и свариваемое изделие, и подвергают их всесторонней проверке: внешнему осмотру, испытаниям на прочность соединений, просвечиванию рентгеновскими лучами, металлографическому исследованию и т.д. К недостаткам такого способа контроля следует отнести некоторое различие между образцом и изделием, а также возможность изменения сварочных условий с момента изготовления одного образца до момента изготовления следующего.

Контроль с использованием обобщающих параметров, имеющих прямую связь с качеством сварки, например использование дилатометрического эффекта в условиях точечной контактной сварки. Однако в большинстве случаев сварки плавлением трудно или не всегда удается выявить наличие обобщающего параметра, позволяющего достаточно надежно контролировать качество соединений.

Контроль параметров режима сварки. Так как в большинстве случаев определенных обобщающих параметров для процессов сварки плавлением нет, то на практике контролируют параметры, непосредственно определяющие режим сварки. При дуговой сварке такими параметрами в первую очередь являются сила тока, дуговое напряжение, скорость сварки, скорость подачи проволоки и др. Недостаток такого подхода заключается в необходимости контролирования многих параметров, каждый из которых в отдельности не может характеризовать непосредственно уровень качества получаемых соединений.

Контроль изделий производят пооперационно или после окончания изготовления. Последним способом обычно контролируют несложные изделия. Качество выполнения сварки на изделии оценивают по наличию наружных или внутренних дефектов. Развитие физики открыло большие

возможности для создания высокоэффективных методов дефектоскопии с высокой разрешающей способностью, позволяющих проверять без разрушения качество сварных соединений в ответственных конструкциях. В зависимости от того, нарушается или не нарушается целостность сварного соединения при контроле, различают неразрушающие и разрушающие методы контроля.

Методы неразрушающего контроля сварных соединений

К неразрушающим методам контроля качества сварных соединений относят внешний осмотр, контроль на непроницаемость (или герметичность) конструкций, контроль для обнаружения дефектов, выходящих на поверхность, контроль скрытых и внутренних дефектов.

Внешний осмотр и обмеры сварных швов - наиболее простые и широко распространенные способы контроля их качества. Они являются первыми контрольными операциями по приемке готового сварного узла или изделия. Этим видам контроля подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

Внешним осмотром сварных швов выявляют наружные дефекты: непровары, наплывы, подрезы, наружные трещины и поры, смещение свариваемых кромок деталей и т.п. Визуальный осмотр производят как невооруженным глазом, так и с применением лупы с увеличением до 10 раз. Обмеры сварных швов позволяют судить о качестве сварного соединения: недостаточное сечение шва уменьшает его прочность, слишком большое - увеличивает внутренние напряжения и деформации. Размеры сечения готового шва проверяют по его параметрам в зависимости от типа соединения. У стыкового шва проверяют его ширину, высоту, размер выпуклости со стороны корня шва, в угловом - измеряют катет. Замеренные параметры должны соответствовать ТУ или ГОСТам. Размеры сварных швов контролируют обычно измерительными инструментами или специальными шаблонами.

Внешний осмотр и обмеры сварных швов не дают возможности окончательно судить о качестве сварки. Они устанавливают только внешние дефекты шва и позволяют определить их сомнительные участки, которые могут быть проверены более точными способами.

Контроль непроницаемости сварных швов и соединений. Сварные швы и соединения ряда изделий и сооружений должны отвечать требованиям непроницаемости (герметичности) для различных жидкостей и газов. Учитывая это, во многих сварных конструкциях (емкости, трубопроводы, химическая аппаратура и т.д.) сварные швы подвергают контролю на непроницаемость. Этот вид контроля производится после окончания монтажа или изготовления конструкции. Дефекты, выявленные внешним осмотром, устраняются до начала испытаний. Непроницаемость сварных швов контролируют следующими методами: капиллярным (керосином),

химическим (аммиаком), пузырьковым (воздушным или гидравлическим давлением), вакуумированием или газоэлектрическими течеискателями.

Контроль керосином основан на физическом явлении капиллярности, которое заключается в способности керосина подниматься по капиллярным ходам - сквозным порам и трещинам. В процессе испытания сварные швы покрываются водным раствором мела с той стороны, которая более доступна для осмотра и выявления дефектов. После высушивания окрашенной поверхности с обратной стороны шов обильно смачивают керосином. Неплотности швов выявляют по наличию на меловом покрытии следов проникшего керосина. Появление отдельных пятен указывает на поры и свищи, полос - сквозных трещин и непроваров в шве. Благодаря высокой проникающей способности керосина обнаруживаются дефекты с поперечным размером 0,1 мм и менее.

Контроль аммиаком основан на изменении окраски некоторых индикаторов (раствор фенолфталеина, азотнокислой ртути) под воздействием щелочей. В качестве контролирующего реагента применяется газ аммиак. При испытании на одну сторону шва укладывают бумажную ленту, смоченную 5%-ным раствором индикатора, а с другой стороны шов обрабатывают смесью аммиака с воздухом. Аммиак, проникая через неплотности сварного шва, окрашивает индикатор в местах залегания дефектов.

Контроль воздушным давлением (сжатым воздухом или другими газами) подвергают сосуды и трубопроводы, работающие под давлением, а также резервуары, цистерны и т.п. Это испытание проводят с целью проверки общей герметичности сварного изделия. Малогабаритные изделия полностью погружают в ванну с водой, после чего в него подают сжатый воздух под давлением, на 10 - 20% превышающим рабочее. Крупногабаритные конструкции после подачи внутреннего давления по сварным швам покрывают пенным индикатором (обычно раствор мыла). О наличии неплотностей в швах судят по появлению пузырьков воздуха. При испытании сжатым воздухом (газами) следует соблюдать правила безопасности.

Контроль гидравлическим давлением применяют при проверке прочности и плотности различных сосудов, котлов, паро-, водо- и газопроводов и других сварных конструкций, работающих под избыточным давлением. Перед испытанием сварное изделие полностью герметизируют водонепроницаемыми заглушками. Сварные швы с наружной поверхности тщательно просушивают обдувом воздухом. Затем изделие заполняют водой под избыточным давлением, в 1,5 - 2 раза превышающим рабочее, и выдерживают в течение заданного времени. Дефектные места определяют по проявлению течи, капель или увлажнению поверхности швов.

Вакуумному контролю подвергают сварные швы, которые невозможно испытать керосином, воздухом или водой и доступ к которым возможен только с одной стороны. Его широко применяют при проверке сварных швов

днищ резервуаров, газгольдеров и других листовых конструкций. Сущность метода заключается в создании вакуума на одной стороне контролируемого участка сварного шва и регистрации на этой же стороне шва проникновения воздуха через имеющиеся неплотности. Контроль ведется с помощью переносной вакуум-камеры, которую устанавливают на наиболее доступную сторону сварного соединения, предварительно смоченную мыльным раствором (рис. 2).

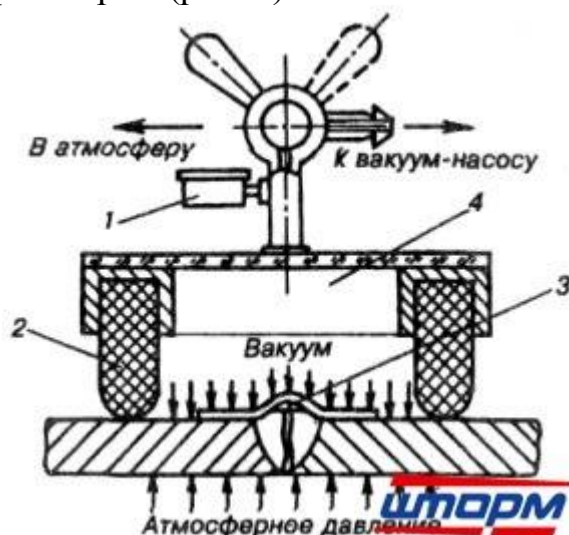


Рис. 2. Вакуумный контроль шва:

1 – вакуумметр, 2 - резиновое уплотнение, 3 - мыльный раствор, 4 - камера.

В зависимости от формы контролируемого изделия и типа соединения могут применяться плоские, угловые и сферические вакуум-камеры. Для создания вакуума в них применяют специальные вакуум-насосы.

(Презентация «Дефекты сварных соединений». Приложение б)

Требования к сварным швам. Дефекты сварных швов и их виды, Нормы контроля и браковки. Способы устранения дефектов сварных соединений.

Виды и методы контроля качества сварных соединений. Оценка качества сварных соединений по внешнему виду. Контроль качества сварных соединений разрушающими методами: механическим; металлографическим; испытанием на коррозионное растрескивание; методом химического анализа. Неразрушающие методы контроля сварных швов: пневматический, гидравлический, испытание керосином, аммиаком.

Сообщения (готовят студенты по предложенным темам): Контроль качества:

- Внешним осмотром
- Пневматический
- Гидравлический
- Испытание керосином

(Приложение 7)

VIII. Восприятие и осознание учащимися нового материала; осмысление, обобщение и систематизация знаний

По выданным элементам сварных соединений (5 экземпляров) определить дефекты сварного соединения и установить способ его устранения. Самостоятельная работа в группах по 4-5 человек.

Заполнить таблицу «Определение дефектов сварного соединения и способов их устранения» (Приложение 8)

IX. Подведение итогов

(подведение итогов занятия, выставление комментированных оценок)

X. Сообщение домашнего задания:

1. Выполнить таблицу «Дефекты сварных соединений»;
2. В ранее выполненных технологических картах заполнить строку – «Контроль качества сварного изделия».

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ К УРОКУ

1. Мультимедийные презентации: «Деформации и напряжения при сварке»; «Деформации и напряжения при сварке»
2. Видеоролик: «Способы уменьшения напряжений и деформаций сварных соединений»
3. Таблица: «Режим термической обработки сварных соединений стальных технологических трубопроводов, работающих под давлением до 10 Мпа (100 кгс/см²)»
4. Элементы сварных соединений (5 экземпляров)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с выбранным типом урока – комбинированный, предусматривается изучение нового материала и его закрепление, опираясь на знания, полученные на предыдущих занятиях. Закрепление полученных знаний проводится в виде выполнения индивидуальных заданий с использованием справочного технического материала и технологических карт. Для достижения поставленной цели была задействована методика организации самостоятельной работы студентов при подборе материала сообщений по предложенным темам и при работе в группах, с использованием ранее заготовленных сварных соединений.

Материал урока разработан с учётом учебной подготовки студентов, а также параллельно изучаемых дисциплин. В ходе подачи материала прослеживались межпредметные связи с материаловедением, технической механикой, физикой.

Для активизации познавательной деятельности студентов в процессе работы были использованы наглядные пособия и дидактический материал.

Поставленные цели урока:

1. Научится определять причины деформаций сварных соединений и изучить способы уменьшения сварочных напряжений и пластических деформаций в металле сварного соединения;
2. Научиться выявлять дефекты сварного шва и изучить способы их устранения; были достигнуты через реализацию поставленных задач.

Основная часть урока – изучение нового материала дана в виде мультимедийных презентаций, что даёт возможность лучше усвоить материал.

Для того чтобы студенты запомнили материал и научились использовать полученные знания, в ходе урока был продемонстрирован видеоролик: «Способы уменьшения напряжений и деформаций сварных соединений».

Методическая разработка открытого урока по дисциплине «Сварка и резка материалов» тема «Деформации и напряжения при сварке» и «Дефекты и контроль качества сварных соединений» может быть использована в рамках обучения по специальности «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при сварке металлов плавлением»
2. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Сварка и резка металлов: учебник для начального профессионального образования / Чернышов Г.Г. Москва: Академия, 2008. – 492 с.
3. Колганов Л.А. Сварочные работы. Сварка, резка, пайка, наплавка. Учебник для колледжей / Колганов Л.А. - М. Издат.-торговая корпорация «Дашков и К», 2008. – 238 с.
4. <http://www.osvarke.ru>
5. <http://www.electrogazosvarka.ru>

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Приложение 1: «Технологическая карта – Технология сборочно-сварочных работ при сварке парового котла сталь 17Г2СФ $\delta=16\text{мм}$ »
2. Приложение 2: Презентация «Деформации и напряжения при сварке»
3. Приложение 3: Термическая обработка сварных соединений
4. Приложение 4: Таблица «Определение способов снятия деформаций»
5. Приложение 5: Таблица «Режим термической обработки сварных соединений стальных технологических трубопроводов, работающих под давлением до 10 Мпа (100 кгс/см²)»
6. Приложение 6: Презентация «Дефекты сварных соединений»
7. Приложение 7: Контроль качества: Внешним осмотром; пневматический; гидравлический; испытание керосином
8. Приложение 8: Таблица «Определение дефектов сварного соединения и способов их устранения»
9. Приложение 9: Видеоролик: «Способы уменьшения напряжений и деформаций сварных соединений»