

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное
учреждение

**«ШЕБЕКИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМР
В.Н. Долженкова
«__» _____ 2015 г.

**Методические указания для выполнения практических работ
по ПМ. 04 «Дефектация сварных швов и контроль качества сварных
соединений»
основной профессиональной образовательной программы
профессии
15.01.05 Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)**

Составитель преподаватель, мастер п/о _____ Н.М. Будников

Рассмотрен на заседании ЦК

«__» _____ 2015г.

Протокол № _____

Председатель цикловой комиссии _____ Н.И. Красников
(подпись)

Шебекино, 2015 г

Пояснительная записка

Методические указания для выполнения практических работ по ПМ. 04 «Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений» разработаны в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по подготовке высококвалифицированных рабочих профессии 15.01.05 Сварщик (электросварочные и газосварочные работы), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.11.2009 № 588 содержат теоретический материал, практический материал, контрольные вопросы.

Выполнение практических работ дает возможность наблюдать, изучать и делать выводы на основе наблюдений, формировать навыки и умение самостоятельно справляться с встречающимися в работе трудностями, способствовать внедрению в практику производственного обучения знаний, полученных на уроках теоретического обучения. Практические работы содержат учебно-производственные упражнения, которые раскрывают последовательность и приемы выполнения общеслесарных операций, предусмотренных учебными программами профессионального модуля. Практические упражнения дают обучающемуся практические рекомендации о том, что делать и как делать.

Перечень практических работ
ПМ. 04 «Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений»

Правила выполнения практических работ	4
Практическая работа №1 Визуальный контроль сварных соединений	5
Практическая работа № 2 Капиллярный метод контроля	10
Практическая работа №3«Заварка трещины»	12
Практическая работа № 4«Способы уменьшения сварочных деформаций»	14
Практическая работа № 5 «Способы исправления деформируемых сварных конструкций»	17

Правила выполнения практических работ

1. До начала проведения практических работ необходимо ознакомить обучающихся с инструкцией по технике безопасности с соответствующей записью в журнале.
 2. Перед выполнением каждой практической работы обучающиеся должны совместно с преподавателем и мастером п/о изучить соответствующий раздел настоящих методических рекомендаций, просмотреть материал в конспектах и рекомендуемой литературе. Кроме того они должны иметь подготовленные формы таблиц для записей по работе, составленные при предварительном изучении работы по руководству.
 3. До окончания занятия, не покидая учебные мастерские, обучающиеся оформляют в черновом виде материалы к отчету и здесь же предъявляются преподавателю или мастеру п/о.
 4. Окончательно выполненный отчет оформляется дома и предъявляется преподавателю или мастеру п/о не позже, чем на следующем занятии. Работа считается выполненной после того, как отчет защищен перед преподавателем и подписан им.
 5. В выполнении лабораторной работы и оформлении одного отчета могут участвовать 2-4 человека (коллективно, побригадно).
 6. Отчет должен включать:
 - цель проводимой работы;
 - исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);
 - методика проведения работы и полученные результаты;
 - выводы (или заключение) по работе.
- Некоторые дополнительные требования к отчету приведены в описании отдельных работ.
- Оформление отчета производится в соответствии с действующими в РФ требованиями ЕСКД и рекомендациями учебно-методического кабинета УПО «Крайпрофобр».
7. О всех неисправностях оборудования, оснастки и приборов учащиеся должны сообщить мастеру ПО или преподавателю.
 8. После окончания работы все оборудование отключается (обесточивается). Учащиеся обязаны разобрать схемы, образцы, приборы и инструменты и положить их на соответствующие места.

Практическая работа № 1 Визуальный контроль сварных соединений

Цель работы: научиться визуально обнаруживать дефекты сварных соединений. Изучить приборы для визуального контроля качества.

Студент должен знать: понятие «дефект», классификацию дефектов, причины появления, технику визуального контроля качества сварных швов.

Студент должен уметь: визуально обнаруживать дефекты сварных соединений.

Оборудование, материалы, инструменты:

- Образцы сварных швов с дефектами.
- Универсальный шаблон сварщика УШС-3.
- Лупа измерительная ЛИ-10 (десятикратная) или ЛИ-8 (восьмикратная).
- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 с глубиномером.
- Линейка металлическая Л-300 (300 мм).
- Угольник поверочный 100х60 мм (угол 90°).
- Фонарь миниатюрный.
- Мел.
- Рулетка 5 м.
- Инструкция по визуальному и измерительному контролю РД 03-606-03.

Основы теоретических сведений

К *дефектам сварных соединений* относятся различные отклонения от установленных норм и технических требований, которые уменьшают прочность и эксплуатационную надежность сварных соединений и могут привести к разрушению всей конструкции.

Наиболее часто встречающиеся дефекты сварных соединений можно разделить на следующие основные группы: дефекты формы и размеров сварных швов; дефекты макро- и микроструктуры; деформации и коробление сварных конструкций. Дефекты формы и размеров сварных швов. Обычно форма и размеры швов устанавливаются стандартами, правилами и нормами, техническими условиями и указывается на рабочих чертежах. При сварке плавлением наиболее частыми дефектами сварных соединений являются неравномерность шва, неравномерная его ширина и высота (рис. 1), крупная чешуйчатость, бугристость, наличие седловин.

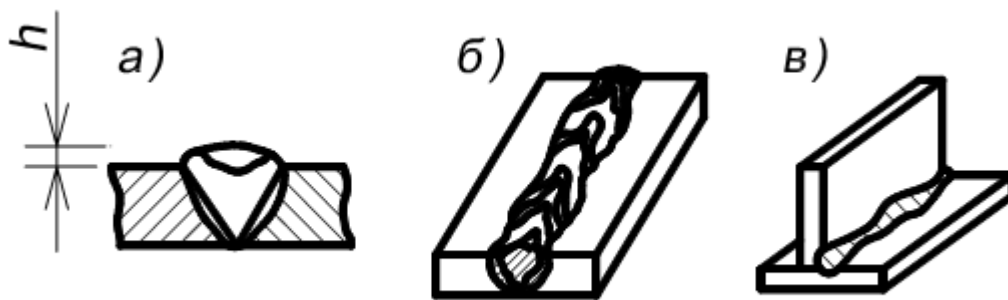


Рис. 2. Дефекты формы и размеров шва

Рис. 2. Дефекты формы и размеров шва

а – неполномерность шва; б – неравномерность ширины стыкового шва; в – неравномерность по длине катета углового шва; h – требуемая высота усиления сварного шва.

При автоматической сварке дефекты возникают вследствие колебания напряжения в сети, проскальзывания проволоки в подающих роликах, неравномерной скорости сварки из-за люфтов в механизме передвижения, неправильного угла наклона электрода, протекания жидкого металла в зазор. При ручной и полуавтоматической сварках дефекты могут быть вызваны недостаточной квалификацией сварщика, нарушением технологических приемов, плохим качеством электродов и других сварочных материалов.

Для сварки давлением (например, точечной) характерными дефектами является неравномерный шаг точек, глубокие вмятины, смещение осей стыкуемых деталей.

Нарушение формы и размеров шва зачастую свидетельствует о наличии таких дефектов, как наплывы (натеки), подрезы, прожоги. *Наплывы* (натеки) (рис. 3) образуются чаще всего при сварке горизонтальными швами вертикальных поверхностей в результате натекания жидкого металла на кромки холодного основного металла. Они могут быть местными, в виде отдельных застывших капель, или же иметь значительную протяженность вдоль шва. Причинами возникновения наплывов является: большая величина сварочного тока, длинная дуга, неправильное

положение электрода, большой угол наклона изделия при сварке на подъем и спуск. В кольцевых швах наплывы образуются при недостаточном или излишнем смещении электрода от зенита. В местах наплывов часто выявляются непровары, трещины и другие дефекты. *Подрезы* представляют собой углубления (канавки), образующиеся в основном металле вдоль края шва при завышенном сварочном токе и длинной дуге, так как в этом случае увеличивается ширина шва и сильнее оплавляются кромки. При сварке угловыми швами подрезы возникают в основном из-за смещения электрода в сторону от вертикальной стенки, что вызывает

значительный разогрев, плавление и стекание металла на горизонтальную полку. В результате на вертикальной полке появляются подрезы, а на горизонтальной – наплывы.

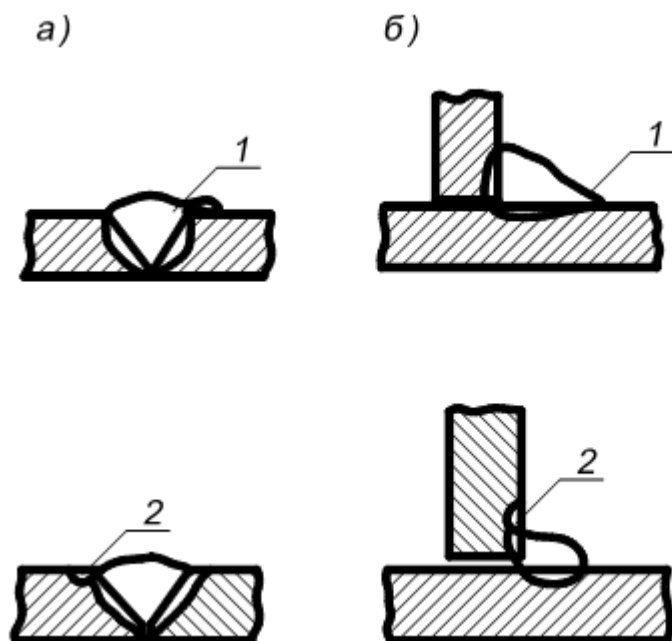


Рис. 3. Наружные дефекты в швах
а – стыковых; б – угловых; 1 – наплыв; 2 – подрез.

При газовой сварке подрезы образуются из-за повышенной мощности сварочной горелки.

Подрезы приводят к ослаблению сечения основного металла и могут явиться причиной разрушения сварного соединения. *Прожоги* – это проплавление основного или наплавленного металла с возможным образованием сквозных отверстий. Они возникают вследствие недостаточного притупления кромок, большого зазора между ними, завышенного сварного тока или мощности горелки при невысоких скоростях сварки. Особенно часто прожоги наблюдаются в процессе сварки тонкого металла и при выполнении первого прохода многослойного шва. Кроме того, прожоги могут иметь место в результате поджатия флюсовой подушки или медной прокладки (автоматическая сварка), а также при увеличении продолжительности сварки, малом усилии сжатия и наличии загрязнений на поверхностях свариваемых деталей или электродах (точечная и шовная контактные сварки). *Незаваренные кратеры* образуются в случае резкого обрыва дуги в конце сварки. Они уменьшают сечение шва и могут явиться очагами образования трещин.

Дефекты макроструктуры

К дефектам макроструктуры, выявляемым при увеличении не более чем в 10 раз, относятся газовые поры, шлаковые включения, непровары, трещины (рис. 4).

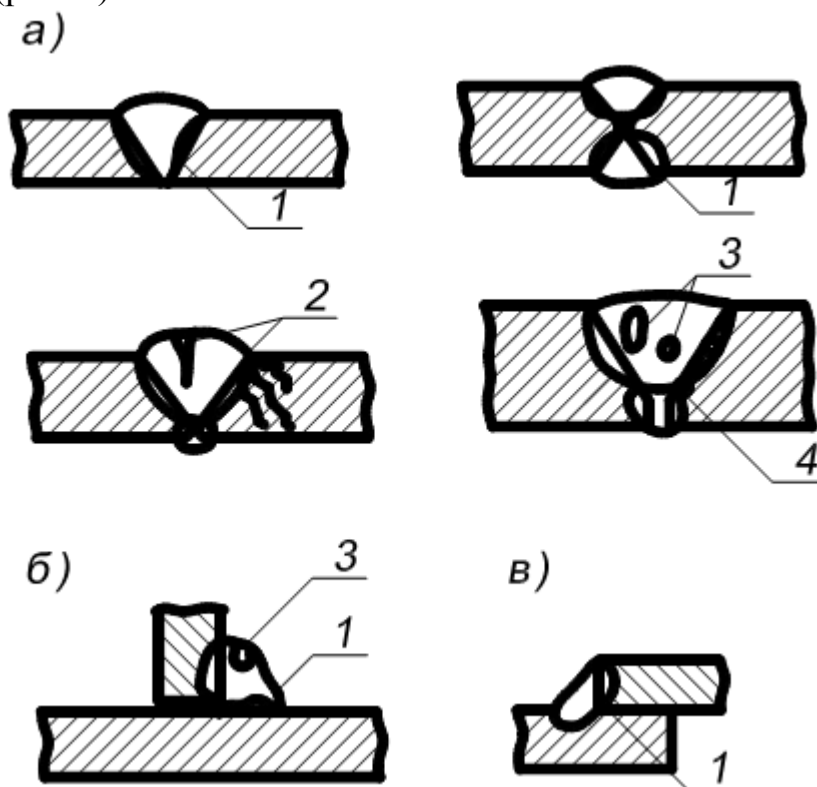


Рис. 4. Дефекты макроструктуры в швах

а – стыковых; б – угловых; в – нахлесточных; 1- непровар; 2 – трещины; 3 – поры; 4 – шлаковые включения

Газовые поры образуются в сварных швах вследствие быстрого затвердевания газонасыщенного расплавленного металла, при котором выделяющиеся газы не успевают выйти в атмосферу.

Комплекты предназначены для визуального контроля качества:

- основного металла;
- подготовки деталей к сварке;
- сборки соединений деталей (сборных единиц, изделий) под сварку;
- сварных соединений и наплавки;
- исправления дефектов в сварных соединениях и в основном металле, который выполняется на стадиях входного контроля основного материала, изготовления (монтажа, ремонта) деталей, сборочных единиц и изделий при техническом диагностировании состояния металла и сварных соединений в процессе эксплуатации, в том числе по истечении расчетного срока службы изделия.

Порядок проведения работы

1. Произвести внешний осмотр дефектов сварных швов.
2. С помощью измерительного инструмента определить размеры дефектов.
3. Заполнить таблицу №1

Таблица №1

№ образца	Название дефекта	Размеры дефекта, мм
Образец №...		
.....		

Отчет

Отчет должен включать:

- цель проводимой работы;
- исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);
- методика проведения работы и полученные результаты;
- выводы (или заключение) по работе.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды дефектов сварных соединений.
2. Что является причиной возникновения дефектов сварных соединений?
3. В каких случаях могут образоваться дефекты и как их можно избежать?
4. С помощью какого инструмента выполняется визуальный контроль сварного шва?

Практическая работа № 2

Капиллярный контроль сварных швов

Цель работы: изучить технику проведения капиллярного контроля сварных швов.

Студент должен знать: методику проведения капиллярного контроля сварных швов.

Студент должен уметь: выполнять капиллярный контроль сварных швов.

Оборудование, материалы, инструменты:

Образцы сварных швов с дефектами. Набор SK3 Spotcheck, который включает в себя:

- 2 аэрозоля с пенетрантом SKL-SP1(индикатор) – ярко красный пенетрант, удаляется растворителем или водой с использованием эмульгатора.
- 3 аэрозоля с очистителем SKC-S – очиститель на основе легколетучего нефтяного дистиллянта.
- 3 аэрозоля с проявителем SKD-S2 – проявитель для пенетранта Spotcheck, Суспензия из белого мелкодисперсного проявителя в органическом, не содержащем галогены, растворителе. Способ нанесения – распыление.

Основные теоретические знания

Капиллярный контроль (КК)

Капиллярный контроль – метод неразрушающего контроля, основанный на капиллярном проникновении индикаторных жидкостей (пенетрантов) в открытые полости поверхностных и сквозных несплошностей материала объекта контроля. Цветной проникающий пенетрант Spotcheck широко применяется в различных отраслях промышленности для выявления поверхностных дефектов размером от 1 мкм. При проведении капиллярного контроля пенетрант дает четкие красные индикации в местах расположения поверхностных дефектов, невидимых невооруженным глазом. В полевых условиях применяют набор SK3 Spotcheck. После нанесения индикатора на поверхность шва и выдержки излишний индикатор удаляют с помощью очистителя. Оставшийся в дефектах индикатор под воздействием проявителя начинает высвечиваться и тем самым обнаруживает дефекты сварного шва.

Порядок проведения работы

Способ нанесения – распыление.

1. На поверхность образца сварного шва с дефектами нанести аэрозоль с пенетрантом SKL-SP1(индикатор).
2. Удалить излишки индикатора с помощью аэрозоля с очистителем SKC-S.
3. Нанести на поверхность шва проявитель SKD-S2.

Заполнить таблицу.

№ образца	Название, вид дефекта	Количество дефектов
Образец №		
.....		

Отчет

Отчет должен включать:

- *цель проводимой работы;*
- *исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);*
- *методика проведения работы и полученные результаты;*
- *выводы (или заключение) по работе.*

Контрольные вопросы

1. Что входит в комплект для выполнения капиллярного контроля сварных швов?
2. Опишите принцип действия капиллярного контроля.
3. Какие дефекты можно выявить с помощью капиллярного метода?

Практическая работа №3 Заварка трещин

Цель работы: изучить способ заварки трещин в сварных швах.

Студент должен знать: последовательность заварки трещин в сварных швах

Студент должен уметь: назначать последовательность заварки трещин в сварных швах

Оборудование, материалы, инструмент:

карточки – задания по вариантам.

Основные теоретические знания

Последовательность заварки трещин на пластинах толщиной 10 -14 мм., длиной 100 – 200мм.

1. Подготовить образец с трещиной под сварку.

1.1 По концам трещины засверлить отверстия, для предупреждения ее дальнейшего распространения.

1.2 Вырубить зубилом металл и образовать V- образную разделку кромок трещины.

1.3 В середине трещины поставить клин рис.1 с целью избежания уменьшения зазора в процессе сварки. Вместо клина можно поставить прихватку (прихватки).

2. Заварить трещину.

2.1 Заварить корень шва на первом участке. Сварку начать от конца разделки и закончить у клина.

2.2 Удалить клин.

2.3 Заварить второй участок трещины корневым и вторым валиками.

2.4 Заварить первый участок вторым валиком. Перекрыть конец шва на втором участке не менее чем на 20мм.

2.5 Нанести декоративный валик рис1.в.

3. Заварить трещину длиной более 200мм., соблюдая последовательность наложения швов рис.2



Рис. 1

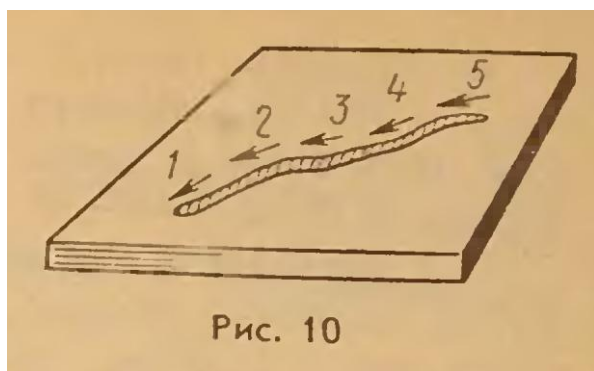


Рис. 10

Рис.2

Порядок выполнения работы

Назначить последовательность сварки трещины:

Вариант 1. Длина трещины 150мм., толщина металла 10 мм., марка стали ВСт3 пс.

Вариант 2. Длина трещины 300мм., толщина металла 8 мм., марка стали ВСт4 кп.

Вариант 3. Длина трещины 400мм., толщина металла 10 мм., марка стали ВСт3 кп.

Отчет

Отчет должен включать:

- *цель проводимой работы;*
- *исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);*
- *методика проведения работы и полученные результаты;*
- *выводы (или заключение) по работе.*

Контрольные вопросы

1. Почему концы трещины необходимо засверливать?
2. Для чего в середине трещины устанавливают клин?
3. Почему для сварки длинных трещин рекомендуют «обратноступенчатый способ»

Практическая работа №4

Способы уменьшения сварочных деформаций

Цель работы: изучить способы уменьшения сварочных деформаций

Студент должен знать: сущность способов уменьшения сварочных деформаций.

Студент должен уметь: назначать способы уменьшения сварочных деформаций .

Оборудование, материалы, инструмент: карточки – задания.

Основные теоретические знания

Деформацией называют изменение размеров или формы тела под действием приложенных к нему сил.

Помимо напряжений и деформаций, возникающих в деталях под действием приложенных нагрузок, в них могут быть так называемые

собственные напряжения и деформации, существующие в телах при отсутствии внешних сил. К ним относятся и сварочные напряжения и деформации, наблюдаемые в свариваемых деталях.

Сварочные деформации обычно характеризуют прогибами элементов, углами поворота, укорочениями, величинами выхода точек тела из плоскости равновесия и др. (рис. 6.1).

Методы уменьшения сварочных деформаций

До сварки:

- рациональное конструирование сварных изделий: в процессе конструирования необходимо ограничивать количество наплавленного металла уменьшением угла скоса кромок или уменьшения катетов швов, не допускать пересечения большого количества швов, не располагать сварные швы там, где действуют максимальные напряжения от внешних нагрузок, размещать их симметрично, применять, преимущественно, стыковые швы и т.п.;

- правильная сборка деталей с учетом возможных деформаций: заранее предугадать характер возможных напряжений и деформаций и произвести предварительный выгиб свариваемых деталей в противоположную сторону. При сборке следует избегать прихваток, которые создают жесткое закрепление деталей и способствуют возникновению значительных остаточных напряжений, Лучше применять сборочные приспособления, допускающие некоторое перемещение деталей при усадке металла.

В процессе сварки:

- рациональная последовательность наложения сварных швов: конструкции следует сваривать так, чтобы замыкающие швы, создающие жесткий контур, заваривались в последнюю очередь. Сварку нужно вести от середины конструкции к ее краям, как бы сгоняя при этом внутренние напряжения наружу. Каждый последующий шов при многослойной сварке рекомендуется накладывать в направлении, обратном наложению предыдущего шва;

- уравнивание деформаций: назначают такую последовательность выполнения швов, при которой последующий шов должен вызывать деформации обратного направления по сравнению с деформациями от предыдущего шва;

- жесткое закрепление деталей при сварке: детали закрепляют в сборочно - сварочных приспособлениях, обладающих значительной жесткостью.

Порядок выполнения работы

Задание 1

Текст задания: После сварки таврового соединения произошла деформация.

a. Назовите причины возникновения этой деформации.

b. Укажите способы предупреждения деформации.

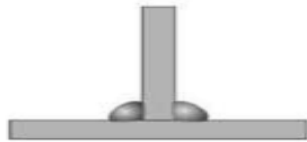


Рис. а)

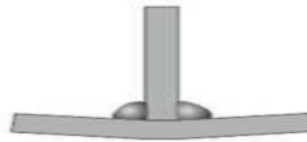


Рис. б)

Задание 2

Текст задания: Спрогнозируйте влияние типа разделки кромок свариваемых деталей указанных на рисунке на деформацию сварного шва.

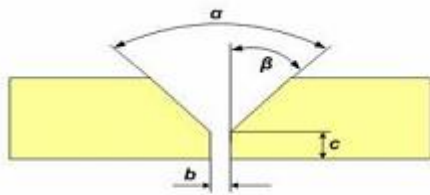


Рис. а)

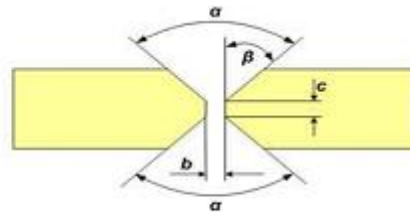
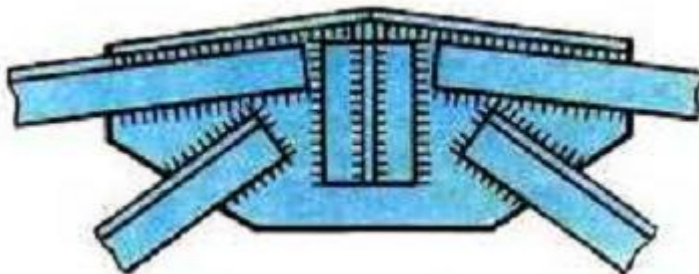


Рис. б)

Задание 3

Текст задания: Предложите порядок наложения сварных швов при сварке узла строительной фермы, изображённой на рисунке с учетом уменьшения сварочных деформаций.



Задание 4

Текст задания: После сварки стыкового соединения произошла деформация.

а. Назовите причины возникновения этой деформации.

б. Укажите способы предупреждения деформации.



Отчет

Отчет должен включать:

- цель проводимой работы;*
- исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);*
- методика проведения работы и полученные результаты;*
- выводы (или заключение) по работе.*

Контрольные вопросы

1. Что называется сварочными деформациями?
2. Причины возникновения сварочных деформаций.
3. Перечислить способы уменьшения сварочных деформаций.

Практическая работа №5

Способы исправления деформируемых сварных конструкций

Цель работы: изучить способы исправления деформируемых сварных конструкций

Студент должен знать: сущность способов исправления деформируемых сварных конструкций.

Студент должен уметь: назначать способы исправления деформируемых сварных конструкций.

Оборудование, материалы, инструмент: карточки – задания.

Основные теоретические знания

Способы исправления деформируемых сварных конструкций

После сварки:

- механическая правка: при помощи молотов, домкратов, винтовых прессов или других устройств создается ударная или статическая нагрузка, которая обычно прилагается со стороны наибольшего выгиба изделия;
- термическая правка: местный нагрев небольших участков металла деформированной конструкции. Нагрев, как правило, производят сварочными горелками большой мощности. Он ведется быстро и только до пластического состояния верхних волокон на выпуклой стороне изделия. При охлаждении нагретых участков последние сжимаются и выпрямляют изделие;
- термомеханическая правка: данный способ состоит в сочетании местного нагрева с приложением статической нагрузки, изгибающей исправляемый элемент конструкции в нужном направлении. Такой способ обычно применяется для правки жестких сварных узлов.

Порядок выполнения работы

Задание 1

Текст задания: Проанализируйте способы нанесения усилий при механической правке конструкции и укажите верный способ. Обоснуйте свой выбор.



Рис.1



Рис.2

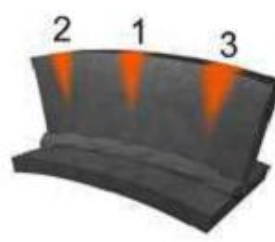


Рис.3

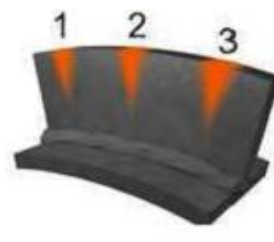
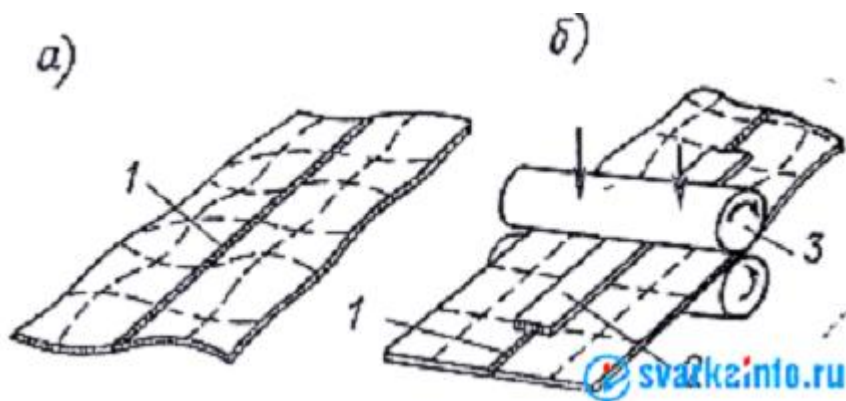


Рис.4

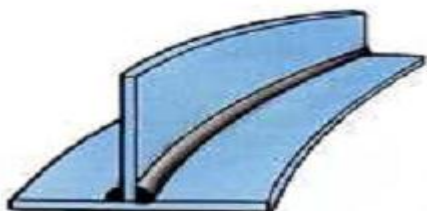
Задание 2

Текст задания: При сварке деталей произошла деформация. Опишите предложенный метод исправления деформации.



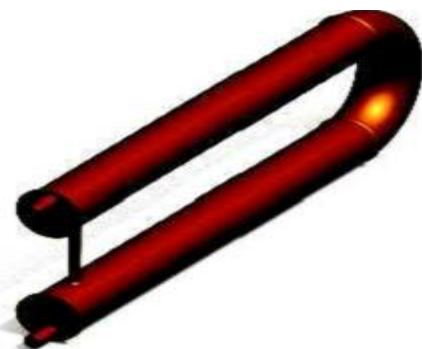
Задание 3

Текст задания: После сварки таврового соединения произошла деформация конструкции. Укажите причины и способ исправления деформации.



Задание 4

Текст задания: После сварки регистра произошла деформация конструкции. Укажите причины и способ исправления деформации.



Отчет

Отчет должен включать:

- цель проводимой работы;
- исходные данные (использованные материалы, оборудование, приборы, установки, схемы и т.д.);
- методика проведения работы и полученные результаты;
- выводы (или заключение) по работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите причины появления сварочных деформаций.
2. От чего зависит выбор способа правки деформируемых сварных конструкций?
3. В чем заключается сущность способов правки?

Информационное обеспечение практических работ

Основные источники:

1. Овчинников В.В., Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений. Учебник, М., АСADEМIA, 2015.
2. Овчинников В.В., Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений. Практикум, М., АСADEМIA, 2014.
3. Овчинников В.В., Контроль качества сварных соединений, Практикум, М., АСADEМIA, 2014.
4. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. Сварка и резка металлов, М., АСADEМIA, 2012
5. Герасименко А.И., Справочник электрогазосварщика, Ростов-на-Дону, «Феникс», 2011
6. Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ (Учебник), М., АСADEМIA, 2010.
7. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов (Учебник), М., АСADEМIA, 2010.
8. Овчинников В.В. Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах (Учебник), М., АСADEМIA, 2010.

Дополнительные источники:

9. Овчинников В.В. Охрана труда при производстве сварочных работ: Учебное пособие. М., АСADEМIA, 2008.
10. Степанов В.В., Справочник сварщика, М., Машиностроение, 1975

Электронные учебники:

11. Приходько В.М. Электросварщик ручной сварки. Газосварщик: электронный учебник. Допущено Минобразованием

России, М., АСADEMIА, 2008

Журналы:

12. «Сварочное производство», М., №№ за 2010-2015 годы

Информационные ресурсы:

13. Профессиональные информационные системы САD и САМ.

14. Классификаторы социально-экономической информации: [Электронный ресурс]. Форма доступа – <http://www.consultant.ru>.

15. Электронный ресурс «Сварка».