**Технологические основы процесса сварки металлов и сплавов (её классификация, прогрессивные способы сварки)**

Реферат по предмету: «Производственные технологии »

Выполнил студент 3 курса, группы 211

Институт Современных Знаний

Минск 2003 г.

**Введение**

**1. История развития сварочного производства.**

В решение задач научно- технического прогресса важное место принадлежит сварке. Сварка является технологическим процессом, широко применяемая практически во всех отраслях народного хозяйства. С применением сварки создаются серийные и уникальные машины. Сварка внесла коренные изменения в конструкцию и технологию производства многих изделий. При изготовлении металлоконструкций, прокладке трубопроводов, установке технологического оборудования, на сварку приходится четвертая часть всех строительно-монтажных работ. Основным видом сварки является дуговая сварка.

Основоположниками сварки являются русские ученые и инженеры - В.В. Петров, Н.Н. Бенардос и Н.Г.Славянов. В 1802г. профессор физики Петров открыл и наблюдал дуговой разряд от построенного им мощного «вольтового столба». Этот столб или батарея был самым мощным источником электрического тока того времени. В то время электротехника только начинала создаваться, и открытие Петровым дугового разряда значительно опередило свой век.

До практического применения дуги для целей сварки прошло 80 лет. Н.Н.Бенардос впервые применил электрическую дугу между угольным электродом и металлом для сварки. Он применил созданный им способ не только для сварки, но и для наплавки и резки металлов.

Другой русский изобретатель Славянов, разработал способ дуговой сварки металлическим электродом с защитой сварочной зоны слоем порошкообразного вещества, то есть флюса, и первый в мире механизм для полуавтоматической подачи электронного прутка в зону сварки. Способ сварки плавящимся металлическим электродом получил название «дуговая сварка по способу Славянова».

Изобретения Бенардоса и Славянова нашли заметное применение по тем временам, и в первую очередь на железных дорогах, а затем на нескольких крупных машиностроительных и металлургических заводах России.

Однако, несмотря на первоначальные успехи русских изобретателей в деле разработки и внедрения дуговой сварки, к началу XX века страны Европы опередили Россию.

Только после революции 1917г. сварка получила интенсивное развитие в нашей стране. В нашей стране тогда впервые в мире были разработаны новые высокопроизводительные виды сварки, это электрошлаковая, в углекислом газе, диффузная и другие. Фундаментальные исследования по разработке новых процессов и технологии сварки проводятся в ряде научно-исследовательских организациях, ВУЗах и крупных предприятиях судостроительной, авиационной, нефтехимической, атомной и других.

На современном этапе развития сварочного производства в связи с развитием научно-технической революции резко возрос диагноз свариваемых толщин, материалов, видов сварки. В настоящее время сваривают материалы толщиной от несколько микрон (в микроэлектронике) до нескольких метров (в тяжелом машиностроении).

2. Понятие промышленной продукции сварочного производства и её качества.

Промышленная продукция - конечный результат деятельности промышленных предприятий. Результатом деятельности предприятий сварочного производства являются сварные изделия. Продукция сварного производства характеризуется следующими особенностями:

многообразием номенклатуры, типов и размеров;

высокими требованиями к качеству сварных соединений;

выпуском сварных изделий предприятиями машиностроения и приборостроения с различным техническим уровнем и серийностью производства;

необходимостью аттестации технологических процессов сварки, технологического, контрольного и испытательного оборудования;

потребностью высокой квалификации рабочих и специалистов сварочного производства.

Крупногабаритные сварные изделия (каркасно-листовые, оболочковые, рамные, балочные), составляющие основу механизмов, сооружений или машин, часто называют сварными конструкциями. Например, к сварным конструкциям относятся кузова автомобилей, фюзеляжи самолётов и т.д.

Сварные конструкции условно разделяют на узлы. Узлом называют часть сварной конструкции, состоящую из двух или нескольких свариваемых элементов. Отдельные части машин или механизмов, полученные сваркой и выполняющие самостоятельные функции, называются сварными деталями. Например, к сварным деталям относятся оси и валы автомобилей и т.д.

К сварным изделиям предъявляют определённые требования, от выполнения которых зависит их качество и пригодность к эксплуатации. Качество сварных изделий является комплексным понятием и представляет совокупность определённых характеристик. Отдельные характеристики продукции объединяются в группы или показатели качества. Показатели качества в зависимости от характера решаемых задач классифицируются по различным признакам (ГОСТ 22851-77). Различают следующие группы показателей качества: назначения, надежности, технологичности и др.

Применительно к сварным конструкциям (изделиям), в которых применяют неразъемные соединения, первостепенное значение имеют показатели назначения и надежности.

Показатели назначения обуславливают область практического использования продукции и характеризуются эксплутационными (служебными) характеристиками изделий.

Показатели надёжности характеризуют свойство продукции выполнять заданные функции и сохранять при этом эксплутационные характеристики в заданных пределах.

К показателям назначения, например, топливного бака, относятся объём рабочей жидкости и её максимальное давление в нём.

Показатели назначения сварных изделий в значительной степени будут определять свойства сварных соединений и характеризоваться их показателями качества. При определении показателей качества сварных соединений рекомендуется выбирать самые необходимые и важнейшие свойства. К их числу, например, для топливного бака, относят прочность и герметичность.

К свойствам сварных соединений относят также пластичность, коррозионную стойкость, износостойкость и др.

Эти свойства будут определять требования к сварным соединениям, которые обеспечиваются определенными конструктивными и технологическими характеристиками сварного соединения. К конструктивным характеристикам относят форму и геометрические размеры сварного шва и сварных точек.

К технологическим характеристикам относят уровень остаточных напряжений, величину деформаций, размеры и количество дефектов и т.д.

Перечисленные характеристики в совокупности определяют качество сварных соединений и являются основой для оптимизации технологического процесса, под которой понимают нахождение наилучшего технологического решения осуществления процесса, обеспечивающего качество и надёжность сварных изделий.

К показателям надёжности изделий и сварных соединений относятся:

безотказность;

долговечность;

ремонтопригодность.

Безотказность - свойство сварного соединения сохранять работоспособность (работоспособное состояние) в течение определённого периода времени в заданных условиях эксплуатации. Работоспособность сварных соединений характеризуется сохранением их свойств, установленных нормативно-технической документацией.

Под отказом понимают событие, заключающееся в нарушении работоспособности, т.е. в выходе хотя бы одной контролируемой характеристики за допустимые пределы.

Долговечность - свойство сварного соединения сохранять работоспособность до наступления состояния, когда невозможна дальнейшая эксплуатация сварного изделия.

Ремонтопригодность - свойство сварного соединения, заключающееся в возможности его ремонта и устранения возникших дефектов в процессе эксплуатации.

Надёжность, взятая отдельно, ещё не означает технического совершенства изделия, т.к. оно может обладать низкими техническими характеристиками. С другой стороны совершенные по техническим характеристикам изделия не обеспечиваются необходимой надёжностью. В связи с этим и вводится понятие работоспособности, оцениваемое в совокупности показателями прочности, герметичности и др.

Таким образом, качество сварных изделий определяется совокупностью свойств сварных соединений.

3. Методы определения и нормирование показателей качества.

Показатели качества сварных соединений разделяют на количественные и качественные. При определении количественных показателей используют измерительный метод, основанный на прямых измерениях контролируемых характеристик (например, измерение ширины шва). Количественные показатели могут быть определены и расчётным путём. Этот метод основан на определении по теоретическим или экспериментальным зависимостям показателей качества от основных измеряемых характеристик. Например, определение предела прочности сварного соединения по измеряемым прямыми методами предельной нагрузке и площади поперечного сечения шва.

При оценке качества сварных соединений используют и качественные показатели. Например, степень окислености поверхности сварного шва (по наличию цветов побежалости на поверхности сварного шва). В этом случае используют регистрационный метод, основанный на наблюдении и анализе зрительного восприятия информации. Точность определения качественных показателей зависит от накопленного опыта, квалификации и способности специалиста, производящего оценку.

При регистрационном методе обычно используют эталоны или специальные стандартные шкалы с бальным способом (номером) выражения показателя качества. Например, при оценке загрязненности стали неметаллическими включениями. Просматривают нетравленный шлиф сварного соединения в микроскоп и визуально сравнивают обнаруженные включения со стандартной шкалой, которая является пятибальной. С увеличением номера (балла) возрастает загрязненность стали неметаллическими включениями.

При оценке окислености сварного шва используют эталоны сварных соединений с недопустимой степенью окисления.

При определении номенклатуры показателей качества и разработке шкал оценок, используют экспертный метод, основанный на учёте мнений группы экспертов-специалистов. Чтобы получить экспертным методом достаточно точные результаты необходимо применять меры на уменьшение их субъективности, присущей этому методу. Поэтому при обработке мнений экспертов используют методы математической статистики, занимающейся вопросами сбора, обработки и анализа результатов наблюдений.

Оценку качества промышленной продукции производят путём её контроля, т.е. проверки соответствия контролируемых показателей заданным требованиям или нормам, установленным нормативно-технической документацией (НТД). НТД включает стандарты, технические условия, чертежи изделий, технологические карты и производственные инструкции.

Контроль необходим, т.к. при изготовлении продукции возникают производственные погрешности, обусловленные действием различных факторов. Получаемые и фиксируемые при контроле отклонения от норм и требований позволяют руководителям производства принимать решения о необходимости изменения технологических процессов, путём использования управляющих воздействий. С помощью управляющих воздействий обеспечивают требуемые показатели качества и их стабильность.

Нормирование требований к контролируемым характеристикам является необходимым условием обеспечения требуемого уровня качества промышленной продукции. Принимая за χί контролируемую характеристику, нормирование производят, либо по наименьшему значению χmin , либо наибольшему χmax , либо одновременно по наименьшему и наибольшему значениям.

xi ≤ xi max; xi ≥ xi min; xi min≤xi≤xi max

Например, в первом случае глубина отпечатка при точечной контактной сварке должна быть меньше установленного наибольшего значения. Во втором случае в качестве примера можно привести шаг (расстояние) между сварочными точками, который должен быть больше установленного наименьшего значения. В третьем случае примером является диаметр литого ядра. При диаметрах ядра меньше минимального имеет место непровар, а при диаметрах ядра больше максимального фиксируют выплеск. Непровар и выплеск являются недопустимыми дефектами контактной сварки.

Таким образом, нормирование устанавливает допустимые пределы изменения контролируемой характеристики. Эти значения отражают конкретные требования к сварным соединениям, которые устанавливают на основе экспериментальных исследований и испытаний, применения методов статистического анализа и обработки экспериментальных данных и построения статических закономерностей контролируемых показателей.

В производственной практике, например, при испытаниях для оценки качества сварных соединений используют как абсолютные, так и относительные показатели. К относительным показателям качества можно отнести, например, коэффициент прочности сварного соединения:

Kσ=σВ св.соед./σВ осн. соед.

где, σВ св.соед. - предел прочности сварного соединения,

σВ осн. соед. - предел прочности основного металла.

Относительные характеристики также нормируют. Так коэффициент прочности сварного соединения не должен быть меньше установленного значения. Такие ограничения задаются в зависимости от конкретных технических требований. Выход за установленные ограничения считается как несоответствия предъявляемым требованиям.

В связи с тем, что реальное число контролируемых показателей велико, то при оценке качества продукции вводится такое понятие как уровень качества. Под уровнем качества понимают характеристику качества продукции, основанную на сравнении совокупности ее единичных показателей качества с соответствующей совокупностью нормативных (базовых) показателей. Сопоставляя единичные и нормативные показатели качества, принимают решение об уровне качества продукции.

Выбор необходимой и достаточной номенклатуры показателей качества сварных изделий и формирование требований к их качеству зависит от специфики и условий эксплуатации сварных изделий и устанавливается соответствующими отраслевыми стандартами и производственными методиками и инструкциями.

Разработкой общих теоретических основ и методов количественной оценки показателей качества продукции занимается наука, называемая квалиметрией.

4. Система формирования качества промышленной продукции сварочного производства.

Система формирования качества промышленной продукции сварочного производства охватывает пять основных стадий жизненного цикла продукции и представлена в виде следующей схемы.

1) Стадия проектирования включает научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИР и ОКР) по проектированию сварных изделий и разработке директивных (руководящих) технологических материалов (ДТМ, РТМ). На этой стадии прогнозируется технический уровень выпускаемой продукции и определяется её соответствие современному уровню развития техники и технологии, осуществляется контроль разрабатываемой технической документации.

2) На стадии внедрения осуществляется технологическая подготовка производства, и ведутся работы по отладке технологии при выпуске опытных образцов или установочной серии. Основной сущностью технологической подготовки производства является разработка рабочей технологической документации и проектирование технологической оснастки.

На этой стадии контролируется разработанная технологическая документация и конструкторская документация на оснастку.

3) Стадия серийного производства предполагает организацию определенной системы производственного контроля, включающую контроль поставляемых материалов и полуфабрикатов, уровня подготовки производственного и руководящего персонала, технического состояния оборудования, контроль технологического процесса изготовления и испытания сварных изделий. На этой стадии осуществляют мероприятия по управлению технологическим процессом с целью устранения возникающих отклонений. Контроль на стадии серийного производства обеспечивает планируемый уровень качества выпускаемой продукции.

4) На стадии обращения контролируют условия хранения продукции и её транспортировки с целью сохранения всех показателей качества, заложенных в продукцию на предыдущих стадиях.

5) Стадия эксплуатации предполагает организацию определённой системы технического обслуживания и ремонта сварных изделий с целью поддержания высокого уровня их качества. Для этого необходим эксплутационный контроль. Контроль производится и после ремонта сварных соединений.

Анализ приведённой системы показывает, что качество продукции формируется и складывается из суммы качеств продукции на каждой стадии её жизненного цикла. Такая система формирования качества является частью общей системы качества, которая предусматривает контроль всех элементов, обеспечивающих её функционирование и соответствующих требованиям международных стандартов серии ISO -9000.

5. Система разработки и постановки продукции в производство.

Система разработки и постановки продукции в производство устанавливает порядок создания новой продукции, осуществляемой на основе хозяйственных договоров между заказчиком, разработчиком и изготовителем. Взаимодействие организаций-исполнителей при разработке и постанове продукции в производство осуществляется по следующей схеме.

Приведенная схема в общем случае отражает порядок создания продукции. При этом заказчик формирует заявку на разработку продукции, в которой определяет целевое назначение, область применения, технические требования, тип и характеристики производства, разработчик создает нормативно-техническую документацию (НТД) на изготавливаемую продукцию, а изготовитель выпускает продукцию и несёт ответственность за соответствие её НТД.

Запуску продукции в производство предшествует большая и трудоемкая подготовительная работа, которая охватывает две стадии жизненного цикла продукции (проектирование и внедрение). Результатом этой работы является разработка технической документации, включающей конструкторскую документацию на изделие и технологическую оснастку, и технологическую документацию на технологию его изготовления, а также отладка и освоение технологического процесса, выпуск установочной серии изделий в цехах предприятия-изготовителя продукции.

Порядок разработки и постановки продукции в сварочном производстве предусматривает несколько этапов работ, некоторые из которых выполняются последовательно, а другие параллельно. Эти этапы конкретизируются блок-схемой, приведенной ниже.

Начало разработки начинается с выдачи технического задания (ТЗ). ТЗ содержит исходные данные, необходимые для создания сварного изделия. Оно является основным документом, определяющим назначение изделия, его технические показатели и объем выпуска. ТЗ устанавливает требования к материалу изделия, его сварным соединениям и технологии изготовления.

На основе ТЗ конструктор выбирает материал и разрабатывает техническое предложение на изделие. Техническое предложение предусматривает разработку вариантов сварных изделий, отличающихся конструктивным исполнением и использованием различных технологических процессов, способов сварки. Затем начинается конструкторское проектирование изделия. Оно включает последовательно этапы разработки эскизного, технического и рабочего проектов.

Этап эскизного проектирования предусматривает разработку компановочного чертежа сварного изделия и расчленения его на самостоятельно изготавливаемые узлы и подузлы. Результатом разработки эскизных проектов является окончательный выбор принципиальных конструкторских решений проектируемого изделия.

Параллельно эскизному проектированию выдается ТЗ на проектирование технологии изготовления изделия, разработка которой осуществляется в два этапа. На первом этапе разрабатывается директивная технология, предусматривающая выбор высокоэффективных технологических процессов производства, включая и способа сварки. Второй этап заключается в проектировании рабочей технологии изготовления изделия.

На этапе технического проекта изделия выполняются чертежи его отдельных узлов, а также чертежи наиболее трудоемких и металлоемких деталей. На этапе технического проекта решаются вопросы по отработке конструкции изделия на технологичность. Она предусматривает анализ затрат труда, средств, материалов и времени при выборе оптимальных технологических решений изготовления изделий и способа сварки конкретных соединений.

На этапе рабочего проекта изделия разрабатывают рабочие чертежи отдельных деталей, определяют технические условия на материалы, производится оценка технического уровня спроектированного изделия.

После разработки конструкторской документации начинается работа по технологической подготовке производства, которая предусматривает второй этап разработки технологического процесса, включающего разработку рабочей технологической документации.

Параллельно с разработкой технологической документации выполняется проектирование и изготовление технологической оснастки, а также проектирование производственного цеха или участка. Отработка технологической документации и окончательная корректировка конструкторской документации выполняется исходя из практики изготовления и испытания опытного образца.

Для освоения выпуска спроектированного изделия на предприятии-изготовителе создаются соответствующие цеха или участки, на которых производится отладка производства при выпуске и испытании установочной серии изделий (первой промышленной партии).

Таким образом, разработка сварной конструкции и технологии ее изготовления является комплексной задачей, решаемой совместно конструкторами и технологами в течение всего процесса проектирования и внедрения продукции в серийное производство.

Глава I.Сварка, понятие, виды и классы.

Сварка - технологический процесс получения неразъемных соединений материалов посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого. Сваркой соединяют однородные и разнородные металлы и их сплавы, металлы с некоторыми неметаллическими материалами (керамикой, графитом, стеклом и др.), а также пластмассы.

Сварка - экономически выгодный, высокопроизводительный и в значительной степени механизированный технологический процесс, широко применяемый практически во всех отраслях машиностроения.

Физическая сущность процесса сварки заключается в образовании прочных связей между атомами и молекулами на соединяемых поверхностях заготовок. Для образования соединений необходимо выполнение следующих условий: освобождение свариваемых поверхностей от загрязнений, оксидов и адсорбированных на них инородных атомов; энергетическая активация поверхностных атомов, облегчающая их взаимодействие друг с другом; сближение свариваемых поверхностей на расстояния, сопоставимым с межатомным расстоянием в свариваемых заготовках.

В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, все виды сварки разделяют на три класса: термический, термомеханический и механический.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии (дуговая, плазменная, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная, газовая и др.).

К термомеханическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления (контактная, диффузионная и др.).

К механическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления (ультразвуковая, взрывом, трением, холодная и др.).

7. Электродуговая сварка.

7.1. Принцип действия.

Дуга - мощный стабильный разряд электричества в ионизированной атмосфере газов и паров металла. Ионизация дугового промежутка происходит во время зажигания дуги и непрерывно поддерживается в процессе ее горения. Процесс зажигания дуги в большинстве случаев включает в себя три этапа: короткое замыкание электрода на заготовку, отвод электрода на расстояние 3-6 мм и возникновение устойчивого дугового разряда.

Короткое замыкание выполняется для разогрева торца электрода и заготовки в зоне контакта с электродом. После отвода электрода с его разогретого торца (катода) под действием электрического поля начинается термоэлектронная эмиссия электронов. Столкновение быстродвижущихся по направлению к аноду электронов с молекулами газов и паров металла приводит к их ионизации. По мере разогрева столбца дуги и повышение кинетической энергии атомов и молекул происходит дополнительная ионизация за счет их соударения. Отдельные атомы также ионизируются в результате поглощения энергии, выделяемой при соударении других частиц. В результате дуговой промежуток становится электропроводным и через него начинается разряд электричества. Процесс зажигания дуги заканчивается возникновением устойчивого дугового разряда.

Источником теплоты при дуговой сварке служит электрическая дуга, которая горит между электродом и заготовкой. В зависимости от материала и числа электродов, а также способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие способы дуговой сварки:

а) Сварка неплавящимся (графитным или вольфрамовым) электродом, дугой прямого действия, при которой соединение выполняется путем расплавления только основного металла, либо с применением присадочного металла.

б) Сварка плавящимся (металлическим) электродом, дугой прямого действия, с одновременным расплавлением основного металла и электрода, который пополняет сварочную ванну жидким металлом.

в) Сварка косвенной дугой, горящей между двумя, как правило, неплавящимися электродами. При этом основной металл нагревается и расплавляется теплотой столба дуги.

г) Сварка трехфазной дугой, при которой дуга горит между электродами, а также между каждым электродом и основным металлом.

Питание дуги осуществляется постоянным или переменным током. При применение постоянного тока различают сварку на прямой и обратной полярностях. В первом случае электрод подключают к отрицательному полюсу (катод), во втором - к положительному (анод).

**7.2. Ручная дуговая сварка.**

Ручную дуговую сварку выполняют сварочными электродами, которые вручную подают в дугу и перемещают вдоль заготовки. В процессе сварки металлическим покрытым электродом - дуга горит между стержнем электрода и основным металлом. Стержень электрода плавится, и расплавленный металл каплями стекает в металлическую ванну. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода, образуя газовую защитную атмосферу вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла. Металлическая и шлаковые ванны вместе образуют сварочную ванну. По мере движения дуги сварочная ванна затвердевает и образуется сварочный шов. Жидкий шлак после остывания образует твердую шлаковую корку.

Электроды для ручной сварки представляют собой стержни с нанесенными на них покрытиями. Стержень изготовляют из сварочной проволоки повышенного качества. Сварочную проволоку всех марок в зависимости от состава разделяют на три группы: низкоуглеродистая, легированная и высоколегированная.

Ручная сварка удобна при выполнении коротких и криволинейных швов в любых пространственных положениях - нижнем, вертикальном, горизонтальном, потолочном, при наложении швов в труднодоступных местах, а также при монтажных работах и сборке конструкций сложной формы. Ручная сварка обеспечивает хорошее качество сварных швов, но обладает более низкой производительностью, например, по сравнению с автоматической дуговой сваркой под флюсом.

Производительность процесса в основном определяется сварочным током. Однако ток при ручной сварке покрытыми электродами ограничен, так как повышение тока сверх рекомендованного значения приводит к разогреву стержня электрода, отслаиванию покрытия, сильному разбрызгиванию и угару расплавленного металла. Ручную сварку постепенно заменяют полуавтоматической в атмосфере защитных газов.

**7.3. Автоматическая дуговая сварка под флюсом.**

Для автоматической дуговой сварки под флюсом используют непокрытую электродную проволоку и флюс для защиты дуги и сварочной ванны от воздуха. Подача и перемещение электродной проволоки механизированы. Автоматизированы процессы зажигания дуги и заварки кратера в конце шва.

В процессе автоматической сварки под флюсом дуга горит между проволокой и основным металлом. Столб дуги и металлическая ванна жидкого металла со всех сторон плотно закрыты слоем флюса толщиной 30 - 35 мм. Часть флюса расплавляется, в результате чего вокруг дуги образуется газовая полость, а на поверхности расплавленного металла - жидкий шлак. Для сварки под флюсом характерно глубокое проплавление основного металла. Действие мощной дуги и весьма быстрое движение электрода вдоль заготовки обусловливают оттеснение расплавленного металла в сторону, противоположную направлению сварки. По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва, покрытого твердой шлаковой коркой. Проволоку подают в дугу и перемещают ее вдоль шва с помощью механизмов подачи и перемещения. Ток к электроду поступает через кабель.

Дуговую сварку под флюсом выполняют сварочными автоматами, сварочными головками или самоходными тракторами, перемещающимися непосредственно по изделию. Назначение сварочных автоматов - подача электродной проволоки в дугу и поддержание постоянного режима сварки в течение всего процесса. Автоматическую сварку под флюсом применяют в серийном и массовом производствах, для выполнения длинных прямолинейных и кольцевых швов в нижнем положении на металле толщиной 2 - 100 мм. Под флюсом сваривают металлы различных классов. Автоматическую сварку широко применяют при изготовлении котлов, резервуаров для хранения жидкостей и газов, корпусов судов, мостовых балок и других изделий. Она является одним из основных звеньев автоматической линий для изготовления сварных автомобильных колес и станов для производства сварных прямошовных и спиральных труб.

**7.4. Электрошлаковая сварка и приплав.**

При электрошлаковой сварке основной и электродный металлы расплавляются теплотой, выделяющейся при прохождении электрического тока через шлаковую ванну. Процесс электрошлаковой сварки начинается с образования шлаковой ванны в пространстве между кромками основного металла и формирующими устройствами (ползунами), охлаждаемые водой, подаваемой по трубам, путем расплавления флюса электрической дугой, возбуждаемой между сварочной проволокой и вводной планкой. После накопления определенного количества жидкого шлака дуга шунтируется шлаком и гаснет, а подача проволоки и подвод тока продолжаются. При прохождении тока через расплавленный шлак, являющийся электропроводящим электролитом, в нем выделяется теплота, достаточная для поддержания высокой температуры шлака (до 2000 градусов по Цельсию) и расплавления кромок основного металла и электродной проволоки. Проволока вводится в зазор и подается в шлаковую ванну с помощью мундштука. Проволока служит для подвода тока и пополнения сварочной ванны расплавленным металлом. Как правило, электрошлаковую сварку выполняют при вертикальном положении свариваемых заготовок. По мере заполнения зазора между ними мундштук для подачи проволоки и формирующие ползуны передвигаются в вертикальном направлении, оставляя после себя затвердевший сварной шов.

В начальном и конечном участках шва образуются дефекты. В начале шва – непровар, кромок , в конце шва - усадочная раковина и неметаллические включения. Поэтому сварку начинают на вводной, а заканчивают на выходной планках, которые затем удаляют газовой резкой.

Шлаковая ванна - более распределенный источник теплоты, чем электрическая дуга. Основной металл расплавляется одновременно по всему периметру шлаковой ванны, что позволяет вести сварку металла большой толщины за один проход.

Заготовки толщиной до 150 мм можно сваривать одним электродом, совершающим поперечные колебания в зазоре для обеспечения равномерного разогрева шлаковой ванны по всей толщине. Металл толщиной более 150 мм сваривают тремя проволоками, а иногда и большим числом проволок, исходя из использования одного электрода на 45 - 60 мм толщины металла. Специальные автоматы обеспечивают подачу электродных проволок и их поперчное перемещение в зазоре.

Электрошлаковая сварка имеет ряд преимуществ по сравнению с автоматической сваркой под флюсом: повышенную производительность, лучшую макроструктуру шва и меньшие затраты на выполнение 1 м сварного шва.

К недостаткам электрошлаковой сварки следует отнести образование крупного зерна в шве и в околошовной зоне вследствие замедленного нагрева и охлаждения. После сварки необходима термическая обработка (отжиг или нормализация) для измельчения зерна в металле сварного соединения.

Электрошлаковую сварку широко применяют в тяжелом машиностроении для изготовления ковано - сварных и лито - сварных конструкций, таких, как станины и детали мощных прессов и станков, коленчатые валы судовых дизелей, роторы и валы гидротурбин, котлы высокого давления и т. п. Толщина свариваемого металла составляет 50 - 2000 мм.

**7.5. Сварка в среде защитных газов.**

При сварке в защитном газе электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены струей защитного газа.

В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон и гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.), а иногда - смеси двух газов и более.

Сварка в среде защитных газов в зависимости от степени механизации процессов подачи присадочной или сварочной проволоки и перемещения сварочной горелки может быть ручной, полуавтоматической и автоматической.

По сравнению с ручной сваркой покрытыми электродами и автоматической под флюсом сварка в защитных газах имеет следующие преимущества: высокую степень защиты расплавленного металла от воздействия воздуха; отсутствие на поверхности шва при применении аргона, оксидов и шлаковых включений; возможность ведения процесса во всех пространственных положениях; возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва и его регулирования; более высокую производительность процесса, чем при ручной дуговой сварке; относительно низкую стоимость сварки в углекислом газе.

Области применения сварки в защитных газах охватывают широкий круг материалов и изделий (узлы летательных аппаратов, элементы атомных установок, корпуса и трубопроводы химических аппаратов и т. п.). Аргонодуговую сварку применяют для цветных (алюминия, магния, меди) и тугоплавких (титана, ниобия, ванадия, циркония) металлов и их сплавов, а также легированных и высоколегированных сталей.

**8. Контактная сварка.**

Контактная сварка относится к видам сварки с кратковременным нагревом места соединения без оплавления или с оплавлением и осадкой разогретых заготовок. Характерная особенность этих процессов - пластическая деформация, в ходе которой формируется сварное соединение.

Место соединения разогревается проходящим по металлу электрическим током, причем максимальное количество теплоты выделяется в месте сварочного контакта.

На поверхности свариваемого металла имеются пленки оксидов и загрязнения с малой электропроводимостью, которые также увеличивают электросопротивление контакта. В результате в точках контакта металл нагревается до термопластического состояния или до оплавления. При непрерывном сдавливании нагретых заготовок образуются новые точки соприкосновения, пока не произойдет полное сближение до межатомных расстояний, т. е. сварка поверхностей.

Контактную сварку классифицируют по типу сварного соединения, определяющего вид сварочной машины, и по роду тока, питающего сварочный трансформатор. По типу сварного соединения различают сварку стыковую, точечную, шовную.

**8.1. Стыковая сварка.**

Стыковая сварка - разновидность контактной сварки, при которой заготовки свариваются по всей поверхности соприкосновения. Свариваемые заготовки закрепляют в зажимах стыковой машины. Зажим 1 установлен на подвижной плите, перемещающийся в направляющих, зажим 2 укреплен на неподвижной плите. Сварочный трансформатор соединен с плитами, гибкими шинами и питается от сети через включающее устройство. Плиты перемещаются, и заготовки сжимаются под действием усилия, развиваемого механизмом осадки.

Стыковую сварку с разогревом стыка до пластического состояния и последующей осадкой называют - сваркой оплавлением.

Сварка оплавлением имеет преимущества перед сваркой сопротивлением. В процессе оплавления выравниваются все неровности стыка, а оксиды и загрязнения удаляются, поэтому не требуются особой подготовки места соединения. Можно сваривать заготовки с сечением, разнородные металлы (быстрорежущую и углеродистую стали, медь и алюминий и т.д.).

Наиболее распространенными изделиями, изготовляемые стыковой сваркой, служат элементы трубчатых конструкций, колеса и кольца, инструмент, рельсы, железобетонная арматура.

**8.2. Точечная сварка.**

Точечная сварка - разновидность контактной сварки, при которой заготовки соединяются в отдельных точках. При точечной сварке заготовки собирают внахлестку и зажимают между электродами, подводящими ток к месту сварки. Соприкасающиеся с медными электродами поверхности свариваемых заготовок нагреваются медленнее их внутренних слоев. Нагрев продолжается до пластического состояния внешних слоев и до расплавления внутренних слоев. Затем выключают ток и снимают давление. В результате образуется литая сварная точка.

Точечная сварка в зависимости от расположения электродов по отношению к свариваемым заготовкам может быть двусторонней и односторонней.

Многоточечная контактная сварка - разновидность контактной сварки, когда за один цикл свариваются несколько точек. Многоточечную сварку выполняют по принципу односторонней точечной сварки. Многоточечные машины могут иметь от одной пары до 100 пар электродов, соответственно сваривать 2 -200 точек одновременно. Многоточечной сваркой сваривают одновременно и последовательно. В первом случае все электроды сразу прижимают к изделию, что обеспечивает меньшее коробление и большую точность сборки. Ток распределяется между прижатыми электродами специальным токораспределителем, включающим электроды попарно. Во втором случае пары электродов опускают поочередно или одновременно, а ток подключают поочередно к каждой паре электродов от сварочного трансформатора. Многоточечную сварку применяют в основном в массовом производстве, где требуется большое число сварных точек на заготовке.

**8.3. Шовная сварка.**

Шовная сварка - разновидность контактной сварки, при которой между свариваемыми заготовками образуется прочное и плотное соединение. Электроды выполняют в виде плоских роликов, между которыми пропускают свариваемые заготовки.

В процессе шовной сварки листовые заготовки соединяют внахлестку, зажимают между электродами и пропускают ток. При движении роликов по заготовкам образуются перекрывающие друг друга сварные точки, в результате чего получается сплошной геометрически шов. Шовную точку, так же как и точечную, можно выполнить при двустороннем и одностороннем расположениях электродов.

Шовную сварку применяют в массовом производстве при изготовлении различных сосудов. Толщина свариваемых листов составляет 0,3 - 3 мм. Шовной сваркой выполняют те же типы сварных соединений, что и точечной, но используют для получения герметичного шва.

**9. Газовая сварка и резка металлов.**

При сварке место соединения нагревают до расплавления высокотемпературным газовым пламенем. При нагреве газосварочным пламенем кромки свариваемых заготовок расплавляются, а зазор между ними заполняется присадочным металлом, который вводят в пламя горелки извне. Газовое пламя получают при сгорании горючего газа в атмосфере технически чистого кислорода.

Кислородный баллон представляет собой стальной цилиндр со сферическим днищем и горловиной для крепления запорного вентиля. На нижнюю часть баллона насаживается башмак, позволяющий ставить баллон вертикально. На горловине имеется кольцо с резьбой для навертывания защитного колпака. Средняя жидкостная вместимость баллона 40 дм3. При давлении 15 МПа он вмещает ~ 6000дм3 кислорода.

Ацетиленовые баллоны окрашивают в белый цвет и делают на них надпись красной краской «Ацетилен». Их конструкция аналогична конструкции кислородных баллонов. Давление ацетилена в баллоне 1,5 МПа. В баллоне находится пористая масса (активизированный уголь) и ацетон. Растворения ацетилена в ацетоне позволяет поместить в малом объеме большое количество ацетилена. Растворенный в ацетоне ацетилен пропитывает пористую массу и становится безопасным.

При газовой сварке, заготовки нагреваются более плавно, чем при дуговой; это и определяет основные области ее применения: для сварки металлов малой толщины (0,2 - 3 мм); легкоплавких цветных металлов и сплавов, требующих постепенного нагрева и охлаждения, например инструментальных сталей, чугуна, латуней; для пайки и наплавочных работ; для подварки дефектов в чугунных и бронзовых отливках. При увеличении толщины металла производительность газовой сварки резко снижается. При этом за счет медленного нагрева свариваемые изделия значительно деформируются. Это ограничивает применение газовой сварки.

Газокислородная резка заключается в сжигании металла в струе кислорода и удалении этой струей образующихся оксидов. При горении железа в кислороде выделяется значительное количество теплоты.

Для обеспечения нормального процесса резки металл должен отвечать следующим требованиям: температура его плавления должна быть выше температуры горения в кислороде; температура плавления оксидов металла должна быть ниже температуры его плавления; количество теплоты, выделяющееся при сгорании металла в кислородной струе, должно быть достаточным для поддержания непрерывного процесса резки; теплопроводность металла не должна быть слишком высокой, в противном случае теплота слишком интенсивно отводится и процесс резки прекращается; образующиеся оксиды должны быть достаточно жидкотекучими и легко выдуваться вниз струей режущего кислорода.

Практически указанным требования отвечают железо, низкоуглеродистые и низко-легированные стали.

По характеру и направленности кислородной струи различают следующие способы резки.

Разделительная резка - режущая струя направлена нормально к поверхности металла и прорезает его на всю толщину. Разделительной резкой раскраивают листовую сталь, разрезают профильной материал, вырезают косынки, круги, фланцы и т. п. Поверхностная резка - режущая струя направлена под очень малым углом к поверхности металла (почти параллельно ей) и обеспечивают грубую ее строжку или обдирку. Ею удаляют поверхностные дефекты отливок.

Резка кислородным копьем - копье образуется тонкостенной стальной трубкой, присоединенной к рукоятке и свободным концом прижатой к прожигаемому металлу. Кислородным копьем отрезают прибыли крупных отливок, прожигают летки в металлургических печах, отверстия в бетоне и т. п.

Резка может быть ручной и машинной.

**Глава II Сборка и техника сварки.**

Сборка деталей под сварку- это трудоемкость составляющая около 30% от общей трудоемкости изготовления изделия. Она зависит от ряда условий (серийность производства, типа изделия и.т.д.).

Для уменьшения времени сборки, а так же для повышения ее точности, применяют различные приспособления.

Приспособления могут быть предназначены только для сборки деталей под сварку, или только для сварки уже собранного изделия (например, для выполнения швов в изделии только в нижнем положении) или используются комбинированные сборочно-сварочные приспособления.

Изделия чаще собирают на сварочных прихватках. Сварочные прихватки представляют собой неполноценные короткие швы с поперечным сечением до 1/3 сечения полного шва.

Длина прихватки от 20 до 100 мм в зависимости от толщины свариваемых листов и длины шва, расстояние между прихватками в зависимости от условий иногда достигает 1 метр.

Прихватки придают изделию жесткость и препятствуют перемещению деталей, что может привести к трещинам в прихватках при их охлаждении.

Чем больше толщина свариваемых листов, тем больше, растягивается усадочная сила в прихватках и больше возможность образования трещин. Поэтому сборку на сварочных прихватках применяют для конструкций из листов небольшой толщины (до 6-8 мм) и труб.

При значительной толщине листов необходимо обеспечить податливость деталей, и сборку изделия выполняют на механических приспособлениях.

**10.1 Техника сварки.**

**10.1.1. Зажигание дуги.**

Зажигание дуги между покрытым электродом и свариваемым изделием выполняют в два приема: коротким замыканием конца электрода с изделием и отрывом электрода от поверхности изделия на расстояние, равно примерно диаметру покрытого электрода.

Короткое замыкание электрода с изделием необходимо для нагревание металла до соответствующей температуры в катодном пятне, что обеспечивает выход первичных электронов и, следовательно, дуги.

Существует два способа зажигания дуги покрытыми электродами: впритык и скольжением, чирканьем.

По первому способу зажигания дуги, металл нагревается в точке короткого замыкания, по второму в нескольких точках, в результате скольжения торца электрода по поверхности свариваемого изделия. Используют оба способа зажигания дуги, причем первый чаще применяется при сварке в узких и неудобных местах.

10.1.2 Длина дуги.

Немедленно после зажигания дуги начинается плавление основного и электродного металлов. На изделии образуется ванна расплавленного металла. Сварщик должен поддерживать горение дуги так, что бы ее длина была постоянной. От правильно выбранной длины дуги зависят производительность сварки и качество сварного шва.

Сварщик должен подавать электрод в дугу со скоростью плавления электрода. Умение поддерживать дугу постоянной длины характеризует квалификацию сварщика.

Нормальной считают длину дуги, равную 0,5-1,1 диаметра стержня электрода, в зависимости от типа и марки электрода и положения сварки в пространстве. Увеличение длины дуги снижает ее устойчивое горение, глубину проплавления основного металла, повышает потери на угар и разбрызгивание электрода, вызывает образование шва с неровной поверхностью и усиливает вредное воздействие окружающей среды и атмосферы на расплавленный металл.

10.1.3. Положение электрода.

Наклон электрода при сварке зависит от положения сварки в пространстве, толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, вида и толщины покрытия. Направление сварки может быть слева на право, справа на лево, от себя, на себя.

Независимо от направления сварки электрод должен быть наклонен к оси шва, так, что бы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину и правильно бы формировался металл шва.

Для получения плотного и ровного шва для сварки в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15-30° от вертикали в сторону ведения шва углом назад. Обычно дуга сохраняет направление оси электрода: указанным наклоном электрода сварщик добивается не только максимального проплавления металла и лучшего формирования шва, но и так же уменьшается скорость охлаждения металла сварочной ванны, что предотвращает образование горячих трещин в шве.

10.1.4. Колебательные движения электрода.

Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода. Если перемещать электрод только вдоль оси шва без поперечных колебательных движений, то ширина валика определяется лишь сварочным током и скоростью сварки и составляет от 0,8 до 1,5 диаметра электрода.

Такие узкие (ниточные) валики применяют при сварке тонких листов, при наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, при сварке по способу опирания и в других случаях. Чаще всего, применяют швы шириной от 1,5 до 4 диаметров электрода, получаемые с помощью поперечных колебательных движений электродов.

Движение треугольником применяют при выполнении угловых швов с катетами шва более 6мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

10.1.5. Способы заполнения шва по длине и сечению.

Швы по длине и сечению выполняют на проход и обратно ступенчатым способом. Сущность способа сварки на проход заключается в том, что шов выполняется до конца в одном направлении. Обратно- ступенчатый способ состоит в том, что длинный предполагаемый к исполнению шов делят на сравнительно короткие ступени.

По способу заполнения швов по сечению различают однопроходные, однослойные швы, многопроходные и многослойные. Если число слоев равно числу проходов дугой, то такой шов называют многослойным.

Многослойные швы чаще применяют в стыковых соединениях, многопроходные- в угловых и тавровых. Для более равномерного нагрева металла шва по всей его длине выполняют двойным слоем, секциями, каскадом и блоками, причем в основу всех этих способов положен принцип обратноступенчатой сварки.

10.1.6. Окончание шва.

В конце шва нельзя сразу обрывать дугу и оставлять на поверхности металла шва кратер.

Кратер может вызвать появлений трещины в шве в следствии содержания в нем примесей, прежде всего, серы и фосфора. При сварке низкоуглеродистой стали, кратер заполняют электродным металлом или выводят его в сторону на основной металл.

При сварке стали, склонной к образованию закалочных микроструктур, вывод кратер в сторону недопустим ввиду возможности образования трещин.

Не рекомендуется заваривать кратер за несколько обрывов и зажиганий дуги ввиду образований оксидных загрязнений металла.

Лучшим способом окончания шва будет заполнения кратера металлом в следствии прекращения поступательного движения электродов в дугу и медленного удлинения дуги до ее обрыва.

**11. Подготовка металла к сварке.**

Подготовка металла под сварку заключается в очистке, разметке, резке и сборке. Правка в моем узле не применяется. Очистка применяется для того, чтобы очистить металл от ржавчины, краски, шлака, и.т.д.

Перенос размеров детали на натуральную величину с чертежа на металл называют разметкой. При этом пользуются инструментом: рулеткой, линейкой, угольником и чертилкой. Проще и быстрее разметка выполняется шаблоном, изготовляемый из тонкого металлического листа.

При разметке заготовок учитывается укорачивания их в процессе сварки конструкции. Поэтому предусматривается припуск из расчета 1мм на каждый поперечный стык и 0,1-0,2мм на 1мм продольного шва.

При подготовке детали к сварке применяют преимущественно термическую резку. Механическую резку целесообразно выполнять при заготовке однотипных деталей, главным образом с прямоугольным сечением.

Часто кислородную резку применяют, особенно машинную, сочетают со снятием угла скоса кромок.

**ГЛАВА III . Предупреждение деформации.**

Деформацией называется изменение формы и размеров изделия под действием внутренних и внешних сил. Деформации могут быть упругими и пластическими.

Они подразделяются на деформации растяжения, сжатия, кручения, изгиба, среза. Деформации при сварке возникают при неравномерном нагреве и охлаждении металла. Уменьшение деформаций производят конструктивным и технологическим способом.

Конструктивным- уменьшение количества сварных швов и их сечений, что снижает количество вводимой теплоты. Между количеством теплоты и деформацией существует прямая зависимость.

Технологический способ- применение силовой обработки металла сварочного изделия в процессе его сварки.

Виды применяемых сил:

Внешняя статическая или пульсирующая сила, приложенная к собранному под сварку изделию.

Местная проковка и обкатывание металла шва, околошовного металла.

Деформации выражаются в изменении формы и размеров детали по сравнению с намеченными до резки.

12.1. Способы борьбы с деформациями при кислородной резке:

Рациональная технология резки, применение жесткого закрепления концов реза, предварительный подогрев вырезаемой детали, применения искусственного охлаждения и др.

В рациональную технологию резки входят, правильный выбор начала резки, установление правильной последовательности резки, выбор наилучшего режима резки. Защемлением концов реза можно снизить деформацию по кромкам. Уменьшать деформацию можно предварительным подогревом места вырезки детали, что приводит к более равномерному охлаждению металла.

Уменьшение деформаций достигается также непрерывным охлаждением струей воды по зоне термического влияния у разрезаемой части.

Чтобы не образовалось деформаций вне плоскости листа, нельзя допускать провисания его под действием нагрева при резке. Поэтому резку надо выполнять на стеллажах с большим числом опор.

**13. Прогрессивные методы сборки и сварки узла.**

Чтобы повысить производительность труда и облегчить труд сварщика применяют различные высокопроизводительные способы сварки.

Сварка пучком (гребенкой) электродов. Принцип этого способа состоит в том, что два или несколько электродов соединяет пучок, которым с помощью обычного электрода-держателя ведут сварку. При сварке пучком электродов, дуга возникает между свариваемым изделием и одним из его стержней, по мере оплавления последнего, переходит на соседний, то есть дуга горит попеременно, между каждым из электродов пучка и изделия. В результате этого нагрев стержней электродов внутренней теплотой будет меньше, чем при сварке одним электродом при той же величине тока. Поэтому при сварке пучком можно устанавливать большую величину тока, чем при сварке одинарным электродом того же диаметра, а это в свою очередь позволяет увеличить производительность труда.

Сварка с глубоким проплавлением. Составы некоторых покрытий, нанесенные на стержень электрода более толстым слоем, чем обычно, позволяет сконцентрировать теплоту сварочной дуги, повысить ее проплавляющие действия: увеличить глубину проплавления основного металла. Сварка в таких случаях ведется короткой дугой, горение которой поддерживается за счет опирания козырьком покрышки на основной металл.

При сварке наклонным электродом оплавляющийся конец электрода опирается о свариваемые кромки, а сам электрод перемещается вдоль линии соединения по мере заполнения разделки кромок.

**14. Контроль качества сварки.**

В производстве сварных изделий различают дефекты: наружные, внутренние и сквозные, исправимые и неисправимые, внутрицеховые и внешние. наружные дефекты: трещины, микротрещины, осадочные раковины, утяжины, вогнутости корня, несквозные свищи, пары, брызги металла и.т.д.

внутренние дефекты: непровар, внутренняя пора и.т.д.

сквозные дефекты: свищи, прожоги, трещины, сплошные непровары.

исправимые дефекты- дефекты, устранение которых технически возможны и экономически целесообразно и т.д.

Основные виды контроля классифицируются по форме воздействия на производство, активный и пассивный. По охвату продукции на сплошной и выборочный. По месту проведения на стационарный и подвижной.

Различают следующие виды контроля за качеством сварки:

Внешний осмотр- служит для определения наружных дефектов в сварных швах и производится невооруженным глазом или с помощью лупы, увеличивающий в 5-10 раз.

Испытание керосином- применяется для определения плотности сварных швов. Доступную для осмотра сторону шва покрывают водной суспензией мела или каолина и подсушивают. Другую сторону смазывают керосином. Появление жирного пятна на меле выявляет место дефекта.

Испытание обдувом воздуха- состоит в том, что одна сторона обдувается сжатым воздухом, а другая покрывается водным раствором с мылом. Появление пузырей показывает место дефекта шва.

Испытание вакуумом- определенный участок шва покрывают мыльным раствором и устанавливают вакуумную камеру, появление пузырей или пены показывает место дефекта шва.

Испытание водой- под давлением одну сторону шва обливают водой, если с другой стороны появляются течи, капли, это значит, что шов с дефектом.

Также проводятся испытания воздушным давлением, гидравлическим давлением, просвечиванием сварных соединений, ультразвуком, магнитографическим методом, технологические, химические и механические испытания.

Заключение

**15. Техника безопасности и противопожарная безопасность при сварке.**

Сварочные работы должны производиться в электросварочных цехах или на специально оборудованных площадках.

Сварочный пост находящийся как в помещении, так и на открытом воздухе, должен быть огражден щитами либо ширмами для защиты окружающих от вредного действия электрической дуги.

При сварке изделий массой более 20 кг., должны быть установлены подъемно-транспортные механизмы.

В электросварочном цехе должен быть предусмотрен проход, обеспечивающий удобство и безопасность производства сварочных работ и передвижения. При всех условиях ширина прохода должна быть не менее 1 метра.

Сварочный цех должен иметь отопление и температура в помещение должна быть не ниже +16°С.

В сварочном цехе должна быть вентиляционная система.

В сварочном цехе должна быть система общего или комбинированного освещения.

Сварочные работы должны выполняться в специальной одежде и обуви, в рукавицах, берете. Для защиты глаз и лица применяются щитки или маски, газорезчики и вспомогательные рабочие - очками. Корпус маски должен быть изготовлен из несгораемого материала, а прорезь для глаз защищена светофильтром (стеклом) различной плотности.

Корпус трансформатора, рабочий стол, и все металлические нетоковедущие части устройства, должны быть заземлены.

Провода и кабели сварочного аппарата должны быть хорошо заизолированы и защищены от механических повреждений и высокой температуры.

Рукоятка электродержателя должна быть из токонепроводящего и огнестойкого материала.

Исправлять электрическую цепь может только электрик и при выключенном рубильнике.

После окончания работы или при временной отлучке с рабочего места сварщик обязан отключить оборудование от сети.

16. Нормы расхода электродов.

Расход материалов:

1) общая длина L = 470мм

2) F шва- площадь поперечного сечения шва Fшва = 5мм

3) Удельный объем наплавленного металла γ =7,8 г/ смІ

а) Определить Vн металла:

V = F·L·γ; V = 5·470·7,8 = 1880 г

б) Определить массу наплавленного металла

Gн = V·К; К- коэффициент наплавленного металла для электродов ВСП-1

К =10; Gн = 188·10 = 1880 г = 1,880 кг/мІ

**Список литературы**

Алешин Н.П., Щербинский В.Г. «Контроль качества сварочных работ». М.: Высшая школа, 1986г.

Волченко В.Н. «Сварные конструкции». - М.: Машиностроение, 1986г.

«Сварные и паяные соединения». Учебное пособие/ С.А. Федоров, МАТИ, М, 1989.