



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ КАЗЕННОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ № 79
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ИСПОЛНЕНИЯ НАКАЗАНИЙ
Филиал № 7**

Курс лекций

**по МДК 01.01 Основы технологии сварки
и сварочное оборудование**

**по профессии профессионального обучения 890189 «Сварщик ручной
дуговой сварки плавящимся покрытым электродом»**

**Разработал:
преподаватель Матюхов Д.Н.**

пос. Социалистический, 2021 г.

Курс лекций по МДК 01.01 «Основы технологии сварки и сварочное оборудование» профессионального модуля ПМ.01 «Подготовительно-сварочные работы и контроль качества сварных швов после сварки» разработан для подготовки рабочих по программе профессионального обучения по профессии 890189 «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом».

Основной целью разработки курса лекций является обобщение и систематизация учебного материала для формирования знаний у обучающихся. Данное пособие может быть использовано как обучающимися для изучения и закрепления материала согласно учебной программы, так и педагогическими работниками в учебно-методическом комплекте, для формирования лекций по междисциплинарному курсу профессионального модуля.

Курс лекций рекомендован для обучающихся по профессии 890189 «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом» и 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))».

СОДЕРЖАНИЕ

<i>МДК 01.01 Основы технологии сварки и сварочное оборудование.....</i>	<i>4</i>
Тема 1. Общие сведения об основных видах сварки. Классификация.....	4
сварки плавлением. Сущность основных способов сварки плавлением.	
Тема 2. Особенности металлургических процессов при сварке.....	9
Понятие о свариваемости металлов.	
Тема 3. Достоинства и недостатки сварных соединений. Типы сварочных.....	13
соединений. Сварной шов: классификация. Конструктивные элементы сварных соединений.	
Тема 4. Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки.....	21
Литература.....	29

Тема 1. Общие сведения об основных видах сварки. Классификация сварки плавлением. Сущность основных способов сварки плавлением.

- 1. Общие сведения об основных видах сварки.**
- 2. Классификация сварки плавлением.**
- 3. Сущность основных способов сварки плавлением.**

1. Общие сведения об основных видах сварки.

История развития сварки.

На протяжении всего периода существования человека на Земле ему приходилось решать задачу соединения между собой двух или более отдельных частей в единое монолитное изделие.

В 1802 году профессор Санкт-Петербургской военно-хирургической академии В.В. Петров, используя мощный гальванический элемент, открыл явление электрической дуги.



Василий Владимирович Петров (1761 – 1834)
русский физик-экспериментатор, электротехник-самоучка, академик
Петербургской академии наук

В 1882 году русский изобретатель Н.Н. Бенардос предложил способ прочного соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока. Он практически осуществил способы сварки и резки металлов электрической дугой угольным электродом. Им был разработан способ дуговой сварки в защитном газе и дуговая резка металлов.



Бенардос Николай Николаевич (1842 - 1905)
Русский изобретатель, один из создателей дуговой электросварки металлов. В 1882 году предложил, а в 1885 году запатентовал способ электрической дуговой сварки металлов с помощью угольных электродов, а также другие способы сварки и пайки. Организовал в Петербурге товарищество "Электротрафест", принимавшее заказы на сварочные работы и осуществлявшее поставку и монтаж сварочного оборудования.



Славянов Николай Гаврилович (1854 - 1897)
Русский электротехник, один из создателей дуговой электросварки. Разработал сварку металлическим электродом с предварительным подогревом изделия (1888). Впервые применил для сварки электрический генератор.

В 1888 году российский инженер Н.Г. Славянов предложил производить сварку плавящимся металлическим электродом. Н.Г. Славянов разработал технологические и металлургические основы электродуговой сварки. Он применил флюс для защиты металла сварочной ванны от воздуха, предложил

способы наплавки и горячей сварки чугуна, организовал первый в мире электросварочный цех.

В 1907 году шведский инженер О. Кьельберг применил металлические электроды с нанесенным на их поверхность покрытием. Это покрытие предохраняло металл шва от вредного воздействия воздуха (окисления и азотирования), стабилизировало горение дуги. Применение покрытых электродов обеспечило резкое повышение качества сварных соединений.

Новый этап в развитии дуговой сварки в нашей стране начался в конце 30-х годов, когда на основе идей, выдвинутых еще Н.Г. Славяновым, коллективом института электросварки Академии наук Украины под руководством академика Евгения Оскаровича Патона был разработан новый способ сварки, получивший название – автоматическая сварка под флюсом.



Патон Евгений Оскарович (1870 - 1953)
Советский ученый в области
мостостроения и сварки, академик АН
УССР (1929), Герой Социалистического
труда (1943).
Автор фундаментальных трудов по
электросварке. Организатор и первый
директор (с 1934 года) НИИ
электросварки АН УССР (с 1945 г. им.
Патона). Под его руководством создан
метод автоматической сварки под
флюсом, построен в Киеве
цельносварной мост через Днепр
(ныне имени Патона). Депутат ВС СССР
в 1946-1953 годах. Государственная
премия СССР (1941).

Все время развиваясь, совершенствуясь, ручная дуговая сварка не утратила своего ведущего положения и в настоящее время.

Электрическая сварка плавлением достигла высокого уровня развития и стала ведущим технологическим процессом, позволяющим создавать рациональные конструкции для всех без исключения отраслей промышленности из любых практически применяющихся металлов и сплавов различной толщины. Технология электрической сварки плавлением строится на серьезной научной основе, использующей и обобщающей огромный опыт ученых, работников производства и научных коллективов – представителей различных стран и различных научных школ и направлений.

Мероприятия по совершенствованию сварочного производства можно условно разделить на три основные группы:

- совершенствование сварных конструкций;
- разработка новых и совершенствование известных сварочных процессов;
- разработка новых сварочных материалов.

2. Классификация сварки плавлением.

Сварка, сущность, понятие.

Сварка – процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их

нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого /ГОСТ2601-84/.

Сварка металлов – это технологический процесс соединения металла(ов) при таком нагреве и/или давлении, в результате которого получается непрерывность структуры соединяемого(ых) металла(ов). /ГОСТ Р ИСО 857-1 - 2009/

Примечания:

1. Может использоваться или не использоваться присадочный металл, температура плавления которого того же порядка, что и у основного металла(ов); результатом сварки является сварное соединение.

Различают два вида сварки: сварку плавлением и сварку давлением.

Сущность сварки плавлением заключается в том, что металл по кромкам свариваемых частей оплавляется под действием теплоты источника нагрева. При всех видах сварки плавлением образующийся жидкий металл одной кромки соединяется и перемешивается с жидким металлом другой кромки, создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После затвердевания металла сварочной ванны получается сварной шов.

Сущность сварки давлением состоит в пластическом деформировании металла по кромкам свариваемых частей путем их сжатия под нагрузкой при температуре ниже температуры плавления. Сварной шов получается в результате пластической деформации. Сваркой давлением хорошо свариваются только пластические металлы: медь, алюминий, свинец и др.

Классификация сварки металлов.

Сварка металлов классифицируется (согласно ГОСТ 19521 – 74) на основе различных признаков: физических; технических; технологических.

Классификация сварки металлов по физическим признакам.

В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, сварочные процессы делятся на три класса: термический, термомеханический и механический.

Вид сварки объединяет сварочные процессы по виду источника энергии, непосредственно используемого для образования сварного соединения. К термическому классу относятся такие виды сварки, которые осуществляются плавлением с использованием тепловой энергии, а именно: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, ионно-лучевая, пелющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная и литейная.

К термомеханическому классу сварки относятся такие виды сварки, которые осуществляются с использованием тепловой энергии и давления, а именно: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газо-прессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая и печная.

К механическому классу сварки относятся такие виды сварки, которые осуществляются с использованием механической энергии и давления, а именно: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением и магнитно-импульсная.

Классификация сварки металлов по техническим признакам.

К техническим признакам относятся: способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса и степень механизации сварки.

По способу защиты металла различают сварку в воздухе, вакууме, защитных газах, под флюсом, по флюсу, в пене и с комбинированной защитой. В качестве защитных могут применяться активные газы (углекислый газ, азот, водород, водяной пар, смесь активных газов), инертные газы (аргон, гелий, смеси аргона с гелием), а также смесь инертных и активных газов. Защита расплавленного металла газом может быть струйной или в контролируемой атмосфере. Если струйная защита расплавленного металла осуществляется только со стороны сварочной дуги, то она называется односторонней, если со стороны сварочной дуги и корня шва - двусторонней.

По непрерывности процесса различают непрерывные и прерывистые виды сварки; по степени механизации - ручные, механизированные, автоматизированные и автоматические.

3. Сущность основных способов сварки плавлением.

Различают два вида сварки: сварку плавлением и сварку давлением.

Сущность сварки плавлением заключается в том, что металл по кромкам свариваемых частей оплавляется под действием теплоты источника нагрева. При всех видах сварки плавлением образующийся жидкий металл одной кромки соединяется и перемешивается с жидким металлом другой кромки, создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После затвердевания металла сварочной ванны получается сварной шов.

Сущность сварки давлением состоит в пластическом деформировании металла по кромкам свариваемых частей путем их сжатия под нагрузкой при температуре ниже температуры плавления. Сварной шов получается в результате пластической деформации. Сваркой давлением хорошо свариваются только пластические металлы: медь, алюминий, свинец и др.

Краткая характеристика основных видов сварки.

Дуговая сварка – сварка плавлением, при которой нагрев осуществляют электрической дугой. Особым видом дуговой сварки является плазменная сварка, при которой нагрев осуществляют сжатой дугой.

Газовая сварка – сварка плавлением, при которой кромки соединяемых частей нагревают пламенем газов, сжигаемых на выходе горелки.

Электрошлаковая сварка – сварка плавлением, при которой для нагрева металла используют теплоту, выделяющуюся при прохождении электрического тока через расплавленный электропроводный шлак.

Электронно-лучевая сварка – сварка, в которой для нагрева используют энергию электронного луча.

Лазерная сварка осуществляется энергией светового луча, полученного от оптического квантового генератора – лазера.

Сварка трением – сварка давлением, при которой нагрев осуществляется трением при вращении свариваемых деталей относительно друг друга.

Обозначение способов сварки.

В технической литературе часто встречаются общепризнанные аббревиатуры, обозначающие различные способы сварки. Приведём некоторые из них:

- MMA (Manual Metal Arc) - ручная дуговая сварка штучными металлическими плавящимися электродами с покрытием;
- MIG/MAG (Mechanical Inert/Active Gas) - механизированная (полуавтоматическая) сварка в среде защитных газов (инертных или активных);
- TIG (Tungsten Inert Gas) - сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных защитных газов, например, так называемая аргонно-дуговая сварка.

Преимущества ручной дуговой сварки

- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов;
- простота и транспортабельность сварочного оборудования.

Недостатки ручной дуговой сварки

- низкие КПД и производительность по сравнению с другими технологиями сварки;
- качество соединений во многом зависит от квалификации сварщика;
- вредные условия процесса сварки.

Контрольные вопросы:

1. Назовите ученого, открывшего явление электродугового разряда.
2. Назовите ученых являющихся родоначальниками сварочного дела.
3. Приведите примеры первых сварных конструкций и изделий.
4. Назовите известных ученых в области сварки.
5. Какие перспективные направления развития сварки Вы знаете?
6. Что называется сваркой? Назовите достоинства и недостатки.
7. В чем сущность сварки плавлением?
8. В чем сущность сварки давлением?
9. Как классифицируется сварка металлов по физическим признакам?
10. Как классифицируется сварка металлов по техническим признакам?
11. Дайте краткую характеристику основных видов сварки.
12. Как обозначаются различные способы сварки?

Тема 2. Особенности металлургических процессов при сварке. Понятие о свариваемости металлов.

1. Особенности металлургических процессов при сварке.

2. Понятие о свариваемости металлов.

1. Особенности металлургических процессов при сварке.

Понятие процесса электрической сварки плавлением.

Процесс электрической сварки плавлением характеризуется химическими реакциями, которые возникают между расплавленным металлом и окружающей средой. При переносе металла с электрода в сварочную ванну капли и пары электродного металла и сварочной ванны, нагретые до высоких температур, взаимодействуют с атмосферными и другими газами и жидким шлаком.

Поэтому химический состав наплавленного металла может существенно отличаться от химического состава электродов и основного металла. Это, как правило, усугубляется высокой температурой сварочной ванны и малым временем пребывания металла в жидком состоянии.

Влияние химических элементов на формирование сварного шва.

Таким образом, в процессе сварки в течение короткого промежутка времени происходят сложнейшие процессы взаимодействия различных химических элементов. Основное влияние на качество сварного шва оказывают кислород, азот и водород. При неправильном ведении процесса сварки водород образует поры в шве, а кислород и азот существенно ухудшают механические свойства наплавленного металла.

Кислород попадает в зону сварки из окружающего воздуха, из влаги кромок свариваемого металла, из влаги флюсов, обмазки электродов и защитных газов, а также из материалов обмазки и флюсов. В материалах обмазки и флюсах кислород находится в виде оксидов марганца, кремния и др. В процессе сварки кислород соединяется с железом и остается в металле шва в виде оксида FeO .

С повышением содержания кислорода в металле шва снижается предел прочности, предел текучести, ударная вязкость; ухудшается коррозионная стойкость, жаропрочность сталей. Удаление кислорода из расплавленного металла достигается за счет введения в сварочную ванну таких элементов, как марганец и кремний. Эти элементы взаимодействуют с оксидом железа FeO , кислород в связанном состоянии переходит в шлак или на поверхность сварочной ванны. Такой процесс называется *раскислением*.

Азот попадает в зону сварки из окружающего воздуха. Азот растворяется в железе, марганце, титане, молибдене и вступает с ними в химическое взаимодействие с образованием нитридов. Нитриды резко увеличивают прочность и снижают пластичность сварного шва. Для уменьшения содержания азота в металле шва необходимо исключить азот из зоны сварки. Этого достигают при сварке в защитных газах.

Водород, подобно кислороду и азоту, поглощается в процессе сварки металлом шва. Источником водорода в зоне сварки может служить атмосферная влага, влага покрытия или флюса, влага ржавчины на поверхности сварочной проволоки и на свариваемых кромках. В отличие от кислорода и азота водород не образует в процессе сварки химических соединений с железом, а лишь растворяется в расплавленном металле. Повышенная растворимость водорода в жидком металле приводит к пористости.

Уменьшения содержания водорода в металле шва можно добиться путем предварительного прокаливания толстопокрытых электродов и флюсов, тщательной зачисткой свариваемых кромок от ржавчины, окалины и других загрязнений, предварительным нагревом деталей.

Одновременно с удалением из металла шва кислорода, азота водорода необходимо также очищать (*рафинировать*) металл шва от серы и фосфора, являющихся вредными примесями в сталях. Сера попадает в сварочную ванну из основного металла, сваркой проволоки, покрытий и флюсов. Наиболее неблагоприятной формой сернистых соединений в металле шва является сульфид железа FeS . В процессе кристаллизации он образует с железом эвтектику с температурой плавления ниже, чем у основного металла. Эвтектика располагается между зернами кристаллизующегося металла и является причиной возникновения горячих трещин снломкость. Избавиться от появления такого дефекта позволяют марганец и кальций, содержащиеся в сварочной проволоке и обмазке электрода.

Фосфор в металле шва находится в виде фосфидов железа Fe_3P и Fe_2P . Увеличение фосфора в металле шва снижает ударную вязкость, особенно при низких температурах, поэтому фосфор необходимо удалять. Это достигается за счет его окисления и удаления в шлак.

Для снижения вредного влияния серы и фосфора их содержащееся в основном и электродном металле, в покрытии электродов и флюсах строго ограничивается соответствующими стандартами.

2. Понятие о свариваемости металлов.

Понятие свариваемости.

Соответствующее определение этого понятия свариваемости дано в ГОСТ 2601-84.

Свариваемость - свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Исходя из приведенного определения, свариваемость зависит, с одной стороны, от материала, технологии сварки, конструктивного оформления соединения, с другой, - от необходимых эксплуатационных свойств сварной конструкции. Последние зависят, в свою очередь, от предъявляемых к ним технических требований. Это может быть одно свойство или комплекс свойств в зависимости от назначения конструкции.

Виды свариваемости (физическая и технологическая).

В сварочной практике используют понятия физической и технологической свариваемости.

Физическая свариваемость характеризует принципиальную возможность получения монокристаллических сварных соединений и главным образом относится к разнородным материалам.

Физическая свариваемость материалов зависит от степени их растворимости друг в друге в жидком и твердом состояниях. Материалы, нерастворимые в жидком состоянии, не способны образовывать монокристаллические соединения, т. е. не обладают физической свариваемостью, например, железо и свинец и некоторые другие металлы.

Технологическая свариваемость рассматривается как свойство материалов, характеризующее их реакцию на сварочный термомеханический цикл. Степень этой реакции оценивают по отношению отдельных механических свойств металла сварных соединений к одноименным свойствам основного металла (например, твердости, ударной вязкости и др.).

В этом случае понятие технологической свариваемости, или просто свариваемости, часто используют в практике для относительной сравнительной оценки существующих и разрабатываемых новых материалов без их прямой привязки к конкретному виду сварных изделий.

Основные показатели свариваемости металлов.

В практике исследований свариваемости обычно применяются сварные образцы специальной конструкции или образцы с имитацией сварочных термических или термомеханических циклов. В результате испытаний таких образцов определяются условия появления дефектов, характеристики структуры, механические и специальные свойства сварных соединений или зон имитации, абсолютные или относительные значения которых принимаются за количественные показатели свариваемости. Наряду с экспериментальными используются расчетные методы определения показателей свариваемости, учитывающие химический состав, тип соединения, способ и режимы сварки и другие факторы.

В лабораторной практике при сопоставлении материалов и технологий показатели свариваемости служат непосредственно в качестве критериев сравнения. В случае прикладного использования сведений о свариваемости по отдельным показателям или их сочетаниям судят о поведении сварного соединения при эксплуатации. В принципе число и вид показателей, соответствующих эксплуатационным требованиям, определяют работоспособность сварных соединений. Практически пользуются набором основных показателей, типовых для каждого вида материалов и условий эксплуатации изготовленных из них сварных конструкций. Основные показатели выбираются в каждом конкретном случае с учетом того, какие свойства и характеристики связаны с наиболее частыми отказами сварных соединений при эксплуатации.

Например, для сварных соединений углеродистых и легированных сталей принимают следующие показатели свариваемости:

- сопротивляемость образованию горячих трещин (ГТ);
- сопротивляемость образованию холодных трещин (ХТ);
- значение основных механических свойств шва и зоны термического влияния (ЗТВ);
- сопротивляемость хрупкому разрушению;
- стойкость против развития трещиноподобных дефектов;
- другие показатели в соответствии с особенностями рабочих нагрузок и условий эксплуатации (выносливость при циклических нагрузках, хладостойкость при эксплуатации в условиях отрицательных температур и т.п.).

Достаточными показателями свариваемости материала считаются те, которые равны или выше нормативных значений требуемых свойств согласно техническим условиям на эксплуатацию данного типа сварных конструкций. Если все показатели свариваемости являются достаточными, т.е., все требования к эксплуатационным свойствам сварных соединений с принятыми допущениями удовлетворяются, то свариваемость материалов считается достаточной. Если не обеспечивается минимально приемлемый уровень хотя бы одного из показателей свариваемости, то свариваемость материала классифицируется как недостаточная. Следует отметить, что при таком подходе свариваемость одного и того же материала может быть по-разному оценена в зависимости от назначения изделия.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о влиянии атмосферных газов на качество сварных швов.
2. Расскажите об особенности влияния водорода на качество сварного шва.
3. Каково влияние вредных примесей (серы и фосфора) на качество сварных швов?
4. В чем заключается рафинирование?
5. Что называется свариваемостью?
6. В чем сущность физической свариваемости?
7. В чем сущность технологической свариваемости?
8. Какие основные показатели свариваемости металлов используются в практике?

Тема 3. Достоинства и недостатки сварных соединений.
Типы сварочных соединений. Сварной шов: классификация.

Конструктивные элементы сварных соединений.

- 1. Достоинства и недостатки сварных соединений.**
- 2. Типы сварочных соединений.**
- 3. Сварной шов: классификация.**
- 4. Конструктивные элементы сварных соединений.**

1. Достоинства и недостатки сварных соединений.

Сварные металлоконструкции давно нашли свое применение в строительной отрасли, в машиностроении, в автомобильной промышленности и в других сферах производства. С каждым годом производство сварных конструкций показывает все увеличивающиеся темпы развития - и причина этого состоит в том, что потребители поняли все преимущества металлических конструкций, произведенных с помощью сварки.

К достоинствам сварных конструкций относится:

- высокое качество и прочность соединения;
- надежность;
- удобство применения;
- долгий срок службы;
- небольшой вес;
- экономия металла.

Если же говорить о недостатках сварных металлических конструкций, то к ним можно отнести неустойчивость металла к коррозии. Но современные технологии изготовления металлоконструкций и способы обработки металла позволяют легко справиться с этой проблемой.

2. Типы сварочных соединений.

Сварное соединение – неразъемное соединение отдельных сопрягаемых конструктивных элементов, выполненное сваркой.

В зависимости от способа сварки все виды сварных соединений стандартизированы. Стандарты, регламентирующие основные типы, конструкционные элементы, размеры и условные обозначения сварных соединений:

- ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные
- ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные
- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные
- ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные
- ГОСТ 15878-79 Контактная сварка. Соединения сварные

Типы сварочных соединений согласно ГОСТ 5264-80

Типы соединений определяют количеством, размерами и относительной ориентацией соединяемых деталей.

Стыковое соединение – это соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями.


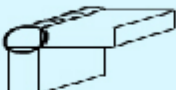
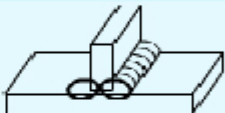

Угловое соединение – это сварное соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев.

Торцовое соединение - это сварное соединение, в котором боковые поверхности сваренных элементов примыкают друг к другу.

Нахлесточное соединение - это сварное соединение, в котором сваренные элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга.

Тавровое соединение - это сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.

Буквенно-цифровое обозначение сварного соединения.

Вид сварных соединений	Обозначение	Изображение
Стыковое	С	
Угловое	У	
Тавровое	Т	
Нахлесточное	Н	

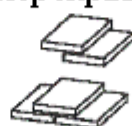
Типы сварочных соединений согласно ГОСТ ИСО 2009

Определение терминов по ГОСТ Р ИСО 17659-2009 (вступил в действие с 01.07.2010 г.).

Стыковое соединение - тип соединения, при котором детали лежат в одной плоскости и примыкают друг к другу торцевыми поверхностями.

Угловое соединение - тип соединения, при котором угол между поверхностями двух деталей в месте примыкания кромок свыше 30°.

Нахлесточное соединение - тип соединения, при котором детали параллельны друг другу и частично перекрывают друг друга.



Тавровое соединение различают под прямым углом и острым.

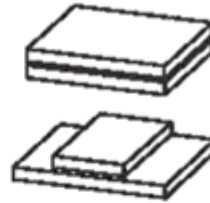
Тавровое соединение под прямым углом - тип соединения, при котором детали сопрягаются под прямым углом (образуя Т-образную форму).

Тавровое соединение под острым углом - тип соединения, при котором деталь примыкает к другой под острым углом.

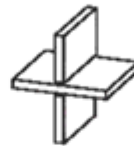
Торцовое соединение - тип соединения, при котором угол между поверхностями двух деталей в месте примыкания кромок составляет от 0° до 30°.



Параллельное соединение - тип соединения, при котором детали параллельны друг другу, например, при плакировании взрывом.



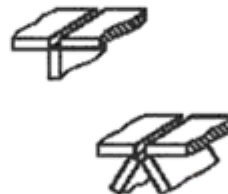
Крестообразное соединение - тип соединения, при котором две детали, лежащие в одной плоскости, примыкают под прямым углом к третьей детали, лежащей между ними (образуя двойную Т-образную форму).



Перекрестное соединение - тип соединения, при котором две детали (например, проволоки) лежат друг на друге пересекаясь.



Соединение нескольких деталей - тип соединения, при котором не менее трех деталей примыкают друг к другу под любым установленным углом.



3. Сварной шов: классификация.

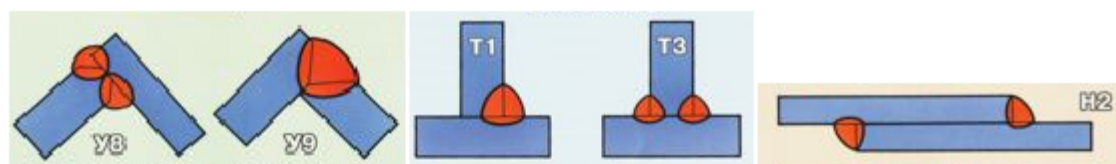
Сварной шов - участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации. (по ГОСТ 2601-84)

Виды сварных швов.

Стыковой шов - сварной шов стыкового соединения.



Угловой шов - сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединений.



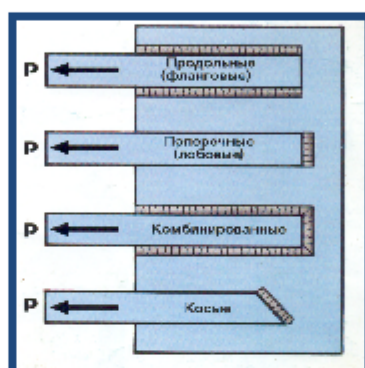
Точечный шов - сварной шов, в котором связь между сваренными частями осуществляется сварными точками.

Классификация сварных швов.

Сварные швы подразделяются по следующим признакам:

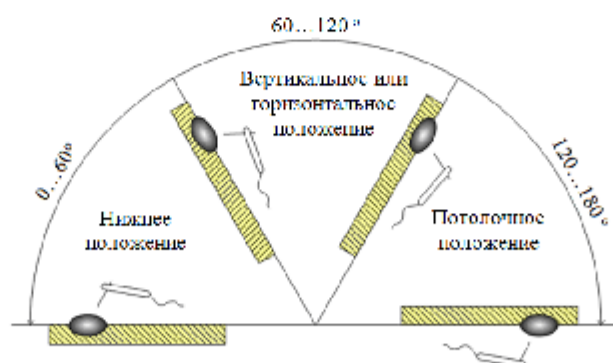
1. По положению относительно действующего усилия:

- продольные, когда усилие направлено параллельно оси шва;
- поперечные, когда ось шва перпендикулярна направлению действия усилий;
- комбинированные, при комбинации продольного и поперечного швов;
- косые, если ось шва располагается под углом к направлению действующих усилий.



2. По положению в пространстве: сварку выполняют в разных положениях:

- нижнем;
- горизонтальном;
- вертикальном;
- потолочном.



Сварные швы также подразделяются по положению в пространстве:

- в лодочку (Л);
- нижние (Н);
- полугоризонтальные (Пг);

- горизонтальные (Г);
- полувертикальные (Пв);
- вертикальные (В);
- полупотолочные (Пп);
- потолочные (П).

3. По внешней форме:



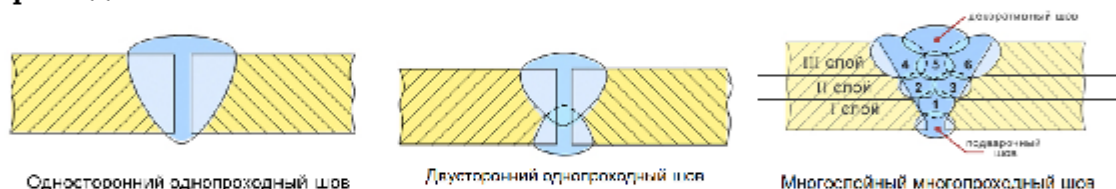
Выпуклые швы имеют большее сечение и поэтому называются усиленными. Однако большая выпуклость для швов, работающих при знакопеременных нагрузках вредна, т.к. вызывает концентрацию напряжений в местах неплавного перехода от шва к поверхности основной детали.

Вогнутые (ослабленные) швы применяют, как правило, в угловых соединениях. В стыковых соединениях они не допускаются.

Нормальные швы по сечению соответствуют расчетным и приняты как основной вид сварного шва.

4. По количеству наплавленных валиков:

По характеру выполнения сварные швы могут быть одно- и двусторонними, а по числу слоев – одно- и многослойными, а также многопроходными.



Слой сварного шва – это часть металла шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, расположенных на одном уровне поперечного сечения шва.

Валик представляет собой металл шва, наплавленный или переплавленный за один проход.

Под *проходом* понимают выполнение валика в одном направлении при сварке или наплавке.

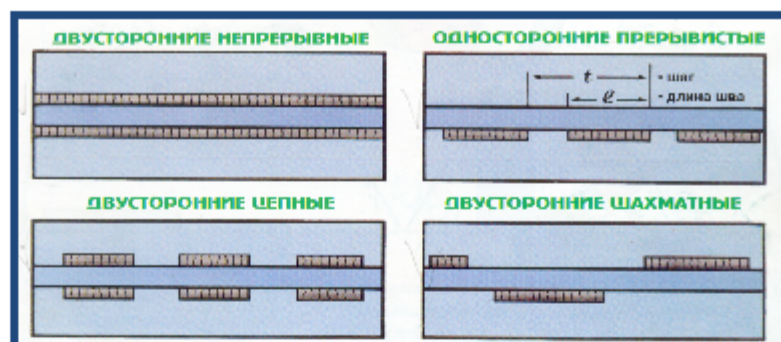
Часть сварного шва, наиболее удаленную от его лицевой поверхности, называют *корнем*.

Шов, выполняемый предварительно для предотвращения прожогов при многопроходной сварке или наплавленный в корень шва для обеспечения гарантированного проплавления, называют *подварочным*.

5. По протяженности: различают швы непрерывные (сплошные) и прерывистые.

Непрерывный шов – это сварной шов без промежутков по длине, *прерывистый шов* такие промежутки имеет.

Прерывистые швы могут быть цепными или шахматными.



Прерывистые швы применяют в том случае, если шов не ответственный (сварка ограждений, настила и др.) или если по расчету прочности не требуется сплошной шов. Их применяют в целях экономии материалов, электроэнергии и труда сварщика. Длину провариваемых участков прерывистого шва применяют в пределах от 50-150 мм, а промежутки делают примерно вдвое больше.

Расстояние от начала предыдущего шва до начала последующего шва называют *шагом шва*.

6. По направлению: различают прямолинейные и кольцевые



4. Конструктивные элементы сварных соединений.

При сварке плавлением металла толщиной более 5 мм наибольшей проблемой является получение гарантированного сплошного проплавления.

Разделка кромок - придание кромкам, подлежащим сварке, необходимой формы. (по ГОСТ 2601-84)

Разделка заключается в скосе кромок для того, чтобы "опустить" сварочную ванну вниз для обеспечения провара корня шва. При этом на кромках оставляют притупление для предотвращения прожогов. При сборке свариваемых изделий между кромками обязательно оставляют зазор, необходимый для приближения источника тепла к притуплению, а также для уменьшения деформаций и напряжений при сварке. Исключение составляет нахлесточные соединения, где наличие зазора нежелательно, так как ухудшаются условия работы всей конструкции.

Угол разделки кромок выполняется при толщине металла более 5 мм, поскольку ее отсутствие (разделки кромок) может привести к непровару по сечению сварного соединения, а также к перегреву и перегогу металла; при отсутствии разделки кромок для обеспечения провара электросварщик должен увеличивать величину сварочного тока.

К элементам геометрической формы подготовки кромок под сварку относятся:

α - угол разделки кромок ($60-90^\circ$);

β - угол скоса кромки ($30-50^\circ$);

b - зазор ($1-4$ мм), в зависимости от толщины свариваемого металла. (При сварке плавящимся электродом зазор обычно составляет $0-5$ мм, чем больше зазор, тем глубже проплавление металла.);

c - притупление кромок ($1-3$ мм) в зависимости от толщины свариваемого металла.

Скос кромки - прямолинейный наклонный срез кромки, подлежащей сварке.

Притупление кромки - несошенная часть торца кромки, подлежащей сварке.

Угол скоса кромки - острый угол между плоскостью скоса кромки и плоскостью торца.

Угол разделки кромок - угол между скошенными кромками свариваемых частей.

Зазор - кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей.

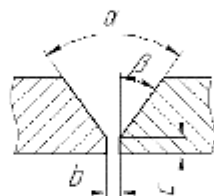
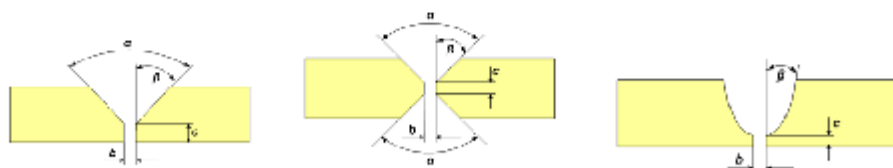


Рис. Конструктивные элементы разделки кромок

Разделка одной кромки

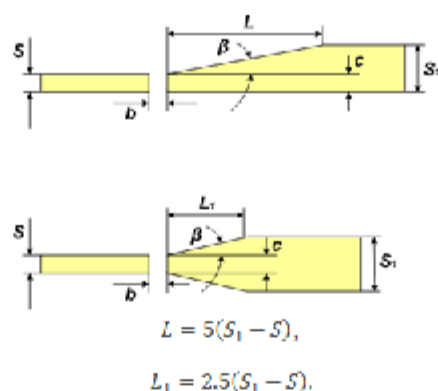


Разделка двух кромок



Угол разделки и величина притупления напрямую определяют глубину и характер сплошного проплавления, что определяет качество получаемого сварного шва.

Разделка кромок листов разной толщины.



Контрольные вопросы:

1. Перечислите достоинства и недостатки сварных соединений.
2. Что называется сварным соединением?
3. Перечислите типы сварочных соединений согласно ГОСТ 5264-80.
4. Перечислите типы сварочных соединений согласно ГОСТ ИСО 2009.
5. Дайте определение сварному шву.
6. Какие виды сварных швов вы знаете?
7. По каким признакам классифицируются сварные швы?
8. Как сварные швы подразделяются по положению в пространстве?
9. На какие виды подразделяются сварные швы по внешней форме?
10. Каково назначения разделки кромок при сварке?
11. Дайте определение «разделка кромок».
12. При какой толщине металла необходимо делать разделку кромок, почему?
13. Перечислите элементы геометрической формы подготовки кромок под сварку, дайте им определения.
14. Каким образом осуществляют разделку кромок листов разной толщины.

Тема 4. Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки.

1. Сварочный пост.

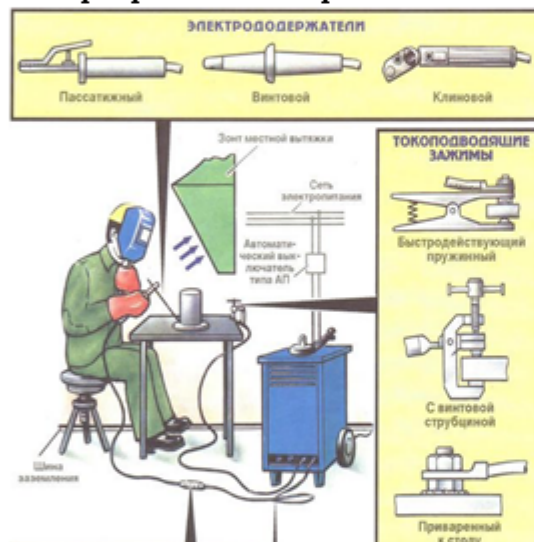
2. Принадлежности и инструмент сварщика.

3. Общие сведения об источниках питания: устройство и принцип работы.

1. Сварочный пост.

Специально оборудованное рабочее место для сварки называют *сварочным постом*. В зависимости от условий работы сварочные посты бывают:

- стационарные - размещаются в специально оборудованных цехах, мастерских и т.д. и предназначены для изготовления сварных конструкций;
- передвижные - применяют при сварке крупногабаритных изделий (металлоконструкций, сосудов, трубопроводов), при строительстве зданий, а также при ремонтных работах.



Сварочная кабина служит для защиты сварщиков от излучения дуги в постоянных местах сварки. Для каждого рабочего устанавливают отдельную кабину размером 2х2,5 м. Ее стены могут быть выполнены из тонкого железа, фанеры или брезента. Фанера и брезент должны быть пропитаны огнестойким составом, например раствором алюмокалиевых квасцов. Каркас кабины изготавливают из трубы или угловой стали, пол – из огнестойкого материала (кирпич, бетон или цемент). Стены окрашивают в светло-серый цвет красками, хорошо поглощающими ультрафиолетовое излучение (цинковые или титановые белила, желтый крон). Освещенность кабины должна составлять не менее 80 лк. Кабину оборудуют местной вентиляцией с подачей воздуха 40 м³/ч на каждого рабочего.

Вентиляционный отсос должен располагаться так, чтобы газы, выделяющиеся при сварке, проходили в стороне от сварщика. Сварку деталей производят на рабочем столе. Крышку стола толщиной 20...25 мм изготавливают из чугуна. Рабочий стул сварщика должен для удобства работы вращаться вокруг своей оси. Материалы, из которых изготавливают стул,

должны быть термостойкими и не проводить электрический ток. Сиденье и спинка могут быть изготовлены, например, из дерева. Сварочный пост оснащают источником питания: генератором, выпрямителем или сварочным трансформатором.

Все оборудование обязательно заземляют.

Электрододержатель предназначен для крепления электрода и подвода к нему сварочного тока.

Электрододержатели отличаются между собой методом крепления электрода, а также внешними данными.

Вилочные держатели для электродов производились 50 лет назад, имели большой вес и поэтому были неудобными. В большинстве случаев они изготавливались сварщиками самостоятельно по следующей технологии. Данная конструкция имела ряд недостатков, а именно: плохой контакт арматуры со сварочным кабелем, электроды некрепко держатся, сильное нагревание держателя при высоких значениях тока, трудности в извлечении остатков электрода.

Винтовые электрододержатели представляют собой конструкции закрытого типа с изолированным корпусом. Чтобы надежно закрепить электрод после его размещения в электрододержателе, необходимо совершить несколько оборотов специальной ручкой. Данное устройство также имеет свои минусы: в процессе работы фиксация электрода ослабевает, и он может вылететь из держателя, электрод устанавливается только строго перпендикулярно держателю, долгий процесс установки и удаления электродов по сравнению с другими держателями.

Рычажные (пассатижные) держатели для электродов самый распространенный вид в настоящее время. Его главными достоинствами являются: простота установки и извлечения электрода путем нажатия на рукоятку, возможность установки под разными углами, надежное крепление электрода, токопроводящие жилы недоступны.

Требования к электрододержателю:

- держатель для электродов должен быть легким и удобным;
- хороший держатель для электродов имеет рифленую, удлиненную ручку, чтобы он не скользил в руке и позволил выбрать оптимальное положение руки для работы, а также надежную фиксацию электродов под разными углами к оси рукоятки;
- конструкция зажима должна быть выполнена из латуни;
- электрододержатель должен выдержать цикл в 6000 установок и извлечений электродов.

Щитки (маски) служат для индивидуальной защиты кожи лица и глаз электросварщика от брызг расплавленного металла, искр и прямых излучений сварочной дуги.

Щитки и шлемы должны иметь массу не более 0,6 кг. Маски должны быть выполнены из специального токонепроводящего материала (фибры или пластмассы), который устойчив к высокой температуре и повышенной

влажности, практически не деформируется, не портится от брызг расплавленного металла.

В конструкции щитков отсутствуют металлические выступающие части, что исключает поражение сварщика электрическим током.

Защитные светофильтры (затемненные стекла), предназначены для защиты глаз от излучения дуги, брызг металла и шлака.

Снаружи светофильтр защищен от брызг металла простым прозрачным стеклом, которое по мере загрязнения заменяется.

Светофильтры изготавливают 13 классов или номеров по ГОСТ 12.4.080-79. Номер светофильтра подбирается в первую очередь в зависимости от индивидуальных особенностей зрения сварщика. Однако следует учитывать некоторые объективные факторы: величину сварочного тока, состав свариваемого металла, вид дуговой сварки, защиту сварочной ванны от воздействия газов воздуха. Размер светофильтра 52х102 мм. Защитные светофильтры имеют различную плотность и подбираются в зависимости от силы сварочного тока.

Метод сварки	Типы светофильтра	Сила тока
Дуговая сварка металлическим электродом	C-3	15-30
	C-4	30-60
	C-5	60-150
	C-6	150-275
	C-7	275-350
	C-8	350-600

2. Принадлежности и инструмент сварщика.

К принадлежностям и инструменту сварщика относятся:

Стальные щетки служат для зачистки места сварки от ржавчины и грязи перед сваркой и удаления с поверхности швов остатков шлака и брызг металла.

Для клеймения швов, вырубки дефектных мест, удаления брызг и шлака применяют соответственно клейма, зубила и молотки.

Сборочные операции перед сваркой выполняют с помощью шаблонов, отвесов, линеек, угольников и других приспособлений.

3. Общие сведения об источниках питания: устройство и принцип работы.

Для осуществления устойчивого дугового разряда между электродом и свариваемым изделием необходимо подвести напряжение от специального источника питания электрическим током. Такой источник должен обеспечивать легкое и надежное возбуждение дуги, устойчивое горение ее в установившемся режиме сварки, регулирование мощности (силы тока). При этом важным условием получения сварного шва высокого качества является устойчивость процесса сварки. Для этого источники питания должны обеспечить возбуждение и стабильное горение дуги.

Типы источников питания сварочной дуги, выпускаемые промышленностью: сварочные трансформаторы, сварочные аппараты переменного тока, сварочные выпрямители.

Источники питания характеризуются различными показателями, из которых основными являются:

1. *Внешняя (вольтамперная) характеристика источника питания* - зависимость напряжения на его выходных клеммах от величины тока нагрузки. Источники питания могут иметь четыре вида внешних характеристик: крутопадающую (для ручной дуговой сварки); пологопадающую (для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом); жесткую и возрастающую (две последние для сварки в среде защитных газов).

2. *Напряжение холостого хода* - это напряжение на выходных зажимах при отсутствии нагрузки в сварочной цепи. Напряжение холостого хода источника питания с падающей внешней характеристикой всегда больше рабочего напряжения сварочной дуги, что значительно облегчает первоначальное и повторное зажигание дуги.

3. *Относительная продолжительность работы (ПР).*

4. *Относительная продолжительность включения в прерывистом режиме (ПВ).*

Важной характеристикой источника тока является продолжительность работы (ПР) или продолжительность включения (ПВ). Обе характеристики, выраженные в процентах, необходимы для оценки повторно-кратковременного режима работы, на который рассчитан источник питания.

Для ручной сварки от однопостового источника продолжительность работы рассчитывается по формуле:

$$ПР = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{х.х}} \cdot 100 \%,$$

где $t_{св}$ – среднее время горения дуги;

$t_{х.х}$ – время перерывов на смену электродов.

При автоматической и полуавтоматической сварке во время перерывов источник питания полностью отключается от сети, поэтому его режим характеризуется продолжительностью включения, которая рассчитывается по формуле:

$$ПВ = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{п}} \cdot 100 \%,$$

где $t_{п}$ – время пауз.

Для однопостовых трансформаторов и машин постоянного тока номинальные значения ПР и ПВ приняты равными 65%, а для многопостовых источников тока - 100%.

Ниже рассмотрим внешние характеристики дуги и источника питания с падающей вольтамперной характеристикой.

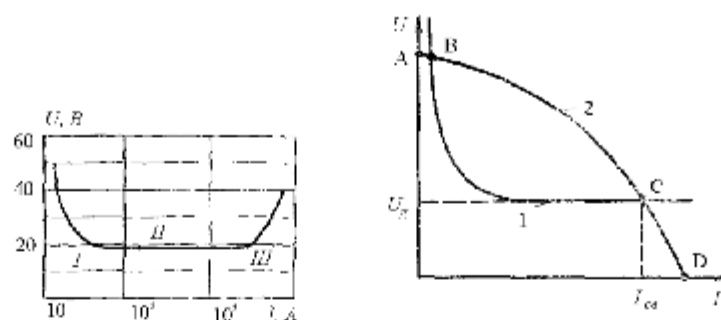


Рис.1. Вольтамперная характеристика дуги (а) и совмещенная вольтамперная характеристика дуги и источника тока (б)

На рис. 1 а представлена вольтамперная характеристика дуги.

В области I (до 100 А) с увеличением тока напряжение значительно уменьшается, так как при повышении силы тока увеличивается поперечное сечение столба дуги и его проводимость. Вольтамперная характеристика будет падающей и дуга горит неустойчиво.

В области II (100 - 1000А) при увеличении тока напряжение сохраняет постоянную величину, так как поперечное сечение столба дуги и площади анодного и катодного пятен увеличиваются пропорционально току. Вольтамперная характеристика будет жесткой, дуга горит устойчиво, и обеспечивается нормальный процесс сварки.

В области III (свыше 1000А) увеличение тока вызывает возрастание напряжения, так как увеличение плотности тока выше определенного значения не сопровождается увеличением катодного пятна из-за ограниченного поперечного сечения электрода, при этом вольтамперная характеристика будет возрастающей.

Источники сварочного тока для дуговой электрической сварки должны иметь падающую (или пологую) внешнюю характеристику (рис. 1 б). Режим горения сварочной дуги определяют точкой пересечения характеристики дуги (кривая 1) и источника тока (кривая 2).

На рис. 1б точка А соответствует режиму холостого хода источника тока (величина сварочного тока $I=0$; напряжение холостого хода $U_{ХХ}=60-80$ В). Дуга отсутствует. Точка D соответствует режиму короткого замыкания (напряжение короткого замыкания $U_{КЗ}=0$; $I_{КЗ}=I_{МАХ}$). Точка В соответствует моменту зажигания и неустойчивому горению дуги. Точка С соответствует рабочему сварочному режиму с устойчивым горением дуги и величиной сварочного тока $I_{СВ}$.

Нормальное горение дуги обеспечивает источник сварочного тока с крутопадающей характеристикой (рис.4б, кривая 2), которая необходима для облегчения зажигания дуги (за счет повышенного $U_{ХХ}$); для ограничения тока короткого замыкания ($I_{КЗ} / I_{СВ} < 1,5$); для сохранения стабильной проплавляющей способности дуги (изменения U_d вследствие колебания длины дуги приводят к незначительному изменению $I_{СВ}$).

Сварочным трансформатором называют статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования

сравнительно высокого напряжения электрической цепи (220В или 380В) в более низкое напряжение вторичной электрической цепи для возбуждения и горения сварочной дуги.

Сварочные трансформаторы являются наиболее распространенными источниками питания для сварки на переменном токе.



Рис. 2. Устройство сварочного трансформатора.

Сварочные выпрямители – это устройства, преобразующие с помощью полупроводниковых элементов – вентилей – переменный ток в постоянный и предназначенные для питания сварочной дуги.

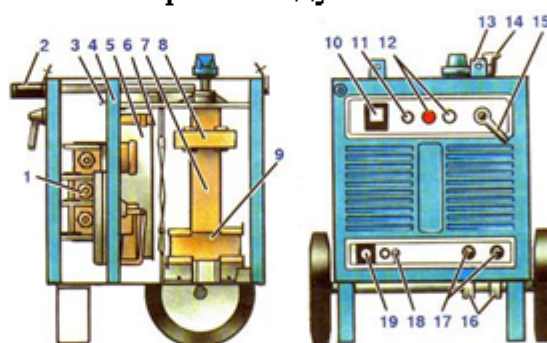


Рис. 3. Устройство сварочного выпрямителя:

1. Выпрямительный блок. 2. Выдвижные ручки. 3. Предохранители. 4. Блок аппаратуры. 5. Вентилятор. 6. Ветровое реле. 7. Силовой трансформатор. 8. Вторичная обмотка. 9. Первичная обмотка. 10. Амперметр. 11. Лампа. 12. Кнопка выключателя. 13. Скобы. 14. Рукоятка регулирования тока. 15. Переключатель диапазонов тока. 16. Шины заземления обратного провода. 17. Токовые разъемы. 18. Болт заземления. 19. Штепсельный разъем для подключения к сети.

Сварочный преобразователь. Предназначен для преобразования механической энергии электродвигателя в электрическую напряжением и диапазоном токов, необходимыми для сварки.

Конструктивно состоит из трехфазного электродвигателя и сварочного генератора с независимым возбуждением.

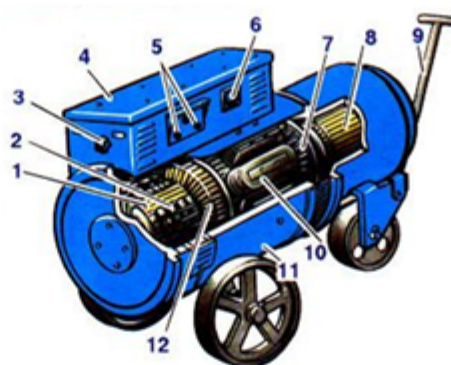


Рис. 4. Устройство сварочного преобразователя:

1. Медные пластинки коллектора. 2. Щетки генератора. 3. Регулировочный реостат. 4. Распределительное устройство. 5. Зажимы. 6. Вольтметр. 7. Вентилятор. 8. Трехфазный асинхронный двигатель. 9. Тяга. 10. Магнитные полюсы. 11. Корпус. 12. Якорь.

Сварочный агрегат. Предназначен для преобразования механической энергии двигателя внутреннего сгорания (бензинового или дизельного) в электрическую напряжением и диапазоном токов, необходимыми для сварки.

Конструктивно состоит из двигателя внутреннего сгорания и сварочного генератора с самовозбуждением.

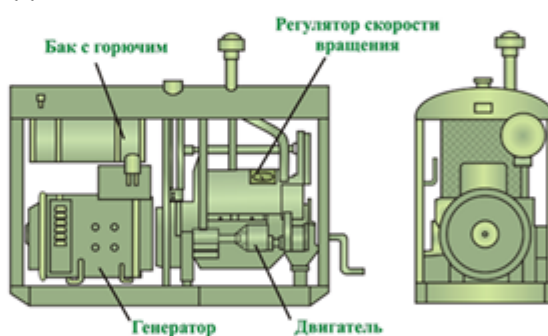


Рис. 5. Устройство сварочного агрегата.

Сварочный инвертор. Предназначен для преобразования переменного напряжения сети в напряжение и ток для сварки.



Рис. 6. Сварочный инвертор. Принципиальная схема.

Контрольные вопросы:

1. Что называется сварочным постом?
2. Какие типы сварочных постов Вам известны.
3. Какие требования предъявляют к сварочным кабинам?
4. Каково назначение электрододержателя? Перечислите их типы.
5. Какую роль выполняют кабель и токоподводящие зажимы?
6. Для чего необходимы защитные щитки? Их виды.
7. Какие требования предъявляют к спецодежде сварщика?
8. Что относится к принадлежностям и инструменту сварщика? Их назначение.
9. Какими основными показателями характеризуются источники питания сварочной дуги?
10. Дайте определение внешней (вольтамперной) характеристики.
11. Назовите виды внешних характеристик, для каких видов сварки они используются.
12. В чем назначение сварочного трансформатора?
13. В чем заключается принцип работы сварочного трансформатора?
14. В чем назначение сварочного выпрямителя?
15. В чем заключается принцип работы сварочного выпрямителя?
16. В чем назначение сварочного агрегата?
17. В чем назначение сварочного преобразователя?
18. В чем назначение сварочного инвертора?

Литература

1. Банников Е.А. Сварочные работы: современное оборудование и технология работ, АСТ-Астрель, 2008 г. - 448 с.
2. Галушкина В.Н. Технология производства сварных конструкций, ИЦ «Академия», 2014 г. - 192 с.
3. Герасименко А.И. Электрогазосварщик, Ростов н/Д: Феникс, 2013 г. - 409 с.
4. Маслов В.И. Сварочные работы, ИЦ «Академия», 2007 г. - 240 с.
5. Овчинников В.В. «Подготовительно-сварочные работы», ИЦ «Академия», 2015 г. – 192 с.
6. Овчинников В.В. Современные виды сварки, ИЦ «Академия», 2012 г. - 208 с.
7. Чебан В.А. «Сварочные работы», Ростов н/Д: Феникс, 2008 г. - 412 с.