

ДИСЦИПЛИНА

- **«ТЕХНИКА ТРАНСПОРТА,
ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ »»**

Кандидат технических наук, доцент

САВИНОВСКИХ

Андрей Геннадьевич

Тема5.Л 5. Восстановление автомобильных деталей сваркой и наплавкой.

Лекция 5.1.

Восстановление деталей из стали

Вопрос 1. Общие понятия.

Вопрос 2. Ручная дуговая сварка.

Вопрос 3. Наплавка под слоем флюса.

Вопрос 4. Сварка и наплавка в среде защитных газов.

Вопрос 5. Сварка и наплавка в среде углекислого газа.

Вопрос 6. Аргонно-дуговая сварка и наплавка.

Вопрос 7. Газовая сварка.

Вопрос 8. Автоматическая вибродуговая наплавка.

Вопрос 9. Электроконтактная сварка и наплавка.

Вопрос 10. Индукционная наплавка.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей. Учебник для вузов. – Л.: Машиностроение,1976.(92)
- 2.Дехтеринский Л.В.и др. Ремонт автомобилей. Учебник для вузов – М.: Транспорт, 1992.(156)
- 3.Дехтеринский Л.В. и др. Проектирование авторемонтных предприятий. Учебное пособие. – М.: Транспорт, 1981.(52)
- 4.Аринин, И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. – М.: Феникс, 2004. – 320 с.

Вопрос 1. Общие понятия.

Сварка – процесс получения неразъемного соединения деталей посредством установления межатомных связей при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Наплавка – процесс нанесения посредством сварки слоя металла на поверхность детали.

Сварку применяют для устранения механических повреждений в деталях (трещин, отколов, пробоин и т.д.) и при замене части детали. Наплавку применяют для нанесения металлических покрытий на поверхность детали с целью устранения износов.

Все способы сварки делят на сварку **плавлением** и **давлением**. Способы сварки **плавлением** основаны на расплавлении части основного металла (детали) и присадочного металла (электрода или проволоки), их слиянию в общую сварочную ванну, после кристаллизации которой образуется сварной шов или наплавленный слой.

В зависимости от вида источника нагрева, применяемого для расплавления металла, способы сварки плавлением делят на электродуговую, газовую, электрошлаковую, плазменную, электронно-лучевую и индукционную.

При восстановлении автомобильных деталей широкое применение находят электродуговая, газовая, плазменная и индукционная сварка.

Электродуговая сварка в свою очередь в зависимости от способа защиты сварочной дуги от воздуха делят на сварку под флюсом, в среде защитных газов и без защиты, а по степени механизации - на ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

При сварке **давлением** к соединяемым деталям обязательно прикладывается усилие сжатия, которое может сопровождаться нагревом в месте соединения деталей проходящим током, токами высокой частоты, за счет трения и т.д.

Известны следующие способы сварки давлением: электроконтактная сварка, диффузионная сварка, сварка трением, ультразвуковая сварка, печная сварка, сварка взрывом.

В авторемонтном производстве нашли применение электроконтактная сварка (точечная, стыковая, роликовая) и сварка трением.

Восстановление автомобильных деталей сваркой и наплавкой имеет типовой технологический процесс, который включает:

- Подготовку деталей к сварке и наплавке - это мойка и чистка деталей, слесарная обработка (засверливание концов трещин, разделка кромок, рассверливание отверстий, обработка фасок и т. д.), механическая обработка для придания восстанавливаемой поверхности правильной геометрической формы и удаления всех дефектов (пор, трещин, царапин и др.).
- Процесс сварки или наплавки по разработанной технологии.
- Слесарно-механическую обработку для получения чертежных размеров и формы детали и зачистку поверхности от брызг, шлака, окалины и т.д.

Часто в техпроцесс восстановления детали включается термическая обработка (отжиг, отпуск или закалка) с целью снижения или увеличения твердости металла. Снижение твердости необходимо для обеспечения возможности слесарно-механической обработки деталей перед сваркой (наплавкой), а увеличение – для получения твердости, указанной на чертеже.

В конструкции автотранспортных средств большинство деталей (80% и более) изготавливаются из углеродистых и легированных сталей.

Сталь – это сплав железа с углеродом с содержанием углерода до 2%. По содержанию углерода стали делятся на малоуглеродистые (м/у), среднеуглеродистые (с/у) и высокоуглеродистые (в/у).

Введение в химический состав сталей легирующих элементов придает им специальные свойства (высокая твердость и износостойкость, коррозионная стойкость, жаростойкость, кислотостойкость, повышенная упругость и др.). В этом случае легированные стали также, как углеродистые, делятся на три группы: низко – (н/л), средне – (с/л) и высоколегированные (в/л).

В конструкции автотранспортных средств большинство деталей (80% и более) изготавливаются из углеродистых и легированных сталей. Сталь – это сплав железа с углеродом с содержанием углерода до 2%. По содержанию углерода стали делятся на малоуглеродистые (м/у), среднеуглеродистые (с/у) и высокоуглеродистые (в/у).

Введение в химический состав сталей легирующих элементов придает им специальные свойства (высокая твердость и износостойкость, коррозионная стойкость, жаростойкость, кислотостойкость, повышенная упругость и др.). В этом случае легированные стали также, как углеродистые, делятся на три группы: низко – (н/л), средне – (с/л) и высоколегированные (в/л).

Большинство дефектов стальных деталей (трещины, обломы, пробоины, износы) можно устранять с применением сварки и наплавки. Стали, в зависимости от классификации, имеют различную свариваемость, т.е. способность образовывать прочное сварное соединение. Условно все стали по свариваемости подразделяют на 4 группы:

- хорошо свариваемые (м/у и н/л стали), которые можно сваривать любым способом сварки без ограничений;
- ограниченно свариваемые (с/у и с/л стали), которые можно сваривать лишь некоторыми способами сварки;
- плохо свариваемые (с/л и в/л стали), которые можно сваривать некоторыми способами сварки с применением нагрева, термообработки, специальных режимов и сварочных материалов и т.д.;
- не свариваемые (в/у и в/л с большим содержанием хрома и др. легирующих элементов пружинные, шарикоподшипниковые и др. стали)

При восстановлении автомобильных деталей, изготовленных из стали, применяют электродуговые способы сварки (ручную штучными электродами, сварку и наплавку в среде защитных газов, наплавку под слоем флюса, вибродуговую наплавку), газовую сварку, электроконтактные способы сварки (точечная, роликовая, стыковая), плазменную и индукционную сварку и наплавку. Рассмотрим каждый из этих способов подробно.

1. Ручная дуговая сварка

При ручной дуговой сварке штучными электродами сварщик вручную перемещает электрод поступательно в зону сварки по мере его плавления и вдоль детали по мере формирования шва или наплавленного слоя.

Пост для ручной сварки включает: источник сварочного тока, сварочные кабели, сварочные электроды, держатель и сварочный щиток или шлем.

Для сварки на переменном токе применяют сварочные трансформаторы с падающей вольт - амперной характеристикой, а на постоянном токе - сварочные выпрямители или сварочные преобразователи также с падающей характеристикой.

Сварочные кабели представляют собой медный многожильный провод с толстой резиновой изоляцией сечением от 30 до 120мм².

Держатель предназначен для закрепления в нем электрода и подводу к нему сварочного тока. Сварочный щиток (шлем) защищают лицо сварщика от излучения сварочной дуги и позволяет через светофильтр, вставленный в него, наблюдать за процессом сварки.

Электрод состоит из металлического стержня и нанесенной на него обмазки (покрытия). Стержень обеспечивает токоподвод к сварочной дуге и, расплавляясь теплом дуги, заполняет зазор между деталями при сварке и образует сварной шов или наносится на поверхность детали и образует наплавленный слой.

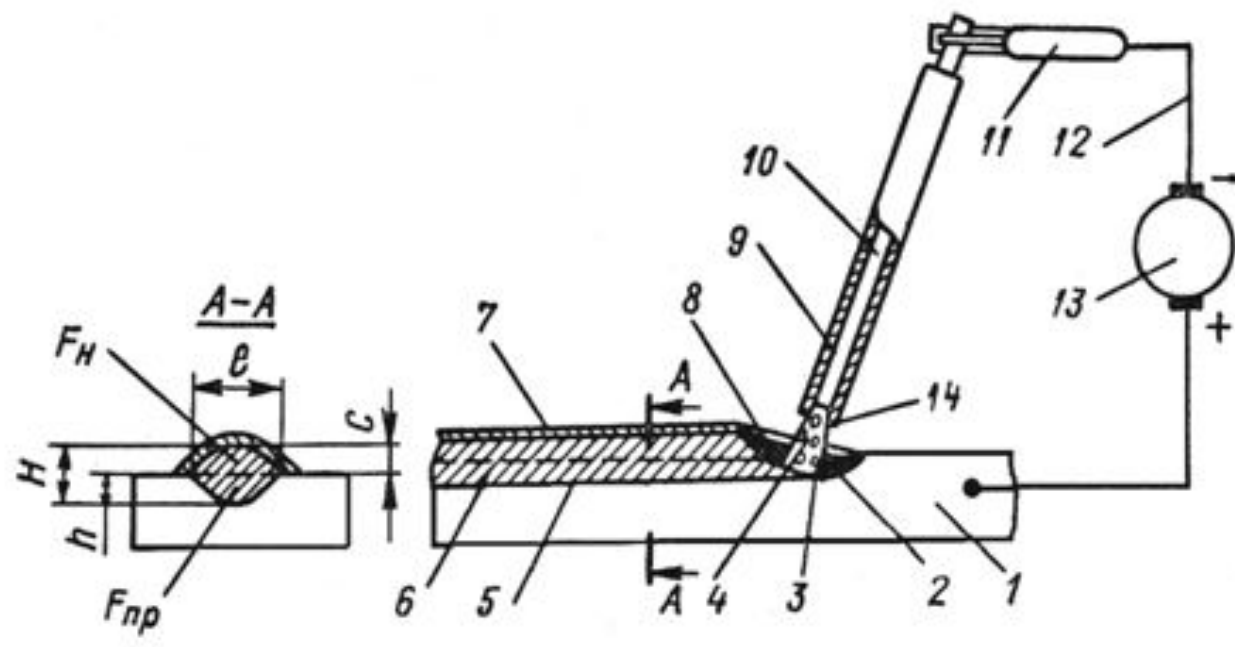


Рис. 1. Схема ручной сварки покрытым электродом: 1 — основной металл; 2 — сварочная ванна; 3 — кратер; 4 — сварочная дуга; 5 — расплавленный металл; 6 — наплавленный металл; 7 — шлаковая корка; 8 — жидкий шлак; 9 — покрытие электрода; 10 — стержень электрода; 11 — электродержатель; 12 — сварочная цепь; 13 — источник питания; 14 — козырек.

Качество восстановления ручной сваркой зависит от выбора марки и диаметра электрода, режима сварки, рода тока и марки источника питания, квалификации сварщика и т.д. В настоящее время промышленность выпускает огромный ассортимент электродов, позволяющих восстанавливать автомобильные детали практически из любых марок конструкционных сталей.

Ручная дуговая сварка применяется для восстановления деталей, изготовленных из листа, труб, профилей различного сечения, для устранения трещин, изломов, пробоин, а также для наплавки изношенных поверхностей круглых, плоских и сложной формы деталей, для которых невозможно или экономически нецелесообразно применение механизированных способов наплавки.

Электроды для ручной сварки обозначаются буквой «Э» и двумя цифрами, которые свидетельствуют о прочности металла шва на разрыв (Э42, Э46 и др.). Наибольшее применение при ремонте автомобилей получили электроды марки ОММ-5, ОЗС-4, АНО-4, ОК-46, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др.

Параметрами режима ручной дуговой сварки являются: сварочные ток - $I_{св}$, А; напряжение на дуге - $U_{д}$, В; диаметр электрода - $d_{э}$, мм; скорость сварки - $V_{св}$ или наплавки - $V_{н}$, м/ч.

.....Сначала выбирают диаметр электрода в зависимости от толщины детали. В табл. 1 приведены рекомендации по выбору $d_{\text{э}}$ для различных толщин деталей. ¶

.....Таблица 1. ¶

Толщина детали, мм	1...3	3...6	6...12	12 и более
Диаметр электрода $d_{\text{э}}$, мм	2	3	4	4...5

¶

.....Сварочный ток выбирается также в зависимости от толщины детали и диаметра электрода. ¶

$$I_{\text{св}} = K \cdot d_{\text{э}}, \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad (1) \quad \rightarrow \quad \parallel$$

где K -- коэффициент, зависящий от пространственного ведения сварки и толщины детали ($K = 30 \dots 60$). ¶

.....При вертикальной и потолочной сварке и при сварке малых толщин берется $K = 30$, а при сварке в нижнем положении и толщине более 6 мм, $K = 50 \dots 60$. ¶

Нижнее значение коэффициента $K = 30$ ограничено тепловой мощностью дуги для данного $d_{\text{э}}$, при которой эффективность процесса сварки будет очень низкая и возможны дефекты (непровары, зашлаковки и т.д.). Верхнее значение $K = 60$ обосновано тем, что при большем токе стержень электрода будет сильно нагреваться джоулевым теплом за счет прохождения по нему тока до температуры плавления при неполном его расплавлении теплом дуги и получаются большие расходы электродов на единицу шва.

Напряжение на дуге $U_{\text{д}}$ при ручной сварке штучными электродами составляет 25...40В и зависит от марки электрода и материала детали.

Области применения

- Для заварки трещин, обломов, пробоин при восстановлении деталей из сталей, чугуна и цветных металлов.
- Для наплавки изношенных поверхностей деталей в труднодоступных местах или в единичном и мелкосерийном производстве.
- Для быстрого ремонта деталей автомобилей без разборки на АТП.

Достоинства

- Простота способа.
- Сравнительная дешевизна.
- Возможность получения высокого качества сварки или наплавки при восстановлении деталей из стали и чугуна.

Недостатки

- Низкая производительность.
- Зависимость качества ремонта от квалификации сварщика.
- Сложность восстановления тонкостенных деталей из цветных металлов.

2. Наплавка под слоем флюса.

Наплавка под слоем флюса представляет собой разновидность электродуговой сварки, при которой дуга горит между электродной проволокой и наплавляемой деталью под слоем сварочного флюса, обеспечивающего защиту сварочной ванны от воздуха.

Одновременно флюс стабилизирует горение дуги за счет введения в него легкоионизирующих элементов, обеспечивает легирование металла шва или валика, раскисляет жидкий металл сварочной ванны за счет введения раскислителей в его состав. В качестве раскислителей применяются элементы, имеющие большее сродство к кислороду, чем металл окисла. Раскисление осуществляется методом восстановления металла из окислов по формуле:



где Pc – раскислитель.

При изготовлении флюсов в качестве раскислителей обычно добавляют кремний и марганец.

Нагревание достигается пропусканием электрического тока через деформирующий инструмент. Высадка увеличивает диаметр детали, а последующим сглаживанием получают необходимый (заданный) размер.

Для этого деталь устанавливают в центрах токарного станка, в суппорте которого закрепляют пружинную державку с твердосплавной пластинкой 1 (Рис.3). К детали и державке подводят ток силой 300...800 А напряжением 1..5 В.

При вращении детали и продольной подаче суппорта твердосплавная пластинка 1 деформирует нагретый до температуры 800...900°С металл. В результате чего на поверхности детали образуются спиральные гребни и ее диаметр увеличивается с начального D_2 до диаметра D_1 . После прохода сглаживающей пластинки 3 получают окончательный диаметр D_0 .

Высаживающие пластины изготавливают из сплава Т15К6 с углом при вершине 60°. Шероховатость рабочей поверхности инструмента (пластины) должна быть не более $R_A = 0,04$ мм.

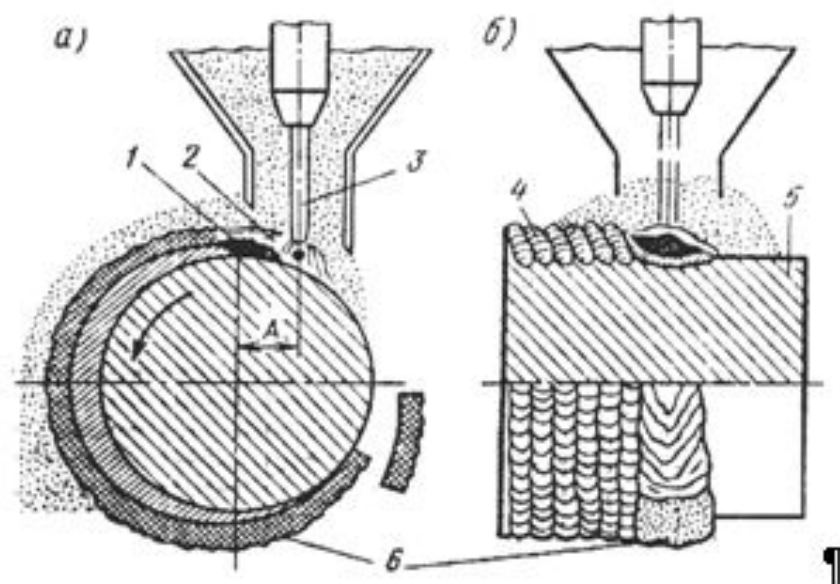


Рис. 2. Схема наплавки под слоем флюса: а) — поперечный разрез; б) — продольный разрез; 1 — варочная ванна; 2 — расплавленный флюс; 3 — электродная проволока; 4 — наплавленный слой металла; 5 — деталь; 6 — шлаковая корка; А — смещение электродной проволоки с зенита.

Деталь устанавливается в патроне или центрах наплавочной установки, которая обеспечивает вращение детали с заданной скоростью. Наплавочная головка состоит из механизма подачи сварочной проволоки, аппаратуры для подачи флюса, токоподводящего мундштука и кассеты с проволокой. Проволока подается с заданной скоростью $V_{пп}$, куда одновременно подается и флюс. В процессе наплавки электрод перемещается относительно поверхности детали с линейной скоростью V_n , равной:

$$V_n = \pi D n, \quad (3)$$

где D - диаметр детали, м;

n - обороты детали, 1/с.

Это обеспечивает при заданных электрических параметрах дуги и производительности расплавления проволоки определенные параметры наплавленного валика (высоту h , ширину B) и глубину проплавления детали. Наложение валиков на длине детали может осуществляться по винтовой линии или ступенчато со смещением электрода на шаг смещения A после каждого оборота детали.

Наплавочные материалы

К наплавочным материалам относятся флюсы и проволоки. К сварочным флюсам предъявляются следующие требования:

- обеспечение стабильности горения дуги в процессе наплавки;
- получение заданного химсостава наплавленного металла;
- обеспечение требуемого формирования металла валика;
- получение валиков без дефектов (трещин, пор, шлаков и др.);
- обеспечение легкой отделяемости шлаковой корки от поверхности наплавленного металла.

Флюсы бывают плавленные, получаемые сплавлением компонентов в электрических или пламенных печах, и неплавленные, получаемые измельчением и смешиванием отдельных компонентов. В настоящее время в сварочном производстве применяется большое количество разнообразных по назначению флюсов. В ремонтном производстве для восстановления автомобильных деталей наплавкой наиболее широкое применение нашли высококремнистые марганцовистые флюсы ОСЦ-45, АН-348А; АНК-18.

Сварочная и наплавочная проволоки выпускаются промышленностью из углеродистых, легированных и высоколегированных сталей. Сварочные проволоки обозначаются индексом «Св», а наплавочные – «Нп».

Наплавочные проволоки делят на три группы:

- углеродистые - Нп-30, Нп-40, Нп-65 и др;
- легированные - Нп-30ХГСА, Нп-30Х5 и др.
- высоколегированные - Нп-45Х4В3Ф1, Нп-45Х2В8Т и т.д.

Иногда для наплавки под флюсом используют и порошковые проволоки, которые обозначают «ПП» (например ПП-30Х2В8, ПП-10ХВ14 и др.).

Основными параметрами режима наплавки под флюсом являются: сила сварочного тока – $I_{св}$, А; напряжение на дуге – $U_{д}$, В ; род тока и полярность; скорость подачи проволоки - $V_{пп}$, м/с; скорость наплавки - $V_{н}$, м/с; смещение электрода от зенита - $l_{см}$, мм; вылет электрода – $l_{в}$, мм; марка проволоки и флюса; шаг наплавки, - S , мм/об.

Параметры режима наплавки выбирают исходя из диаметра и толщины материала детали, требуемой формы и размеров наплавляемого валика. По марке материала детали выбирают марку флюса и проволоки. Затем выбирают диаметр проволоки.

Сила тока определяется скоростью подачи проволоки, т.к. источник питания при автоматической наплавке применяется с жесткой или пологоподающей характеристикой. Ориентировочно величину $I_{св}$, можно определить по формуле:

$$I_{св} = 110dэ + 10dэ^2, \quad (4)$$

где $dэ$ - диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки V_n зависит от необходимого размеров поперечного сечения наплавляемого валика. Шаг наплавки S зависит от ширины валиков B . Принято, что валики должны перекрывать друг друга на $1/3$, следовательно $S = 2/3B$.

Смещение электрода с зенита «А» предотвращает стекание жидкого металла сварочной ванны с поверхности детали и обеспечивает нужное формирование наплавленного слоя. Величина смещения зависит от диаметра детали, мощности дуги и жидкотекучести металла сварочной ванны.

Области применения

Восстановление коленчатых и распределительных валов, полуосей, валов коробок передач, крестовин большегрузных автомобилей и других деталей из различных сталей и высокопрочных чугунов.

Достоинства способа

- высокая производительность процесса;
- высокое качество наплавленного металла;
- широкие возможности получения заданных физико-механических свойств наплавленного слоя;
- минимальные потери электродного металла на угар
разбрызгивание;
- возможность автоматизации процесса;
- отсутствие излучения дуги, что улучшает условие работы наплавщика.

Недостатки способа

- значительный нагрев детали, что ограничивает номенклатуру восстанавливаемых деталей по размерам и структуре;
- необходимость термообработки после наплавки;
- возможны тепловые деформации детали, что затрудняет восстановление одной поверхности без действия на другие поверхности детали;
- невозможность визуального наблюдения за процессом наплавки;
- наплавка возможна лишь в нижнем положении из-за сложности удержания флюса и жидкого металла.

4. Сварка и наплавка в среде защитных газов

Сущность способа: в зону горения электрической сварочной дуги через специальное сопло подается газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает жидкий металл сварочной ванны от кислорода и азота воздуха.

В зависимости от применяемого газа различают сварку в активных и инертных газах. В таблице.3 приведена классификация способов сварки и наплавки в среде защитных газов.



Таблица 3. Классификация способов сварки и наплавки в среде защитных газов.¶

Сварку (наплавку) в защитных газах ведут как плавящимся, так и неплавящимся (обычно вольфрамовым) электродом. В первом случае электрод плавится и участвует в образовании сварного шва (наплавленного слоя). При сварке неплавящимся электродом для образования шва (валика) в зону горения дуги вводят присадочный материал в виде прутка или проволоки (см. рис.4).

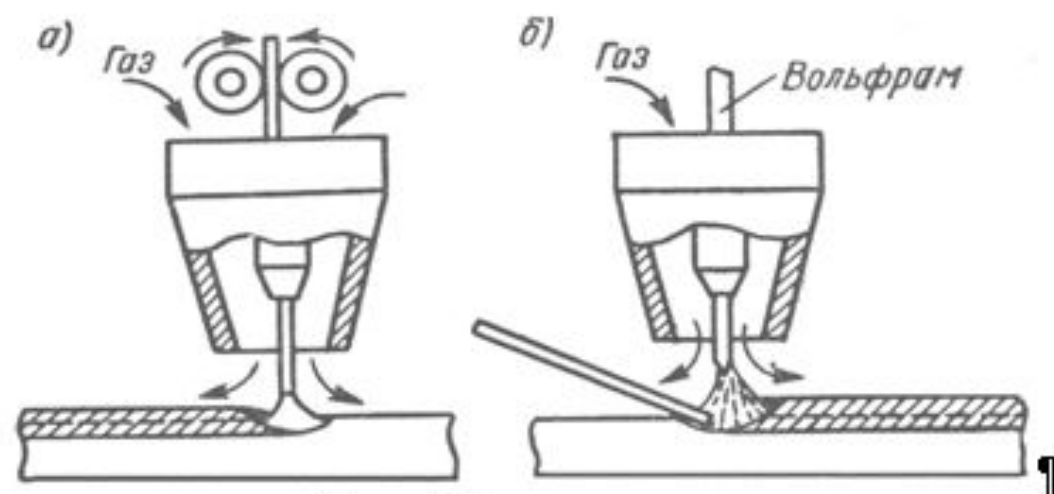


Рис. 4. Сварка в среде защитных газов: а — плавящимся электродом; б — неплавящимся электродом.

Наибольшее распространение при восстановлении автомобильных деталей, изготовленных из малоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных сталей получила сварка (наплавка) в среде углекислого газа.

5 Сварка и наплавка в среде углекислого газа

На рис. 5 изображена схема поста для сварки в CO_2 .

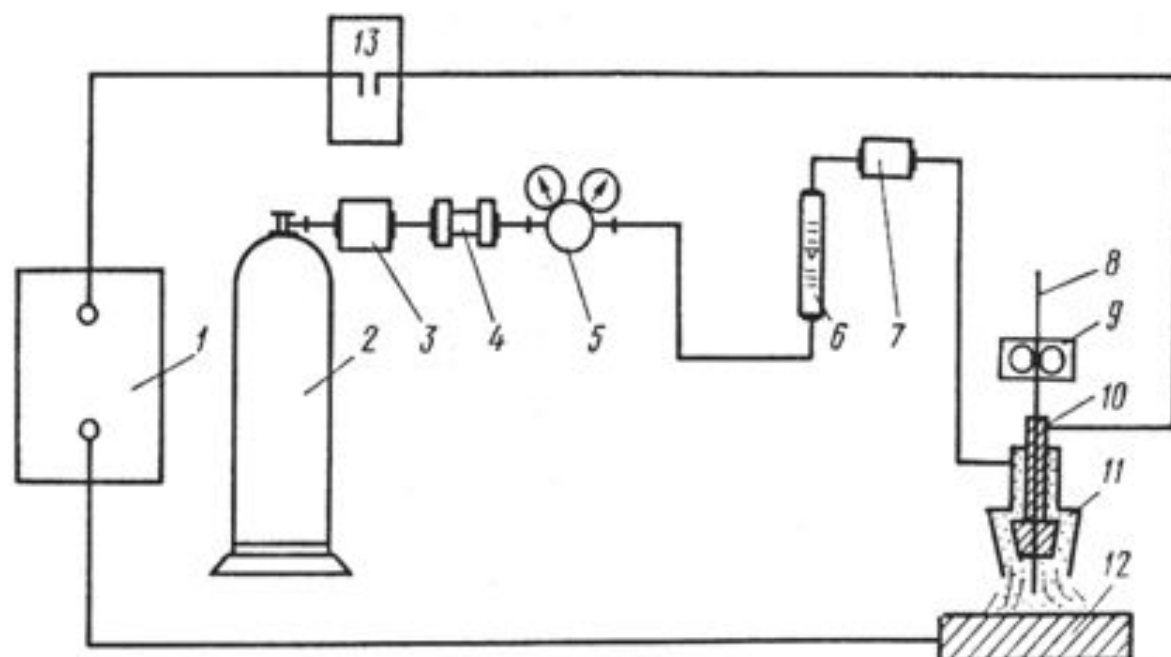


Рис. 5. Схема поста для механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом постоянным током: 1 — источник постоянного тока; 2 — баллон с газом; 3 — подогреватель газа; 4 — осушитель газа; 5 — редуктор; 6 — ротаметр; 7 — газовый клапан; 8 — электродная проволока; 9 — привод подачи электродной проволоки; 10 — токоведущая втулка; 11 — сопло горелки; 12 — свариваемое изделие; 13 — аппаратура управления

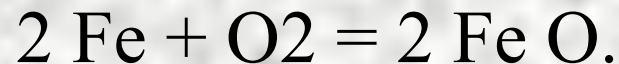
В процессе сварки углекислый газ CO₂, попадая в высокотемпературную зону горения дуги, диссоциирует



При сварке в среде CO₂ обеспечивается практически полная защита

расплавленного металла от азота воздуха, а от кислорода – нет.

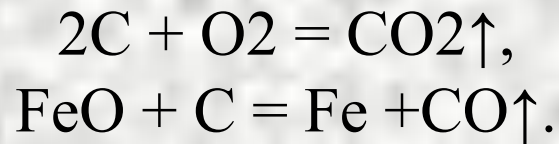
Таким образом в процессе сварки в CO₂ происходит образование окислов железа



Эти окислы тяжелее жидкого металла и поэтому не всплывают на поверхность сварочной ванны и не растворяются в жидком металле, а располагаются по границам зерен при кристаллизации металла, являясь в дальнейшем концентратором внутренних напряжений. В процессе эксплуатации деталей это может привести к образованию трещин и изломов. Поэтому возникает необходимость удаления этих окислов из жидкого металла сварочной ванны до ее кристаллизации. Это достигается с помощью реакций восстановления металла из окислов.

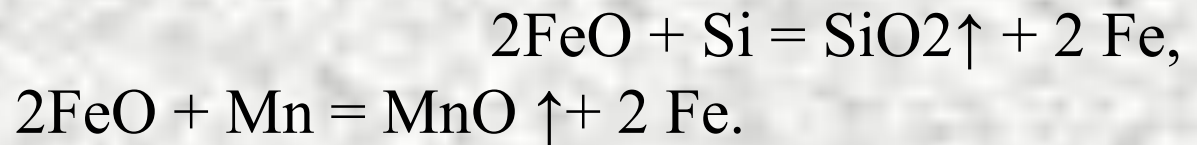
Окислы раскислителей обычно легче жидкого металла и поэтому всплывают на поверхность сварочной ванны.

Углерод, находящийся в сталях, частично может способствовать раскислению металла с образованием оксида углерода CO, который в виде пузырьков выделяется из сварочной ванны.



Вследствие быстрой кристаллизации сварочной ванны часть CO не успевает выделиться из сварочной ванны, в результате чего при наплавке и сварке могут образовываться поры.

В качестве раскислителей при сварке в CO₂ применяют кремний и марганец, вводимых в состав сварочных проволок. Раскисление идет по реакциям:



Для сварки в CO_2 применяют сварочные проволоки Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-10ГС, Св-18ХГС, Нп-30ХГСА, ПП-АН4, ПП-АН8 и другие с повышенным содержанием кремния Si и марганца Mn.

Углекислый газ поставляется в баллонах черного цвета с надписью «углекислый газ».

Сварка и наплавка в углекислом газе производится на постоянном токе обратной полярности (минус на делали) от источников постоянного тока с жесткой характеристикой. Она может быть полуавтоматической и автоматической с применением проволок сплошного сечения и порошковых проволок.

Сварку в СО₂ применяют на АРП при ремонте кузовов, кабин, оперенья, платформ и рам грузовых автомобилей, глушителей, поддонов и других деталей, а также для наплавки при восстановлении изношенных поверхностей цилиндрических деталей, кулачков, резьбы, шпоночных и шлицевых пазов и т.д.

Для сварки и наплавки применяемое серийно выпускаемое специальное сварочное оборудование типа А-537, А-547У, А-577, ПДПГ-300 и др.

К основным параметрам сварки и наплавки в CO_2 относятся:

- сила сварочного тока - $I_{\text{св}}$, А;
- напряжение на дуге - $V_{\text{д}}$, В;
- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{э}}$, мм;
- вылет проволоки - $l_{\text{в}}$, мм;
- скорость подачи проволоки - $V_{\text{пп}}$, м/ч;
- скорость наплавки - $V_{\text{н}}$, м/ч;
- расход углекислого газа

Q_{CO_2} , $\text{дм}^3/\text{мин}$.

Сварочный ток и диаметр электрода зависят от толщины свариваемой детали и выбираются по рекомендуемым таблицам или подбираются экспериментально.

Достоинства

отсутствуют вредные выделения и шлаковая корка;
возможность ведения сварки в любом пространственном
положении;
возможность визуально наблюдать за процессом;
возможность сварки тонколистового металла за счет
интенсивного охлаждения газом.

Недостатки

необходимо применять легированную проволоку;
ограниченная область применения (лишь для
малоуглеродистых и низколегированных сталей).

6. Аргонно-дуговая сварка и наплавка

При аргонно-дуговой сварке и наплавке в качестве защитного газа используется аргон, который надежно защищает зону сварки от кислорода и азота воздуха. В ряде случаев для устойчивости горения дуги к аргону добавляют различные активные газы. Однако для восстановления автомобильных деталей сварка в смеси инертных и активных газов практически применяется. Благодаря очень надежной защите расплавленного металла от вредного воздействия воздуха при аргонно-дуговой сварке появляются широкие возможности восстановления деталей из трудно свариваемых металлов и сплавов (алюминия и его сплавов, бронзы, латуни, нержавеющей сталей, титана и др.).

Аргонно-дуговая сварка осуществляется неплавящимся или плавящимся электродами. Неплавящимся электродом обычно является прутки диаметром 1...5 мм из вольфрама, который обладает высокой механической прочностью, необходимой электропроводностью и высокой температурой плавления, равной 3377°C . Электроды изготавливаются из порошка вольфрама прессованием, спеканием и последующей проковкой. Для облегчения возбуждения дуги неплавящийся электрод должен содержать вещества с малой работой выхода электронов. Таким веществом обычно служит двуокись тория ThO_2 , которая добавляется в порошок вольфрама перед прессованием в количестве 1,5...2%. Торируемые электроды марки ВТ-15 кроме того более стойкие против оплавления торца.

При зажигании дуги стремятся исключить контакт электрода с изделием либо за счет зажигания дуги на дополнительной графитовой пластине, либо наложением в момент зажигания дуги на дуговой промежуток высокого напряжения большой частоты, вызывающего пробой межэлектродного промежутка без контакта.

В качестве присадочного материала применяют проволоку, прутки или полосы из того же материала, что и материал свариваемой или наплавляемой детали.

Аргонно-дуговая сварка применяется при ремонте автомобилей для восстановления блоков цилиндров из алюминиевых сплавов, картера сцепления головок блоков, поршней, крышек и других деталей. При этом могут устраняться как пробоины, трещины и обломы, так и износы с последующей обработкой под номинальные размеры.

Достоинства способа

- высокое качество шва за счет надежной защиты от воздуха;
- высокая производительность процесса (в 3...4 раза выше, чем кислородно-ацетиленовая сварка);
- возможность сварки тонкостенных деталей и деталей из сплавов активных металлов, трудно свариваемых другими способами сварки (сплавы алюминия, магния и титана, нержавеющие стали, чугун);
- снижение интенсивности излучения дуги (в 4...8 раз ниже, чем при обычной дуговой сварке). Это дает возможность применять более светлые защитные стекла, что облегчает сварщику наблюдение за процессом сварки.

Недостатки

- дороговизна процесса, обусловленная высокой стоимостью электродов из вольфрама, аргона и оборудования;
- необходима тщательная очистка защитного газа (аргона) от кислорода, азота паров воды и других газов.

7 Газовая сварка

Газовая сварка относится к способам сварки плавлением. Источником нагрева и плавления металла детали и присадочного металла для формирования шва при газовой сварке служит теплота сгорания горючего газа (ацетилена или пропана) в смеси с кислородом.

Пост для газовой сварки или резки состоит из баллона с кислородом, баллона с горючим газом (или газогенератора для получения ацетилена), шлангов для подвода газов к горелке или резаку, газовых редукторов, рабочего инструмента (резак или горелка). На рис. 6 представлена схема поста для газовой сварки.

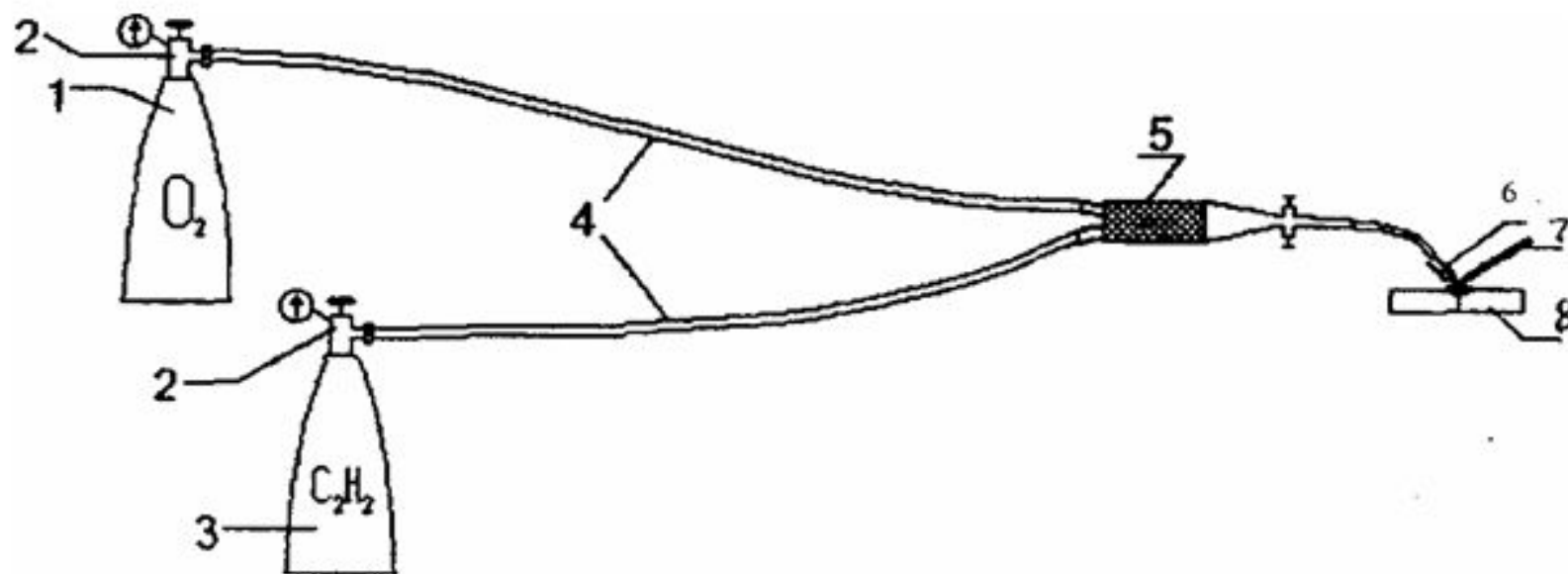


Рис. 6. Схема поста для газовой сварки.

1 - баллон с кислородом; 2 - газовый редуктор; 3 - баллон с пропаном или ацетиленом (или газогенератор); 4 - газовые шланги; 5 - резаки или горелки; 6 - кислородно-газовое пламя; 7 - присадочный пруток; 8 - деталь.

Кислород (ГОСТ 5583-78) хранят и транспортируют в стальных баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа (150 атм).

Баллоны окрашивают в голубой цвет.

Ацетилен поставляют в баллонах, как и кислород, только белого цвета или получают в месте сварки в ацетиленовых газогенераторах. Газогенераторы бывают двух типов: вода на карбид или карбид в воду. Ацетилен получают при взаимодействии карбида кальция (CaC_2) с водой .

Газовый редуктор служит для понижения давления газа (кислорода или горючего газа) от давления в баллоне до рабочего и, поддержания его постоянным в процессе сварки.

Рабочим инструментом при сварке является горелка, а при резке - резак. Газокислородное пламя может быть нейтральным, восстановительным и окислительным. Сварку осуществляют преимущественно нейтральным пламенем, в отдельных случаях применяют восстановительное пламя, а при резке металлов – окислительное пламя. При нейтральном пламени количество кислорода и горючего газа берутся таким, чтобы происходило полное их сгорание.

При восстановительном пламени берется избыток горючего газа, что позволяет при сварке восстанавливать металлы из окислов, а при окислительном пламени берется избыток кислорода, что позволяет повысить интенсивность сгорания металла при резке.

В качестве присадочного материала применяются прутки или проволока того же химического состава, что и свариваемый металл, или близкого к нему. Режим газовой сварки определяется расходом ацетилена и кислорода, который выбирается в зависимости от толщины и марки свариваемого материала. Для каждого режима сварки выбирается соответствующий номер наконечника горелки, которые являются сменными. Всего 6 номеров наконечников, которые отличаются друг от друга диаметром выходного отверстия. Чем мощнее нужно пламя, тем с большим номером берется наконечник и тем больше расход газов.

Для защиты расплавленного металла от окисления и удаления окислов иногда применяют флюсы (бура или смесь 50% буры и 50% борной кислоты).

В качестве присадочного материала применяют сварочную проволоку Св-08А, а также Св-08Г2С, Св-10ГС и другие диаметром 2...4 мм.

Наиболее распространенным способом газовой сварки является кислородно-ацетиленовая сварка.

Вместо ацетилена при выполнении сварочных работ используют также пропан и пропан-бутановая смесь. Температура кислородно-ацетиленового пламени достигает 3150°C , а кислородно-пропанового - только 2040°C . Поэтому кислородно-пропановое пламя применяют преимущественно для разделительной резки металла металла.

Чтобы сплавы подвергались газовой резке, они должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь температуру горения ниже температуры плавления;
- иметь небольшую теплопроводность;
- иметь температуру плавления окислов не выше температуры плавления разрезаемого металла.

Таким требованиям удовлетворяют малоуглеродистые и нелегированные стали.

Различают два способа газовой сварки: правый и левый. При правом способе процесс ведется слева направо, а при левом — наоборот. Правый способ применяют при сварке металла толщиной более 5 мм, а до 5 мм - левый способ. Низкоуглеродистые стали сваривают газовой сваркой обычно проволокой Св-08А, Св-10ГС, Св-08ГС, Св-08Г2С.

Газовая сварка при ремонте автомобилей применяется при ремонте кузовов, восстановлении деталей пайкой для нагрева деталей и припоя, при правке деталей с нагревом, при изготовлении заготовок ремонтных деталей газовой резкой, при сварке чугуна и алюминиевых сплавов.

Достоинства газовой сварки

- простота оборудования и процесса сварки и резки;
 - дешевизна процесса;
- возможность сварки во всех пространственных положениях:
 - широкий диапазон применения в ремонтном производстве для пайки, сварки, правки и резки.

Недостатки

- повышенная взрыво-пожароопасность ;
- большая зона термического влияния, что ведет к разупрочнению металла в околошовной зоне;
- требуется высокая квалификация сварщика;
- невозможность сварки легированных сталей и высокоактивных металлов и сшивов.

7. Автоматическая вибродуговая наплавка

Вибродуговая наплавка является разновидностью наращивания изношенной поверхности детали тел вращения с использованием тепловой мощности электрической сварочной дуги. Сущность процесса вибродуговой наплавки заключается в периодическом замыкании и размыкании дугового промежутка между торцом плавящегося электрода и поверхностью наплавляемой детали.

Вибродуговая наплавка выполняется на постоянном токе обратной полярности (плюс на электроде, минус на детали) при напряжении на дуге 12...28 В. Для питания сварочной дуги постоянным током можно применять сварочные преобразователи (электрические машины постоянного тока ПСГ-300, ПСО-300) или выпрямители (ВС-300, ВДУ-300) с жёсткой вольтамперной

характеристикой

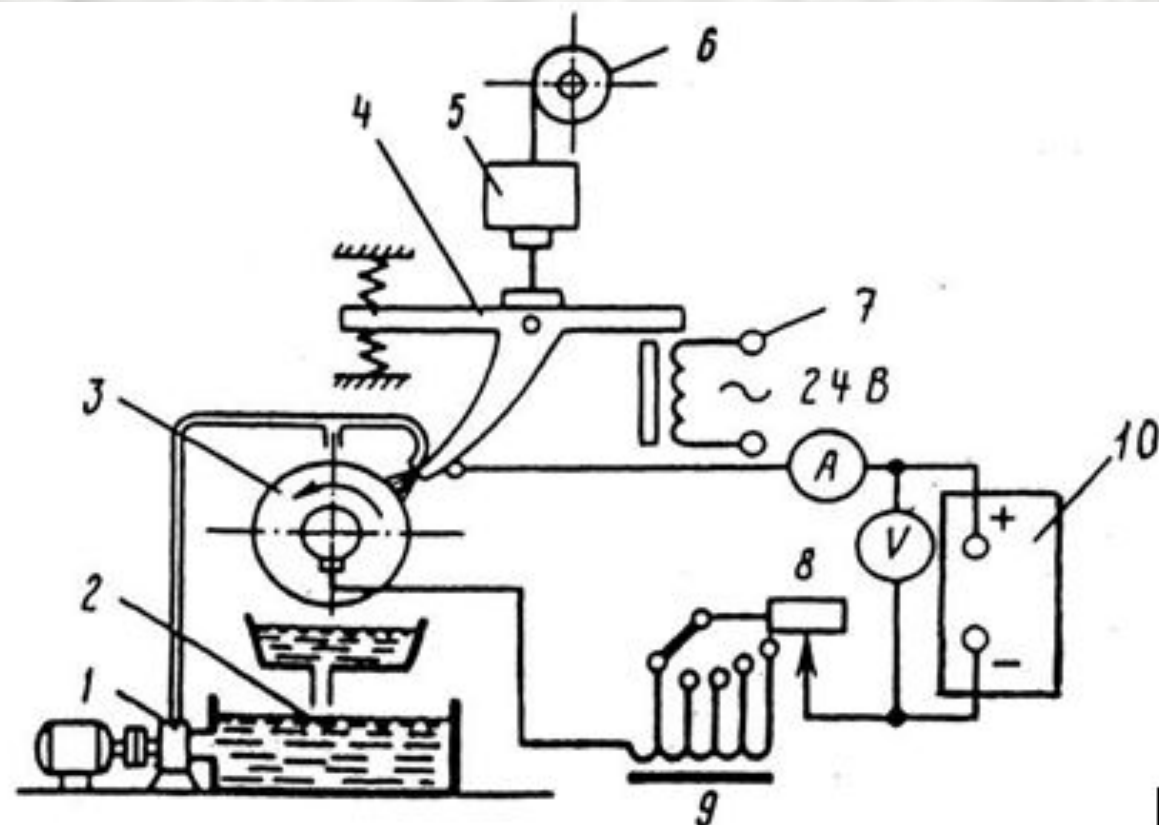


Рис.7. Схема установки для вибродуговой наплавки:

1 – насос; 2 – охлаждающая жидкость; 3 – деталь; 4 – хоботок; 5 – механизм подачи проволоки; 6 – кассета с проволокой; 7 – вибратор; 8 – реостат; 9 – дроссель; 10 – источник сварочного тока

Для защиты зоны горения дуги и жидкого металла сварочной ванны от кислорода воздуха применяют охлаждающую жидкость (обычную эмульсию), пары воды или углекислый газ. Наиболее эффективно применение углекислого газа (CO_2), так как упрощаются технология и оборудование.

Параметры режима вибродуговой наплавки

Сила сварочного тока – $I_{св}$, А.

Напряжение на дуге – U_d , В.

Скорость подачи проволоки – $v_{пп}$, м/ч.

Скорость вращения детали – n , об./мин.

Линейная скорость наплавки – v_n , м/ч.

Диаметр проволоки – $d_э$, мм.

Вылет проволоки из мундштука – l_b , мм.

Амплитуда колебаний – τ , мм.

Расход охлаждающей жидкости или газа – Q , дм³
/мин.

Частота вибрации – Z , кол/с.

Достоинства

- Небольшой нагрев детали (около 200°C).
- Малая зона термического влияния.
- Возможность получения требуемой твердости наплавленного слоя без термообработки.
- Возможность наплавки цветных металлов на чёрные.

Области применения

Вибродуговая наплавка при ремонте автомобилей применяется для восстановления изношенных валов диаметром от 10 мм и более и отверстий в корпусных деталях и валах, для наплавки бронзы на наружные и внутренние поверхности стальных и чугунных деталей.

Вибродуговой наплавкой в настоящее время восстанавливают следующие автомобильные детали: вилки включения сцепления, крестовины кардана, скользящие вилки кардана, оси колодок тормоза, фланцы вала ведущей конической шестерни, ступицы шкива коленчатого вала, промежуточные валы кардана и другие детали.

9 Электродо́контáктная сварка и напáвка

Сущность способов электродо́контáктной сварки заключается в нагреве соединяемых деталей проходящим током (джоулевым теплом) и сближением до межатомных расстояний приложенным к деталям давлением.

Различают следующие способы электродо́контáктной сварки:

Точечная сварка, при которой детали в виде листов или прутков соединяются внахлест и располагаются между двумя электродами, к которым прикладывается давление и подводится сварочный ток (см. рис.8).

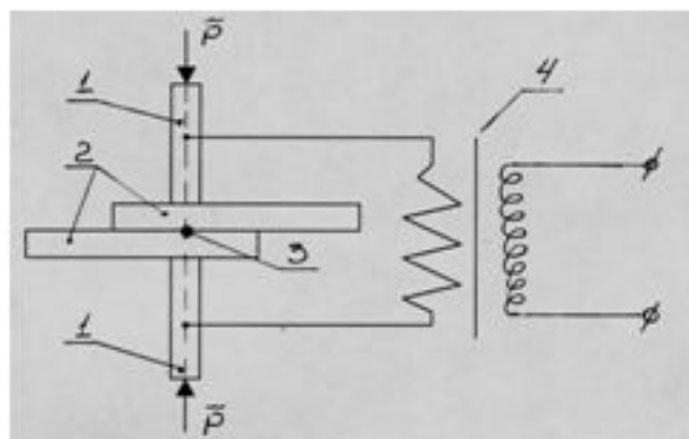


Рис.8. Схема процесса точечной сварки:

1-электроды; 2-детали; 3-сварная точка; 4-сварочный трансформатор.

При прохождении тока по сварочной цепи происходит выделение джоулевой теплоты, величина которой прямо пропорциональна квадрату тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока

$$Q_{дж} = I_{св}^2 R t, \quad (5)$$

где $I_{св}$ - сварочный ток, А;

R – омическое сопротивление, Ом;

t – время прохождения тока, с.

Наибольшее количество тепла выделяется там, где больше сопротивление R . При точечной сварке наибольшее сопротивление будет между поверхностями соединяемых деталей. Это обусловлено тем, что площадь контакта здесь меньше, чем в других сечениях из-за наличия на поверхностях микронеровностей. Из электротехники известно, что

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

,
где ρ - удельное сопротивление
материала;

l – длина проводника;

S – поперечное сечение.

Так как в зоне контакта между деталями величина S будет наименьшей, то следовательно R будет наибольшим, а значит здесь будет больше выделяться тепла. Кроме того, наличие на поверхностях деталей окисных пленок обуславливает более высокое удельное сопротивление ρ , что также способствует более высокому нагреву. Благодаря этому в месте контакта между деталями происходит наибольший нагрев.

Точечная сварка при ремонте автомобилей используется в основном для ремонта кабин и оперенья и некоторых элементов подвески.

Стыковая сварка обеспечивает получение неразъемных соединений двух деталей встык. Торцы деталей преимущественно одинакового сечения очищаются от загрязнений, сближаются, сдавливаются с определенным усилием и затем к ним подводится сварочный ток (Рис.9).

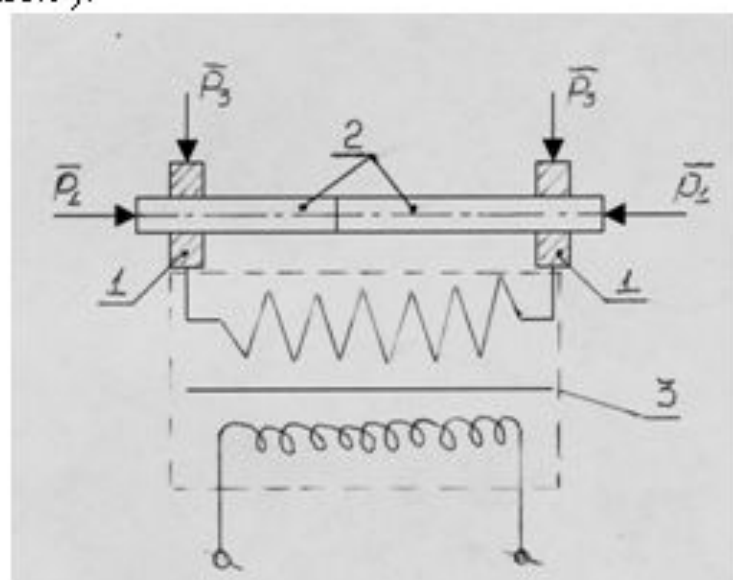


Рис.9. Схема стыковой сварки:

1 – зажимы; 2 – детали; 3 – сварочный трансформатор; P_1 – усилие сжатия деталей;

P_2 – усилие сжатия деталей;

Различают стыковую сварку сопротивлением и стыковую сварку оплавлением.

При стыковой сварке сопротивлением детали зажимаются в зажимах 1, прижимаются друг к другу с усилием P_1 и включается сварочный ток. При прохождении тока вместе контакта деталей интенсивно выделяется тепло, как и при точечной сварке. Нагрев деталей происходит на небольшую глубину до пластического состояния, после чего ток выключается, а усилие сжатия P_1 увеличивают. В результате давления металл в месте контакта начинает течь, разрушая окисные пленки, что обеспечивает сближение поверхностей деталей до межатомных расстояний.

При стыковой сварке оплавлением детали зажимают в зажимах и включают источник тока, а затем медленно начинают сводить и разводить детали до контакта несколько раз.

В моменты их касания сразу начинает течь большой ток и за счет джоулевой теплоты микроконтакты мгновенно нагреваются до температуры плавления и оплавляются. Так несколько раз сближая и разводя детали торцы их оплавляются и одновременно прогреваются до пластичного состояния на определенную глубину.

После этого ток отключают, а детали сдавливают с усилием **P1**. Давлением жидкий металл выдавливается наружу, разрушая окислы и оголяя чистый металл, что позволяет сблизить поверхности деталей до межатомных расстояний в пластическом состоянии, как при сварке сопротивлением.

Стыковая сварка в авторемонтном производстве применяется при ремонте полуосей, клапанов, карданных валов, хомутов рессор и др. деталей.

Роликовая (шовная) сварка имеет электроды в виде роликов, которые вращаются и сдавливают свариваемые листы. Ток включается периодически, приводя каждый раз к образованию сварной точки. Время между двумя включениями сварочного тока (время паузы) должно быть таким, чтобы точки перекрывали друг друга, обеспечивая герметичность соединения (Рис.10).

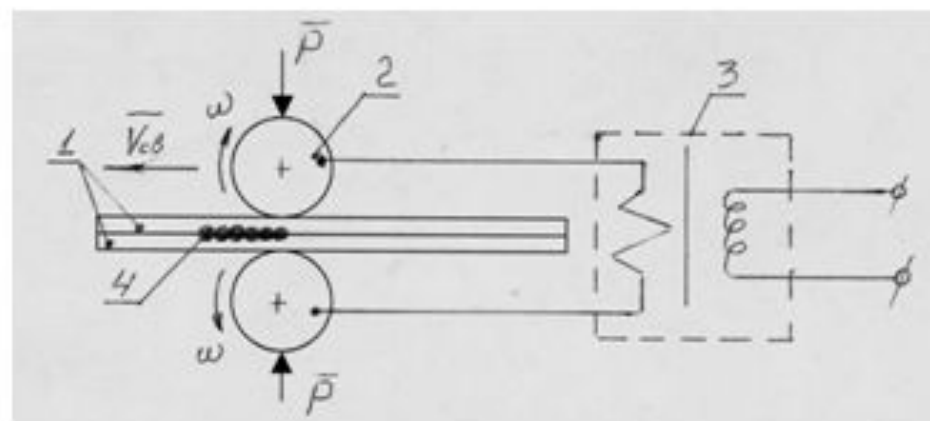


Рис.10. Схема роликовой сварки:

1-детали; 2-роликовые электроды; 3-сварочный трансформатор; 4-сварные точки; $\bar{P}$ - усилие сжатия деталей; ω -скорость вращения роликов; $V_{св}$ – линейная скорость роликовой сварки.

Роликовая сварка нашла широкое применение при восстановлении изношенных деталей путем приварки стальной ленты, проволоки или порошка.

Электроконтактная приварка металлического слоя имеет следующие достоинства: отсутствие значительного нагрева восстанавливаемых деталей; снижение расхода металла по сравнению с электродуговой наплавкой в 3...4 раза; возможность использования для приварки материала в виде ленты, проволоки или порошка; одновременно с приваркой обеспечивается закалка нанесенного слоя; отсутствует выгорание легирующих элементов в наплавленном слое; улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

Контактная приварка позволяет проводить регулируемую по толщине приварку металлического слоя в пределах 0,1...1,5 мм, что значительно уменьшает припуски на механическую обработку.

Сущность процесса восстановления заключается в приварке мощными импульсами тока к изношенной поверхности детали компактных (лента, проволока) или порошковых материалов.

Для восстановления деталей с использованием в качестве присадочного материала металлической ленты, проволоки и порошка серийно выпускаются наплавочные головки, которые монтируются на токарный станок или специализированные установки.

Технологические особенности восстановления деталей контактной приваркой

Технология включает операции подготовки деталей и ленты, приварку ленты и механическую обработку приваренного слоя.

Подготовка детали под наварку заключается в тщательной ее очистке и обезжиривании, исправлении центровых поверхностей и последующей механической обработке (шлифовке, точении) восстанавливаемой поверхности шейки до диаметра меньше номинального на 0,15...0,3 мм.

Заготовки для восстановления шеек валов изготавливают из ленты при помощи штампа или нарезают на ножницах. Перед наваркой ленту очищают от грязи и обезжиривают. Длина заготовки должна быть равна длине окружности восстанавливаемой шейки, при этом зазор в месте стыка более 0,5 мм не допускается. Ширина заготовки ленты должна на 1...2 мм быть меньше ширины восстанавливаемой поверхности. Толщина ленты выбирается в зависимости от требуемой толщины восстанавливаемого слоя.

10. Индукционная наплавка

К отличительным особенностям индукционного нагрева относится бесконтактный способ передачи энергии в нагреваемое изделие посредством электромагнитного поля. В любом электропроводном материале, помещенном в переменное электромагнитное поле, индуцируются вихревые токи, которые приводят к нагреву детали. Устройством, передающим энергию высокой частоты в наплавляемый металл, является индуктор.

Он представляет собой виток или спираль из нескольких витков медной трубки, при работе охлаждаемых водой, по которым протекает ток высокой частоты. При этом вокруг витков создается переменное магнитное поле. Подготовленные к наплавке детали располагают в зоне действия индуктора, где они пронизываются переменным магнитным полем.

Установки для индукционной наплавки состоят из следующих элементов:

- генератор высокой частоты ;
- индуктор (одновитковый или многовитковый);
- конденсаторная батарея;
- линии передач тока высокой частоты от источника питания до индуктора;
- система водяного охлаждения:
- высокочастотные измерительные приборы (амперметр, вольтметр, ваттметр, фазометр);
- измерительные трансформаторы напряжения и тока.

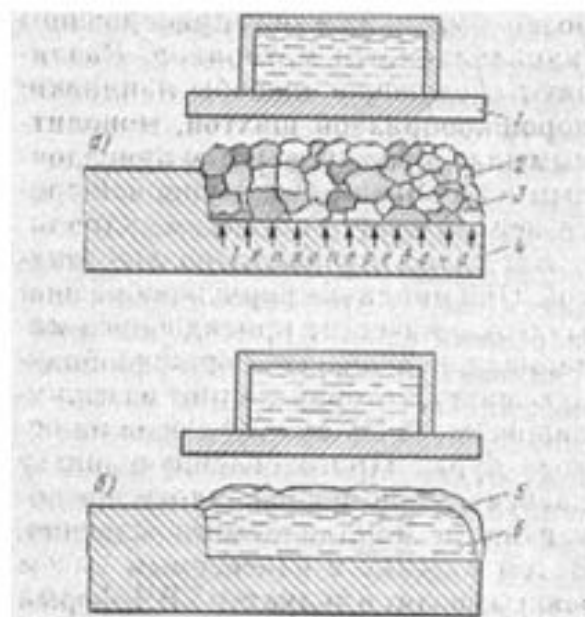
Нагреваемая деталь помещается внутри индуктора или около него. Переменное магнитное поле индуктора вызывает появление вихревых токов в детали, в результате чего происходит ее нагрев. Все токоведущие элементы установки изготавливаются из чистой меди, обладающей очень хорошей электропроводностью.

Способы индукционной наплавки¶

Различают следующие способы индукционной наплавки: порошкообразной шихтой, монокристаллическим или брикетированным присадочным материалом, в огнеупорной среде, центробежную наплавку и жидким сплавом.¶

.....В первом случае в качестве присадочного материала используют порошкообразную шихту, которая состоит из гранулированного сплава и флюсов на основе буры. Приготовленную шихту наносят равномерным слоем на поверхность наплавляемого изделия и затем вводят его в индуктор.¶

¶



¶

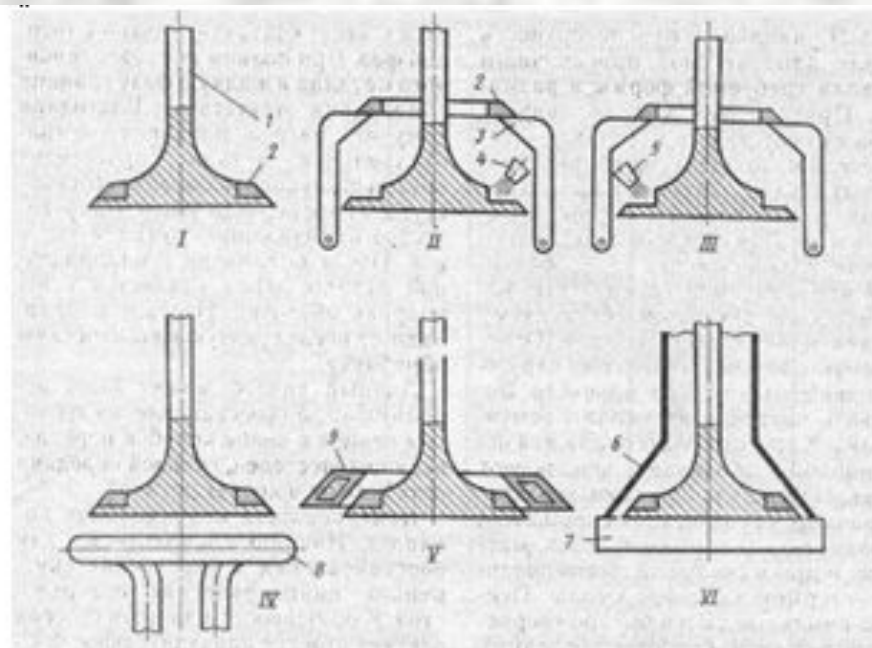
Рис. 11. Схема способа индукционной наплавки порошкообразной шихтой.¶

¶

а — начало процесса; б — окончание процесса;¶

1 — индуктор; 2 — частицы наплавляемого сплава; 3 — частицы флюса; 4 — деталь; 5 — слой жидкого флюса; 6 — жидкий присадочный сплав.¶

Наплавка порошкообразной шихтой используется для восстановления фасок клапанов автотракторных двигателей. При наплавке монокристаллическими или брикетированным присадочным материалом его форма и размеры должны приблизительно соответствовать необходимому наплавленному слою. Затем осуществляется расплавление ТВЧ этого материала на основном металле.



¶

Рис. 12. Схема наплавки клапанов монолитным присадочным материалом. ¶

1—деталь; 2—кольцо присадочного сплава; 3—защелки; 4—сопло для подачи масла; 5—сопло для подачи флюса; 6—камера охлаждения; 7—вращающийся кристаллизатор; 8—индуктор для предварительного нагрева; 9—основной подвижной индуктор. ¶

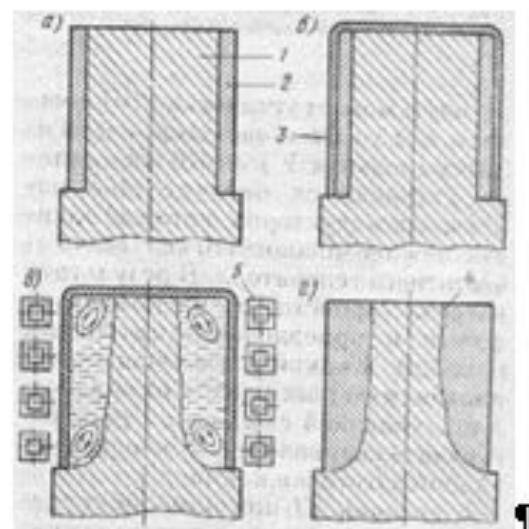


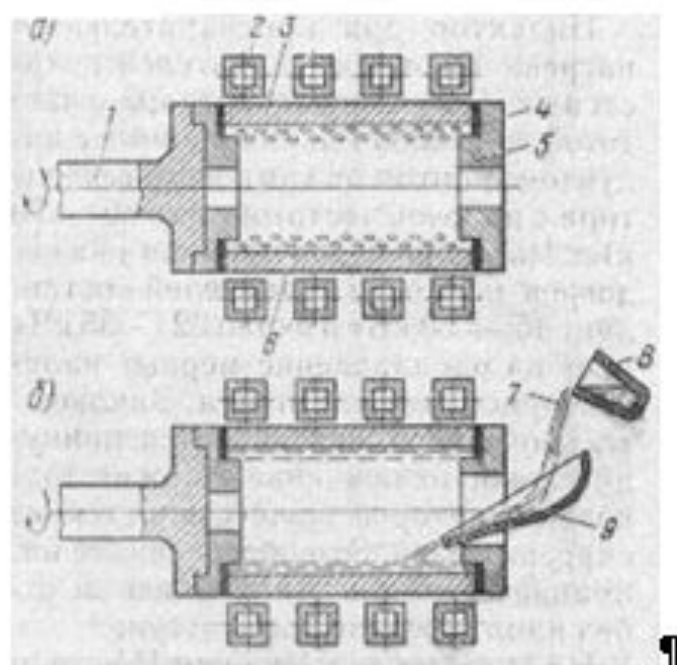
Рис. 13. Схема процесса индукционной наплавки в огнеупорной среде. ¶

а—деталь после нанесения присадочного материала; б—деталь после нанесения огнеупорной оболочки; в—расплавление основного и присадочного материала через оболочку; г—деталь после наплавки; ¶

1—основной материал; 2—присадочный сплав (наплавляемый материал); 3—огнеупорная оболочка; 4—граница между основным и наплавленным металлами; 5—индуктор ТВЧ. ¶

..... Данный способ может быть использован для восстановления зубчатых венцов и валов коробок передач, ведущих шестерен главной передачи автомобиля и других деталей. ¶

..... Центробежная индукционная наплавка используется для восстановления внутренних цилиндрических поверхностей. На рис. 14 показана схема этого процесса. ¶



¶

Рис. 14. Принципиальная технологическая схема центробежной наплавки: ¶

.....а—присадочный металл в виде шихты; б—присадочный металл в виде расплава; ¶

1—шпиндель центробежной машины; 2—индуктор ТВЧ; 3—наплавляемая деталь; 4—прокладки; 5—крышка с отверстием; 6—шихта; 7—присадочный сплав; 8—разливочный ковш; 9—лоток из огнеупорного материала. ¶

—

**Спасибо за
внимание**