

3.4. Восстановление деталей сваркой и наплавкой

Сварка – способ получения неразъемного соединения с помощью сварного шва. Сваркой устраняют механические повреждения (трещины, пробоины) и закрепляют ДРД. Соединяемые поверхности заготовок при большинстве видов сварки нагревают до плавления.

Наплавка – способ нанесения покрытий, включающий нагрев до плавления присадочного металла и восстанавливаемой поверхности пламенем, дугой или другим источником тепла, перенос жидкого металла на оплавленную поверхность и его кристаллизацию.

На сварку и наплавку приходится от 40 до 80% всех восстановленных деталей. Такое широкое распространение этих способов обусловлено:

- простотой технологического процесса и применяемого оборудования;
- возможностью восстановления деталей из любых металлов и сплавов;
- высокой производительностью и низкой себестоимостью;
- получением на рабочих поверхностях деталей наращиваемых слоев практически любой толщины и химического состава (антифрикционные, кислотно-стойкие, жаропрочные и т.д.).

Нагрев до температуры плавления материалов, участвующих при сварке и наплавке, приводит к возникновению вредных процессов, которые оказывают негативное влияние на качество восстанавливаемых деталей. К ним относятся металлургические процессы, структурные изменения, образование внутренних напряжений и деформаций в основном металле деталей.

В процессе сварки и наплавки происходит окисление металла, выгорание легирующих элементов, насыщение наплавленного металла азотом и водородом, разбрызгивание металла.

Соединение наплавленного металла с кислородом воздуха является причиной его окисления и выгорания легирующих элементов (углерода, марганца, кремния и др.). Кроме этого, из воздуха в наплавленный металл проникает азот, который является источником снижения его пластичности и

повышения предела прочности. Для защиты от этих отрицательных явлений при сварке и наплавке используют электродные обмазки, флюсы, которые при плавлении образуют шлак, предохраняющий возможный контакт металла с окружающей средой. С этой же целью применяют и защитные газы.

В технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой входят следующие операции: подготовка деталей к сварке или наплавке, выполнение сварочных или наплавочных работ, обработка деталей после выполнения сварочных или наплавочных работ.

3.4.1. Ручная сварка и наплавка плавящимися электродами

Схема ручной наплавки представлена на рис. 3.13.

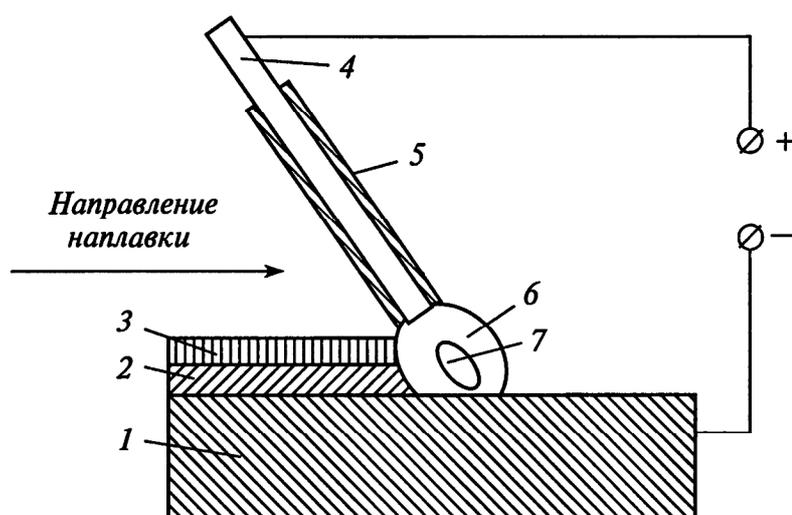


Рис. 3.13. Схема ручной наплавки: 1 – основной металл;

2 – наплавленный валик; 3 – шлаковая корка; 4 – электродный стержень; 5 – покрытие электродного стержня; 6 – газшлаковая защита; 7 – сварочная ванна

Параметры наплавки – это сила тока, напряжение и скорость наплавки. Для получения минимальной глубины проплавления основного металла электрод наклоняют в сторону, обратную направлению наплавки.

Ручная сварка и наплавка используются для устранения трещин, вмятин, пробоин, изломов и т.д.

Для сварки используют электроды, обозначаемые буквой «Э» с двузначной цифрой через дефис, например: Э-42. Цифра показывает прочность сварочного шва на разрыв.

Наплавочные электроды обозначают двумя буквами «ЭН» и цифрами, которые показывают гарантированную твердость наплавленного данным электродом слоя.

Каждому типу электрода соответствует несколько марок составов обмазок. По входящим в них веществам все электродные покрытия разделяют на:

- рудно-кислородное – Р;
- рутиловое – Т;
- фтористо-кальциевое – Ф;
- органическое – О.

3.4.2. Газовая сварка и наплавка

Сущность процесса – это расплавление свариваемого и присадочного металла пламенем, которое образуется при сгорании горючего газа в смеси с кислородом. В качестве горючего газа используют ацетилен, что позволяет обеспечить температуру пламени 3100 – 3300 °С. Ацетилен получают с помощью ацетиленовых генераторов, а кислород сохраняют и транспортируют в стальных баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа.

Сварку и наплавку осуществляют сварочными горелками. Мощность пламени характеризуется массовым расходом ацетилена, зависящим от номера наконечника горелки. Расход кислорода на 10 – 20% больше, чем ацетилена.

При ручной сварке пламя направляют на свариваемые кромки так, чтобы они находились в восстановительной зоне на расстоянии 2 – 6 мм от конца

ядра. Конец присадочной проволоки также держат в восстановительной зоне или в сварочной ванне.

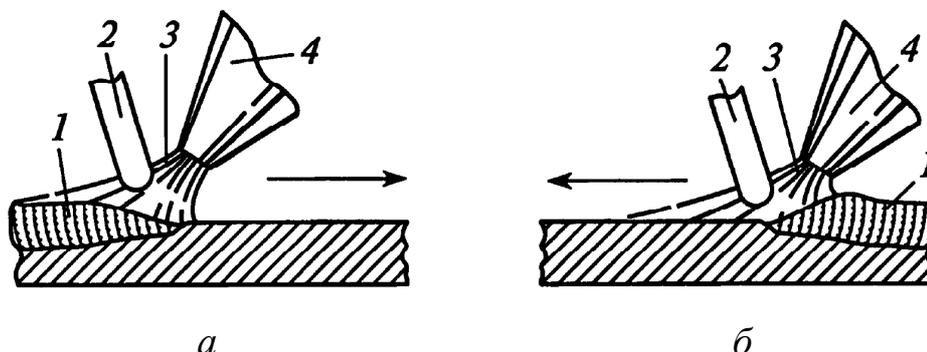


Рис. 3.14. Основные способы газовой сварки: *a* – правый способ сварки; *б* – левый способ сварки; 1 – формирующий шов; 2 – присадочный пруток; 3 – пламя горелки; 4 – горелка

Существуют два основных способа газовой сварки (рис. 3.14):

1. Правый. Процесс сварки ведется слева направо, горелка перемещается впереди присадочного прутка, а пламя направлено на формирующийся шов. В результате происходит хорошая защита сварочной ванны от воздействия атмосферного воздуха и замедленное охлаждение сварного шва. Такой способ позволяет получить швы высокого качества. Применяют при сварке металла толщиной более 5 мм. Этим способом легче сваривать потолочные швы.

2. Левый. Процесс сварки выполняют справа налево, горелка перемещается за присадочным прутком, а пламя направляется на несваренные кромки и подогревает их, подготавливая к сварке. Пламя свободно растекается по поверхности металла, что снижает опасность его пережога. Этим способом осуществляют сварку вертикальных швов снизу вверх.

3.4.3. Дуговая наплавка под флюсом

Способ широко применяется для восстановления цилиндрических и плоских поверхностей деталей. Это механизированный способ наплавки, при

котором совмещены два основных движения электрода его подача по мере оплавления к детали и перемещение вдоль сварочного шва (рис. 3.15).

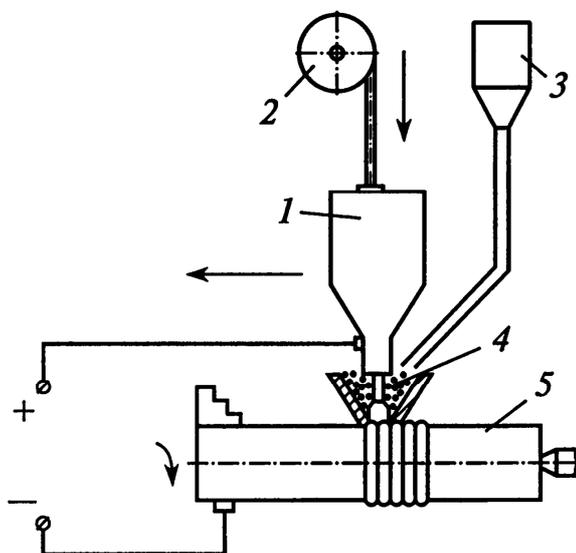


Рис. 3.15. Схема автоматической дуговой наплавки под флюсом:

1 – патрон; 2 – кассета; 3 – бункер; 4 – флюс; 5 – деталь

Сущность способа наплавки под флюсом заключается в том, что в зону горения дуги автоматически подаются сыпучий флюс и электродная проволока. Под действием высокой температуры образуется газовый пузырь, в котором существует дуга, расплавляющая металл. Часть флюса плавится, образуя вокруг дуги эластичную оболочку из жидкого флюса, которая защищает расплавленный металл от окисления, уменьшает разбрызгивание и угар. При кристаллизации расплавленного металла образуется сварочный шов.

Преимущества способа:

- возможность получения покрытия заданного состава, т. е. легирования металла через проволоку и флюс и равномерного по химическому составу и свойствам;
- защита сварочной дуги и ванны жидкого металла от вредного влияния кислорода и азота воздуха;

- выделение растворенных газов и шлаковых включений из сварочной ванны в результате медленной кристаллизации жидкого металла под флюсом;
- возможность использования повышенных сварочных токов, которые позволяют увеличить скорость сварки, что способствует повышению производительности труда в 6...8 раз;
- экономичность в отношении расхода электроэнергии и электродного металла;
- отсутствие разбрызгивания металла благодаря статическому давлению флюса;
- возможность получения слоя наплавленного металла большой толщины (1,5...5 мм и более);
- независимость качества наплавленного металла от квалификации исполнителя;
- лучшие условия труда сварщиков ввиду отсутствия ультрафиолетового излучения;
- возможность автоматизации технологического процесса.

Недостатки способа:

- значительный нагрев детали;
- невозможность наплавки в верхнем положении шва и деталей диаметром менее 40 мм из-за стекания наплавленного металла и трудности удержания флюса на поверхности детали;
- сложность применения для деталей сложной конструкции, необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки;
- возможность возникновения трещин и образования пор в наплавленном металле.

При наплавке сварку обычно ведут постоянным током обратной полярности. Напряжение сварочной дуги задают в пределах 25...35 В, скорость наплавки составляет 20...25 м/ч, подачи проволоки – 75...180 м/ч.

Для наплавки используют электродную проволоку: для низкоуглеродистых и низколегированных сталей – из малоуглеродистых (Св-

08, Св-08А), марганцовистых (Св-08Г, Св-08ГА, Св-15Г) и кремниймарганцовистых (Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-12ГС) сталей; с большим содержанием углерода – Нп-65Г, Нп-80, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 и др.

В зависимости от способа изготовления флюсы для автоматической наплавки делят на плавленные, керамические и флюсы-смеси. Из плавленных флюсов наиболее распространены АН-348А, АН-60, ОСу-45, АН-20, АН-28.

Керамические флюсы (АНК-18, АНК-19, АНК-30, КС-Х14Р, ЖСН-1), кроме стабилизирующих и шлакообразующих элементов, содержат легирующие добавки, главным образом в виде ферросплавов (феррохрома, ферротитана и др.), дающие слою, наплавленному малоуглеродистой проволокой, высокую твердость без термообработки и износостойкость.

Флюсы-смеси состоят из плавленного флюса АН-348 с порошками феррохрома, графита, а также жидкого стекла.

3.4.4. Наплавка в среде углекислого газа

Этот способ восстановления деталей отличается от наплавки под флюсом тем, что в качестве защитной среды используется углекислый газ.

Сущность способа наплавки в среде углекислого газа заключается в том, что электродная проволока из кассеты непрерывно подается в зону сварки (рис. 3.16). Ток к электродной проволоке подводится через мундштук и наконечник, расположенные внутри газозащитной горелки. При наплавке металл электрода и детали перемешивается. В зону горения дуги под давлением 0,05 – 0,2 МПа по трубке подается углекислый газ, который, вытесняя воздух, защищает расплавленный металл от вредного действия кислорода и азота воздуха.

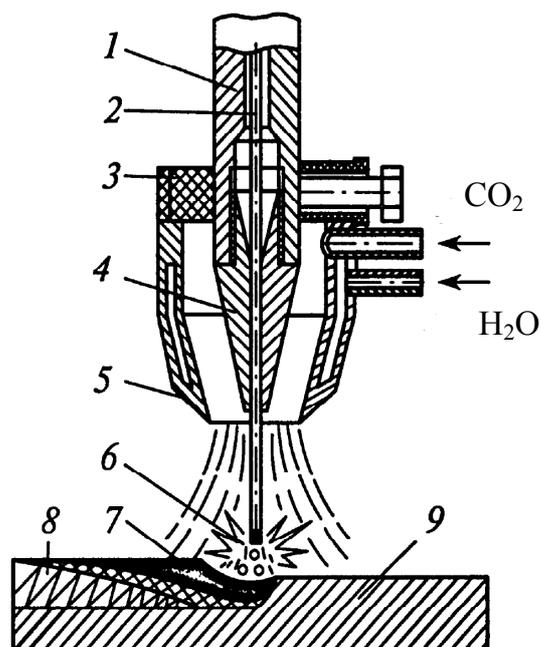


Рис. 3.16. Схема наплавки в среде углекислого газа: 1 – мундштук; 2 – электродная проволока; 3 – горелка; 4 – кислородный редуктор; 5 – осушитель; 6 – электрический подогреватель; 7 – баллон с газом; 8 – деталь, устанавливаемая на станке; 9 – наплавляемый металл.

При наплавке используют токарный станок, в патроне которого устанавливают деталь 8, на суппорте крепят наплавочный аппарат 2 (рис. 3.17). Углекислый газ из баллона 7 подается в зону горения. При выходе из баллона 7 газ резко расширяется и переохлаждается. Для подогрева его пропускают через электрический подогреватель 6. Содержащуюся в углекислом газе воду удаляют с помощью осушителя 5, который представляет собой патрон, наполненный обезвоженным медным купоросом или силикагелем. Давление газа понижают с помощью кислородного редуктора 4, а расход его контролируют расходомером 3.

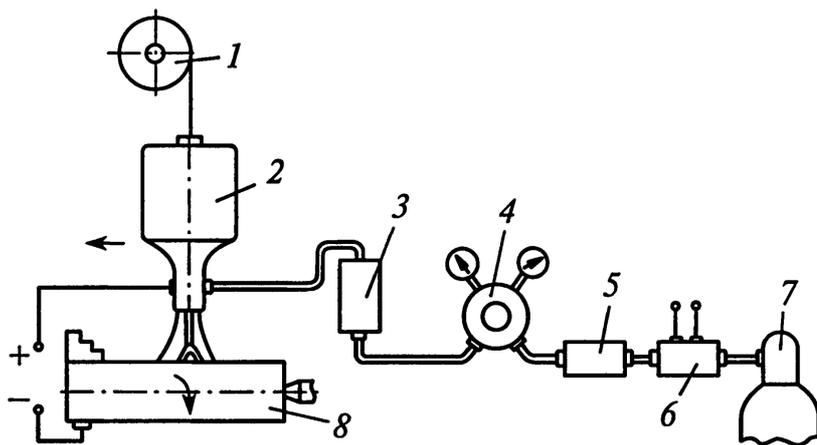


Рис. 3.17. Схема установки для дуговой наплавки в углекислом газе: 1 – кассета с проволокой; 2 – наплавочный аппарат; 3 – расходомер; 4 – редуктор; 5 – осушитель; 6 – подогреватель; 7 – баллон с углекислым газом; 8 – деталь

К *достоинствам* способа относятся:

- меньший нагрев деталей;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокая по площади покрытия производительность процесса (на 20 – 30%);
- возможность наплавки деталей диаметром менее 40 мм;
- отсутствие трудоемкой операции по отделению шлаковой корки.

Недостатки:

- повышенное разбрызгивание металла (5-10%)
- необходимость применения легированной проволоки для получения наплавленного металла с требуемыми свойствами;
- открытое световое излучение дуги.

3.4.5. Электродуговая наплавка неплавящимся электродом (вольфрамовым) в среде аргона

Этот способ наплавки широко используется для восстановления алюминиевых сплавов и титана. Сущность способа – электрическая дуга горит между неплавящимся вольфрамовым электродом и деталью. В зону сварки подается защитный газ – аргон, а присадочный материал – проволока (так же, как при газовой сварке). Аргон надежно защищает расплавленный металл от окисления кислородом воздуха. Наплавленный металл получается плотным, без пор и раковин. Добавление к аргону 10 – 12% углекислого газа и 2 – 3% кислорода способствует повышению устойчивости горения дуги и улучшению формирования наплавленного металла. Благодаря защите дуги струями аргона (внутренняя) и углекислого газа (наружная) в 3 – 4 раза сокращается расход аргона при сохранении качества защиты дуги.

К преимуществам способа относятся:

- высокая производительность процесса (в 3 – 4 раза выше, чем при газовой сварке);
- высокая механическая прочность сварного шва;
- небольшая зона термического влияния;
- снижение потерь энергии дуги на световое излучение, так как аргон задерживает ультрафиолетовые лучи.

Недостатки:

- высокая стоимость процесса (в 3 раза выше, чем при газовой сварке);
- использование аргона.

Режим сварки определяется двумя основными параметрами: силой тока и диаметром электрода. Силу сварочного тока выбирают исходя из толщины стенки свариваемой детали.

3.4.6. Вибродуговая наплавка

Этот способ наплавки является разновидностью дуговой наплавки металлическим электродом. Процесс наплавки осуществляется при вибрации электрода с подачей охлаждающей жидкости на наплавленную поверхность (рис. 3.18).

К *преимуществам* способа относятся:

- небольшой нагрев деталей;
- небольшая зона термического влияния;
- высокая производительность процесса;
- возможность получать наплавленный слой без пор и трещин;
- минимальная деформация детали, которая не превышает полей допусков посадочных мест.

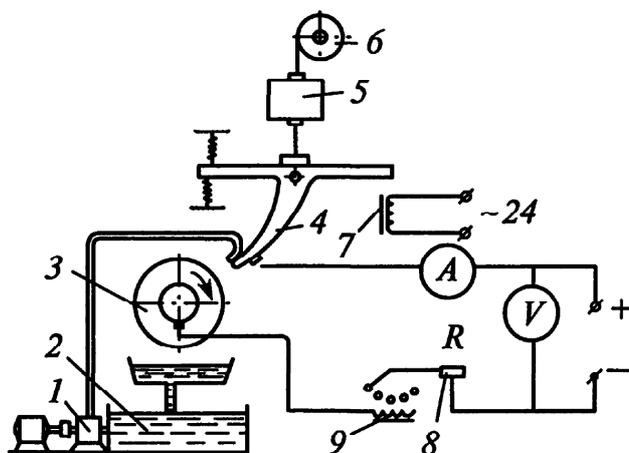


Рис. 3.18. Схема установки для вибродуговой наплавки: 1 – насос; 2 – бак; 3 – деталь; 4 – мундштук; 5 – механизм подачи; 6 – кассета; 7 – вибратор; 8 – реостат; 9 – дроссель

К *недостаткам* способа относят снижение усталостной прочности деталей после наплавки на 30 – 40%.

3.4.7. Плазменно-дуговая сварка и наплавка

Плазменная струя представляет собой частично или полностью ионизированный газ, обладающий свойствами электропроводности и имеющий высокую температуру. Она создается дуговым разрядом, размещенным в узком канале специального устройства, при обдуве электрической дуги потоком плазмообразующего газа. Устройства для получения плазменной струи получили название плазмотронов или плазменных горелок (рис. 3.19).

Для получения плазменной струи между катодом и анодом возбуждают электрическую дугу от источника постоянного напряжения 80-100 В. Электрическая дуга, горящая между катодом и анодом, нагревает подаваемый в плазмотрон газ до температуры плазмы, т. е. до состояния электропроводности. В поток нагретого газа вводится материал для сварки и наплавки. Образующиеся расплавленные частицы материала выносятся потоком горячего газа из сопла и наносятся на поверхность изделия.

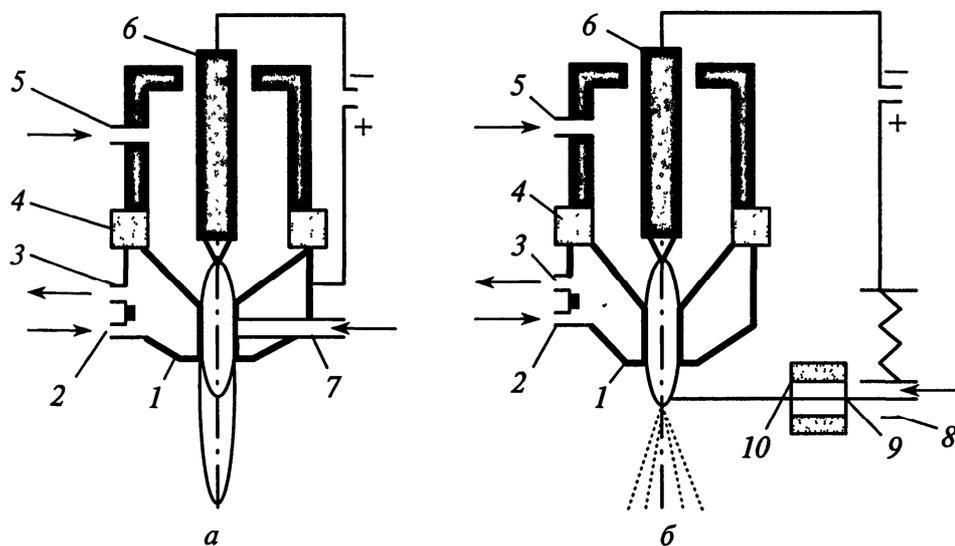


Рис. 3.19. Схема плазмотрона: а – для работы на порошках; б – для работы на проволоке; 1 – сопло плазменной струи (анод); 2, 3 – подвод и отвод охлаждающей воды; 4 – изолирующее кольцо; 5 – подвод плазмообразующего газа; 6 – вольфрамовый электрод (катод); 7 – подача напыляемого порошка; 8 – контактное устройство для проволоки; 9 – напыляемая проволока (анод); 10 – направляющая трубка для проволоки

В качестве плазмообразующих газов используют аргон и азот. Аргонная плазма имеет более высокую температуру – 15 000 – 30 000 °С, температура азотной плазмы ниже – 10 000 – 15 000 °С.