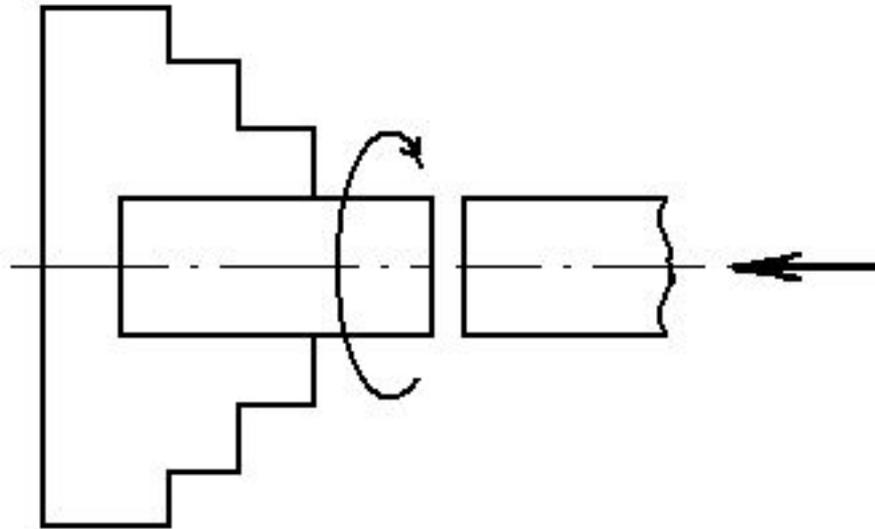


- Восстановление деталей сваркой и наплавкой
- 1. Классификация способов сварки
- 2. Сварка и наплавка в среде активных газов
- 3. Сварка и наплавка под слоем флюса
- 4. Сварка чугунных изделий. Газовая наплавка

- **1. Классификация способов сварки**
- Различают три класса сварки в зависимости от используемой энергии.
- **1 класс. Термическая сварка**
- 1) электродуговая (нагрев электрической дугой)
- 2) газовая (нагрев пламенем газа)
- 3) электрошлаковая (нагрев током, проходящим через расплавленный электропроводный шлак)
- 4) индукционная (нагрев переменным электромагнитным полем)
- 5) электронно-лучевая (используется энергия сфокусированного потока электронов в электромагнитном поле высокой напряженности)
- 6) лазерная (используется энергия светового потока)
- **2 класс. Термомеханический: используется тепловая энергия и давление.**
- 1) контактная (сварка давлением при нагреве током контактирующих деталей)
- 2) диффузионная (диффузия атомов при длительном воздействии температуры и незначительной пластической деформации). Может быть между поршневым кольцом и гильзой цилиндра; материалом гайки и шпилькой коллектора.

- **3 класс. Механический – используется механическая энергия и давление.**
- 1) холодная сварка (это сварка давлением при незначительной пластической деформации без нагрева).
- 2) сварка взрывом (сварка в результате вызванного взрывом соударения быстро движущихся частей).
- 3) Магнитоимпульсная (это сварка давлением с использованием силы электрохимического взаимодействия между вихревыми токами в соединяемых частях).

- 4) ультразвуковая (сварка давлением, соединение частей деталей посредством ведения механических колебаний высокой частоты).
- 5) сварка трением (сварка давлением, когда нагрев осуществляется трением вызываемым вращением друг относительно друга свариваемых частей).



- **2. Сварка и наплавка в среде активных газов**
- **2.1 Электродуговая**
- **Источник тепла** – сварочная дуга, устойчивый электрический разряд в сильно ионизированной смеси газов и паров материала.
- Температура дуги не равномерная: наиболее высокая – в центре газового столба – около 6000°C .
- Различают: дуга прямого действия (между электродом и изделием); дуга косвенного действия (между двумя электродами, изделие не включено в цепь); трехфазная дуга (между двумя электродами, а также между каждым электродом и основным металлом).
- **При сварке постоянным током различают:**
- **1) сварку при прямой полярности** (положительный полюс на изделии, а отрицательный на электроде, положительный полюс разогревается сильнее);
- **2) сварку при обратной полярности** (отрицательный полюс к изделию, а положительный к электроду. Применяется когда необходим меньший нагрев детали).

- При сварке переменным током полярность тока многократно изменяется, в результате тепло распределяется равномерно. Эта сварка более экономична, чем постоянным током, расходуется от 3 до 4 кВт·ч на 1 кг расплавленного металла (для постоянного 6...8 кВт·ч).
- **Сварка в среде защитных газов.**
- В зону горения дуги под большим давлением подают газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает сварочную ванну от кислорода и азота.
- Активные газы (углекислый газ, азот); Инертные газы: аргон, гелий.
- **Сварка в среде углекислого газа.**
- Самый дешевый способ сварки углеродистых и низколегированных сталей.
- Так как CO_2 диссоциирует на $\text{CO} + \text{O}_2$
- $2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$
- необходимо уменьшить окислительный характер сварки. Для этого применяют электродную проволоку, в состав которой входят раскислители (Si: 0,6...1%; Mn: 1...2%).

- **Сварочные материалы:** электродная проволока Св – 08ГС; углекислый газ CO₂ в газообразном либо в твердом состоянии при температуре ниже -78,9° С.
- **Оборудование:** наиболее распространен автомат А-547У, обеспечивает сварку металла от 0,8 до 4 мм, используется проволока диаметром 0,6...1,2 мм, скорость подачи 140...600 м/ч, номинальный сварочный ток 300 А.
- **Режимы сварки:** сила сварочного тока; напряжение питания дуги; диаметр, вылет и скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки, расход углекислого газа.
- **Аргонно-дуговая сварка.**
- Аргон обеспечивает более надежную защиту расплавленного металла от воздействия кислорода и азота, чем углекислый газ. Это позволяет восстанавливать детали из трудно свариваемых материалов (чаще всего из Al и его сплавов) трудность заключается в наличии плотной, механически прочной, тугоплавкой пленки, температура плавления которой около 2000° С, в то время как температура плавления алюминия - 660° С.

- **Сварочные материалы:** вольфрамовые электроды, присадочные материалы и газ аргон.
- Вольфрамовые электроды не должны касаться поверхности детали и иметь высокую механическую прочность.
- Температура плавления этих электродов 3300°C . Изготавливают из порошка прессованием, спеканием и проковкой.
- Марка электродов ВТ-15. В них присутствует добавка двуокиси тория до 2%.
- Присадочный материал может быть проволока, прутки или полоса из того же материала, что и свариваемый металл.

- **Аргон получают из воздуха** в специальных разделительных колонках. В зависимости от чистоты газа различают три сорта:
 - **А** – газ для сварки химически активных металлов и для алюминиевых сплавов плавящимся электродом.
 - **Б** – для сварки неплавящимся электродом сплавов алюминия, магния и др.
 - **В** – для нержавеющей сталей.
- Сварку лучше производить в нижнем положении, так как аргон тяжелее воздуха.

- Аргон поставляется в баллонах под давлением 15 МПа.
- **Оборудование:** специальная установка УДГ-301. В ней используются горелки с водяным и естественным охлаждением.
- **Режимы и техника сварки:** диаметр электрода; сила сварочного тока; расход аргона; напряжение выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла.
- Сварку выполняют наклонной горелкой углом вперед ($70\dots 80^\circ$).
- Присадочная проволока подается под углом $10\dots 30^\circ$.
- Дуга возбуждается замыканием электрода и металла угольным стержнем или кратковременным разрядом высокой частоты. После окончания сварки дугу обрывают постепенно для заварки кратера растяжением дуги и при автоматической сварке плавным уменьшением силы тока.



- **3. Сварка и наплавка под слоем флюса.**
- **Флюс обеспечивает защиту** сварочной ванны от воздуха. Стабилизирует горение дуги. Обеспечивает раскисление, легирование и рафинирование расплавленного слоя.
- **Рафинирование:** оболочка из флюса предохраняет металл от воздуха и замедляет процесс охлаждения, облегчает всплытие на поверхность шлаковых включений.
- **Флюс по ГОСТ 9087-81 (определение)**
- Флюс – неметаллический материал, расплав которого необходим для сварки и улучшения качества шва.
- **Классификация флюсов:**
 - - по назначению:
 - 1) общего назначения (для углеродистых и низколегированных сталей);
 - 2) специального назначения (для легированных сталей)

- - **по способу изготовления:**
- 1) плавленые
- 2) не плавленые

- - **по химическому составу:**
- 1) оксидные (из окислов металла)
- 2) солевые (из фтористых и хлористых солей)

- **Наплавочная проволока делиться на три группы:**
- 1) для наплавки деталей из углеродистых сталей Нп-30;
- 2) для легированной стали Нп-30Х5
- 3) для высоколегированной стали Нп-4Х13.

- Кроме электродной проволоки могут использоваться сплошные или порошковые ленты толщиной 0,3...1 мм

Режимы наплавки:

1) сила сварочного
тока

$$I_{CB} = 110 \cdot d - 10 \cdot d^2$$

2) диаметр проволоки d

3) скорость наплавки

$$\alpha_H - \text{коэффициент наплавки,}$$

$\text{г/А}\cdot\text{ч};$

M – масса 1 м

металлонаплавки, г.

4) Скорость подачи электродной проволоки

$$v_{II} = 4 \cdot \alpha_H \cdot I_{CB} / 60 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \gamma$$

γ – плотность наплавляемого
металла.

5) Частота вращения наплавляемой детали

$$n = [250 \cdot v_{II} \cdot d^2 / \Delta \cdot S \cdot D] \cdot \eta$$

S – шаг наплавки

Δ - толщина слоя наплавки

D – диаметр восстанавливаемой детали

η – коэффициент наплавления.

Шаг наплавки выбирают 2...6 диаметров электродной проволоки.

Увеличивая вылет электродной проволоки увеличивается скорость сварки и толщина сплава, глубина проплавления уменьшается.

Оборудование: установка УД – 209 обеспечивает все виды наплавочных работ. Наплавляется деталь диаметром от 25 до 360 мм и длиной от 100 до 800 мм. Питается установка от универсального сварочного выпрямителя ВДУ – 506.

- **4. Сварка чугунных изделий. Газовая наплавка.**
- **Чугун** – трудносвариваемый материал. Причина – наличие большого количества свободного углерода и структура.
- В процессе сварки свободный углерод выгорает с образованием углекислого газа, часть которого не успевает выделиться из шва, что приводит к образованию пористости. Кроме того, содержащиеся в порах масло (после эксплуатации) выгорает и образует поры.
- Чугун быстро переходит из жидкой фазы в твердую, минуя пластическое состояние. При этом образуется цементит Fe_3C , обладающий высокой твердостью и нулевой пластичностью.
- **Мероприятия для обеспечения качественной сварки:**
 - 1. предварительный нагрев детали;
 - 2. охлаждение металла с заданной скоростью;
 - 3. применение специальных электродов с низкой температурой плавления, меньшей, чем у основного металла.

- **Два способа сварки чугунных изделий.**
- **1. Холодная сварка** предусматривает сварку без подогрева детали, требуемая пластичность достигается подбором электродного металла с большим значением предела текучести по сравнению с основным металлом и благодаря уменьшению количества углерода в наплавленном слое (применением электродов из металлов и сплавов не образующих карбидов (медь, никель и т. д.)).
- **2. Горячая сварка:** деталь предварительно нагревается до $650...680^{\circ}\text{C}$, присадочный материал чугунные прутки и специальный флюс ФСЧ-1.
- Нельзя допускать остывания деталей ниже 500°C . Охлаждают деталь со скоростью $50...100^{\circ}\text{C/час}$ для нормализации и снятия напряжения.

- **Газовая наплавка.**
- В качестве горючих газов используют ацетилен или пропанобутановую смесь.
- Ацетиленовые баллоны заполняют пористой массой (активированным углем или пемзой), пропитанной ацетоном, хорошо растворяющим ацетилен. Такой ацетилен безопасен при хранении.
- Пропан-бутановые смеси не дают высокой температуры пламени, поэтому применяют специальные горелки с подогревом газом.
- **Горелки классифицируют по способу подачи газа и кислорода в смесительную камеру: инжекторные и без инжекторные; по назначению: специальные и универсальные; по числу факелов в пламени: одно и многофакельные.**
- Наконечник горелки должен обеспечивать расход газа 100 дм³/час на 1 мм толщины металла.