

# Сварка чугуна



# Свойства чугуна

- ▶ Чугун представляет собой сплав железа с углеродом. Содержание углерода в чугуне - около 2,14%. Углерод придаёт сплавам железа твёрдость, снижает пластичность и вязкость. Углерод в чугуне содержится в виде цементита и графита.
- ▶ Температура плавления чугуна — от 1 150 до 1 200 °С , что на 300 °С ниже, чем у чистого железа. Теплопроводность чугуна ниже, чем у сталей, коэффициент теплового расширения такой же. Электропроводность чугуна зависят от распределения включений графита.
- ▶ При быстром охлаждении чугуна от температуры более 750°С металла, графит превращается в цементит, при это чугун превращается из серого в белый. Образуется закаленная структура с внутренними напряжениями, приводящими к трещинам.





# Особенности сварки

- ▶ Трудности сварки чугуна обусловлены образованием трещин из-за включений графита; выгоранием углерода и образованием пор в шве; образованием тугоплавких окислов с температурой плавления выше, чем у чугуна; его высокая жидкотекучесть.
- ▶ Чугун сваривается ручной дуговой сваркой плавящимися (ЦЧ-4) или неплавящимися (вольфрамовый, угольный, графитовый) электродами с подогревом или без него. Сварочные напряжения, возникающие в шве при охлаждении металла снимаются проковкой швов.
- ▶ При горячей сварке металл предварительно подогревается до 500—700°C. Используются чугунные электроды со стержнями марок А и Б — ОМЧ-1 и УЗТМ-74. Электроды должны быть большого диаметра — от 8 до 16 мм.

# Горячая сварка чугуна



- ▶ Технология сварки чугуна с подогревом, как правило, используется в тяжелой промышленности. Концепция применения подогрева делает процесс сложнее, так как для него требуется специальное оборудование для подогрева.
- ▶ В большинстве случаев изделие под сварку нагревается до температуры от 250 до 650°C. Следует избегать нагрева более 750°C, когда металл переходит в стадию расплавления.
- ▶ После того, как металл достигает требуемой температуры, начинают его сварку на малых токах, чтобы минимизировать перемешивание и остаточные напряжения.
- ▶ Большое внесение тепла при сварке также может привести к растрескиванию. После сварки изделие должно охлаждаться постепенно. Для постепенного охлаждения изделие следует поместить в песок или накрыть при помощи специальных изоляционных материалов.



# Холодная сварка чугуна

- ▶ При технологии холодной сварки (без подогрева) очень важно иметь хороший контроль над сварочной дугой и делать как можно короче сварочные швы. Самый лучший вариант, чтобы швы были длиной не больше 25 мм. Также очень важно, чтобы они остывали постепенно.
- ▶ При холодной сварке чугуна используются электроды марки **Zeller**:
- ▶ **Zeller 855** предназначен для сварки и наплавки всех свариваемых видов чугуна: высокопрочного чугуна (с шаровидным графитом) и ковкого чугуна, а так же для сварки чугуна со сталью без предварительного нагрева. Идеально подходит для ремонтной сварки чугунных станин, корпусных деталей: блоков цилиндров, двигателей, коробок передач, штампов из модифицированного чугуна и т.д.
- ▶ **Zeller 888** предназначен для сварки и наплавки тонких, замасленных деталей из серого чугуна, высокопрочного чугуна (с шаровидным графитом), ковкого чугуна, а также для сварки этих марок чугуна между собой и чугуна со сталью, без предварительного подогрева.
- ▶ **Zeller 866** предназначен для сварки и наплавки высокопрочного чугуна (с шаровидным графитом) и ковких видов, а также для сварки этих марок чугуна между собой, чугуна со сталью. Рекомендуется для сварки чугуна низкого качества, восстановления дефектов литья. Идеально подходит для соединения промасленного загрязненного примесями и ржавчиной чугуна, за счет более агрессивной сварочной дуги.
- ▶ **Zeller 800** для наплавки первого связующего слоя на термонагруженный, перенасыщенный углеродом чугун и чугун низкого качества.

# Ручная дуговая сварка чугуна покрытыми электродами

- ▶ Существует четыре типа электродов, которые могут быть использованы для ручной дуговой сварки чугуна: чугунные электроды, электроды с медной основой, электроды с никелевой основой и стальные электроды. Для использования каждого из этих типов электродов есть свои причины и особенности: обрабатываемость, прочность и пластичность шва после сварки.
- ▶ При сварке чугунными электродами, необходим разогрев детали до температуры в диапазоне от 120 °С до 425 °С, в зависимости от размера детали. Обычно чугунные электроды бывают диаметром от 6 до 15 мм, и сварочный ток для них требуется от 200 до 600 Ампер. Лучше использовать электроды малого диаметра и относительно низкие токи сварки
- ▶ Существует два типа электродов с медной основой: электроды из сплава олова (ECuSn) и электроды из сплава алюминия (ECuAl). Электродами из сплава олова производят пайку с получением швов с хорошей пластичностью. Алюминиевые электроды применяют для получения более прочного сварного шва.
- ▶ . Существует три типа электродов с никелевой основой. Первый тип (ENiFe-CI) содержит около 50% никеля, второй (ENiCI) содержит около 85% никеля и тип (ENiCu) содержит никель и медь. Применение этих электродов дает примерно одинаковые результаты. Эти электроды могут быть использованы для сварки без подогрева, но рекомендуется нагрев до 40 °С.



# Технология полуавтоматической MIG MAG сварки

## сварки

- ▶ Для сварки чугуна может использоваться и MIG MAG процесс. При этом процессе может быть использовано несколько типов сварочной проволоки, в том числе:
  - ▶ - **Стальная** проволока (E70S-3) с использованием смеси газов 80% Ar + 20% CO<sub>2</sub>.
  - ▶ - **Никелевая** проволока (ENiCu-B) с использованием 100% аргона для защиты.
  - ▶ - **Кремний бронзовая** проволока (ECuZn-C) с использованием 100% аргона (50% аргона +50% гелия).
- ▶ Технология полуавтоматической сварки MIG MAG аналогична другим процессам. Так как требуются малые токи, то и диаметр сварочной проволоки должен быть соответственно минимальным.



# Особенности аргонодуговой TIG сварки чугуна

- ▶ Сварка чугуна в аргоне (TIG) возможна, но этот процесс очень сложный. Чугун содержит большое количество углерода, от 2% до целых 6%. Это содержание углерода, как говорилось выше, делает чугун очень хрупким и очень сложно свариваемым. При сварке чугуна требуется соблюдение технологии и тщательный контроль температуры для обеспечения качества сварного шва и предотвращения образования трещин.
- ▶ При сварке аргоном используются никелевые присадочные прутки. Они являются наиболее предпочтительными и популярными для TIG сварки чугуна. Так же применяются в качестве присадки алюминиево бронзовые прутки, которые намного дешевле. Но их использование не рекомендуется, если деталь впоследствии будет подвергаться тепловому воздействию.
- ▶ Как и при любом другом процессе, при сварке аргоном необходимо соблюдать ряд требований:
  - ▶ - поверхность места сварки должно быть тщательно очищено от пыли и ржавчины
  - ▶ - деталь перед сваркой аргоном должна быть предварительно нагрета, чтобы предотвратить возможность трещин
  - ▶ - сварка должны вестись на низких токах короткими участками сварочного шва, чтобы контролировать температуру и препятствовать образованию трещин
  - ▶ - каждый сварочный шов требуется простукивать молотком для снятия остаточных напряжений
  - ▶ - после окончания сварки необходимо, чтобы изделие остывало медленно и постепенно



# Итог

- ▶ Сварка чугуна является достаточно сложным процессом, используется холодная или горячая сварка, электроды, сварка аргоном или полуавтоматом. Если использовать правильную технологию и учитывать особенности, указанные выше, можно добиться оптимальных результатов. А, следовательно, и отличного качества сварки.

