



ТЕХНОЛОГІЯ І ОБОРУДОВАННЯ СВАРКИ ПЛАВЛЕННЯМ

(по матеріалам учебника Акулова А.И., Бельчука Г.А., Демянцевич В.П.
Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов.
М., «Машиностроение», 1977. – 432 с.)

Автор: д. т. н. Лузан С.О.

Лекция 15. **Технология сварки чугунов. (тема 5)**

План лекции

1. Состав, свойства и классификация чугунов.
2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке.
3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и
холодной сварки чугуна.



1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Чугун является многокомпонентным железоуглеродистым сплавом, содержащим свыше 2 % углерода. До 5 % кремния и некоторое количество марганца. Сера и фосфор, как правило, являются примесями.

Cr

Ni

Mo

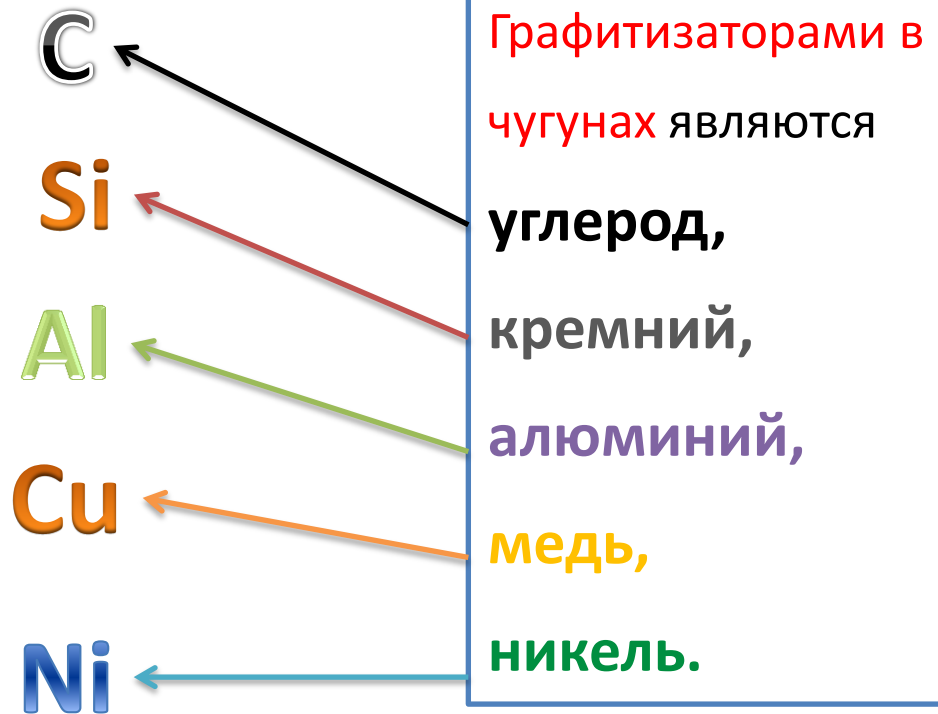
В легированные чугуны вводят хром, никель, молибден и другие элементы, придающие ему особые свойства.

В современном машиностроении, станкостроении, металлургической промышленности **чугун** является одним из основных конструкционных материалов.



1. Состав, свойства и классификация чугунов.

В зависимости от состава, условий кристаллизации и скорости охлаждения **углерод в чугуне может находиться** в химически связанном состоянии в виде **цементита** или в структурно-свободном состоянии в виде **графита**.



Наиболее сильные **графитизаторы** – **углерод и кремний**. Регулируя соотношение углерода и кремния в сплаве, можно получить требуемую структуру в чугунной отливке.



1. Состав, свойства и классификация чугунов.



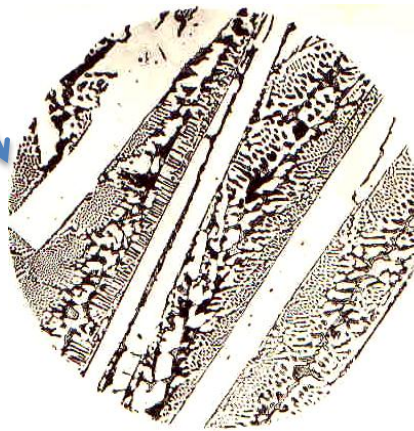
1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Белые чугуны

имеют ограниченную область применения из-за высокой хрупкости, по твёрдости, они практически не поддаются обработке резанием.



Белый доэвтектический чугун
 $C < 4,3\%$



Белый заэвтектический чугун
 $C > 4,3\%$

Некоторые применения в промышленности находят отбелённые чугуны, например, при отмывке деталей дробильных и размалывающих установок и для других деталей, от которых требуется большая поверхностная твёрдость и износостойкость.

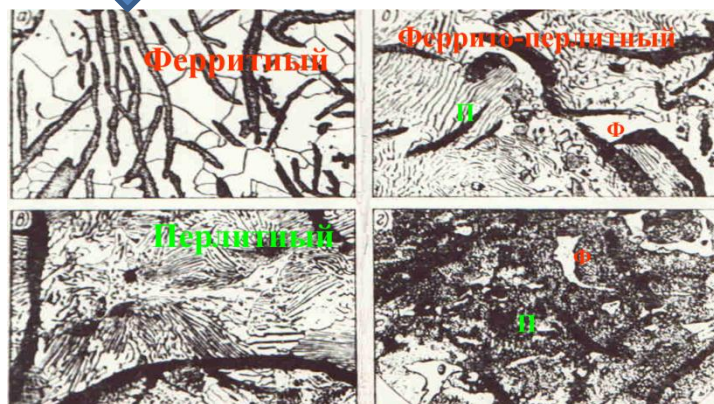


1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Серые чугуны

(ГОСТ 1412 – 70)

по химическому составу представляют собой сплав Fe – C – Si, содержащий примеси Mn, P, S.



Ферритный – СЧ10, СЧ15

Феррито-перлитный СЧ20, СЧ30

Перлитный СЧ40

Степень графитизации чугуна обуславливает структуры металлической основы сплава: перлитной, перлитно-ферритной и ферритной основой. Чем меньше графитовых включений и чем они мельче, тем выше прочность чугуна.

Графит повышает износостойкость, антифрикционные свойства, оказывая «смазывающее» действие. Кроме того, он улучшает обрабатываемость резанием. Нарушая сплошность металлической основы, графит предаёт чугуну малую чувствительность к внешним концентраторам напряжений.

1. Состав, свойства и классификация чугунов.

По ГОСТ 1412 – 70

серые чугуны

маркируют

буквами:

С - серый

Ч - чугун

После букв
следуют цифры:

Первые цифры – средний предел прочности при растяжении, **а вторые** – предел прочности при испытании на изгиб.

СЧ 12 – 28; СЧ 15 – 32;
СЧ 18 – 36 – для мало-
ответственных
деталей, испытыва-
ющих небольшие
нагрузки в работе

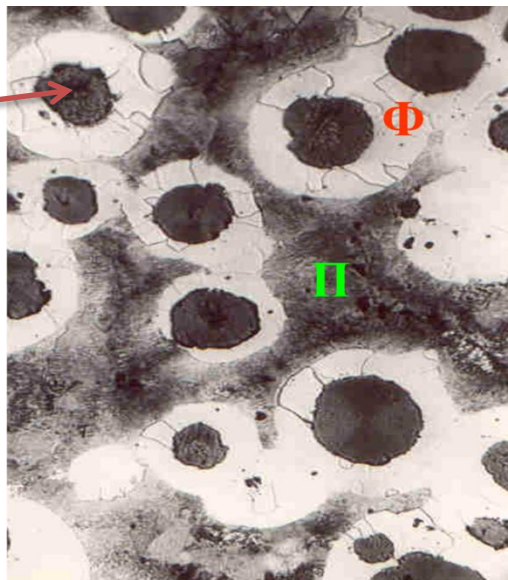
СЧ 21 – 40; СЧ 24 – 44;
СЧ 28 – 48; СЧ 32 – 52;
СЧ 36 – 56; СЧ 40 – 60 –
для отливок станин
мощных станков и механиз-
мов, для поршней цилиндров

АСЧ – 1; АСЧ – 2;
АСЧ – 3 – анти-
фрикционный чугун
для деталей, рабо-
тающих при трении



1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ГОСТ 7293 – 70) по составу аналогичен **серому чугу-ну**, но за счёт легирования его малыми **добавками** щёлочных, щёлочноземельных и редкоземельных металлов и чаще 0,03-0,07 Mg графит в нём приобретает шаровидную фор.



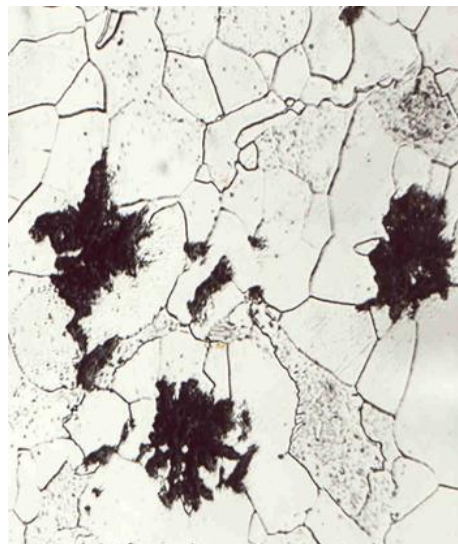
Феррито-перлитный ВЧ

Металлическая основа перлитная, перлитно-ферритная и ферритная. Графит шаровидной формы значительно меньше ослабляет металлическую основу чугуна.

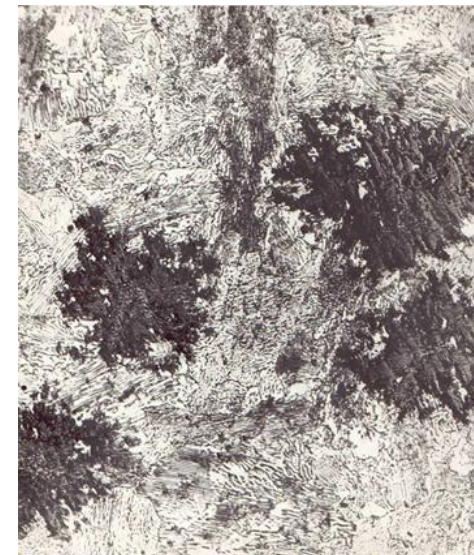
ВЧ, обладая хорошими литейными свойствами, высокой обрабатываемостью резанием и износостойкостью, вместе с тем, имеют **механические свойства на уровне углеродистой стали**. Эти чугуны маркируются **ВЧ** с соответствующими цифровыми обозначениями **предела прочности и относительного удлинения**. Отливки из **ВЧ** используют в тяжёлом, химическом и нефтяном машин

1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Ковкий чугун (ГОСТ 1215 – 59) получают путём длительного нагрева при высоких температурах (отжиге) отливок из белого чугуна. В результате графит приобретает **хлопьевидную форму**, которая меньше понижает прочность и пластичность металлической основы чугуна.



Ферритный КЧ 37-12



Перлитный КЧ 70-2

В промышленности применяют ковкие ферритные чугуны и реже ковкие перлитные чугуны. Ферритные ковкие чугуны более пластичны, имеют пониженное содержание углерода и кремния (2,5 ... 3 % C; 0,7 ... 1,5 % Si). Отливки из ковкого чугуна применяют для деталей, работающих при ударных и вибрационных нагрузках. Ковкий чугун маркируют **КЧ** с соответствующими цифрами предела прочности при растяжении и относительного удлинения.

1. Состав, свойства и классификация чугунов.

Контрольные вопросы

1. **Дать определение чугуну?**
2. **Какие элементы вводят при легировании чугуна?**
3. **На какие группы по структуре подразделяются чугуны?**
4. **Что обозначают первые цифры в маркировке чугуна?**
5. **Что обозначают вторые цифры в маркировке чугуна?**
6. **Отливки из ковкого чугуна применяют для деталей, работающих при каких нагрузках?**



2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

Все чугуны обладают плохой свариваемостью. Сварку применяют главным образом для устранения дефектов в чугунных отливках, при ремонте вышедшего из строя оборудования и в меньшей степени при получении сварных конструкций

Трещины в металле шва и в основном металле в зоне термического влияния возникают от неравномерного нагрева и охлаждения, которые характерны для термического цикла сварки, усадки металла шва, жёсткости свариваемого изделия.

Сварка чугуна сопряжена со следующими трудностями.

Повышенная склонность чугуна к образованию трещин обусловлена его низкой прочностью, пластичностью и образованием при сварке, как в металле шва, так и в околошовной зоне при повышенных скоростях охлаждения **хрупких структур ледебурита и мартенсита.**

Ускоренное охлаждение приводит к **образованию отбелённой прослойки в околошовной зоне** и затрудняет его дальнейшую механическую обработку.

2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

Различают два способа сварки чугуна.

Холодная сварка чугуна – это сварка без предварительного нагрева изделия.

Горячая сварка чугуна – это сварка с предварительным и сопутствующим нагревом изделия до 600 ... 700 °С. С последующим медленным охлаждением.

Подогрев чугунного изделия до 250 ... 400 °С для уменьшения сварочных напряжений и скорости охлаждения с целью получения более пластичной структуры металлической основы чугуна называют полугорячей сваркой.

Такой процесс уменьшает скорость охлаждения металла сварочной ванны и околошовной зоны, что **обеспечивает полную графитизацию металла шва и отсутствие отбела в околошовной зоне**, а также исключает возможность появления **сварочных напряжений**.

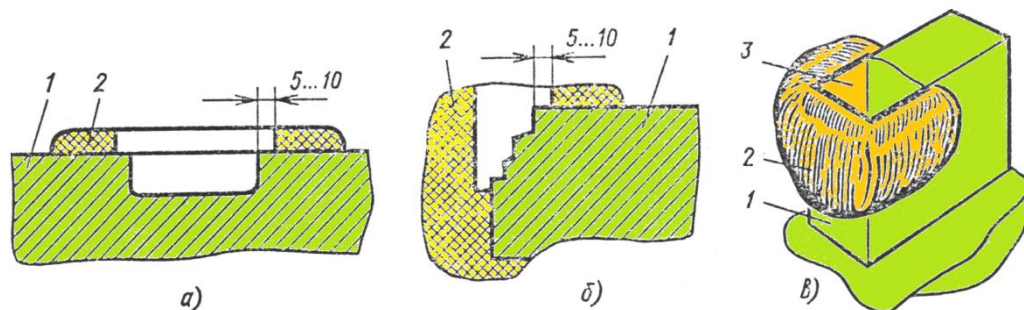
2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

Выбор способа сварки и технологические приёмы подготовки деталей под сварку определяются размером и местом расположения дефекта.

После предварительной разделки вокруг дефектного места создаётся форма из огнеупорной смеси.

Форма должна обеспечивать высоту наплавленного металла до 5 мм над уровнем поверхности детали.

Схемы изготовления форм при дуговой сварке с предварительным нагревом:



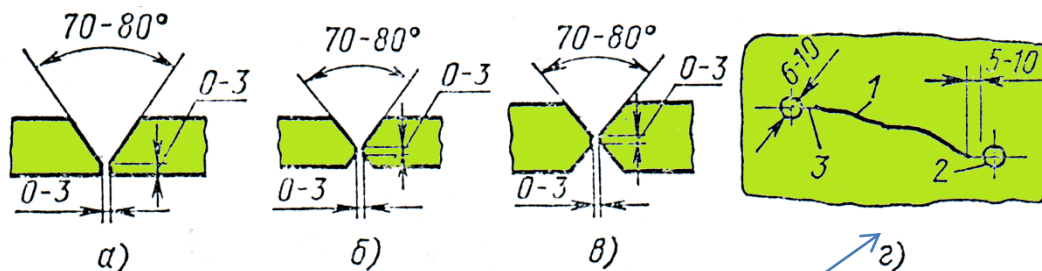
а) в случае несквозной раковины; б) при краевом дефекте; в) общий вид формы; 1 – деталь; 2 – формовочная смесь; 3 – отглаженная внутренняя поверхность формы

2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

При сварке деталей без предварительного нагрева дефекты, расположенные друг от друга на расстоянии **более 20 мм**, **вырубают или высверливают порознь**, при более близком расположении – производят сплошную вырубку дефектного участка.

Разделка кромок зависит от толщины детали (рис.). При глубине дефекта 5 ... 7 мм **вырубают фаску** с углом раскрытия $70 \dots 80^\circ$. В местах, доступных для сварки с двух сторон, при толщине **стенки более 20 мм** производят **X – образную разделку кромок**.

Если концы трещин не выходят на поверхность детали, то просверливают отверстие и участок с трещиной **вырубают (рис., г)**



Схемы разделки трещины: а) односторонняя; б) при толщине стенки до 20 мм; в) при толщине стенки свыше 20 мм; г) трещина; 1 – трещина; 2 – ограничительные отверстия; 3 – контрольная перемычка.

2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

Предварительный нагрев

завариваемых деталей является важнейшей операцией. Температура нагрева определяется размерами детали и её жёсткостью, способом сварки, объёмом наплавляемого металла, химическим составом и структурой чугуна и находится в пределах 400 ... 700 °C.



Наиболее распространён нагрев

до 400 ... 550 °C и только для детали повышенной сложности и жёсткости допускается нагрев до 600 ... 700 °C.

Для равномерного подогрева деталей можно применять различные нагревательные устройства: муфельные печи, печи с выкатным подом, ямные печи, газовые горны, переносные газовые горелки, индукционные установки.

2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

При дуговой сварке без предварительного подогрева режим и технология процесса должны обеспечивать минимально возможную **глубину проплавления** основного металла – 0,5 ... 2 мм.



Порядок наложения швов выбирают таким образом, чтобы тепло распределялось по всей наплавленной поверхности.

После наложения каждого валика даётся время на охлаждение места сварки до температуры ниже 100 °С. **Рекомендуется проковка швов**, которая снижает внутренние напряжения и повышает герметичность сварного соединения.



2. Свариваемость чугуна и общие рекомендации по сварке

Контрольные вопросы

1. С какими трудностями сопряжена сварка чугуна?
2. Какие различают способы сварки чугуна?
3. Температура предварительного нагрева завариваемых деталей?



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Процесс горячей сварки чугуна складывается из ряда операций, выполняемых в определённой последовательности.



Подготовка дефектного места к сварке заключается в тщательной очистке его от загрязнений, в разделке для образования полости, легко доступной воздействию сварочной дуги, в формовке для предотвращения вытекания металла из сварочной ванны.

Форму необходимо просушить при постоянном изменении температуры от 60°C до 120°C , после чего производить дальнейший подогрев (общий или местный). Сварка нагретых деталей производится чугунными или стальными электродами (таблица 1).

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

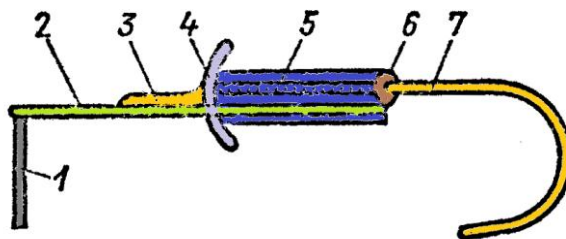
Таблица 1 – Составы покрытий электродов для ручной дуговой сварки чугуна, в %

Покрытие	Электроды с чугунным стержнем				Электроды со стальным стержнем
	ОМЧ – 1	ВЧ – 3	СТЧ – 4	ЭПЧ	ЦЧ – 5
Мрамор или мел	25	10	–	–	8
Серебристый графит	41	–	25	30	20
Ферромарганец (86 %)	9	–	–	–	–
Полевой шпат	25	–	–	–	–
Ферросилиций (75 %)	–	30	–	30	–
Карборунд (карбид кремния)	–	60	40	–	40
Плавиковый шпат	–	–	30	–	14
Ферротитан	–	–	–	15	–
Феррофосфор	–	–	–	10	–
Силикокальций	–	–	–	15	–
Алюминиевый порошок	–	–	5	–	7
Поташ	–	–	–	–	1
Чугунный порошок	–	–	–	–	10
Коэффициент массы покрытия, %	10 ... 15	10 ... 15	5 ... 10	10 ... 15	20 ... 23



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Сварку осуществляют на **переменном токе** или на **постоянном токе прямой полярности**. Электродержатель должен обеспечивать хороший контакт с чугунным электродом, малый нагрев и защиту руки сварщика от теплового излучения.



Электроудержатель для сварки с предварительным подогревом: 1 – электрод; 2 – стальной стержень диаметром 12 мм; 3 – место приварки сварочного кабеля к стержню; 4 – щиток; 5 – рукоятка; 6 – кольцо; 7 – сварочный кабель

В практике нашёл применение **электроудержатель с приваркой чугунного электрода 1 к стальному стержню 2 (рис.)**. При ванной сварке сварочный ток **900 ... 1300 А**.

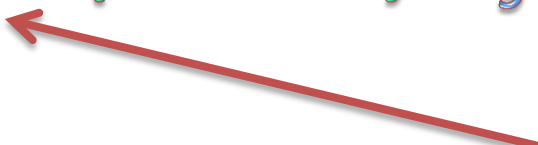
Перед началом заполнения заформованного дефекта рекомендуется **первую порцию расплавленного металла выплеснуть для удаления неметаллических включений и дополнительного нагрева зоны сварки**. Во время сварки с поверхности сварочной ванны периодически снимается шлак.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Электроды

изготавливают из
чугунных прутков
диаметром не менее
10 мм марки Б по ГОСТ
2671 – 80.

$$I_{св} = (50 \dots 60) \cdot d_{э}$$


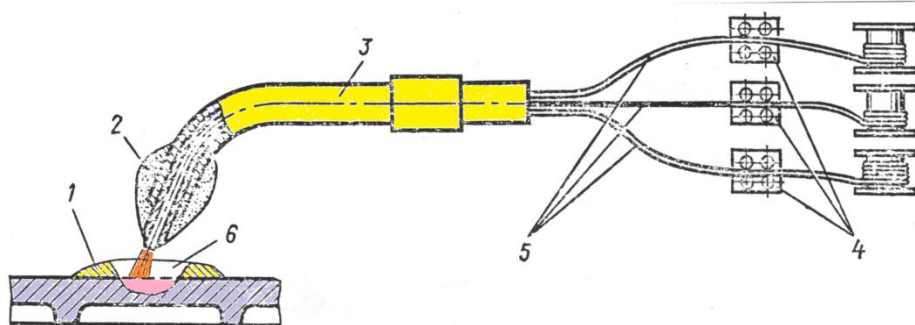
Сварка ведётся на
постоянном токе
прямой полярности
или на переменном
токе при повышенных
режимах
отдельными ваннами
размером 50 ... 60 см².

Во время сварки с поверхности сварочной ванны периодически снимается шлак. По окончании сварки деталь засыпается сухим песком или мелким древесным углём, покрывается асбестом и вместе с печью или горном медленно охлаждается.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Сварку чугуна с нагревом до 250 ... 400 °С (полугорячую) применяют при исправлении небольших дефектов сложных деталей.



Для горячей дуговой заварки крупных дефектов используют полуавтоматическую сварку порошковыми проволоками одной или одновременно тремя проволоками (рис.). В последнем случае производительность процесса составляет 17 ... 20 кг/ч наплавленного металла.

Схема полуавтоматической дуговой сварки одновременно тремя порошковыми проволоками: 1 – огнеупорная форма; 2 – защитное покрытие горелки; 3 – горелка; 4 – подающие механизмы; 5 – порошковые проволоки диаметром 2,8 ... 3,2 мм; 6 – сварочная ванна.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Существует большое разнообразие способов холодной сварки чугуна:

Полуавтоматическая сварка самозащитной порошковой проволокой и сплошного сечения;

Полуавтоматическая сварка проволоками из цветных металлов.

Полуавтоматическая сварка в среде CO_2 тонкой стальной проволокой;

Сварка чугуна стальными электродами без постановки шпилек и с постановкой шпилек;

Сварка стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии;

Сварка электродами из никелевых сплавов;

Сварка медными и комбинированными электродами;



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Сварка чугуна стальными электродами может быть применена при заварке пороков на небольшой глубине и ширине на отливках неответственного назначения и не подлежащих механической обработке, а также при ремонте чугунных изделий.

Процесс осуществляют электродами для сварки низкоуглеродистых сталей (предпочтительно электроды УОНИ – 13/45) на минимальном режиме, отдельными участками, с перерывами для охлаждения основного металла.

Используют также сварку с «отжигающими» валиками, которые наплавляют на уже наплавленные валики без выхода на основной металл. В этом случае структура переходной зоны – тонкопластинчатый перлит со вторичным цементитом. Прочность соединения выше чем при сварке без «отжигающих» валиков.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Ремонт вышедшего из строя оборудования можно производить без демонтажа деталей **сваркой с простановкой стальных шпилек – ввертышей** (рис.).

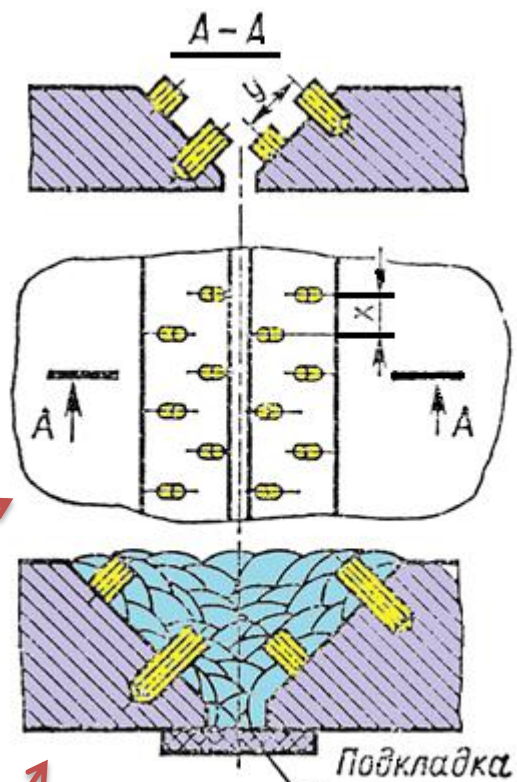


Схема расположения шпилек и заварка места разделки; $x = 4d$; $y = 2d$
(d – диаметр шпильки, мм)

При этом обеспечивается **равнопрочность сварного соединения**. Разделка дефекта при толщине детали **до 20 мм необязательна**. При большей толщине, кромки скашивают под углом $90 \dots 120^\circ$. При толщине стенок детали до 10 мм диаметр шпилек 6 мм, при толщине до 20 мм – 10 мм, а при **большей толщине** применяют шпильки диаметром 16 мм.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Сварку стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии применяют для заварки мелких дефектов, на обрабатываемых поверхностях отливок.

Наибольшее распространение получили электроды ЦЧ – 4 с феррованадием в покрытии.

При сварке углерод, поступающий в шов из основного металла, связывается ванадием в труднорастворимые в металле мелкодисперсные карбиды. Поэтому углерод, содержащийся в них, не сказывается на фазовых превращениях в наплавленном металле.

Сварку ведут на минимальном токе (до 30 А на 1 мм диаметра электрода) электродами диаметром не более 4 мм. Ток постоянный, полярность обратная. Заварку рекомендуется вести с облицовкой кромок электродами ЦЧ – 4 не более, чем в два слоя с последующим заполнением объёма дефекта стальными электродами типа Э42А марки УОНИ – 13/45.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Сварку электродами со стержнем из сплава на основе никеля используют для устранения мелких дефектов прежде всего в тех случаях, когда требуется обеспечить обрабатываемость сварного соединения, а также идентичность его по цвету с основным металлом.

Никель неограниченно растворяется в железе, причём образующийся никелевый аустенит растворяет большое количество углерода без образования карбидов, имеет высокую пластичность и низкую твёрдость.

Для изготовления стержней электродов применяют медно-никелевые сплавы. При выполнении особо ответственных работ используют электроды со стержнем, содержащим более 90 % никеля. Недостатком этих электродов является значительная усадка, которая при сварке электродами из медно-никелевых сплавов (монеля) ведёт к образованию трещин по наплавленному металлу.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Медными и комбинированными медно–стальными электродами сваривают изделия, работающие при незначительных статических нагрузках, а также изделия, требующие плотных швов (СТЧ – 3, ОЗЧ – 1, ОЗЧ – 2, ОЗЧ – 6).

Сплавление комбинированного электрода с чугуном создают условия получения качественного шва, так как медь не соединяется с углеродом и практически не растворяется в железе. Она остаётся пластичной и вязкой, а сталь науглероживается, что повышает её прочность.

Сварку производят в нижнем или наклонном положении небольшими участками длиной 30 ... 80 мм с очисткой и проковкой каждого валика. Возобновляют сварку после охлаждения места сварки до 50 ... 70 °С. Зазоры между кромками при заварке трещин рекомендуются заправлять стальным электродом.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Полуавтоматическая сварка чугуна в среде CO_2 тонкой проволокой диаметром 0,8 ... 1,0 мм марки Св – 12ГС, Св – 08Г2С производят на малой погонной энергии короткими валиками (25 ... 30 мм). Тут же по окончании наплавки валик перекрывается «отжигающим» валиком в том же направлении.

Металл, наплавленный таким образом, имеет ферритно-перлинную структуру, но заметных изменений структуры зоны термического влияния не наблюдается.

Сварка тонкой проволокой даёт возможность получить небольшой провар, выполнять сварку в любом пространственном положении и потому применяется для соединения труб из серого чугуна, при заварке деталей из высокопрочного модифицированного чугуна и при соединении чугуна со сталью.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Полуавтоматическая сварка проволоками из меди и медных сплавов основана на получении прочно-плотных швов на чугуне.

Сварку осуществляют полуавтоматами А – 765, А – 825 в среде азота или незащищённой дугой, но комплексно-легированной проволокой МРзКМцТ 0,3 – 0,3 – 0,1 – 0,3 (ТУ 48 – 21 – 80 – 72) следующего состава: 0,2 ... 0,4 % редкоземельных элементов - эффективных раскислителей (бор, цирконий), 0,2 – 0,4 % кремния, 0,8 – 1,2 марганца и 0,2 – 0,4 % титана, остальное – медь.

Сварка вышеуказанной проволокой обеспечивает повышение производительности труда по сравнению с ручной сваркой медными и комбинированными электродами и значительно снижает количество выделяющихся аэрозолей, содержащих медь.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Полуавтоматическая сварка проволокой на основе никеля предназначена для ремонта тонкостенных чугунных деталей автотракторного оборудования, а также для устранения мелких дефектов, вскрывшихся в процессе механической обработки отливок.

Применяют никелевую проволоку ПАНЧ – 11 по ТУ ИЭС им. Е. О. Патона. Редкоземельные элементы, входящие в состав проволоки, обеспечивают её самозащитные свойства.

Для сварки используют полуавтоматы, рассчитанные на подачу тонкой присадочной проволоки диаметром не более 1,6 мм (А – 825, ПДГ – 305, ПДГ – 308). Разделку осуществляют узким абразивным кругом, ширина разделки не более 5 ... 6 мм при заварке трещин, например, в блоках цилиндров, через каждые 30 ... 50 мм просверливают отверстие. Сварку ведут обратноступенчатым методом или отдельными валиками длиной 30 ... 50 мм в один – два слоя.

3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Характеристика наиболее распространённые сварочных электродов для горячей и холодной сварки чугуна.

Марка электрода	Содержание основных элементов, %	Механические свойства металла шва			Расход на 1 кг наплавленного металла, кг	Назначение
		$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ , %	твёрдость НВ		
МНЧ – 2	Ni – 66; Cu – остальное	240 ... 260	–	120 - 160	1,5	Серый, ковкий и высокопрочный чугуны.
ОЗЧ – 2	Cu – основа; Fe – 12	100 ... 120	–	175	1,7	Серый и ковкий чугуны, иногда в сочетании со сталью
ЦЧ – 4	Fe – основа; V – 9,5	480 ... 510	8	210	1,8	Высокопрочный, серый и ковкий чугуны и их сочетания со сталью
ОЗЖН – 1	Ni – 48; C – 1; Fe – остальное	490 ... 510	26 ... 30	190	1,3	Высокопрочный и серый чугуны. При заварке крупных дефектов или наплавке больших объемов металла первый и последний слои выполняют электродами ОЗЧ – 3 или МНЧ – 2, а промежуточные слои поочерёдно ОЗЖН – 1 и либо ОЗЧ – 3, либо МНЧ – 2
ОЗЧ – 3	Ni ≥ 99	430 ... 480	20 ... 26	160	1,6	Серый и высокопрочный чугуны, особенно при повышенных требованиях к чистоте обрабатываемой поверхности. При заварке крупных дефектов или большом объеме наплавки следует во избежание трещин чередовать слои, наплавляемые ОЗЧ – 3 и ОЗЖН – 1
ОЗЧ – 4	Ni – 95; Cu – 1,5; Fe – 1,5	250 ... 320	15 ... 19	175	1,75	Серый и высокопрочный чугуны, особенно при работе наплавленной поверхности на истирание или при ударных нагрузках. Подслои выполняют электродами ОЗЧ – 3
ОЗЧ – 6	Cu – основа; (Fe, Si, B)	310	12	200	–	Серый и высокопрочный чугуны. Предпочтителен для ремонта сквозных дефектов, особенно в тонкостенных деталях. Возможна заварка сквозных дефектов с обратным формированием шва на весу

Примечания:
1. Электроды ЦЧ – 4 предназначены для сварки и наплавки только в нижнем положении, МНЧ – 2 – в нижнем, вертикальном и полупотолочном, остальные электроды - в нижнем и вертикальном;
2. Все электроды предназначены для сварки постоянным током обратной полярности, но для электродов ЦЧ – 4 применим и переменный ток.
3. Сварочный ток – примерно 25 – 30 А на 1 мм диаметра электрода. Сварку ведут короткими швами (≈ 30 мм) с охлаждением на воздухе до 60 °С



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Электрошлаковая сварка характеризуется малыми скоростями охлаждения наплавленного металла по сравнению с дуговыми способами сварки, что позволяет успешно использовать этот способ сварки для чугуна.



В качестве электродов используют пластины и стержни различных размеров, близкие по составу к основному металлу, имеющие несколько повышенное по сравнению с ним содержание элементов графитизаторов.

Свариваемые чугунные изделия собирают с зазором несколько большим, чем при сборке стальных изделий. Для принудительного формирования шва применяют медные охлаждаемые или остающиеся стальные подкладки.



3. Технология и техника дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки чугуна.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается подготовка дефектного места к сварке?
2. На каком токе осуществляют сварку чугуна?
3. Для исправления каких дефектов применяют сварку чугуна с нагревом до 250 ... 400 °С (полугорячую) ?
4. Перечислите способы холодной сварки чугуна.
5. Сварку стальными электродами с карбидообразующими элементами в покрытии применяют для заварки каких дефектов?
6. Медными и комбинированными медно–стальными электродами сваривают изделия, работающие при каких нагрузках?
7. При электрошлаковой сварке в качестве электродов что используют?



Задание для самостоятельного изучения:



Холодная сварка чугуна электродами, обеспечивающими получение в наплавленном металле низкоуглеродистой стали

Акулова А.И., Бельчука Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. – 432 с. (С. 333-336)





Кафедра технологии металлов и материаловедения

Лузан Сергей Алексеевич

E-mail: khadi.luzan@gmail.com

г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М

Тел. 097-174-19-15