



Кафедра «Технологии сварочного производства»

# СВАРКА ЧУГУНА

*Давыдов Ю.С.  
Верхорубов В.С.*

# ЧУГУН

Сплав железа с углеродом, содержание которого превышает 2,14 %

## СЕРЫЙ

Углерод в виде графита

## БЕЛЫЙ

Углерод в виде  $\text{Fe}_3\text{C}$  (цементита)  
ГОСТ 805-95

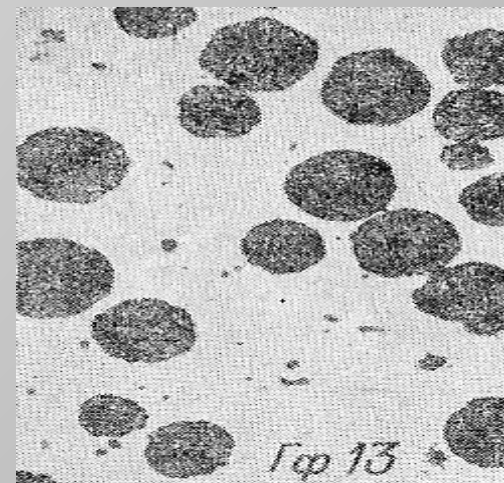
**С пластинчатым  
графитом**  
(ГОСТ 1412-85)



**Ковкий с  
хлопьевидным  
графитом**  
(ГОСТ 1215-79)



**Высокопрочный с  
шаровидным графитом**  
(ГОСТ 7293-85)



# МАРКИ ЧУГУНОВ

## Серый чугун с пластинчатым графитом

СЧ 12 – 28 ; СЧ 15-32

Предел прочности при растяжении

Предел прочности при изгибе

## Ковкий чугун с хлопьевидным графитом

КЧ 53 – 8 ; КЧ 30-6

Предел прочности при растяжении

Относительное удлинение

## Высокопрочный чугун с шаровидным графитом

ВЧ 40 – 10 ; ВЧ 60-2

Предел прочности при растяжении

Относительное удлинение

## Белый чугун (Передельный)

Для сталеплавильного производства: П1, П2;

Для литейного производства: ПЛ1, ПЛ2;

Фосфористый чугун: ПФ1, ПФ2, ПФ3;

Высококачественный чугун: ПВК1, ПВК2, ПВК3.

# СВАРКА ЧУГУНА

Чугун относится к материалам, обладающим плохой технологической свариваемостью. Тем не менее сварка чугуна имеет очень большое распространение как средство исправления брака чугунного литья, ремонта чугунных изделий, а иногда и при изготовлении конструкции.

## ТРУДНОСТИ ПРИ СВАРКЕ

- Высокие скорости охлаждения - отбеливание металла шва и ЗТВ;
- большие внутренние напряжения - образование трещин;
- газовыделение из сварочной ванны - образование пор;
- Высокая жидкотекучесть.



# СВАРКА ЧУГУНА

## ГОРЯЧАЯ

Сварка с подогревом до 600-700 °С и последующим медленным охлаждением, что препятствует отбеливанию и возникновению пористости.



## ХОЛОДНАЯ

Сварка проводится электродами с добавлением большого количества графитизаторов и легирующих элементов способствующих сфероидизации карбидов, или из сплавов на основе меди или никеля.

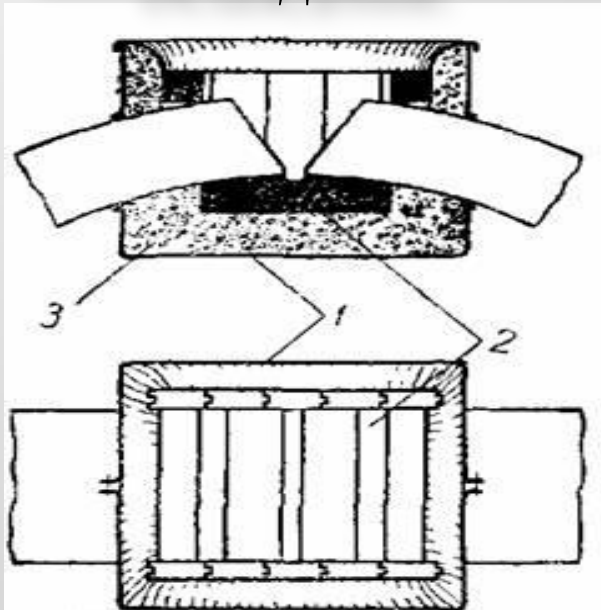




# ГОРЯЧАЯ СВАРКА

## ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1. Подготовка изделия под сварку;
2. Предварительный подогрев деталей;
3. Сварка;
4. Последующее медленное охлаждение.



Заформовка чугунной детали:

- 1 — коробка из листового железа;
- 2 — графитные или угольные пластины;
- 3 — формовочная масса.

Сварка ведётся так, чтобы вся поверхность места сварки находилась одновременно в жидком состоянии. Для этого стараются вести процесс без перерыва. В некоторых случаях два сварщика по очереди ведут процесс.

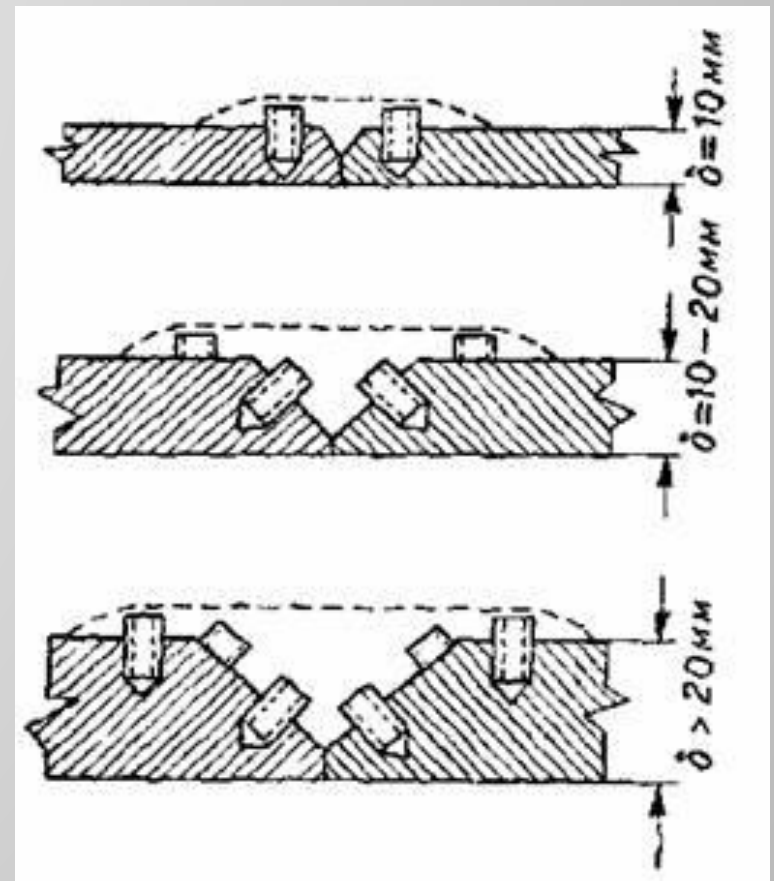
## МЕТОДЫ СВАРКИ

- Ручная плавящимся электродом;
- угольным электродом с присадочными прутками;
- механизированная сварка порошковой проволокой;
- Газовая сварка.

# ХОЛОДНАЯ СВАРКА

## МЕТОДЫ СВАРКИ

- Ручная плавящимся электродом;
- механизированная сварка порошковой проволокой;
- электро-шлаковая пластинчатыми электродами;
- газовая с присадочными прутками.



Для повышения надёжности и плотности холодной сварки чугуна иногда применяют постановку стальных шпилек или шурупов перед сваркой

# МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ СВАРКИ

## Наплавленный металл - чугун

Дуговая  
чугунными  
электродами с  
покрытием

Дуговая  
порошковыми  
проводами

Дуговая с  
использованием  
керамических  
стержней

Газовая с  
чугунной  
присадкой

## Наплавленный металл - сплав на основе цветного металла

Дуговая электродами с  
никелевым стержнем

Дуговая электродами с  
Ni-Fe-стержнем

Дуговая электродами с  
Ni-Cu-стержнем (монель -  
металл)

Механизированная  
дуговая проволоками на  
основе Ni

Дуговая электродами с Cu-  
стержнем

## Наплавленный металл - сталь

Дуговая  
качественными  
электродами для  
конструкционных  
сталей

Дуговая стальными  
электродами с  
карбидообразующим  
и элементами в  
покрытии



# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## Порошковая проволока

**ППЧ-1** (С 6,5-7,0 %; Si 3,8-4,2 %; Mn 0,4-0,6 %; Al 0,7-1,0 %; Ti 0,4-0,6 %)

**ППЧ-2** (С 5,7-6,5 %; Si 3,3-4,0 %; Mn 0,4-0,6 %; Al 0,6-0,9 %; Ti 0,4-0,6 %)

**ППЧ-3** (С 4,5-5,0 %; Si 3,3-4,0 %; Mn 0,4-0,6 %; Al 0,1-0,3 %; Ti 0,1-0,3 %)

Ост - Fe

## Сварочная проволока

**Стальная** (E70S-3) с использованием смеси газов 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub>

**Никелевая** ((ENiCu-B) с использованием 100 % Ar.

**Кремний-бронзовая** (ECuZn-C) с использованием 100 % Ar (50 % Ar + 50 % He)

## Покрытые электроды

**ЦЧ-4** (V 8,5-10%; Mn 2,5%; Fe – ост.)

**МНЧ-2** (Ni 64-68%; Mn 1,8-2,6%; Fe – 2,2-3,5%; Cu – ост.) монель-металл

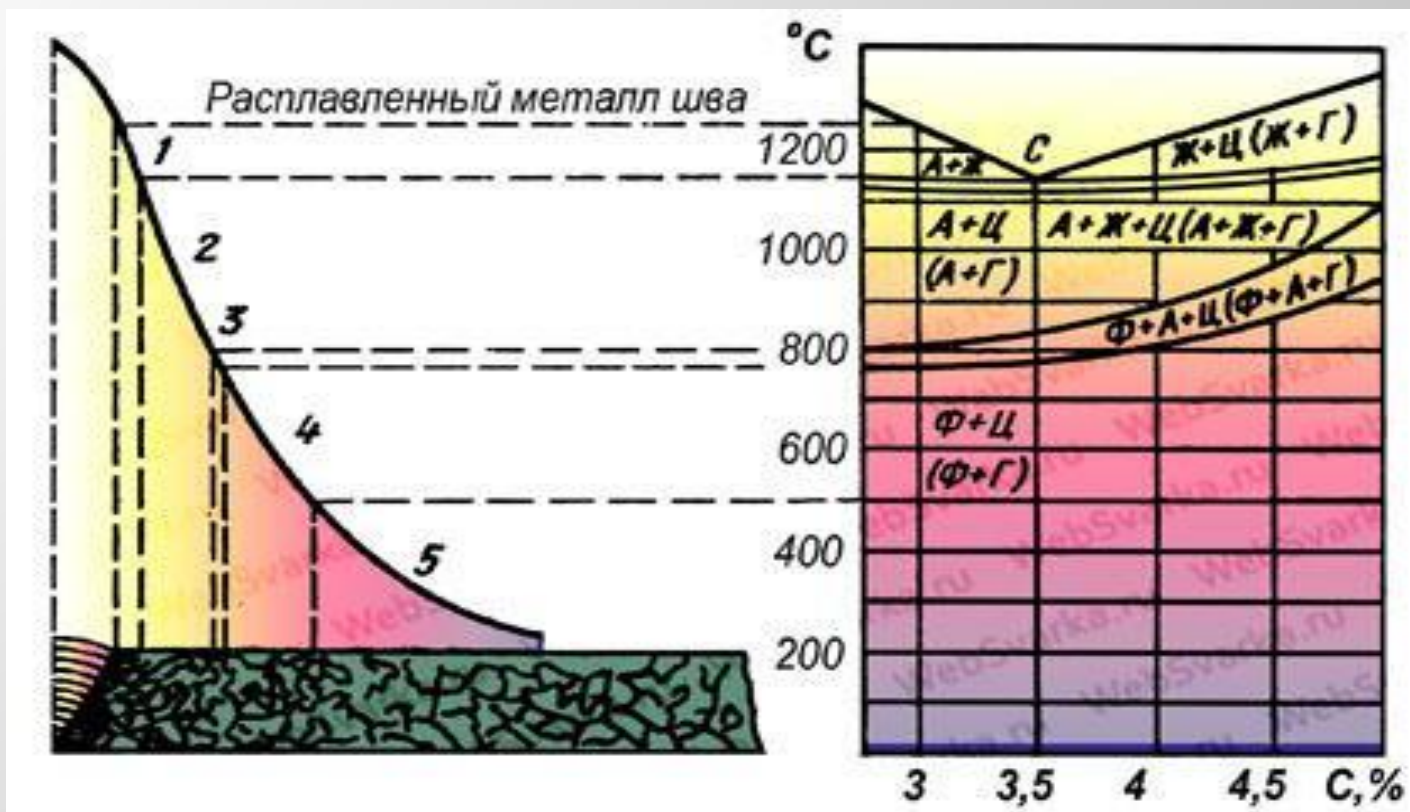
**ОЗЧ-2** (медно-железный сплав, до 10% Fe)

**ОЗЖН-1** (железо-никелевый сплав, до 48% Ni)

**ОК 92.78** (Ni-64%, Cu-32%)

**ОК 92.60** (Ni-52%, Fe-44%)

# СВАРКА ЧУГУНА



**Участок 1**  
Неполного  
расплавления

**Участок 3**  
Неполной  
перекристаллизации

**Участок 5**  
Исходная структура

**Участок 2**  
Аустенизации

**Участок 4**  
Графитизации и  
сфероидизации карбидов