

СВАРКА

Адаптированный модуль теоретического обучения программы повышения квалификации для сварщиков согласно тематическому планированию



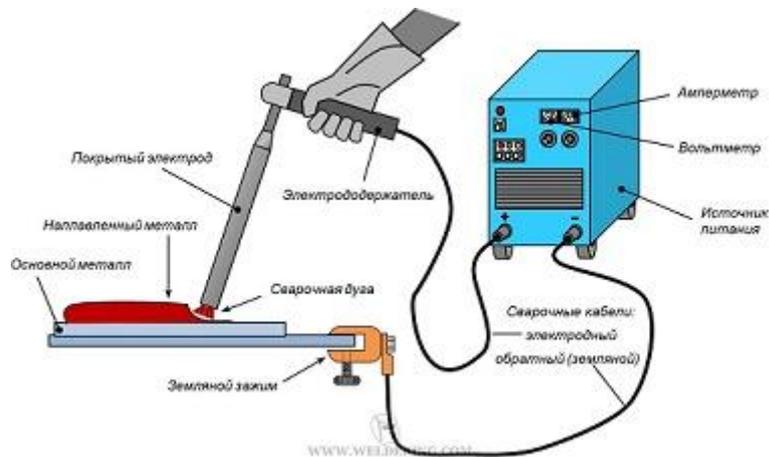
ГОСТ 2601-84 дата введения 01.07.85

Получение неразъемных соединений посредством установления межзатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

*(Получение **неразъемных** соединений посредством плавления, термической обработки, конструкций, деталей из металла)*

Классифицируется:

1. Сварка, выполняемая человеком с помощью инструмента, получающего энергию от специального источника (*дуговая сварка плавящимся электродом с покрытием*)



(РДС)

2. Механизированная сварка - Сварка, выполняемая с применением машин и механизмов, управляемых человеком



3. Автоматическая сварка - Сварка, выполняемая машиной, действующей по заданной программе, без непосредственного участия человека



Основы металловедения

Стали, применяемые для изготовления сварных металлоконструкций. Их марки, химический состав, назначение, основные механические и металлургические свойства, свариваемость.

Свойства стали:

Сталь - сплав Fe + C

Сплавы – это вещества, полученные сплавлением двух или нескольких простых веществ, при их нагреве выше температуры плавления. Сплав считается металлическим, если его основу (50 % и более) составляют металлические компоненты.

Свойства сталей зависят от их состава и структуры, и от процентного содержания составляющих: в первую очередь - **Углерода**



Углерод – **хим. элемент**, с увеличением содержания которого в **стали** увеличивается её **твёрдость и прочность**, при этом уменьшается **пластичность и вязкость**. (0,02 до 2,14 %)

Свойства подразделяются:

Механические свойства:

Механические свойства определяют поведение ***материала при деформации и разрушении от действия внешних нагрузок***

Зная механические свойства, конструктор обоснованно выбирает соответствующий материал, обеспечивающий надежность и долговечность конструкций при их минимальной массе.

Прочность — способность материала выдерживать внешнюю нагрузку без разрушения.



(**предел прочности** — механическое напряжение, при превышении которого образец разрушается, и **предел текучести** — механическое напряжение, при превышении которого образец продолжает удлиняться при отсутствии нагрузки)

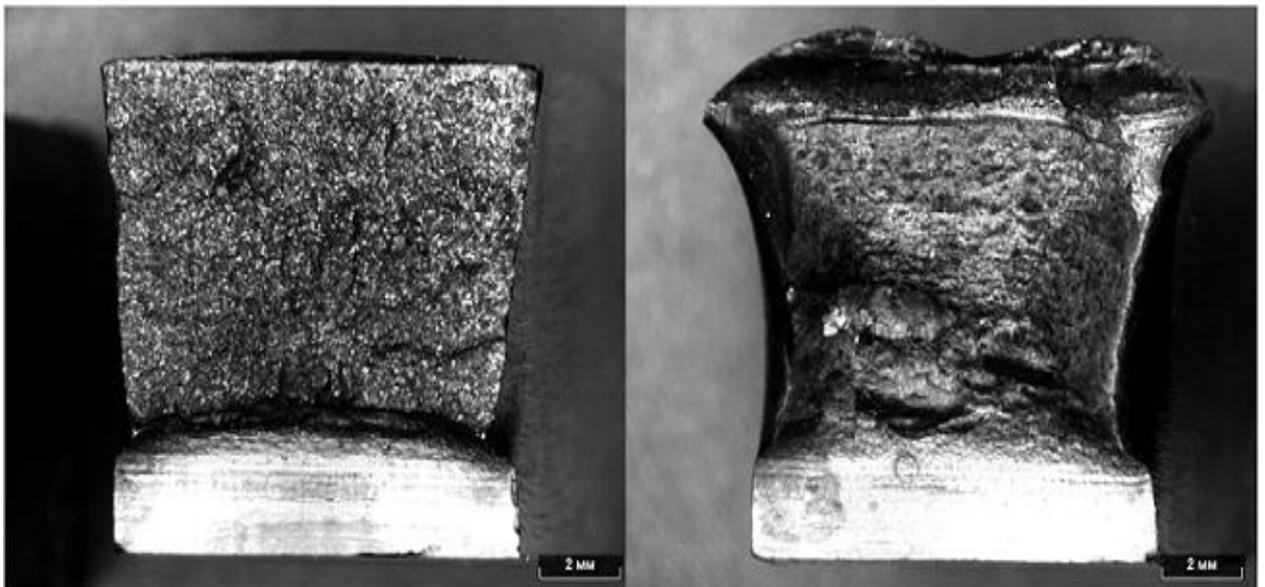
Пластичность — способность стали изменять форму под действием нагрузки и сохранять ее после снятия нагрузки,



характеризуется углом загиба и относительным удлинением при растяжении.

Ударная вязкость — способность стали противостоять динамическим нагрузкам

Внешний вид изломов после испытания на ударный изгиб



Хрупкий

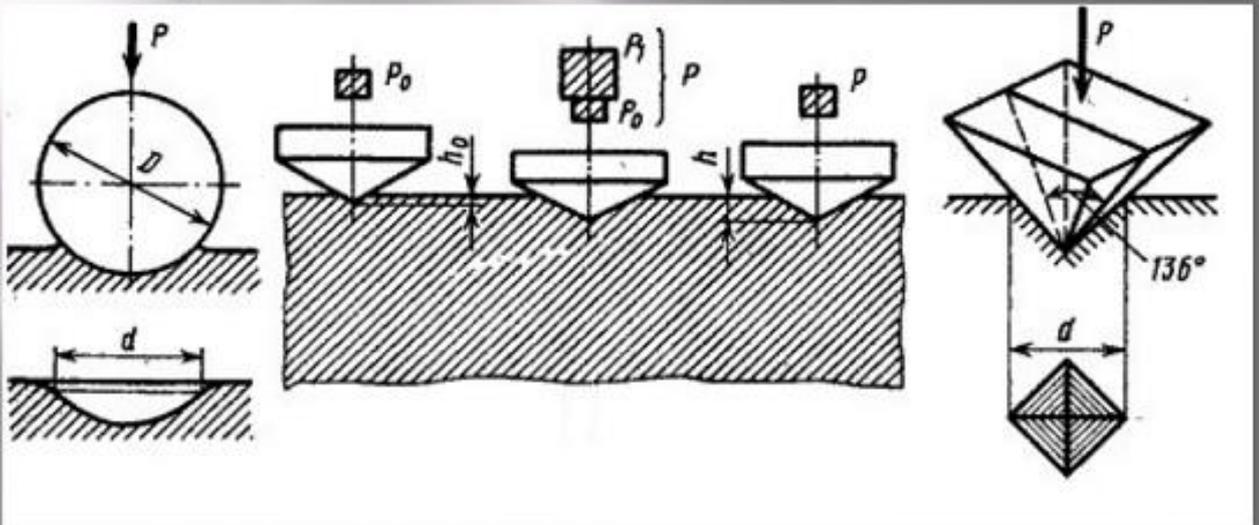
Вязкий

оценивается работой, необходимой для разрушения специального образца.

Твёрдость — способность стали сопротивляться проникновению в нее других твердых тел,

Твёрдость

Твёрдость — свойство материала сопротивляться внедрению в него другого, более твёрдого тела



твёрдость определяется по площади отпечатка, оставляемого четырёхгранной алмазной пирамидкой, или стальным шариком, вдавливаемых в поверхность.

Твёрдость вычисляется как отношение нагрузки, приложенной к пирамидке (шарику), к площади поверхности отпечатка

Физические свойства:

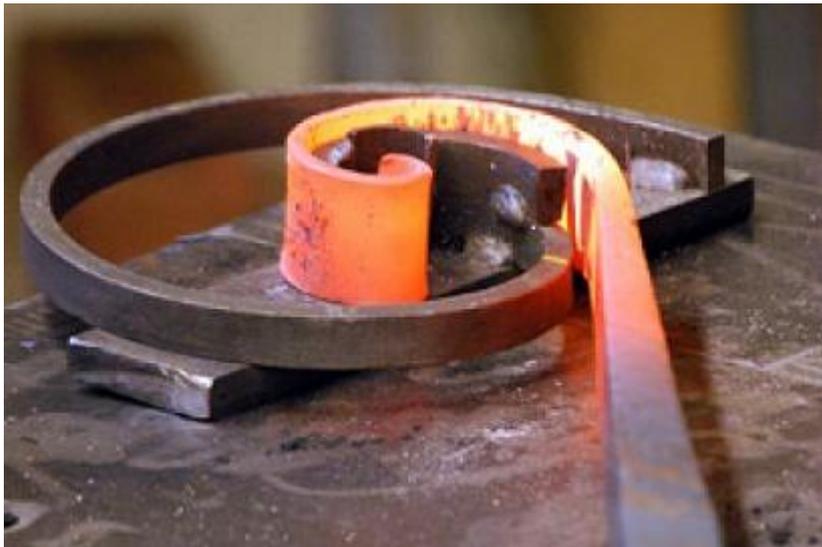
$$\text{плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}$$

Плотность — масса вещества, заключенного в единичном объеме.



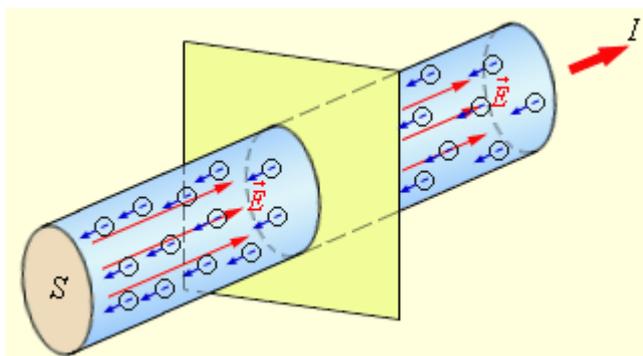
Все металлы обладают высокой плотностью.

Теплопроводность —



— способность передавать теплоту от более нагретых участков к менее нагретым.

Электропроводность —



— способность пропускать электрический ток. Все металлы и их сплавы обладают высокой электропроводностью.

(Электрический ток – направленное движение отрицательно заряженных частиц (электронов) по проводнику).

Химические свойства:

Окисляемость — способность вещества соединяться с кислородом.



Окисляемость усиливается с повышением температуры металла. Низкоуглеродистые стали под действием влажного воздуха или воды окисляются с образованием ржавчины — оксидов железа.

Коррозионная стойкость

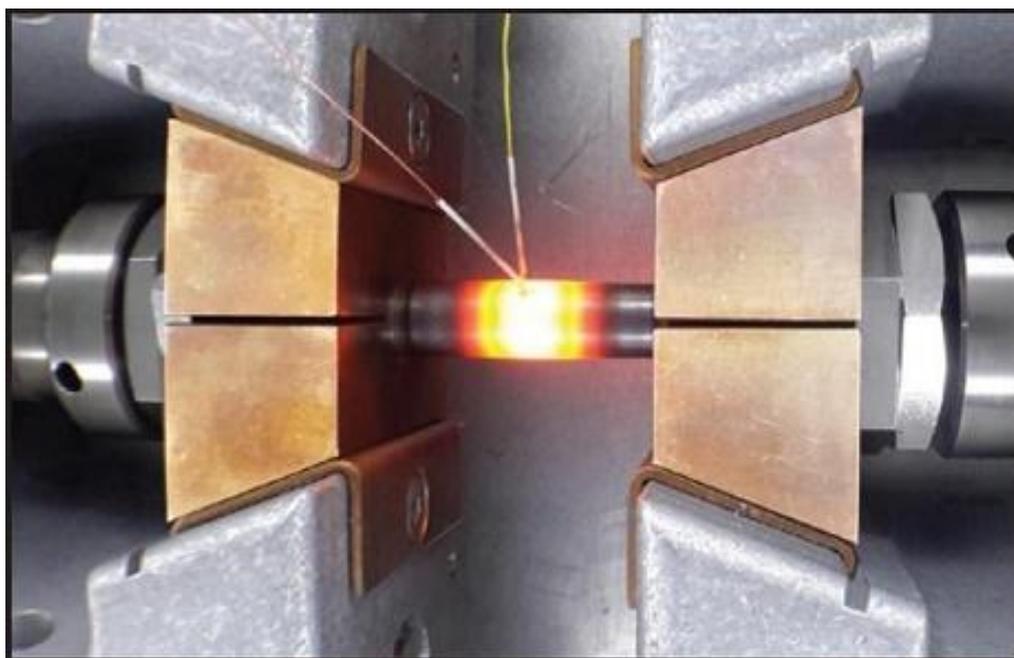


— способность металла не окисляться и не вступать в химические реакции с окружающими веществами.

Жаростойкость — способность стали не окисляться при высокой температуре и не образовывать окалины.



Жаропрочность — способность стали сохранять свои прочностные свойства при высокой температуре.



Технологические свойства:



Ковкость — способность стали принимать новую форму под действием внешних сил.

Жидкотекучесть — способность стали в расплавленном состоянии заполнять узкие зазоры и пространства.



Обрабатываемость резанием —



— свойство стали поддаваться механической обработке режущим инструментом.

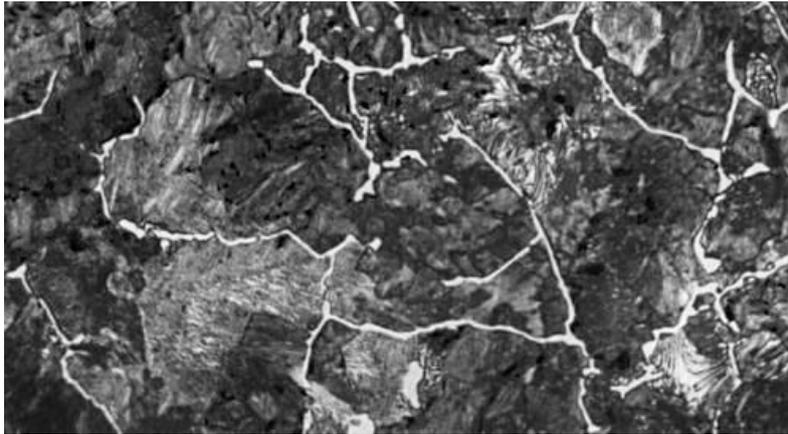
Свариваемость —



— способность стали образовывать высококачественное **сварное соединение**, не содержащее дефектов.

(под «не содержанием дефектов» подразумевается однородность свариваемого металла)

Структура стали



Железо (Fe – химический элемент) в чистом виде —



— это очень пластичный и непрочный материал, который не используется для изготовления технических конструкций и деталей.



Тем не менее древние кузнецы-металлурги изготавливали из чистого железа изделия, получая его из метеоритного материала, в основном ритуального значения.

Тому много есть примеров, в том числе и Железная колонна в Дели, в Индии





Для изготовления же строительных металлоконструкций и деталей используют - *сталь*.



Основные **свойства** стали будут зависеть от того, какое количество **углерода** входит в её состав, а так же и **других элементов**. Стоит понимать, что углерод — это не металл, в природе его можно встретить в трех видах:

каменный уголь



графит



алмаз...



И есть газообразное соединение - оксид углерода (угарный газ)



А так же диоксид углерода, используемый в промышленных целях.



Пищевая добавка E290



В стали углерод вносится в связанном состоянии в виде **цементита**



который является **фазовой и структурной** составляющей, и формируется в процессе **кристаллизации** из расплава чугуна.

Чугун — сплав железа с углеродом (и другими элементами), в котором содержание углерода не менее **2,14 %** (точка предельной растворимости углерода), а сплавы с содержанием углерода менее **2,14 %** называются **сталью**.

Углерод придаёт сплавам железа **твёрдость**, снижая **пластичность и вязкость**. Углерод в чугуне может содержаться в виде **цементита и графита**. В зависимости от формы графита и количества **цементита**, выделяют белый, серый, ковкий и высокопрочный чугуны.

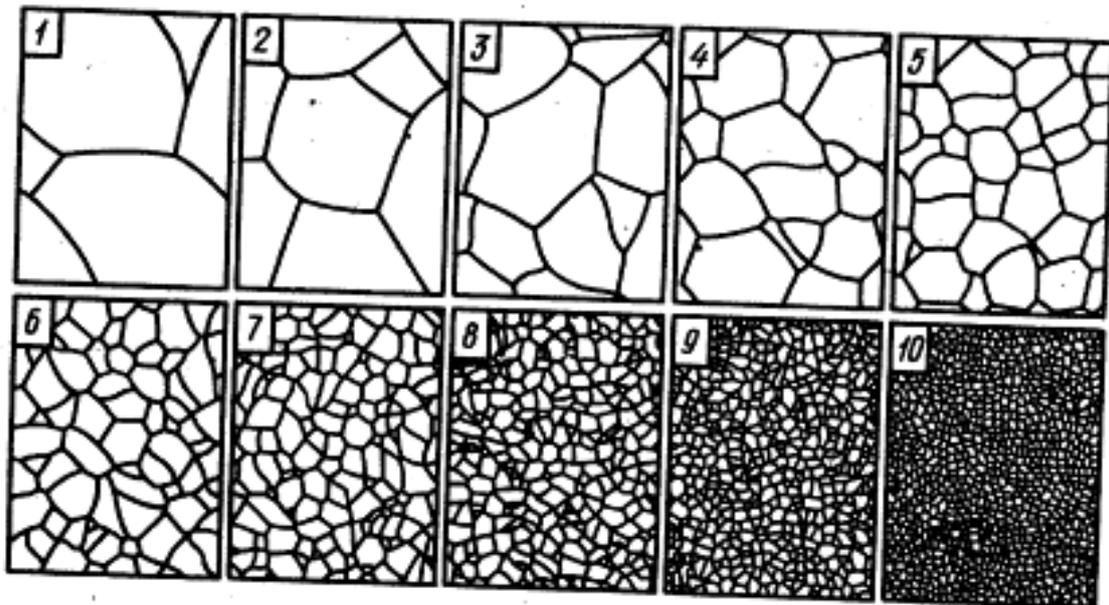
Чугуны содержат постоянные примеси (**Si, Mn, S, P**), а в некоторых случаях также легирующие элементы (**Cr, Ni, V, Al и другие**). По своему свойству чугун хрупок.

Цементит - соединение неустойчивое и при определенных условиях распадается с образованием свободного углерода в виде графита. Чем больше цементита входит в состав стали, тем она становится **прочнее и тверже**, при этом **пластичность** материала снижается. (**Механические свойства**).

В древности кузнецы вносили **цементит** в сплав в виде горячей древесной золы.

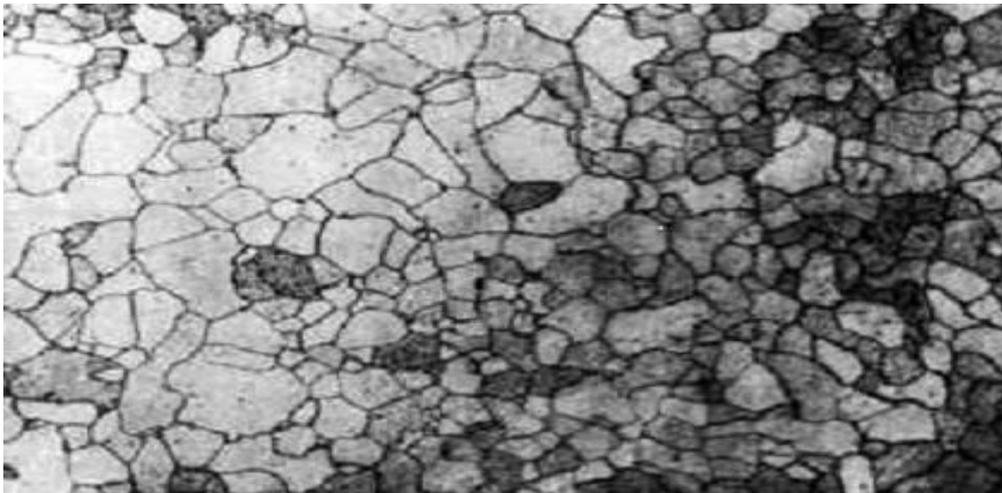
Марки стали

В зависимости от содержания углерода и других компонентов, стали классифицируют, присваивая определённые обозначения, где учитывается и способ получения сталей, и дальнейшая термическая обработка.



Маркируют -

Обозначение стали	Содержание углерода
Ст0	$< 0.23\%$,
Ст1	$0.06 - 0.12\%$,
Ст2	$0.09 - 0.15\%$,
Ст3	$0.14 - 0.22\%$,
Ст4	$0.18 - 0.27\%$,
Ст5	$0.28 - 0.37\%$,
Ст6	$0.38 - 0.49\%$.



И так: *Сталью* называют - сплав железа с углеродом и другими элементами с содержанием углерода до **2,14 %**

Основным признаком, по которому классифицируют стали, является их химический состав. Он определяет марку и название стали.

Стали классифицируют:

По химическому составу – содержание химических элементов



хром, никель, марганец, кремний, молибден, вольфрам, титан, алюминий, ванадий, медь, кобальт, ниобий, цирконий, селен...

Способу производства – как произвели сталь.



конвертеры, мартеновские печи, индукционные печи, дуговые печи

Содержанию вредных примесей – примеси сопутствующие при производстве сталей.



Структуре – в зависимости от содержания в них углерода, а также структурные превращения, которые происходят в этих сталях при нагреве и медленном охлаждении.



Области применения - для строительных конструкций, деталей машин, инструментов, арматурные, подшипниковые, котельные, и т.д.

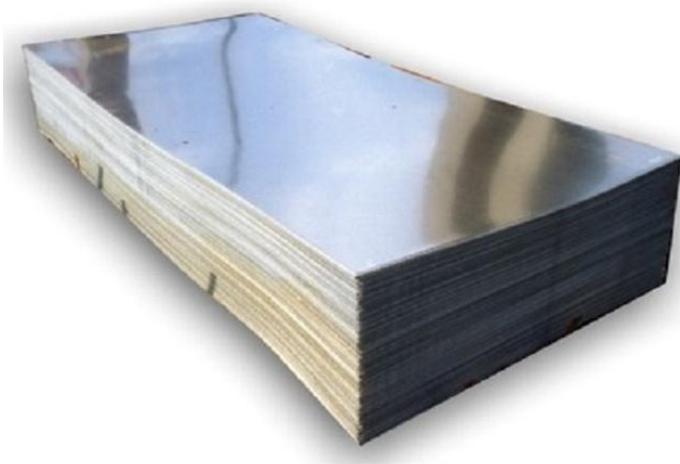


По химическому составу:

стали подразделяют на – **углеродистые**

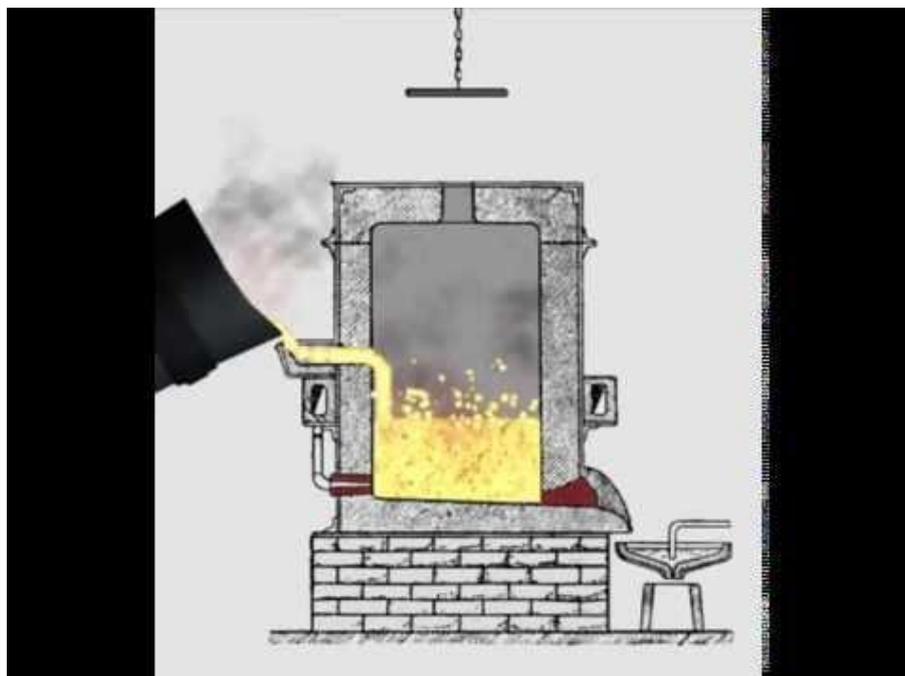
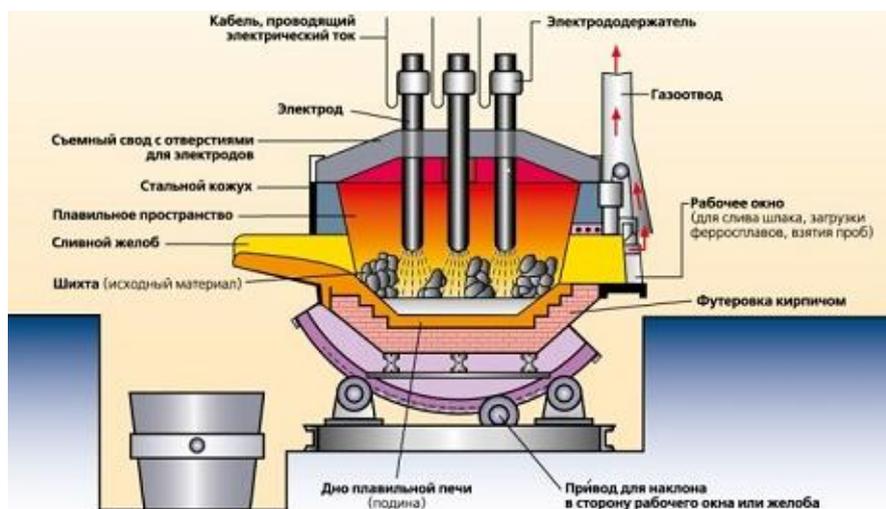


и **легированные**

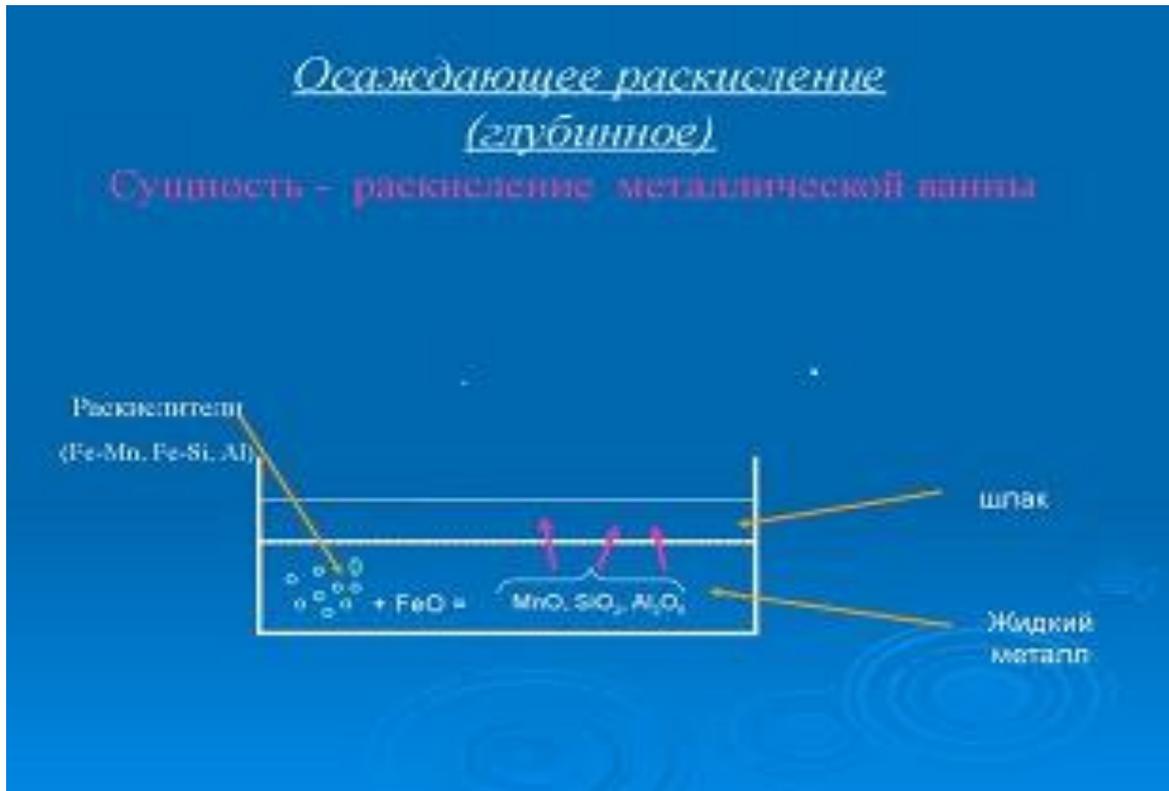


легирование элементы добавляют для улучшения физических, химических, прочностных и технологических свойств, такие как: хром, марганец, никель, вольфрам, ванадий, ниобий, титан, молибден.

По способу производства: стали бывают: конвертерные, мартеновские, электростали и стали особых методов выплавки



По степени раскисления, восстановления:



Это процесс удаления из расплавленной стали и других сплавов на основе железа, растворённого в них кислорода, который является вредной примесью, ухудшающей механические свойства металла.

стали производят: кипящие, спокойные и полуспокойные.

спокойные - получается при абсолютном раскислении в ковше и в печи.

*полуспокойные – отличаются промежуточной раскисленностью между кипящей и спокойной сталями. Частично раскисляется в ковше и в печи, а частично – в изложнице, за счет взаимодействия углерода и **оксида железа**, которые содержатся в стали.*

По качеству стали бывают:

(которое формируется в основном на стадии выплавки и определяется содержанием таких вредных примесей, как сера и фосфор)

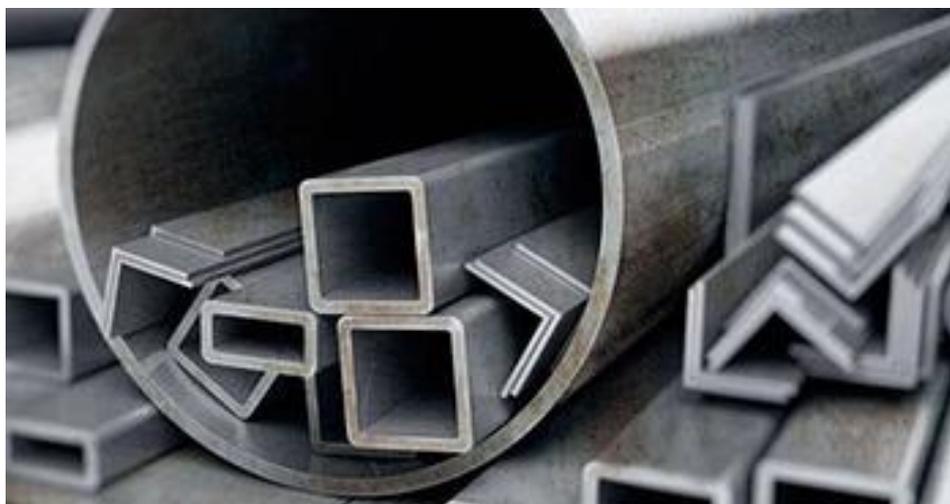
- 1) **обыкновенного качества** (серы не более 0,05% и фосфора – до 0,04%);
- 2) **качественные** (серы до 0,04% и фосфора – до 0,035%);
- 3) **высококачественные** (серы до 0,025% и фосфора – до 0,025%);
- 4) **особовысококачественные** (серы до 0,015% и фосфора – до 0,025%);

По прочности: (предел кратковременной прочности) стали условно делят на 3 группы:

- 1) **обычной прочности** (до 290 МПа (Н/мм²))
- 2) **стали повышенной прочности** (от 290 до 390 МПа)
- 3) **стали высокой прочности** (от 440 МПа и выше).

Углеродистые стали

Конструкционные



Инструментальные



Углеродистые конструкционные стали

Содержание углерода в конструкционных сталях не превышает **0,5...0,6 %**

Углеродистые конструкционные стали производят **обыкновенного качества** и **качественные**.

ГОСТ 380-2005 углеродистая сталь обыкновенного качества: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Стбпс, Стбсп.

Буквы "Ст" обозначают "Сталь", цифры – условный номер марки, буквы "кп", "пс", "сп" степень раскисления ("**кп**" **кипящая**, "пс" – **полуспокойная**, "сп" – **спокойная**); буква "Г" повышенное содержания марганца (до 0,8...1,2 %). Условный номер марки соответствует определённому содержанию углерода в стали. Эти стали содержат не более 0,05% S и 0,04% P. Чем выше условный номер марки, тем больше в стали углерода, тем выше её прочность, но меньше вязкость и пластичность.

Обозначение стали	Содержание углерода
Ст0	< 0.23%,
Ст1	0.06 — 0.12%,
Ст2	0.09 — 0.15%,
Ст3	0.14 — 0.22%,
Ст4	0.18 — 0.27%,
Ст5	0.28 — 0.37%,
Ст6	0.38 — 0.49%.

Качественные углеродистые стали в соответствии с ГОСТ 1050-88 выпускаются следующих марок: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, 60; 05кп, 08кп, 08пс, 10кп, 10пс, 11кп, 15кп, 15пс, 18кп, 20кп и 20пс.

В обозначении качественных углеродистых сталей слово "Сталь" или "Ст" в марке стали не пишется, а ставятся двузначные числа, показывающие содержание углерода в сотых долях процента.

ГОСТ 977-88

(если сталь предназначена для изготовления отливок, к марке углеродистой качественной конструкционной стали добавляется буква «Л», которая ставится в конце марки. Предусмотрены следующие марки литейной углеродистой стали: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л).

Углеродистые инструментальные стали

Инструментальные стали применяют для изготовления режущего и измерительного инструмента, а также инструментов, применяемых при обработке давлением (штампов, бойков и т.д.). Содержание углерода в них от 0,7 до 1,5%.

Сталь для режущего инструмента должна обладать высокими: твёрдостью, износостойкостью, теплостойкостью.



Углеродистые инструментальные стали маркируют буквой «У» с цифрой, обозначающей среднее содержание углерода, выраженное в десятых долях процента (ГОСТ 1435-99)

Например, сталь марки У8 содержит в среднем 0,8 % углерода, сталь У10 — 1 % и т. д.

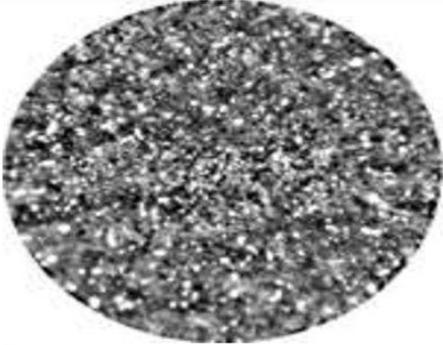
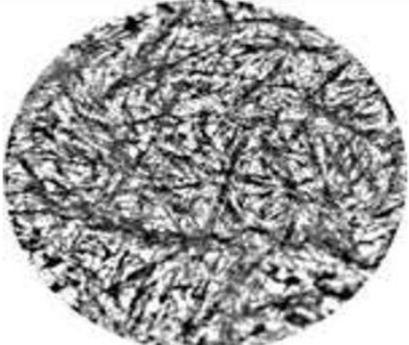
Стали выпускают качественные и высококачественные.

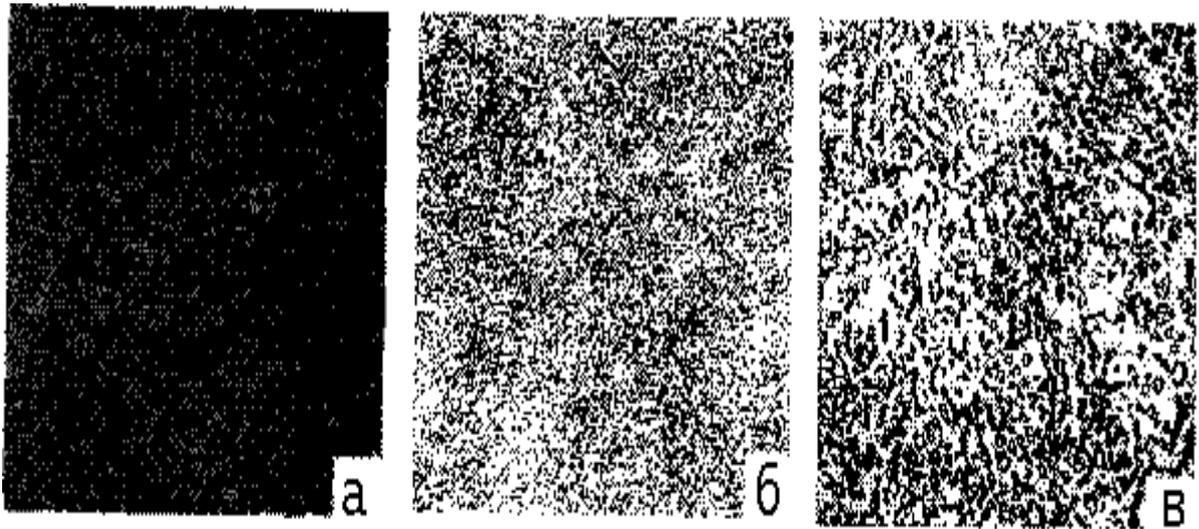
Для высококачественных сталей в конце марки ставят букву «А». Например, стали У8, У10 – качественные, У8А, У10А – высококачественные.



И есть стали особого назначения для таких сфер как медицина – так называемая медицинская сталь, и военной – оружейная сталь, в основном для изготовления стволов артиллерийских орудий

Для получения высокой твердости стали закаливают с последующим **отпуском**.

	
Марка	сталь У12
Травитель:	3% р-р азотной кислоты в спирте
Обработка:	закалка с 750°C в воду (не полная)
Твердость (НВ, ГПа):	6.74
Структурные составляющие:	мартенсит, цементит вторичный
Субструктура:	Игольчатая (подобная мартенситу) Неполная закалка. Включения зернистого цементита в мартенситной матрице.
Описание:	Остаточный аустенит имеется, но не выявляется.
	Тип сплава: Стали термообработанные
	Обработка: закалка с 950°C в воду (полная)
	Твердость (НВ, ГПа): 5.41
	Компоненты: С (1.2 масс%)
	Структурные составляющие: мартенсит, аустенит остаточный
	Субструктура: Однородная светлая (нет субструктуры)
	Форма включений: Игольчатые ориентир.
	Описание: Иглы мартенсита (серые) на фоне большого количества остаточного аустенита (светлая матрица). Хорошо видно ориентированное расположение кристаллов мартенсита относительно решетки аустенита.



Из сталей У7, У8, У8А изготавливают зубила, штамповую оснастку, молотки, ножи, метчики, отвертки и другие изделия, которые подвергаются ударным нагрузкам.



Из сталей с более высоким содержанием углерода У 10, У11 У10А, У12А, У13А изготавливают напильники, надфили, фрезы, развертки, плашки, ножовочные полотна (для ручных пил), рашпили и шаберы.

