

КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ И ЧУГУНОВ

Классификация сталей

1. По составу: углеродистые и легированные (никелевые, хромистые, хромоникелевые и т.д.).
2. По равновесной структуре: доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные.
3. По структуре после охлаждения на воздухе: перлитные, мартенситные, аустенитные.
4. По назначению: конструкционные инструментальные, стали и сплавы с особыми свойствами.

Углеродистые стали

- Основной металлический материал промышленности – углеродистая сталь.
- Углерод вводится в простую углеродистую сталь специально.
- Технологические примеси: марганец, кремний.
- Постоянные примеси: сера, фосфор, кислород, азот, водород.
- Случайные примеси: хром, никель, медь и др..

Конструкционная углеродистые стали обыкновенного качества общего назначения

Химический состав:

Марка стали	C%	S≤	P≤
Ст 0	≤0,23	0,07	0,055
Ст1	0,06-0,12	0,045	0,055
Ст2	0,09-0,15	0,045	0,055
Ст3	0,14-0,22	0,045	0,055
Ст4	0,18-0,27	0,045	0,055
Ст5	0,28-0,37	0,045	0,055
Ст6	0,38-0,49	0,045	0,055
Ст7	0,50-0,62	0,045	0,055

Маркировка различных групп углеродистых сталей обыкновенного качества

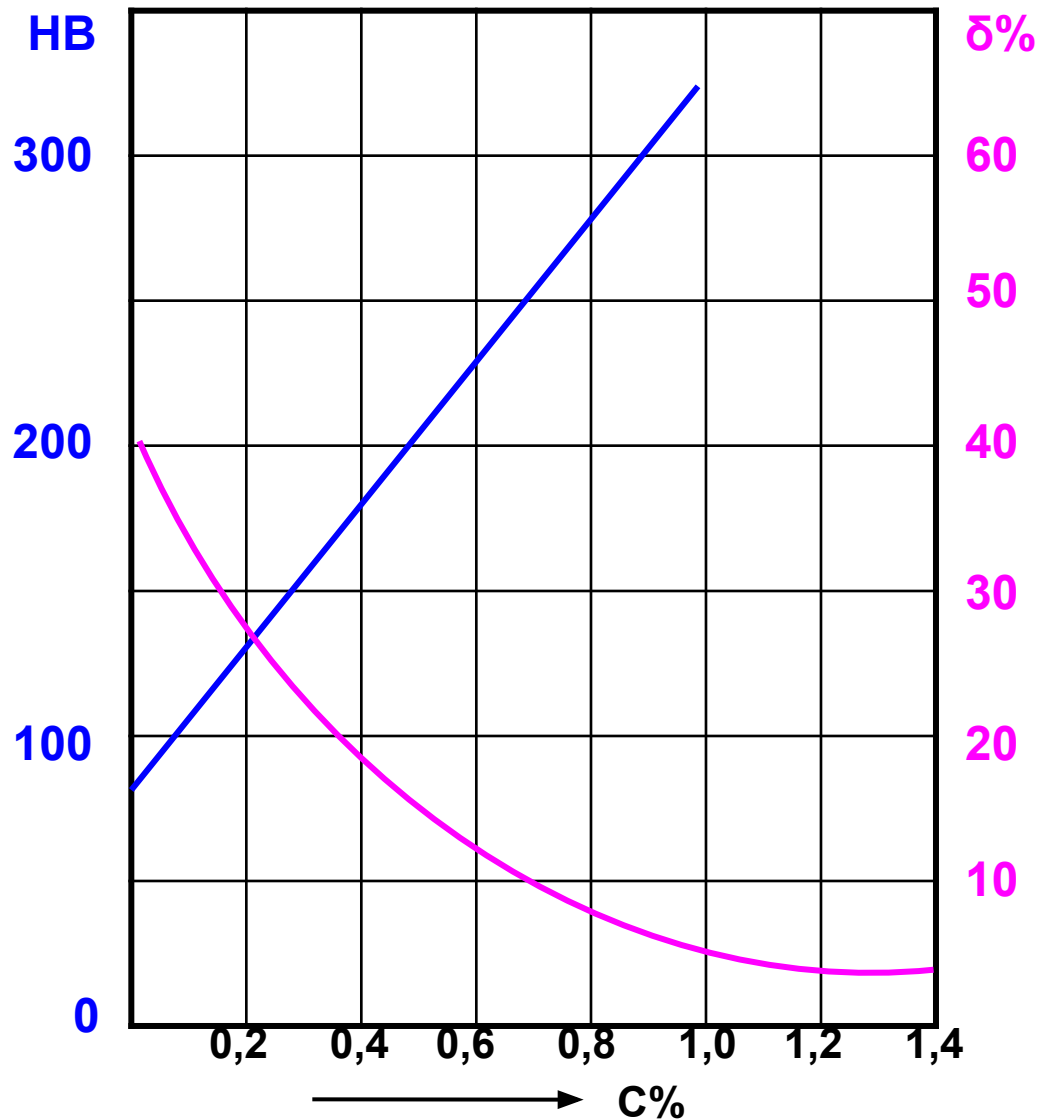
- 1. Группа А** – с гарантируемыми механическими свойствами (сталь не подвергается горячей обработке у потребителя): маркируется буквами Ст и цифрами от 1 до 7, являющимися порядковым номером. Например, **Ст 3**.
- 2. Группа Б** – с гарантируемым химическим составом (подвергается горячей обработке у потребителя): маркируется аналогично группе А, но с дополнительными буквами М, К, Б, что характеризует способ производства – мартеновский, конверторный, бессемеровский соответственно. Например, **МСт3, БСт4, КСт5**.
- 3. Группа В** – с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом (подвергается сварке у потребителя) маркируется аналогично группе А, но с добавлением буквы В. Например, **ВСт5**.

Маркировка углеродистых сталей обычного качества разных способов раскисления

В зависимости от способа раскисления (с целью удаления кислорода) предлагаемые стали маркируют следующим образом:

- 1. Кипящая сталь** - раскисленная только марганцем, содержит в марке буквы **кп**. Например, **МСт1кп**. Кипящие стали имеют наиболее низкое качество.
- 2. Спокойная сталь** – раскисленная марганцем, кремнием и алюминием, содержит в марке буквы **сп**. Например, **ВСт3сп**. Спокойные стали имеют наиболее высокое качество.
- 3. Полуспокойная сталь** – раскисленная марганцем и алюминием, содержит в марке буквы **пс**. Например, **МСт4пс**. Промежуточный вариант качества между кипящей и спокойной сталью.

Влияние углерода на свойства сталей



НВ – твердость по Бринеллю – одна из характеристик прочности стали (или сопротивления деформации).

δ% – относительное удлинение после разрыва - одна из характеристик пластичности стали.

Увеличение содержания углерода приводит к повышению прочности и снижению пластичности стали.

Влияние постоянных примесей на свойства стали

- **Марганец** – вводится в любую сталь для раскисления, поэтому его влияние на сталь различного состава остается примерно одинаковым; оказывает положительное воздействие на свойства стали (прежде всего повышает прочность).
- **Кремний** – вводится в сталь для раскисления, структурно не обнаруживается.
- **Фосфор** – попадает в сталь из руды, топлива и флюсов; вызывает **хладноломкость стали** (склонность к хрупкому разрушению при понижении температуры); облегчает обрабатываемость стали резанием (в автоматных сталях содержание фосфора до 0,15%).
- **Сера** – попадает в сталь из руды и печных газов; вызывает явление **красноломкости стали** (охрупчивание стали при температуре красного каления $\approx 800^\circ\text{C}$); облегчает обрабатываемость стали резанием (в автоматных сталях содержание серы до 0,3%).
- **Газы** – содержание в стали зависит от способа производства; при большом количестве **водорода** могут образоваться опасные флокены; **кислород** и **азот** образуют неметаллические включения (соответственно оксиды и нитриды).

Применение конструкционных углеродистых сталей обыкновенного качества

Марка стали	Применение
Ст0; Ст1	Второстепенные элементы конструкций и неответственные детали, :настилы, арматура, шайбы, перила, кожухи и т. д.
Ст2	Неответственные детали, требующие повышенной пластичности, малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие при постоянных нагрузках и положительных температурах .
Ст3	КП – малонагруженные элементы сварных конструкций, работающие в интервале температур Т°С от -10 до +400°С; СП – фасонный и листовой прокат – несущие элементы сварных конструкций, работающие при переменных нагрузках в интервале температур от -40 до +425°С
Ст4	ПС – сварные, клепаные, болтовые конструкции повышенной прочности в виде сортового проката, а также для малонагруженных валов, осей, втулок и др.
Ст5	ПС, СП - детали клепаных конструкций, болты, гайки , втулки, упоры, штыри, пальцы и т.д., работающие в интервале температур от 0 до +425°С.
Ст6,Ст7	ПС, СП – детали повышенной прочности – оси, валы, пальцы, поршни, шпонки и т. д.

Конструкционные углеродистые качественные стали общего назначения

08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60

Цифры в обозначении марки стали показывают содержание углерода в сотых долях процента.

Химический состав, %

Марка стали	C	Mn	Si	P ≤	S ≤	Cr ≤	Ni ≤	Cu ≤	As ≤
ВСт5сп	0,28-0,37	0,50-0,80	0,15-0,35	0,04	0,05	0,3	0,3	0,3	0,08
Сталь 30	0,27-0,35	0,50-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25	0,08

Применение конструкционных углеродистых качественных сталей общего назначения

Марка стали	Применение
Сталь 15	Заменитель: стали 10, 20. Болты, винты, крюки и др. детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности и работающие при температуре от -40 до 450°С. После ХТО – кулачки, гайки и др. детали с высокой поверхностной твердостью.
Сталь 30	Заменитель: стали 25 и 35. Рычаги, валы, соединительные муфты и др. детали невысокой прочности.
Сталь 40	Заменитель: стали 35 и 45. После ТО: коленчатые валы, шатуны, зубчатые колеса, оси и др. После ТВЧ: средних размеров валики, зубчатые колеса и др.
Сталь 50	Заменитель: стали 45 и 55. После ТО: зубчатые колеса, прокатные валки, тяжело нагруженные валы и оси, мало нагруженные пружины и рессоры и т.д.
Сталь 60	Заменитель: сталь 55. Цельнокатаные колеса вагонов, рабочие валки листовых станов для горячей прокатки, диски сцепления и др, т.е. детали с высокой прочностью и износостойкостью.

Углеродистые инструментальные стали

У7; У7А; У8; У8А; У9; У9А; У10; У10А; У12; У12А.

Цифра в марке – содержание **С** в десятых долях %

Марка стали	С%	Mn%	Si%	S% ≤	P% ≤	Cr% ≤	Ni% ≤	Cu% ≤
У7А	0,66-0,73	0,17-0,28	0,17-0,33	0,018	0,025	0,20	0,20	0,20
У7	0,66-0,73	0,17-0,38	0,17-0,33	0,028	0,030	0,20	0,25	0,25

Применение: инструмент, который работает в условиях не вызывающих разогрев рабочей кромки – зубила, молотки, ножницы по металлу... (**У7**); фрезы, пилы продольные и дисковые, отвертки, стамески...(**У8**); слесарно-монтажный инструмент...(**У9**); метчики ручные, матрицы для холодной штамповки...(**У10**); метчики машинные, измерительный инструмент простой формы...(**У12**).

Твердость углеродистых инструментальных сталей резко уменьшается при нагреве выше 200°С.

Быстрорежущие стали

- Стали, предназначенные для изготовления режущего инструмента, работающего при высоких скоростях резания, должны обладать горячей твердостью и **красностойкостью** (устойчивым сохранением твердости в нагретом состоянии при 500-600°C). **Красностойкость** создается легированием стали элементами, образующими специальные карбиды, которые не растворяются до высоких температур.
- **Износостойкость** режущего инструмента в первом приближении характеризуется твердостью в нагретом состоянии. Быстрорежущие стали – износостойкий материал.
- Буква Р в марке стали от слова рапид (скорость).

Марка стали	C%	Cr%	W%	V%	Mo%	Вид карбидной фазы
P18	0,7	4	18	1	-	M ₆ C
P9	0,9	4	9	2	-	M ₆ C; MC
P6M5	0,9	4	6	2	5	M ₆ C; MC
У7	0,7					Fe ₃ C

Конструкционные легированные стали

Система маркировки по ГОСТу

1. Обозначения состоят из цифр и букв, указывающих на примерный состав стали.
2. Каждый легирующий элемент обозначается буквой. Например, Н – никель, Х – хром, М – молибден, Г – марганец, С – кремний, Ю – алюминий и т.д.
3. Первые цифры в обозначении показывают среднее содержание углерода **в сотых долях процента** (у высокоуглеродистых инструментальных сталей в десятых долях процента).
4. Цифры, идущие после буквы, указывают на примерное содержание данного легирующего элемента **в процентах** (при содержании элемента менее 1% цифра отсутствует).
5. Примеры: 30ХМА; 10ГН2МФА; 20Х2Н4; 30ГСЛ и т.д.
6. **Буква А** в конце марки стали показывает, что в ней ограничено содержание **серы** и **фосфора**, а в середине марки – азот; **буква Л** в конце марки стали – литейная сталь (точнее - улучшенные литейные свойства).

Легирующие элементы в марке стали

- Х – хром,
- Н – никель,
- М – молибден,
- Г – марганец,
- В – вольфрам,
- Ф – ванадий,
- Т – титан,
- С – кремний,
- А – азот,
- Ю – алюминий

Примеры применения конструкционных легированных сталей

Стали	Применение
30X; 35X; 35ХРА	Оси, рычаги, болты, гайки и др. некрупные изделия.
40X; 45X;38ХА; 40ХН; 50X	Оси, валы, валы-шестерни, коленчатые и кулачковые валы, зубчатые колеса и др улучшаемые детали повышенной прочности.
30ХМ; 30ХМА; 35ХМ; 40ХН; 30ХМ; 30ХГСА	Валы, шестерни; шпильки; фланцы и др. ответственные детали, работающие при высоких нагрузках и при $T = 450 - 500^{\circ}\text{C}$
30ХН2МФА; 30ХН2ВФА	Валы, цельнокованные роторы, детали редукторов, шпильки и др. детали турбин и компрессорных машин, работающие при повышенных температурах.
ШХ15; ШХ9; ШХ12	Шарики $d \leq 150$ мм, ролики $d \leq 23$ мм, кольца подшипников с толщиной стенки до 14 мм, ролики толкателей и др. детали от которых требуется высокая твердость, износостойкость и контактная прочность. В стали ШХ15: С – 1%; Мп – 0,3%; Si – 0,25%; Cr – 1,5% .
70; 65Г; 60С2А; 9ХС;60С2; 55С2;50ХФА	Пружины, рессоры , фрикционные диски и др. детали, к которым предъявляются требования повышенной износостойкости и работающие без ударных нагрузок.

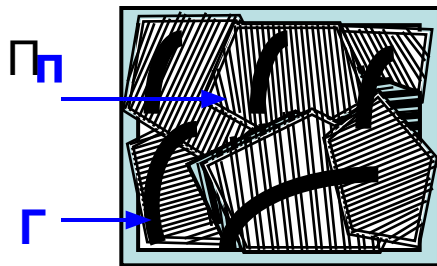
Чугуны

Белый чугун – название получил по матово-белому цвету излома;

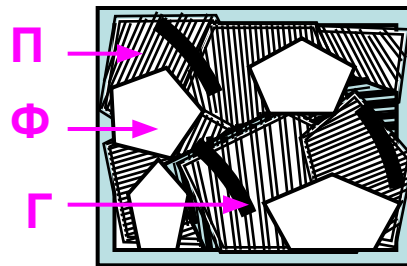
- структура в не нагретом состоянии: $\text{Ц} + \text{П}(\text{Ф} + \text{Г})$; т.е. весь углерод находится в форме цементита;
- свойства: высокая твердость и износостойкость, хрупкость, практически не поддается обработке режущим инструментом;
- марки: ИЧХ3, ИЧХ5, ИЧХ15... (износостойкий хромистый чугун с содержанием хрома 3%, 5%, 15% соответственно...);
- применение: детали, работающие в условиях интенсивного износа без ударных нагрузок(например, линейки направляющих, детали шаровых мельниц).

Серые чугуны

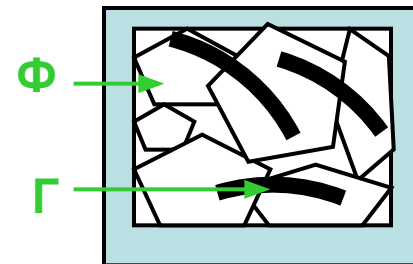
- Излом такого чугуна имеет серый цвет. Обладает хорошими литейными свойствами. В структуре присутствует графит, количество, форма и размеры которого изменяются в широких пределах. По строению металлической основы серые чугуны разделяют на: серый перлитный чугун (1); серый феррито-перлитный чугун (2); серый ферритный чугун (3). В **обычном сером чугуне** графит имеет пластинчатую форму (1 – 3).



1



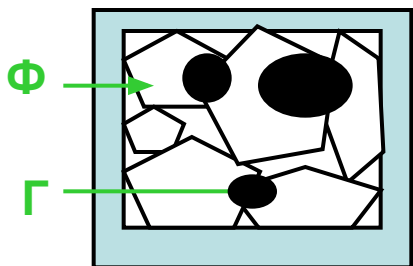
2



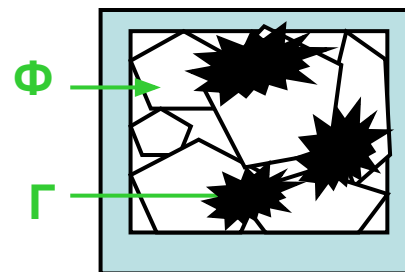
3

Чугуны

- В **высокопрочном сером чугуне** графит находится в форме шаровидного графита, который принимает такую форму благодаря присадке магния или церия (модификаторов) (1). В **ковком сером чугуне** углерод находится в форме хлопьевидного графита (углерода отжига)(2), который образуется в процессе отжига белого чугуна.



1



2

Марки серых чугунов

Вид чугуна	Примеры маркировки	Свойства	Применение
Обычный серый	СЧ12-28 СЧ18-36	$\sigma_B = 12 \text{ кгс/мм}^2 = 120 \text{ МПа}$ $\sigma_{\text{и}} = 28 \text{ кгс/мм}^2 = 280 \text{ МПа}$ $\sigma_B = 18 \text{ кгс/мм}^2; \sigma_{\text{и}} = 36 \text{ кгс/мм}^2$	Станины; корпуса редукторов; тракторные отливки, поршневые кольца и др.
Высокопрочный чугун	ВЧ50-1,5 ВЧ45-5	$\sigma_B = 50 \text{ кгс/мм}^2 = 500 \text{ МПа}$ $\delta\% = 1,5\%$ $\sigma_B = 45 \text{ кгс/мм}^2; \delta\% = 5\%$	Коленчатые валы; арматура тоннелей метро; канализационные трубы; и др.
Ковкий чугун	КЧ35-10 КЧ45-6	$\sigma_B = 35 \text{ кгс/мм}^2 = 350 \text{ МПа}$ $\delta\% = 10\%$ $\sigma_B = 45 \text{ кгс/мм}^2; \delta\% = 6\%$	Литые детали машин, не испытывающие значительных растягивающих и ударных нагрузок.

σ_B - предел прочности при растяжении; $\delta\%$ - относительное удлинение после разрыва;

$\sigma_{\text{и}}$ — предел прочности при изгибе.