

Материаловедение

- **КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ**

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

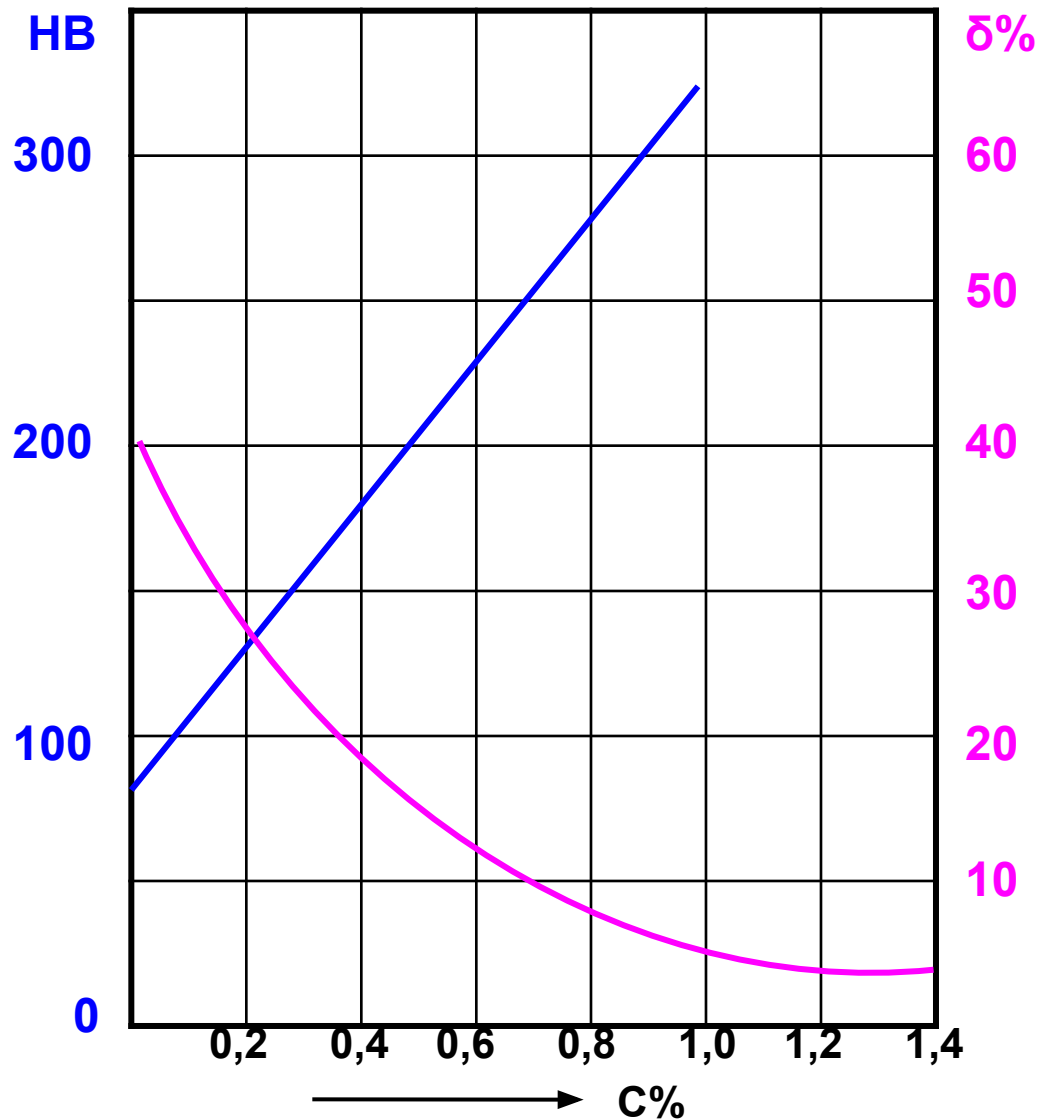
- 1. Группа А** – с гарантируемыми механическими свойствами (сталь не подвергается горячей обработке у потребителя): маркируется буквами Ст и цифрами от 1 до 7, являющимися порядковым номером. Например, **Ст 3**.
- 2. Группа Б** – с гарантируемым химическим составом (подвергается горячей обработке у 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).

Леггирующие элементы в марке стали

- X – 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. |