



Лекция 9

Тема Лекции: Стали. Классификация и маркировка сталей

*к.ф.-м.н., PhD, ассоциированный профессор
Тулегенова Аида Тулегенкызы*

Цель лекции:

Дать систематизированные знания о сталях как важнейших конструкционных материалах, рассмотреть их классификацию по химическому составу, назначению, качеству и структуре, а также ознакомить с принципами отечественной и международной маркировки сталей.

Основные вопросы:

1. Влияние углерода и примесей на свойства сталей
2. Влияние углерода.
3. Влияние примесей.
4. Назначение легирующих элементов.
5. Распределение легирующих элементов в стали.
6. Классификация и маркировка сталей
7. Классификация сталей
8. Маркировка сталей
9. Углеродистые стали обыкновенного качества (ГОСТ 380).

Стали. Классификация и маркировка сталей

Стали являются наиболее распространенными материалами.

Обладают хорошими технологическими свойствами. Изделия получают в результате обработки давлением и резанием.

Достоинством является возможность, получать нужный комплекс свойств, изменяя состав и вид обработки.

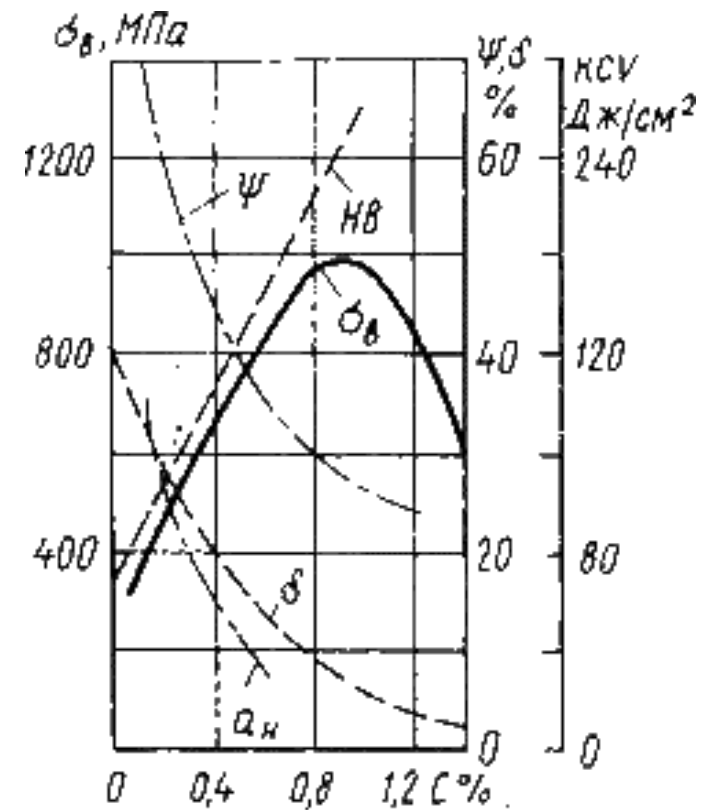
Стали, подразделяют на **углеродистые** и **легированные**.

Влияние углерода

С ростом содержания углерода в структуре стали увеличивается **количество цемента**, при одновременном снижении доли **феррита**.

Изменение соотношения между составляющими приводит к **уменьшению пластичности**, а также к **повышению прочности и твердости**.

Прочность повышается до содержания углерода около **1%**, а затем она уменьшается, так как образуется грубая сетка **цемента вторичного**.



Углерод влияет на вязкие свойства.

Увеличение содержания **углерода** повышает порог хладоломкости и снижает ударную вязкость.

Повышаются электросопротивление и коэрцитивная сила, снижаются магнитная проницаемость и плотность магнитной индукции.

Углерод оказывает влияние и на технологические свойства. Повышение содержания углерода ухудшает литейные свойства стали (используются стали с содержанием углерода до **0,4 %**), обрабатываемость давлением и резанием, свариваемость.

Следует учитывать, что стали с низким содержанием углерода также плохо обрабатываются резанием.

Влияние примесей

В сталях всегда присутствуют примеси, которые делятся на четыре группы. **Постоянные примеси: кремний, марганец, сера, фосфор.**

Марганец и кремний вводятся в процессе выплавки стали для раскисления, они являются технологическими примесями.

Содержание **марганца** не превышает **0,5...0,8 %**. Марганец повышает прочность, не снижая пластичности, и резко снижает красноломкость стали, вызванную влиянием серы. Он способствует уменьшению содержания сульфида железа FeS, так как образует с серой соединение сульфид марганца MnS. Частицы сульфида марганца располагаются в виде отдельных включений, которые деформируются и оказываются вытянутыми вдоль направления прокатки.

Содержание **кремния** не превышает **0,35...0,4 %**. Кремний, дегазируя металл, повышает плотность слитка. Кремний растворяется в феррите и повышает прочность стали, особенно повышается предел текучести, . Но наблюдается некоторое снижение пластичности, что снижает способность стали к вытяжке

Содержание **фосфора** в стали **0,025...0,045 %**. Фосфор, растворяясь в феррите, искажает кристаллическую решетку и увеличивает предел прочности и предел текучести , но снижает пластичность и вязкость.

Содержание *серы* в сталях составляет *0,025...0,06 %*. *Сера – вредная примесь*, попадает в сталь из чугуна. При взаимодействии с железом образует химическое соединение – сульфид серы *FeS*, которое, в свою очередь, образует с железом легкоплавкую эвтектику с температурой плавления *988°C*.

При нагреве под прокатку или ковку эвтектика плавится, нарушаются связи между зернами. При деформации в местах расположения эвтектики возникают надрывы и трещины, заготовка разрушается – явление *красноломкости*.

Красноломкость – повышение хрупкости при высоких температурах

Назначение легирующих элементов

Основным легирующим элементом является **хром (0,8...1,2)%**. Он повышает прокаливаемость, способствует получению высокой и равномерной твердости стали. Порог **хладоломкости хромистых сталей - (0...-100)°C**.

Дополнительные легирующие элементы.

Бор - 0.003%. Увеличивает прокаливаемость, а также повышает **порог хладоломкости (+20...-60 °C)**.

Марганец – увеличивает прокаливаемость, однако содействует росту зерна, и повышает **порог хладоломкости до (+40...-60)°C**.

Титан (~0,1%) вводят для измельчения зерна в хромомарганцевой стали.

Введение **молибдена (0,15...0,46%)** в хромистые стали увеличивает прокаливаемость, снижает порог хладоломкости до **-20...-120°C**. Молибден увеличивает статическую, динамическую и усталостную прочность стали, устраняет склонность к внутреннему окислению. Кроме того, молибден снижает склонность к отпускной хрупкости сталей, содержащих никель.

Ванадий в количестве **(0.1...0.3) %** в хромистых сталях измельчает зерно и повышает прочность и вязкость.

Распределение легирующих элементов в стали

Легирующие элементы растворяются в основных фазах железоуглеродистых сплавов (*феррит, аустенит, цементит*), или образуют специальные *карбиды*.

Растворение легирующих элементов в *происходит* в результате *замещения атомов железа атомами этих элементов*. Эти атомы создают в решетке напряжения, которые вызывают изменение ее периода.

Изменение размеров решетки вызывает изменение **свойств феррита** – *прочность повышается, пластичность уменьшается*.

Хром, молибден и вольфрам упрочняют меньше, чем никель, кремний и марганец. Молибден и вольфрам, а также кремний и марганец в определенных количествах, снижают вязкость.

В сталях карбиды образуются металлами, расположенными в таблице Менделеева левее железа (*хром, ванадий, титан*), которые имеют менее достроенную *d – электронную полосу*. В процессе *карбидообразования углерод* отдает свои валентные электроны на заполнение d – электронной полосы атома металла, тогда как у металла валентные электроны образуют металлическую связь, обуславливающую металлические свойства карбидов.

При соотношении атомных радиусов углерода и металла *более 0,59* образуются типичные химические соединения: Fe_3C , Mn_3C , Cr_{23}C_6 , Cr_7C_3 , $\text{Fe}_3\text{W}_3\text{C}$ – которые имеют сложную кристаллическую решетку и при нагреве растворяются в аустените.

Вопросы для контроля изучаемого материала:

1. Чем сталь отличается от чугуна по составу и свойствам?
2. Как классифицируются стали по химическому составу?
3. Какие существуют группы сталей по назначению?
4. Что означает обозначение марки 40Х или Ст3?
5. Как обозначаются легирующие элементы в системе ГОСТ?
6. В чём особенности международной классификации сталей?

Список литературных источников:

7. Улицкий А. Р. Физика материалов. — М.: Физматлит, 2021.
8. Новиков И. И. Материаловедение. — М.: Metallurgy, 2019.
9. Callister W. D., Rethwisch D. G. Materials Science and Engineering: An Introduction. — Wiley, 2022.
10. Ashby M., Jones D. Engineering Materials 1–2. — Elsevier, 2021.
11. Лившиц Б.Г., Краношин В.С., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Metallurgy, 1980, -320 с