

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.

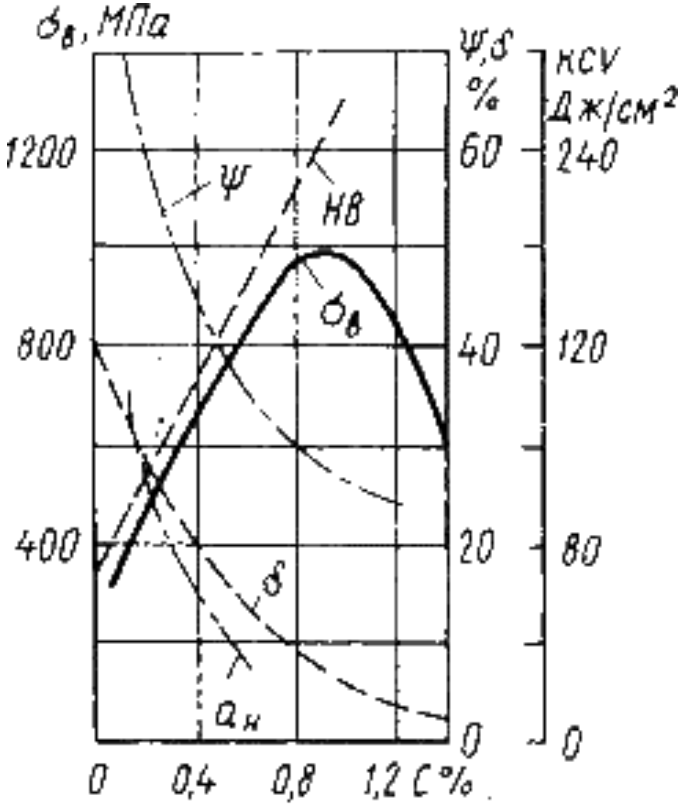
Стали, подразделяют на *углеродистые* и *легированные*.

Влияние углерода

С ростом содержания углерода в структуре стали увеличивается *количество цементита*, 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 *цементита 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^{o}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)°С.*

Дополнительные легирующие элементы.

Бор - 0.003%. **Увеличивает прокаливаемость, а такхе повышает *порог хладоломкости (+20…-60 °С)*.**

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

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

Введение *молибдена (0,15…0,46%)* в хромистые стали увеличивает прокаливаемость, снихает порог хладоломкости до –20…-120°С. 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 твкже 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, Fe_3W_3C – которые имеют сложную кристаллическую решетку и при нагреве растворяются в аустените.

Выводы лекции:

Влияние углерода и примесей: Повышение содержания углерода увеличивает прочность и твёрдость стали, но снижает её пластичность и свариваемость, тогда как постоянные примеси (сера, фосфор, газы) преимущественно ухудшают качество металла и требуют строгого ограничения.

Роль легирования: Введение легирующих элементов изменяет фазовый состав и структуру стали, позволяя целенаправленно повышать прокаливаемость, коррозионную стойкость, жаропрочность и износостойкость.

Классификация сталей: Стали систематизируют по химическому составу (углеродистые и легированные), назначению (конструкционные, инструментальные, с особыми свойствами), качеству и структуре.

Принципы маркировки: Отечественные (включая ГОСТ 380 для сталей обыкновенного качества) и международные системы маркировки кодируют химический состав и уровень качества стали, обеспечивая точный выбор материала для инженерных задач.

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:

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