

Лекция №9. «Свойства, классификация и маркировка конструкционных сталей»

по дисциплине «Материаловедение и ТКМ»

**для обучающихся 1-го курса направлений подготовки
35.03.06 Агроинженерия**

**19.03.02 Продукты питания из растительного сырья,
19.03.03 Продукты питания животного происхождения**

Лектор: к.т.н., доцент кафедры Куклин В.А.

План лекции

1. Общие сведения о сталях.
2. Влияние химического состава на свойства сталей.
3. Классификация сталей.
4. Углеродистые конструкционные стали.
5. Легированные конструкционные стали.

Рекомендуемая литература:

1. Троицкий Б.С. Материаловедение: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Б.С. Троицкий, А.Л. Майтаков. — Электрон. дан. — Кемерово : КемТИПП, 2015. — 379 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72026> — Загл. с экрана.
2. Алексеев А.Г., Барон Ю.М., Коротких М.Т. и др. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.
3. ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
4. ГОСТ 4543-2016. Металлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия.

Сталь - это сплав железа с углеродом и другими элементами, в котором массовая доля углерода не превышает 2,14%. Применяемые на практике стали содержат, как правило, не более 1,5% углерода.

Промышленно применяемые способы получения стали состоят из 2х этапов:

- на первом этапе из железной руды получают чугуны;
- на втором этапе из чугуна получают сталь.

Сущность процесса переработки чугуна в сталь сводится к снижению содержания углерода и примесей путем их избирательного окисления и перевода в шлак или газы в процессе плавки.

Способы получения стали:

- кислородно-конвертерный (около 63% мирового производства);
- плавка в электрических печах (около 30%);
- мартеновский (менее 2%);
- другие способы (около 5%).

Стали являются основными и наиболее распространенными железоуглеродистыми сплавами применяемыми для изготовления деталей конструкций, инструмента и изделий специального назначения. В них сочетается высокая прочность, твердость,

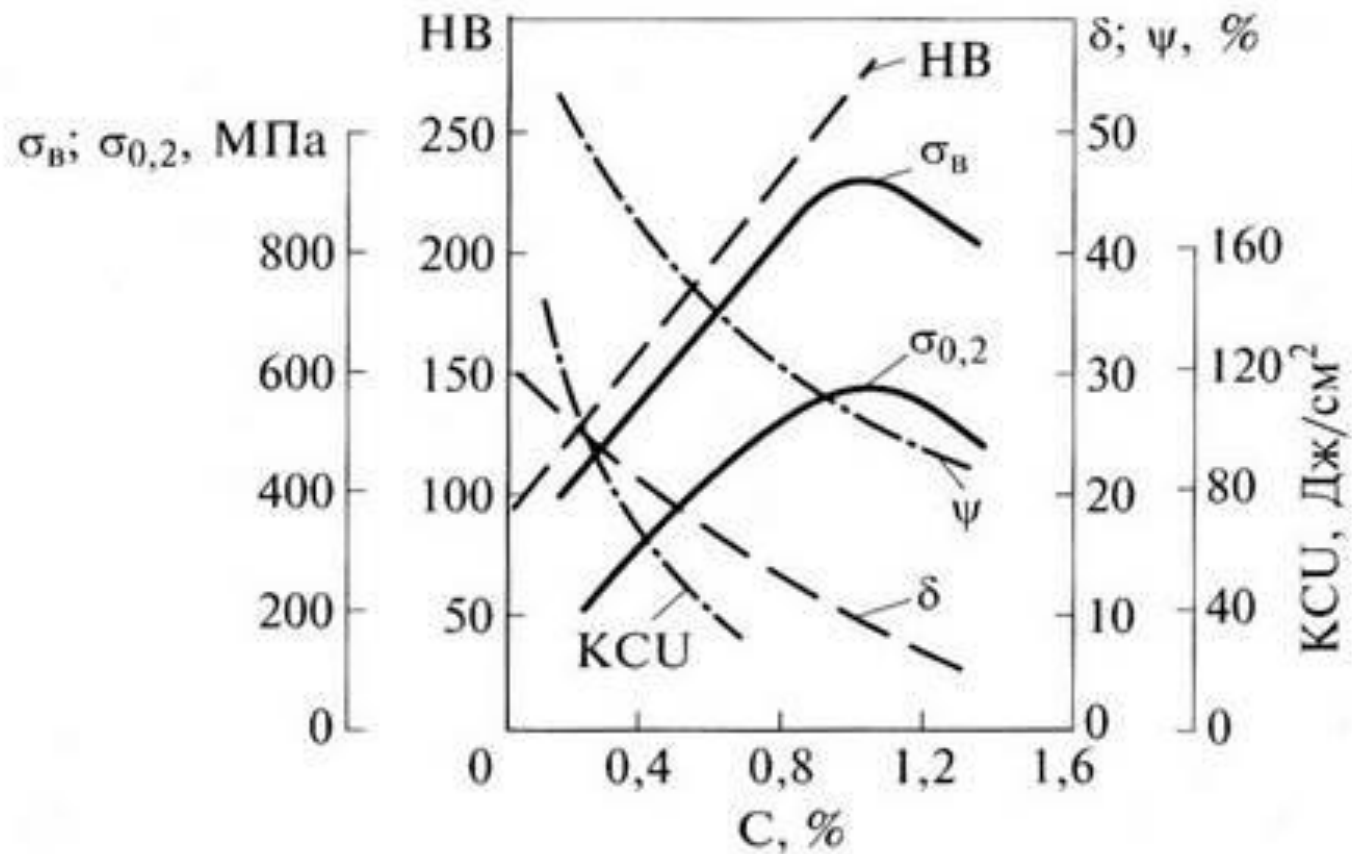


Рис. 1. Влияние содержания углерода на свойства сталей.

Виды примесей в сталях:

- *полезные (Si, Mn);*
- *вредные (S, P);*
- *технологические (случайные) примеси.*

Наличие **кремния** в стали снижает ее хрупкость. Высокое содержание кремния (1...2 %) придает стали упругость. **Марганец** повышает твердость, износостойкость и прочность стали.

Наличие **фосфора** приводит к возникновению повышенной хрупкости сталей при низких температурах – это явление называется **хладноломкостью**.

Сера делает сплав хрупким при температурах 850...1150°C (это свойство получило название **красноломкости**), поэтому железоуглеродистые сплавы с высоким содержанием серы не подвергаются горячей обработке давлением (ковка, штамповка).

Случайные примеси - это содержащиеся в незначительных количествах различные металлы (олово, цинк, сурьма, свинец, никель, медь, хром и др.) - попавшие как из руд, так и из перерабатываемого при металлургическом процессе металлолома.

Классификация стали



Углеродистые стали в своем составе содержат железо, углерод и различные примеси. Углеродистые стали по массовой доле углерода подразделяются на *низкоуглеродистые* (до 0,3% углерода), *среднеуглеродистые* (0,3... 0,6% углерода) и *высокоуглеродистые* (более 0,6 % углерода).

Легированные стали кроме углерода и примесей содержат различные химические элементы (легирующие элементы), как металлы, так и неметаллы. Эти элементы специально вводятся в процессе плавки для получения более высоких физико-химических и механических свойств, чем в углеродистых сталях. Легированную сталь по степени легирования разделяют на: низколегированную (легирующих элементов до 2,5 %), среднелегированную (от 2,5 до 10 %), высоколегированную (от 10 до 50 %).

По качеству стали подразделяются на четыре группы:
стали обыкновенного качества содержат 0,045...0,060% S и 0,04...0,07% P.
качественные стали - не более 0,04% S и 0,035...0,040% P.
высококачественные стали - не более 0,03% S и 0,03% P.
особовысококачественные стали - не более 0,015% S и не более 0,025% P.

Маркировка углеродистых сталей обыкновенного качества

Буквы «Ст» обозначают «Сталь», а цифры - условный номер марки в зависимости от химического состава, буква «Г» - марганец при его массовой доле в стали более 0,8%, буквы «кп»,

Марка стали	Массовая доля химических элементов, %		
	углерода	марганца	кремния
Ст0	Не более 0,23	-	-
Ст1кп	0,06-0,12	0,25-0,50	Не более 0,05
Ст1пс	0,06-0,12	0,25-0,50	0,05-0,15
Ст1сп	0,06-0,12	0,25-0,50	0,15-0,30
Ст2кп	0,09-0,15	0,25-0,50	Не более 0,05
Ст3сп	0,14-0,22	0,40-0,65	0,15-0,30
Ст4сп	0,18-0,27	0,40-0,70	0,15-0,30
Ст5Гпс	0,22-0,30	0,80-1,20	Не более 0,15
Ст6сп	0,38-0,49	0,50-0,80	0,15-0,30

Маркировка качественных углеродистых сталей

Эти стали маркируют двузначными числами, которые показывают среднее содержание углерода в сотых долях процента

Марка стали	Массовая доля элементов, %			
	углерод	кремний	марганец	хром, не более
08пс	0,05-0,11	0,05-0,17	0,35-0,65	0,1
08	0,05-0,12	0,17-0,37	0,35-0,65	0,1
11кп	0,05-0,12	не более 0,6	0,30-0,50	0,15
15	0,12-0,19	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25
20	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25
25	0,22-0,30	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25
30	0,27-0,35	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25
45	0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25
60	0,57-0,65	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25

Маркировка легированных сталей

Легированные стали подразделяются на качественные, высококачественные и особовысококачественные.

Система маркировки **качественной** легированной стали складывается из букв и цифр, которые ориентировочно указывают на ее химический состав. Цифры в начале марки указывают на среднее содержание углерода в сотых долях процента. Далее идут большие буквы, обозначающие тот или иной легирующий элемент, а цифра после каждой буквы указывает на содержание данного элемента в целых процентах.

Легирующие элементы имеют такие обозначения: азот (А), ниобий (Б), вольфрам (В), марганец (Г), медь (Д), кобальт (К), бериллий (Л), молибден (М), никель (Н), свинец (П), хром (Х), бор (Р), кремний (С), титан (Т), ванадий (Ф), цирконий (Ц), алюминий (Ю), редкоземельные металлы (Ч).

*Буква А в конце марки стали указывает на ограниченное содержание вредных примесей серы и фосфора (до 0,03% каждого), т. е. сталь является **высококачественной**.*

Особовысококачественная сталь дополнительно обозначается буквами Ш, ВД, ВИ и т.д. в конце наименования марки, где ВД указывает на то, что сталь или сплав получен вакуумно-дуговым переплавом Ш - электрошлаковым переплавом ВИ - методом

Химический состав конструкционных легированных сталей

Марка стали	Массовая доля элементов, %				
	углерод	кремний	марганец	хром	никель
12ХН	0,09-0,15	0,17-0,37	0,30-0,60	0,40-0,70	0,50-0,80
12ХНЗА	0,09-0,15	0,17-0,37	0,30-0,60	0,60-0,90	2,75-3,15
14ХГН	0,13-0,18	0,17-0,37	0,70-1,00	0,80-1,10	0,80-1,10
20Х	0,17-0,23	0,17-0,37	0,50-0,80	0,70-1,00	-

Влияние основных легирующих элементов на свойства сталей

Хром повышает способность сталей к термическому упрочнению, прочность, стойкость к коррозии, стойкость к абразивному износу.

Никель придает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, повышает ударную вязкость.

Вольфрам образует в стали очень твердые химические соединения - карбиды, резко увеличивающие твердость и красностойкость стали.

Ванадий повышает твердость и прочность.

Кобальт повышает жаропрочность, магнитные свойства, увеличивает ударную вязкость.

Молибден увеличивает красностойкость, упругость, предел прочности на растяжение, антикоррозионные свойства и сопротивление окислению при высоких температурах (окалиностойкость).

Титан повышает прочность стали, способствует измельчению зерна, улучшает обрабатываемость резанием и повышает сопротивление коррозии.

Алюминий повышает жаростойкость и окалиностойкость.

Область применения легированных конструкционных сталей

Марка стали	Назначение
07X21Г7АН5	Для изделий, работающих при криогенных температурах до минус 253°С и в средах средней агрессивности.
08X17Т	Изготовление оборудования, используемого в мясной и молочной промышленности при температуре от 30 до 140 °С.
08X17Н5МЗ	В винодельческой промышленности для изготовления деталей оборудования контактирующих с виноматериалами (вино, сусло, коньячный спирт).
08X18Г8Н2М2Т	Для изготовления деталей машин, аппаратов и цистерн для перевозки и хранения виноматериалов в течение до 30 дней.