

Направление подготовки бакалавров
«Химическая технология»

Материаловедение и технология конструкционных материалов



Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,
доцент



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Литература

Основная литература

- Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И. Материаловедение. Учебник для вузов. – С.П.: Химиздат, 2004, 735 с.
- Пейсахов А.М. Кучер А.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. СПб.: Изд-во Михайлова, 2003, 2004 г

Методическая литература

- Лихачев В.А. Материаловедение и технология В.А. Лихачев конструкционных материалов/ Учебное пособие. –Киров: Изд-во ГОУ ВПО «ВятГУ», 2010. – 64с.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Металлы в технике

- Из всего многообразия, выпускаемых в настоящее время конструкционных материалов, в технике при создании **конструкций** используются, прежде всего, металлы, а среди них сплавы **железо-углерод**:
- **Сплавы железо - углерод называют еще черные металлы.**
- Черные металлы делятся на: **стали и чугуны;**



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сплавы железа

- **Сталь** (основной материал для создания как **металлоконструкций**, так и **инструмента**)
- Сталь – сплав железо-углерод с концентрацией углерода от **0,02 – 2,14%**; (реально концентрация углерода в сталях доходит до 1,3%).

Стали значительно лучше чугунов по механическим характеристикам.

- **Чугун** - – сплав железо-углерод с концентрацией углерода **2,14% - 6,67%**; (Реально С до 4,6%)

Чугуны более дешевы у них лучше литейные свойства, но в строительной практике используются мало из-за высокой хрупкости.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Стали

Тема 7. Стали. Классификация сталей.

1.1. Виды классификаций.

1.2. Конструкционные стали.

1.3. Инструментальные стали.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Классификация сталей

Существует несколько видов классификаций сталей:

По составу:

- Углеродистые;
- Легированные.

По структуре:

- Перлитные;
- Мартенситные;
- Аустенитные;
- Ферритные.

По назначению:

- **Конструкционные**
- **Инструментальные**



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали

1. Углеродистые стали:

а) обычного качества

Это самые простые по составу и **дешевые** стали. Содержание углерода в стали может меняться в достаточно широких пределах, поэтому в обозначении стали содержание углерода не указывается.

Обозначаются; **Ст0, Ст1кп, ... Ст3сп, ... Ст6** .

где, Буквы Ст – обозначают слово сталь;

Цифра (0, ... 2, ... 5), обозначает номер стали, чем выше номер, тем больше в стали углерода. В конструкционных сталях содержание углерода обычно **менее или равно 0,6%**.

Буквы КП – кипящая; ПС – полуспокойная; СП – спокойная.

Буквы в стали обозначают насколько полно из нее успели выделиться газы СО и СО₂

В старых книгах и чертежах может встретиться старое обозначение этих сталей

*Старое обозначение: **БСт3кп, ВСт2пс** (В начале обозначения ставилась еще одна буква)*

А – стали, гарантированные по механическим свойствам;

Б – стали, гарантированные по химическим свойствам;

В – стали, гарантированные по механическим и химическим свойствам.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали

Конструкционные углеродистые

б) качественные стали

Качество стали повышается за счет более четкого содержания углерода и снижения содержания примесей S и P.

Обозначение: Сталь05; сталь 08кп; сталь10; сталь15сп; сталь20;...; сталь 60. где: 08, 10,... 60 –среднее содержание углерода в сотых долях процента.

Буквы: КП – кипящая; ПС – полуспокойная; СП – спокойная.

Стали конструкционные углеродистые (обычного качества и качественные) особых коррозионных свойств не имеют.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали

в) **автоматные стали.** Стали для крепежа, получающегося при высоких скоростях резания.

Для улучшения чистоты обработки стали легируются вредными компонентами (S, Se, Pb, Ca)

A15, A20, A25, ...A40. – легируются серой;

AE15 – легируются селеном;

AC15 – легируются свинцом;

AЦ15 – легируются кальцием.

Где, А – автоматная, 15 - среднее содержание углерода в сотых долях процента.
Е- селен; С- свинец, Ц – кальций.

За счет введения вредных компонентов у автоматных сталей хуже **механические характеристики и повышенная коррозионная активность.**

г) **литейные стали.** Стали для изготовления деталей методом литья.

15Л, 20Л, 25Л, ... 45Л.



Конструкционные стали

2. Легированные стали

Легирование:

- **низкое** (суммарная концентрация легирующих компонентов до 2,5%); (до 5%). Используется, в основном, для улучшения **механических** характеристик стали.
- **среднее** (от 2,5 до 10%); (от 5%)
- **высокое** (свыше 10%).

а) **качественные**

40X, 30XГС, 34ХН1М2Ф, 10ХСНД, 22Х2Г2АЮ.

где: 40, 30, 34, 10 – среднее содержание углерода в сотых долях процента;

Х, Г, Н, М – обозначение легирующего компонента;

1, 2 – среднее содержание легирующего компонента



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Обозначение легирующих элементов в сталях

- По **первой** букве русского названия:

Обозначение легирующих компонентов:

Х – Cr, Н – Ni, М – Mo, Т – Ti, В – W, К – Co, А – N,

По **последующим** буквам русского названия:

Д – Cu, Г – Mn, Ю – Al, Б – Nb, Е – Se, Р – В,

Исключения:

Ф – V, П – P, С – Si,



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные легированные стали

б) высококачественные

Стали с меньшим содержанием S и P и поэтому прочнее.

Примеры обозначения: 30ХГСА, 34ХН1М2ФА.

Таким образом, буква А в обозначении сталей может встретиться в 3 положениях:

- 1. В начале обозначения А15, АС12ХН, АЦ10ХНЗ, что означает, что сталь **автоматная**;*
- 2. В середине обозначения 30ХНАМ, что означает, что сталь азотированная, легированная азотом;*
- 3. В конце обозначения 35ХМА, 38Х2МЮА, что означает, что сталь **высококачественная**.*



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные легированные стали

в) особо высококачественные

Стали с меньшим содержанием неметаллических включений (НВ)

Примеры обозначений: 30ХГС-Ш, 20ХМФ-ВД

Вид переплава:

Ш – шлаковый; ВД – вакуумно-дуговой;

ПД – плазменно-дуговой;

ВИ – вакуумно-индукционный.

г) шарикоподшипниковые

*ШХ4, ШХ15, где Ш – шарикоподшипниковая, Х- легированная хромом, 4,15 – содержание хрома в **десятых долях** процента.*

Содержание углерода в шарикоподшипниковых сталях одинаковое 0,8-0,9 процента и в обозначении не показывается.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Стали конструкционные особого назначения

3. Стали особого назначения

3.1 Жаростойкие (окалиностойкие)

Жаростойкость – способность сталей сопротивляться химической коррозии при высоких температурах.

Достигается введение в сталь легирующих
КОМПОНЕНТОВ:

Cr -4-5 – 30%, Al – 0-5%, Si – 0–4%

Примеры: 15X5M, 40X9C2Ю, 12X13, 10X28.

Жаростойкие стали узнаются по содержанию хрома, его должно быть 5 и более %



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали особого назначения

3.2 Жаропрочные

Жаропрочность – способность сталей сохранять свои механические характеристики при высоких температурах.

Достигается дополнительным легированием сталей W, Mo, V, Co, Nb, B

Примеры: 15X11МФ, 18X12ВМБФР.

Жаропрочные стали обязательно должны быть и жаростойкими, т.е. в своем составе содержать не менее 5% хрома.

Жаропрочные стали узнаются по содержанию хрома, его должно быть 5 и более % и по наличию элементов жаропрочного легирования.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали особого назначения

3.3 Коррозионностойкие

Коррозионная стойкость – способность сталей сопротивляться электрохимической коррозии в электролитах.

*Достигается легированием стали **Cr, Ni, Mo, Cu***

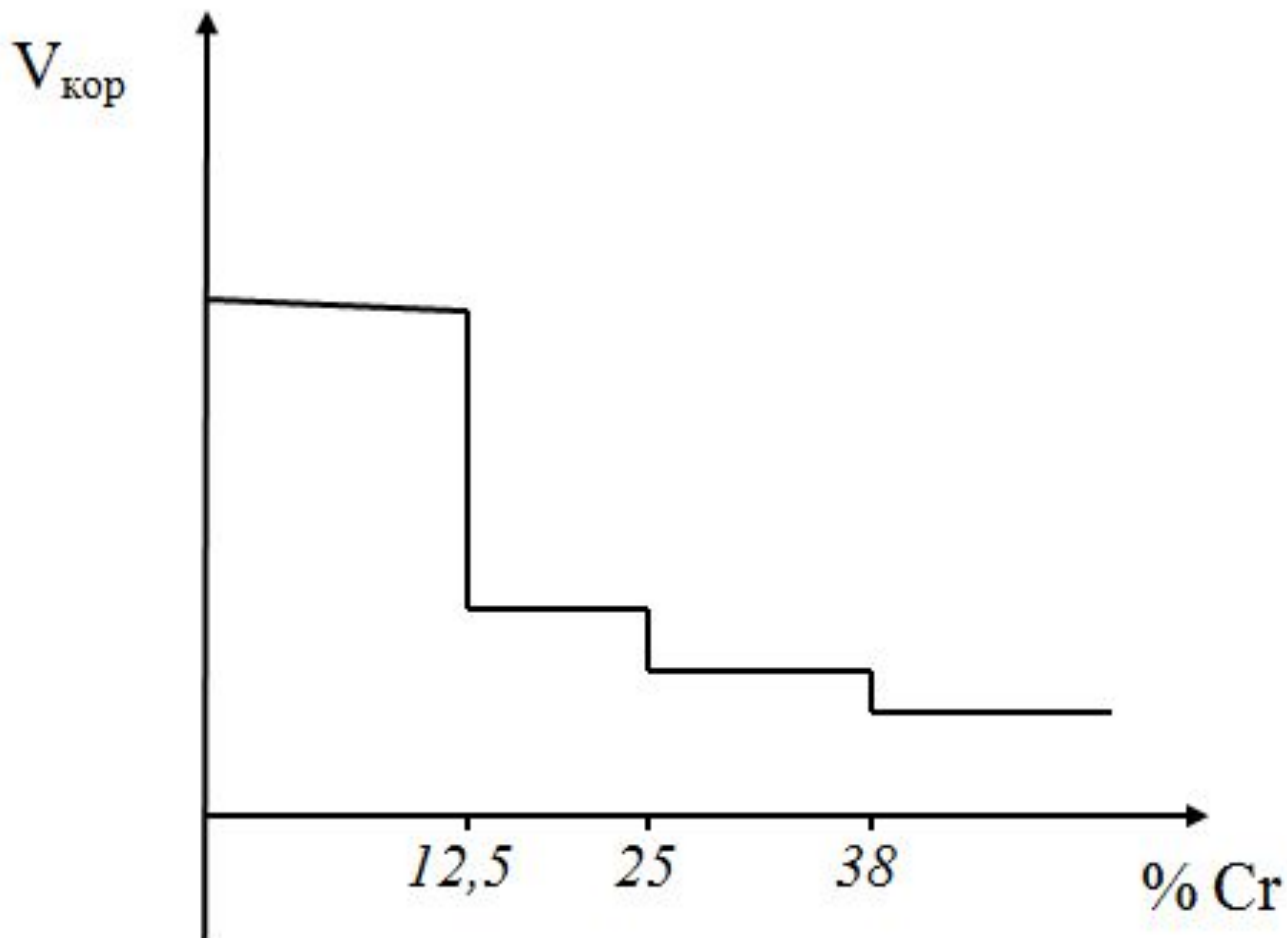
Основной** легирующий элемент **Cr**, который вводится в сталь в соответствии с правилом **Таммана

Правило Таммана: коррозионная стойкость сплавов с ростом содержания легирующего компонента меняется скачками. Скачки наблюдаются при достижении концентрации легирующего компонента $n/8$ атомной доли, где $n = 1, 2, \dots, 7$.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Правило Таммана для Cr в нержавеющей сталях





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Виды коррозионно-стойких сталей.

Хромистые

Примеры обозначения 08X13, 10X13, 12X17, 20X13, 12X17

Хромникелевые стали – самые распространённые коррозионностойкие стали.

12X18H9T, 12X18H10T, 10X18Г8H2T.

Cr : Ni = 18 : 9

Cr : Ni = 18 : 10

Хромникельмолибденомедные

Mo, Cu – дополнительные легирующие компоненты, повышающие стойкость в хлоридах и кислотах. Ti – повышает стойкость к межкристаллитной коррозии.

08X23H23M3Д3T. (08XH23МДТ)

Коррозионностойкие (нержавеющие) стали узнаются по содержанию хрома, его должно быть более 12,5%



Инструментальные стали.

Стали для изготовления инструмента, режущего, мерительного, штампов. Основное требование высокая твердость и износостойкость.

1. Углеродистые

У7, У8, ... У13.

*где У- углеродистая инструментальная; 7,8,13 – среднее содержание углерода в **десятых** долях процента.*

У9А, У10А – высококачественные.

2. Легированные

Х, 9Х, 6ХВГ, 9ХС, 7ХГ2ВМ, 4Х2В5МФ.

Если перед обозначение стали нет цифры, то содержание углерода в ней 1 %



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Инструментальные быстрорежущие стали

3. Быстрорежущие стали. ГОСТ 19265-73

P18, P6M3, P9K5, P6M5K5.

где, P- быстрорежущая инструментальная;

Быстрорежущие стали используются для изготовления инструмента (фрез, сверл, метчиков) для резания с большой скоростью, они должны обладать способностью сохранять высокую твердость, прочность и износостойкость при повышенных температурах.

В большинстве быстрорежущих сталей содержание углерода одинаково и составляет **0,8-0,9 %** и в маркировке стали не показывается, если содержание углерода иное, например, 1,1%, то 11P3AM3Ф2



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Инструментальные быстрорежущие стали

В процессе работы быстрорежущие стали нагреваются, поэтому должны быть **жаропрочными**, цифра после буквы **P** обозначает процентное содержание основного упрочняющего элемента жаропрочного легирования **W**.

- Для повышения жаропрочности быстрорежущие стали дополнительно часто легируются молибденом (**M**), кобальтом (**K**), ванадием (**Ф**)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Инструментальные быстрорежущие стали

В процессе работы быстрорежущие стали нагреваются и следовательно должны быть еще и **жаростойкими**.

Жаростойкость обеспечивается введением в быстрорежущие стали **Cr**, который в них вводится всегда в одной и той же концентрации **4-5%**, обеспечивает жаростойкость до 600°C и в маркировке стали, также как и углерод не показывается.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Примеры классификации сталей

- Таким образом, обозначение сталей, применяемое в России позволяет узнать:
- Какая это сталь: **конструкционная или инструментальная** (это определяется по обозначению углерода: две цифры- сталь конструкционная, одна цифра – инструментальная).
- Дает сведения о **составе** стали: количества в ней углерода и основных легирующих элементов. По составу стали можно определить ее коррозионные свойства (при концентрации **Cr > 4%** сталь становится **жаростойкой**, при концентрации **Cr > 12,5%** **коррозионностойкой (нержавеющей)** , при дополнительном легировании жаростойкой стали W, Mo, Co, V, Nb сталь становится **жаропрочной**.
- **Количество углерода** в стали позволяет узнать способность ее к **сварке и закалке**.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Примеры расшифровки обозначения сталей

- **05кп** – конструкционная, углеродистая, качественная, кипящая, содержит 0,05% углерода, особых коррозионных свойств не имеет (ОКСН).
- **30ХГСА** – конструкционная, легированная, высококачественная, содержит: С - 0,3%, Cr, Mn, Si < 1%, особых коррозионных свойств не имеет (ОКСН).
- **10ХНДП** – конструкционная, легированная, содержит 0,1% С, Cr, Ni, Cu, P < 1%, ОКСН.
- **У9А** – инструментальная углеродистая сталь, высококачественная, содержит: 0,9%С, ОКСН.
- **4Х3ВМФ** – инструментальная легированная сталь, содержит: 0,4%С, 3%Cr, <1% W, Mo, V, ОКСН.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Примеры расшифровки обозначения сталей

Примеры расшифровки обозначений в сталях.

Р6М5 – инструментальная, быстрорежущая, содержит: 0,8-0,9%С, 6%W, 5% Мо, 5% Cr, жаростойкая, жаропрочная.

12Х18Н9Т – конструкционная легированная сталь, особого назначения, содержит: 0,12 % С, 18% Cr, 9% Ni, Ti < 1%, жаростойкая и коррозионностойкая.

A15СН – конструкционная автоматная легированная сталь, содержит : 0,15 % С, Si < 1%, Ni < 1%/ повышенная коррозионная активность за счет серы.