

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

# 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 СО<sub>2</sub>

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.

# 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

# 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**.*

# 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 **десятих долях** процента.*

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

## 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***

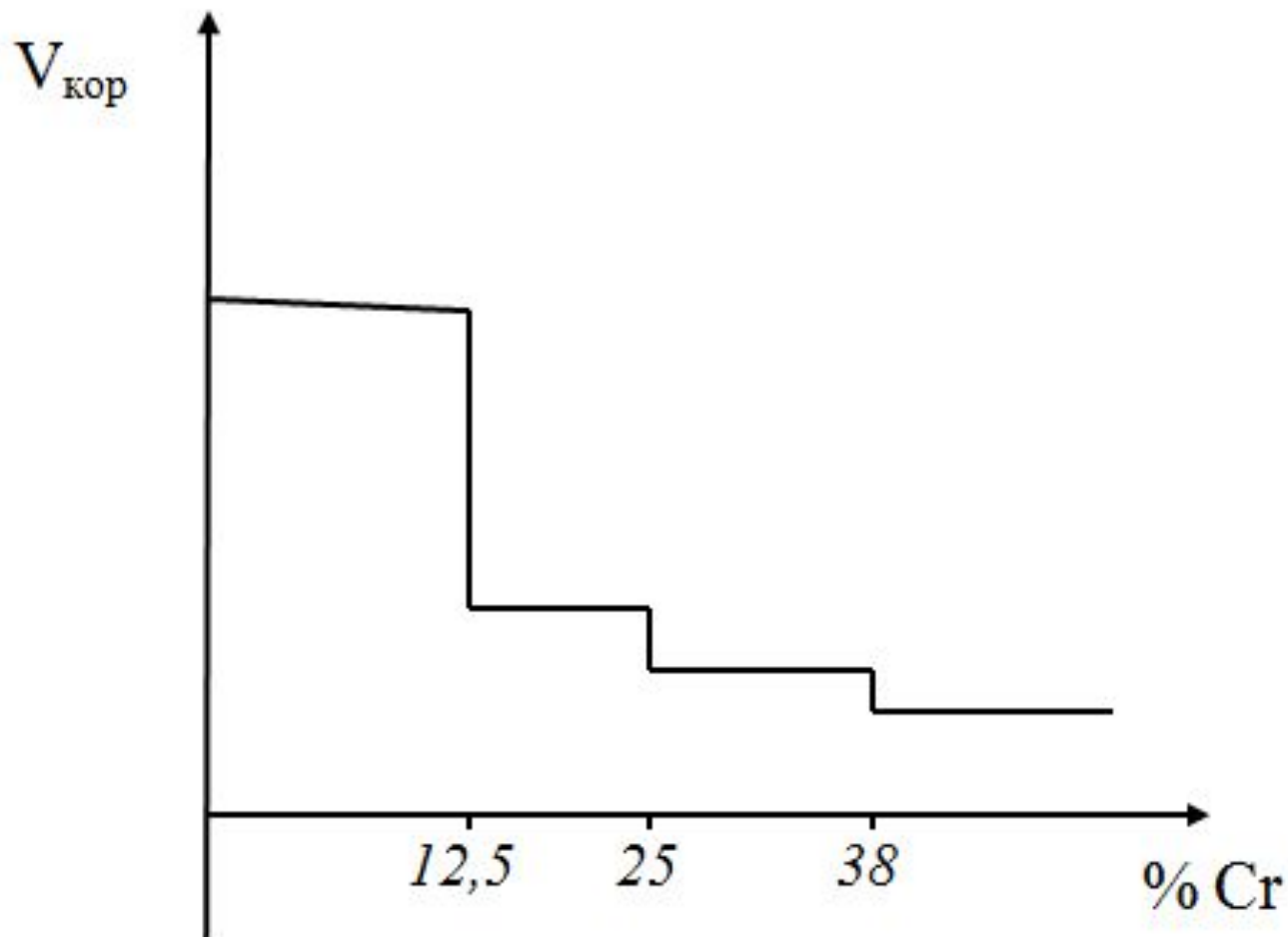
***Основной** легирующий элемент **Cr**, который вводится в сталь в соответствии с правилом **Таммана***

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



## Виды коррозионно-стойких сталей.

### Хромистые

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

**Хромникелевые** стали — самые распространённые коррозионностойкие стали.

*12X18H9T, 12X18H10T, 10X18Г8Н2Т.*

$\text{Cr} : \text{Ni} = 18 : 9$        $\text{Cr} : \text{Ni} = 18 : 10$

### Хромникельмолибденомедные

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

*08X23H23M3Д3Т. (08ХН23МДТ)*

*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 **десятих** 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 %

# Инструментальные быстрорежущие стали

## 3. Быстрорежущие стали. ГОСТ 19265-73

*P18, P6M3, P9K5, P6M5K5.*

где, Р- 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 Р обозначает процентное содержание основного упрочняющего элемента жаропрочного легирования **W**.

- Для повышения жаропрочности быстрорежущие стали дополнительно часто легируются молибденом (**М**), кобальтом (**К**), 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  $600^{\circ}\text{C}$  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.

# 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.

**А15СН** – конструкционная автоматная легированная сталь, содержит : 0,15 % С, Si < 1%, Ni < 1%/ повышенная коррозионная активность за счет серы.