

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

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

Ст0, Ст1, ... Ст3сп, ... Ст6 .

Старое обозначение: БСт3кп, ВСт2пс

А – стали, гарантированные по механическим свойствам;

Б – стали, гарантированные по химическим свойствам;

В – стали, гарантированные по механическим и химическим свойствам.

КП – кипящая;

ПС – полуспокойная;

СП – спокойная.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные стали

б) качественные стали

*Сталь 0,5; сталь 0,8кп; сталь 10; сталь 15сп; сталь 20;...;
сталь 60. где: 0,8, 10, ... 60 – среднее содержание углерода
в сотых долях процента*

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

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

AE15 – легируются селеном;

AC15 – легируются свинцом;

AЦ15 – легируются кальцием.

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%)
- **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,



Конструкционные легированные стали

б) высококачественные

30ХГСА, 34ХН1М2ФА. С меньшим содержанием S и P.

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

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



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Конструкционные легированные стали

в) особо высококачественные

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.*



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Арматурные стали

- Арматурный пруток может быть гладкий и с переменным профилем:



Кольцевой профиль



Серповидный профиль



Смешанный профиль



Арматура периодического профиля представляет собой круглые профили с двумя продольными и поперечными выступами.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Арматурные стали

- Арматура железобетона изготавливается по двум ГОСТам;
- **ГОСТ 5781-82** «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций» Технические условия.
- **ГОСТ 10884-94** «Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций». Технические условия.
- Согласно **ГОСТ 5781-82** арматурная сталь различается по **классам**:
- А-I (А240); А-II (А300); Ас-II (Ас300); А-III (А400); А-IV (А600); А-V (А800); А-VI (А1000).
- Согласно **ГОСТ 10884-94** классы **упрочненной** арматурной стали следующие: Ат400С, Ат500С, Ат600, Ат600С, Ат600К, Ат800, Ат800К, Ат1000, Ат1000К и Ат1200.



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Арматурные стали

- Чем **выше класс**, тем выше **прочность** арматурной стали, цифры в скобках определяют **предел текучести (σ_{02})** в **н/мм²**.
- Стержни арматурной стали класса:
А-I - гладкие; А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI - периодического профиля.
- Примеры обозначения:
 - 20-A-II ГОСТ 5781-82** - Арматурная сталь диаметром 20 мм, класса **A-II (A300)**.
 - 20At800 ГОСТ 10884-94** - Арматурная сталь термически упрочненная диаметром 20 мм, класса прочности **At800**.
 - 16At600K ГОСТ 10884-94** - То же, диаметром 16 мм, класса прочности **At600**, стойкая против коррозионного растрескивания

Каждый класс арматурной стали соответствует определенному



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Характеристики горячекатаной арматурной стали и состав.

| Класс арматурно й стали | Предел текучести $\sigma_{0.2}$ | | Временное сопротивлени е разрыву σ_{ϵ} | | Относительно е удлинение δ | Марка стали |
|-------------------------------|------------------------------------|---------------------|--|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Н/мм ² | кгс/мм ² | Н/мм ² | кгс/мм ² | | |
| A-I (A240) | 235 | 24 | 373 | 38 | 25 | Ст3кп (пс, сп) |
| A-II (A300) | 295 | 30 | 490 | 50 | 19 | Ст5сп (пс) , 18Г2С |
| Ac-II (Ac300) | 295 | 30 | 441 | 45 | 25 | 10ГТ |
| A-III (A400) | 390 | 40 | 590 | 60 | 14 | 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс |
| A-IV (A600) | 590 | 60 | 883 | 90 | 6 | 80С, 20ХГ2С |
| A-V (A800) | 785 | 80 | 1030 | 105 | 7 | 23Х2Г2Т |
| A-VI (A1000) | 980 | 100 | 1230 | 125 | 6 | 22Х2Г2АЮ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2 |



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Характеристики термомеханически упрочненной арматурной стали и ее состав

| Класс арматурной стали | Обозначение по ранее действовавшей НТД | Номинальный размер | Марка стали |
|---------------------------|--|-----------------------|--|
| Ат400С | - | 6 - 40 | Ст3сп, Ст3пс |
| Ат500С | - | 6 - 40 | Ст5сп, Ст5пс |
| Ат600 | Ат-IV | 6 - 40 | 20ГС |
| Ат600С | Ат-IVС | 10 - 40 | 25Г2С, 35ГС, 28С, 27ГС |
| Ат600К | Ат-IVК | 10 - 40 | 10ГС2, 08Г2С, 25С2Р |
| Ат800 | Ат-V | 10 - 32 | 20ГС, 20ГС2, 08Г2С, 10ГС2, 28С, 25Г2С, 22С |
| Ат800К | Ат-VК | 18 - 32 | 35ГС, 25С2Р, 20ГС2 |
| Ат100 | Ат-VI | 18 - 32 | 35ГС, 25С2Р |
| Ат100К | Ат-VIK | 10 - 32 | 20ГС, 20ГС2, 25С2Р |
| Ат1200 | Ат-VII | 10 - 32 | 20ХГС2 |
| | | 10 - 32 | 30ХС2 |



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Строительные стали

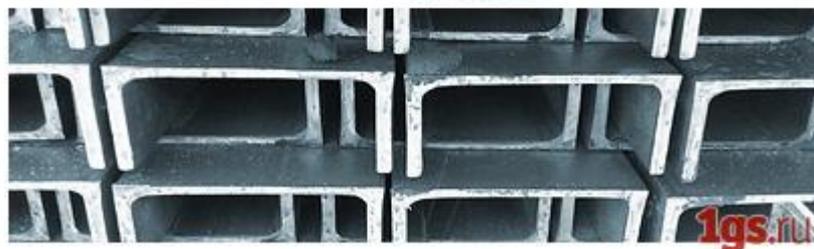
- Строительный прокат также маркируется специфично.
- Фасонный прокат (уголки, швеллера, двутавр) изготавливают из стали [C235](#), [C245](#), [C255](#), [C275](#), [C285](#), [C345](#), [C345K](#), [C375](#),
- Листовой универсальный прокат и гнутые профили - из стали [C235](#), [C245](#), [C255](#), [C275](#), [C285](#), [C345](#), [C345K](#), [C375](#), [C390](#), [C390K](#), [C440](#), [C590](#), [C590K](#).
- Примечание. Буква С означает - сталь **строительная**, цифры условно обозначают **предел текучести ($\sigma_T, \sigma_{0.2}$)** проката, в н/мм²
- буква К - вариант химического состава



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Строительный прокат

Лист;
Уголок;
Швеллер;
Стержень;
Труба
Квадрат;
Арматура.





ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Строительные стали

- Марки конструкционных сталей для строительного проката приведены в таблице.
- Чем прочнее сталь, тем больше в ней легирующих элементов.

| Наименование стали | Марки по действующим стандартам Марка стали | Обозначение стандарта |
|----------------------------------|--|---|
| <u>C235 C245</u> | <u>Ст3кп2</u> | <u>ГОСТ 380-94, ГОСТ 535-88</u> |
| | <u>Ст3пс5</u> | <u>ГОСТ 380-94, ГОСТ 535-88</u> |
| | <u>Ст3сп5</u> | <u>ГОСТ 380-94, ГОСТ 535-88</u> |
| <u>C255</u> | <u>Ст3Гпс, Ст3Гсп</u> | <u>ГОСТ 380-94</u> |
| <u>C275</u> | <u>Ст3пс</u> | <u>ГОСТ 380-94</u> |
| <u>C285</u> | <u>Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп</u> | <u>ГОСТ 380-94</u> |
| <u>C345</u> | <u>12Г2С</u> | - |
| | <u>09Г2С</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C345Д</u> | <u>12Г2СД</u> | - |
| | <u>09Г2СД</u> | - |
| <u>C345К</u> | <u>10ХНДП</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C375</u> | <u>12Г2С</u> | - |
| <u>C375Д</u> | <u>12Г2СД</u> | - |
| <u>C390</u> | <u>14Г2АФ</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C390Д</u> | <u>14Г2АФД</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C390К</u> | <u>15Г2АФДпс</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C440</u> | <u>16Г2АФ</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C440Д</u> | <u>16Г2АФД</u> | <u>ГОСТ 19282-73</u> |
| <u>C500</u> | <u>12Г2СМФ</u> | |



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%

15X5M, 40X9C2Ю, 12X13, 10X28.



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, В

15X11МФ, 18X12ВМБФР.

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



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***

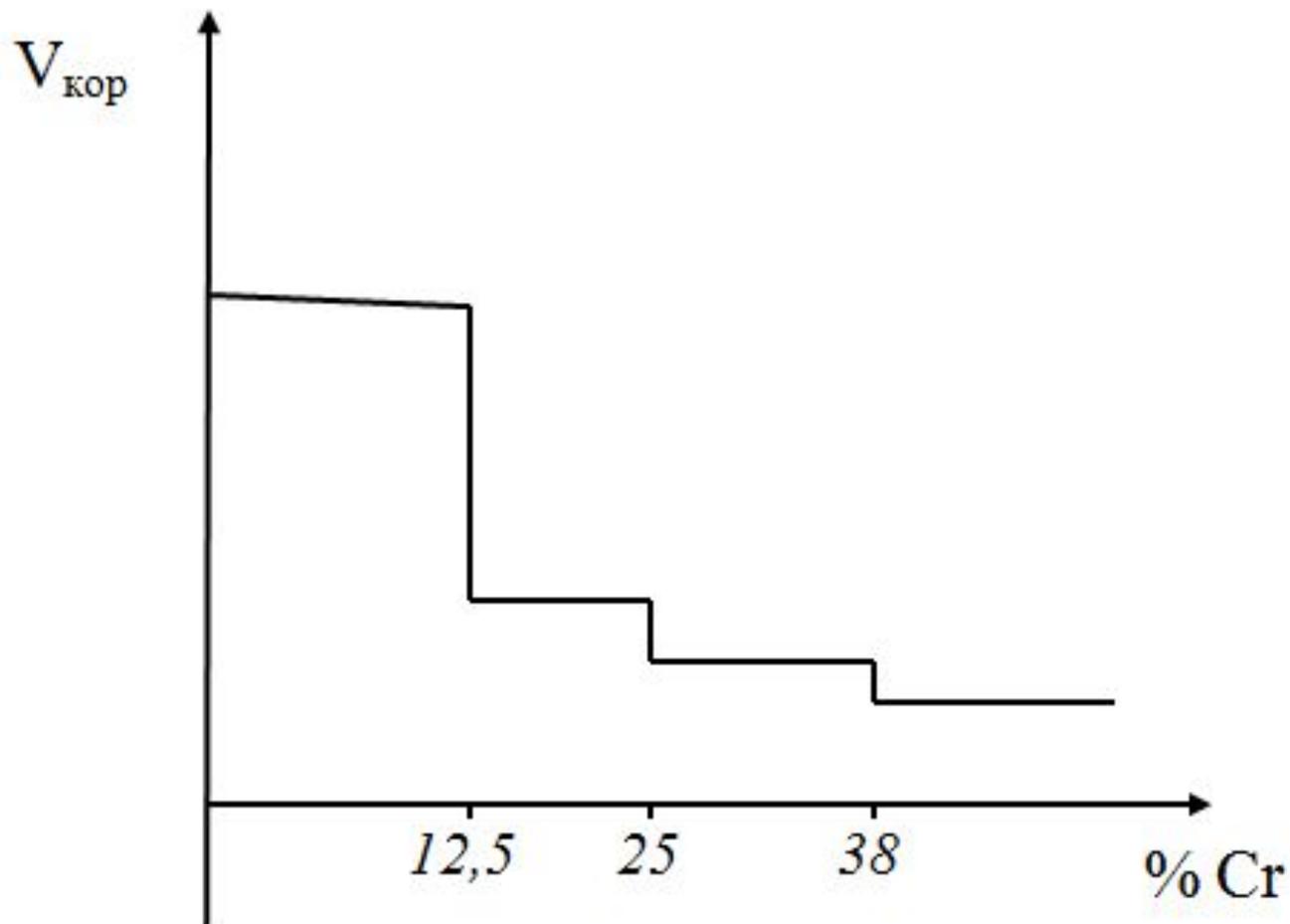
Основной** легирующий элемент **Cr**, который вводится в сталь в соответствии с правилом **Таммана

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

08X13, 10X13, 12X17, 20X13, 12X17

Хромникелевые стали – самые распространённые коррозионностойкие стали.

12X18H9T, 12X18H10T, 10X18Г8Н2Т.

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.

08X23H23M3Д3Т.



Инструментальные стали.

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

1. Углеродистые

У7, У8, ... У13.

где 7,8,13 – среднее содержание углерода в десятых долях процента.

У9А, У10А – высококачественные.

2. Легированные

Х, 9Х, 6ХВГ, 9ХС, 7ХГ2ВМ, 4Х2В5МФ.

Если перед обозначением 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;

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 (**Φ**)



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.