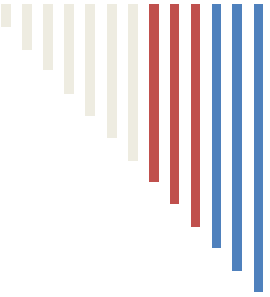


# Стали



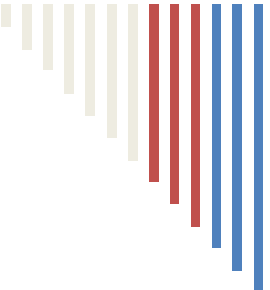
- 
- **Сталь** – это сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится не больше 2,14%.
  - В стали могут так же содержаться примеси: марганец и кремний.
  - Вредные примеси: сера и фосфор.
  - Сталь выплавляется из чугуна (передельного - белого).
-



---

# Способы выплавки стали:

- Мартеновская печь
  - Конвертер
  - Электropечь
-



# Углеродистые и легированные стали

- Если сталь имеет в своем составе железо и углерод и некоторое количество постоянных примесей – марганец (до 0,7%), кремний (до 0,4%), серу (до 0,06%), фосфор (до 0,07%) и газы, то такую сталь называют **углеродистой**.
  - Если в процессе плавки углеродистой стали к ней добавляют легирующие элементы (хром, никель, ванадий и т. Д.), то такую сталь называют **легированной**.
-



# Классификация сталей

## 1. По составу

	<b>Углеродистые стали</b>	<b>Легированные стали</b>
<del>2.1.</del>	низкоуглеродистая (C=0,08...0,25%)	низколегированная (лег. элем. до 5%)
<del>2.2.</del>	среднеуглеродистая (C=0,25...0,6%)	среднелегированная (5-10%)
<del>2.3.</del>	высокоуглеродистая (C=св.0,6%)	высоколегированная (св. 10%)



# Классификация сталей

## 2. По качеству (в зависимости от содержания вредных примесей)

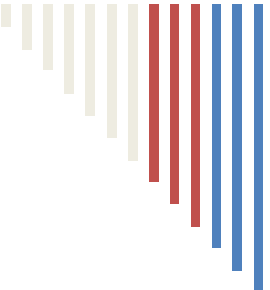
	<b>Углеродистые стали</b>	<b>Легированные стали</b>
2.1.	Сталь обыкновенного качества: S, P $\leq$ 0,04%	
2.2.	Сталь качественная: S, P $\leq$ 0,035%	Сталь качественная: S, P $\leq$ 0,035%
2.3.	Сталь высококачественная: S, P $\leq$ 0,025%	Сталь высококачественная: S, P $\leq$ 0,025%
2.4.		Сталь особо-высоко-качественная: S, P $\leq$ 0,015%



# Классификация сталей

## 3. По назначению

	Углеродистые стали	Легированные стали
3.1.	<b>Инструментальная</b> (для реж инструмента, инструмент для ОМД, для измерительного инструмента)	
3.2.	<b>Конструкционная</b> (строительные опоры, подшипники, пружины, корпуса)	
3.3.		<b>Стали с особыми свойствами</b> (коррозионно-стойкие, электро-технические, магнитные, жаропрочные)



# Влияние основных химических элементов на свойства углеродистой стали

**Углерод** – увеличивает прочность и твердость стали, но снижает пластичность и ударную вязкость

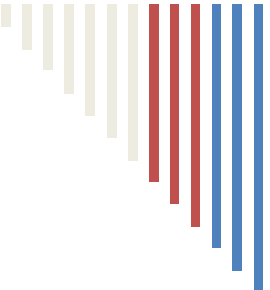
**Марганец и кремний** – являются сопутствующими примесями, никакого влияния на свойства стали не оказывают

**Сера** – увеличивает красноломкость стали (хрупкость при повышенных температурах)

**Фосфор** – увеличивает хладноломкость (хрупкость при комнатной и пониженной температурах)

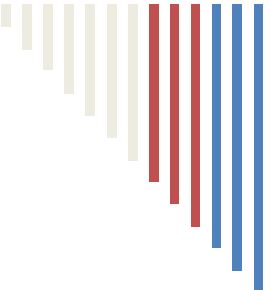
---





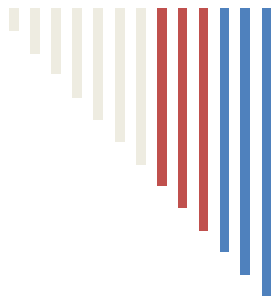
## Влияние основных химических элементов на свойства легированной стали

- **Марганец** – увеличивает твердость, но способствует росту зерна при нагреве (марганцовистые стали могут работать только при комнатной температуре)
- **Кремний** – увеличивает упругость и пластичность стали (является основным легирующим элементом для **пружинно-рессорных сталей**). Так же повышает магнитную проницаемость (является основным легирующим элементом для **электротехнических сталей**)

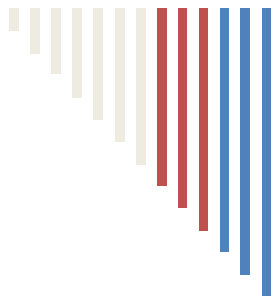


# Влияние основных химических элементов на свойства легированной стали

- **Хром** – наиболее дешевый и распространенный элемент. Улучшает все свойства стали. Он повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, и обеспечивает устойчивость магнитных сил.
  - При содержании хрома более 12% сталь покрывается оксидной пленкой  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , которая защищает сталь от воздействия влаги – сталь становится коррозионностойкая (***нержавеющая сталь***).
-



- **Никель** – улучшает все свойства стали, но является дорогим и дефицитным хим элементом. При содержании никеля более 10% сталь становится ***жаростойкой и жаропрочной***. Сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, оказывает влияние на изменение коэффициента теплового расширения.



**Жаростойкость** – это способность материала работать при высоких температурах в **ненагруженном состоянии**

**Жаропрочность** – это способность материала работать при высоких температурах в **нагруженном состоянии**

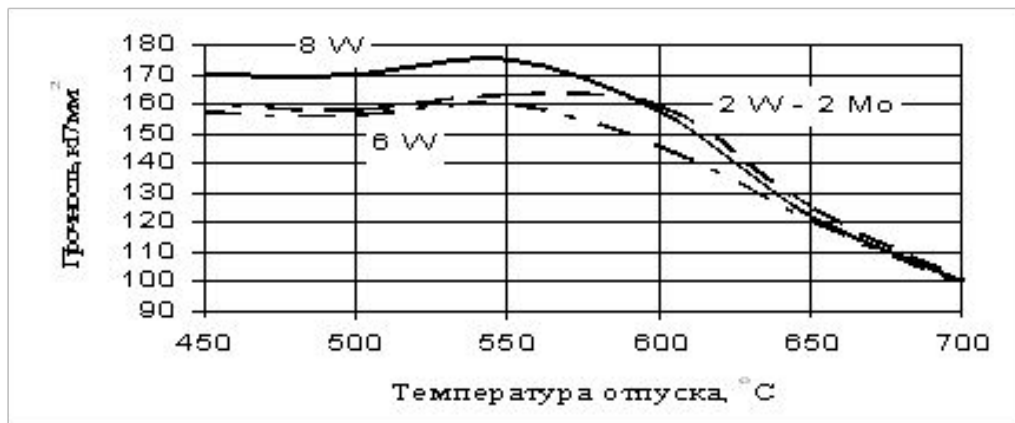
# Алюминий

- хорошо раскисляет сталь, нейтрализует вредное влияние фосфора, несколько повышает ее ударную вязкость



# Вольфрам

- образует в стали очень твердые химические соединения - карбиды, резко увеличивающие твердость и красностойкость. Вольфрам препятствует росту зерен стали при нагреве, способствует устранению хрупкости при отпуске. Это дорогой и дефицитный металл.





# Маркировка углеродистых сталей

- Обозначение **сталей обыкновенного качества** – буквенно-цифровое:

**Ст0, Ст1 – Ст6, Ст4пс**

**БСт0, БСт1 – БСт6, БСт3кп**

**ВСт0, ВСт1 – ВСт6**

**Ст** – сталь

Цифра **0-6** – условный номер марки

**Б, В** – группы стали (А – в маркировке не указывается)

**пс** – полуспокойная, **кп** – кипящая, **сп** – спокойная – степень раскисления.

---



# Маркировка углеродистых сталей

- Углеродистые **качественные конструкционные** стали обозначают двухзначной цифрой, указывающей содержание углерода в сотых долях процента, например:

**15**

**40**

Содержание углерода 0,15% и 0,4% соответственно.

---





# Маркировка углеродистых сталей

- Углеродистые **инструментальные стали** маркируются буквой «У», цифры за ней – содержание углерода в десятых долях процента, например:

**У9**

**У10А**

**У8Г**

У – углеродистая, 9 – содержание углерода 0,9%

А – высококачественная

Г – повышенное содержание марганца

---



# Маркировка легированных сталей

- Легирующие элементы в маркировке указываются буквами русского алфавита:

Азот N – **А**

Алюминий Al – **Ю**

Бор B – **Р**

Ванадий V – **Ф**

Вольфрам W – **В**

Кремний Si – **С**

Кобальт Co – **К**

Магний Mg – **Ш**

Марганец Mn – **Г**

Медь Cu – **Д**

Молибден Mo – **М**

Никель Ni – **Н**

Ниобий Nb – **Б**

Титан Ti – **Т**

Хром Cr – **Х**

Цирконий Zr – **Ц**

Количество легирующего элемента в стали маркируется цифрой после соответствующей буквы, если цифры нет, то элемента 1%:

---

**ХВ5** – хрома 1%, вольфрама 5%



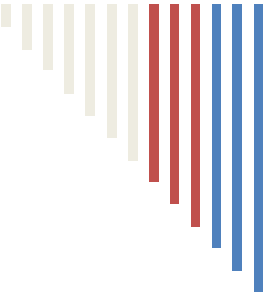
# Маркировка легированных сталей

- Если в начале марки стоит двухзначное число, то эта сталь – **конструкционная**, а число указывает содержание углерода в сотых долях процента:

**55С2** – конструкционная

55 – углерода 0,55%, С2 – кремния 2%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если в начале марки стоит однозначное число, то эта сталь – **инструментальная**, а число указывает содержание углерода в десятых долях процента:

**9ХС** – инструментальная

9 – углерода 0,9%, Х – хрома 1%, С – кремния 1%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если перед маркой легированной стали цифры нет, то это **инструментальная сталь** с содержанием углерода 1%:

**X4ВГ** – инструментальная углерода 1%, X4 – хрома 4%, В – вольфрама 1%, Г – марганца 1%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если в конце марки легированной стали стоит буква «А», то сталь **высокого качества**:

**50С2Н2А** – конструкционная

50 – углерода 0,5%, С2 – кремния 2%, Н2 – никеля 2%, А – высокого качества.

---



# Маркировка легированных сталей

- Если буква «А» стоит в середине марки, то она указывает на содержание **Азота** (добавляют в сталь для упрочнения), а его процентное содержание определяют по справочнику:

**10Х14АГ15** – конструкционная

10 – углерода 0,1%, Х14 – хрома 14%, А – наличие азота, Г15 – марганца 15%.

---



# Маркировка легированных сталей

- Если буква «**А**» стоит в начале марки, то эта сталь – **автоматная**, то есть с повышенным содержанием серы и фосфора до 0,08% (облегчает обрабатываемость). Применяется на станках-автоматах. Может быть углеродистой и легированной:

**А14** – углеродистая А – автоматная, С=0,14%

**АС20ХГМ** – легированная А – автоматная, С – повышенное содержание свинца, 20 – углерода 0,2%, Х – хрома 1%, Г – марганца 1%, Н – никеля 1%, М – молибдена 1%.





# Маркировка легированных сталей

- Если марка начинается с буквы «Е», то эта сталь **магнитная**, то есть сталь с низкой магнитной проницаемостью:

**ЕХ3**

Углерода 1%,

Е – магнитная сталь,

Х3 – хрома 3%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если марка стали начинается с буквы «Р», то эта сталь **быстрорежущая**, основным элементом которой является вольфрам и его содержание указывается в процентах после буквы «Р»:

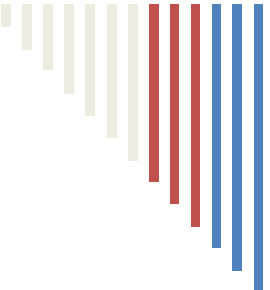
**Р6М5**

Р – быстрорежущая

6 – вольфрама 6%

М5 – молибдена 5%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если марка легированной стали начинается с буквы «Ш», то это **шарикоподшипниковая сталь**, основным легирующим элементом которой является хром, содержание хрома указывается в десятых долях процента:

**ШХ15**

Ш – подшипниковая

Х15 – хрома 1,5%

---



# Маркировка легированных сталей

- Если марка стали начинается с буквы «Э», то это **электротехническая сталь**, то есть сталь с высокой магнитной проницаемостью (трансформаторная сталь), основной легирующий элемент – кремний, его содержание указывается после буквы «Э», а остальной хим состав – по справочнику:

**Э11 – Э41**

Э – электротехническая сталь, 1-4 – кремния 1-4%, 1 - № группы (хим состав по справочнику)

---



# Маркировка легированных сталей

- Если в конце марки стоит буква «Л», то сталь с улучшенными литейными свойствами:

**30ХГНЛ**

**45Л**

---



# Маркировка легированных сталей

- Все легированные инструментальные стали и стали с особыми свойствами являются сталями высокого качества, поэтому буква «А» в конце марки не ставится:

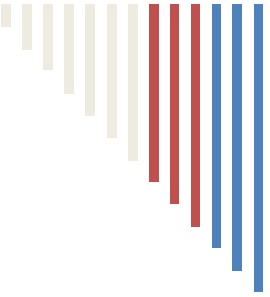
**P12**

**9ХС**

**Э48**

**E3X18H10**

---



# Маркировка легированных сталей

- Если в конце марки легированной стали стоит буква «Ш», то эта сталь **особо высококачественная**, то есть с пониженным содержанием серы и фосфора и очищенная от всех металлических и неметаллических включений:

**30ХГСШ**

---