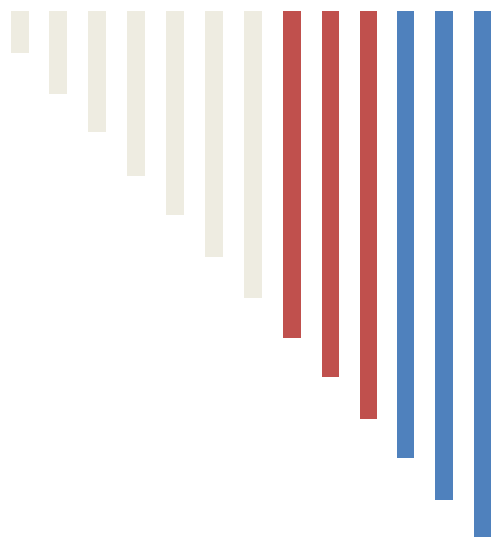
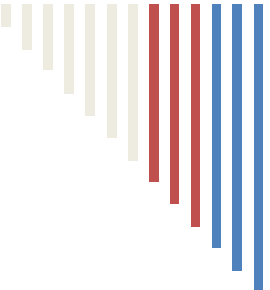
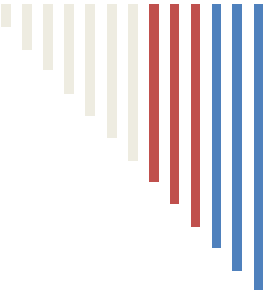




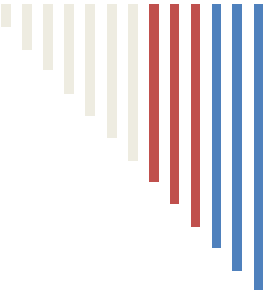
Стали

- 
- **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).



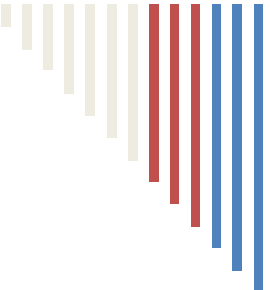
Способы выплавки стали:

- ☐ Мартеновская печь
 - ☐ Конвертер
 - ☐ Электropечь
-



Углеродистые и легированные стали

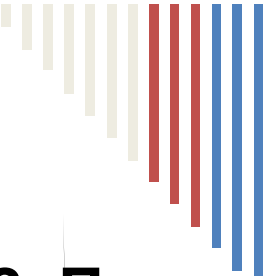
- Если сталь имеет в своем составе железо и углерод и некоторое количество постоянных примесей – марганец (до 0,7%), кремний (до 0,4%), серу (до 0,06%), фосфор (до 0,07%) и газы, то такую сталь называют **углеродистой**.
- Если в процессе плавки углеродистой стали к ней добавляют легирующие элементы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



Классификация сталей

1. По составу

	Углеродистые стали	Легированные стали
2.1.	низкоуглеродистая ($C=0,08...0,25\%$)	низколегированная (лег. элем. до 5%)
2.2.	среднеуглеродистая ($C=0,25...0,6\%$)	среднелегированная (5-10%)
2.3	высокоуглеродистая ($C=\text{св.}0,6\%$)	высоколегированная (св. 10%)



Классификация сталей

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

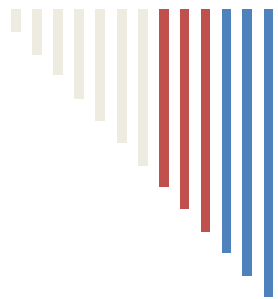
	Углеродистые стали	Легированные стали
2.1.	Сталь обыкновенного качества: S, P $\leq$ 0,04%	
2.2.	Сталь качественная: S, P $\leq$ 0,035%	Сталь качественная: S, P $\leq$ 0,035%
2.3.	Сталь высококачественная: S, P $\leq$ 0,025%	Сталь высококачественная: S, P $\leq$ 0,025%
2.4.		Сталь особо-высококачественная: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



Классификация сталей

3. По назначению

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



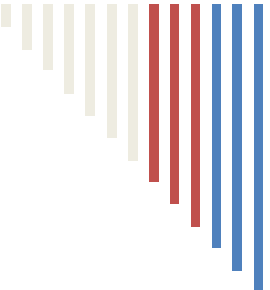
Влияние основных химических элементов на свойства углеродистой стали

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

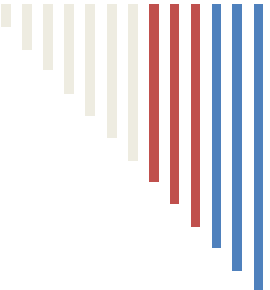
Сера – увеличивает красноломкость стали (хрупкость при повышенных температурах)

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



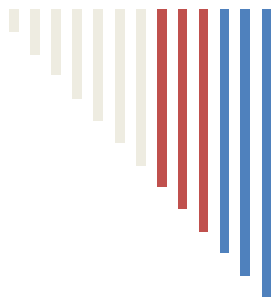
Влияние основных химических элементов на свойства легированной стали

- **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**)

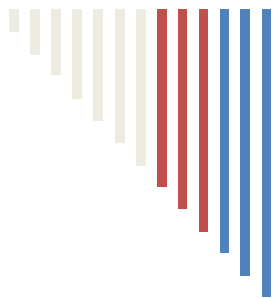


Влияние основных химических элементов на свойства легированной стали

- **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 Cr_2O_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**

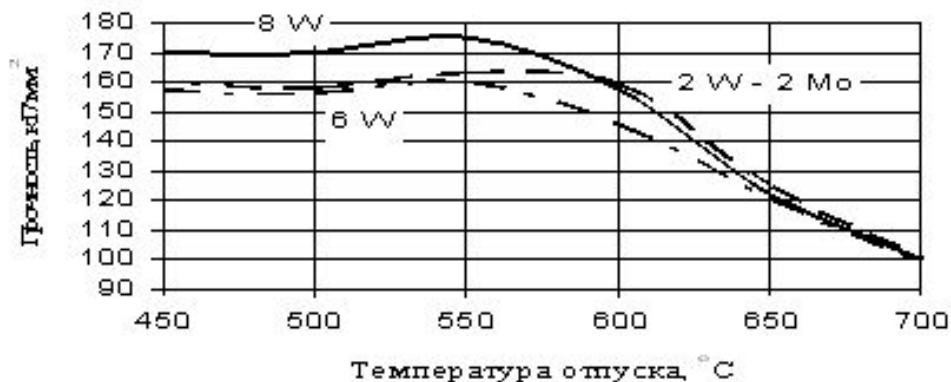
Алюминий

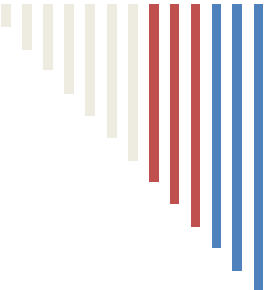
- хорошо раскисляет сталь, нейтрализует вредное влияние фосфора, несколько повышает ее ударную вязкость



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

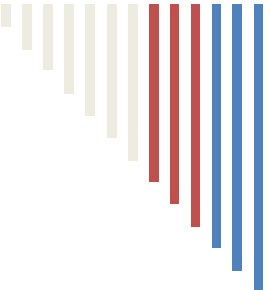
ВСт0, ВСт1 – ВСт6

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.



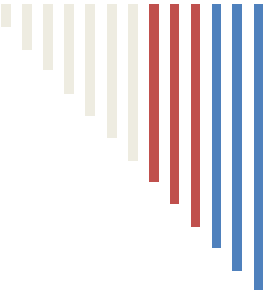
Маркировка углеродистых сталей

- 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

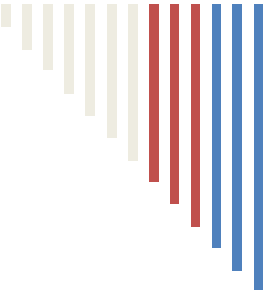
У10А

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**

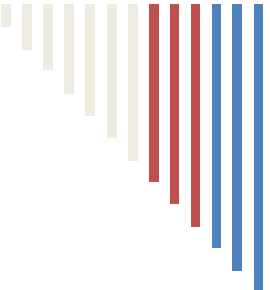
Титан Ti – **Т**

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%

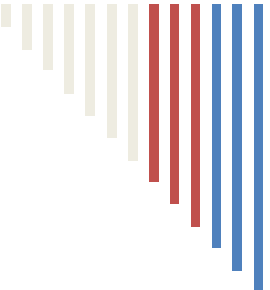


Маркировка легированных сталей

- 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%

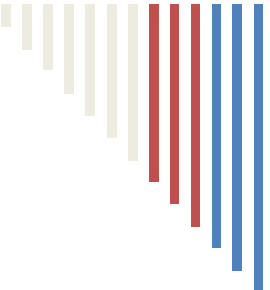


Маркировка легированных сталей

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

9ХС – инструментальная

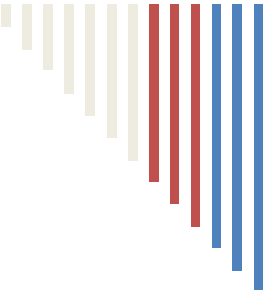
9 – углерода 0,9%, Х – хрома 1%, С – кремния 1%



Маркировка легированных сталей

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

Х4ВГ – инструментальная
углерода 1%, Х4 – хрома 4%, В – вольфрама 1%,
Г – марганца 1%

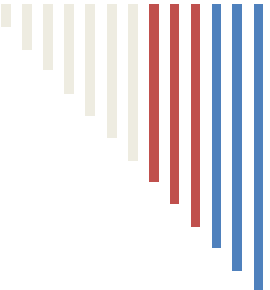


Маркировка легированных сталей

- 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.

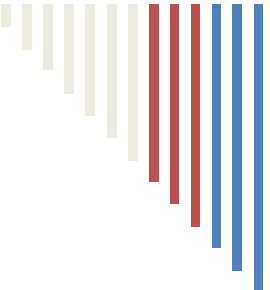


Маркировка легированных сталей

- 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%.

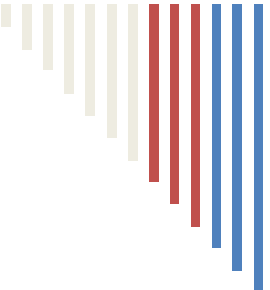


Маркировка легированных сталей

- 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%

АС20ХГНМ – 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

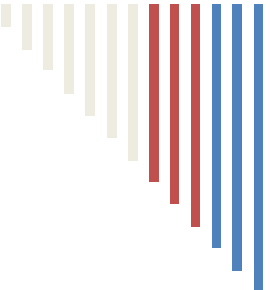
- Если марка начинается с буквы «Е», то эта сталь **магнитная**, то есть сталь с низкой магнитной проницаемостью:

EX3

Углерода 1%,

Е – магнитная сталь,

X3 – хрома 3%



Маркировка легированных сталей

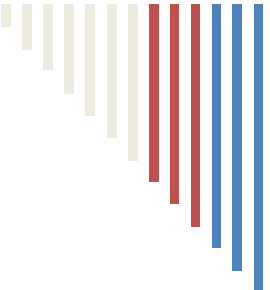
- Если марка стали начинается с буквы «Р», то эта сталь **быстрорежущая**, основным элементом которой является вольфрам и его содержание указывается в процентах после буквы «Р»:

P6M5

P – быстрорежущая

6 – вольфрама 6%

M5 – молибдена 5%



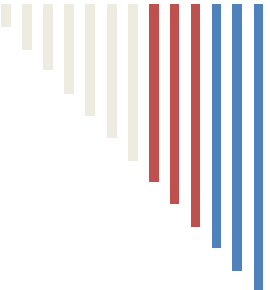
Маркировка легированных сталей

- 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

X15 – хрома 1,5%

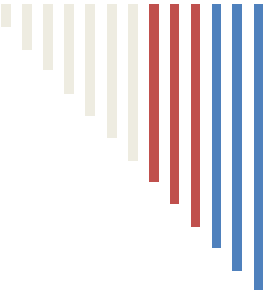


Маркировка легированных сталей

- Если марка стали начинается с буквы «Э», то это **электротехническая сталь**, то есть сталь с высокой магнитной проницаемостью (трансформаторная сталь), основным 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)

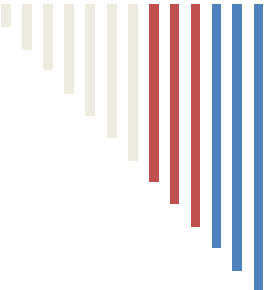


Маркировка легированных сталей

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

30ХГНЛ

45Л



Маркировка легированных сталей

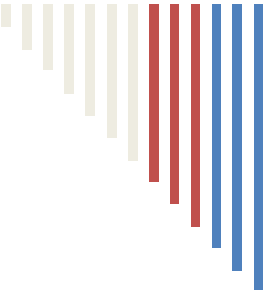
- Все легированные инструментальные стали и стали с особыми свойствами являются сталями высокого качества, поэтому буква «А» в конце марки не ставится:

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