

# Материаловедение. Технология конструкционных материалов



## МАРКИРОВКА И КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

# КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА СТАЛЕЙ

**Все стали можно классифицировать:**

**По способу производства (выплавки):**

- Мартеновские стали;
- Кислородно-конверторные стали;
- Электростали;
- Повышение качества стали способами:
  - Рафинирование стали жидким шлаком в ковше
  - Электрошлаковый переплав
  - Вакуумно-дуговой переплав
  - Выплавка стали в вакуумных печах



## По назначению :

□ *Конструкционные*, предназначенные для изготовления строительных и машиностроительных изделий;

□ *Инструментальные*, из которых изготавливают режущий, мерительный, штамповый и прочий инструмент; эти стали содержат более 0,65 % углерода;

□ *с особыми физическими свойствами*, например, с определенными магнитными характеристиками или малым коэффициентом линейного расширения: электротехническая сталь, суперинвар;

□ *с особыми химическими свойствами*, например нержавеющие, жаростойкие или жаропрочные стали.

## **по химическому составу:**

**Углеродистые (ГОСТ 380-88, ГОСТ 1050-88)**

**Легированные (ГОСТ 4543-71, ГОСТ 5632-72, ГОСТ 14959-79)**

### **углеродистые стали:**

- а) *малоуглеродистые*, содержание углерода менее 0,25 %;
- б) *среднеуглеродистыми*, содержание углерода 0,25-0,60 %;
- в) *высокоуглеродистыми*, содержание углерода выше 0,60 %.

### **легированные стали:**

- а) *низколегированные*, содержащие до 2,5% легирующих элементов;
- б) *среднелегированные*, содержащие от 2,5% до 10% легирующих элементов;
- в) *высоколегированные*, содержащие свыше 10% легирующих элементов.

## по качеству (содержанию вредных примесей (серы и фосфора):

- *стали обыкновенного качества*, содержащие до 0,06 % серы и до 0,07 % фосфора;
- *качественные* - до 0,035 % серы и фосфора каждого отдельно;
- *высококачественные* - до 0,025 % серы и фосфора;
- *особовысококачественные* - до 0,025 % фосфора и до 0,015 % серы.

## по степени раскисления (по степени удаления кислорода):

- *спокойные* стали, т.е. полностью раскисленные ферромарганцем, феррокремнием, алюминием. Такие стали обозначаются буквами "сп" в конце марки (иногда буквы "сп" опускаются);
- *кипящие* стали - слабо раскисленные ферромарганцем; маркируются буквами "кп";
- *полуспокойные* стали - раскисленные ферромарганцем и алюминием, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими; обозначаются буквами "пс".

## *Нелегированные конструкционные стали обыкновенного качества*

В соответствии с ГОСТ 380-94 обозначаются буквами Ст и цифрой после букв, условно обозначающей процентное содержание углерода (Ст0, Ст1, Ст3 и т.д.) - увеличение номера от 1 до 6 означает повышение содержание углерода в стали.

В сталях с повышенным содержанием марганца после цифры добавляется также буква Г. Например: Ст3Гсп, Ст5Гпс и др.

Обозначение стали	Содержание углерода
Ст0	< 0,23 %
Ст1	0,06 - 0,12 %
Ст2	0,09 - 0,15 %
Ст3	0,14 - 0,22 %
Ст4	0,18 - 0,27 %
Ст5	0,28 - 0,37 %
Ст6	0,38 - 0,49%

## *Нелегированные конструкционные качественные стали*

В соответствии с *ГОСТ 1050-88* маркируются двухзначными числами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05; 08; 10; 25; 40 и т.д.:

10 – содержание С 0,07-0,14 %, примерно 0,1%,

45 – содержание С 0,42-0,50 %, примерно 0,45%,

60 – содержание С 0,57-0,65 %, примерно 0,6%,

При этом для сталей с  $C < 0,2$  %, не подвергнутых полному раскислению, в обозначение добавляются буквы кп (для кипящей стали) и пс (для полуспокойной).

Для спокойных сталей буквы в конце их наименований не добавляются. Например, 08кп, 10пс, 15, 18кп, 20 и т.д.

Буква Г в марке стали указывает на повышенное содержание марганца. Например: 14Г, 18Г и т.д.

Качественные стали с повышенными свойствами, используемые для производства котлов и сосудов высокого давления, обозначают по *ГОСТ 5520-79* добавлением буквы К в конце наименования стали: 15К, 18К, 22К.



## *Конструкционные легированные стали*

В соответствии с *ГОСТ 4543-71* наименования таких сталей состоят из цифр и букв. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента. Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь. Цифры после каждой буквы обозначают примерное процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа. При содержании легирующего элемента до 1,5 % цифра за соответствующей буквой не указывается.

12ХН – С 0,12%, Cr 1%, Ni 1%

30Х3МФ – С 0,3%, Cr 3%, Mo 0,3%, V 0,3%.

Обозначения основных легирующих элементов

Элемент	Символ	ЧМ	ЦМ	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Азот	N	А	–	1,25
Алюминий	Al	Ю	А	2,69808
Бор	B	Р	–	2,33
Ванадий	V	Ф	Вам	6,12
Вольфрам	W	В	–	19,27
Железо	Fe	–	Ж	7,87
Кобальт	Co	К	К	8,85
Кремний	Si	С	Кр	2,3263
Магний	Mg	Ш	Мг	1,741
Марганец	Mn	Г	Мц(Мр)	7,43
Медь	Cu	Д	М	8,96
Молибден	Mo	М	–	10,22
Никель	Ni	Н	Н	8,91
Ниобий	Nb	Б	Нп	8,55
Олово	Sn	–	О	7,29
Свинец	Pb	–	С	11,337
Селен	Se	Е	СТ	4,7924
Титан	Ti	Т	ТПД	4,505
Углерод	C	У	–	2,2
Фосфор	P	П	Ф	1,83
Хром	Cr	Х	Х(Хр)	7,2
Цинк	Zn	–	Ц	7,13

**08X18H10T – сталь легированная (нержавеющая) с содержанием С= 0,08%, Cr 18%, Ni 10%, Ti около 1%**

**16X18H12C4ТЮЛ – сталь легированная, литейная (нержавеющая) с содержанием С 0,16%, Cr 18%, Ni 12%, Si 4%, Ti 1%, Al 1%**

Высококачественные стали с ограниченным содержанием серы и фосфора ( $S < 0,03 \%$ ,  $P < 0,03 \%$ ) обозначают добавлением буквы А в конце марки.

Особовысококачественные стали, подвергнутые электрошлаковому переплаву, обеспечивающему эффективную очистку от сульфидов и оксидов, обозначают добавлением через тире в конце марки стали буквы Ш.

Например: 12Х2Н4А, 15Х2МА, 18ХГ-Ш, 20ХГНТР-Ш.

## *Автоматные стали*

Наименования автоматных сталей по *ГОСТ 1414-75* начинаются с буквы А (автоматная). Если сталь при этом легирована свинцом, то ее наименование начинается с букв АС. Для отражения содержания в сталях остальных элементов используются те же правила, что и для легированных конструкционных сталей.

0, А40Г, АС14, АС38ХГМ.





## *Подшипниковые стали*

Подшипниковые стали по *ГОСТ 801-78* обозначаются также как и легированные с буквой Ш в начале наименования. Содержание хрома указывается в десятых долях процента.

Для сталей, подвергнутых электрошлаковому переплаву, буква Ш добавляется также и в конце их наименований через тире.

Например: ШХ15, ШХ20СГ, ШХ4-Ш.

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ



## *Нелегированные углеродистые инструментальные стали*

В соответствии с *ГОСТ 1435-90* делятся на *качественные* и *высококачественные*.

Качественные стали обозначаются буквой *У* (углеродистая) и цифрой, указывающей среднее содержание углерода в стали в десятых долях процента:

**У7 – содержит С 0,7%, У10 – С 1%, У13 – С1,3%.**

В обозначения высококачественных сталей добавляется буква *А* (**У8А, У12А**)

Кроме того, в обозначениях как качественных, так и высококачественных углеродистых инструментальных сталей может присутствовать буква *Г*, указывающая на повышенное содержание в стали марганца. Например: **У8Г, У8ГА**



## *Инструментальные легированные стали*

Согласно *ГОСТ 5950-73* обозначаются в основном так же, как и конструкционные легированные, только содержание углерода указывается в десятых долях процента. Если же в инструментальной легированной стали содержание углерода составляет около 1,0 %, то соответствующую цифру в начале ее наименования обычно не указывают:

4Х2В5МФ –содержит С 0,4%, Cr 2%, W 5%, Мо 0,3%, V 0,3%

ХВГ – содержит С 1%, Cr 1%, W 1%, Mn 1%.

# *Быстрорежущие стали*



Быстрорежущие стали обозначаются буквой Р в начале марки и цифрой, указывающей среднее содержание вольфрама в стали. Далее следуют буквы и цифры, определяющие массовые доли других элементов.

**Р6М5 – С 1%, Мо 5%, W 6%**

**Р6АМ5Ф3 – С 1%, Мо 5%, V 3%, N 0,1%, W 6%**

# Сплавы спеченные твердые по ГОСТ 3882-84



- *вольфрамовые твердые сплавы, состоящие из карбида вольфрама и кобальта в качестве цементирующей связки – ВК3, ВК6;*
- *титано-вольфрамовые твердые сплавы, состоящие из карбидов вольфрама, карбидов титана и кобальта – Т5К10, Т30К4;*
- *титано-тантало-вольфрамовые твердые сплавы, состоящие из карбидов вольфрама, титана и тантала, связанных кобальтом – ТТ7К12.*

Химический состав вольфрамовых и титано-вольфрамовых сплавов можно определить по марке.

Чем меньше в сплавах кобальта и мельче карбидные частицы, тем выше твердость, износостойкость сплава, но ниже прочность и вязкость.

# КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЧУГУНОВ



От состояния углерода в чугуне различают **белый чугун**, где весь углерод находится в связанном состоянии в виде карбида  $\text{Fe}_3\text{C}$  (цементит), и **чугун**, где углерод в значительной степени или полностью находится в свободном состоянии в виде **графита С**.

В зависимости от формы выделившегося графита, что определяет прочностные свойства сплава, чугуны подразделяются на:

- а) *серые*** - пластинчатая или червеобразная форма графита;
- б) *высокопрочные*** - шаровидный графит;
- в) *ковкие*** - хлопьевидный графит.

Чугуны маркируют двумя буквами и двумя цифрами, соответствующими минимальному значению временного сопротивления ( $\sigma_B$ ) при растяжении в МПа  $\times 10^{-1}$ , и для ковких чугунов относительное удлинение ( $\delta$ ) в %.



Серый чугун обозначают буквами "СЧ" (ГОСТ 1412-85), высокопрочный - "ВЧ" (ГОСТ 7293-85), ковкий - "КЧ" (ГОСТ 1215-85).

*СЧ10* - серый чугун с пределом прочности при растяжении  $\sigma_{\text{в}}=100$  МПа;

*ВЧ70* - высокопрочный чугун с пределом прочности при растяжении  $\sigma_{\text{в}}=700$  МПа;

*КЧ35-7* - ковкий чугун с пределом прочности при растяжении  $\sigma_{\text{в}}=350$  МПа, относительное удлинение  $\delta=7$  %.



# Чугун антифрикционный для отливок

Антифрикционный чугун согласно *ГОСТ 1585* предназначен для работы в узлах трения со смазкой и обозначается АЧС-6, АЧВ-2, АЧК-1: АЧ – антифрикционный чугун, С – серый с пластинчатым графитом, В – высокопрочный с шаровидным графитом, К – ковкий с компактным графитом, цифра – порядковый номер марки.

АЧС-1, АЧС-2, АЧС-4, АЧК-1 – для работы в паре с закаленным или нормализованным валом,

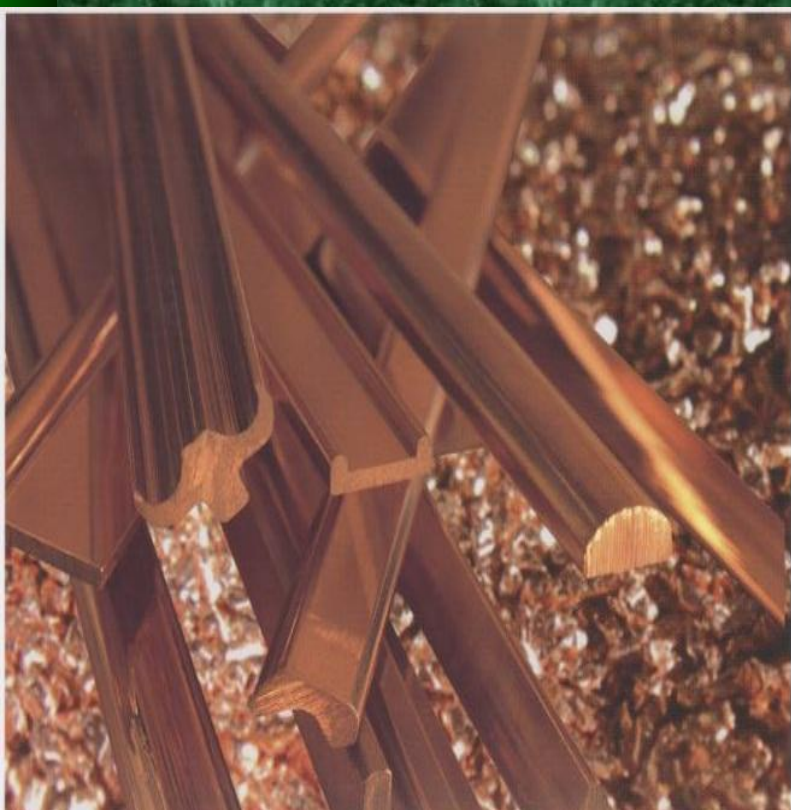
АЧС-6 – для работы в узлах трения при температуре до 300°С в паре с валом, не подвергающимся термической обработке,

АЧВ-1 – для работы в узлах трения с повышенными окружными скоростями в паре с закаленным или нормализованным валом.

# КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

## Медь и ее сплавы

Технически чистая медь обладает высокими пластичностью, коррозионной стойкостью, малым удельным электросопротивлением и высокой теплопроводностью.



# По чистоте медь подразделяют на марки (ГОСТ 859-78):

Марка	<i>МВЧк</i>	<i>М00</i>	<i>М0</i>	<i>М1</i>	<i>М2</i>	<i>М3</i>
Содержание <i>Сu+Ag</i> не менее, %	99,993	99,99	99,95	99,9	99,7	99,5

После обозначения марки указывают способ изготовления меди:  
к - катодная, б - бескислородная, р - раскисленная.  
Медь огневого рафинирования не обозначается.

*М00к* - технически чистая медь, содержащая не менее 99,99 % меди и примеси серебра;

*М3* - технически чистая медь огневого рафинирования, содержит не менее 99,5 % меди и примеси серебра.

# Медные сплавы разделяют на бронзы и латуни.

Медные сплавы, предназначенные для изготовления деталей методами литья, называют литейными. Сплавы, предназначенные для изготовления деталей пластическим деформированием, - сплавами, обрабатываемыми давлением.

Медные сплавы обозначают начальными буквами их названия (Бр или Л), после чего следуют первые буквы названий основных элементов, образующих сплав, и цифры, указывающие количество элементов в процентах.

**Бронзы** - это сплавы меди с оловом (4-33 % *Sn*, хотя бывают безоловянные бронзы), свинцом (до 30 % *Pb*), алюминием (5-11 % *Al*), кремнием (4-5 % *Si*), сурьмой и фосфором (ГОСТ 493-79, ГОСТ 613-79, ГОСТ 5017-74, ГОСТ 18175-78).





*Латуни* - сплавы меди с цинком (до 50 % *Zn*) и небольшими добавками алюминия, кремния, свинца, никеля, марганца (ГОСТ 15527-70, ГОСТ 17711-93).

*БрА9Мц2Л*- бронза, содержащая 9 % *Al*, 2 % *Mn*, остальное - *Cu* (“Л” указывает, что сплав литейный);

*ЛЦ40Мц3Ж*- латунь, содержащая 40 % *Zn*, 3 % *Mn*, ~1 % *Fe*, остальное - *Cu*;

*БрОФ8,0-0,3*- бронза, наряду с медью содержащая 8,0 % олова и 0,3 % фосфора;

*ЛАМц77-2-0,05* - латунь, содержащая 77 % меди, 2 % алюминия, 0,05 % мышьяка, остальное цинк (в обозначении латуни, предназначенной для обработки давлением, первое число указывает содержание меди).

В несложных по составу латунях указывают только содержание в сплаве меди:

*Л96* - латунь, содержащая 96 % меди и ~ 4 % цинка,

*Л63* - латунь, содержащая 63 % меди и ~ 37 % цинка.



## Алюминий и его сплавы

В зависимости от степени чистоты первичный алюминий согласно ГОСТ 11069-74 бывает особой (*A999*): высокой (*A995*, *A95*) и технической чистоты (*A85*, *A7E*, *A0* и др.). Алюминий маркируется буквой *A* и цифрами, обозначающими доли процента свыше 99,0 % *Al*. Буква “*E*” обозначает повышенное содержание железа и пониженное кремния.

***A999***- алюминий особой чистоты, в котором содержится не менее 99,999 % *Al*;

***A5*** - алюминий технической чистоты, в котором 99,5 % *Al*.



Алюминиевые сплавы разделяют на деформируемые и литейные. Те и другие могут быть не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой.

Деформируемые алюминиевые сплавы хорошо обрабатываются прокаткой, ковкой, штамповкой. Их марки приведены в ГОСТ 4784-74. К деформируемым алюминиевым сплавам, не упрочняемым термообработкой, относятся сплавы системы *Al-Mn* и *Al-Mg*: *AMц*, *AMцС*, *AMг1*, *AMг4*, *AMг5*, *AMг6*. Аббревиатура включает в себя начальные буквы входящих в состав сплава компонентов и цифры, указывающие содержание легирующего элемента в %.

К деформируемым алюминиевым сплавам, упрочняемым термической обработкой, относятся сплавы системы *Al-Cu-Mg* с добавками некоторых элементов (дуралюмины, ковошные сплавы), а также высокопрочные и жаропрочные сплавы сложного химсостава. Дуралюмины маркируются буквой “Д” и порядковым номером, а ковошные сплавы - “АК” и порядковым номером, например: Д1, Д12, Д18, АК4, АК8.

Чистый деформируемый алюминий обозначается буквами "АД" и условным обозначением степени его чистоты: *АДоч* (99,98 % Al), *АД000* (99,80 % Al), *АД0* (99,5 % Al), *АД1* (99,30 % Al), *АД* (98,80 % Al).

Литейные алюминиевые сплавы (ГОСТ 2685-75) обладают хорошей жидкотекучестью, имеют сравнительно небольшую усадку. Эти сплавы маркируются буквами "АЛ" с последующим порядковым номером: *АЛ2*, *АЛ9*, *АЛ13*, *АЛ22*, *АЛ30*.

Иногда маркируют по составу: *АК7М2*; *АК21М2*; *АК4МЦ6*. В этом случае "М" обозначает медь, "К" - кремний, "Ц" - цинк, "Н" - никель, цифра - среднее процентное содержание элемента.



## Титан и его сплавы

Титан и его сплавы маркируют буквами "ВТ" и порядковым номером:

*ВТ1-00, ВТ3-1, ВТ4, ВТ8, ВТ14.*

Пять титановых сплавов обозначены иначе:

*ОТ4, ОТ4-0, ОТ4-1, ПТ-7М, ПТ-3В.*

# Магний и его сплавы

Магниевого сплавы подразделяют на деформируемые (ГОСТ 14957-76) и литейные (ГОСТ 2856-79). Первые маркируются буквами "МА", вторые - "МЛ".

После букв указывается порядковый номер сплава в соответствующем ГОСТе.

Например:

***МА1***- деформируемый магниевый сплав № 1;

***МЛ19*** - литейный магниевый сплав № 19.