



МЕДЬ И СПЛАВЫ НА ЕЕ ОСНОВЕ



Медь является одним из самых «древних» металлов: считается, что люди начали использовать ее для изготовления орудий труда еще в IV тыс. до н.э.

Распространение меди в древности объясняется тем, что она встречается в природе в самородном, т.е. **металлическом, состоянии**. В таком виде медь находили в нашей стране на Урале, в Америке, Японии, Китае и некоторых других странах. На территории США был найден крупнейший из известных самородков - его масса составляла 420

т.

Чистая медь — хорошо ковкий, тягучий металл красноватого цвета, с удельным весом 8,9 и температурой плавления 1083°. Очень хорошо проводит электрический ток и теплоту: **электрическая проводимость** меди в **1,7** раза выше, чем **алюминия**, в **6** раз выше, чем **железа**, и лишь немного уступает электрической проводимости серебра. В совершенно чистом виде в изделиях не встречается. Те вещи ранних периодов, которые мы знаем, — это медь со всякими естественными засорениями и примесями, среди которых можно встретить и **железо, и свинец, и цинк, даже золото и серебро.**

В современной индустрии чистый металл получается путем очень большого отбора самой руды и специальной рафинировки, которая достигает полного совершенства при электролитическом процессе. Электролитическая медь чиста на 99% и даже выше.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДИ

Медь отличается высокими:

- теплопроводностью,
- электропроводностью,
- коррозионной стойкостью,
- сравнительно низкой температурой плавления.
- Превосходно поддается всем видам пайки.
- Отлично обрабатывается давлением в холодном и горячем состоянии,
- обладает хорошими литейными свойствами
- удовлетворительно обрабатывается резанием.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕДИ

Плотность	8920-8940 кг/м³
Температура плавления	1084°C
Температура кипения меди	2595°C
Температура литья	1150–1250°C
Теплопроводность при 20–100°C	394 Вт/м К
Удельная теплоемкость при 20–100°C	385 Дж/кг К
Предел прочности мягкой меди	210–220 МПа
полутвердой	240-250 МПа
твердой меди	280–360 МПа
Относительное удлинение мягкой меди	40%
полутвердой	20%
твердой меди	3%
Твердость (Бринелль) НВ мягкой меди	45 МПа
твердой меди	110 МПа

В зависимости от чистоты металла, химического состава примесей и метода получения, физико-механические свойства меди разнятся.

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕДЬ

Техническую медь в зависимости от чистоты разделяют на марки: **M00 (99,99% Cu); M0 (99,95% Cu); M06 (99,97% Cu); M1 (99,9% Cu); M2 (99,7% Cu); M3 (99,5% Cu); M4 (99% Cu).**

Различие той или иной марки меди еще и в химическом составе примесей и способах ее получения, часто обуславливает и область ее применения.

Всего в России существует около **20 различных марок** меди, выпускаемых в зависимости от предназначения и использования.

Например **электролитическая** — это медь не содержащая никаких примесей, лишенная кислорода и обладающая очень высокой электропроводностью. **Раскисленная** медь выпускается для строительства, так как не имеет водородной хрупкости и прекрасно поддается пайке и сварке.

Примеси в меди



```
graph TD; A[Примеси в меди] --> B[висмут]; A --> C[сурьма]; A --> D[мышьяк]; A --> E[железо]; A --> F[фосфор]; A --> G[серебро]
```

висмут

сурьма

мышья
к

железо

фосфо
р

серебр
о

Наиболее вредны висмут и свинец. При нагреве под обработку давлением они делают медь хрупкой (**красноломкой**).

Висмут и свинец допускаются в меди в количестве *тысячных и даже десятитысячных долей процента*.

Сера и кислород даже в небольшом количестве приводят к уменьшению пластичности, хотя сера и улучшает обрабатываемость меди резанием.

ПРИМЕСИ В МЕДИ

Любая примесь в той или иной мере снижает электропроводность меди (очень сильно уменьшают теплопроводность и электропроводимость **сурьма и мышьяк**), и для изготовления проводников электрического тока применяют наиболее чистые сорта проводниковой меди марок **М00к (катодная) и М00б (бескислородная), содержащие примесей не более 0,001%.**

Особо вредной примесью в строительстве является **кислород**, который уменьшает пластичность и прочность меди.

Если медь нагревают (при термообработке или эксплуатации) в атмосфере, где есть водород, то атомы водорода быстро диффундируют вглубь металла и восстанавливают оксид меди $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 = 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$. Образующиеся при этом пары воды создают высокое давление, что приводит **к вздутиям, разрывам, трещинам и пористости.**

Особенно это вредно при высокотемпературной пайке и сварке медных изделий, так как снижает прочность и надежность соединения. Это явление называется «**водородной болезнью**» меди и проявляется при температурах выше 400°C . При низкотемпературной (мягкой) пайке этим явлением можно пренебречь.

-
- Для предупреждения окисления, медь плавят под слоем древесного угля, или с использованием защитных газов, или в вакууме.
 - Общепринятой практикой получения сортов меди, пригодных к сварке и высокотемпературной пайке, является их ***раскисление***, вводом в состав присадки **фосфора**, которая связывает кислород.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА МЕДИ

Алюминий	повышает коррозионную стойкость меди, уменьшает окисляемость и понижает электропроводность и теплопроводность меди.
Бериллий	понижает электропроводность меди, повышает механические свойства и резко уменьшает окисляемость меди при повышенных температурах.
Висмут	при повышенном содержании делает медь хрупкой; на электропроводность меди висмут заметного влияния не оказывает.
Железо	повышает механические свойства меди, резко снижаются её электропроводность, теплопроводность и коррозионная стойкость.
Кислород	является вредной примесью, так как при повышенном его содержании заметно понижаются механические, технологические и коррозионные свойства меди.
Водород	оказывает разрушительное воздействие на медь, содержащую кислород. Такая медь делается хрупкой и растрескивается, вследствие образования водяных паров реакции водорода с закисью меди.
Мышьяк	значительно понижает электропроводность и теплопроводность, но значительно повышает жаростойкость меди.
Свинец	заметного влияния на электропроводность и теплопроводность меди не оказывает, но сильно улучшает её обрабатываемость резанием.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА МЕДИ

Серебро	не оказывает влияния на технические свойства меди, мало влияет на её электропроводность и теплопроводность.
Сурьма	значительно понижает электропроводность и теплопроводность меди.
Сера и селен	незначительно влияют на электропроводность и теплопроводность меди, заметно снижают пластичность. Под влиянием серы и селена значительно улучшается обрабатываемость меди резанием
Фосфор	значительно понижает электропроводность и теплопроводность меди, но положительно влияет на механические свойства и свариваемость, повышает жидкотекучесть.
Теллур	на электропроводность меди значительного влияния не оказывает.

МАРКИРОВКА МЕДИ

- Маркировка меди в российских марках: ставится буква «**М**» обозначающая медь.
- Далее идут цифры показывающие степень чистоты в % (**00**-высокочистая, **0**-чистая, **1,2,3**-технически чистая).
- Последний элемент маркировки — буква обозначающая способ изготовления меди: (**к** — катодная, **у** — катодная переплавленная, **б** — бескислородная, **р** — раскисленная, **ф** — раскисленная фосфором).

МАРКИРОВКА МЕДИ

Марка меди	M00	M0	M1	M2	M3
Чистота	99,99	99,95	99,90	99,70	99,50

Марка	Cu+Ag	Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb	Sn	S	Zn	O	P
M1ф	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,005	-	0,04
M1р	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,005	0,01	0,012
M1	99,90	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,004	0,004	0,05	-
M2	99,70	0,002	0,005	0,01	0,05	0,2	0,01	0,05	0,01	-	0,07	-
M3	99,50	0,003	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05	0,05	0,01	-	0,08	-

Медь марок **M1р, M2р и M3р** при суммарном содержании примесей, одинаковом с медью марок **M1, M2 и M3**, отличается от них тем, что они более полно раскислены и содержание кислорода в них снижено от **0,05-0,08 % до 0,01%**. Поэтому в них дополнительно содержится от **0,002% до 0,012 % фосфора**. Марка меди **M1ф** отличается от **M1р** еще большим количеством фосфора от **0,012% до 0,04%**, для большего раскисления и соответственно полным **отсутствием кислорода**.

Применение меди

```
graph TD; A[Применение меди] --> B[кровельные работы]; A --> C[строительство]; A --> D[сантехника]; A --> E[газоснабжение]; A --> F[изготовление трубопроводов];
```

кровельные
работы

строительст
во

сантехника

газоснабж
ение

изготовлен
ие
трубопрово
-дов

Для строительных целей, сантехники и газоснабжения, для кровельных работ и изготовления трубопроводов любого назначения

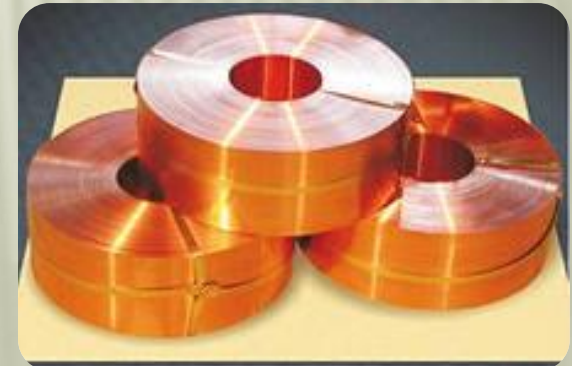
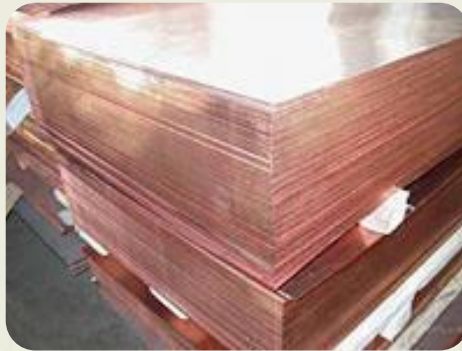
наиболее часто используют медь марок **М1ф**. Полное отсутствие в ней кислорода гарантирует отсутствие «водородной болезни», отличную свариваемость и хорошие прочностные качества.

Эта особенность отражается на эксплуатационных качествах изделий, изготовленных из этих марок, поэтому они наиболее широко применяется там, где для соединения этого материала используется пайка и сварка — трубопроводы и строительство. Кроме того процесс патинирования такой меди протекает медленнее и равномернее.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИ







МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

- ▣ **МЕДНЫЕ СПЛАВЫ** -сплавы на основе меди, в которых легирующими элементами являются олово, цинк, свинец, никель, алюминий, марганец, железо, серебро, золото, фосфор, кремний и другие.

ПРИНЯТЫ СЛЕДУЮЩИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ СПЛАВОВ:

М	<i>медь Cu</i>	Мш	<i>мышьяк As</i>
А	<i>алюминий Al</i>	Су	<i>сурьма Sb</i>
Мц	<i>марганец Mn</i>	К	<i>кремний Si</i>
С	<i>свинец Pb</i>	Н	<i>никель Ni</i>
Б	<i>бериллий Be</i>	Т	<i>титан Ti</i>
Мг	<i>магний Mg</i>	Кд	<i>кадмий Cd</i>
Ср	<i>серебро Ag</i>	О	<i>олово Sn</i>
Ж	<i>железо Fe</i>	Х	<i>хром Cr</i>
Ф	<i>фосфор P</i>	Ц	<i>цинк Zn</i>

Классификация сплавов

```
graph TD; A[Классификация сплавов] --> B[латунь]; A --> C[нейзильбер]; A --> D[бронза]; A --> E[константа]; A --> F[манганин]; A --> G[монетные сплавы]; A --> H[мельхиор];
```

латунь

**нейзильб
ер**

бронза

**константа
н**

**мангани
н**

**монетные
сплавы**

**мельхио
р**

Манганин — сплав меди (83%), марганца (13%) и никеля (4%).

- *Применяют в электротехнике.* Мягкие и твердые проволоки, электропроводность которых почти не изменяется с температурой, ленты различной длины и ширины, обмоточные провода – являются основной продукцией, изготавливаемой из манганина. Они широко применяются при производстве высококлассных резисторов.



- **Мельхиор** является соединением меди и никеля. В его составе нет ни доли серебра, хотя он и имеет серебристый цвет. В нем содержатся, кроме 18% никеля и 80% меди, различные добавки. Это устойчивое к коррозии соединение. Легкий в обработке, обладающий прекрасной тягучестью и высокой пластичностью, мельхиор служит для изготовления столовых приборов, посуды, портсигаров, термоэлементов и украшений. Выпускается в виде труб, лент,



НЕЙЗИЛЬБЕР — сплав меди с никелем и цинком. МНЦ15-20(15% Ni, 20% Zn,

остальное — медь), обладающий наилучшими свойствами из группы тройных сплавов меди с никелем и цинком.

- . Отличается хорошей **коррозионной стойкостью, красивым серебристым цветом, повышенной прочностью и удовлетворит, пластичностью** в холодном и горячем состояниях. Нейзильбер не окисляется на воздухе и достаточно стоек в растворах солей и органич. кислот. Из нейзильбера поставляют ленты и полосы, прутки и проволоку. Применяют для изготовления медицинского инструмента, технич. посуды, телефонной аппаратуры, паровой и водяной арматуры, изделий санитарной техники, точной механики, бытовой посуды и художеств, изделий..



ЧЕЙЗИЛЬБЕР



METALWEB.RU



Константан - сплав меди (59%), никеля и кобальта (40%), а также марганца (1%)

Выпускается в виде ленты и проволоки.
Применяется в радиоэлектронике,
термопарах и др.



Латуни - сплавы меди с цинком (меди от 60 до 90% и цинка от 40 до 10%) - прочнее меди и менее подвержены окислению.

Латунь с содержанием **от 5 до 20% цинка** называется **красной (томпаком)**, с содержанием **20–36% Zn – желтой**.

При присадке к латуни **кремния и свинца** повышаются ее антифрикционные качества, при присадке **олова, алюминия, марганца и никеля** возрастает антикоррозийная стойкость. Листы, литые изделия используются в машиностроении, особенно в химическом, в оптике и приборостроении, в производстве сеток для целлюлознобумажной промышленности.

ИЗДЕЛИЯ ИЗ ЛАТУНИ



ООО "ККС"
т/ф (812) 741-46-43
8964-337-72-81



Латуни

```
graph TD; A[Латуни] --> B[Простые (двойные)]; A --> C[Сложные (специальные)];
```

**Простые
(двойные)**

**Сложные
(специальные)**

- ▣ Двухкомпонентные латуни («Простые») – состоящие только из меди, цинка и, в незначительных количествах, примесей.
- ▣ Многокомпонентные латуни («Специальные») – кроме меди и цинка присутствуют дополнительные легирующие элементы

МАРКИРОВКА ПРОСТЫХ ЛАТУНЕЙ

- Латунь маркируется следующим образом: сначала идет буква **Л**, а за ней ставятся **цифры, указывающие процентное содержание меди**, а также других металлов в сплаве. Такая маркировка позволяет легко ориентироваться в свойствах и области применения.
- Например, **Л68 : 68% Cu, остальное Zn**

ОСНОВНЫЕ ЛЕГИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЛАТУНЯХ

Марганец	повышает прочность и коррозионную стойкость, особенно в сочетании с алюминием, оловом и железом.
Олово	повышает прочность и сильно повышает сопротивление коррозии в морской воде. Латуни , содержащие олово, часто называют морскими латунями.
Никель	повышает прочность и коррозионную стойкость в различных средах.
Свинец	ухудшает механические свойства, но улучшает обрабатываемость резанием. Им легируют (1-2%) латуни , которые подвергаются механической обработке на станках-автоматах. Поэтому эти латуни называют автоматными.
Кремний	ухудшает твердость, прочность. При совместном легировании кремнием и свинцом повышаются антифрикционные свойства латуни и она может служить заменителем более дорогих, например оловянных бронз, применяющихся в подшипниках скольжения.

МАРКИРОВКА СЛОЖНЫХ ЛАТУНЕЙ

- Как в простых латунях, ставится буква **Л**, вслед за ней - *ряд букв, указывающих, какие легирующие элементы, кроме цинка, входят в эту латунь; затем через дефисы следуют цифры,*
- **первая** из которых характеризует **среднее содержание меди в процентах,**
- **последующие** - каждого из легирующих элементов в той же последовательности, как и в буквенной части марки. Порядок букв и цифр устанавливается по содержанию соответствующего элемента: сначала идет тот элемент, которого больше, а далее по нисходящей. *Содержание цинка определяется по разности от 100%.* Например, марка **ЛАЖМц66-6-3-2** расшифровывается так: **латунь**, в которой содержится **66% Cu, 6% Al, 3% Fe и 2% Mn.** **Цинка** в ней $100 - (66 + 6 + 3 + 2) = 23\%$.

ДВОЙНЫЕ ДЕФОРМИРУЕМЫЕ ЛАТУНИ

Л96 Радиаторные и капиллярные трубки

Л90 Детали машин, приборов
теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сифоны и др.

Л85 Детали машин, приборов
теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сифоны и др.

Л80 Детали машин, приборов
теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сифоны и др.

Л70 Гильзы химической аппаратуры

Л68 Штампованные изделия

Л63 Гайки, болты, детали автомобилей,
конденсаторные трубы

Л60 Толстостенные патрубки, гайки, детали
машин

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ДЕФОРМИРУЕМЫЕ ЛАТУНИ

- **ЛА77-2** Конденсаторные трубы морских судов
- ЛАЖ60-1-1** Детали морских судов
- ЛАН59-3-2** Детали химической аппаратуры, электромашин, морских судов
- ЛЖМа59-1-1** Вкладыши подшипников, детали самолетов, морских судов
- ЛН65-5** Манометрические и конденсаторные трубки
- ЛМц58- 2** Гайки, болты, арматура, детали машин
- ЛМцА57- 3-1** Детали морских и речных судов
- ЛО90-1** Конденсаторные трубы теплотехнической аппаратуры

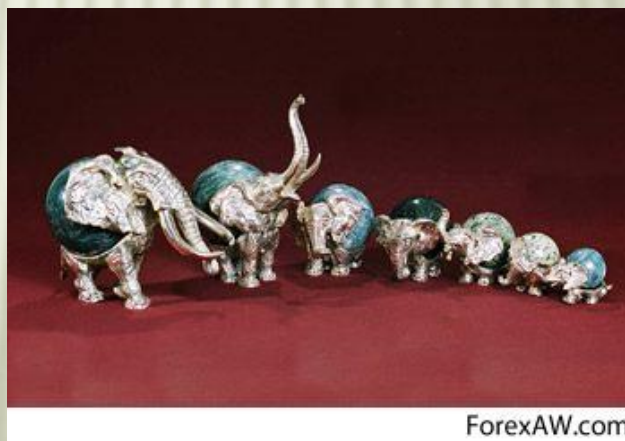
ЛИТЕЙНЫЕ ЛАТУНИ

- **ЛЦ16К4** Детали арматуры
- ЛЦ23А6ЖЗМц2** Массивные червячные винты, гайки нажимных винтов
- ЛЦ30А3** Коррозионно-стойкие детали
- ЛЦ40С** Литые детали арматуры, втулки, сепараторы, подшипники
- ЛЦ40Мц3Ж** Детали ответственного назначения, работающие при температуре до 300 °С
- ЛЦ25С2** Штуцера гидросистемы автомобилей

БРѢНЗА

- БрѢнза — сплав меди **Си** сплав меди **Си с оловом Sn**, алюминием **Al**, кремнием Si, кремнием Si, бериллием **Be** и другими элементами, за **исключением цинка Zn.**
- В зависимости от легирования бронзы называют оловянными, алюминиевыми, кремнёвыми, бериллиевыми и т. д. Все бронзы принято делить на **оловянные и безоловянные.**

- Цвет бронзы, с увеличением процентного содержания олова, переходит из красного (90% - 99%CU) в желтый (85% CU), белый (50%) и стально-серый (до 35% CU).





- **По химическому составу бронзы подразделяются на две группы:** оловянные, в которых основным легирующим элементом является олово, и безоловянные, не содержащие олово в качестве легирующего компонента.
- **По технологическому признаку бронзы делятся на литейные и деформируемые.** Литейные бронзы предназначены для фасонных отливок. Деформируемые бронзы хорошо поддаются обработке давлением.
- **Бронзы по сравнению с латунью обладают лучшими механическими, антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью.**
- В качестве легирующих элементов в бронзе используют олово, алюминий, никель, марганец, железо, кремний, свинец, фосфор, бериллий, хром, цирконий, магний и другие элементы.

ЛИТЕЙНЫЕ ОЛОВЯННЫЕ БРОНЗЫ

- Литейные оловянные бронзы: Жидкотекучесть литейных оловянных бронз ниже, чем у других бронз, однако они имеют незначительную объемную усадку, что позволяет получать из этих сплавов фасонные отливки бронзы.
- Оловянные шихтовые литейные бронзы в чушках служат шихтой: **BrO3Ц8C4H1** - для литейной бронзы; **BrO3Ц7C5H**; **BrO3Ц13C4** - для бронзы **BrO3Ц12C5**; **BrO4Ц7C5** - для бронзы **BrO3, 5Ц7C5**; **BrO5Ц6C5** - для бронзы **BrO5Ц5C** и **BrO4Ц4C17**. Перечисленные литейные бронзы применяются для литья антифрикционных деталей. Кроме того, бронзы **BrO3Ц12C5** и **BrO3Ц7C5H** применяются для арматуры, работающей в воде и водяном паре (**BrO3Ц7C5H** в морской воде и маслах) давлением до 245 МПа.

БЕЗОЛОВЯННЫЕ БРОНЗЫ

- Из литейных безоловянных бронз изготавливают ответственные тяжело нагруженные детали с повышенными антифрикционными свойствами или детали, работающие в условиях повышенной коррозии, детали различной ответственной арматуры