

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 немногого 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: **М00 (99,99% Cu); М0 (99,95% Cu); М0б (99,97% Cu); М1 (99,9% Cu); М2 (99,7% Cu); М3 (99,5% Cu); М4 (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

висмут

сурьма

мышьяк

железо

фосфор

серебро

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 **МООк (катодная) и МООб (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°С. 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 СВОИСТВА МГЛИ

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	МОО	МО	М1	М2	М3
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

кровельные
работы

строительст
во

сантехника

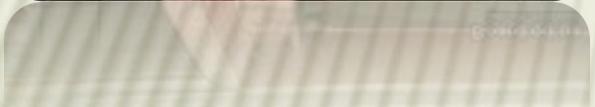
газоснабж
ение

изготовлен
ие
трубопрово
-дов

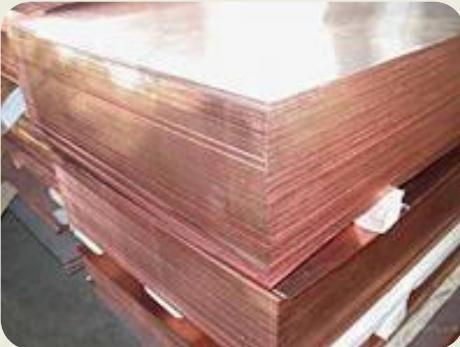
Для строительных целей, сантехники и газоснабжения, для кровельных работ и изготовления трубопроводов любого назначения наиболее часто используют медь марок **М1Ф**. Полное отсутствие в ней кислорода гарантирует отсутствие «водородной болезни», отличную свариваемость и хорошие прочностные качества.

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

Классификация сплавов

латунь

бронза

манганин

мельхиор

нейзильбер

константан

монетные сплавы

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 лучшими свойствами из группы тройных сплавов меди с никелем и цинком.

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



НЕЙЗИЛЬБЕР



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

Выпускается в виде ленты и проволоки.

Применяется в радиоэлектронике, термопарах и др.



SZ Wholesale Center
ourcing Export with Quality



<http://metallpolyans.prom.ua>



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



Латуни



**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 пределяется 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 трубы

Л90 Детали машин, приборов

теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сильфоны и др.

Л85 Детали машин, приборов

теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сильфоны и др.

Л80 Детали машин, приборов

теплотехнической и химической аппаратуры,
змеевики, сильфоны 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 трубы

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
- ЛЦ23А6Ж3Мц2** Массивные червячные винты, гайки нажимных винтов
- ЛЦ30АЗ** Коррозионно-стойкие детали
- ЛЦ40С** Литые детали арматуры, втулки, сепараторы, подшипники
- ЛЦ40Мц3Ж** Детали ответственного назначения, работающие при температуре до 300 °C
- ЛЦ25С2** Штуцера гидросистемы автомобилей

БРОНЗА

- Бронза — сплав меди Сисплав 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**).



ForexAW.com



ForexAW.com



ForexAW.com



ForexAW.com



- **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: БрОЗЦ8С4Н1 - для литейной бронзы; БрОЗЦ7С5Н; БрОЗЦ 13С4 - для бронзы БрОЗЦ12С5; Бр04Ц7С5 - для бронзы БрОЗ, 5Ц7С5; Бр05Ц6С5 - для бронзы Бр05Ц5С и Бр04Ц4С17. Перечисленные литейные бронзы применяются для литья антифрикционных деталей. Кроме того, бронзы БрОЗЦ12С5 и БрОЗЦ7С5Н применяются для арматуры, работающей в воде и водяном паре (БрОЗЦ7С5Н в морской воде и маслах) давлением до 245 МПа.

БЕЗОЛОВЯННЫЕ БРОНЗЫ

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

МАРКИРОВКА БРОНЗЫ



- Маркируется по ГОСТ 5017-74. Бронзы маркируются двумя буквами Бр, справа ставят элементы, входящие в бронзу и цифры означают содержание этих элементов (количество меди не указывается).
- БрОЦС 8-4-3 ($\text{Sn} = 8\%$, $\text{Zn} = 4\%$, $\text{Pb} = 3\%$, $\text{Cu} - \text{ост.}$)

НЕКОТОРЫЕ МАРКИ БРОНЗЫ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Наименование	Марка	Назначение
Оловянно-цинковая бронза (обрабатывается давлением)	БрОЦ4-3	Ленты, полосы, прутки, проволока для пружин и т.д.
Оловянно-цинково-свинцово-никелевая бронза (литейная)	БрОЦН 3-7-5-1	Арматура, устойчивая в морской воде
Оловянно-цинково-свинцовая бронза (литейная)	Бр.ОЦС 5-5-5	Вкладыши подшипников
Алюминиевая бронза	БрА5	Монеты, ленты, полосы
Алюминиево-железо-свинцовая бронза (литейная)	БрАЖС 7-1,5-1,5	Отливки с высокими требованиями по чистоте поверхности после обработки резанием
Кремне-марганцевая бронза (обрабатываемая давлением)	БрКМц 3-1	Проволока, прутки, ленты

ЗАДАНИЕ

- Изучить слайды презентации
- Составить конспект, указав в нем хим. состав, классификацию, свойства, область применения и маркировку только латуней и бронз
- Указать по марке **химический состав и применение** следующих латуней:
 - ЛМцОС 58-2-2, ЛМцА 57-3-1
 - и бронз Бр.ОЦС 5-5-5, БрА5