



# 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

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

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

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 **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  $400^\circ\text{C}$ . 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.
<b>Висмут</b>	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.
<b>Кислород</b>	является вредной примесью, так как при повышенном его содержании заметно понижаются механические, технологические и коррозионные свойства меди.
<b>Водород</b>	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**-высокоочищенная, **0**-очищенная, **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

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 **M1ф**. 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

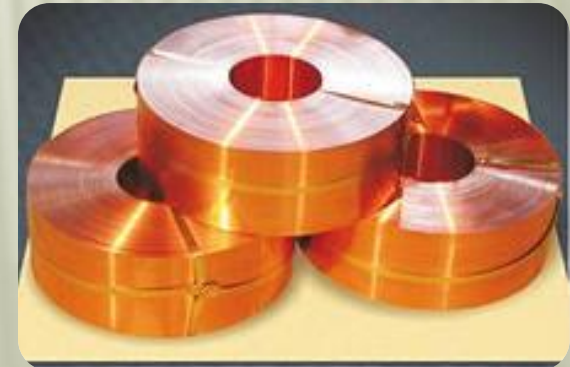
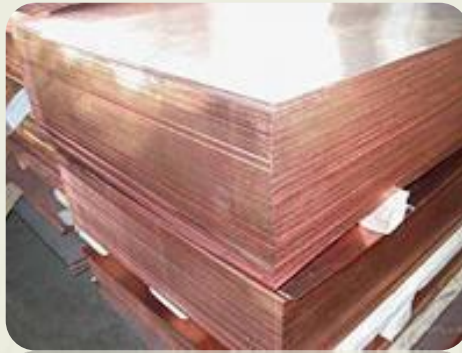




darjeeling.su







# 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:

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

# Классификация сплавов

латунь

бронза

мангани  
н

мельхио  
р

нейзильб  
ер

константа  
н

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 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





**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

<b>Марганец</b>	повышает прочность и коррозионную стойкость, особенно в сочетании с алюминием, оловом и железом.
<b>Олово</b>	повышает прочность и сильно повышает сопротивление коррозии в морской воде. <b>Латуни</b> , содержащие олово, часто называют морскими латунями.
<b>Никель</b>	повышает прочность и коррозионную стойкость в различных средах.
<b>Свинец</b>	ухудшает механические свойства, но улучшает обрабатываемость резанием. Им легируют (1-2%) <b>латуни</b> , которые подвергаются механической обработке на станках-автоматах. Поэтому эти латуни называют автоматными.
<b>Кремний</b>	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, сиффоны и др.

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

**Л80** Детали машин, приборов  
теплотехнической и химической аппаратуры,  
змеевики, сиффоны 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

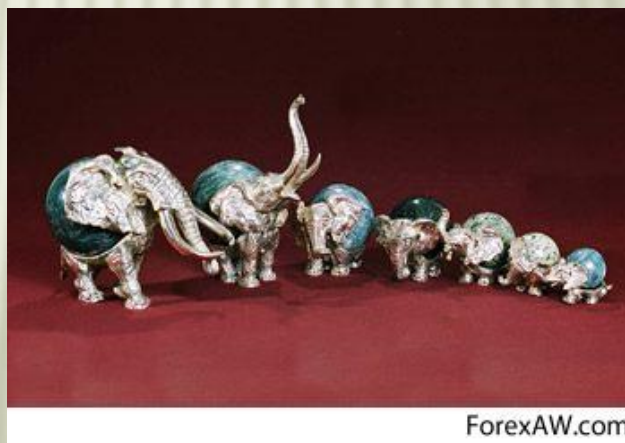
---

- **ЛЦ16К4** Детали арматуры
- ЛЦ23А6Ж3Мц2** 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 **С**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).





ООО "Литмаш"  
(812) 294-55-30  
(812) 913-47-28



- 
- **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: **БрО3Ц8С4Н1** - для литейной бронзы; **БрО3Ц7С5Н**; **БрО3Ц13С4** - для бронзы **БрО3Ц12С5**; **Бр04Ц7С5** - для бронзы **БрО3, 5Ц7С5**; **Бр05Ц6С5** - для бронзы **Бр05Ц5С** и **Бр04Ц4С17**. Перечисленные литейные бронзы применяются для литья антифрикционных деталей. Кроме того, бронзы **БрО3Ц12С5** и **БрО3Ц7С5Н** применяются для арматуры, работающей в воде и водяном паре (**БрО3Ц7С5Н** 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



# 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 (Sn = 8 %, Zn = 4 %, Pb = 3 %, Cu – 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.
<u>Оловянно-цинково-свинцово- никелевая бронза (литейная)</u>	<u>БрОЦН 3-7-5-1</u>	Арматура, устойчивая в морской воде
<u>Оловянно-цинково-свинцовая бронза (литейная)</u>	<u>Бр.ОЦС 5-5- 5</u>	Вкладыши подшипников
Алюминиевая бронза	БрА5	Монеты, ленты, полосы
<u>Алюминиево-железо-свинцовая бронза (литейная)</u>	<u>БрАЖС 7-1,5-1,5</u>	Отливки с высокими требованиями по чистоте поверхности после обработки резанием
<u>Кремне-марганцовая бронза (обрабатываемая давлением)</u>	<u>БрКМц 3-1</u>	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