



Курс: материаловедение

Тема: Медь и ее сплавы

Казачков Олег Владимирович, доцент, к.т.н.

Институт лесных, инженерных и строительных наук,
кафедра технологических и транспортных машин и оборудования
[kaz @ psu.karelia.ru](mailto:kaz@psu.karelia.ru)



План лекции

- **Медь и ее свойства**
- **Классификация и маркировка медных сплавов**
- **Латуни; их классификация , структура и свойства**
- **Бронзы; их классификация , структура и свойства**
- **Медно-никелевые сплавы**



Ключевые слова

- Литейная, деформируемая **латунь**
- Литейная, деформируемая **бронза**
- Простая, многокомпонентная **латунь**
- Оловянная, безоловянная **бронза**
- Медно-никелевые сплавы – **константан, манганин, копель, мельхиор, нейзильбер, куньаль**



Медь и ее свойства



- Плотность – $8,94 \text{ г/см}^3$
- Температура плавления – $1083 \text{ }^\circ\text{C}$
- Решетка – ГЦК, $a = 0,36 \text{ нм}$
- Хорошая коррозионная стойкость, тепло - электропроводность 100%
- Маркировка:
- М00, М0, М1, М2, М3, М4



Классификация медных сплавов

Медные сплавы

Латуни

Бронзы

- **Латуни** – медные сплавы, в которых основным лег. элементом является цинк
- **Бронзы** – сплавы меди с любым другим металлом, кроме цинка как основного лег. элемента



Классификация сплавов по технологическому признаку

Медные сплавы

литейные

деформируемые

- Основным способом производства изделий из литейных сплавов – **литье**
- Основным способом производства изделий из деформируемых сплавов – **обработка давлением**

Маркировка латуней

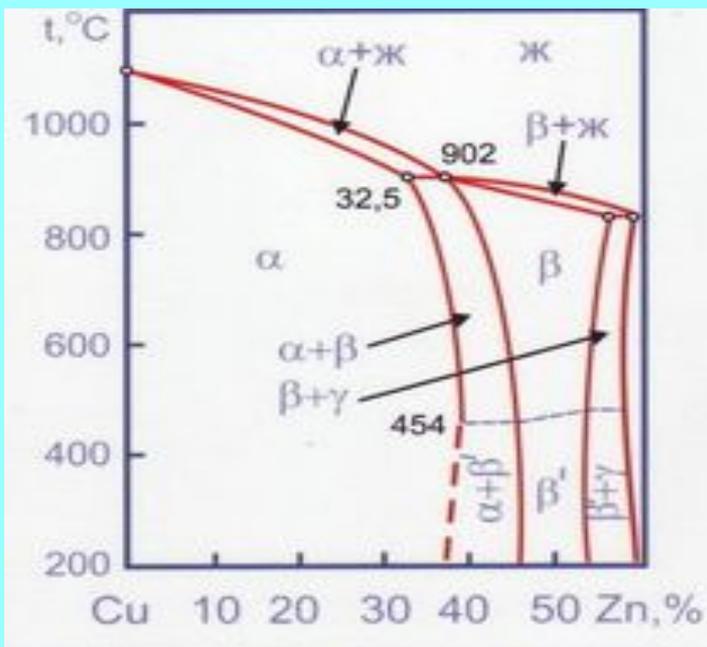
Буквенные обозначения

А	Б	Ж	Мг	Мц	К	Ц	О	Н	Ф	С	Л-латунь
Al	Be	Fe	Mg	Mn	Si	Zn	Sn	Ni	P	Pb	Бр- бронза

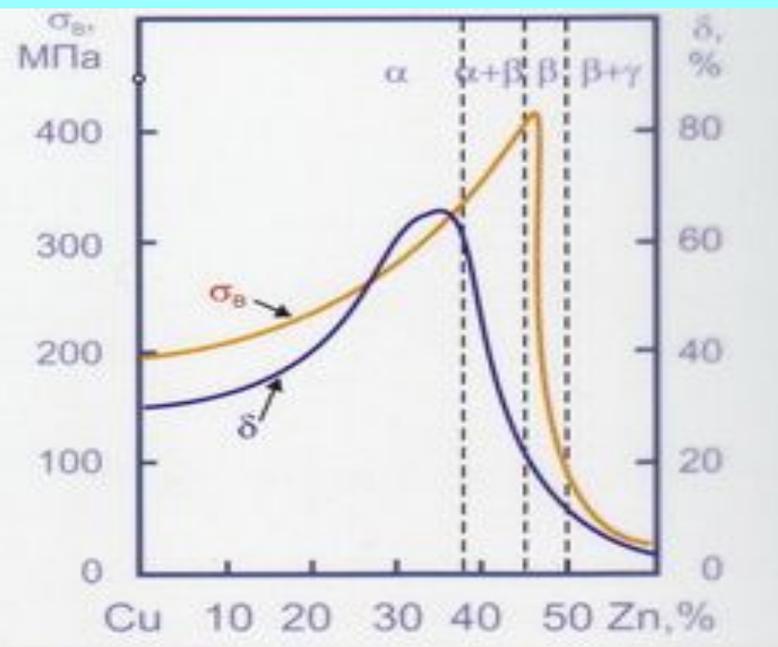
- **Литейная латунь ЛЦ16К4 (Zn-16%, Si-4%, остальное медь)**
- **Деформируемая латунь ЛМцА 57-3-1 (Cu-57%, Mn-3%, Al-1%. остальное цинк)**

Латуни: структура и свойства

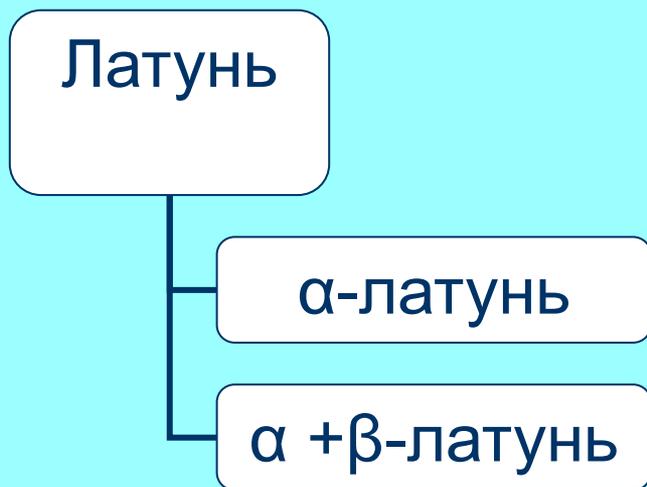
Диаграмма состояний
медь-цинк



Влияние цинка на
свойства латуней



Классификация латуней по структуре



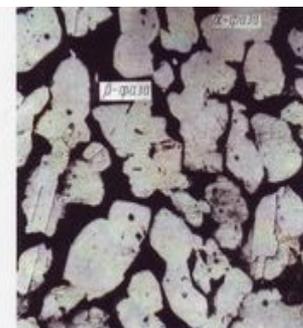
Zn < 39%



x200

а)

39% < Zn < 45%



x200

б)

Микроструктура
α-латуни и α + β-латуни

α -Твердый раствор цинка в меди, β - твердый раствор цинка в решетке химического соединения CuZn

Классификация латуней по составу

латуни

Простые
(двойные)

Многокомпонентные
(специальные)



Простые (двойные) латуни

- Являются деформируемыми латунями, хорошо обрабатываются давлением как в холодном, так и в горячем состоянии
- Не имеют фазовых превращений, не упрочняются термической обработкой
- Применение: радиаторные и конденсаторные трубки (Л96, Л90), гибкие шланги, прокладки (Л85, Л80), гайки, болты, детали автомобиля (Л68), толстостенные детали (Л59)
- Маркировка: по ГОСТ 17711-80
- Л96, Л90 (томпаки), Л85, Л80 (полутомпаки), Л70, Л68



Многокомпонентные латуни

- Это двухфазные латуни с добавками легирующих элементов—Al, Fe, Ni, Sn, Mn, Pb
- Лег.элементы (кроме Pb) увеличивают прочность, твердость, коррозионную стойкость, ухудшают пластичность
- Pb улучшает обрабатываемость(автоматная латунь) ЛС 59-1, ЛС 63-3, ЛС 74-3
- Sn улучшает коррозионную стойкость (морская латунь) ЛО 70-1, ЛО 62-1
- Al, Ni повышают мех.свойства ЛАН 59-3-2

Маркировка бронз

Буквенные обозначения

А	Б	Ж	Мг	Мц	К	Ц	О	Н	Ф	С	Л-латунь
Al	Be	Fe	Mg	Mn	Si	Zn	Sn	Ni	P	Pb	Бр- бронза

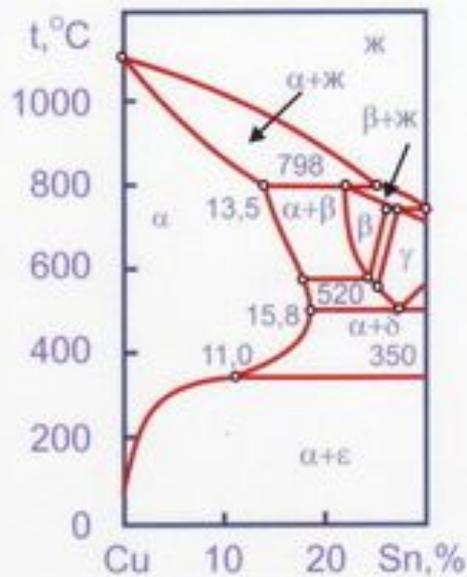
- **Литейная бронза БрА11Ж6Н6 (Al -11%, Fe-6%, Ni-6%, остальное медь)**
- **Деформируемая бронза БрАЖН 10-4-4 (Al -10%, Fe-4%, Ni-4%, остальное медь)**

Классификация бронз по химическому составу

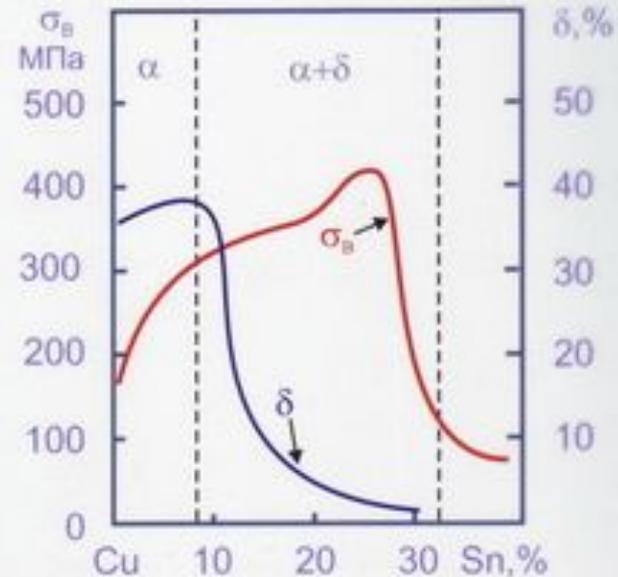


Оловянные бронзы: структура и свойства

Диаграмма состояний
Cu-Sn



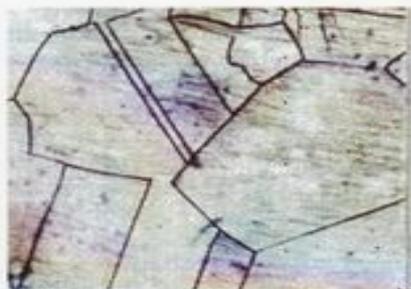
Влияние олова на свойства
сплавов



*

Микроструктура оловянной бронзы

Структура деформированной бронзы с 5 % Sn после рекристаллизации



x300

Структура литой бронзы с 10 % Sn



x250

Структура – α -твердый раствор олова в меди

Структура – α + эвтектоид(α + δ),
 δ – электронное соединение
 $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$

Область применения оловянных бронз

- **Литейные бронзы**

Изготавливают пароводяную арматуру, антифрикционные детали типа втулок, венцов червячных колес, вкладышей подшипников, художественное литье

- **Деформируемые бронзы**

Изготавливают прутки, трубы, ленту, проволоку для пружин, детали с упругими, антикоррозионными, антифрикционными в различных отраслях промышленности.



Область применения безоловянных бронз

- **Свинцовые бронзы** – антифрикционный материал. Для отливок вкладышей подшипников скольжения, втулок
- **Алюминиевые бронзы** – заменитель оловянных бронз. Для мелких, но ответственных деталей типа шестерен, втулок, фланцев, монет
- **Кремнистые бериллиевые бронзы** – пружинный материал.

Классификация медно-никелевых сплавов

Медно-никелевые сплавы

**Высокопрочные
коррозионностойкие**
е

электротехнически
е

Электротехнические медно-никелевые сплавы

- **Копель**- сплав, содержащий 43%Ni, 0,5%Mn (МНМц 43–0,5). Применяется в пирометрии в качестве термоэлектрода термопар в паре с хромелем до 600⁰С
- **Константан** - сплав, содержащий 40%Ni, 1,5 %Mn (МНМц 40-1,5). Характеризуется постоянным ρ в зависимости от температуры
- **Манганин** - сплав, содержащий 3%Ni, 12 %Mn (МНМц 3-12). Характеризуется постоянным ρ в области комнатных температур, изготавливают эталонные сопротивления и элементы измерительных приборов, предложен в 1889