

---

# Химическое производство бронзы

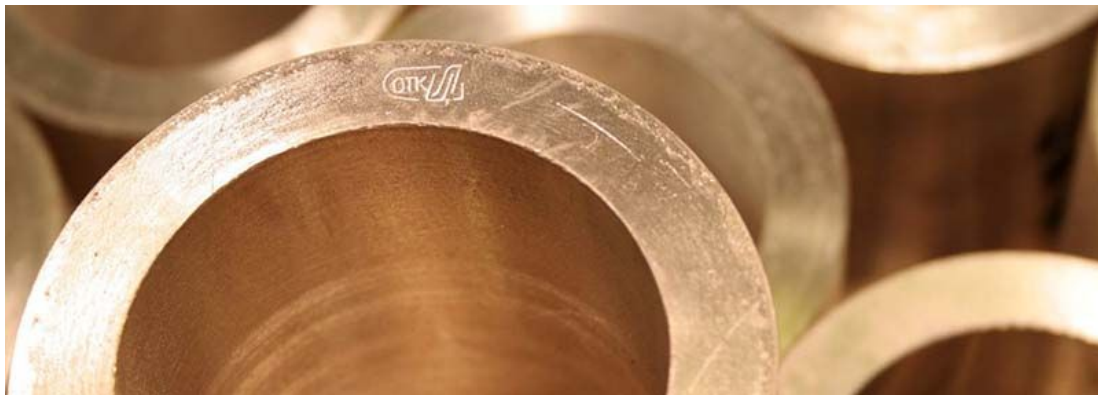
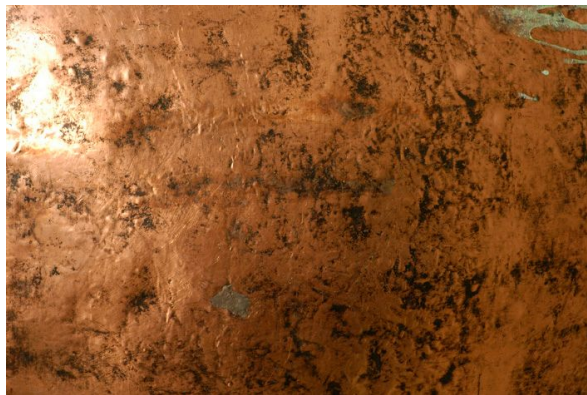
Работу выполнили ученики 11"Г" класса МАОУ «СОШ №35» **Чупахин С., Карманов Д.**  
**Руководитель учитель химии Краснова М.П.**

---



# Бронза

Бронза — сплав меди, обычно с оловом в качестве основного легирующего компонента, но к бронзам также относят медные сплавы с алюминием, кремнием, бериллием, свинцом и другими элементами, за исключением цинка (это латунь) и никеля (это мельхиор). Как правило в любой бронзе в незначительных количествах присутствуют добавки: цинк, свинец, фосфор и др.



# Моменты истории

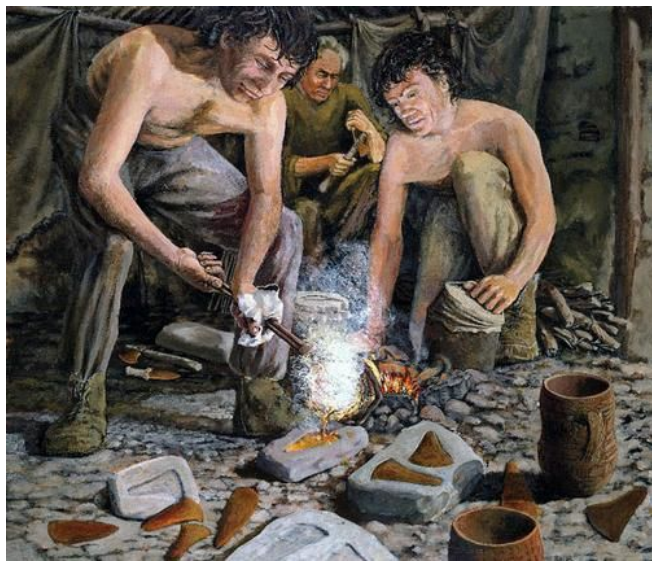


---

Один из первых освоенных человеком сплавов металлов. Она обладает значительно большей, по сравнению с чистой медью (освоенной ранее бронзы), твёрдостью, достаточной прочностью и более легкоплавка. Открытие бронзы сыграло огромную роль в освоении металлов человеком. Бронзовый век — выделяемая на основе данных археологии эпоха человеческой истории, характеризующаяся ведущей ролью изделий из бронзы, что было связано с улучшением обработки таких металлов, как медь и олово, получаемых из рудных месторождений, и последующим получением из них бронзы. Бронзовый век является второй, поздней фазой эпохи раннего металла, сменившей медный век и предшествовавшей железному веку. В целом, хронологические рамки бронзового века: 35/33 — 13/11 вв. до н. э., но у различных культур они отличаются.



Бронзовый век на Ближнем востоке начался с Анатолии (современная Турция). Горы Анатолийского нагорья обладали богатыми залежами меди и олова. Также медь добывалась на Кипре, в Древнем Египте, Израиле, Армянское нагорье, Иране и вокруг Персидского залива. Медь обычно смешивалась с мышьяком, и всё же растущие потребности в регионе в олове привели к созданию торговых маршрутов, ведущих из Анатолии. Также морскими маршрутами медь импортировалась в Древний Египет и Древнюю Месопотамию.



Выплавка  
бронзы. Начало  
«бронзового  
века»  
II тыс. до н. э.  
(Европа)

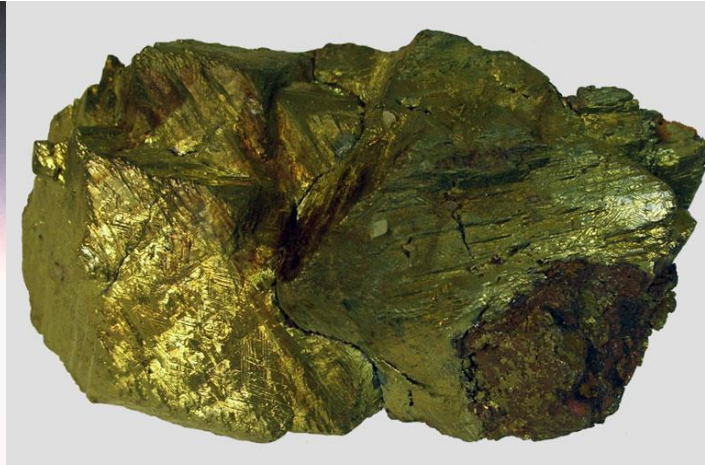
# Добыча металлов



---

## Добыча меди

В природе медь редко встречается в чистом виде, в основном ее добывают из руд ( оксидные и сульфидные). Важнейшими минералами, входящими в состав медных руд, являются: халькозин (медный блеск) -  $\text{Cu}_2\text{S}$ ; халькопирит (медный колчедан) -  $\text{CuFeS}_2$ ; малахит -  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ . Медные руды, как правило, содержат большое количество пустой породы, поэтому в металлургии меди особенно важную роль играет обогащение (обычно флотационный метод), позволяющее использовать руды с небольшим содержанием меди.



Обычно процесс выплавки слагается из следующих операций: обжиг; плавка; конвертирование; огневое рафинирование; электролитическое рафинирование. В ходе обжига большая часть сульфидов примесных элементов превращается в оксиды. Так, главная примесь большинства медных руд, пирит -  $\text{FeS}_2$  - превращается в  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Газы, отходящие при обжиге, содержат  $\text{SO}_2$  и используются для получения серной кислоты.







## Флотация



---

## Добыча олова

Наиболее просты в работе россыпные месторождения руды олова, их называют аллювиальные. Как правило, в такого рода местах его рождениях находятся зернистые пески. Для их разработки используют драгирование, а также применяется добыча при помощи песковых насосов:

1. Способ добычи драгирование. При помощи многоковшовых или же землесосных драг оловянную россыпь удастся добывать со дна водоемов.
2. Разработка мест рождение олова при помощи песковых насосов. Первым делом необходимо вскрыть месторождение механическим способом, после чего при использовании мощных струй воды выполняют дробление руды, которая попадает в специальный пруд – накопитель, и уже оттуда при помощи погружного пескового насоса на поверхность поднимаю суспензию, которая далее поступает на промывную галерею.





# Получение сплава



---

# Изготовление бронзы в наши дни



Бронзу получают путем сплавления меди и легирующих компонентов (олово, алюминий, бериллий, никель, свинец, фосфор и т.д.).

Однокомпонентная

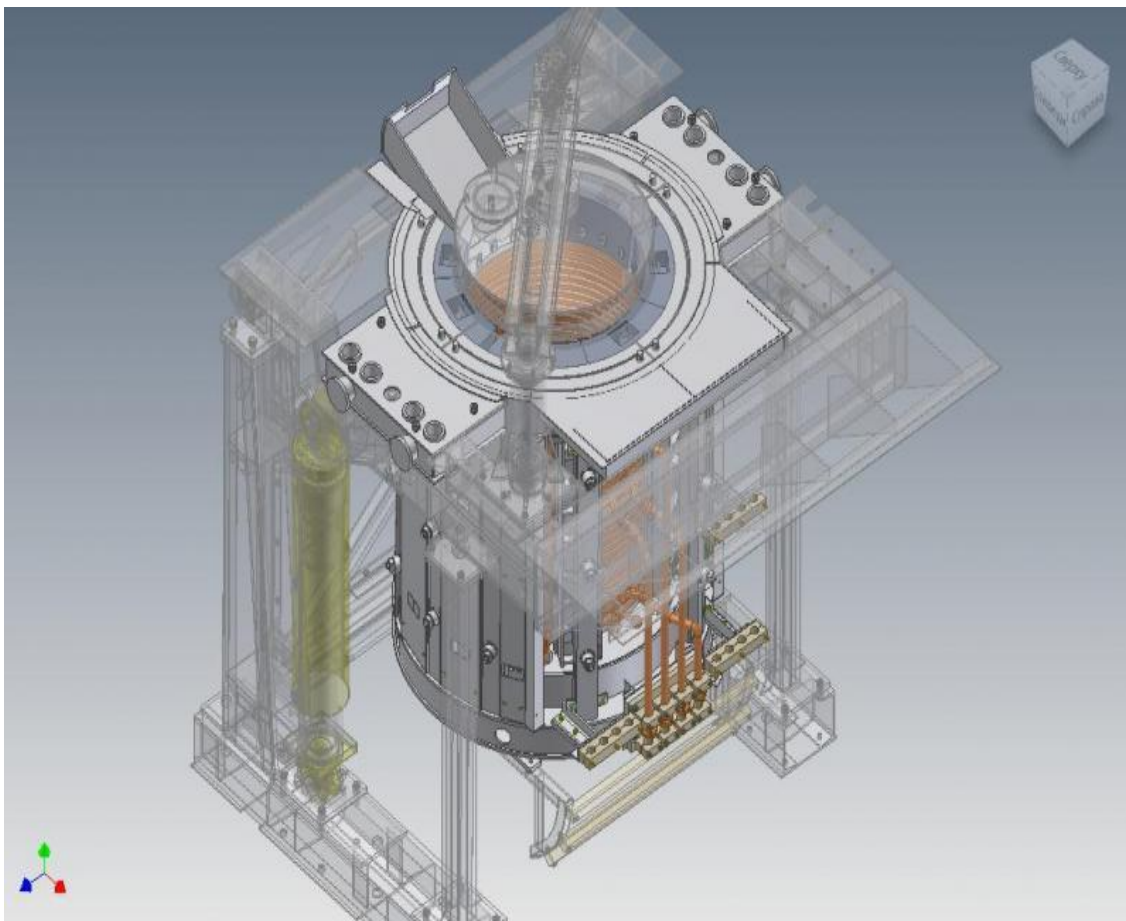
Многокомпонентная

Также процесс изготовления бронзы предусматривает получение первичного или вторичного материала. Чтобы получить первичный классический сплав, необходимо сплавить медь и олово, вторичный – при выплавке применить в качестве дополнительного компонента саму бронзу.

---

# Технология изготовления оловянной бронзы

Изготовление бронзы происходит в стальной или чугунной вращающейся втулке с электрической дугой. При плавлении оловянных бронз образуются оксиды при непосредственном взаимодействии меди и олова, что снижает технические свойства полученного сплава. Во избежание потери эксплуатационных свойств бронзы и удалении неметаллических включений перед добавлением олова в расплавленную медь ее раскисляют фосфором. Фосфор – это недорогой раскислитель, значительно снижающий хорошее свойство меди - электропроводность. Поэтому иногда для избежания этого эффекта используются более дорогие компоненты (кальций, литий и калий).



# Этапы процесса плавления

Процесс плавления делают под слоем древесного угля или его смеси с содой – флюса, и он проходит в несколько общих этапов:

1. Расплавление меди при температуре около  $1100^{\circ}\text{C}$  под слоем флюса или угля.
2. Ввод фосфористой меди (около 10 %) для раскисления.
3. Добавление дополнительных компонентов для получения однокомпонентного сплава – олова, многокомпонентного – всех дополнительных составляющих, вторичного бронзового сплава – бронзы.
4. Прогревание полученного сплава до температуры  $1200^{\circ}\text{C}$ .
5. Рафинирование – удаление вредных неметаллических примесей
6. Модифицирование для повышения механических свойств сплава.
7. Разлив по формам при температуре до  $1300^{\circ}\text{C}$ .





# Изготовление неоловянных бронз (алюминиевые)

Для алюминиевой бронзы очень важен температурный режим, *поэтому температура плавления выше 1200 °C не допускается.*

Чтобы изготовить алюминиевую бронзу, необходимо не только следить за температурой, но и хорошо размешать сплав перед заливкой в формы. Это делается из-за большой разницы в плотности сплавляемых компонентов.

1. Медь расплавляется под флюсом и раскисляется.
2. Вводятся дополнительные компоненты в чистом виде или в виде смеси с медью.
3. Производится вторичное раскисление.
4. Вводится алюминий.
5. Засыпается поверхность сплава флюсом.
6. Сплав рафинируется хлористым марганцем, модифицируется ванадием, бором или вольфрамом и заливается в формы.

# Немного о других сплавах бронзы

1. Бериллиевая бронза выплавляется по общим этапам в индукционных печах. В процессе применяют графитовые тигли. Высокая токсичность получаемой пыли и паров при изготовлении этого вида бронзы требует проведения выплавки в отдельных изолированных помещениях с мощной системой вентиляции.
2. Кремнистые бронзы получают в электрических индукционных печах с применением древесного угля. Важен контроль за температурой плавления.



# Итог производства

1. Конечный продукт сплава - металлическая чушка, вес < 42 кг. Все чушки, получившиеся в результате разовой плавки, относят к одной партии. Чушки имеют документ о качестве, с основной информацией: товарный знак производителя, марку бронзы, массу и номер партии, количество чушек в партии и их химический анализ.
2. Необходимость изготовления бронзы обусловлена широкой сферой применения. Арматура, все детали, работающие в непосредственном контакте с паром и маслами, вкладыши подшипников, фасонные элементы трубопровода – вот небольшой список использования бронзы.



---

## Применение

Бронза используется в современном машиностроении, ракетной технике, авиации, судостроении и других отраслях промышленности. Благодаря устойчивости к механическому истиранию и высокой коррозионной стойкости бронзовая продукция применяется для изготовления деталей машин и приборов, участвующих в подвижных узлах в процессе трения.

Бронзу используют для литья скульптур и памятников, так как материал долговечен, не подвергается атмосферным влияниям и устойчив против механических повреждений. Изделия высокохудожественных форм в театрах, дворцах, залах (люстры, торшеры, канделябры) также изготавливаются из бронзы.



## — Экология

Вредными отходами являются оксиды углерода, серы и азота. Ежегодное поступление в атмосферу сернистого газа оценивается специалистами-экологами в объеме 100–150 млн т. С его выбросами связано образование так называемых кислотных осадков, которые наносят большой вред растительному и животному миру, разрушают различные сооружения, памятники архитектуры. Загрязнение окружающей среды металлургическими производствами происходит из-за сточных вод, в которые попадают различные химические соединения, образующиеся в процессе выплавки металлов. Воду металлургическое производство потребляет в больших количествах, поэтому его предприятия всегда сооружают в непосредственной близости от рек и озер или создают специальные гидротехнические сооружения, в которых она накапливается.



---

## Источники

<http://cu-prum.ru/bronza.html>

<http://www.ecoproblems.org/2011/11/blog-post.html>

<http://olovorona.ru/kak-lyudi-v-bronzovyy-vek-dobyivali-med-i-olovo/>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B7%D0%B0>

<http://tutmet.ru/>

<http://bibliotekar.ru/spravochnik-149-metalloizdeliya/12.htm>

---

---

# Спасибо за внимание!

