

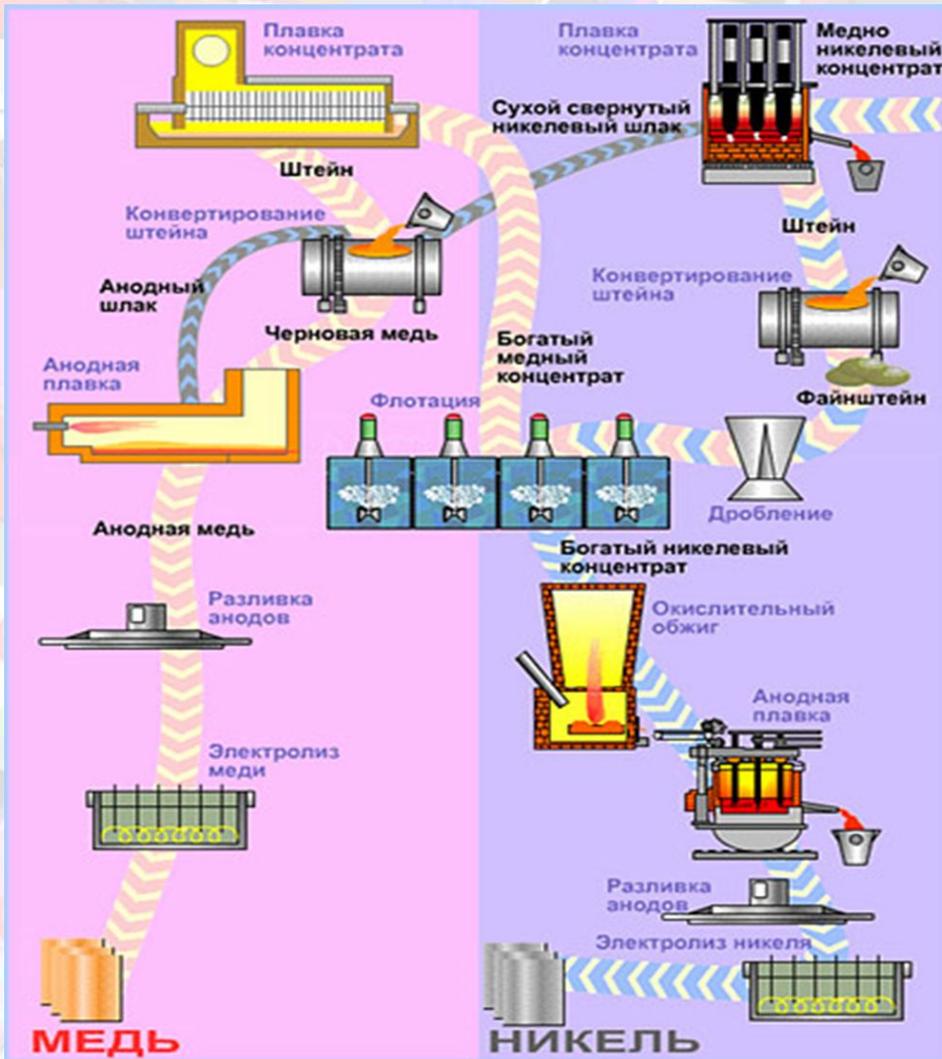
## Лекция № 3:



# Переработка медных руд и концентратов



# Краткая технологическая схема получения меди



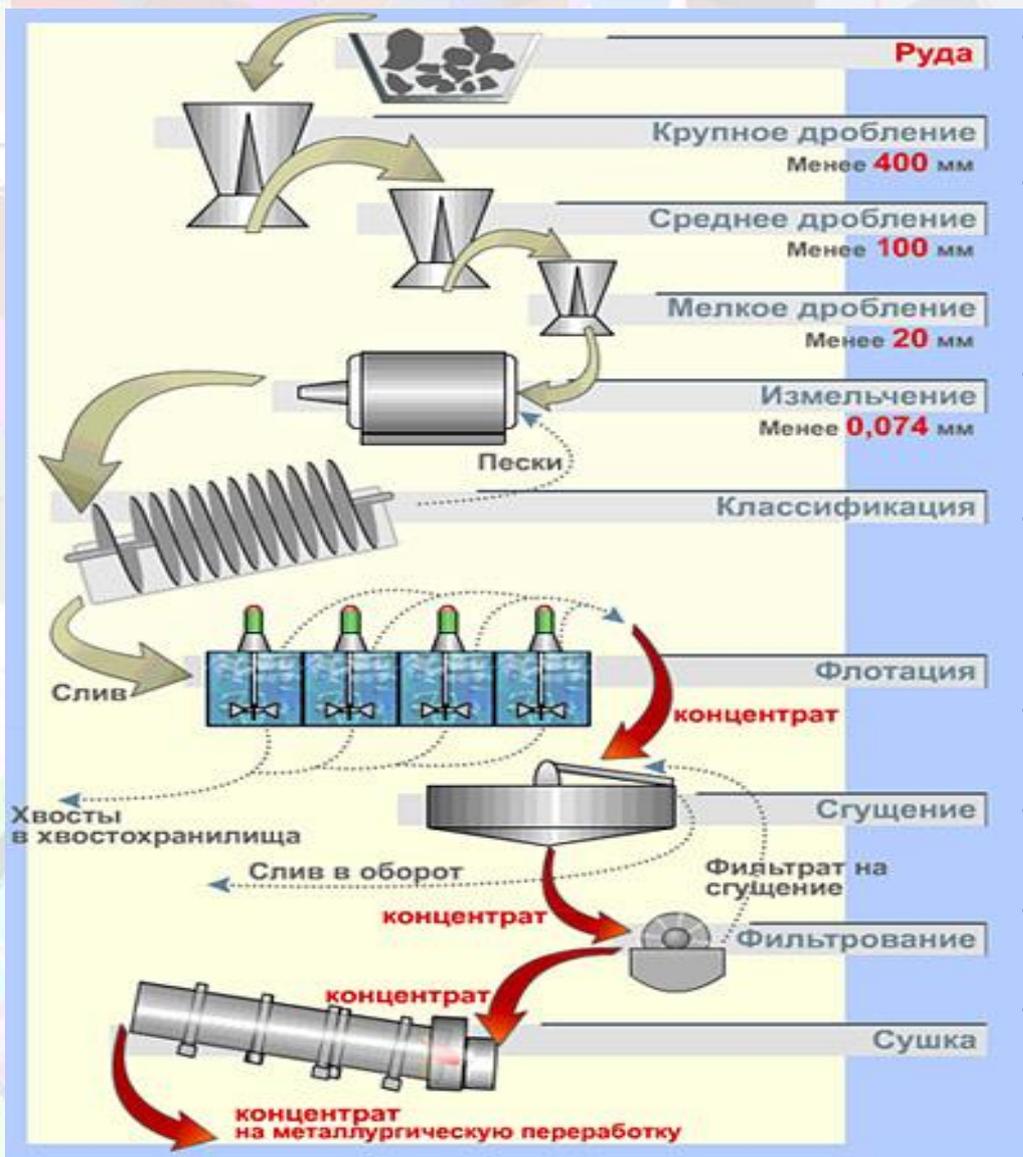
- 1) Плавка на штейн  
Получение двух несмешивающихся расплавов шлака и штейна
- 2) Конвертирование  
Перевод железа в шлак, а серы в газовую фазу;  
Получение черновой меди
- 3) Огневое рафинирование  
Перевод в шлак примесей;  
Получение анодной меди
- 4) Электролитическое рафинирование  
Получение катодной меди (марок М1 и М0)



# ПЕРВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА



# Обогащение медной руды



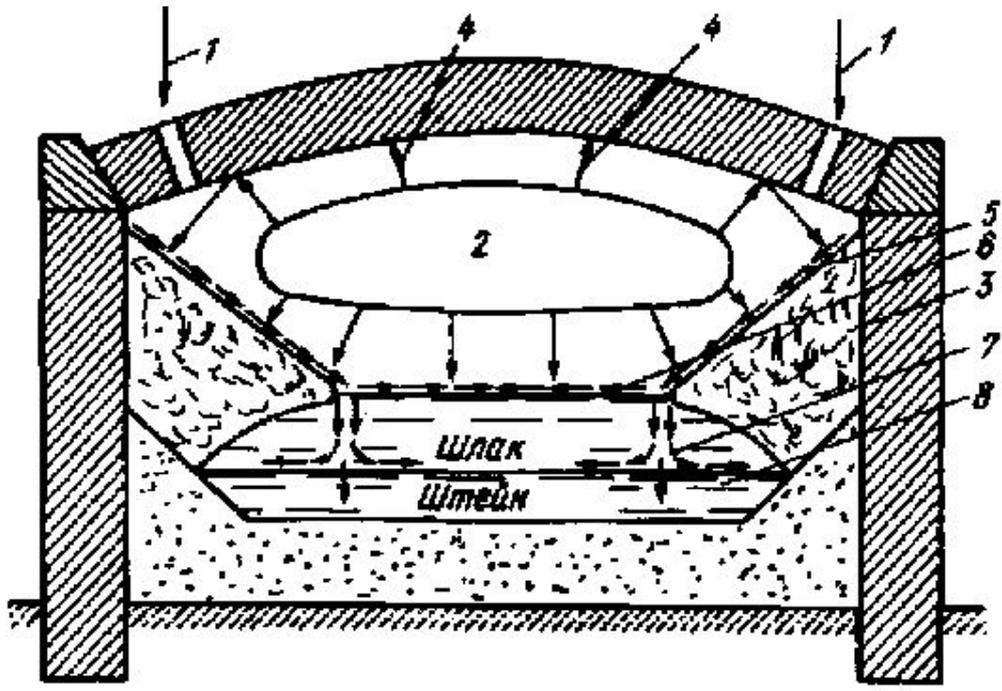
- Для получения меди применяют медные руды, содержащие от 1 до 6% меди
- В рудах медь находится в виде сернистых соединений (медный колчедан или халькопирит  $\text{CuFeS}_2$ , халькозин  $\text{Cu}_2\text{S}$ , ковелин  $\text{CuS}$ )
- Кроме того, в сульфидную часть руды входит пирит  $\text{FeS}_2$  (или пирротин  $\text{FeS}$ )
- Пустая порода состоит из кварца  $\text{SiO}_2$ , карбонатов магния и кальция, силикатов, содержащих  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и оксиды железа
- Обогащение производится методом **флотации**
- Получаемые концентраты содержат: 8-35% Cu, 40-50% S, 30-35% Fe
- Выход концентрата от руды составляет (2-3):(20-25)%
- Пустая порода, главными составляющими которой являются  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}$



## Плавка на штейн

- Цель процесса - перевод меди в штейн, а оставшейся пустой породы в шлак
- Штейн  
Расплав, состоящий из **сульфидов** цветных металлов и железа; содержит также некоторое количество оксидов железа, кремния, алюминия и кальция
- Шлак  
Расплав на основе **оксидов** пустой породы (Si, Al, Ca, Mg) и железа; содержит ценный металл в растворенной форме и в виде королек
- Операция производится с расплавами при температурах 1200-1350°C
- Штейн и шлак – два несмешивающихся расплава, что позволяет слить их отдельно

# Отражательная плавка медных концентратов

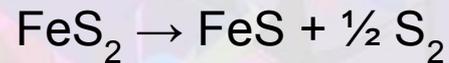


- 1 – загрузка шихты
- 2- факел горящего топлива
- 3 – шихтовой откос
- 4 – направление потоков тепла от факела
- 5 – стекающий поверхностный слой шихты
- 6 – легкая фракция расплава, обогащенная кварцем
- 7 – шлак
- 8 - штейн

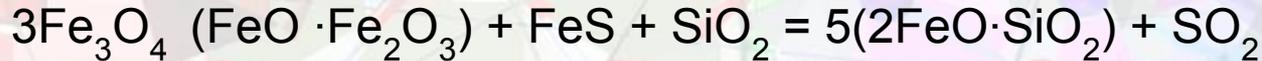
**Схема плавления шихты на откосах отражательной печи**

# Химические процессы, протекающие при отражательной плавке

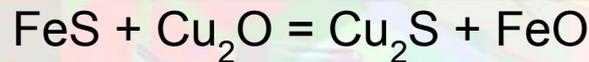
1) Испарение влаги и реакции термического разложения неустойчивых химических соединений и высших сульфидов, карбонатов, гидроксидов и др., например:



2) Реакции взаимодействия ферритов ( $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) с сульфидами:



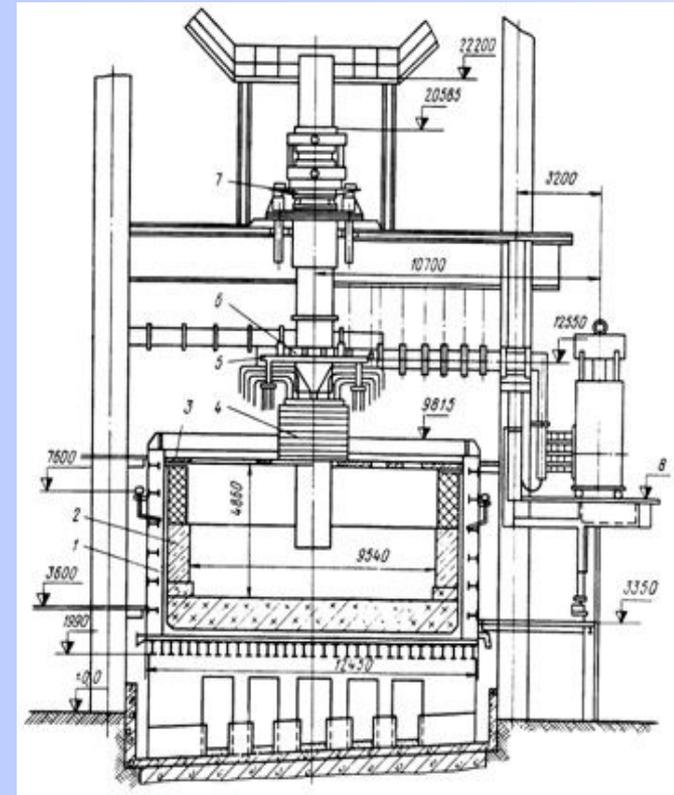
3) Реакции взаимодействия оксидов цветных металлов с сульфидами:



4) Реакции распределения ценных компонентов являющихся спутниками меди, между продуктами плавки.

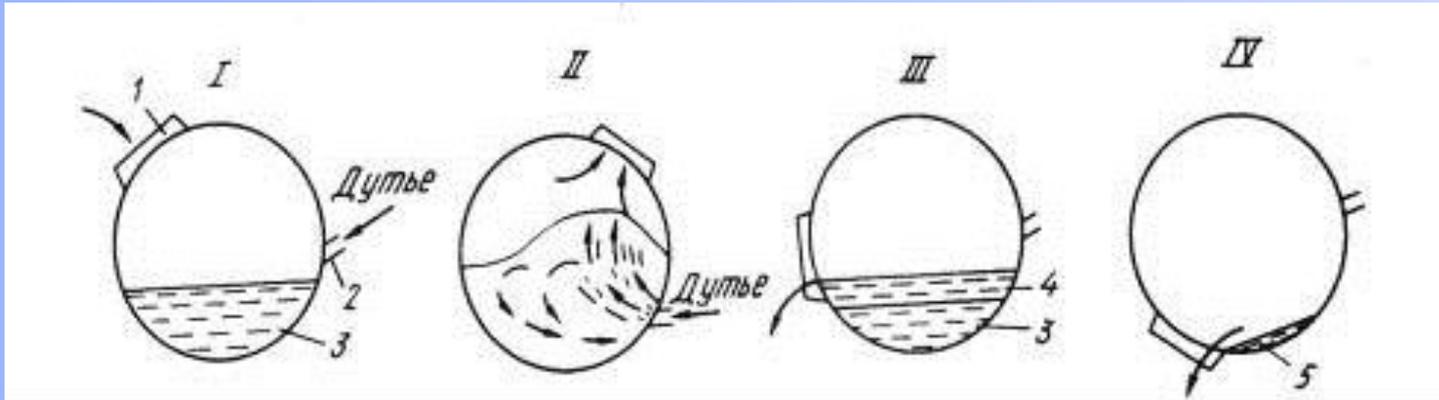
## Руднотермическая электропечь

- Плавку на штейн медной руды, концентрата или огарка ведут в электропечах
- Технологические показатели процесса:
  - Удельный расход электроэнергии 330-400 кВт·ч/т огарка
  - Удельный проплав 6-12 т/м<sup>2</sup>·сут
  - Содержание меди в штейне 25-40%
  - Содержание меди в шлаке 0,4-0,8%
  - Извлечение меди в штейн 95-98%
- Рабочая мощность РТП обычно составляет 12-15 МВт (но может достигать и до 40 МВт)



# Конвертирование медных штейнов

Конвертирование – окисление железа и серы продувкой воздуха или обогащенного кислородом дутья через слой расплавленного штейна. Оксид железа переводится в шлак,  $SO_2$  переводится в газовую фазу.



*Рабочие положения горизонтального конвертера*

I – заливка штейна, дутьевые фурмы должны находиться выше расплава, а сам расплав должен занимать не более половины объема конвертера;

II – продувка штейна (фурмы погружены в расплав);

III – слив конвертерного шлака;

IV – слив черновой меди.

# Конвертирование медных штейнов

Процесс конвертирования медных штейнов протекает в два периода:

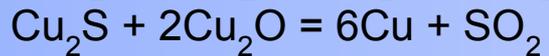
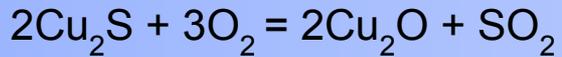
- 1) Окисление сульфида железа и накопление штейновой массы;

В первый период конвертирования происходит постепенное накопление в конвертере обогащенной медью сульфидной массы.

В результате первого периода конвертирования получают «белый матт» - продукт, почти полностью состоящий из сульфида меди.

- 1) Окисление полусернистой меди и получение черновой меди.

Химизм второго процесса конвертирования:



**Перерыв 5 минут**

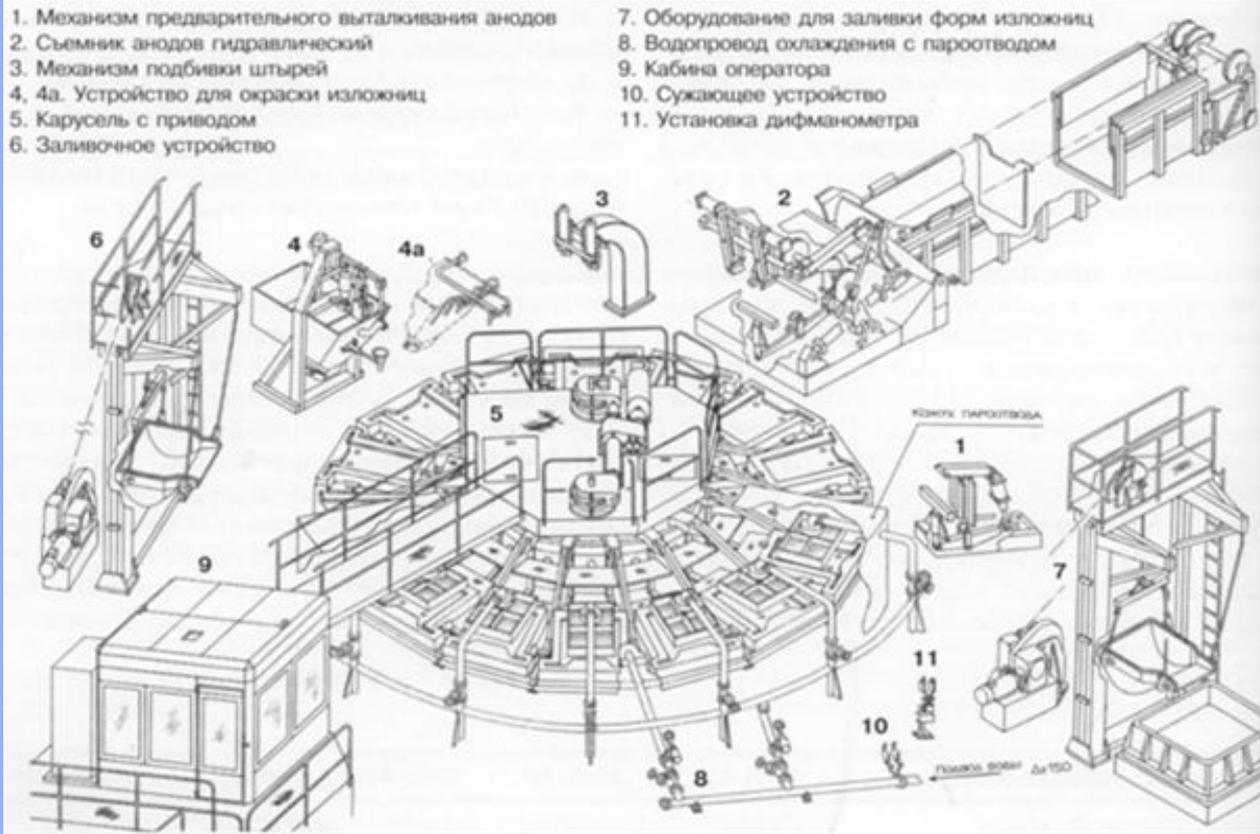




## Огневое рафинирование меди

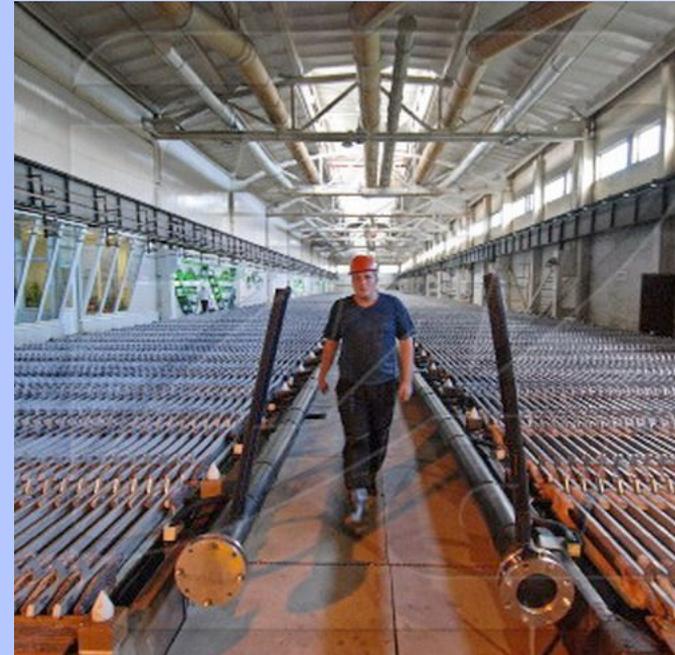
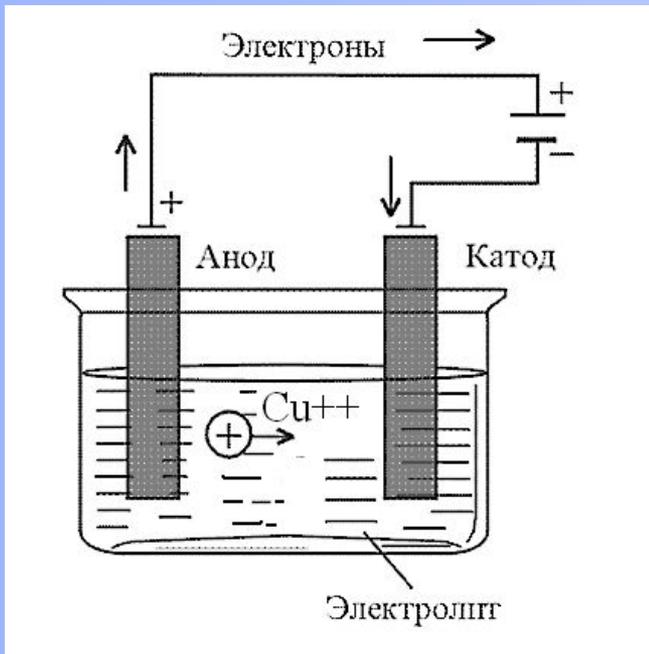
- Целью операции является получение плотных медных анодов и вывода вредных для электролиза примесей, таких как кислород и сера
- Кроме того, при окислительном рафинировании в анодный шлак переходят Ni, As, Sb, Bi, Pb, Zn, Fe, Se, Te
- Рафинирование проводят чередованием окислительной продувки расплава и раскисления расплава (удаления из него кислорода) при снятии образующихся шлаков (съемов)
- Операцию осуществляют в отражательных или качающихся печах, отапливаемых жидким или газообразным топливом
- Анодная медь содержит от 99,2 до 99,7% Cu
- Анод – это массивная пластина из меди 800×800×80 мм  
масса медных анодов 170-350 кг

# Карусельная машина для разливки анодов



## Электролитическое рафинирование меди

- Цель процесса получение катодной меди марок М0 (99,95% Cu) и М1 (99,90% Cu)
- В процессе электролиза образуются также:  
*скрап и шлам*



**Следующая (заключительная) лекция:  
30 октября  
Переработка медно-никелевых руд и  
концентратов**