

# Металлы в природе

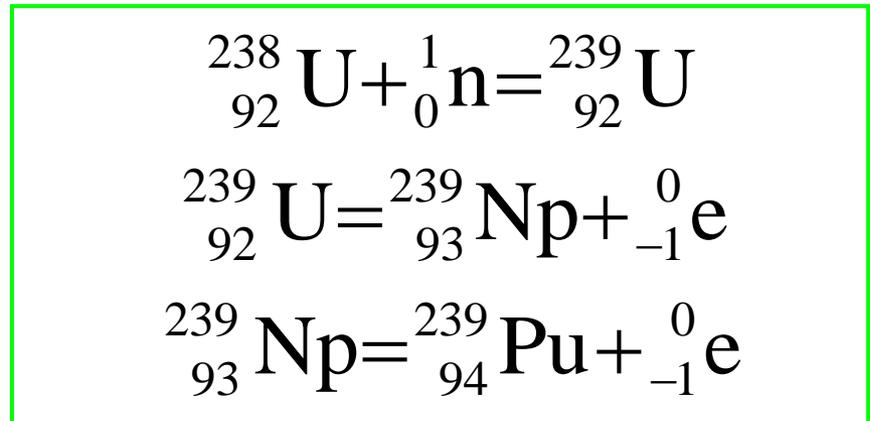


Drunk driving kills  
[www.tverceza.info](http://www.tverceza.info)



# В каком виде встречаются

В свободном состоянии (самородки)	В виде минералов		В рассеянном виде
	соли	оксиды	
1) Неактивные металлы 2) Метеоритные Fe, Co, Ni	NaCl, CaCO <sub>3</sub> , FeS и др.	Cu <sub>2</sub> O, SnO <sub>2</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и др.	Рассеянные металлы (Ga в минералах Al).
	Активные металлы и многие металлы умеренной активности		

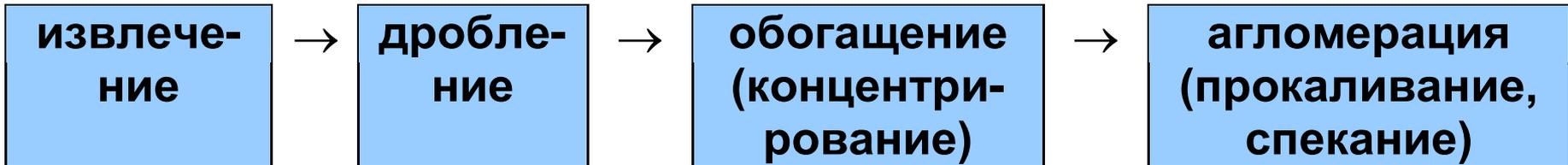


# Металлургические определения

- ***Руды*** – это минералы (горные породы), содержащие соединения металлов, из которых на данном этапе развития технологии возможно и экономически целесообразно выделить чистые металлы.
- ***Пустая порода*** – вещества, присутствующие в руде, но не содержащие добываемого металла.
- ***Металлургия*** – наука о способах получения металлов и отрасль промышленности.

# Этапы металлургии

1. Предварительная обработка руды:



2. Восстановление руды (основной этап):



3. Очистка полученного металла.

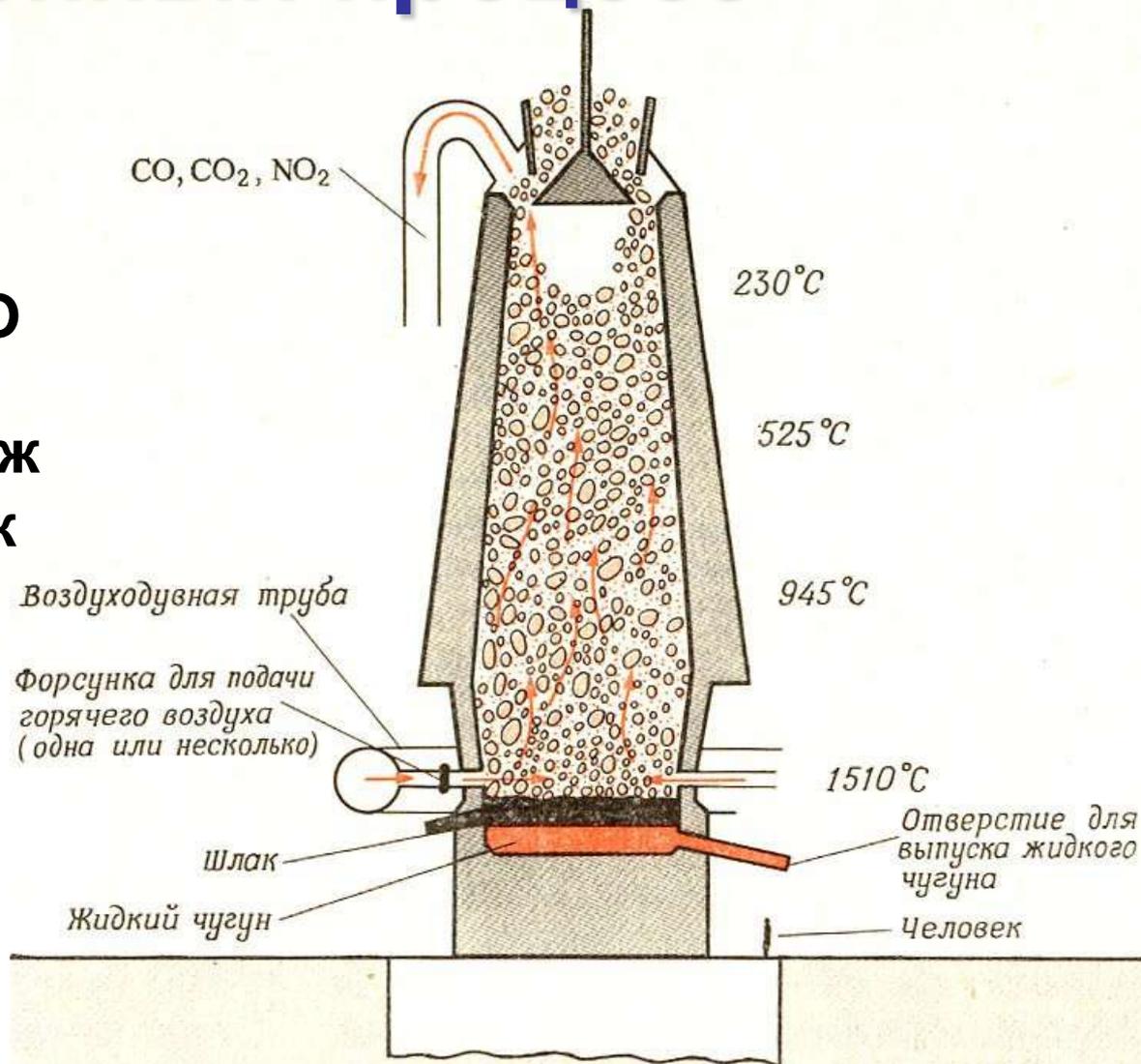
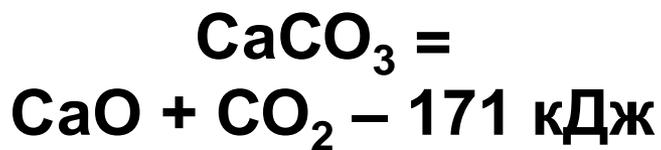
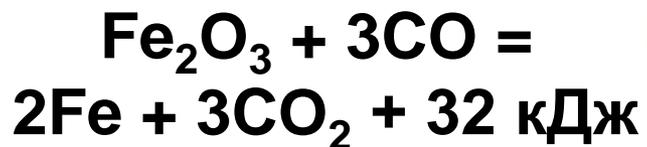


- **флюсы** – вещества, образующие с веществами пустой породы легкоплавкие соединения (**шлаки**), которые собираются на поверхности расплавленного металла и легко удаляются.

# Виды металлургии

- *Пирометаллургия* – получение металлов восстановлением руд при высоких температурах 
- *Гидрометаллургия* – получение металлов восстановлением из солей в растворе 
- *Электрометаллургия* – получение металлов с помощью электролиза растворов или расплавов их соединений 

# Производство железа Доменный процесс

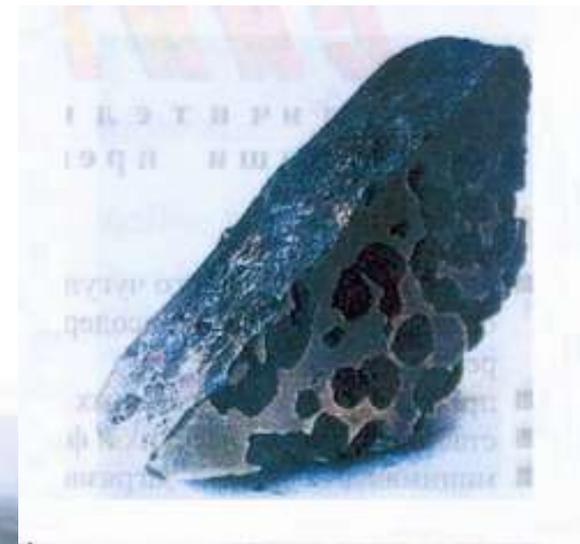


# Производство железа

## Прямое восстановление

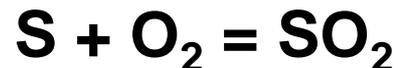
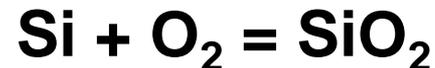
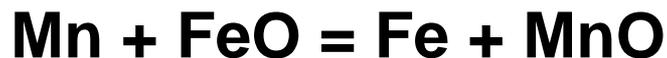
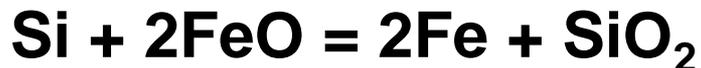
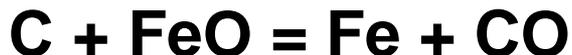


[metalbulletin.ru](http://metalbulletin.ru)

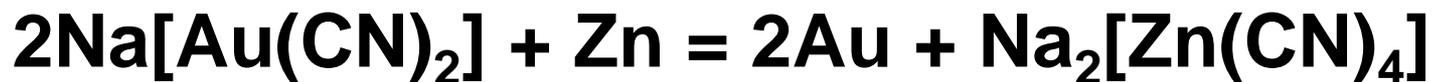
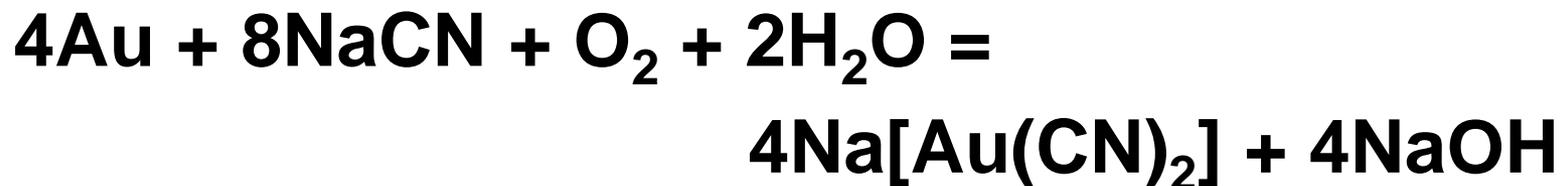


[fid-tech.com](http://fid-tech.com)

# Производство стали



# Получение золота (гидрометаллургия)

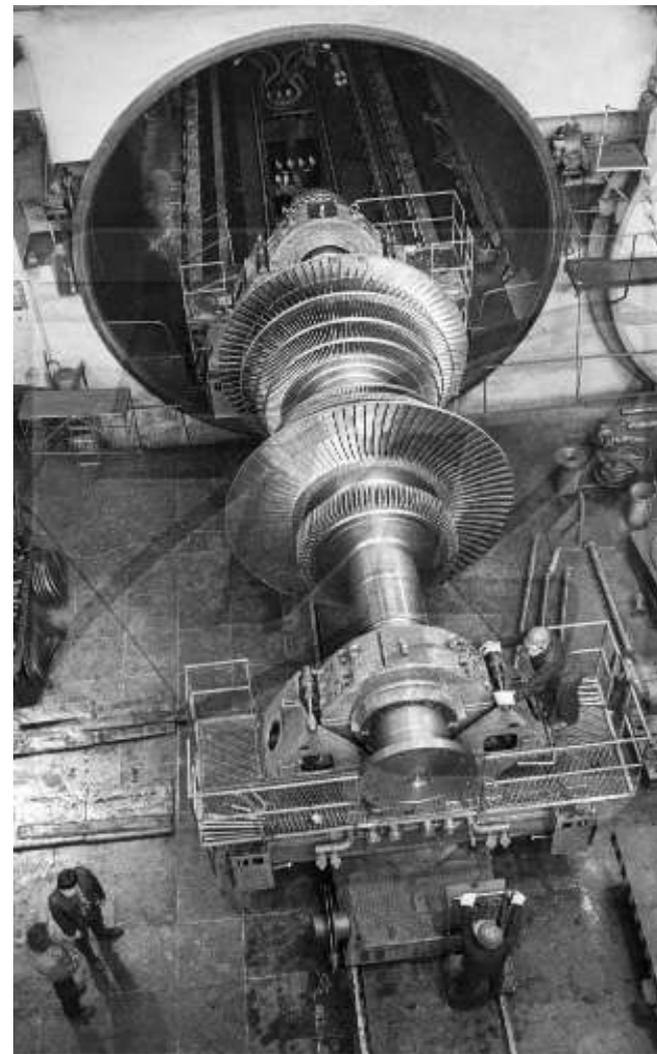






**Лавка оружейника XIV в.**

[annals.xlegio.ru](http://annals.xlegio.ru)



**Турбина на испытательном стенде XXI в.**

[visualrian.ru](http://visualrian.ru)

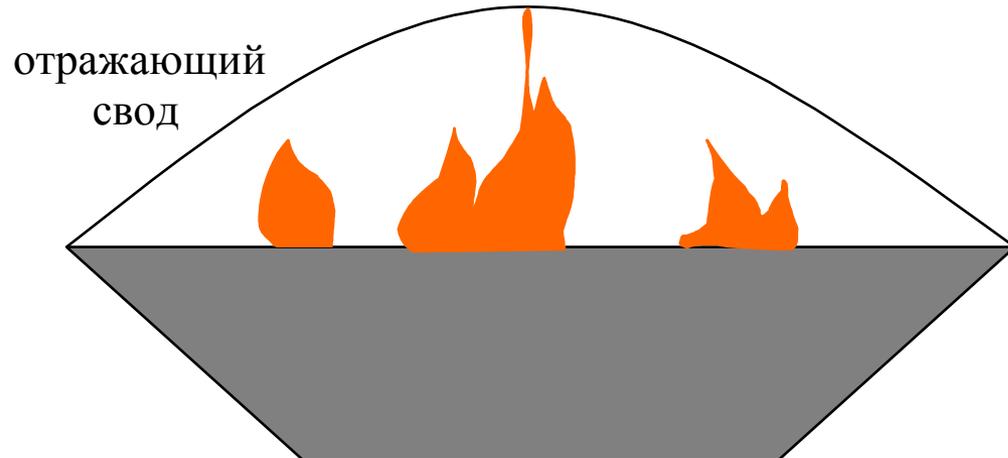


# Производство стали

## Аппаратурное оформление

nkmz.com

**мартеновская печь**

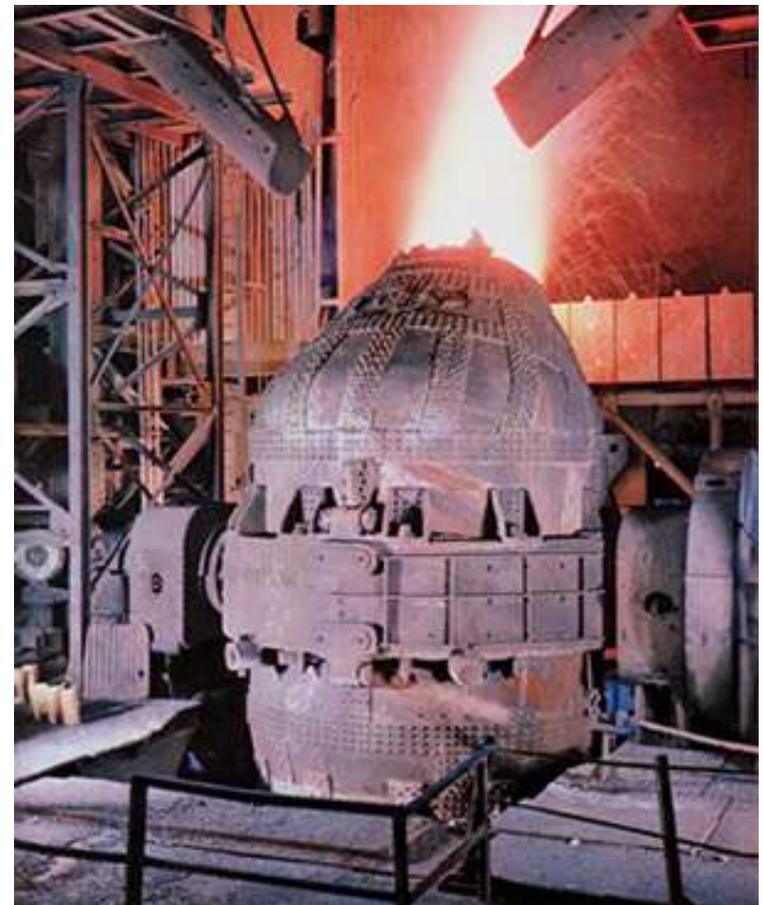
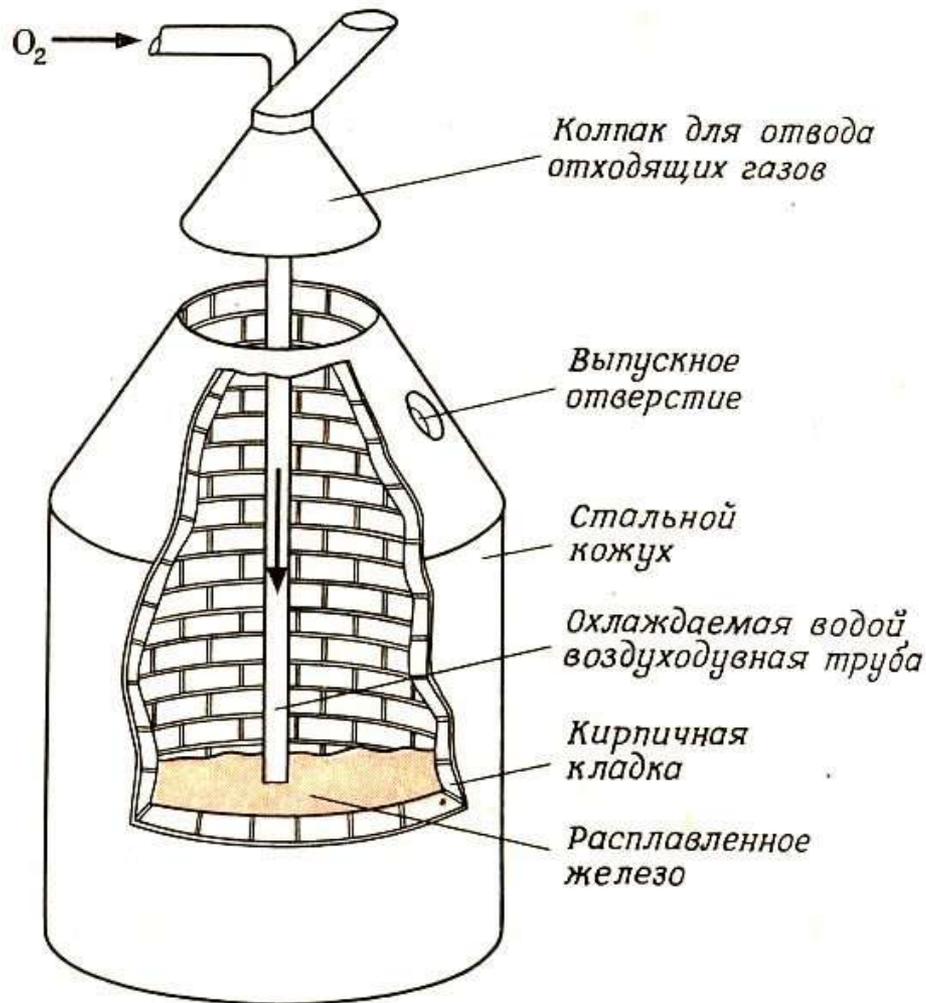


# Производство стали

## Аппаратурное оформление

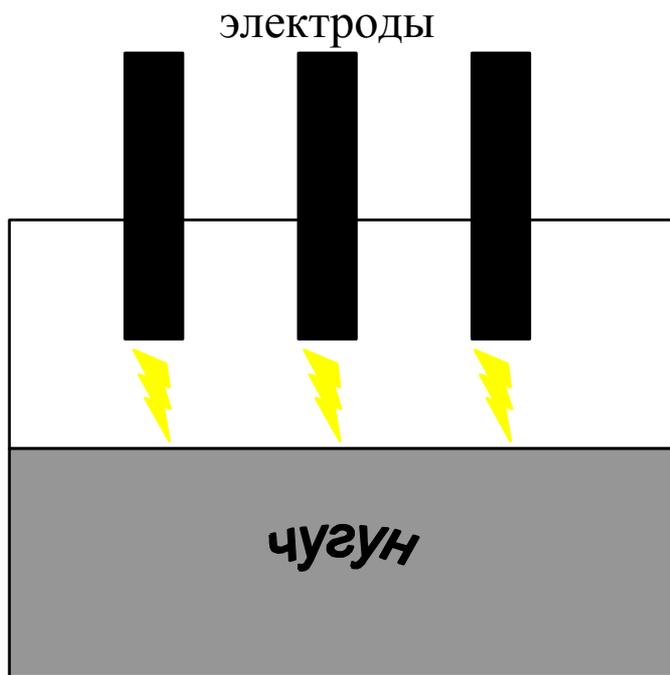
[banklands.com](http://banklands.com)

### Конвертор Бессемера



# Производство стали

## Аппаратурное оформление



com.sibpress.ru

электропечь



# Электрометаллургия

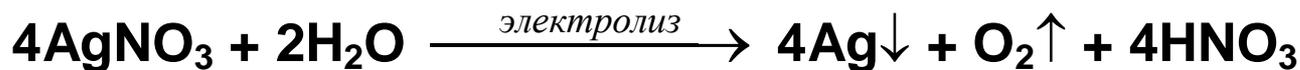
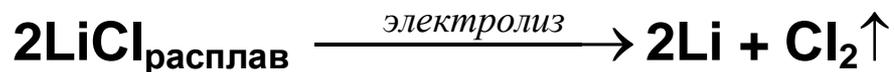


## Предварительная стадия:

Перевод природного соединения в раствор (расплав).

## Основная стадия:

### Электролиз



# Гидрометаллургия



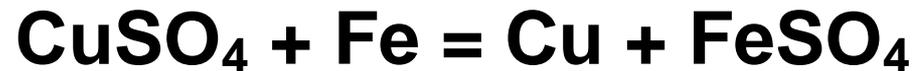
## Предварительная стадия:

перевод природного соединения в раствор



## Основная стадия:

восстановление соли (как правило, металлом)



# Пирометаллургия



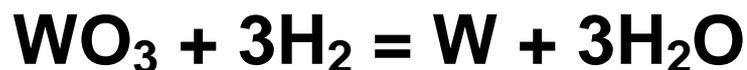
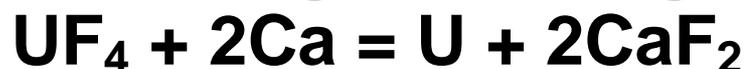
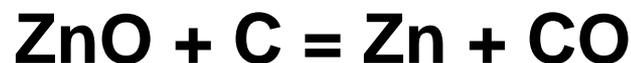
## Предварительная стадия:

обжиг, прокаливание неоксидных руд.



## Основная стадия:

восстановление оксидов или галогенидов углем, CO, активными металлами, водородом.

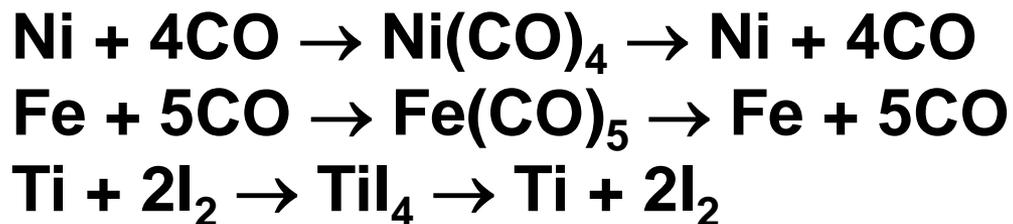
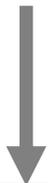


Котов П.И. 1931. Кузнецкстрой. Домна №1

# Способы очистки металлов

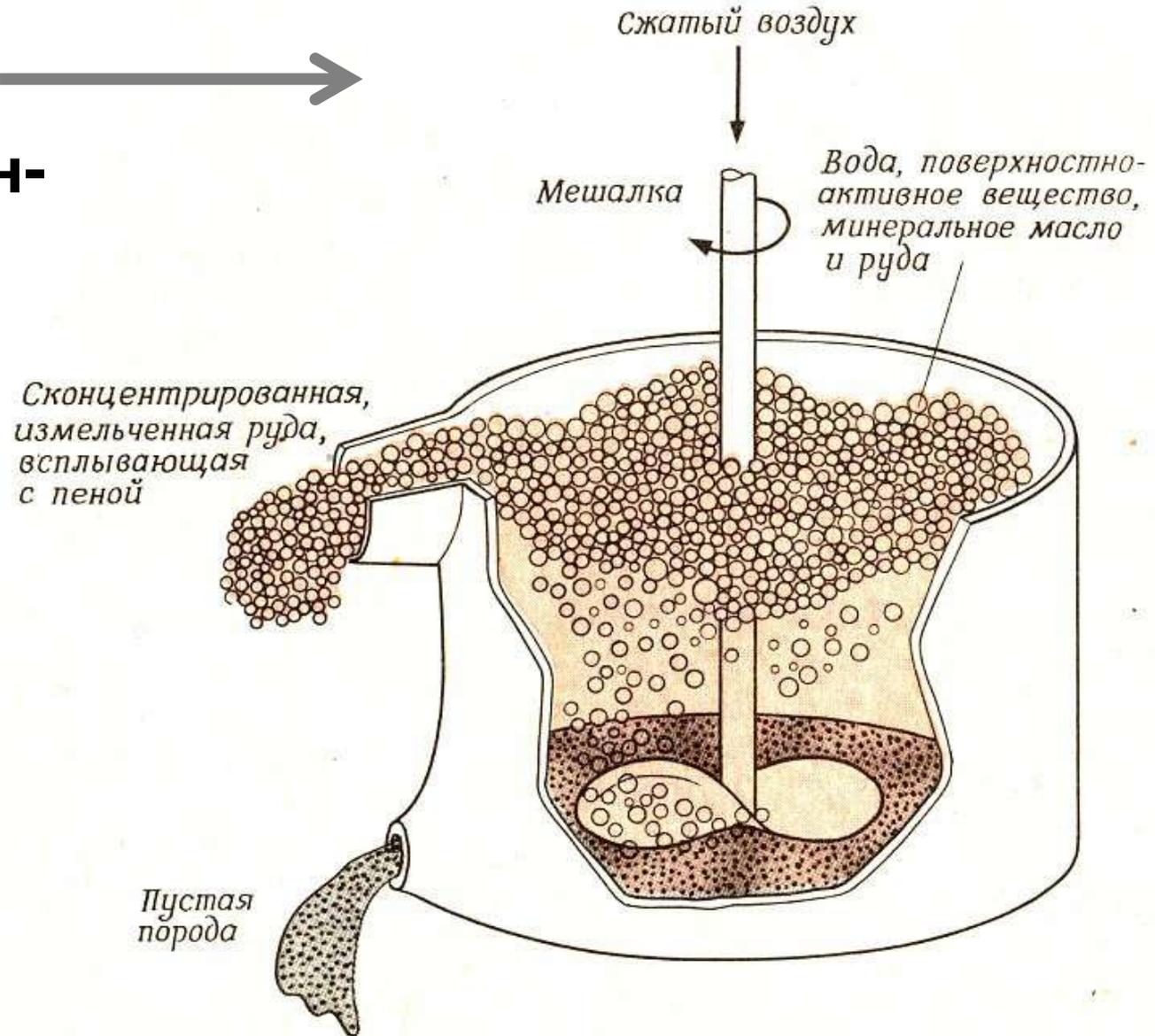
Т.Браун, Г.Ю.Лемей. Химия – в центре наук.

- Электролитическое рафинирование
- Перегонка
- Зонная плавка
- Термическое разложение летучих соединений



# Способы обогащения руд

- Флотация
- Гравитационный способ
- Магнитный способ



Т.Браун, Г.Ю.Лемей.  
Химия – в центре наук.

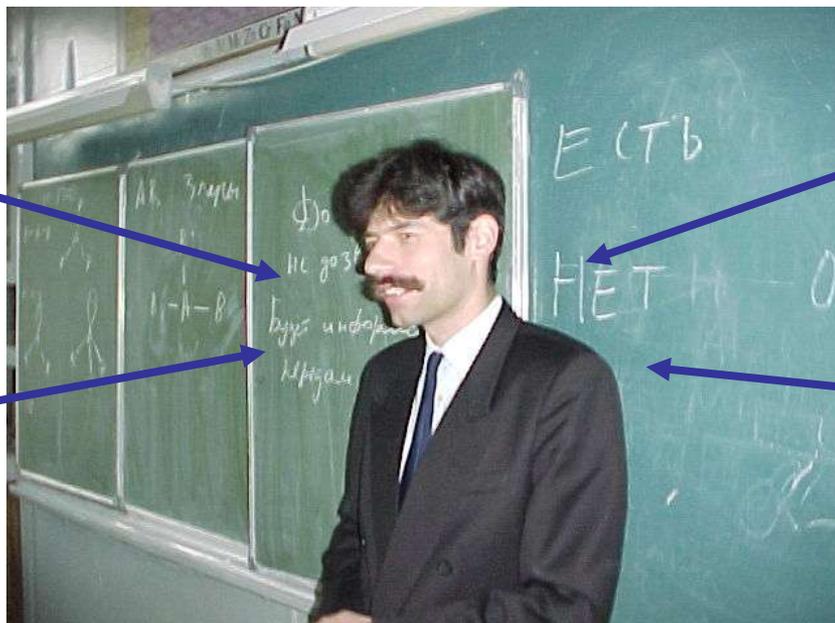


# Распространенность металлов I-III групп в земной коре (масс.%)

Li	Na	K	Rb	Cs	Al
$1,8 \cdot 10^{-3}$	2,3	2,1	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	8,3
Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
$2,6 \cdot 10^{-4}$	2,3	4,1	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-11}$

1 кг Ca

140 г K



100 г Na

19 г Mg

# Основные минералы



Na	K	Mg	Ca	Al
NaCl каменная соль, галит Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O глауберова соль, мирабилит KCl·NaCl сильвинит	KCl сильвин KCl·NaCl сильвинит KCl·MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O карналлит	MgCO <sub>3</sub> магнезит CaCO <sub>3</sub> ·MgCO <sub>3</sub> доломит (Mg,Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> оливин KCl·MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O карналлит	CaCO <sub>3</sub> кальцит (мел, известняк, мрамор) CaCO <sub>3</sub> ·MgCO <sub>3</sub> доломит CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O гипс	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> корунд Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·nH <sub>2</sub> O бокситы Na <sub>3</sub> K[AlSiO <sub>4</sub> ] нефелин Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> криолит



галит

СИЛЬВИНИТ



ОЛИВИН



кальцит

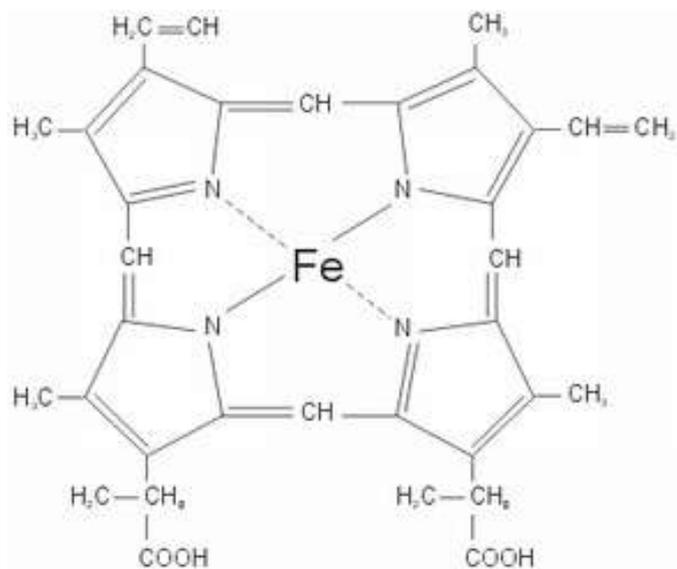


криолит

[www.uralgeo.net](http://www.uralgeo.net), [geo.web.ru](http://geo.web.ru)  
[www.a-jewels.com](http://www.a-jewels.com), [www.fmm.ru](http://www.fmm.ru)  
[ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)

# Распространенность переходных металлов (масс.%)

Fe	Mn	Cr
4,1	0,095	0,01



4,2 г Fe

2,3 г Zn



72 мг Cu

12 мг Mn

Cu	Ag	Zn	Hg
$5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-6}$

# Основные минералы

Fe	Mn	Cr
<p><math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> магнитный железняк, магнетит</p> <p><math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> красный железняк, гематит</p> <p><math>\text{FeCO}_3</math> сидерит)</p> <p><math>\text{FeS}_2</math> пирит, серный колчедан, железный колчедан</p>	<p><math>\text{MnO}_2</math> пиролюзит</p>	<p><math>\text{FeCr}_2\text{O}_4</math> хромит, хромистый железняк</p>



гематит



пирит

пиролюзит



хромит

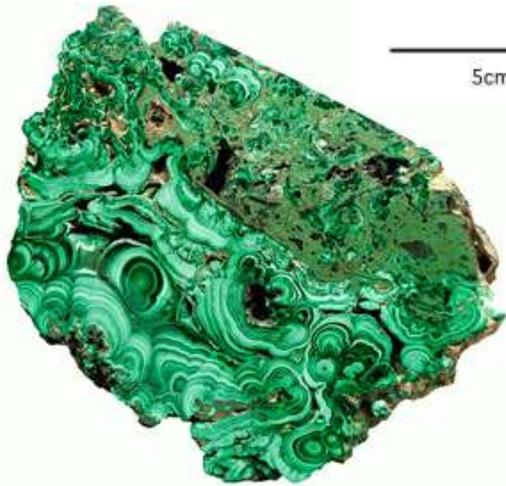
# Основные минералы



Cu	Ag	Zn	Hg
самородная $Cu_2S$ медный блеск, халькозин $CuFeS_2$ халькопирит $(CuOH)_2CO_3$ малахит	самородное $Ag_2S$ аргентит	$ZnS$ цинковая обманка, вюрцит, сфалерит $Zn(AlO_2)_2$ цинковая шпинель	самородная $HgS$ киноварь



5cm аргентит



малахит



сфалерит



киноварь

# Алюминий в природе



Амазонит  
 $M[AlSi_3O_8]$



Лунный камень  
 $M[AlSi_3O_8]$



Аквамарин  
 $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$



Корунд  
 $Al_2O_3$



Руби  
н



Гранат  
 $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$



Жадеит  
 $NaAl[Si_2O_6]$



Изумруд  
 $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$



Сапфир  
 $Al_2O_3$



Топаз  
 $Al_2[SiO_4](OH)_2$



Кошачий глаз  
 $BeAl_2O_4$



Александрит  
 $BeAl_2O_4$



Шпинель  
 $MgAl_2O_4$