

# Производство металлических конструкционных материалов





- **До нашей эры и позже** . Получали малоуглеродистое железо в тестообразном состоянии.
- **1856 г.** Г. Бессемер предложил способ передела жидкого чугуна (начало кислородного конверторного процесса).
- **1964 г.** Отец и сын Мартены разработали способ производства стали (возможность переработки стального лома).
- **Конец 19 века.** Начало новой отрасли металлургии – производство сталей в электрических печах.

# Преимущества порошковой металлургии

- Изготовление материалов и изделий с особыми свойствами.
- Изготовление материалов и изделий с обычными свойствами при значительно более выгодных экономических показателях производства.

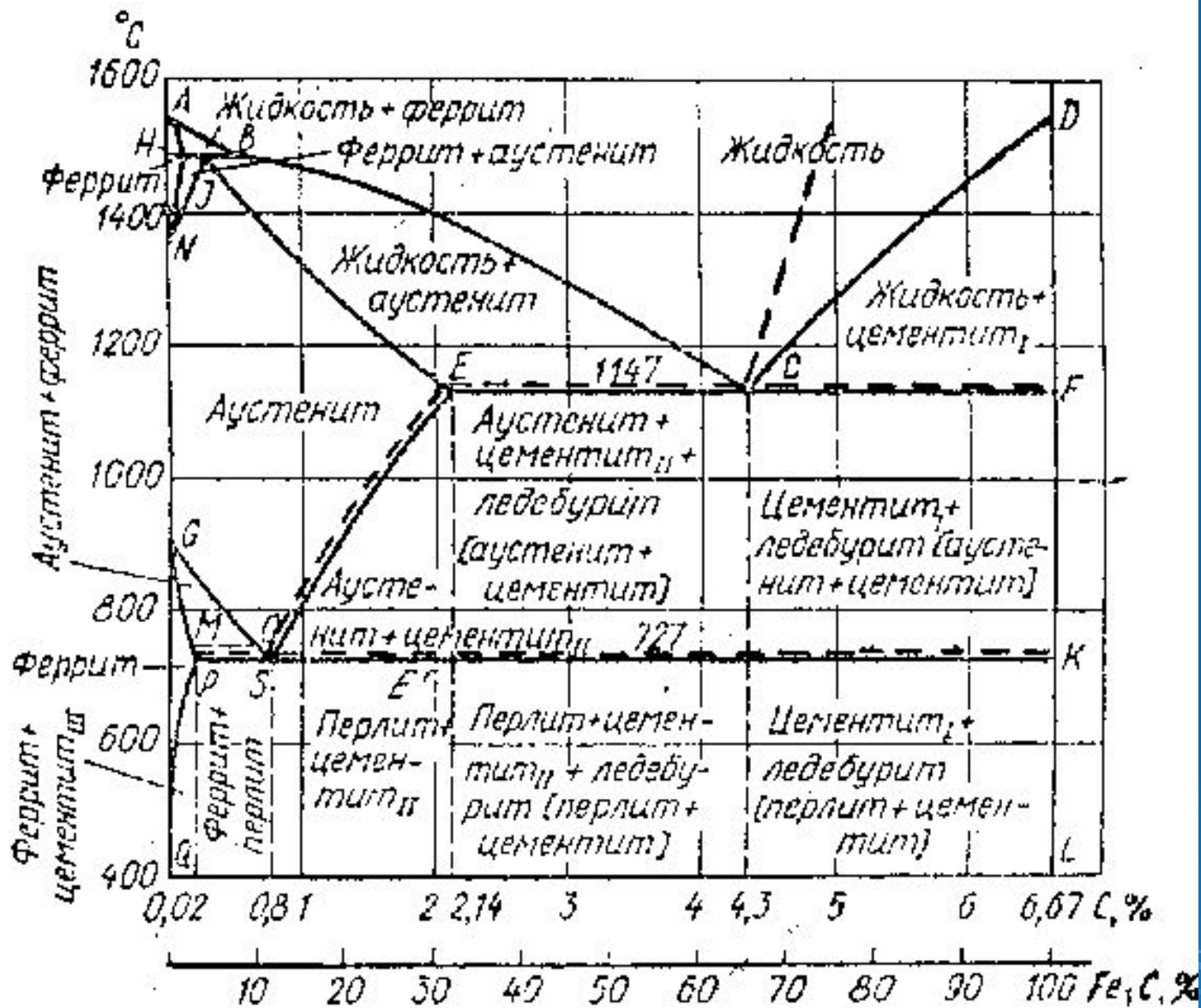


Диаграмма состояния Fe-C

# Современное металлургическое производство включает в себя:

- шихты и карьеры по добыче руд и каменных углей;
- горнообогатительные комплексы (руды подготавливают к плавке);
- коксохимические заводы (коксование углей);
- энергетические цеха (получение сжатого воздуха и кислорода);
- доменные цеха (выплавка чугуна и ферросплавов);
- сталеплавильные цеха (производство стали);
- прокатные цеха (переработка слитков в изделия).

# Продукция черной металлургии

- чугуны ( предельный и литейный);
- ферросплавы для выплавки легированных сталей;
- стальные слитки для производства проката;

# Продукция цветной металлургии

- слитки цветных металлов (прокат) ;
- сплавы цветных металлов с легирующими элементами;
- слитки чистых и особо чистых металлов;

# Исходное сырье

- железная руда (прошедшая обогащение и окискование): магнетит  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ; гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; гетит  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ; карбонат железа  $\text{FeCO}_3$ ;
- ТОПЛИВО (каменный уголь (кокс), природный газ, мазут);
- флюсы;



# Категории рудных запасов

## Категория А

Месторождения, в которых проведено разведочное бурение по частой сетке, форма рудного тела выявлена с достаточной точностью. Утверждение месторождения категории А-основание для строительства металлургического завода.

## Категория В

Месторождения обуренные по редкой сетке скважин, затруднено определение точной формы рудного тела. Утверждение месторождения категории В-основание только для проектирования металлургического завода.

## Категория С

Месторождения, рудное тело которых известно лишь в общих чертах по естественно обнаженным или географическим данным. Запасы руды могут быть использованы только при перспективном планировании развития металлургии.

# Подготовка руд к доменной плавке

## □ Дробление и измельчение;

Стадии дробления: крупное (1500-250 мм), среднее (250-50 мм), мелкое (50 – 5 мм), тонкое (до 0,04 мм).

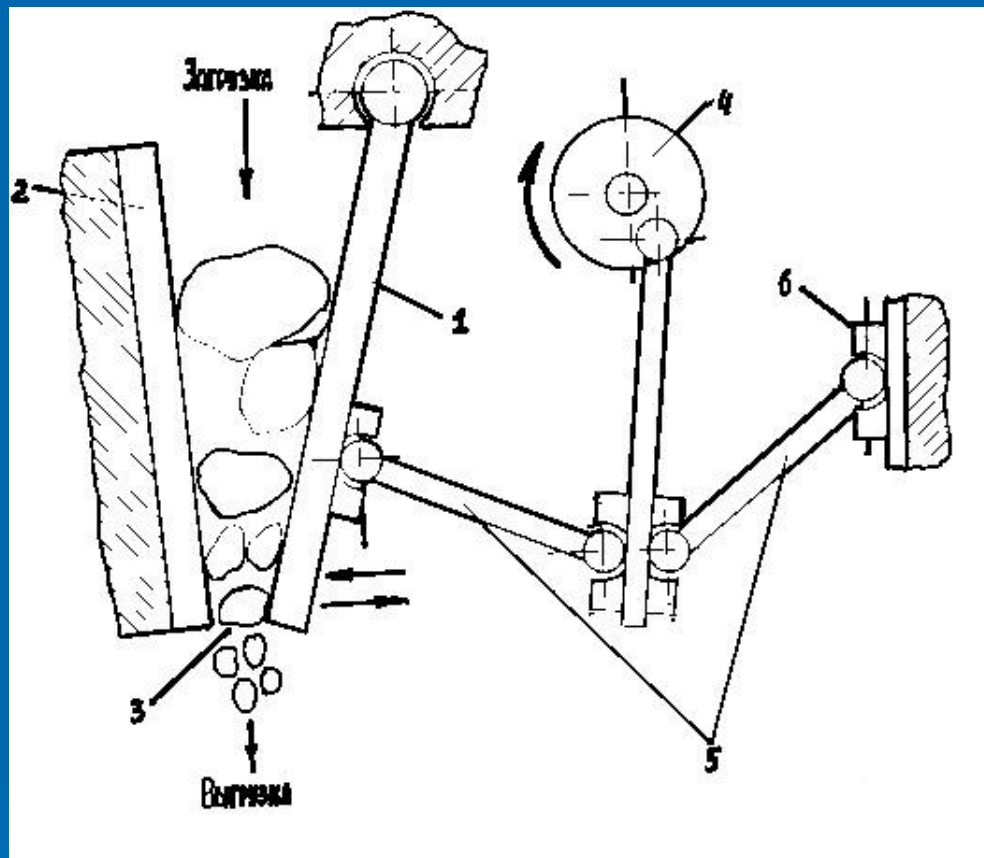
Методы дробления: раздавливание, истирание, раскалывание, ударом.

## □ Обогащение руд (промывка, гравитационный и электромагнитный способы, флотация);

## □ Усреднение;

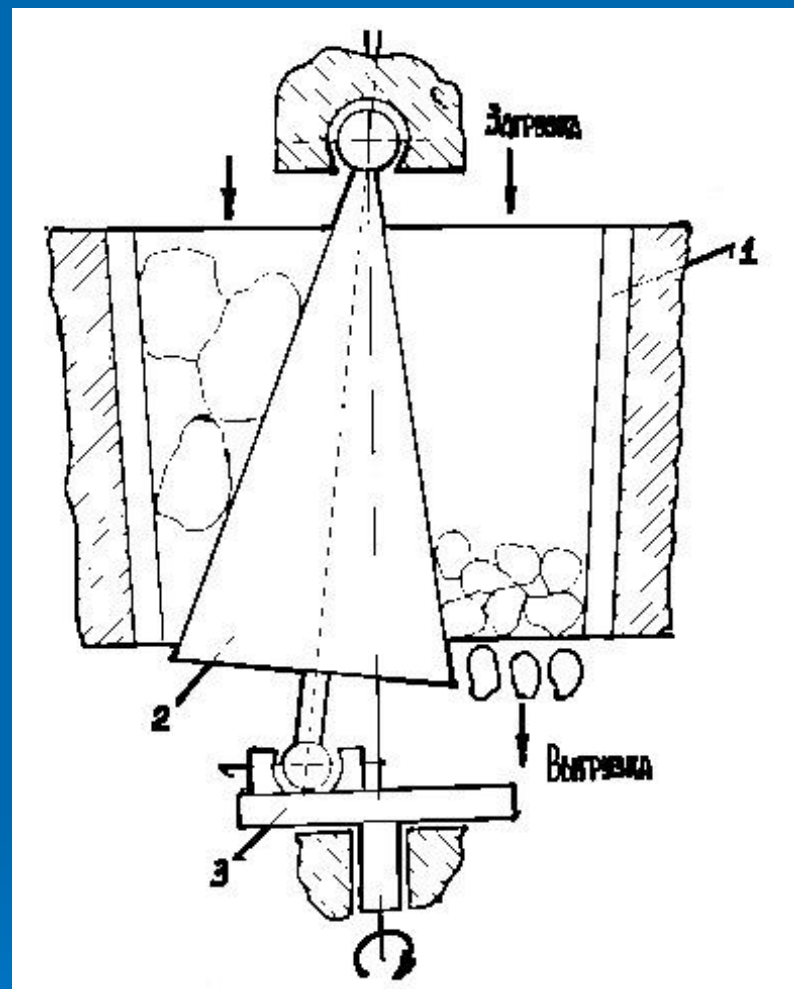
## □ Окускование (агломерация , получение окатышей);

## Дробление и измельчение



**Схема щековой дробилки**

1- подвижная щека, 2- неподвижная щека, 3- разгрузочное отверстие, 4- привод, 5- распорные плиты, 6- регулировочное устройство.



**Схема конусной дробилки**

1- неподвижный конус, 2- подвижный конус, 3- привод.

# Дробление и измельчение

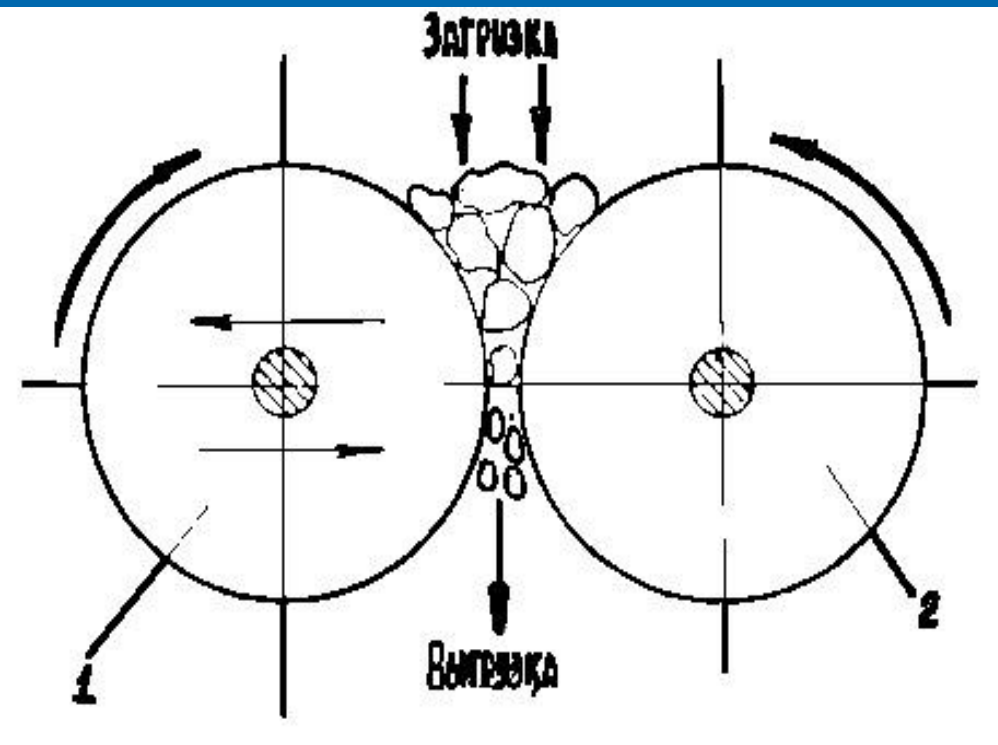


Схема валковой дробилки

1- неподвижный валок, 2- подвижный валок.

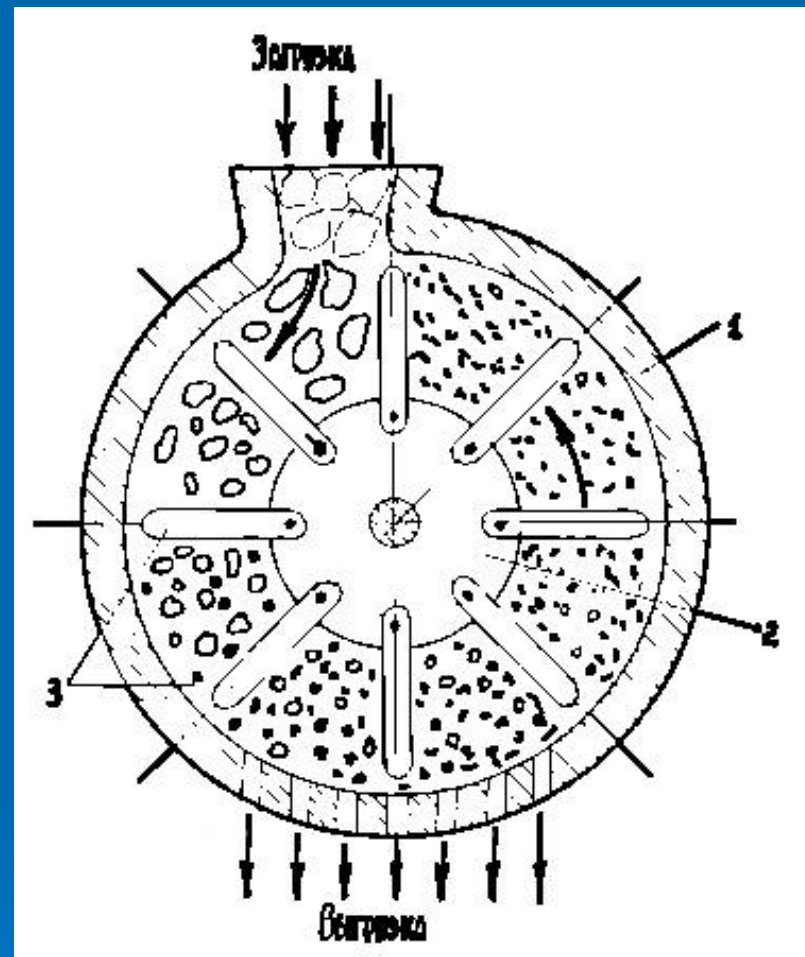
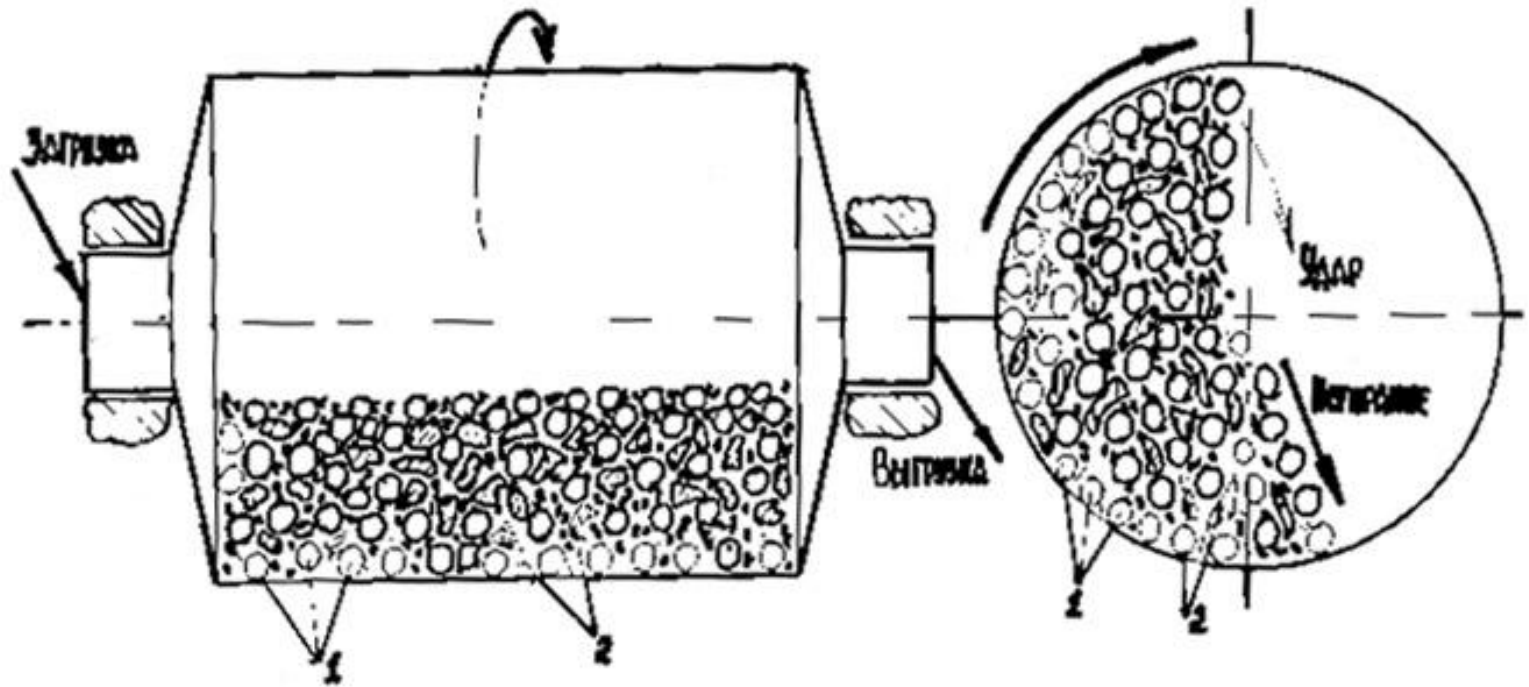


Схема молотковой дробилки

1- корпус, 2- ротор, 3- молотки.

# Дробление и измельчение



**Схема шаровой мельницы**

1- стальные шары, 2- кусочки руды.

# Способы обогащения железных руд

- **1. Промывка** (обогащение руд с глинистой и песчаной пустой породой)
- **2. Гравитационный способ** (имеется существенное различие плотностей минерала с пустой породой. Различают : динамическое гравитационное обогащение и статическое)
- **3. Электромагнитный способ** (основан на различии магнитных свойств железосодержащих минералов и частиц пустой породы)
- **4. Флотация**

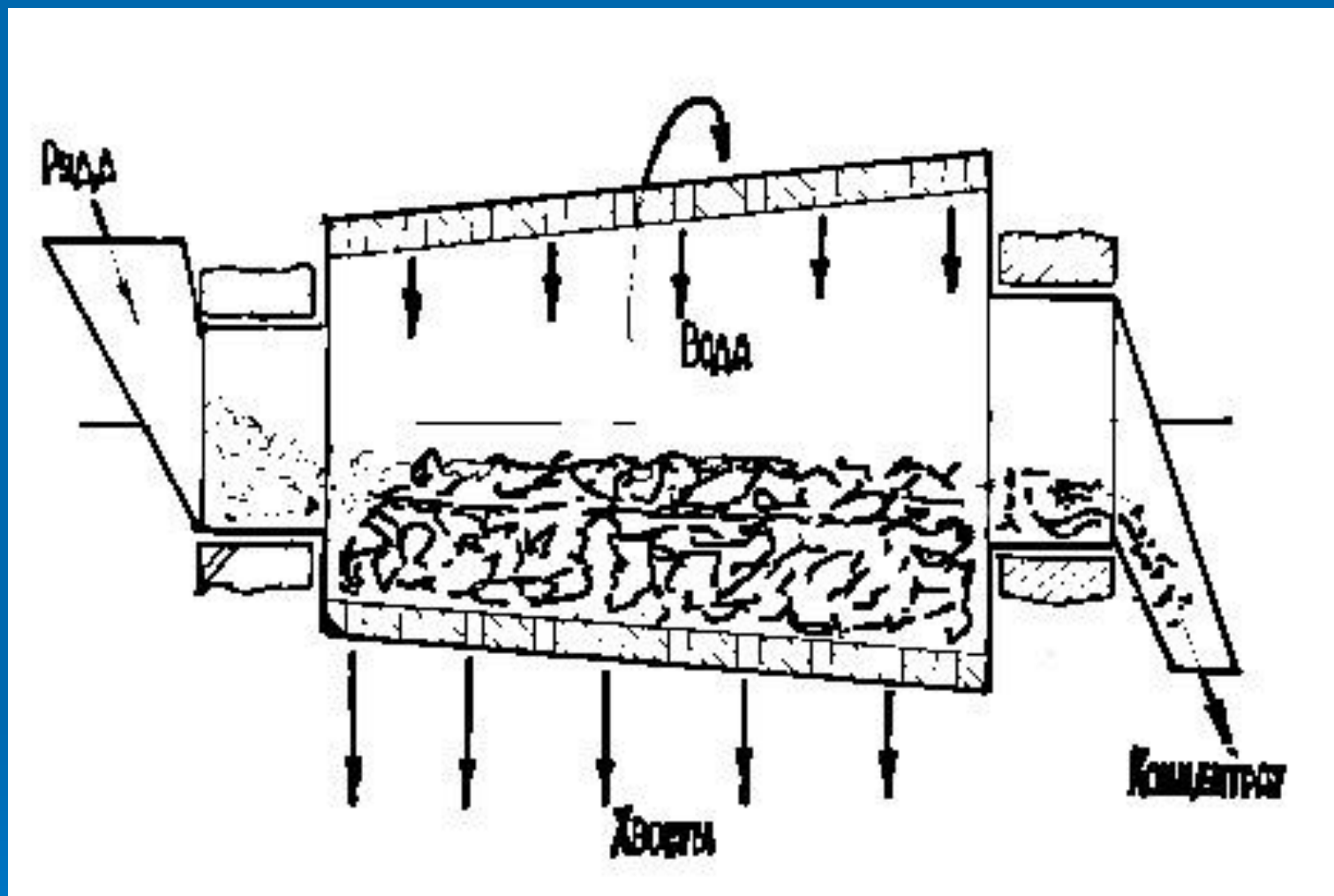
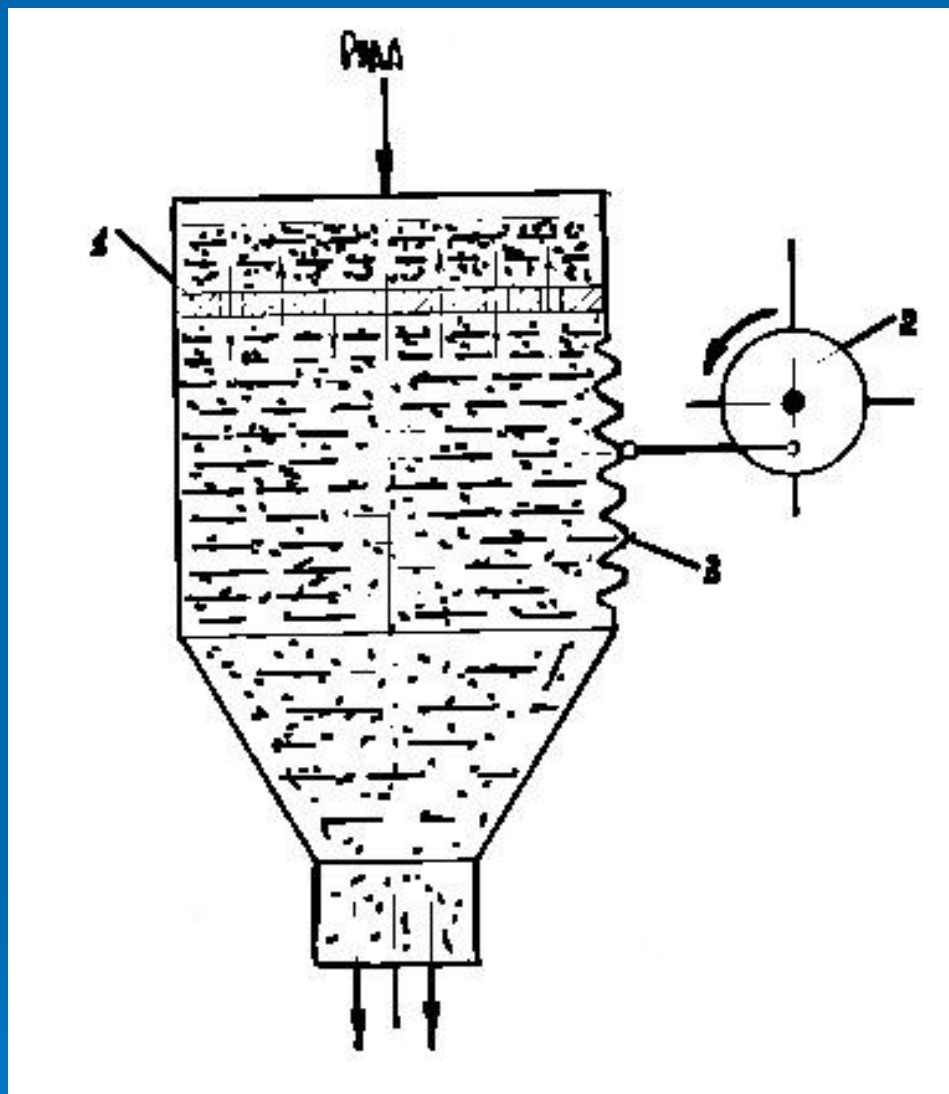


Схема конической бутары

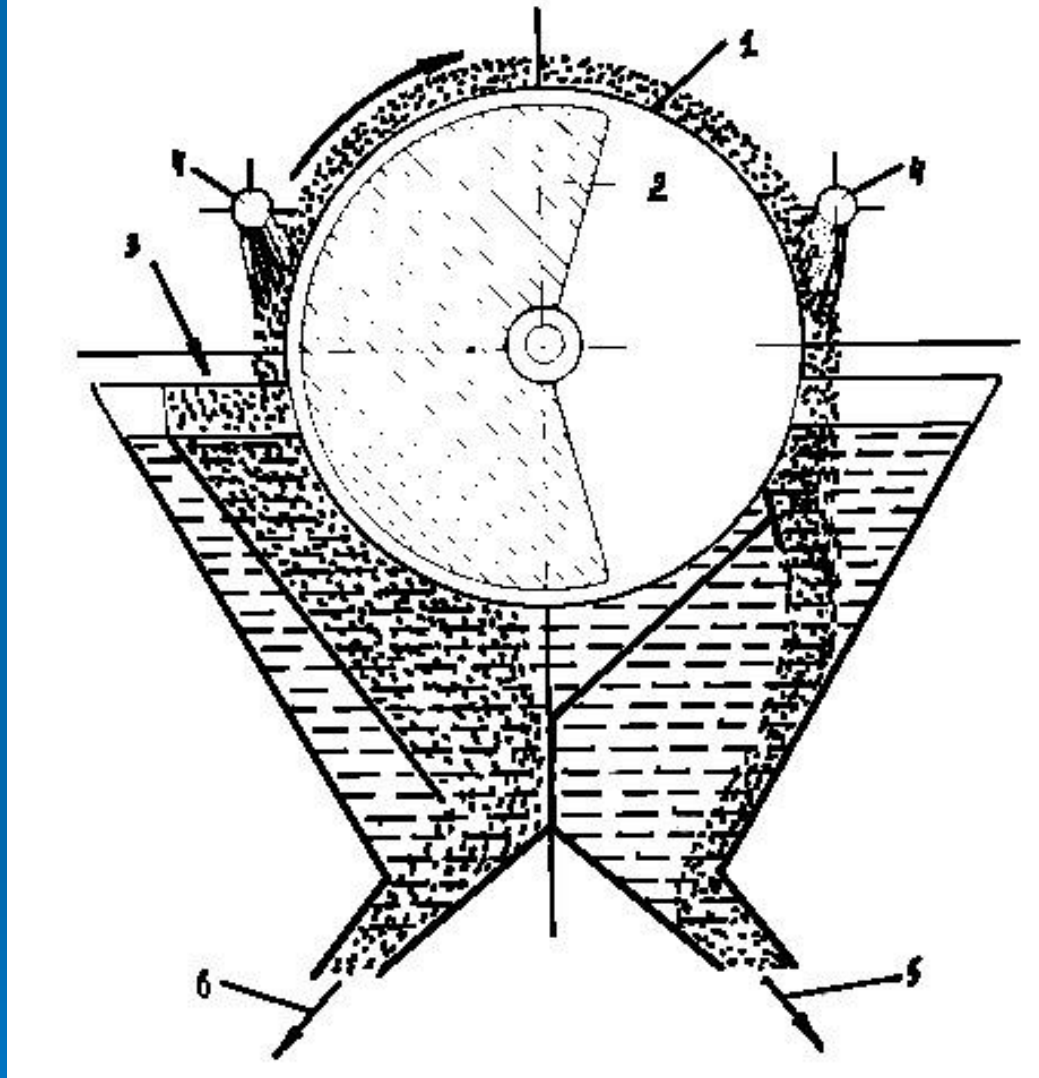
- 1. Промывка (обогащение руд с глинистой и песчаной пустой породой)
- 2. Гравитационный способ (имеется существенное различие плотностей минерала с пустой породой. Различают : динамическое гравитационное обогащение и статическое)
- 3. Электромагнитный способ (основан на различии магнитных свойств железосодержащих минералов и частиц пустой породы)
- 4. Флотация





### Схема отсадочной машины

1- решетка, 2- привод диафрагмы, 3- диафрагма.



**Схема барабанного магнитного сепаратора с мокрым обогащением**

1- барабан, 2- электромагнит, 3- пульпа, 4- водяные форсунки, 5- концентрат, 6- хвосты.

- 1. Промывка (обогащение руд с глинистой и песчаной пустой породой);
- 2. Гравитационный способ (имеется существенное различие плотностей минерала с пустой породой. Различают : динамическое гравитационное обогащение и статическое);
- 3. Электромагнитный способ (основан на различии магнитных свойств железосодержащих минералов и частиц пустой породы);
- 4. Флотация (основан на различной смачиваемости водой полезного минерала и пустой породы).

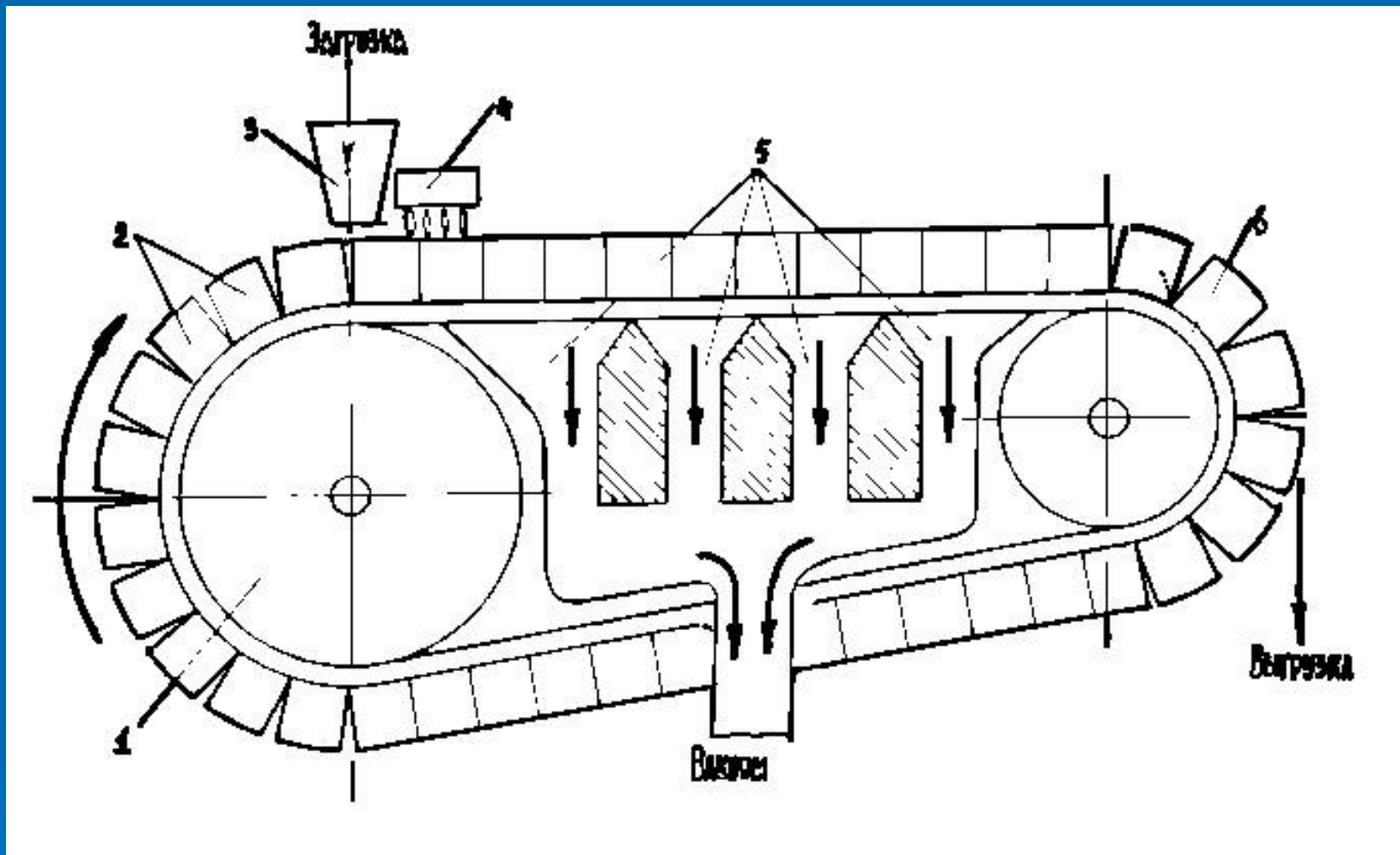
# Подготовка руд к доменной плавке

- **Дробление и измельчение;**  
**Обогащение руд**
- **Усреднение;**
- **Окускование** (агломерация , получение окатышей, брикетирование);

**Агломерация**- процесс окускования мелких материалов в результате сжигания топлива в слое спекаемого материала.

Агломерационная шихта включает в себя :

- - железосодержащие материалы (концентрат, руда, колошниковая пыль)- 40-50 %;
- - флюс (известняк), улучшающий показатели работы доменной печи- 10-15%;
- - возврат (мелкий, некондиционный агломерат)- 20-30 %;
- - твердое топливо (мелкий кокс)- 4-6%;
- - влага (добавляется для улучшения грануляции мелких частиц шихты)- 6-9%.



## Схема конвейерной агломерационной машины

1- привод, 2- палеты, 3- загрузочное устройство, 4- зажигательное устройство, 5- вакуум-камеры, 6- направляющие движения палет.

## **Технология производства окатышей :**

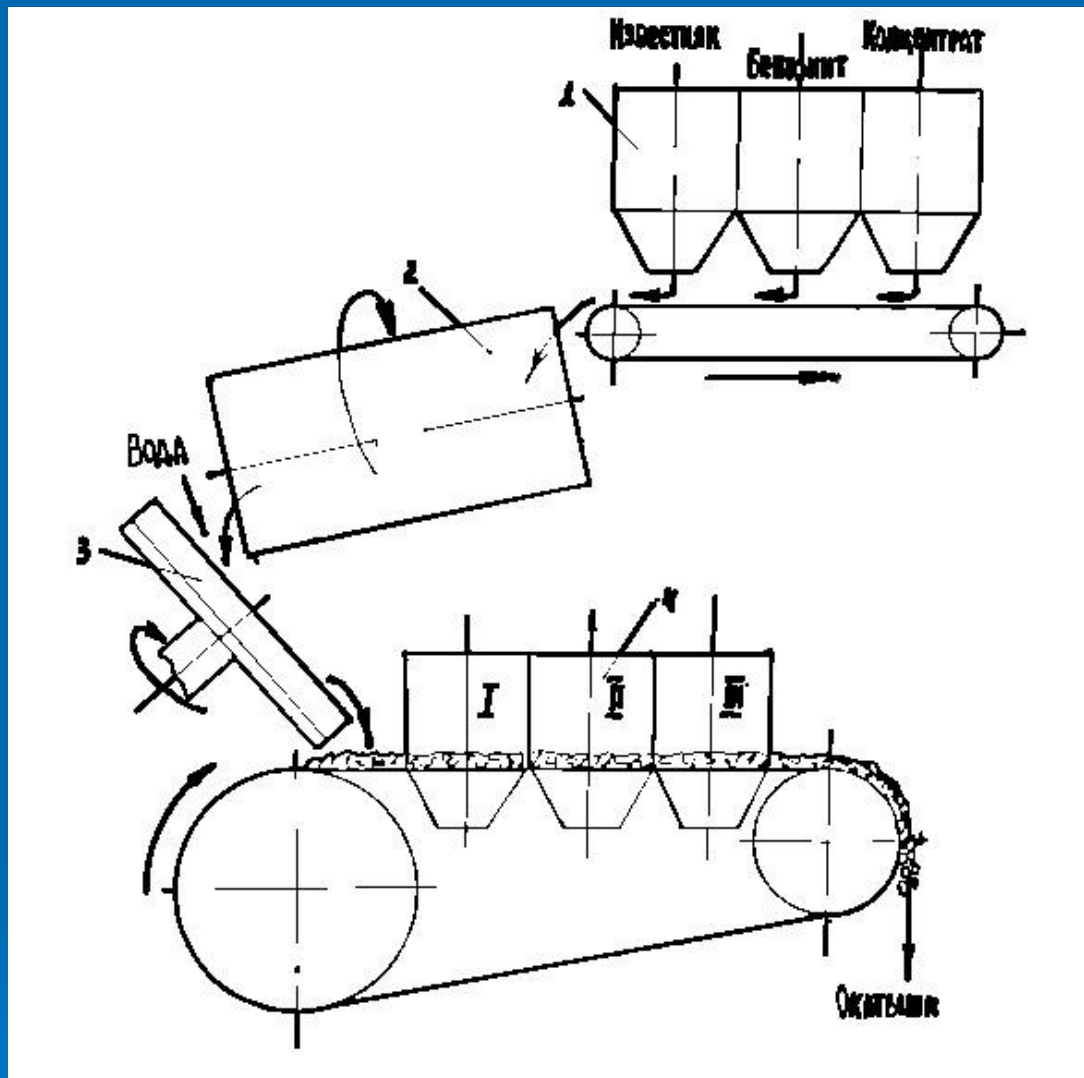
получения сырых окатышей  
упрочняющий отжиг.

## **Состав шихты для получения окатышей:**

тонкоизмельченный рудный концентрат;  
бетонит;  
известняк.

## **Требования к окатышам:**

размер фракции 10-20 мм;  
однородные по химическому составу;  
иметь достаточную для транспортировки прочность.



## Схема производства окатышей

1- дозирочное отделение, 2- смеситель, 3- тарельчатый гранулятор, 4- обжиговая машина (I-зона сушки, II-зона отжига, III- зона охлаждения).



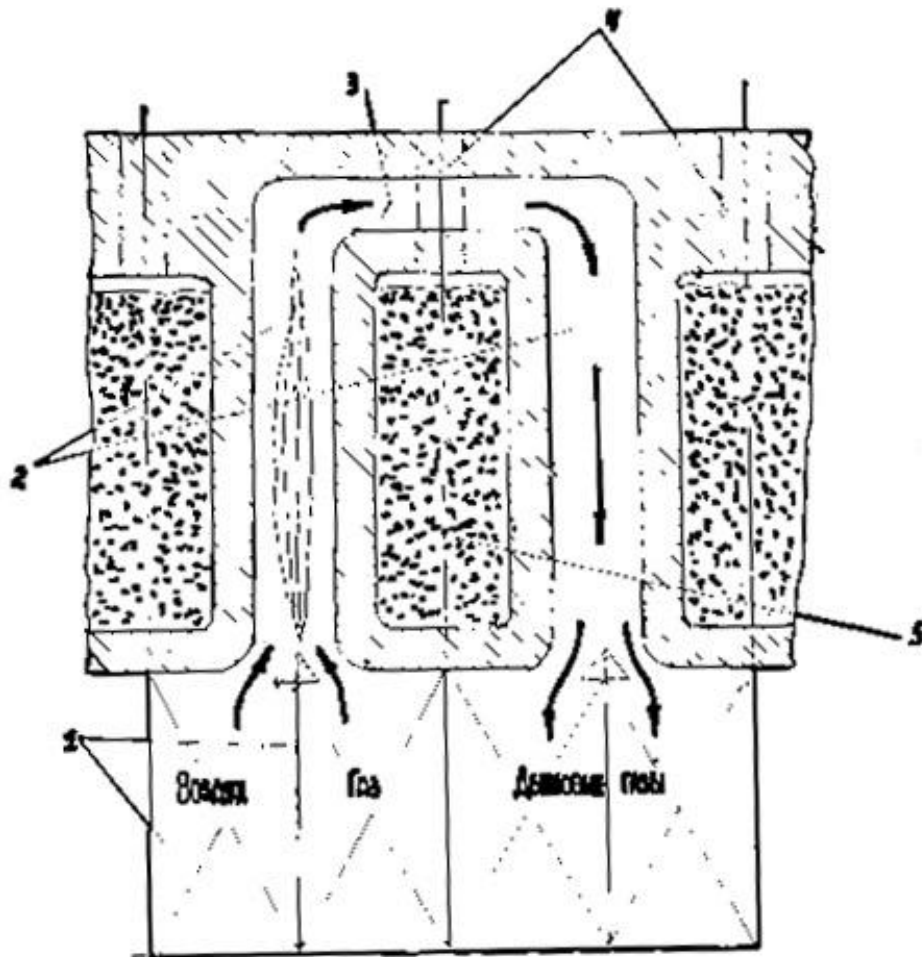
# Топливо

## □ Функции:

- Тепловая (интенсивное протекание химических реакций)
- Химическая (восстановитель)
- Физическая (газопроницаемость)

## □ Требования:

- Высокая теплота сгорания
- Прочность и термостойкость
- Неспекаемость
- Чистота от примесей



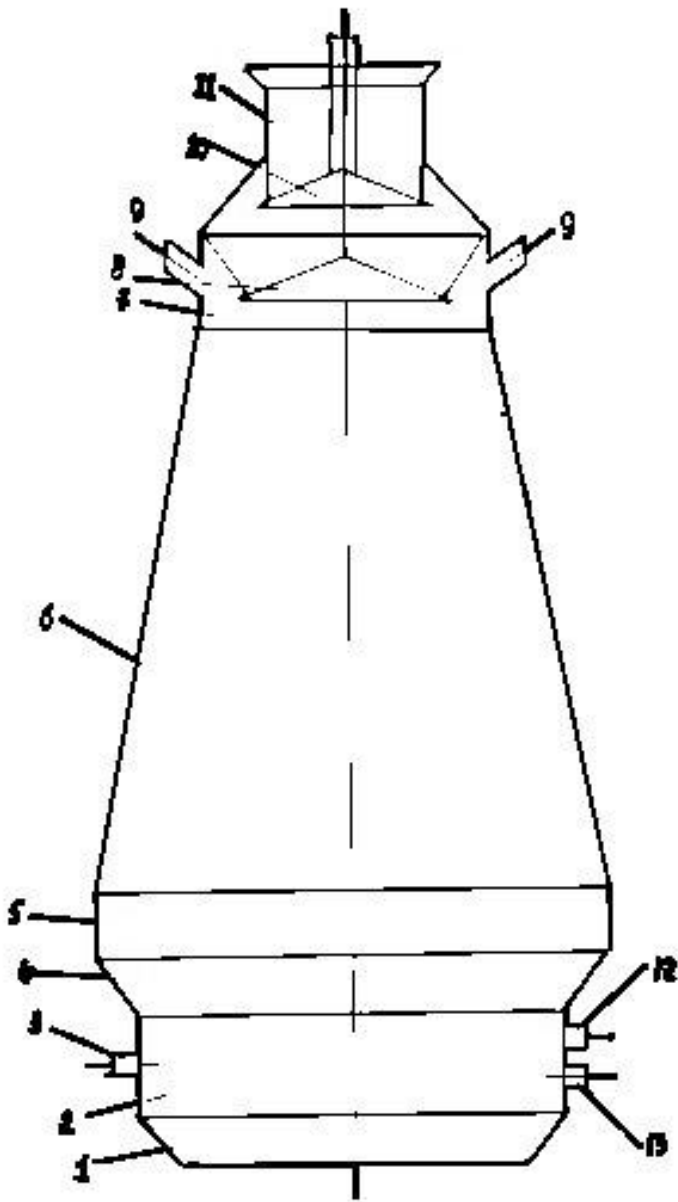
### Схема коксовой батареи

1- регенераторы, 2- обогревательные простенки, 3- обводной канал, 4- отверстия для загрузки шихты, 5- камера коксования.

- Дробление и измельчение;
- Стадии дробления: крупное (1500-250 мм), среднее (250-50 мм), мелкое (50 – 5 мм), тонкое (до 0,04 мм).
- Методы дробления: раздавливание, истирание, раскалывание, ударом.
- Обогащение руд (промывка, гравитационный и электромагнитный способы, флотация);
- Усреднение;
- Окускование (агломерация , получение окатышей);

# Производство металлов





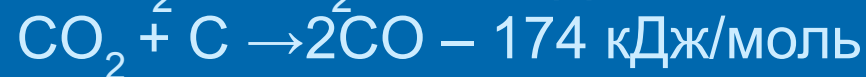
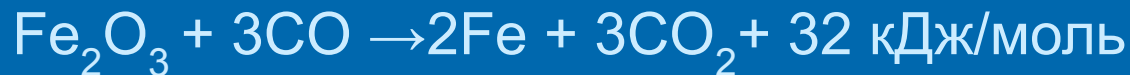
**Схема доменной печи**  
1- лещадь, 2- горн, 3- фурма,  
4- заплечики, 5- распар, 6-  
шахта, 7-калошник, 8-  
большой конус, 9- малый  
конус, 10- приемная воронка,  
11- шлаковая летка, 12-  
чугунная летка.

Таблица. Размеры печей.

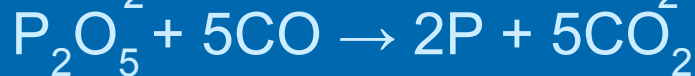
Размеры, мм	Полезный объем печи, м <sup>3</sup>		
	2000	3000	5000
Диаметр:			
горна	9750	11700	14900
распара	10900	12900	16300
колошника	7300	8200	11200
Высота:			
полная	32350	34650	36900
полезная	29200	32200	32200
горна	3600	3900	4500
шахты	18200	20100	19500

- Размеры каждой части должны обеспечивать следующие условия доменного процесса:
  1. Плавное и устойчивое опускание шихтовых материалов;
  2. Выгодное распределение встречного газового потока ;
  3. Благоприятное развитие процессов восстановления и образования чугуна и шлака.

## Основной химический процесс:



## Побочные процессы:





# Продукты доменной плавки

Шлак

Колошниковый газ

Чугун

передельный

0,3 – 1,2 % Si  
0,2 – 1,0 % Mn  
0,15 – 0,2 % P  
0,02 – 0,07 % S

ферросплавы

Ферромарганец (70 -75 % Mn, 2% Si)  
Ферросилиций ( 9-13 % Si, 3 % Mn)  
Зеркальный чугун (10 – 15 % Mn , 2 % Si)

литейный

2,75 – 3,75 % Si

# Производство стали

Сталь - деформируемый сплав железа с углеродом (не более 1,3 %) и другими примесями.

Основные материалы для производства:

- передельный чугун;
- стальной лом.

**Состав передельного чугуна и низкоуглеродистой стали.**

Материал	Состав, %				
	C	Si	Mn	P	S
Передельный чугун	4-4,4	0,75-1,25	До 1,75	0,15-0,3	0,03-0,07
Сталь низкоуглеродистая	0,15-0,2	0,12-0,30	0,40-0,65	0,05	0,055

# Производство ферросплавов

## □ Основные способы получения:

углевосстановительный (восстановитель: С, применяется для производства углеродистых и малолегированных сталей);

силикотермический (восстановитель Si, применяется для производства высоколегированных сталей);

алюминотермический (восстановитель Al, применяется для производства высоколегированных сталей);

## □ Основные представители ферросплавов:

ферросилиций;

ферромарганец;

феррохром;

ферротитан.

Спасибо за внимание !

