

# ЗБАГАЧЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ СИРОВИНИ

Підготувала  
ст. викладач кафедри  
металургії  
Лічконенко Н.В.



Объектами деятельности горно-обогатительных предприятий являются **твердые полезные ископаемые**. Методы обогащения полезных ископаемых основаны на различии в физических свойствах минералов и обеспечивают извлечение полезных компонентов, слагающих минеральное сырье, без изменения их фазового состава. Обогащаемость полезного ископаемого зависит от большого числа параметров, определяющих его качество, таких как:

- ❖ Механическая прочность (крепость);
- ❖ Дробимость;
- ❖ Хрупкость,
- ❖ Твердость,
- ❖ Плотность,
- ❖ Излом ,
- ❖ Спайность,
- ❖ Химический состав,
- ❖ Различия в растворимости минеральных компонентов,
- ❖ Смачиваемость,
- ❖ Термохимические свойства минералов



- ❖ Минералогический состав,
- ❖ Текстурные и структурные особенности строения полезного ископаемого,
- ❖ Условия образования полезных ископаемых,
- ❖ Магнитные свойства минералов,
- ❖ Спектроскопические и радиоспектроскопические свойства минералов

# Классификация полезных ископаемых



Железо, свинец, уран, золото, натрий, хлор, бром, магний, поваренная соль, марганец...

Минеральные ресурсы морской воды

Рудоносные жилы, пласты континентального шельфа, железомарганцевые включения

Железная и марганцевая руда, бокситы, хромиты, медные, свинцово-цинковые, никелевые, вольфрамовые, молибденовые, оловянные, сурьмяные руды, руды благородных металлов...

Подземные пресные и минерализованные воды

Гидроминеральные ресурсы

Минеральные ресурсы океана

Металлические

Рудные ресурсы

Водоминеральные

Полезные ископаемые

Неметаллические

Горючие

Природные строительные материалы

Горно-химическое сырье

Топливо-энергетические ресурсы

Известняк, доломит, глины, песок, мрамор, гранит

Нерудные полезные ископаемые

Апатиты, фосфориты, поваренная и калийная соли, сера, барит, бром- и йодосодержащие растворы...

Нефть, газ, уголь, горючие сланцы, торф, урановые руды...

Яшма, агат, горный хрусталь, гранат, корунд, алмазы...

# ДРОБЛЕНИЕ

**Дробление и измельчение** – процессы разрушения полезных ископаемых под действием внешних сил до заданной крупности, требуемого гранулометрического состава или необходимой степени вскрытия минералов.

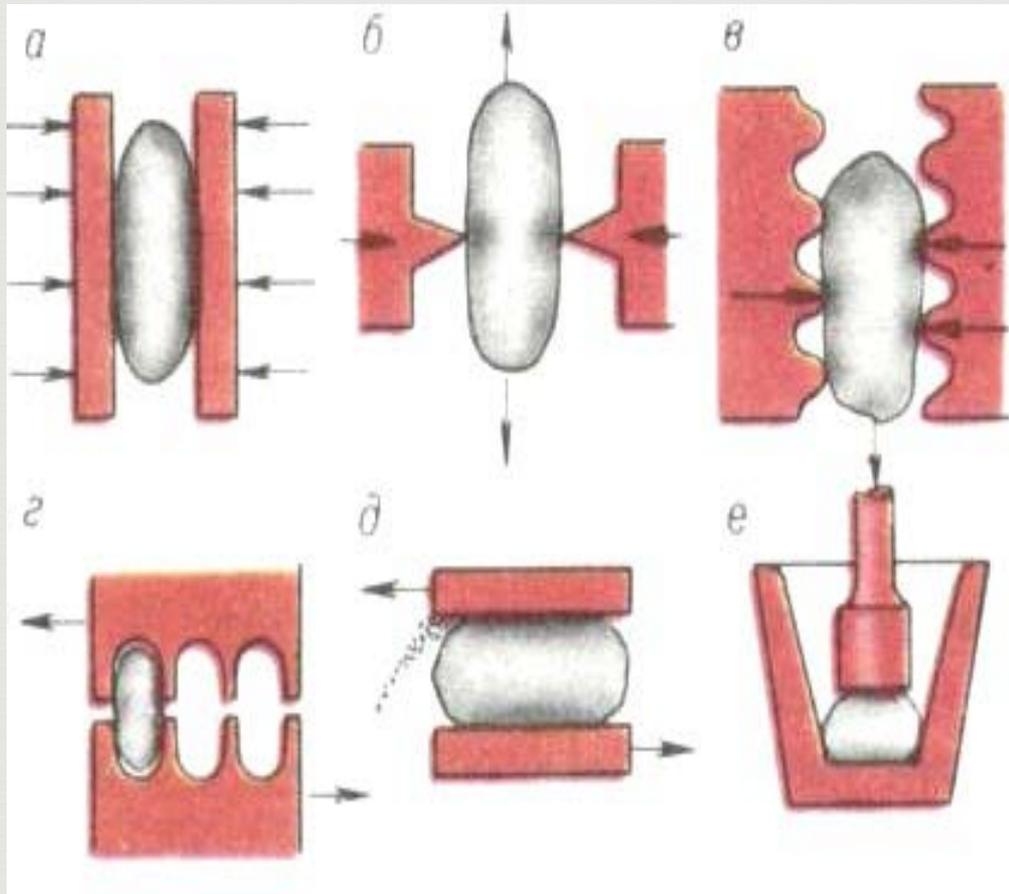


**Степень дробления** – показатель, характеризующий, во сколько раз уменьшился размер наиболее крупных кусков. В зависимости от крупности исходной руды и крупности дробленого продукта различают три стадии дробления:

- 1) **крупное** – от 1500-300мм до 350-100мм
- 2) **среднее** – от 350-100мм до 100-40мм
- 3) **мелкое** – от 100-40мм до 30-5мм.

Для дробления горных пород и руд, имеющих различные физические свойства и размеры, применяются разнообразные типы дробильных машин и аппаратов. Разрушение кусков руды осуществляется способами, из которых наиболее широкое распространение получили раздавливание, раскалывание, удар и истирание, срез, излом или их сочетание.

# Способы разрушения



**А – раздавливание;**

**Б – раскалывание;**

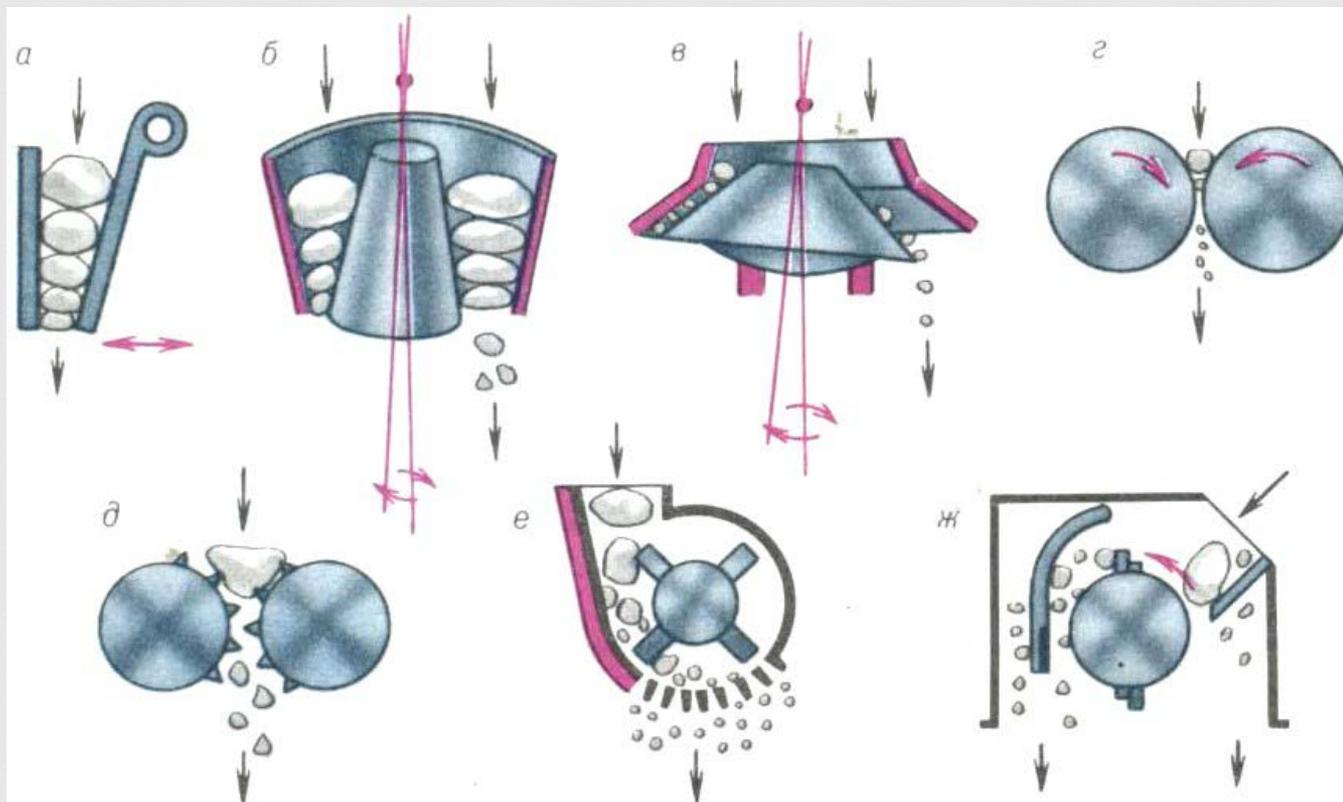
**В – излом;**

**Г – срез;**

**Д – истириание;**

**Е – удар**

В зависимости от дробимости, минерального состава, трещиноватости, формы кусков руды, крупности исходной руды и требуемой крупности дробленой руды используются **дробилки** различной конструкции. Дробильные машины, исходя из основных применяемых способов дробления, принято классифицировать на следующие группы:



Принципиальные схемы дробилок: *а* – щековая; *б* – конусная крупного дробления; *в* – конусная среднего и мелкого дробления; *г* – валковая; *д* – валковая зубчатая; *е* – молотковая; *ж* – роторная

# Измельчение

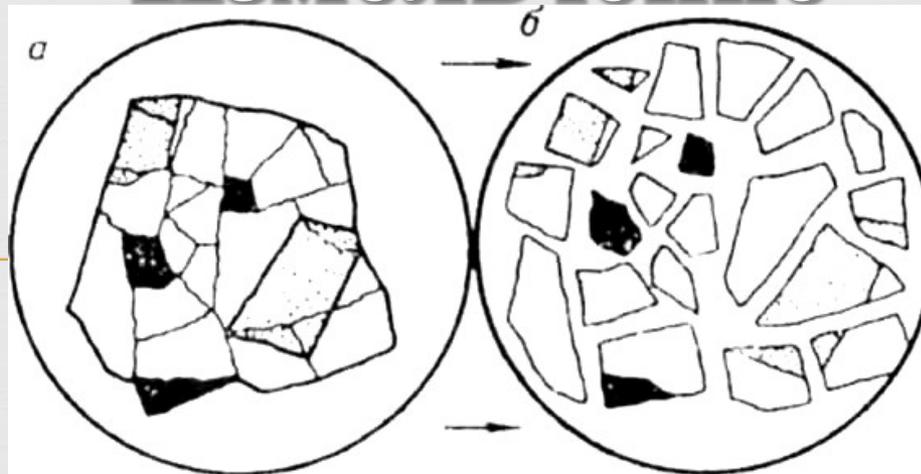
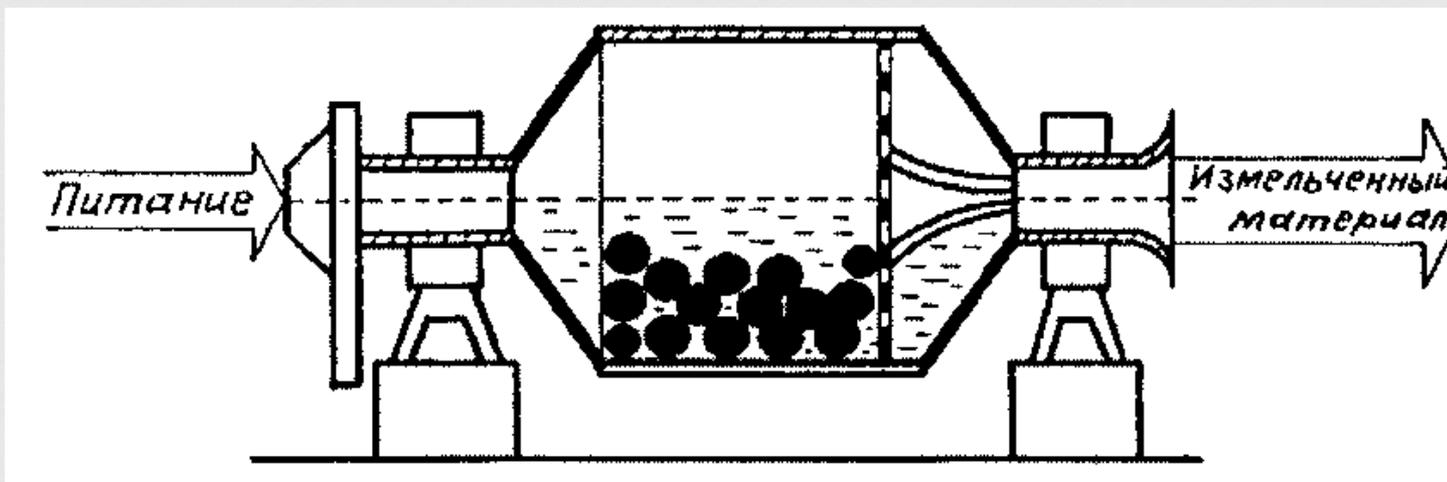
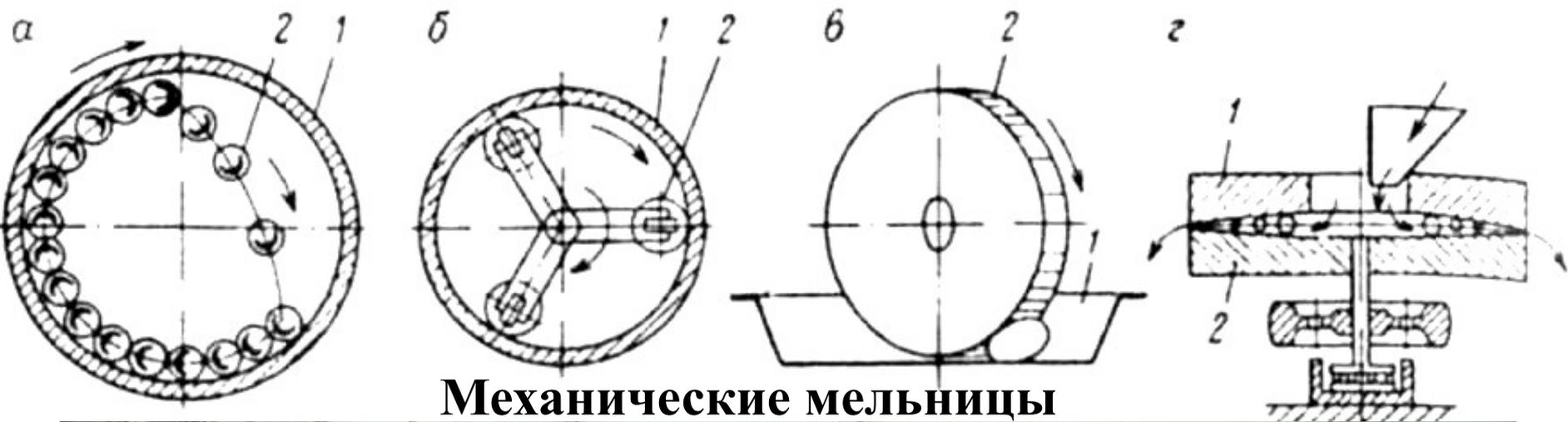


Схема разрушения куска руды при измельчении:  
*а* – до измельчения; *б* – после измельчения



Принципиальная схема и внешний вид барабанной мельницы

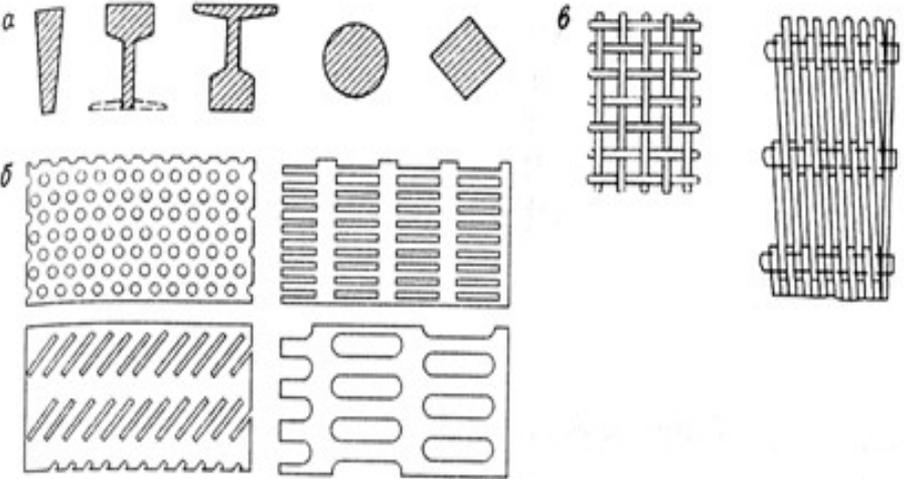


**Механические мельницы**



# Грохочение

**Грохочение** - это процесс разделения материалов на классы крупности, осуществляемый на просеивающих поверхностях.

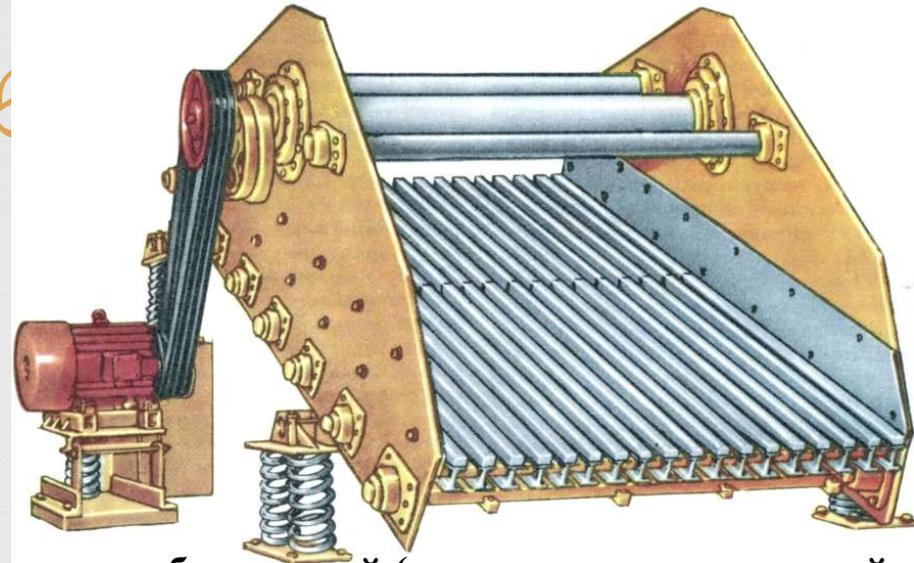


Просеивающие поверхности грохотов:

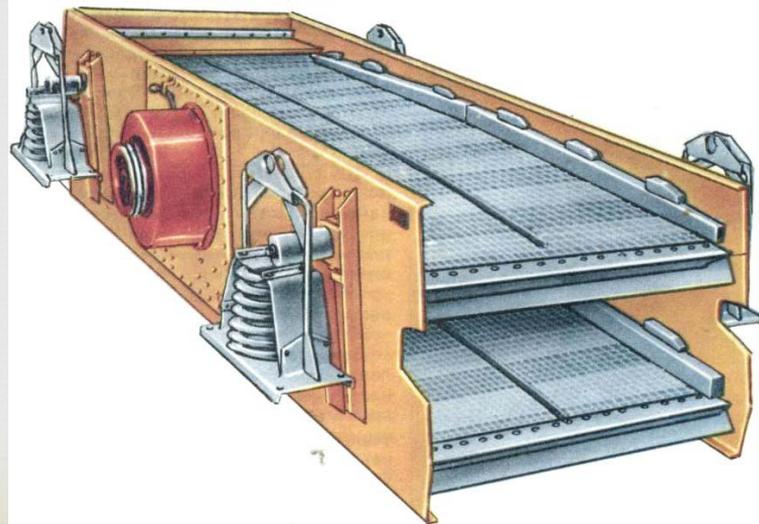
а – поперечные сечения колосников;

б – листовые решета;

в – проволочные сита



Грохот самобалансный (самосинхронизирующийся)



Инерционный грохот  
для щебня и гравия

# Классификация

**Классификацией** называют процесс разделения смеси мелких частиц разных размеров, формы и плотности на отдельные классы по скорости осаждения частиц в потоке воды или газа. Крупность материала, подвергаемого классификации, не превышает 13 мм для углей и 3–4 мм для руд.

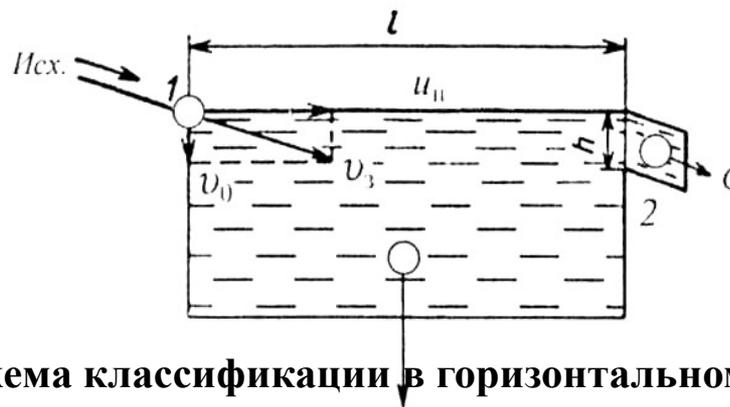
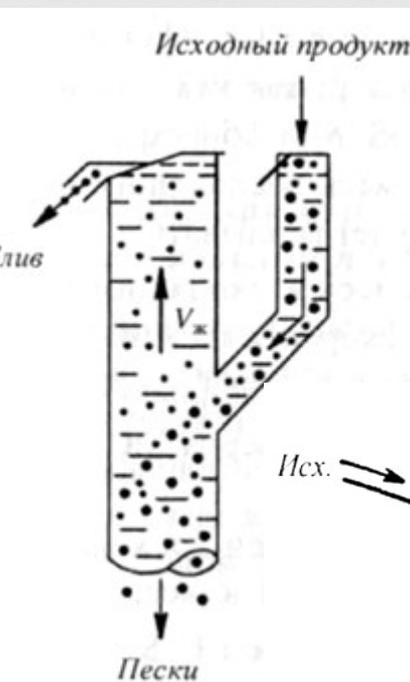
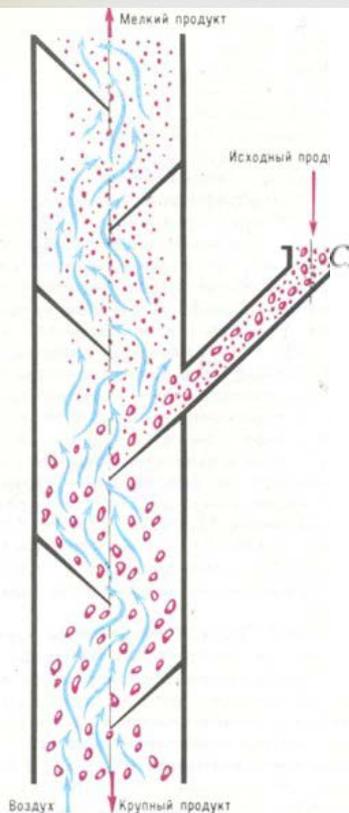


Схема классификации в горизонтальном потоке пульпы

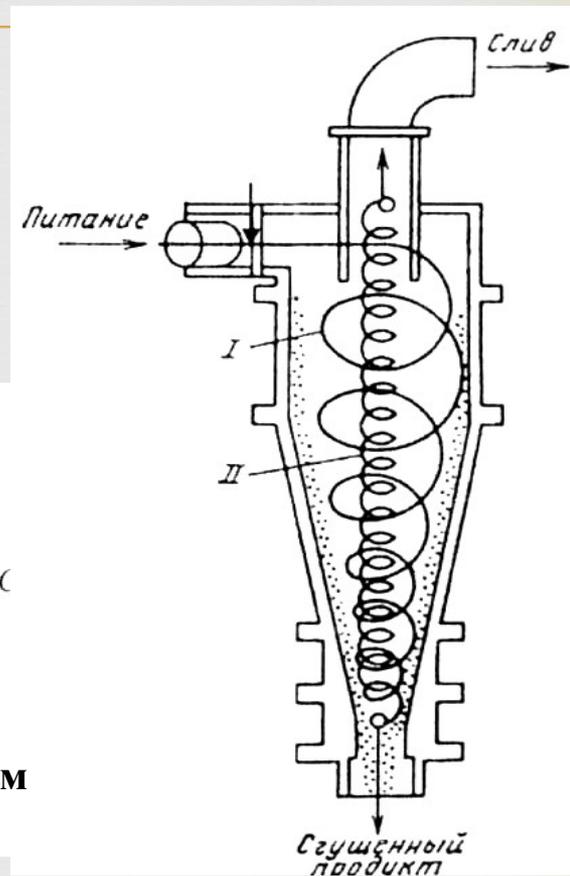


Схема движения пульпы в гидроциклоне

Схема классификации в вертикальном потоке жидкости и газа

# Гравитационное обогащение

**Отсадка** – гравитационное обогащение в Вертикальном пульсирующем потоке воды или воздуха.

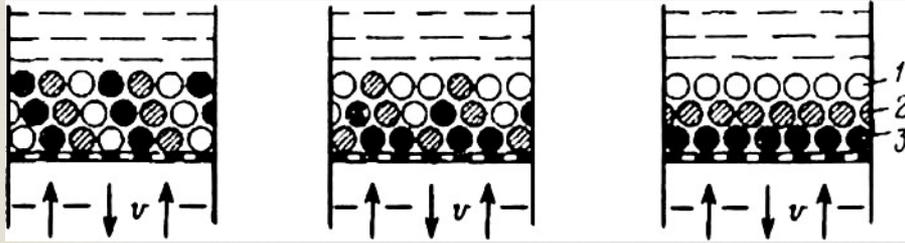
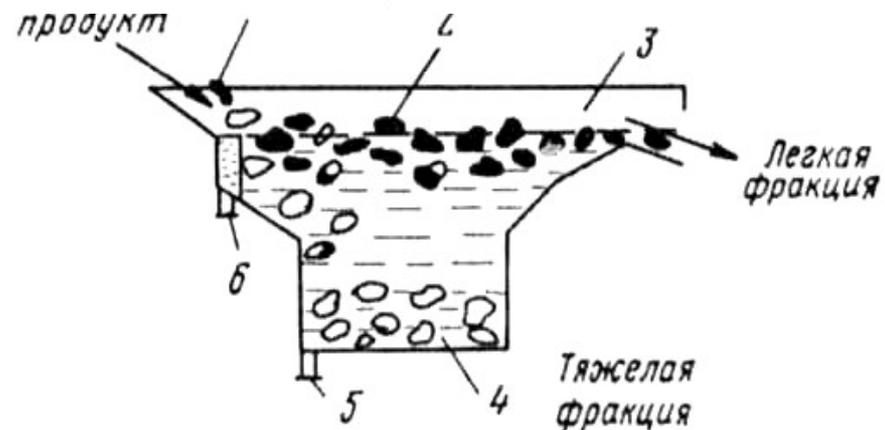
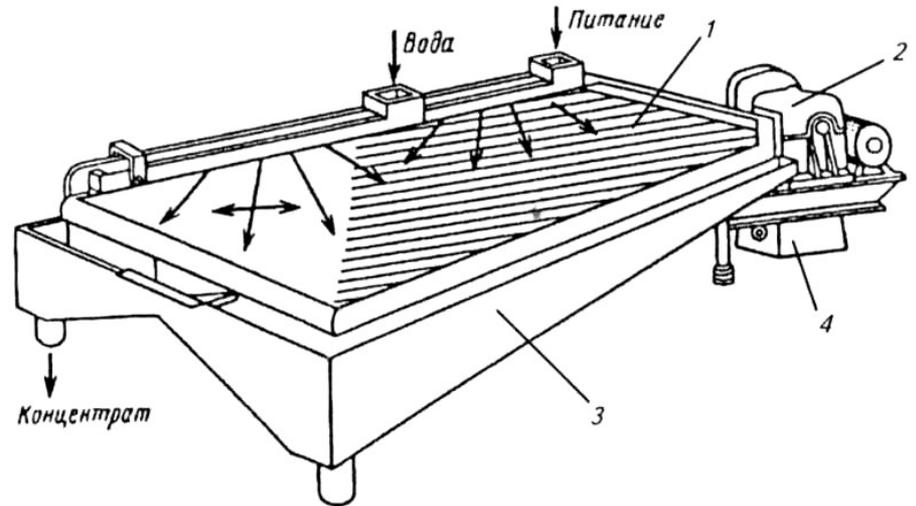


Схема расслоения смеси зерен минералов различной плотности в пульсирующем потоке воды: а, б и в – начальное, промежуточное, конечное состояние системы; 1 – зерна легкие; 2 и 3 – промежуточной плотности и тяжелые



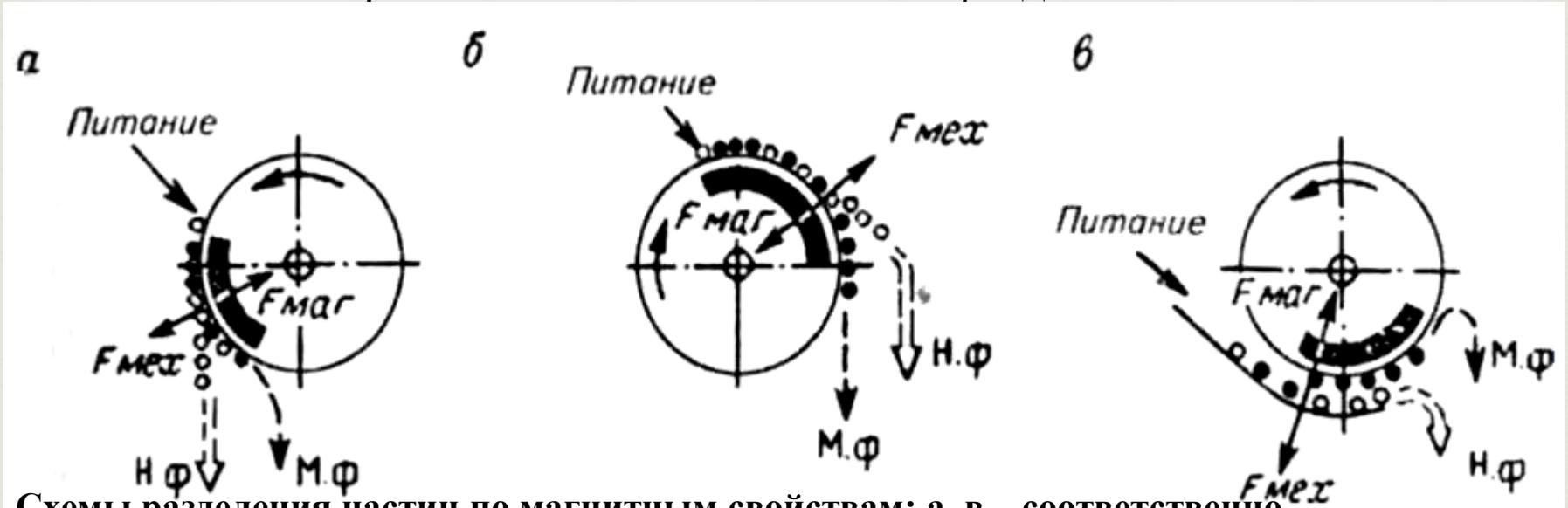
Отсадочная машина

**Концентрация на столе** – процесс разделения минеральных частиц на основе различий в их плотности и крупности в тонком слое воды, текущей по наклонной плоскости.



# Магнитное обогащение

**Магнитное обогащение** – это обогащение в магнитном поле, основанное на различии магнитных свойств разделяемых компонентов.

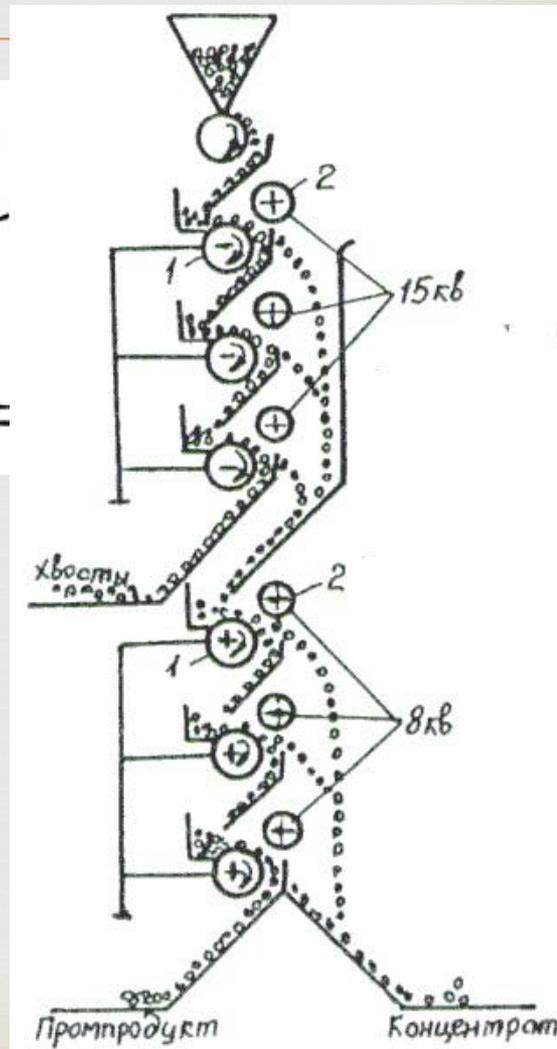
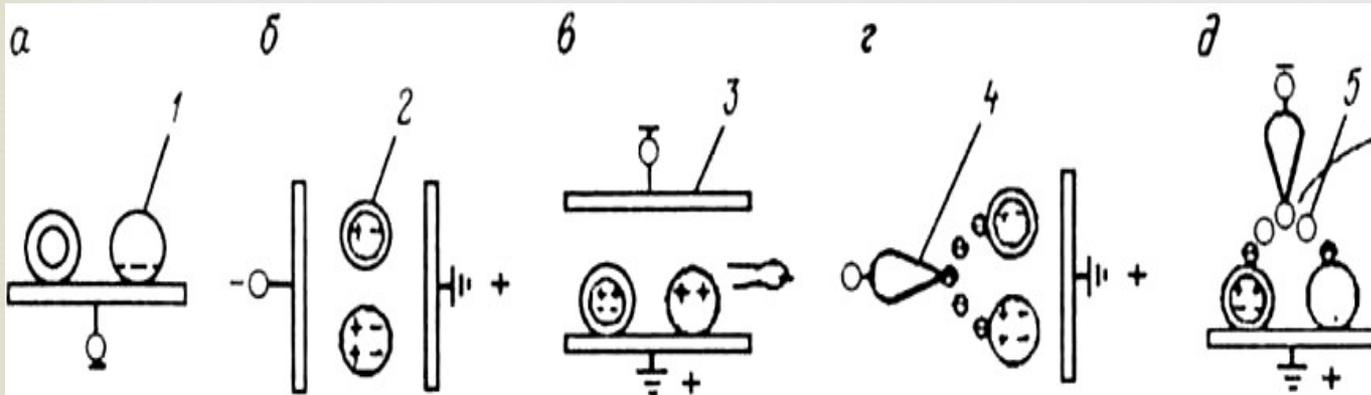


Схемы разделения частиц по магнитным свойствам: а–в – соответственно отклонение, удерживание и извлечение магнитных частиц; М.ф. – магнитная фракция; Н.ф. – немагнитная фракция

Магнитное обогащение осуществляется в магнитных сепараторах, характерной особенностью которых является наличие в их рабочей зоне магнитного поля. При движении материала через рабочую зону сепаратора под воздействием магнитной силы притяжения минералы с различными магнитными свойствами перемещаются по различным траекториям, что позволяет магнитные минералы выделять в отдельный – магнитный продукт, а немагнитные – в немагнитный.

# Электрическое обогащение

**Электрическая сепарация** – это процесс разделения минеральных частиц, основанный на различии величин их электрических зарядов, путем изменения траектории движения этих частиц в электростатическом поле или электрическом поле коронного разряда.



**Основные способы зарядки частиц в процессах электрической сепарации:**

**a** – касанием;

**б** – индукцией;

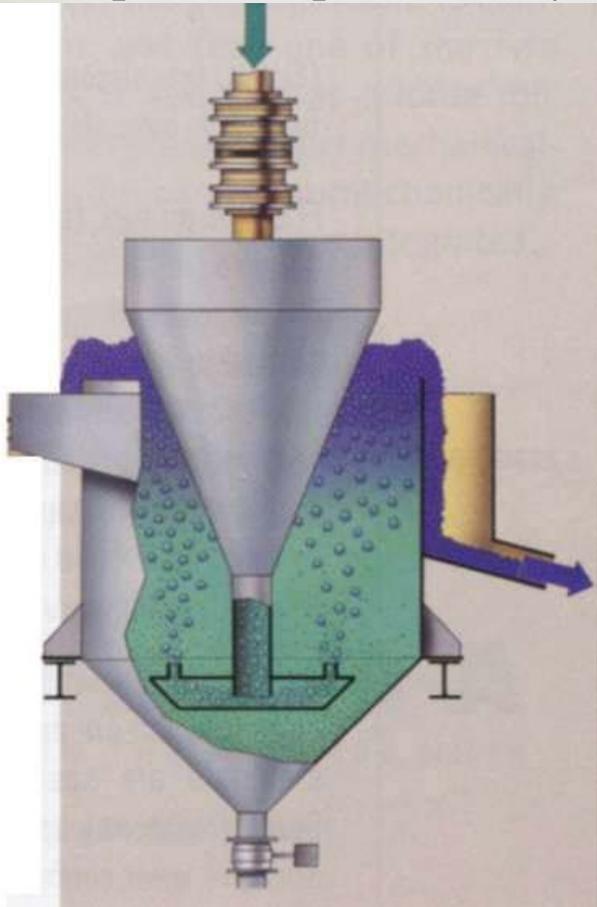
**в** – комбинированный;

**г** – газовыми ионами;

**д** – газовыми ионами и разрядкой

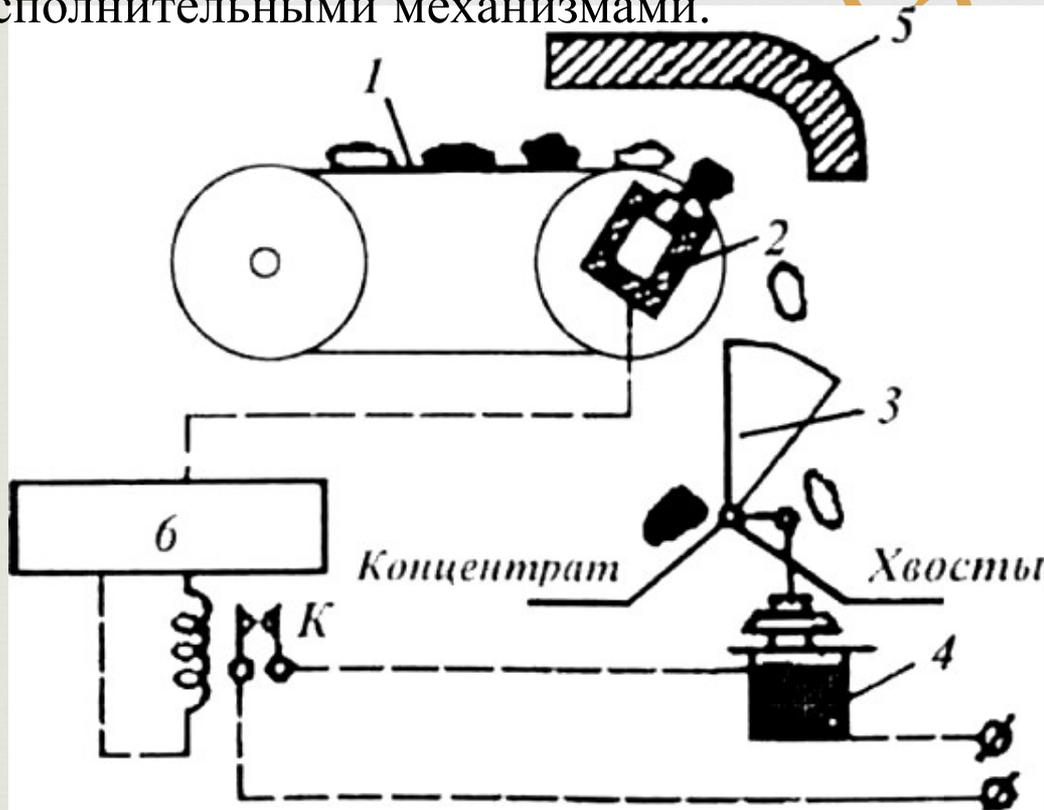
# Флотационное обогащение

**Флотационное обогащение (флотация)** – это процесс обогащения полезных ископаемых, основанный на избирательном прилипании частиц минералов к поверхности раздела двух фаз: жидкость – газ; жидкость – жидкость и др.



# Радиометрическое обогащение

**Радиометрическая сепарация** – процессы разделения минералов на основе различий в интенсивности испускания, отражения или поглощения ими различных видов ядерно-физических излучений путем механического изменения траекторий выведения частиц из потока материала специальными исполнительными механизмами.



В работе сепараторов последовательно автоматически осуществляются следующие операции:

- формирование потока исходного материала и подача его в зону облучения;
- облучение;
- регистрация и оценка вторичного излучения;
- разделение по этому признаку материала на продукты, различающиеся по содержанию ценных компонентов или вещественному составу.

Принципиальная схема радиометрического сепаратора: 1 – ленточный конвейер; 2 – датчик излучений; 3 – шибер; 4 – электромагнит; 5 – защитный экран; 6 – радиометр

# Химическое обогащение

**Химическое обогащение** – область технологии переработки полезных ископаемых по комбинированным схемам, включающим в начале, середине или конце химические процессы. При этом используются следующие процессы: гидрохимические, термохимические, пирометаллургические, хлоридо и фторидовозгонка, сульфатизирующий, восстановительный, окислительный, сегрегационный обжиг и др. Наибольшее промышленное применение получили гидрохимические процессы.

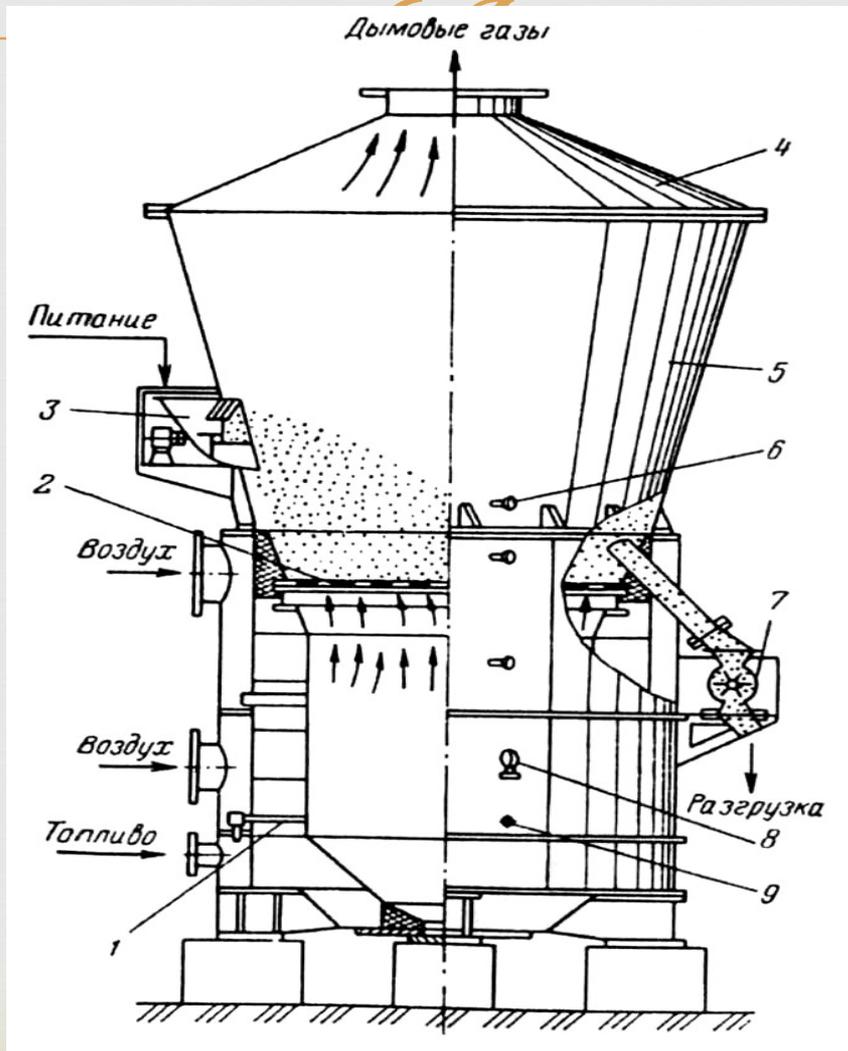


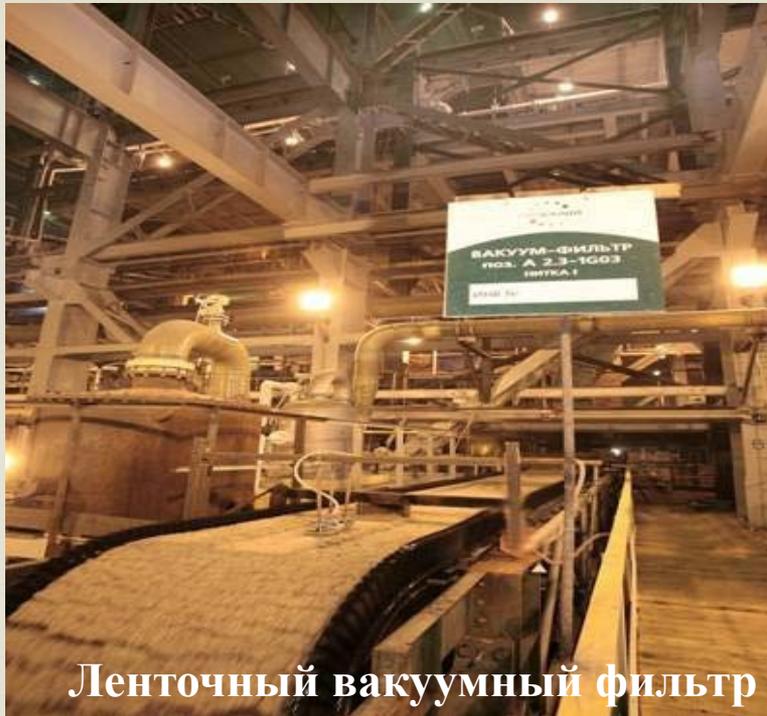
**Внешний вид штабеля кучного выщелачивания**

# Обезвоживание продуктов обогащения

**Обезвоживание** – процессы удаления избыточной влаги из продуктов обогащения. Основными процессами обезвоживания являются дренирование, центрифугирование, сгущение, фильтрование и сушка.

**Печь  
кипящего  
слоя**





**Ленточный вакуумный фильтр**



**Вакуум-кристаллизационная установка**



**Одноярусный радиальный сгуститель с центральным приводом**

# Окускование полезных ископаемых и концентратов

**Окускование** – превращение мелких классов полезных ископаемых и продуктов обогащения в куски, гранулы или комки для подготовки их к дальнейшему более эффективному использованию. Окускование позволяет рационально использовать естественные пылеватые руды, концентраты, а также некоторые шламистые отходы горно-обогатительных и металлургических производств.

Применяют три способа окускования:

- агломерация
- окомкование
- брикетирование.

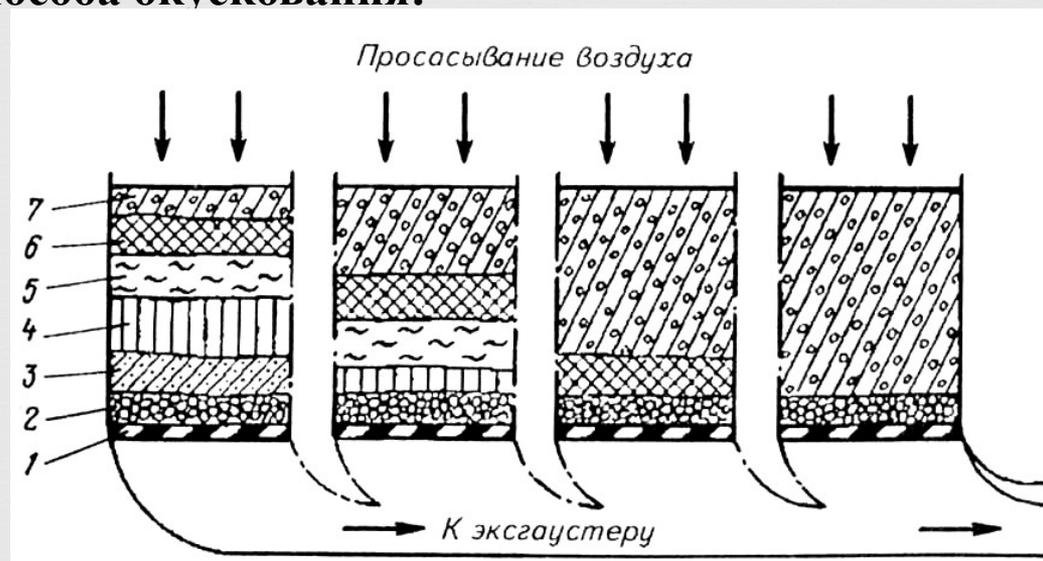


Схема процесса агломерации: 1 – колосниковая решетка; 2 – постель; 3 – зона переувлажнения; 4 – зона сушки; 5 – зона нагрева шихты; 6 – зона горения; 7 – зона готового агломерата

**Обогащительная фабрика** – горное предприятие для первичной переработки твердых полезных ископаемых с целью получения технически ценных продуктов, пригодных для промышленного использования.



В

