

Задание на 1-ю пару (лекция)
Законспектировать, выложить в ЛК

Гравитационные методы обогащения

Наибольшее распространение в промышленности имеют *гравитационные методы* обогащения, основанные на использовании разницы в удельных весах минералов. В качестве среды, в которой производят разделение минералов по удельным весам, могут служить вода, воздух, тяжелые жидкости и тяжелые суспензии (взвеси). К гравитационным процессам относятся:

- 1) концентрация на шлюзах, струйных концентраторах, где разделение минералов происходит вследствие различной скорости движения частиц в потоке воды и улавливающих свойств-покрытий дна шлюза (или особенностей формы струйного концентратора);
- 2) обогащение на винтовом сепараторе, в котором скорость и характер движения частиц по виткам сепаратора зависит от их плотности;
- 3) обогащение в тяжелых средах, в которых тяжелые минералы тонут, а легкие всплывают на поверхность.
- 4) отсадка - разделение на решетке под действием вертикальной струи воды или воздуха;
- 5) обогащение на концентрационных столах, где разделение происходит под действием движения стола и потока воды, текущей по наклонной плоскости.

Гравитационные методы широко применяются при обогащении золотосодержащих россыпей, железных и марганцевых руд, а также руд цветных и редких металлов, угля и других полезных ископаемых

Обогащение на шлюзах и струйных концентраторах

Шлюзы применяют для обогащения полезных ископаемых, характеризующихся значительным различием в плотностях разделяемых

минералов, таких например, как золото- или оловосодержащие пески. В наиболее простом исполнении шлюз представляет собой неподвижный, установленный наклонно деревянный желоб прямоугольного сечения (рис.19).

Шлюз — это сепаратор для гравитационного обогащения, в котором разделение частиц осуществляется в слое жидкости, движущейся по наклонному желобу с параллельными бортами, на дно которого укладываются трафареты или покрытия из шероховатого материала (войлок, грубошерстное сукно, рифленая резина и др.)

Пульпа при разжижении $J : T$ не менее $(5—6) : 1$ подается в головную верхнюю часть подготовленного к работе шлюза.

При движении пульпы по шлюзу происходит разделение минеральной смеси по плотности и крупности зерен. Вначале на дно шлюза оседают зерна тяжелых минералов, которые концентрируются между трафаретами или задерживаются шероховатой поверхностью покрытия, а более крупная галька и валуны уносятся потоком и катятся по дну шлюза. Вместе с ними уносятся зерна легких минералов и шламы.

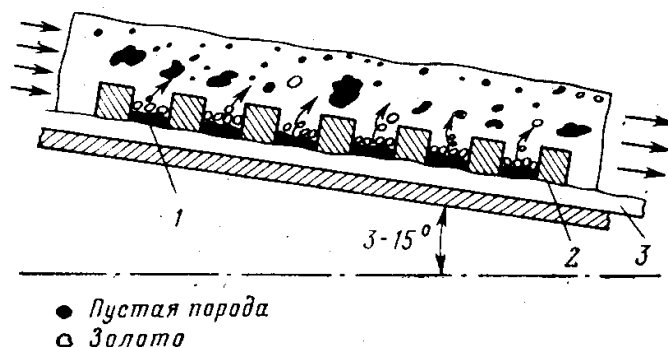


Рис. 19 - Обогащение на шлюзе

По мере накопления тяжелых минералов промежутки между трафаретами полностью ими заполняются и подачу питания на шлюз прекращают. Затем осадок снимают сполоском шлюза.

Струйный концентратор представляет собой короткий (до 1000 – 1200 мм) клиновидный желоб с плоским и гладким днищем. Устанавливается он под углом $15 - 20^\circ$ к горизонту, узкой частью вниз (рис.20).

Принципиально процесс обогащения на струйном аппарате сводится к следующему:

- мелкозенистый и обесшламленный материал подают на верхнюю широкую часть аппарата в виде плотной пульпы, содержащей 50 – 60 % твердого.

- движение воды по наклонному желобу начинается при небольшой скорости (порядка 0,2 – 0,3 м/с) и глубине потока (1-2мм). По мере движения вниз скорость ее возрастает до 1 – 2 м/с, а глубина потока – до 7 – 12 мм у нижнего среза желоба.

- стекая по наклонному желобу вниз, зернистая смесь расслаивается по вертикали так, что частицы тяжелых минералов оказываются в придонной области, а зерна легких минералов остаются в верхних зонах потока. Веер потока рассекают на изгибе после выхода его из желоба с помощью встречных ножей-рассекателей, расположенных в приемнике, в других случаях веер рассекают вертикальными отсекающими. В струйных аппаратах концентрат выделяется непрерывно.

Струйные аппараты получили наиболее широкое распространение в практике обогащения песков из россыпей морского происхождения, т.к. эти пески обычно представлены материалом узкого диапазона крупности.

При обогащении руд коренных месторождений струйные аппараты применяются в цикле первичного грубого обогащения с целью выделения определенной части отвальных хвостов в начале процесса.

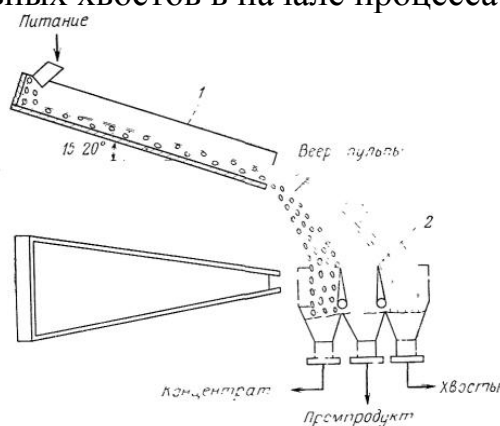


Рис. 43. Струйный концентратор

Рис. 20 - Обогащение на струйном концентраторе

Обогащение на винтовом сепараторе

Винтовой сепаратор — это сепаратор для гравитационного обогащения, в котором разделение частиц производится в жидкости, движущейся по винтовому желобу с вертикальной осью (рис.21). Пульпа подается в верхнюю часть желоба и под действием силы тяжести стекает по нему вниз в виде тонкого (6— 15 мм) слоя.

При движении по желобу винтового сепаратора частицы распределяются по глубине потока в соответствии с их гидравлической крупностью. Одновременно под влиянием циркулирующих потоков воды, центробежных и гравитационных сил происходит перемещение частиц в поперечном направлении: находящиеся в верхних слоях частицы меньшей гидравлической крупности (преимущественно зерна легких минералов) относятся к внешнему борту, а находящиеся в нижних слоях (частицы тяжелых минералов) — к внутреннему.

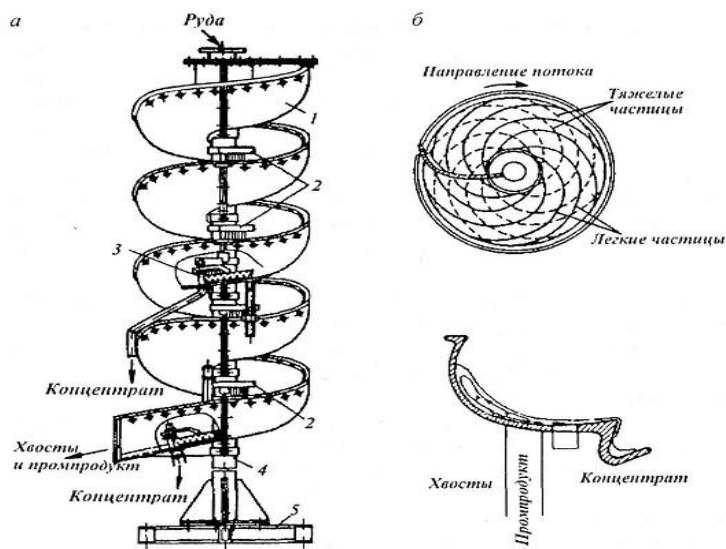


Рис. 7.15. Сепаратор винтовой (а) и поперечное сечение желоба винтового сепаратора (б), показывающее движение частиц:
1 — желоб винтовой; 2 — коробки водораспределительные; 3 — отсекабель;
4 — опорная труба (колонна); 5 — опорная рама

Рис.21 - Обогащение на винтовом сепараторе

В результате поперечного перераспределения зерен формируются отдельные слои потока (концентрат, промпродукт, хвосты), которые приобретают установившееся движение.

Основное перераспределение зерен заканчивается после прохождения примерно двух или трех витков, после чего зерна движутся на постоянных расстояниях от оси сепаратора.

Вывод продуктов обогащения осуществляется отсекателями, установленными на сепараторах отечественной конструкции в конце последнего витка, а на зарубежных — на каждом витке желоба (до трех отсекателей на каждом витке).

Задание на 2-ю пару (лабораторная работа)

Оформить отчет по лабораторной работе, выполнив необходимые вычисления

Изучение работы щековой дробилки

Цель работы

Познакомиться с конструкцией дробилки, научиться замерять основные параметры. Определить степень дробления, угол захвата, число качаний щеки, фактическую и теоретическую производительность дробилки, мощность двигателя.

Оборудование и материалы

Щековая дробилка 150x80, секундомер, набор стандартных сит, линейка, весы, совок, руда.

Краткие теоретические сведения

Существует несколько конструкций щековых дробилок, в основном отличающихся друг от друга расположением оси подвеса подвижной щеки (верхнее и нижнее), характером движения последней (простое и сложное) и устройством кинематических схем (рис. 11).

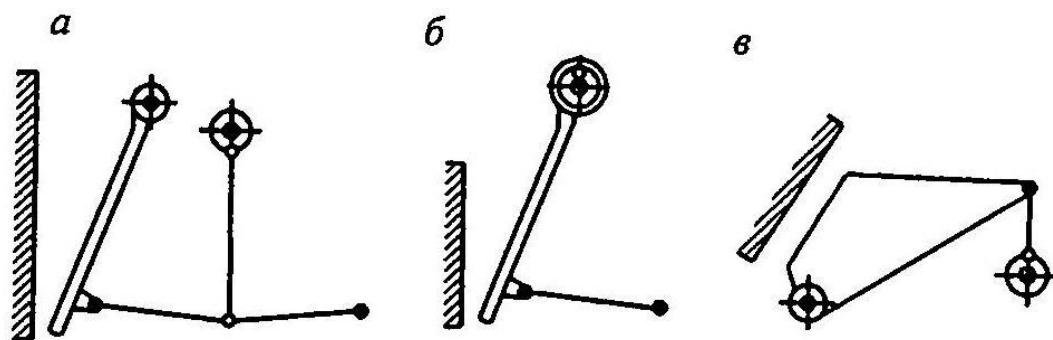


Рис. 11. Кинематические схемы щековых дробилок

а – с верхним подвесом щеки и вертикальным шатуном; *б* – с верхним подвесом и сложным движением щеки (осью подвеса служит эксцентриковый вал); *в* – с нижним подвесом щеки

В России дробилки изготавливают следующих типов: с верхним подвесом и простым движением щеки (ЩДП) с приводом от эксцентрикового вала через шатун (рис. 11, а), с верхним подвесом и сложным движением щеки (ЩДС) с приводом от эксцентрикового вала непосредственно на подвижную щеку в верхней ее части (рис. 11, б), с нижним подвесом подвижной щеки и эксцентриковым приводом (рис. 11, в).

Дробление руды в щековой дробилке осуществляется в рабочей камере между подвижной и неподвижной щеками за счет раздавливания в результате движения подвижной щеки относительно неподвижной. При приближении подвижной щеки к неподвижной происходит разрушение кусков руды – это *рабочий ход* дробилки, при удалении подвижной щеки от неподвижной происходит разгрузка дробленого материала – это *холостой ход* дробилки.

Степень дробления в щековой дробилке определяется различными способами. Чаще всего она определяется как отношение размеров максимальных по крупности кусков до и после дробления:

$$i = D/d, \quad (16)$$

где D – размер максимального куска исходной руды, мм;

d – размер максимального куска дробленого продукта, мм.

Средняя степень дробления щековых дробилок 3-5, максимальная – 8.

Основными параметрами щековых дробилок являются: размеры загрузочного отверстия (длина и ширина), высота неподвижной щеки, ширина разгрузочного отверстия, угол захвата, число качаний щеки, производительность.

Углом захвата щековой дробилки называется угол между неподвижной и подвижной щеками. Замер исходных данных производится при помощи линейки и отвеса. Схема определения угла захвата представлена на рис. 12.

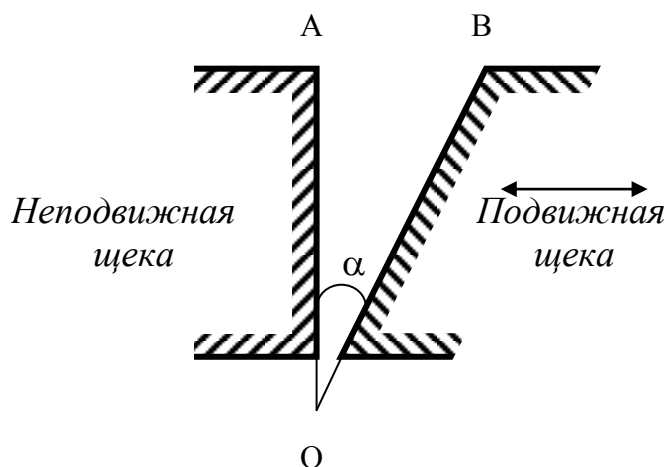


Рис. 12. Схема определения угла захвата

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{AO} \quad (17)$$

Угол захвата щековых дробилок не должен превышать 32° во избежание выброса дробимых кусков вверх, по практическим данным угол захвата не превышает $24 - 25^{\circ}$.

Частота вращения эксцентрикового вала (число качаний подвижной щеки) определяется по формуле:

$$n = \frac{182,6}{\sqrt{B}}, \quad (18)$$

где n – число качаний щеки в 1 мин;

B – ширина загрузочного отверстия, м.

Фактическая производительность дробилки определяется по формуле

$$Q_{\phi} = 3600 \frac{g}{t}, \quad (19)$$

где Q – производительность, кг/ч

g – количество дробленой руды, кг;

t – время дробления, с.

Теоретическая массовая производительность (т/ч) определяется по формуле

$$Q_T = V \cdot \mu \cdot \delta = 75 \mu \cdot \delta \pi (S_2 + S_1) (S_2 - S_1) \cdot L, \quad (20a)$$

где L – длина камеры дробления, м;

S_1, S_2 – максимальная и минимальная ширина разгрузочного отверстия, м;

μ – коэффициент разрыхления руды при выходе из дробилки (0,25-0,70);

δ – плотность руды, т/м³.

Кроме формулы (20) существует еще формула для определения массовой производительности

$$Q = V \cdot \mu \cdot \delta = (1479 \cdot \epsilon \cdot B^{\frac{1}{2}} - 40B \cdot B^{\frac{1}{2}}) \cdot L \cdot \mu \cdot \delta, \quad (20б)$$

где B – ширина приемного отверстия, м;

L – длина камеры дробления, м;

ϵ – максимальная ширина выходной щели, м;

μ, δ – те же.

Ориентировочно производительность щековых дробилок можно определить по выражению

$$Q = L \cdot \epsilon \cdot 10^3 \quad (20в)$$

Потребная мощность двигателя определяется по эмпирической формуле Беренова :

$$N = C L B, \quad (21a)$$

где N – мощность двигателя, кВт;

C – коэффициент, принимаемый в зависимости от размеров загрузочного отверстия (L и B)

Для дробилок размером меньше 250×400 мм $C = 1/60$.

Для определения мощности может быть рекомендована формула института «Механобр»:

$$N = 1,5 P_{уд} L H (e_2 - e_1) n, \quad (216)$$

где $P_{уд}$ – удельная работа дробления ($4,5 - 5$ кВт*ч/м³);

H – высота подвижной щеки, м;

L – длина камеры дробления, м;

e_2 и e_1 – максимальная и минимальная ширина выходной щели, м

Результаты замеров и вычислений заносятся в табл. 12 и 13

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с конструкцией дробилки и снять основные параметры. Результаты замеров свести в табл. 12.

Таблица 12

Результаты замеров и вычислений

Размеры загрузочного отверстия, мм			Ход щеки, мм ($e_2 - e_1$)	Число качаний щеки в мин, n	Размер максимальных кусков, мм		Угол захвата, α , град.	Масса дробленого продукта, кг	Время дробления, с
ширина B	длина L	высота H			до дробления D_{max}	после дробления, d_{max}			
85	160	240	4		70	30		2,5	6
					44	12			
					20	6			

2. Замерить величину максимальной и минимальной разгрузочной щели дробилки замером толщины куска свинца, пропущенного через дробилку.

3. Перед дроблением и после производится определение размера максимального куска исходной руды и продукта дробления .

4. Определить степень дробления, ход щеки, угол захвата, мощность

двигателя по формулам.

5. Определить производительность дробилки (фактическую и теоретическую).

Проводятся три опыта при различной ширине разгрузочного отверстия, для каждого опыта рассчитываются все показатели. Результаты опытов заносятся в табл. 13.

Таблица 13

Результаты опытов по определению производительности дробилки

Номер опыта	Ширина разгрузочного отверстия, м	Производительность дробилки, кг/ч		Степень дробления
		фактическая	теоретическая по формулам (20а, 20б, 20в)	
1	25			
2	10			
3	5			

На основании полученных данных строится график зависимости производительности дробилки от размера разгрузочного отверстия.

Отчет о проделанной работе должен содержать:

- а) цель работы;
- б) краткое описание конструкции и работы дробилки;
- в) эскиз дробилки со спецификацией ее деталей;
- г) расчеты производительности, угла захвата, мощности и основные параметры дробилки (табл. 12);
- е) график зависимости производительности дробилки от размера разгрузочного отверстия;
- ж) выводы по работе.

Контрольные вопросы

- 1. Что называется углом захвата щековой дробилки?
- 2. Что такое степень дробления?
- 3. Что влияет на производительность щековой дробилки?
- 4. Как определяется мощность двигателя дробилки?
- 5. Чем определяется крупность дробленого продукта