



Общие понятия и определения

Полезными ископаемыми

называются природные минеральные вещества, органического и неорганического происхождения, которые при существующих технико-экономических условиях могут быть с достаточной эффективностью использованы в сфере материального производства



Месторождениям

полезного ископаемого называется скопление минерального вещества в земной коре, которое в качественном и количественном отношении пригодно для использования в народном хозяйстве



Группа АЗ – Металлические полезные ископаемые

Рудные полезные ископаемые



Железо



Гематит



Марганец



Никель



Медь



Ртуть

Руда – это агрегат минералов,
из которого технологически
возможно и экономически
целесообразно извлекать
металл или его соединения



Минералами называются природные химические соединения, образовавшиеся в результате естественных химических реакций, более или менее однородные химически и физически.





Основы обогащения полезных ископаемых

Обогащение полезных ископаемых - это совокупность технологических процессов предварительной обработки минерального сырья с целью придания ему качеств, удовлетворяющих требованиям металлургической или иной его переработки.

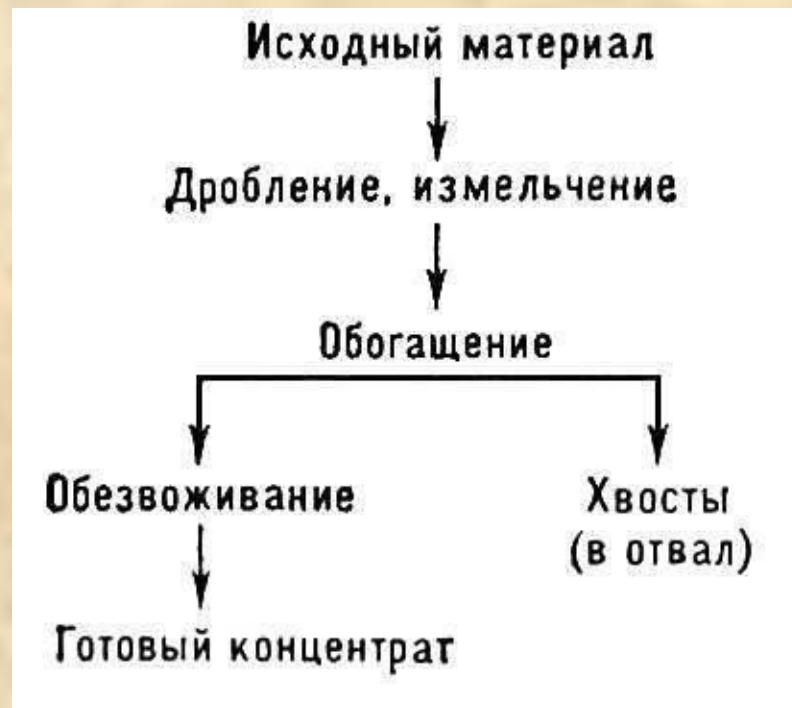


В подавляющем большинстве случаев из природных руд экономически невыгодно, а часто и технически невозможно непосредственно извлекать полезные компоненты. Важность обогащения полезных ископаемых определяется тем, что металлургические промышленные процессы основаны на переработке обогащенных полезными компонентами продуктов — концентратов.



В результате обогащения полезных ископаемых получается два основных продукта: концентрат и хвосты

Концентрат – продукт обогащения, имеющий более высокое по сравнению с рудой содержание полезного компонента и пригодный для дальнейшей переработки или непосредственного применения.



Хвосты в обогащении - это отходы процессов обогащения полезных ископаемых, в которых содержание ценного компонента ниже, чем в исходном сырье.



Отвальные хвосты состоят в основном из пустой породы; полезные компоненты содержатся в таком количестве или форме, что они не могут быть извлечены в концентрат по принятой технологии. Содержание металлов в хвостах обогащенных руд составляет сотые доли %. В целях комплексного использования минерального сырья хвосты перерабатывают для получения, например, алюминия (при высоком содержании глинозёма), используют в качестве флюсов, строительных материалов и др. В перспективе возможна переработка хвостов, складированных в хвостохранилища, для получения металлов.

Технологические процессы делятся на подготовительные, основные и вспомогательные

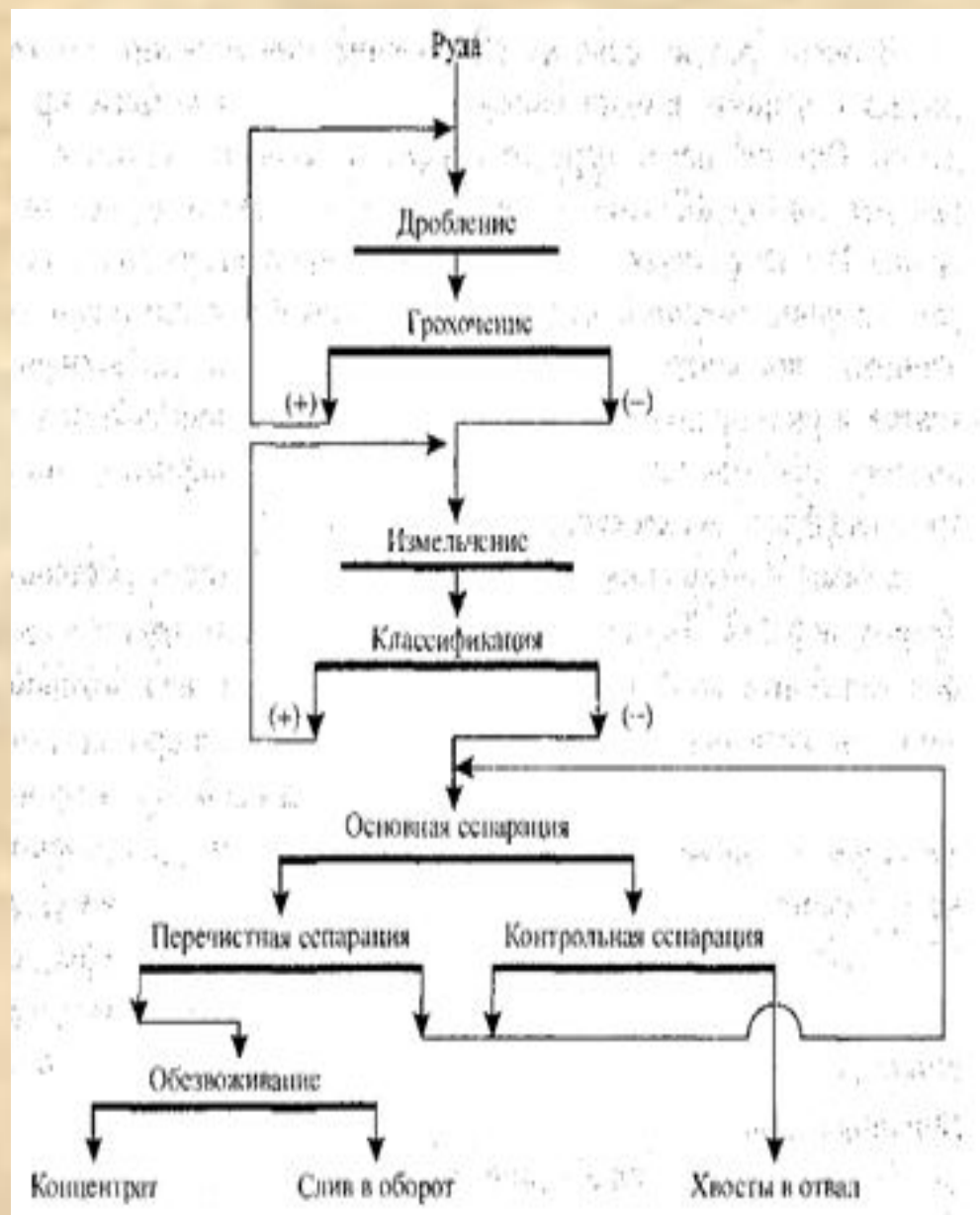
Подготовительные процессы	Основные процессы	Вспомогательные процессы
• Дробление • Грохочение • Измельчение • Классификация	• Сепарация • Флотация • Химическое обогащение • Электрическое обогащение	• Обезвоживание • Сушка • Сгущение

Различают следующие методы обогащения:

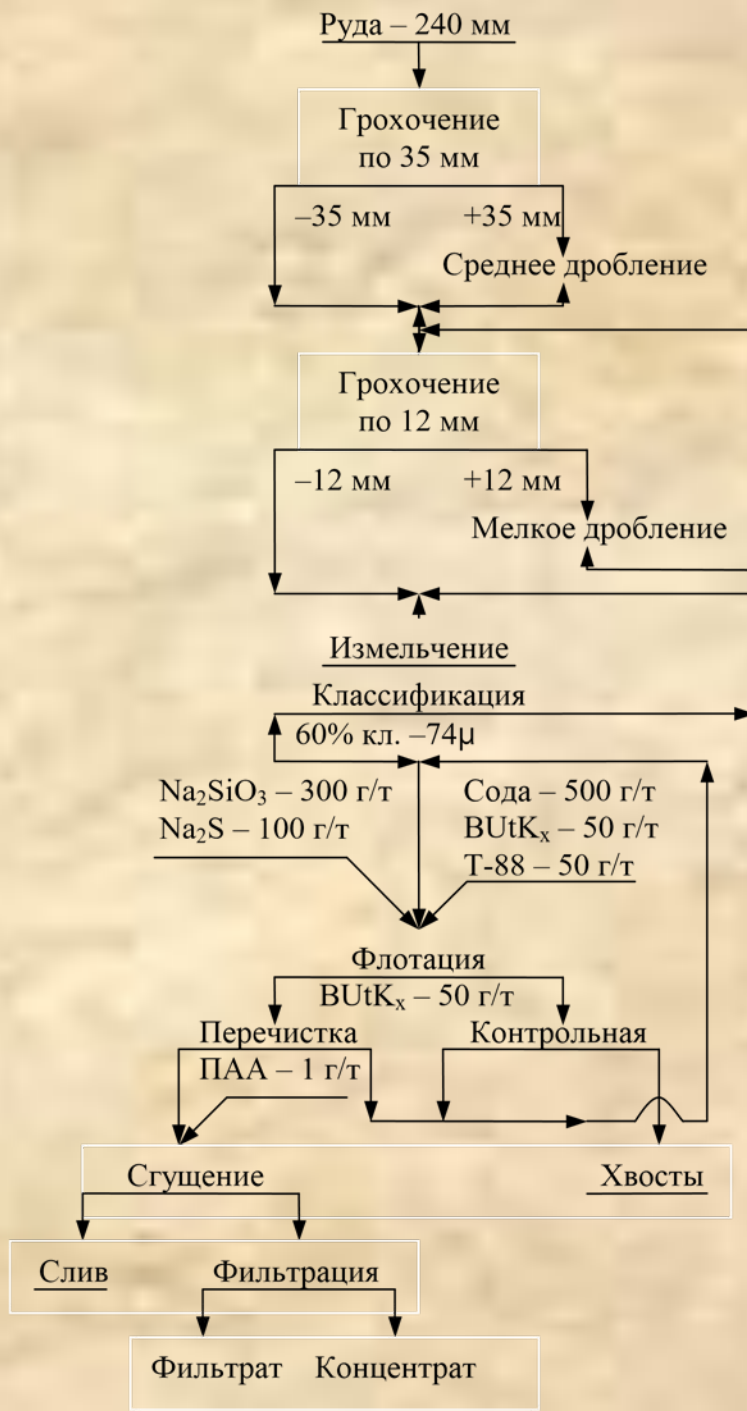
1. **Метод гравитационного обогащения** (гравитационное обогащение), основанный на различии в плотности разделяемых зерен минералов, осуществляемый в поле гравитационных сил.
2. **Метод магнитного обогащения** (магнитное обогащение), основанный на различии в магнитной восприимчивости разделяемых минералов, осуществляемый в поле магнитных сил.
3. **Метод электрического обогащения** (электрическое обогащение), основанный на различии электропроводности разделяемых минералов, осуществляемый в поле электрических сил.
4. **Метод флотационного обогащения** (флотационное обогащение), основанный на различии физико-химических свойств (смачиваемости) разделяемых минералов.
5. **Специальные методы обогащения**, основанные на различии комбинации свойств разделяемых минералов. Наибольшее значение имеют методы радиометрического и химического обогащения.
 - 5.1. **Метод радиометрического обогащения**, основанный на различии радиоспектроскопических свойств разделяемых минералов, осуществляемый с использованием механических разделяющих сил.
 - 5.2 **Метод химического обогащения**, основанный на различии химических свойств (растворимости) разделяемых минералов или вредных примесей.
 - 5.3 **Метод механического обогащения**, основанный на различии физико-механических свойств минералов (механической прочности, форме и трению, упругости отскока и др.)

Технологические схемы обогащения

Технологической схемой называется схема на которой указывается последовательность операций и их название.



Качественная схема обогащения полезных ископаемых



Количественная схема обогащения полезных ископаемых

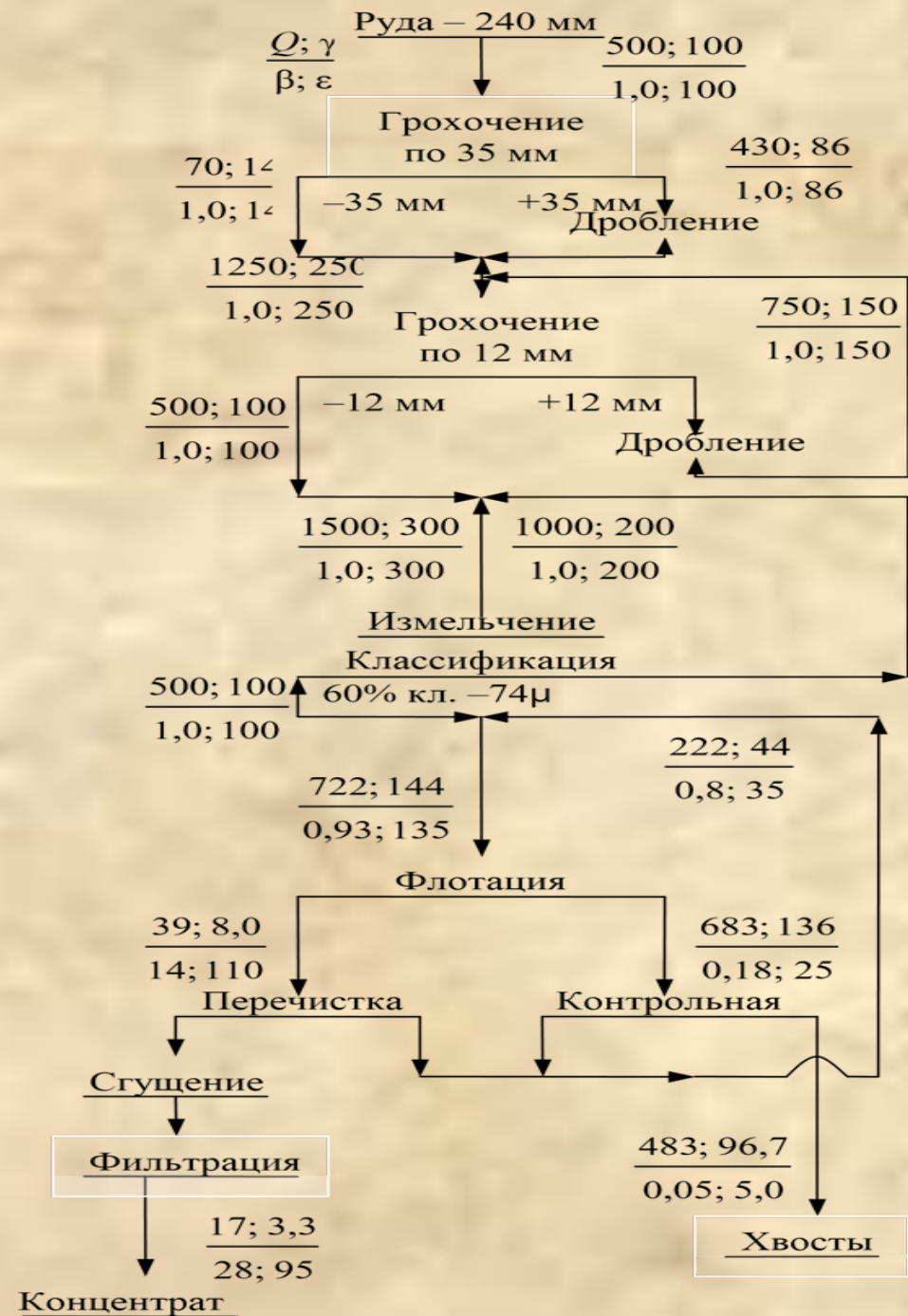
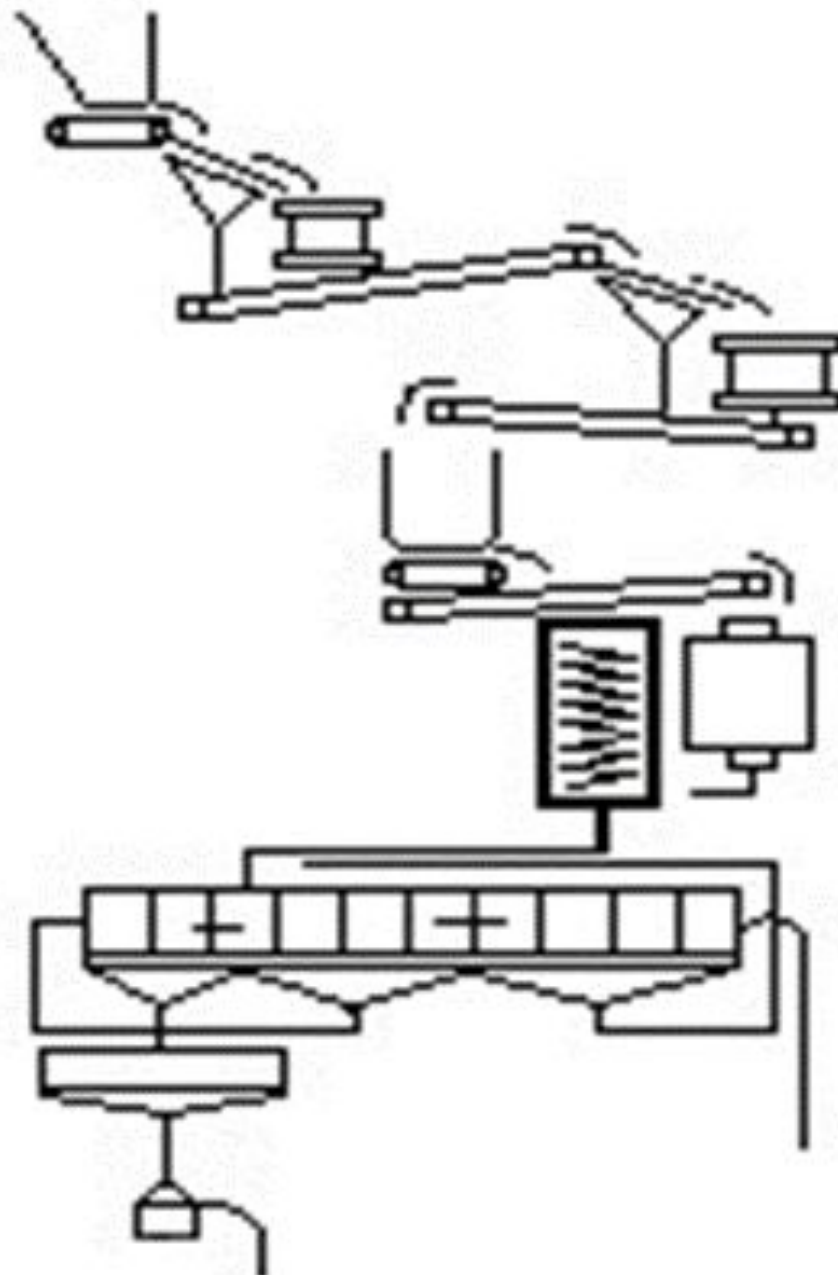


Схема цепи аппаратов обогащения полезных ископаемых



Технологические показатели обогащения

Эффективность процесса обогащения оценивается по ряду показателей:

- выход концентрата и хвостов,**
- содержание полезного компонента в концентрате и хвостах,**
- степень извлечения полезного компонента в концентрат,**
- коэффициент сокращения и коэффициент обогащения.**

Вначале производится дробление и измельчение исходного материала с целью доведения его до размеров, пригодных для существующих обогатительных процессов.



Дробление и измельчение осуществляется в несколько стадий, между которыми может производиться выделение готового продукта для уменьшения ненужного переизмельчения.





Дробление и измельчение одинаковые по физической сущности процессы, но отличаются тем, что на дробление поступает руда с кусками размером до 1,5 м, а на измельчение - менее 0,074 мм.

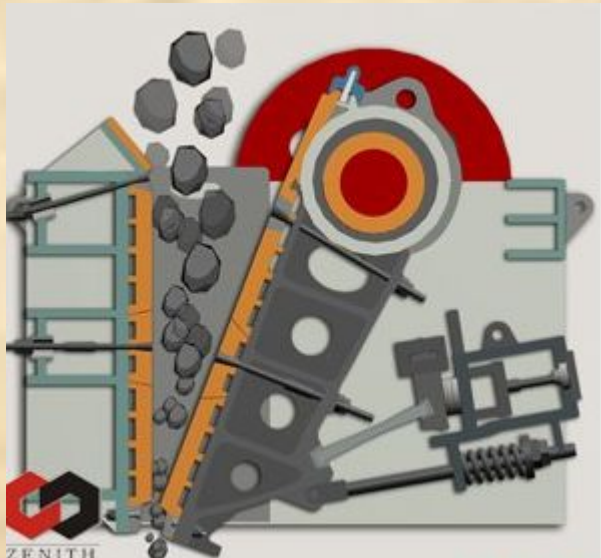
Дробление и измельчение очень дорогостоящие операции и часто на них расходуется более 50 % общих затрат на обогащение руд. Поэтому при дроблении строго соблюдается принцип «не добить ничего лишнего».

Дробление.

а) **Физические основы**: раскрытие минералов при дроблении и измельчении происходит вследствие разрушения кусков руды по действием внешних нагрузок.

В зависимости от свойств руды (прочность, хрупкость, вязкость и другие) применяется один из следующих способов разрушения или их комбинации:

- **раздавливание** – разрушение в результате сжатия кусков руды между двумя дробящими телами;
- **раскалывание** – разрушение кусков руды в результате их расклинивания между остриями дробящих тел;
- **удар** – разрушение в результате воздействия динамических нагрузок;
- **истирание** – разрушение в результате воздействия двух смещающихся относительно друг друга дробящих поверхностей.



б). Классификация дробильных машин и принцип их действия.

Аппараты, в которых осуществляется дробление руды, называют дробилками.

Дробилки отличаются по принципу устройства механизма, создающего разрушающее воздействие, и по способу воздействия на минеральные сродки:

кратковременная динамическая
нагрузка – удар,

медленное приложение силы –
раздавливание и раскалывание,

абразивное разрушение- истирание
и др.



Виды дробилок в зависимости от способа и механизма разрушения кусков

- **щековые дробилки**, в которых куски руды разрушаются раздавливанием и раскалыванием между двумя периодически сближающимися плитами (щеками);
- **конусные дробилки**, в которых руда подвергается процессу дробления раздавливанием и истиранием между неподвижным и вращающимся внутри него подвижным конусами;
- **валковые дробилки**, в которых руда дробится раздавливанием между двумя зубчатыми или гладкими валиками, вращающимися навстречу друг другу;
- **молотковые дробилки**, в которых руда дробится ударами перемещающихся с большой скоростью рабочих органов машины.



1). Щековые дробилки

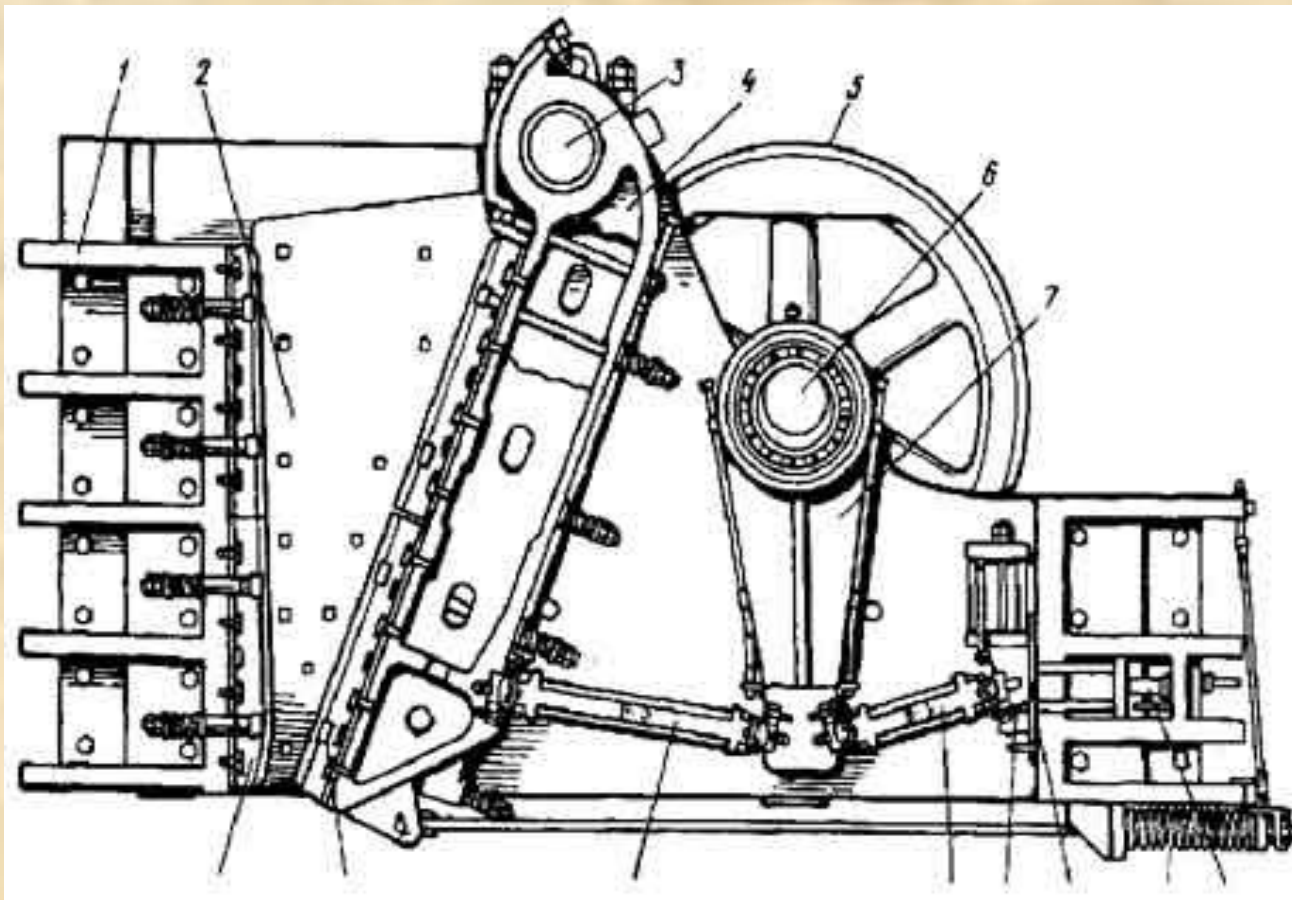
Принцип работы щековой дробилки

В камеру дробления, имеющую форму клина и образованную двумя щеками, из которых одна в большинстве случаев является неподвижной, а другая подвижной, подается материал, подлежащий дроблению.

Подвижная щека периодически приближается к неподвижной, причем при сближении щек (ход сжатия) куски материала дробятся, при отходе подвижной щеки (холостой ход) куски материала продвигаются вниз под действием силы тяжести, выходя из камеры дробления.



На рис. показана щековая дробилка для крупного дробления с простым движением щеки



- 1 – неподвижная щека;
- 4 – подвижная щека;
- 3 – ось;
- 6 – эксцентриковый вал;
- 7 – шатун;
- 9 – тяги и пружины;

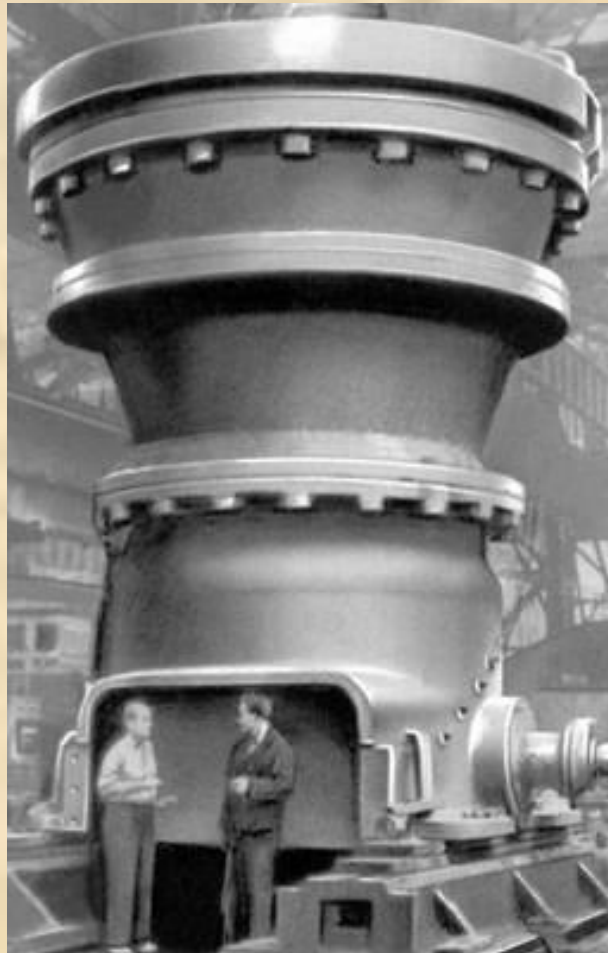
Принцип работы щековой дробилки

При движении шатуна вверх угол между распорными плитами увеличивается и подвижная щека приближается к неподвижной. В это время происходит раздавливание кусков руды, выходная щель уменьшается до минимального размера, а пружина сжимается. При обратном движении шатуна подвижная щека отходит от неподвижной под действием собственной силы тяжести и расжатия пружины, выходная щель расширяется и происходит разгрузка дробленого продукта.

При попадании в дробилку недробимых предметов происходит проскальзывание муфт, и детали дробилки таким образом предохраняются от поломки. Кроме того, фрикционные муфты дают возможность пускать дробилку с поочередным включением движущихся масс — шкива, подвижной щеки и маховика.



2). Конусные дробилки

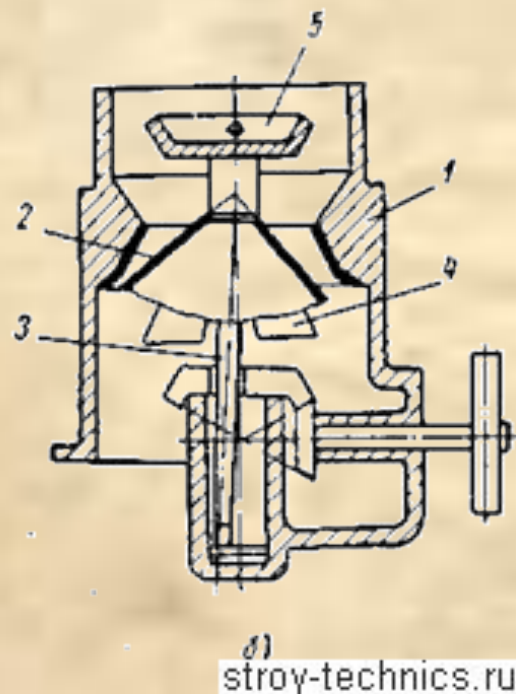
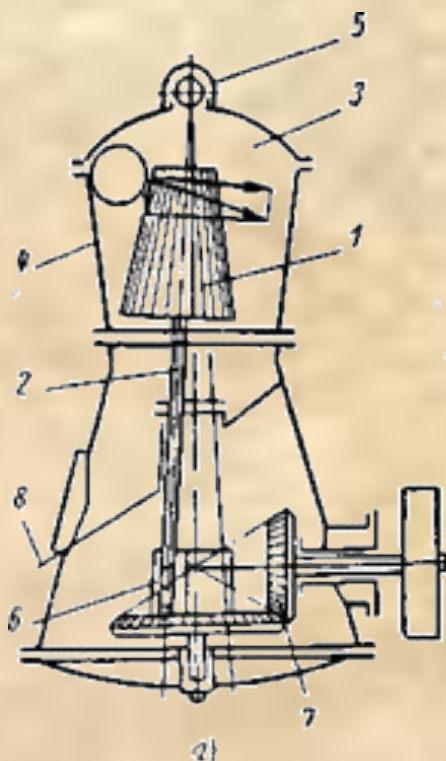


В конусных дробилках дробление происходит в пространстве, ограниченном поверхностями усеченных конусов — наружного неподвижного и внутреннего подвижного.

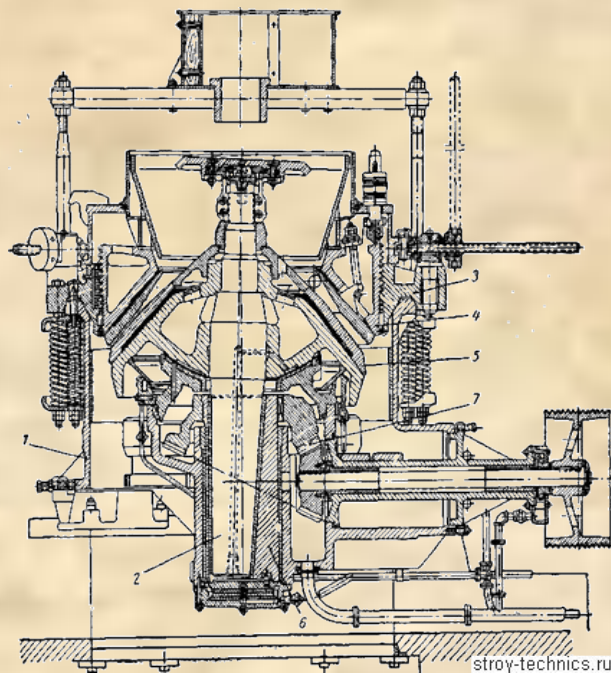
Дробление руды в конусных дробилках производится раздавливанием с частичным изгибом и истиранием кусков в рабочем пространстве между двумя усеченными конусами: неподвижным и подвижным

В настоящее время наибольшее распространение имеют конусные дробилки двух типов: с подвесным валом, закрепленным на верхнем шарнире с консольным валом, опирающимся внизу на сферический подпятник или гидравлическое устройство

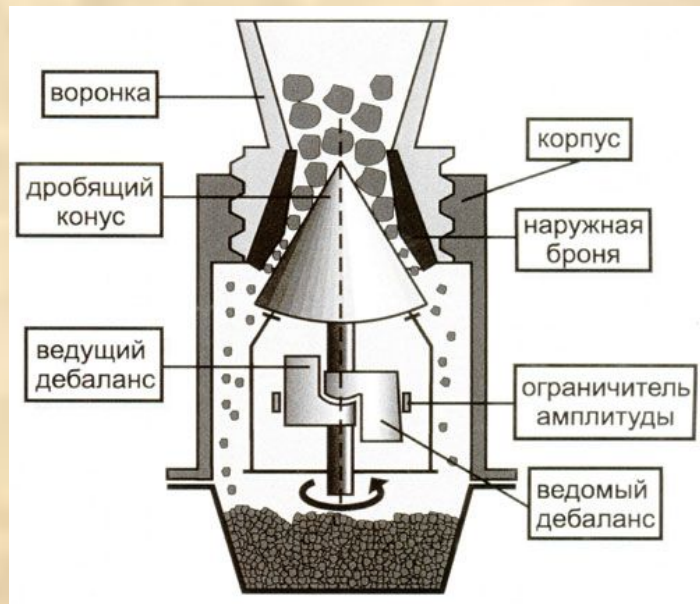
Схемы конусных дробилок: а) - с подвесным валом (для крупного дробления);
б) - с консольным валом (для среднего и мелкого дробления)



Конусная дробилка с пологим дробящим конусом

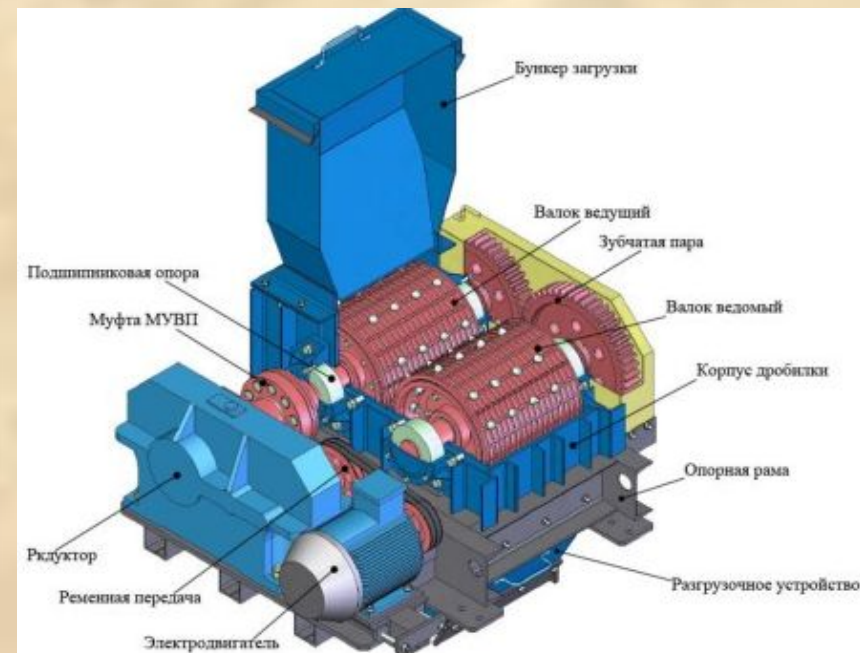
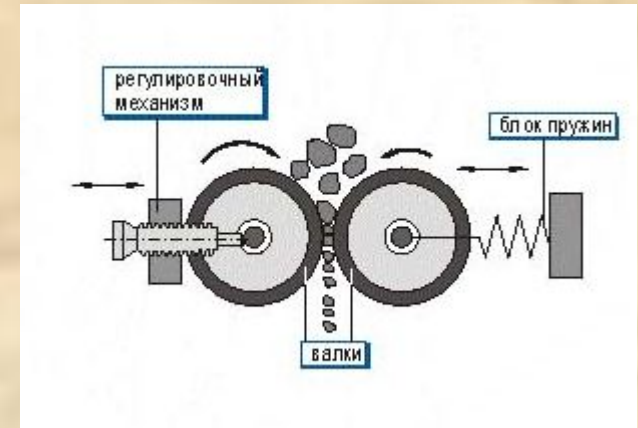


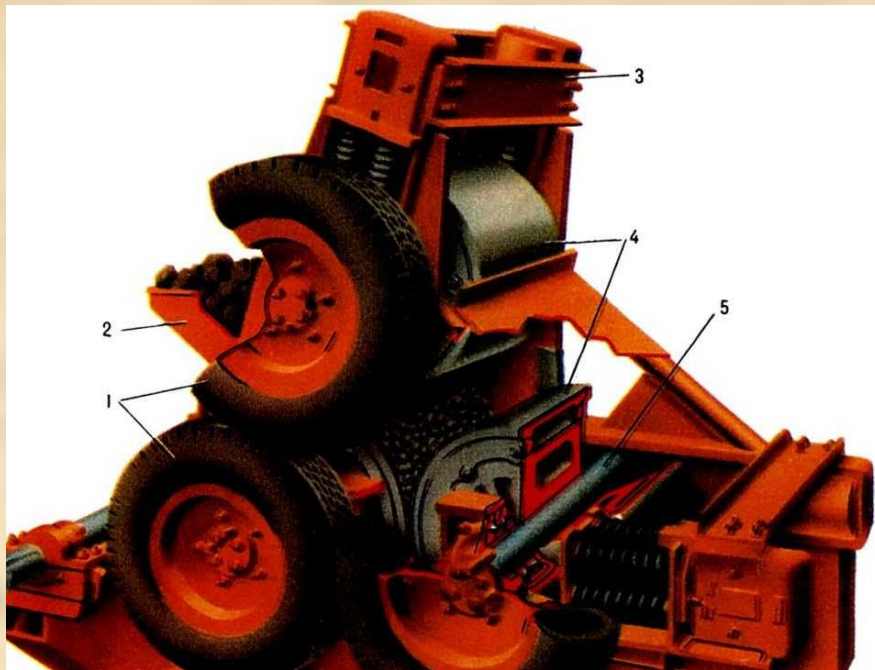
**Конусные дробилки
крупного дробления
изготавливаются
двух типов: ККД –
конусные дробилки для
крупного дробления
(головные дробилки в
схемах дробления); КРД
– конусные
редукционные
дробилки
(додрабливающие)
дробилки для
вторичного крупного
дробления.**



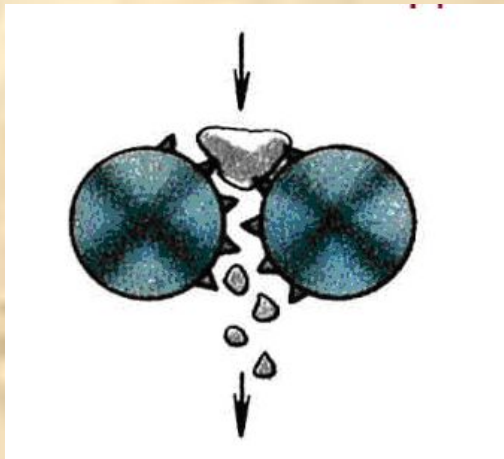
3). Валковые дробилки

Процесс дробления в валковых дробилках происходит между двумя параллельно расположенными цилиндрическими валками, вращающимися навстречу друг другу. Материал поступает в дробилку сверху, попадает в пространство между валками и подвергается дроблению раздавливанием и отчасти истиранием.

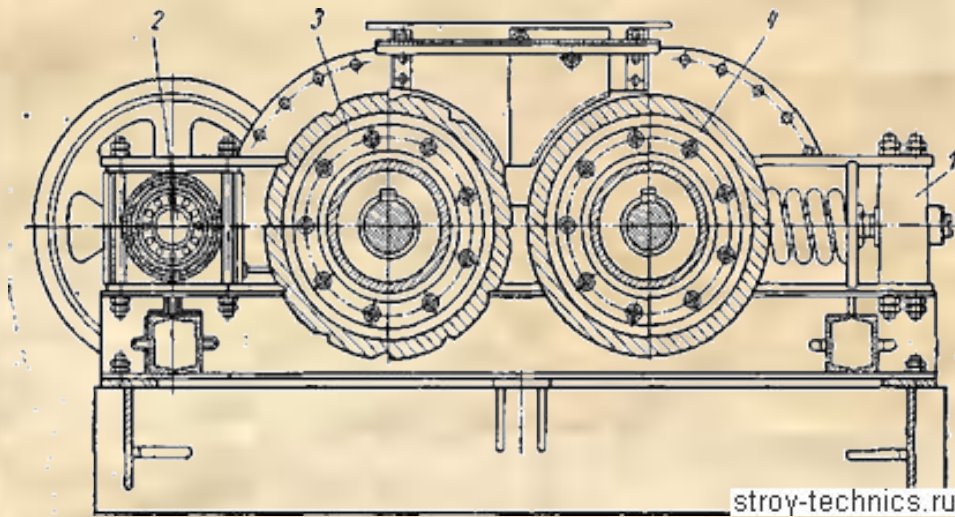




Рабочие поверхности валков выполнены в виде сменных износостойких бандажей с гладкими или рифлеными поверхностями.



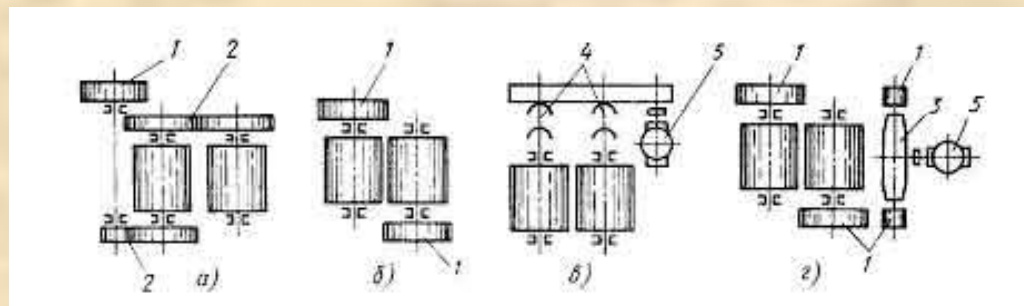
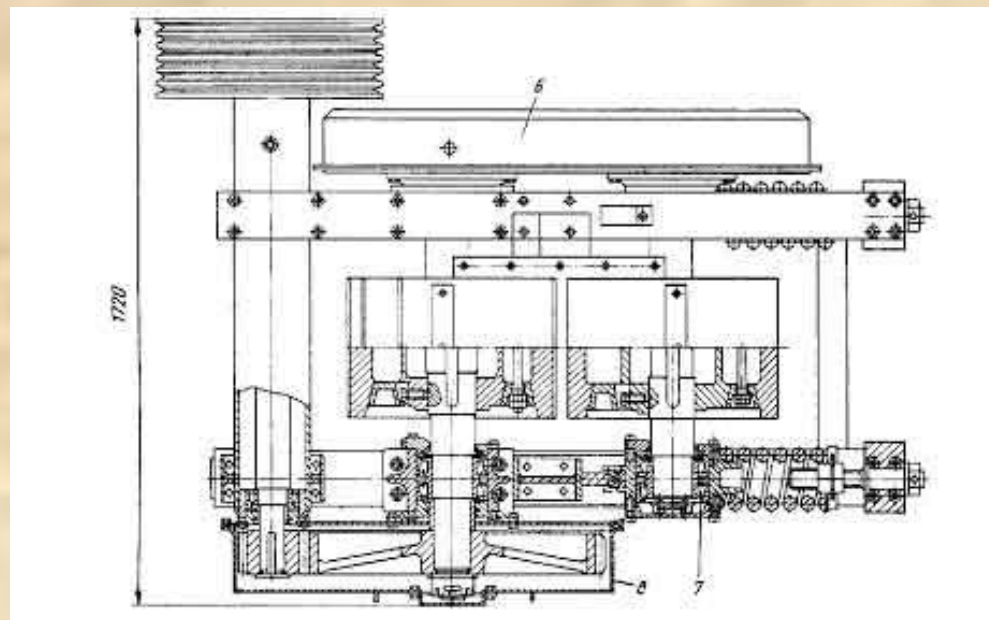
Валковая дробилка состоит из рамы, на которой смонтированы в роликподшипниках два рабочих вала с насаженными на них сменными дробящими валками, отлитыми из марганцовистой стали, и приводного вала. Вращение от приводного вала передается первому рабочему валку через пару зубчатых колес. Вращение второму валку передается от первого через вторую пару зубчатых колес, насаженных на рабочие валы.



Привод валков осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и две пары зубчатых колес. Частота вращения валков составляет 75—120 об/мин.

Смещение рабочих валов при установке размера щели между валками достигается передвижением подшипников одного из валков, положение которых фиксируется с одной стороны распорками, а с другой — мощными пружинами с регулируемым натягом.

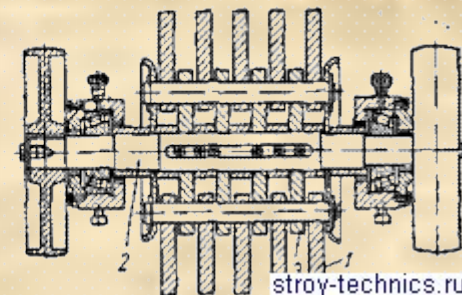
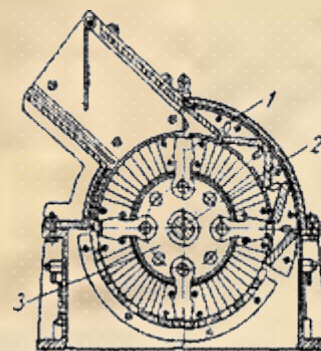
**Валковые дробилки
бывают одно-, двух-,
трех- и четырех-
валковые.
Наиболее
распространена
двухвалковая
дробилка (рис справа).**



**Привод валков осуществляется так:
вращение от первого (ведущего)
валка передается второму
(ведомому) валку с помощью
шестерен с удлиненными зубьями.**

4). Молотковые дробилки

Принцип действия молотковых дробилок состоит в том, что материал, загружаемый в дробилку, разбивается быстро вращающимися молотками или битами и по достижении определенного размера проваливается через колосниковую решетку.



Молотковая однороторная дробилка

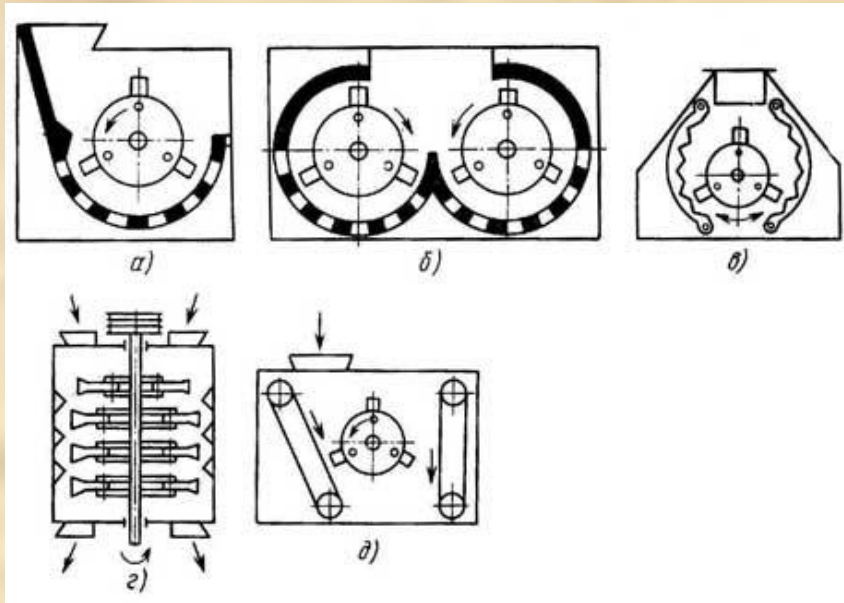


Молотковая двухроторная дробилка



Наибольший размер загружаемых в дробилку камней—от 100 до 300 мм. При степени измельчения $m = 8+12$ удельный расход мощности составляет от 0,75 до 2 кет (от 1,4 до 2,7 л. с.) на 1 т/ч.

Молотковые дробилки с шарнирно подвешенными молотками применяют как для первичного дробления рядового материала до крупности 25—35 мм, так и для вторичного дробления его до крупности 10 мм; при этом дроблению в них подвергаются почти исключительно хрупкие и мягкие породы (шлак, мел, известь). Производительность молотковых дробилок колеблется от 3 до 500 т/ч. Степень измельчения m достигает 12—15.



Схемы молотковых дробилок:

а — однороторная;

б — двухроторная одноступенчатого дробления;

в — реверсивная;

г — с вертикальным валом;

д — с очистным полотном

По конструктивным признакам молотковые дробилки различают:

- по числу роторов - однороторные и двухроторные;
- по положению вала ротора — с горизонтальным и вертикальным валом;
- по направлению вращения ротора - реверсивные и нереверсивные;
- по исполнению разгрузочного узла - с колосниковой решеткой, полностью перекрывающей разгрузочное отверстие, частично перекрывающей разгрузочное отверстие, и без колосниковой решетки;
- по исполнению очистных устройств от налипания дробимого материала — с подвижными полотнами, с очистными валками.

*Тонкое измельчение
осуществляется в мельницах.*



Мельница - машина

для измельчения

различных
материалов.

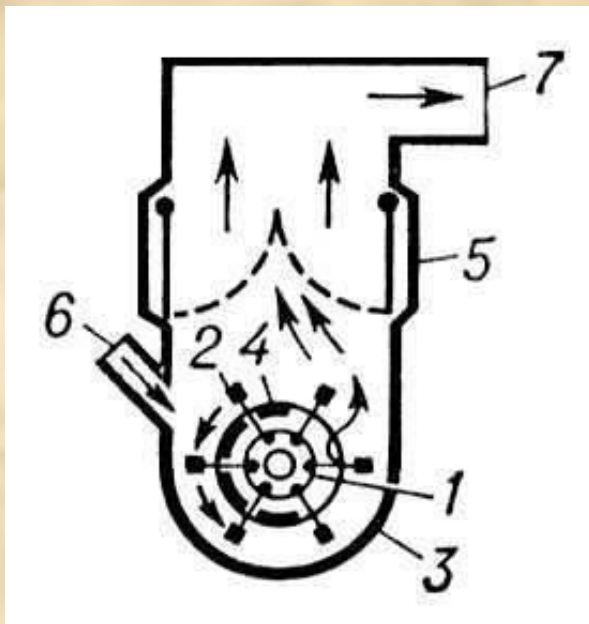
От дробилок

мельницы
отличаются более
тонким помолом
материала (до
частиц размерами
мельче 5 мм).

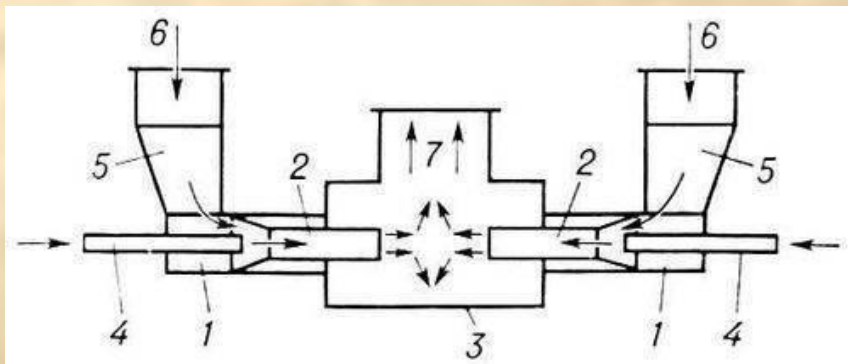
Классификация мельниц

Группа мельниц	Форма и вид рабочего органа	Скорость движения рабочего органа
I	Барабанные, в т. ч.: шаровые, стержневые, галечные, самоизмельчения	Тихоходные
II	Роликовые, валковые, кольцевые, фрикционно-шаровые, бегуны	Среднеходные
II	Молотковые (шахтные) Пальцевые (дезинтеграторы)	Быстроходные
IV	Вибрационные с качающимся корпусом	Быстроходные
V	Струйные, аэродинамические, без дробящих тел	Быстроходные

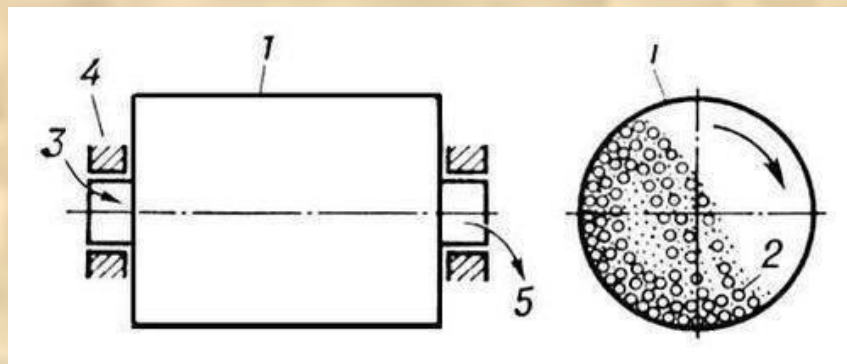
Классификация мельниц



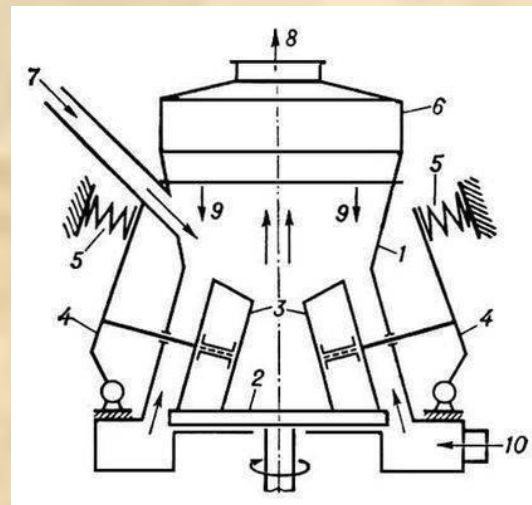
Мельница молотковая (шахтная)



Мельница струйная



Мельница барабанная (шаровая)

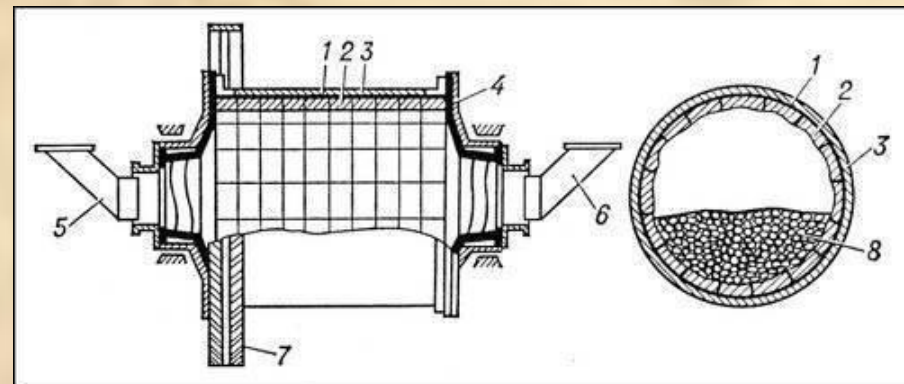


Мельница роликовая

Барабанно-шаровая мельница

- устройство для размола кусков твёрдых материалов. Основной элемент — барабан, частично заполненный шарами (30—60 **мм**) из стали, чугуна и др. Наиболее распространены барабаны с диаметром 2—4 **м** и дл. 3—10 **м**, вращающиеся с частотой 10—40 **об/мин** вокруг своей оси. Материал измельчается ударами падающих шаров и истиранием.

Достоинства барабанно – шаровой мельницы — простота конструкции и надёжность в работе, недостатки — значительный расход металла, сложность изготовления, высокая стоимость, большие габариты пылеприготовительной установки, а также высокий удельный расход электроэнергии.



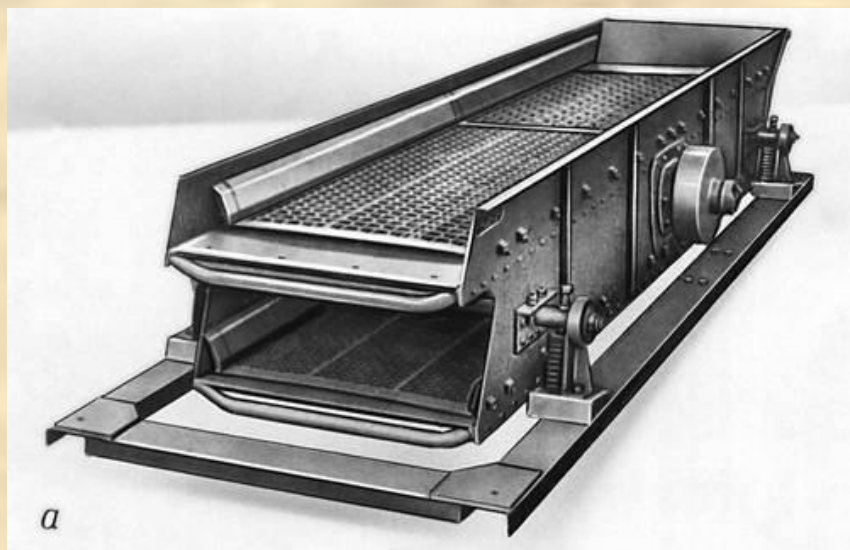
Выделение продуктов нужной крупности производится с помощью грохотовВыделение продуктов нужной крупности производится с помощью грохотов для крупных зёрен и классификаторов для мелких зёрен.

Грохот - устройство или машина для механической сортировки сыпучих материалов по крупности частиц (кусков). Грохоты подразделяются на неподвижные — устройства, и подвижные — машины.

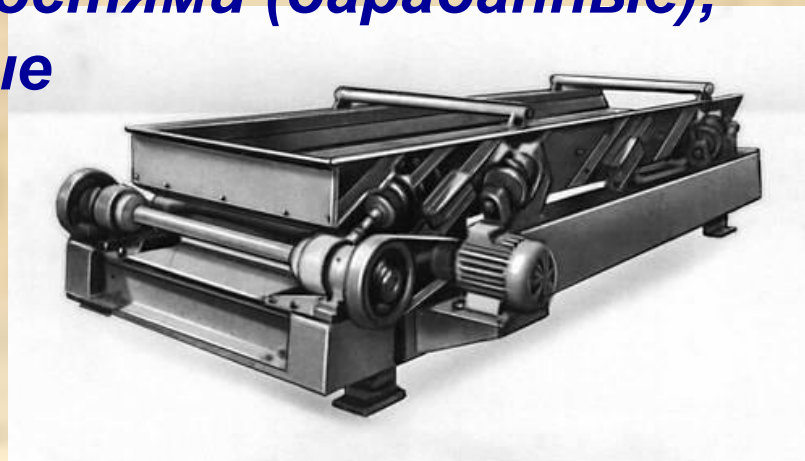
Неподвижные грохоты (колосниковые, дуговые, конические) состоят из рабочего органа неподвижной просеивающей поверхности и установки для её крепления. Колосниковые грохоты имеют наклонную поверхность и щель свыше 50 мм и применяются для грубой сортировки крупнокусковых материалов; дуговые грохоты используются для обезвоживания и сортировки мелкозернистых материалов (угля, песка): конические — для обезвоживания и грубой сортировки.

Высокую эффективность грохочения обеспечивают подвижные грохоты (машины). Они состоят из одной или нескольких просеивающих поверхностей (сит), устройств для их установки и механизма, приводящего сита в движение.

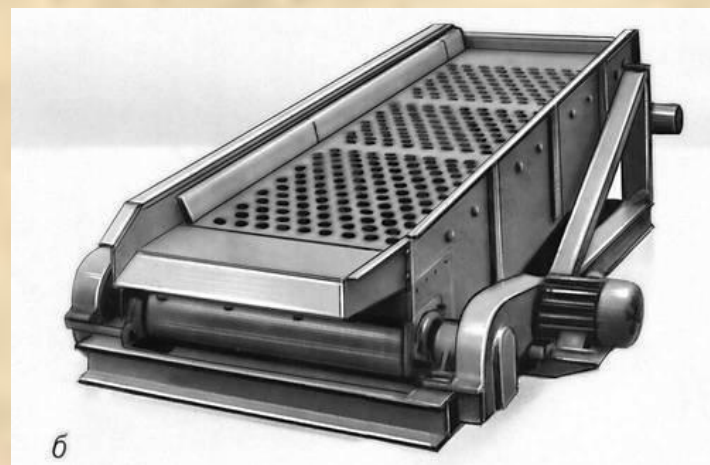
По характеру движения сит различают грохоты с вращающимися поверхностями (барабанные), качающиеся, вибрационные и полувибрационные.



Вибрационный грохот



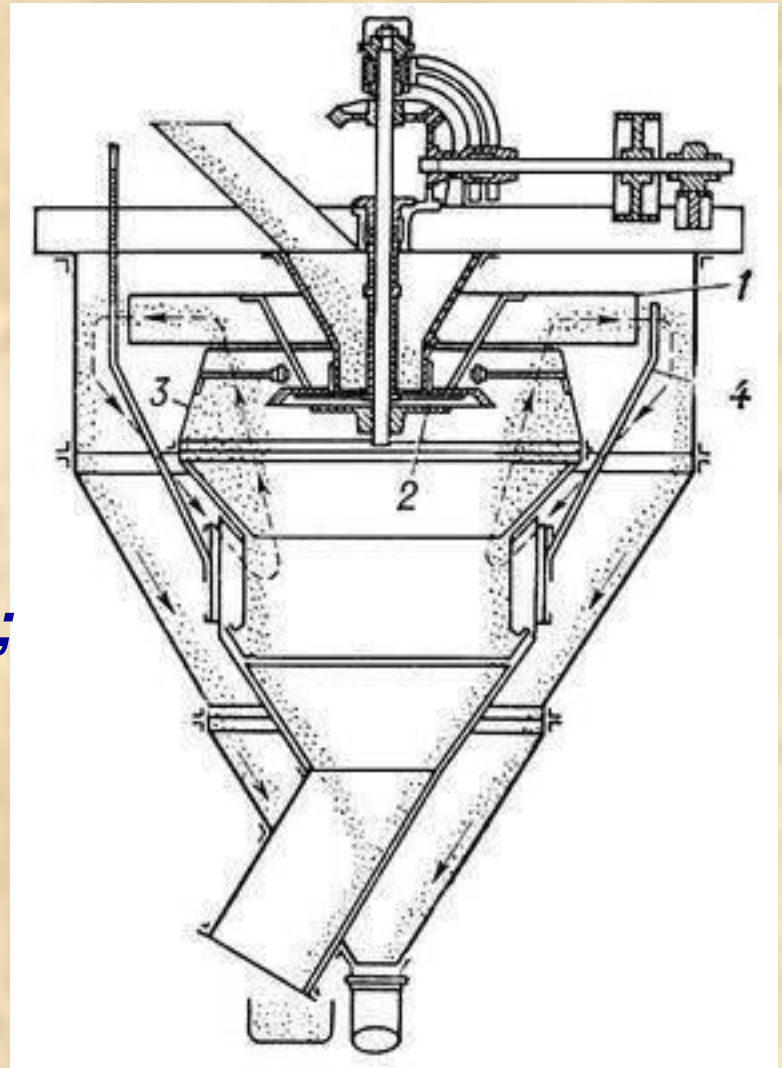
Резонансный грохот



Качающий грохот

Классификатор

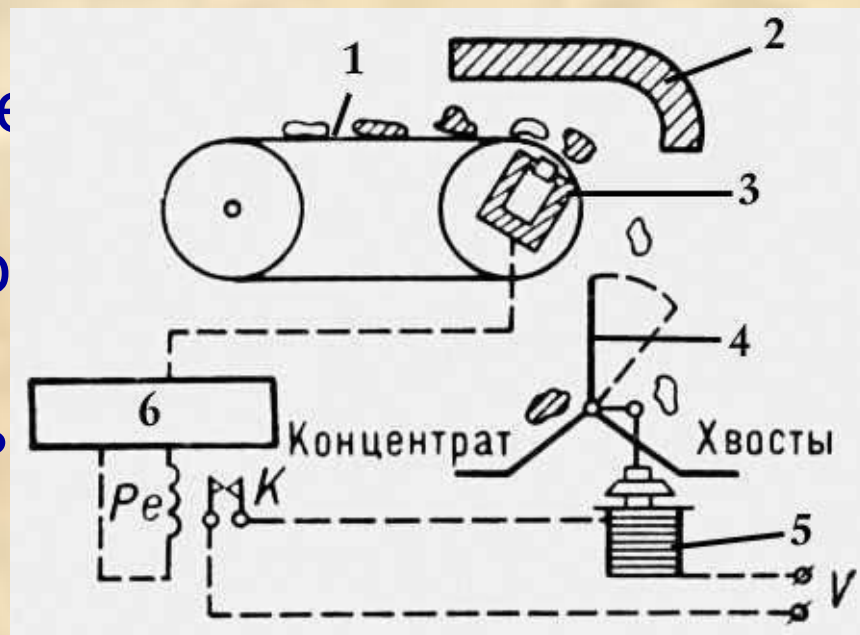
Классификатор (в обогащении полезных ископаемых), аппарат для разделения смесей минеральных частиц на классы по крупности, форме, плотности. В зависимости от среды, в которой происходит разделение материалов, различают классификаторы гидравлические и пневматические (воздушные); в зависимости от используемых сил — классификаторы гравитационные, классификаторы центробежные и электрические сепараторы.



Центробежный классификатор

Собственно обогащение осуществляется с использованием различных физических и физико-химических свойств минералов.

Радиометрическое обогащение, отделение полезных минералов от пустой породы, основанное на свойстве минералов испускать излучения (эмиссионно-радиометрические методы) или ослаблять их (абсорбционно-радиометрические методы).



Радиометрический сепаратор

Гравитационное обогащение полезных ископаемых

- это метод отделения полезных минералов от пустой породы по различию их плотности.

Гравитационное обогащение осуществляется в водной и воздушной средах. В водной среде разделение происходит более четко, что связано с большей плотностью воды. Однако сухое (т. н. пневматическое) гравитационное обогащение в ряде случаев имеет преимущество, поскольку не требует обезвоживания продуктов обогащения.

Магнитный метод обогащения -

способ отделения полезных минералов от пустой породы и вредных примесей, основанный на действии магнитного поля на минеральные частицы, обладающие различной магнитной восприимчивостью.

Создание первых магнитных сепараторов относится к 18 веку, а совершенствование и промышленное применение — к 1892—1906 (Швеция и др.).



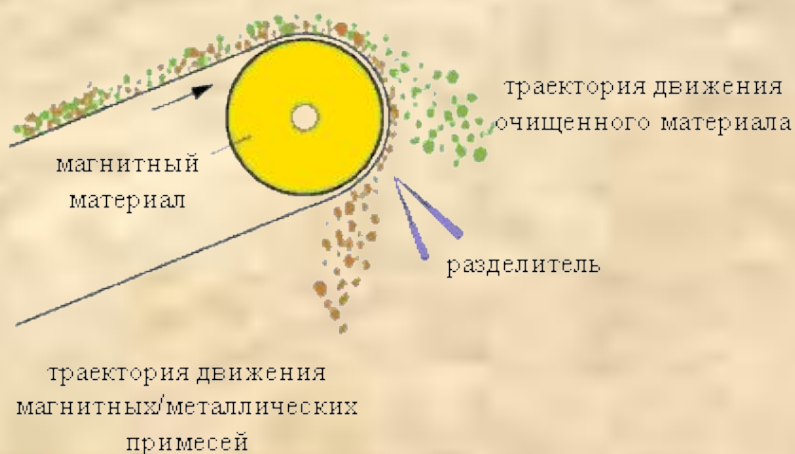
Для сепарации крупнокусковой магнетитовой руды 40-50 мм применяется сепаратор 4ПБС-63 / 200 (189А-СЭ), разработанный институтом «Механобр».

Магнитный сепаратор с верхним питанием и состоит из двух пар вращающихся барабанов 1, внутри которых размещены магнитные системы, изготовленные из постоянных магнитов (сплав ЮНДК – 24). Верхняя пара барабанов имеет пятиполосную магнитную систему 2, а нижняя – трехполюсную 3. Полярность магнитных систем сепаратора чередуется по периметру барабана, что обеспечивает магнитное перемешивание руды.



Магнитные системы фокусируются в определенном положении и остаются в процессе работы сепаратора неподвижными. Барабаны изготовлены из немагнитного материала и крепятся на раме 4 с кожухом. Сепаратор оборудован приемной коробкой 5 с распределителем руды по верхним барабанам.

Привод верхних барабанов позволяет ступенчато регулировать частоту их вращения в пределах 50-100 об/мин и таким образом изменять качество и выход магнитной фракции. Частота вращения нижних барабанов изменяется в пределах 30-50 об/мин.



Напряженность магнитного поля у поверхности верхних барабанов 80-90 кА/м, у нижних – 110 кА/м. Производительность сепаратора достигает 400-500 т/ч, что дает возможность сопрягать его непосредственно с дробилками среднего дробления.

В результате магнитного обогащения содержание полезного компонента увеличивается в несколько раз и составляет в магнитных концентратах 95% и более, а содержание вредных примесей значительно снижается. Доля (извлечение) полезного минерала, переходящего в концентрат (магнитную фракцию), обычно не менее 75% от исходного его количества, а для сильномагнитных — может быть более 95%.

Обезвоживание

Обезвоживанием называется процесс удаления влаги из продуктов обогащения. Удалить всю воду, содержащуюся в продуктах обогащения, удастся в результате последовательных операций: сгущение, фильтрование, центрифугирование, дренирование.

Сгущение- процесс осаждения частиц твердого материала под действием силы тяжести. В результате процесса сгущения получают сгущенный продукт с влажностью 26-40 % и слив, практически не содержащий твердых частиц.

Фильтрование – процесс обезвоживания мелкозернистой пульпы и суспензии, основанный на принудительном просачивании пульпы через пористую перегородку. Содержание воды в осадках 8-12 %.

Центрифугирование - процесс обезвоживания пульпы под действием центробежной силы при вращении.

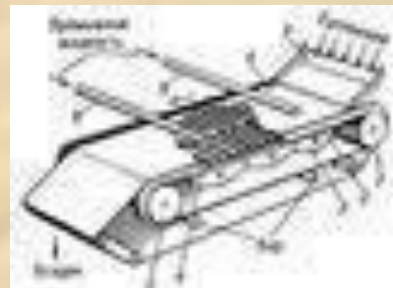
Дренаживание – процесс обезвоживания за счет естественного стекания под действием собственного веса.

Выбор количества операций обезвоживания определяется содержанием воды в исходном материале и их крупностью.

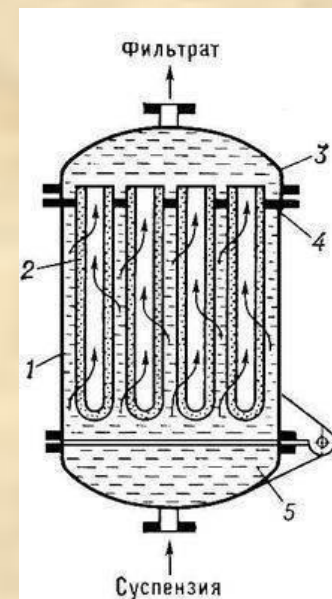
**Фильтрация -
один из важнейших методов
обезвоживания.**

**Различают фильтры,
работающие под
вакуумом (вакуумные)
и под избыточным
давлением (пресс-
фильтры).**

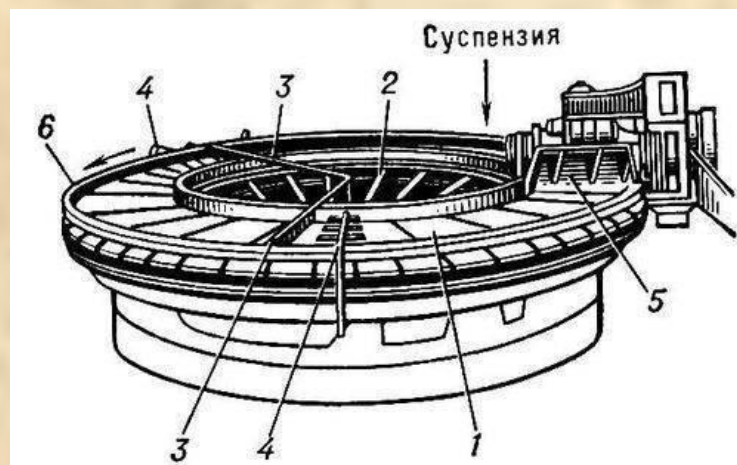
**Вакуумные фильтры
подразделяются на
дисковые и
ленточные.**



Ленточный фильтр

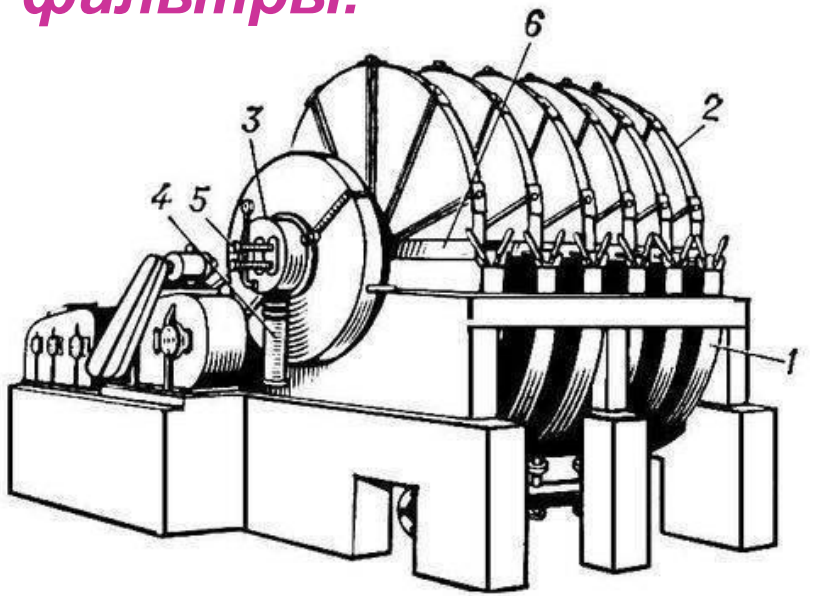


Патронный фильтр



Тарельчатый фильтр

Дисковый вакуум-фильтр предназначен для разделения суспензий с близкими по размерам частицами твёрдой фазы. Имеет более развитую фильтрующую поверхность, чем барабанные вакуум-фильтры.



В дисковом вакуум-фильтре на горизонтально расположенном полом вала, разделённом на секции, укреплены вертикальные диски. Вал с дисками вращается в корыте, имеющем форму полуцилиндра и заполненном разделяемой суспензией. Каждый диск состоит из обтянутых ФП полых секторов, имеющих с обеих сторон перфорированную или рифлёную поверхность. Полость каждого сектора диска сообщается с отводящим каналом для удаления фильтрата. Съём осадка осуществляют сжатым воздухом (для отдувки), посредством ножей и валков (для отрыва и направления выгрузки).

Окомкователь

[pelletizer] - устройство для окомкования руд или концентратов.

По конструктивному исполнению окомкователи классифицируются на барабанные, тарельчатые и чашевые.



Барабанный окомкователь [drum granulator]-окомкователь в виде вращающегося барабана, внутрь которого загружают рудную мелочь и связующие материалы.

Сушка и предварительный нагрев

окатышей осуществляется на движущейся колосниковой решетке.

Окатыши проходят три зоны: сушка в восходящем потоке, сушка в нисходящем потоке и предварительный подогрев в нисходящем потоком. При сушке в восходящем потоке горячие газы с температурой 400оС нагнетаются в слой окатышей снизу, выпаривают из окатышей влагу и нагревают слой до средней температуры примерно 230оС.

Обжиг окатышей

осуществляется во вращающейся печи диаметром – 6700 мм, длиной – 45720 мм. Для обжига применяется природный газ, который сжигается в торцевой горелке, установленной на разгрузочном конце печи. Обжиг окатышей в печи происходит за счет излучения факела горелки и раскаленной футировки печи, а также конвекционного теплообмена между газовым потоком циркулирующим противопотоком, через печь, огнеупорной футировкой и поверхностью слоя окатышей.

Печь оборудована вентилятором для подачи воздуха на сжигание газа и газорегуляторной станцией, обеспечивающей давление газа перед горелкой не более 2кг/см². Окатыши перемещаются вдоль печи за счет ее вращения, при этом происходит постоянное пересыпание слоя окатышей и равномерный их обжиг при оптимальной температуре 1260 + 15-30 оС.

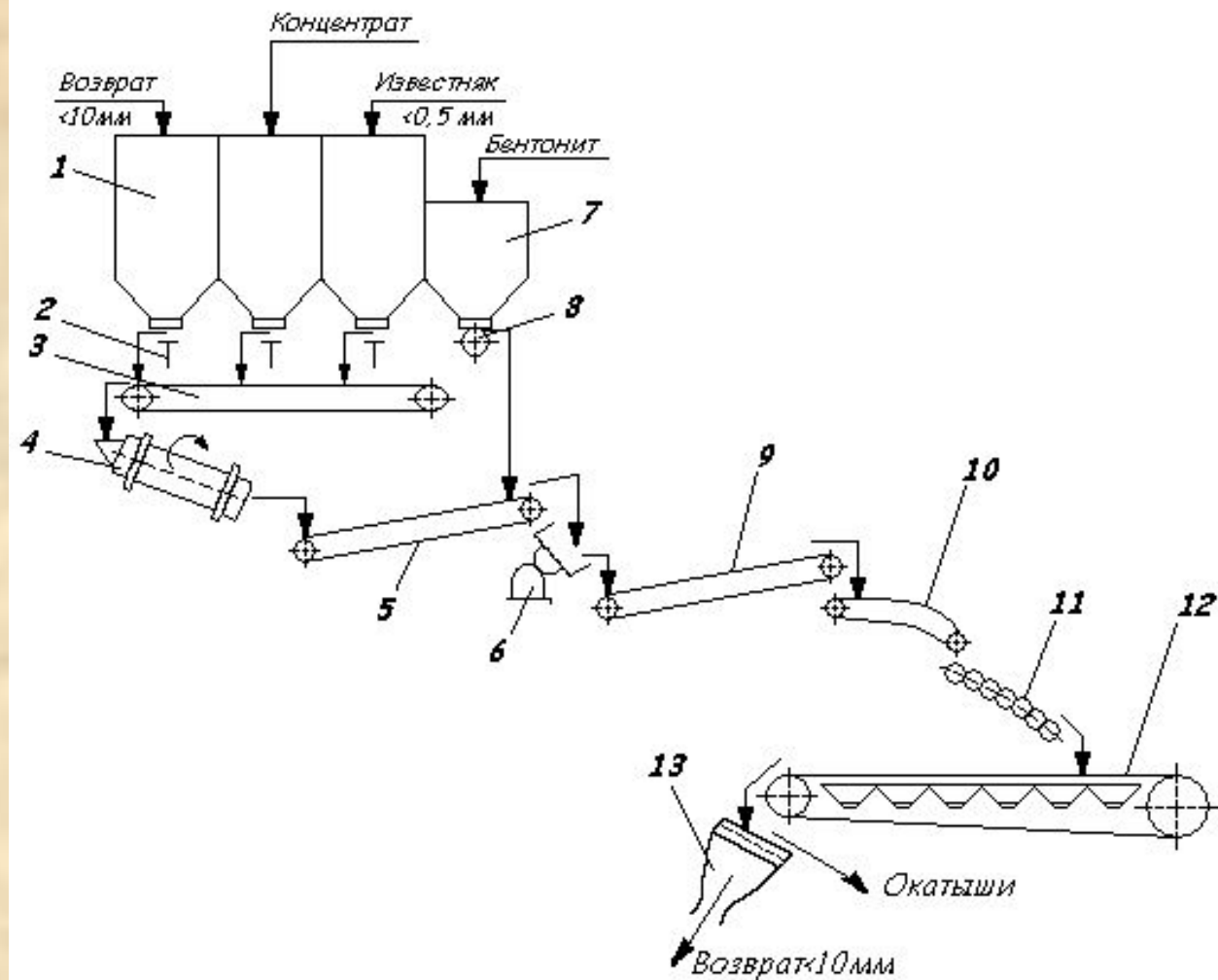
После грохочения окатыши подаются на **охлаждение** в кольцевой охладитель. Кольцевой охладитель представляет собой решетку в форме кольца шириной 3111.5 мм и средний диаметр (полу суммой внешнего и внутреннего диаметров) 20116.8 мм. В загрузочной части охладителя установлена разравнивающая стенка для формирования равномерного слоя окатышей высотой 762 мм. Охладитель имеет привод бесступенчатой регулировки скорости, за счет чего осуществляется автоматическая регулировка высоты слоя окатышей. Охладитель вращается в горизонтальной плоскости и конструктивно разделен на три зоны: рабочая зона, где происходит охлаждение окатышей, составляет 303 градуса окружности; загрузочная зона - дуга в 25 градусов, разгрузочная зона-дуга в 32 градуса. Охлаждение окатышей осуществляется продувом холодного воздуха снизу вверх.

Охлажденные окатыши подаются на вибропитатель-грохот, где производится отделение класса плюс 50 мм, который убирается пластинчатым конвейером через специальный желоб, за пределы цеха в открытый штабель. Класс минус 50 мм (кондиционные окатыши), системой ленточных конвейеров транспортируется на склад или на отгрузку. Схемой грузопотоков предусматривается возможность подачи окатышей на склад, непосредственно на погрузку в баржи или в железнодорожные вагоны, а также одновременная подача окатышей на погрузку непосредственно с фабрики и со склада в железнодорожные вагоны или в баржи.

Укладка готовых окатышей на склад и отгрузка его со склада осуществляется соответственно одноконсольным штабелеукладчиком и роторным заборщиком напольного типа на рельсовом ходу импортной поставки.

Устройство фабрики по производству окатышей

Фабрика по производству железорудных окатышей состоит из отделений подготовки шихты, окомкования и обжига. Транспортная связь между машинами и агрегатами отделений осуществляется ленточными конвейерами. Основным компонентом для производства окатышей является тонкоизмельченный влажный концентрат.



Принципиальная схема производства окатышей.

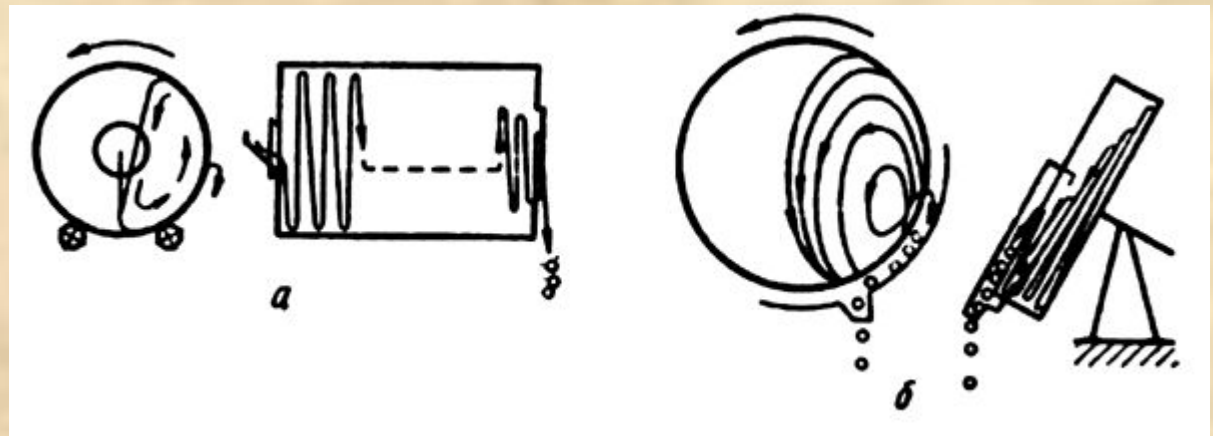
1 – бункера, 2 – питатели, 3 – конвейер, 4 – смесительный барабан, 5 – конвейер, 6 – чашевый окомкователь, 7 – бункер, 8 – питатель, 9 – конвейер, 10 – укладчик, 11 – питатель, 12 – машина упрочняюще-восстановительного обжига, 13 – грохот.

Холодные окатыши имеют высокую прочность, что позволяет их транспортировать на большие расстояния к доменным цехам. Принципиальная схема технологического процесса представлена на **РИС. 1**. Концентрат, известняк и возврат поступают в бункера **1**, откуда питателями **2** в определенных соотношениях выдаются на конвейер **3**, направляющий шихтовые материалы в смесительный барабан **4**, по выходе из которого шихта конвейером **5** транспортируется в гранулятор **6**. Перед окомкователем к шихте добавляют бентонит, подаваемый из бункера **7** питателем **8**. В окомкователе происходит образование окатышей, чему в значительной степени способствует вода, подаваемая в гранулятор через распыляющую форсунку. Выходящие из окомкователя сырые окатыши транспортируются конвейером **9** к укладчику **10**. С помощью укладчика окатыши подаются в питатель **11**, который загружает их на машину **12** упрочняющего или упрочняюще-восстановительного обжига. После охлаждения готовые окатыши перед отправкой на склад подвергаются рассеиву на грохоте **13**.

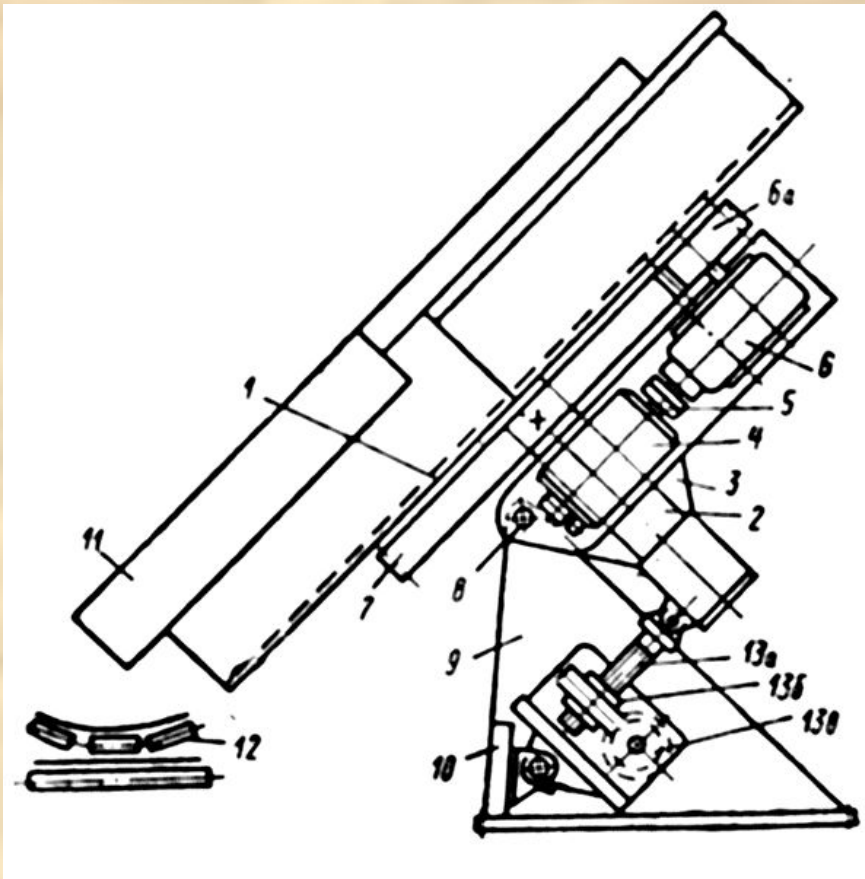
Грануляторы

- Для окомкования шихты используют барабанные или чашевые грануляторы. Барабанный гранулятор принципиально не отличается от окомкователя агломерационной шихты. В отличие от барабанного рабочий орган чашевого гранулятора представляет собой наклоненную к горизонту под углом $45 - 55$ градусов чашу с плоским дном, которая вращается вокруг своей оси.

Схемы процессов
образования
окатышей
в барабанном (а)
и чашевом
(б) грануляторах.



Во вращающийся барабан (чашу) непрерывно подается шихта, которая в присутствии распыленной воды окомковывается, превращаясь в круглые тела – окатыши. По мере перемещения в барабане (чаше) окатыши увеличиваются в диаметре, выходят из барабана через разгрузочное отверстие (пересыпаются через борт чаши) в разгрузочный латок и из него поступают на ленточный конвейер.



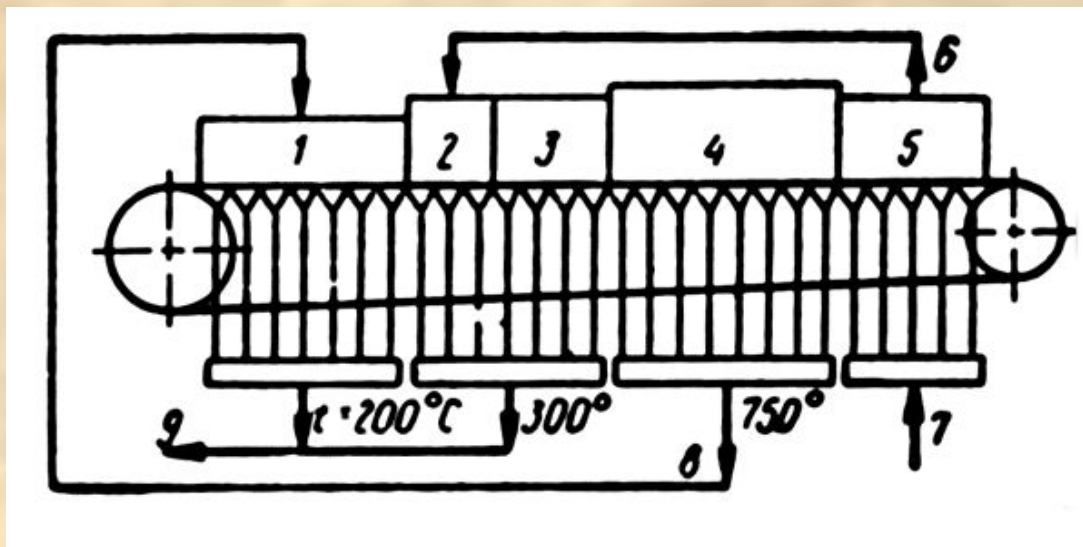
На рисунке показаны механизмы вращения и наклона чаши чашевого гранулятора, который состоит из чаши, привода, опоры, рамы, механизмов вращения, наклона и очистки.

Механизмы вращения и наклона чаши чашевого гранулятора:

1 – чаша; **2** – вращающаяся ось; **3** – опора; **4** – электродвигатель постоянного тока; **5** – муфта; **6** – коническо-цилиндрический редуктор; **6a** – шестерня; **7** – зубчатый венец; **8** – валики; **9** – две стойки; **10** – поперечная балка; **11** – лоток; **12** – конвейер; **13a** – тяга-винт; **13b** – тяга винтовая пара; **13в** – червячная передача.

Конвейерная обжиговая машина

- *Конвейерная обжиговая машина* по своему устройству подобна агломерационной машине, но в отличие от нее имеет более низкий вакуум под решеткой ввиду высокой газопроницаемости слоя окатышей и разделенную по длине на технологические зоны ленту; первое отличие машины позволяет вместо эксгаустеров использовать высокотемпературные вентиляторы.



Технологическая
схема
процесса обжига
окатышей
на конвейерной
обжиговой машине:

1 – зона сушки; **2** – зона нагрева; **3** – первая зона обжига; **4** – вторая зона обжига; **5** – зона охлаждения; **6** – отходящие газы в зону нагрева; **7** – подсос холодного воздуха из атмосферы; **8** – отходящие газы в зону сушки; **9** – отходящие газы в дымовую трубу.

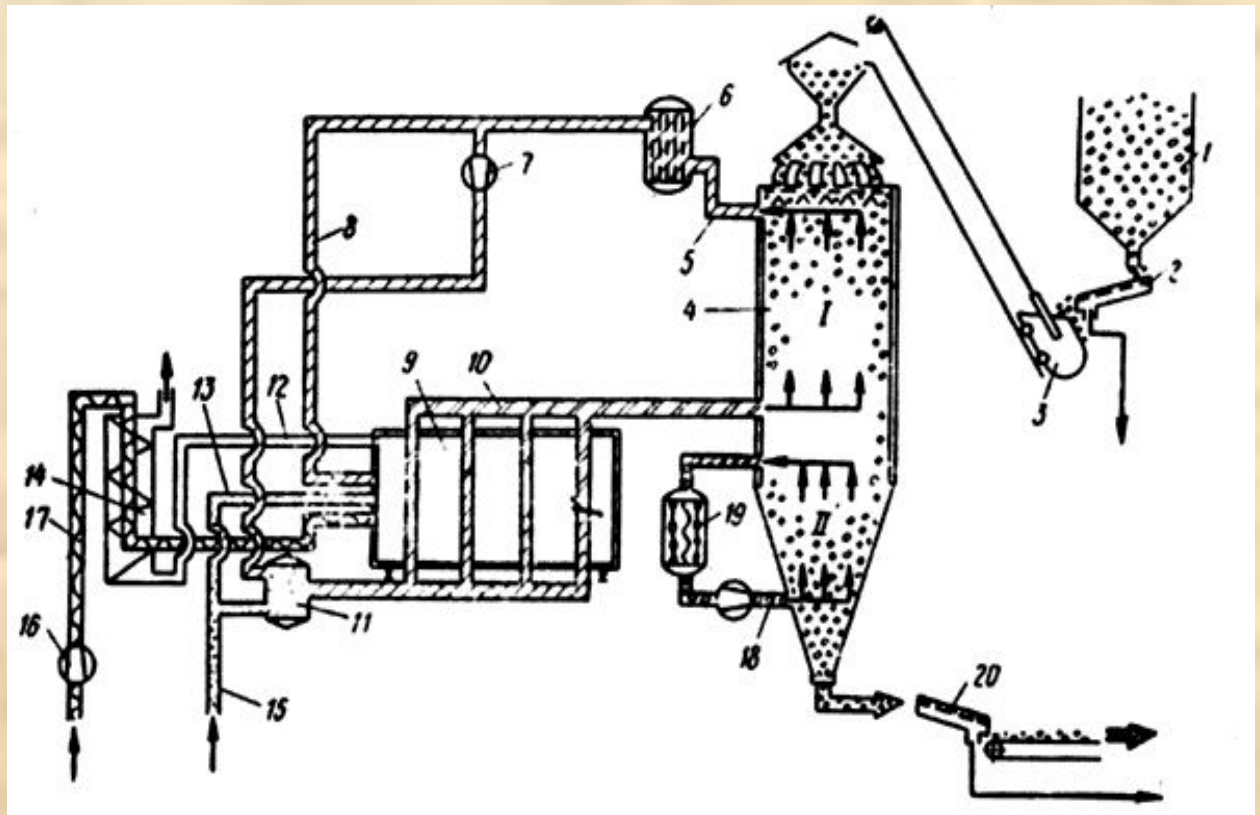
- Обжиговая машина снабжена верхними укрытиями-камерами, соответствующими технологическим зонам: зонам сушки и нагрева, первой и второй зонам обжига и зоне охлаждения.
- Обжиг окатышей производят продуктами горения газа, сжигаемого при помощи газовых горелок, установленных в укрытиях-камерах зон обжига. Отходящие газы из второй зоны обжига поступают в зону сушки, а из зоны охлаждения – в зону нагрева.

Технические характеристики конвейерных обжиговых машин конструкции УЗТМ

	ОК6-108	ОК1-306
Активная рабочая площадь, м ²	108	306
Ширина рабочей поверхности, м	2	3
Скорость движения обжиговых тележек, м/мин	0,5 – 3,0	0,63 ÷ 3.78
Наибольшая толщина слоя окатышей на колосниковой решетке, мм	250	300
Электродвигатель привода тележек: мощность, кВт	20	32*2
скорость вращения, об/мин	380	730
Электродвигатель привода разгрузочной части: мощность, кВт	7	20
скорость вращения, об/мин	670	570
Производительность, т/ч	90 - 110	260

Шахтная печь

На рисунке показана принципиальная схема получения металлизированных окатышей с использованием шахтной печи. Сырые окатыши из бункера **1** поступают на грохот-питатель **2** и далее направляются в скип **3**, которым подают окатыши на колошник шахтной печи **4**.



Упрочняюще-восстановительный обжиг, происходящий в верхней половине печи (**зона I**), достигается за счет омывания опускающегося столба окатышей идущим навстречу ему горячим восстановительным газом, поступающим в печь по магистрали **10**. Выходящий из печи по газопроводу **5** колошниковый газ предварительно очищают от пыли в скруббере **6**, а затем газодувкой **7** направляют в смеситель **11**, куда по газопроводу **15** поступает также природный газ. Процесс конверсии последнего осуществляют в аппарате **9**. Физическое тепло, необходимое для протекания процесса, получают за счет сжигания части колошникового газа, поступающего по газопроводу **8**, и природного газа, идущего по газопроводу **13**. Воздух для горения нагнетают воздуходувкой **16** по магистрали **17**. Отходящие из аппарата **9** по газопроводу **12** продукты горения проходят через теплообменник **14**.

Упрочненные и восстановленные окатыши в нижней половине печи (**зона II**) охлаждают в противопотоке холодного газа, подаваемого в печь газодувкой **18**. Охлаждающий газ циркулирует в замкнутом контуре, в состав которого входит скруббер **19**.

Выгружаемые из печи окатыши поступают на грохот **20**. Надрешетный продукт направляют в доменный цех или на склад готовой продукции, а подрешетный идет на переработку

ОАО "Карельский окатыш" производит офлюсованные и неофлюсованные окатыши любых качественных характеристик. По желанию делового партнера возможно изменение содержания железа, кремния, известняка, основности, а также добавление других компонентов, которые повышают металлургические свойства окатышей.

По физико-химическим и металлургическим свойствам костомукшские окатыши соответствуют мировым стандартам качества. Благодаря высокому технологическому уровню производства окатыши имеют ровный гранулометрический состав, высокую прочность, низкое содержание вредных примесей и мелочи (класс крупности 5 мм).



Сырьевой базой для производства окатышей является Костомукшское месторождение железной руды - крупнейшее на Северо-Западе России. Промышленные запасы железной руды, утвержденные в проектных контурах карьера, составляют 1,15 млрд. тонн при сроке отработки месторождения - 40 лет. В непосредственной близости от Костомукшского месторождения разведано Корпангское месторождение с утвержденными запасами руды около 400 млн. тонн руды.

Производственные мощности ОАО "Карельский окатыш" составляют: по добыче руды - 24 млн. тонн в год, по производству концентрата - 9,3 млн. тонн в год, по производству окатышей - 8,84.



Основные технологические процессы и оборудование

Основная масса разрабатываемых пород требует рыхления с помощью буровзрывных работ. В карьере используются буровые станки СБШ-250МН, СБШ-270, экскаваторы ЭКГ-8И, ЭКГ-6,3 УС, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5. Рудная масса из забоя доставляется самосвалами типа БелАЗ, "Юклид", "Катерпиллар" на перегрузочные усреднительные склады, откуда - железнодорожным транспортом подается на дробильно-обогадательную фабрику.



Дробление руды ведется в три стадии

- Дробилками ККД-1500-180 до крупности 350-0 мм;
- Дробилками КСД-3000Т с грохочением на грохотах ГИТ-71Н с крупностью после дробления 100-0 мм;
- Дробилками КМД-3000Т, работающими в замкнутом цикле с грохотами ГИТ-71Н с крупностью после дробления 18-0 мм.





Технологическая схема обогащения состоит из трех стадий измельчения, трех стадий магнитной сепарации, двух операций дешламации, операции доводки концентрата методом тонкого грохочения и обесшламливания.

На стадии обогащения используются стержневые мельницы МСЦ 3600х5500, шаровые мельницы МШЦ 4500х6000, магнитные сепараторы ПБМ-ПП-90-250, гидроциклоны ГЦ-710и ГЦ-500, магнитные дешламаторы МД-9, сгустители диаметром 30 метров, грохоты тонкого грохочения 229ГрА.

Хвосты магнитной сепарации и сливы дешламаторов попадают в пульпонасосную, откуда с помощью грунтовых насосов ГРТ-800-71 по пульповодам диаметром 1200 мм перекачиваются в хвостохранилище. Емкость хранилища 410 млн. куб. метров, площадь - 25 кв. км.

Концентрат направляется в корпус сгущения, где на радиальных сгустителях сгущаются до плотности 50 процентов твердого и подается на фабрику окомкования. Технологическая цепь фабрики по производству окатышей разделяется на три стадии: фильтрация, сырое окомкование, обжиг.



Концентрат поступает в два перемешивателя типа МП-3,15. После фильтрации кек подается в отделение бункерования и дозирования, где дозируется с известняком и бентонитом в заданном соотношении. Окомкование шихты осуществляется в барабанных окомкователях 3,6х10, работающих в замкнутом цикле с грохотами типа ГСТ-71 СОК.

Готовые окатыши класса +8 мм подаются на обжиговую машину ОК-520-536, где они последовательно проходят зоны предварительной сушки, подогрева, обжига, рекуперации и охлаждения. Максимальная температура обжига - 1350 градусов Цельсия. Высокотемпературный окислительный обжиг позволяет на 90-95 процентов удалить серу из окатышей и получить их высокую прочность. Обожженные окатыши сортируются по классу крупности +5 мм.



Источник: ОАО «Карельский окатыш»

На экспорт «Карельский окатыш» отправляет порядка 25% своей продукции

Сырьевая база - огромный потенциал для развития побочных видов деятельности ОАО "Карельский окатыш". Развитие сопутствующих направлений производства является основой для взаимовыгодного сотрудничества с партнерами, готовыми инвестировать перспективные проекты.

При разработке костомукшского месторождения ежегодно извлекается до 2-х миллионов куб. метров кварцполевошпатных пород (плагиапорфиры - геллефлинты, амфиболовые сланцы), которые являются прекрасным сырьем для производства высокопрочного щебня, стеклотары, термических изделий, фарфоровой посуды, строительного стекла и декоративно-облицовочных материалов.

Амфиболовые сланцы и геллефлинты могут применяться для производства минеральной ваты, а геллефлинтовый песок - это новый экологически чистый природный материал для очистки воды.