

Шамаев Александр Александрович,
Студент 3-го курса, группы С-ОГР-22,
Северо-Восточный Федеральный университет
им. М.К. Аммосова, город Якутск

ОСОБЕННОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ АЛМАЗОВ

Аннотация: Данная статья посвящена обзору особенностей извлечения алмазов, их физическим свойствам, а также основным методам обогащения полезных ископаемых, терминологии, показателей и схем в обогащении алмазосодержащих песков. В ходе работы рассмотрены научно-исследовательские и реферативные работы по данной теме.

Ключевые слова: Алмаз, обогащение, алмазосодержащие пески, открытый способ, флотация, сепарация.

Актуальность: Актуальность добычи алмазов обусловлена их широким применением в различных сферах деятельности человека. В ювелирной индустрии алмазы остаются одним из самых красивых и дорогих драгоценных камней, которые идут на создание ювелирных изделий и украшений. В промышленности алмазы используются как техническое сырьё. Из-за своей необычной твёрдости алмаз прочно занял место в промышленности, ни одно современное производство не обходится без алмазных инструментов: свёрл, фрез, резцов, шлифовальных кругов, стеклорезов и т. д.

Алмаз – самый дорогой драгоценный камень.

Месторождения алмазов подразделяются на две большие группы: **коренные** (первичные), связанные с магматическими горными породами, и **россыпные** (вторичные), возникшие при разрушении коренных месторождений.

- Коренными месторождениями алмазов являются кимберлитовые трубки.
- Россыпи подразделяются по геолого-генетическому типу: речные (делювиальные, пролювиальные, аллювиальные) и морские (прибрежно-морские).

Особенности извлечения алмазов

Технология извлечения алмазов, как и других полезных минералов, зависит от характера связи алмазов с минеральными ассоциациями пород и от свойств рудных и вмещающих минералов.

Как правило, коренных месторождениях кристаллы алмазов весьма прочно связаны с природными минералами. В россыпях эти связи менее прочные и чаще алмазы находятся почти в свободном состоянии (мало связанном) состоянии.

Обычно технология извлечения алмазов включает следующие этапы:

1. Дезинтеграция (дробление) исходного сырья для высвобождения кристаллов алмазов от связи с другими материалами.
2. Первичное обогащение дезинтегрированной смеси с целью получения богатых по содержанию минералов тяжелой фракции концентратов при высоком извлечении в них алмазов.
3. Доводку первичных, грубых концентратов и выделение природных алмазов.
4. Очистку поверхности выделенных кристаллов и классификацию их по классу крупности.

При обогащении кимберлитов, песков россыпных месторождений и конгломератов применяются, в основном, одни и те же процессы. Принципиальная разница – часто лишь в подготовке исходного сырья к обогащению.

Извлечение алмазов отличается от извлечения других полезных ископаемых целым рядом важных особенностей.



- Прежде всего, крайне низкое содержание алмазов в сырье.
- Большая ценность алмазов требует особой заботы по обеспечению максимально высоких извлечений кристаллов из руды.
- Большой диапазон крупности зерен – от долей миллиметра, до кристаллов, измеряемых сантиметрами (при соблюдении условий извлечения его в ненарушенном, природном состоянии). Выполнение условий по максимальному извлечению разных по крупности кристаллов алмазов предопределяет необходимость применения стадийных схем.
- Необходимость обеспечения максимальной сохранности кристаллов алмазов, в технологическом процессе обогащения («щадящие» способы и режимы дробления, измельчения, дезинтеграции и транспортировки рудных минералов).
- Средняя плотность алмазов (3400-3550 кг/м³), почти равная плотности породных материалов.
- Очень высокая степень обогащения. Из чрезвычайно бедного сырья необходимо получить чистый, мономинеральный алмазный концентрат.
- Отсутствие надежных методов контроля и оценки содержания алмазов в продуктах.

Свойства алмаза.

Алмаз состоит примерно на 96-99,8% из углерода, 0,2–0,3% составляют примеси химических элементов таких как азот, кислород, алюминий, бор, кремний, марганец, медь, железо, никель, титан, цинк и др. Из за примесей алмазы имеют какой-либо оттенок. В природе существуют алмазы, ярко окрашенные в желтый, оранжевый, зеленый, синий, голубой, розовый, коричневый, серый и черный цвета. Бесцветные алмазы встречаются редко.

Состав. Минерал, кристаллическая полиморфная модификация самородного углерода, по блеску, красоте и твердости превосходящий все минералы.

Физические свойства:

- а) По шкале Мооса относительная твердость алмаза равна 10, самая высокая как среди природных, так и среди искусственных материалов, в 1000 раз превышающая твердость кварца и в 150 раз – корунда,
 - б) Излом раковистый,
 - в) Плотность алмаза 3,4-3,55 г/см³,
 - г) Блеск сильный, от алмазного до жирного,
 - д) Высокий показатель преломления (от 2,417 до 2,421) и сильная дисперсия (0,0574) обуславливают яркий блеск и разноцветную "игру" ограненных ювелирных алмазов, называемых бриллиантами.
 - е) Полупроводник.
 - ж) Алмаз не магнитен.
 - з) Под действием рентгеновских, катодных и ультрафиолетовых лучей большинство алмазов начинает светиться (люминесцировать) голубым, зеленым, розовым и другими цветами.
 - к) Алмаз прилипает к некоторым жировым смесям, но при этом не смачивается водой (гидрофобность,) что широко используется в липкостно-жировой технологии обогащения алмазов на обогатительных фабриках.
 - л) На воздухе алмаз сгорает при 850-1000° С с образованием СО₂; в вакууме при температуре свыше 1500° С переходит в графит.
 - м) Хорошо проводит тепло
 - н) Не растворяются в кислотах и царской водке.
 - о) Крупность алмазов измеряется в каратах: один метрический карат равен 0,2 г
- Алмазы встречаются в коренных (кимберлиты) и россыпных месторождениях, а так же в уникальном импактном месторождение (Попигайский кратер) находящегося на территории Республики Саха (Якутия).



Терминология, показатели и схемы в обогащении алмазосодержащих песков:

Обогащение полезных ископаемых – совокупность процессов первичной обработки минерального сырья, имеющая своей целью отделение всех ценных минералов от пустой породы, а также взаимное разделение ценных минералов.

Переработка полезных ископаемых на обогатительных фабриках включает ряд последовательных операций, в результате которых достигается отделение полезных компонентов от примесей.

По своему назначению процессы переработки полезных ископаемых разделяют на **подготовительные, основные (обогатительные) и вспомогательные (заключительные)**.

При разнообразии применяемых методов обогащения все они основаны на использовании различий в присущих минералам физических и химических свойств.

Таблица 1

Основные методы обогащения ископаемых:

| Метод обогащения | Свойство разделяемых минералов, по которым производится обогащение |
|--|--|
| Рудоразборка | Цвет, блеск, прозрачность или свечение |
| Гравитационные | Плотность |
| Флотация | Смачиваемость (естественная или создаваемая реагентами) |
| Флотогравитация | Смачиваемость, создаваемая реагентами и плотность |
| Магнитная сепарация | Магнитная восприимчивость |
| Электрическая сепарация | Электрические |
| Радиометрические методы обогащения | Радиоактивные или сила излучения |
| Обогащение по трению | Коэффициенты трения |
| Обогащение по упругости | Упругость |
| Подготовка руд перед другими методами обогащения путем избирательного дробления, измельчения, истирания или нагревания | Прочность. |

В результате обогащения полезного ископаемого (алмазосодержащих песков) в качестве конечного готового продукта получается – **концентрат** (алмазы), и одновременно отходы – **хвосты**, в которые переходит большая часть пустой породы

К **подготовительным** относятся процессы: дробления и измельчения, при которых достигается раскрытие минералов в результате разрушения сростков полезных минералов и пустой породы, а также процессы грохочения и классификации, применяемые для разделения по крупности полученных при добыче и измельчении механических смесей.

Задача подготовительных процессов – доведение минерального сырья до крупности, необходимой для последующего обогащения.



К **основным обогатительным** процессам относятся те физические и физико-химические процессы разделения минералов, при которых полезные минералы выделяются в концентраты, а пустая порода в хвосты. В случае если после первого приема обогащения песков, концентрат еще недостаточно богат (получен черновой концентрат или промежуточный продукт, сокращено – **промпродукт**, а хвосты еще недостаточно бедны. В этих случаях операция обогащения повторяются и носят названия **перечестных**, и **контрольных** если применяются к хвостам предыдущей операции обогащения (пример контрольная РЛ сепарация хвостов ЦД).

Процесс обогащения характеризуют следующие основные технологические показатели: **выход, извлечение и массовая доля, эффективность обогащения.**

Выход продукта – Выход продукта по отношению к исходному питанию (степень сокращения) определяется следующей формулой

$$\gamma_n = \frac{Q_n}{Q_1} \quad (1)$$

где, Q_n – масса полученного продукта (масса по сухому);

Q_1 – масса исходного питания (масса по сухому).

Извлечение – показатель процесса обогащения, характеризующими его техническое совершенство, являются *степень извлечения* E_n полезного компонента, переводимого в концентрат, и его содержание в концентрате β_n .

Общее извлечение определяется следующей формулой.

$$E_n = \frac{P_n}{P_1} = \frac{Q_n \cdot \beta_n}{Q_1 \cdot \beta_1} = \frac{n \cdot \beta_n}{\beta_1} \quad (2)$$

где, β_n – содержание в продукте расчетного компонента (в концентрате и т.д.);

β_1 – содержание в исходном питании расчетного компонента (в песках.);

$P_n = Q_n \cdot \beta_n$ – масса расчетного компонента в полученном продукте (концентрате);

$P_1 = Q_1 \cdot \beta_1$ – масса расчетного компонента в исходном питании (песках).

Массовая доля ценного компонента в продукт обогащения (содержание) – это отношение массы ценного компонента к массе продукта, в котором он находится.

Список литературы:

1. Дронова Н. Д., Кузьмина И. Е. Характеристика и оценка алмазного сырья – М.: МГГУ, 2004
2. Васильев Л.А. Алмазы, их свойства и применение – М.: Недра, 1983
3. Вестник АЛРОСА, № 1 (186) 2012, стр. 14
4. Бриллиантовый Веер. – Эксперт, №3 1998, стр. 31-34.
5. Отчет компании «АЛРОСА»
6. Елагина Е.Н., Открытие трубки «Мир» // Мирнинский рабочий. 1986.
7. Наумов, В.Г. Геолого-географические исследования и поиски полезных ископаемых в Западной части Якутской АССР // История исследований полезных ископаемых экспедициями АН ССР. – 1966.
8. Файнштейн Г.Х., За нами встают города. – Иркутск, 1988, – 304 с.
9. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. – М.: Недра, 1997. – 601 с.
10. Юзмухаметов Р.Н., Из истории открытия Якутской алмазоносной провинции // Известия Алтайского Государственного Университета, 2009 г., №4, т. 3, с. 281-287.

