

УДК 622.7

В.И. Брагина, Н.И. Коннова

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ МИНЕРАЛОВ ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Представлены результаты исследований по разработке технологии комплексного использования золотосодержащих руд. Изложены результаты исследований по извлечению ценных минералов из хвостов обогащения коренных золотосодержащих руд Синюхинского месторождения флотацией, магнитной и полиградиентной сепарацией. Установлены закономерности действия выбранных реагентов и влияния напряженности магнитного поля на эффективность разделения волластонита и граната.

Ключевые слова: хвосты, концентрат, флотация, собиратель, депрессор, магнитная и полиградиентная сепарация, содержание, извлечение.

Целью данной работы является разработка технологии извлечения ценных компонентов из хвостов обогащения коренных золотосодержащих руд Синюхинского месторождения.

В хвостах обогащения таких руд остаётся до 0,62 г/т золота и от 20 до 30 % волластонита, 20 – 30 % граната, 7 – 20 % кальцита и до 10 % сульфидов. Как правило, подобные отходы предприятиями горной промышленности используются неэффективно и, в основном, сбрасываются в отвалы.

Исследуемые хвосты содержали 40 % волластонита, 30 % граната, 20 % кальцита, 7 % сульфидов и 3 % кварца.

В последние 2–3 десятилетия на мировом рынке минерального сырья появляется повышенный интерес к волластониту и наблюдается рост потребления этого минерала, обладающего целым комплексом ценных, даже уникальных физико-химических, физико-механических и термических свойств. Такие специфические особенности обусловлены внутренней

структурой минерала и иглообразной формой его кристаллов.

Волластонит, как сырьё многоцелевого назначения, широко применяется за рубежом. Многие промышленно развитые страны Европы уже давно оценили практическую значимость и перспективность волластонитового сырья. США с 40-х годов прошлого столетия добавляют это сырьё в промышленных масштабах и экспортируют его в другие страны, где отсутствуют или имеются в весьма ограниченных количествах запасы волластонита (Италия, Германия, Япония и др.).

Россия богата залежами волластонитовых горных пород. Однако у нас это ценное сырьё мало исследовано. Российский рынок строительных материалов, созданных на основе волластонита, восполняется продукцией зарубежного производства. Реальные шаги в освоении отечественных месторождений волластонитового сырья и его исследовании были сделаны в начале 80-х годов прошлого столетия и значительно интенсифицировались в постперестроечные годы. В печати

стали появляться работы, посвящённые этой тематике, в том числе работы обзорного характера [1, 2, 3] по использованию волластонита.

Игольчатая форма зерна волластонита определяет его основное направление использования в качестве микроармирующего наполнителя. Но в некоторых отраслях промышленности имеет значение и химический состав волластонита.

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой необходимо также заметить, что волластонит является заменителем таких концентратных минералов, как асбест, тальк. Также возможна частичная замена растительных волокон на минеральные (волластонитовые) в бумажной промышленности.

Исследования последних лет по применению волластонита показали, что в керамической промышленности в различных вариантах технологии могут быть использованы низкокачественные волластонитовые концентраты.

Потребителями граната являются абразивная промышленность, производство тяжёлых бетонов и растворов для защиты от радиоактивного и рентгеновского излучений. Установлено, что интенсивность поглощения гамма и рентгеновских лучей гранатовым концентратом, полученным из коренных рутило-гранатовых руд, равно интенсивности поглощения барита. Кроме того, на основе гранатового концентрата могут быть получены высокопрочные бетоны и растворы без повышенного расхода портландцемента.

Строительная промышленность применяет гранат в качестве добавки в цементные и керамические массы половых плиток для увеличения их механической прочности. Кальцитовый концентрат может быть использован как строительная известь.

С целью доизвлечения золота нами проводилась сульфидная флотация [4]. Изучено влияние расхода собирателя (ксантогената) и вспенивателя. Выход сульфидного продукта небольшой, содержание золота – отвальное.

Удаление кальцита из камерного продукта сульфидной флотации осуществлялось флотацией жидким мылом в кислой среде ($pH = 4,5-5$). При этом до 85 % кальцита переходит в пенный продукт при содержании 80 %.

Режимы сульфидной и карбонатной флотации приведены ниже. Сульфидная флотация: сода – 1,5 кг/т; бутиловый ксантогенат – 65 г/т; Т-92 – 55 г/т. Карбонатная флотация – основная кальцитовая флотация: $pH = 4,5$; жидкое мыло – 0,8 кг/т и перемешка: без реагентов.

В камерном продукте карбонатной флотации остается гранат и волластонит. Для разделения которых была использована магнитная и полиградиентная сепарация.

Результаты магнитной сепарации на роликовом сепараторе (рис. 1) показали, что с увеличением напряжённости магнитного поля содержание и извлечение волластонита в немагнитную фракцию растёт, а содержание и извлечение граната тоже увеличивается, но в магнитной фракции.

Наиболее высокие показатели обогащения получены при максимально возможной на данном сепараторе напряжённости (128 кА/м). При этом содержание волластонита в немагнитной фракции составило 60 % при извлечении 55 %, содержание граната в магнитной фракции – 58 % при извлечении 99 %.

Для повышения качества разделения волластонита и граната была применена полиградиентная сепарация.

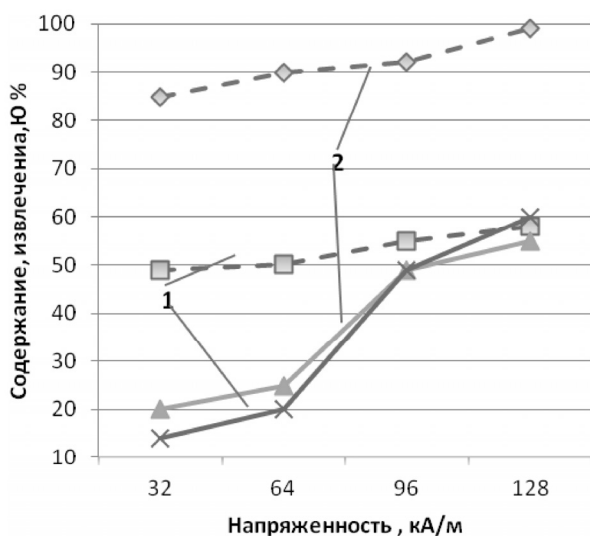


Рис. 1. Влияние напряженности магнитного поля на показатели обогащения волластонита (сплошные) и граната (пунктирные линии): 1 – содержание волластонита, граната; 2 – извлечение волластонита, граната

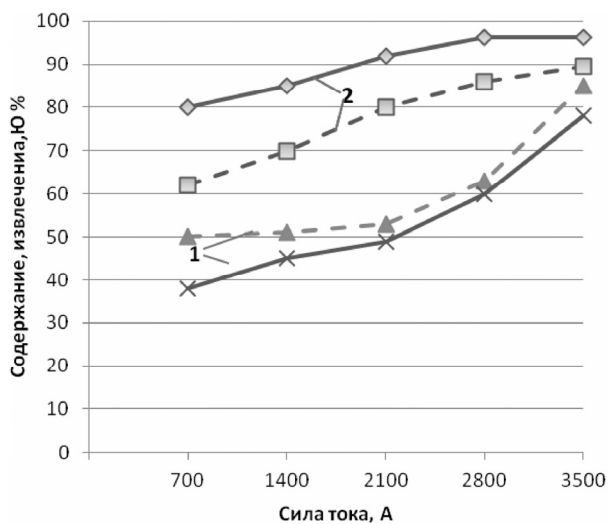


Рис. 2. Влияние напряженности магнитного поля на показатели на обогащения волластонита (сплошные линии) и граната (пунктирные линии): 1 – содержание волластонита, граната; 2 – извлечение волластонита, граната

Высота слоя шаров в рабочей камере сепаратора составила $h = 5$ см., диаметр шаров $d = 5$ мм.

Напряжённость магнитного поля при полиградиентной сепарации изменялась от 700 до 3500 кА/м (рис. 2). С увеличением напряжённости содержание и извлечение волластонита в немагнитную фракцию растёт, содержание и извлечение граната – увеличивается, но в магнитную фракцию. Наиболее высокие показатели были получены при максимально возможной для лабораторного шарового сепаратора напряжённости ($H = 3500$ кА/м). Получен волластонитовый концентрат (немагнитная фракция) с содержанием волластонита 85 % при извлечении 96,3 %, и гранатовый концентрат (магнитная фракция) с содержанием граната 78 % при извлечении 89,6 %.

В результате проведенных исследований рекомендована схема обогащения (рис. 3), включающая сульфидную, карбонатную флотацию и полиградиентную сепарацию.

Схема позволяет выделить из хвостов обогащения золотосодержащей руды синюхинского месторождения кальцитовый концентрат с содержанием кальцита 80 % при извлечении 85 %, волластонитовый концентрат – с содержанием волластонита 85 % и извлечением 96,3 % и

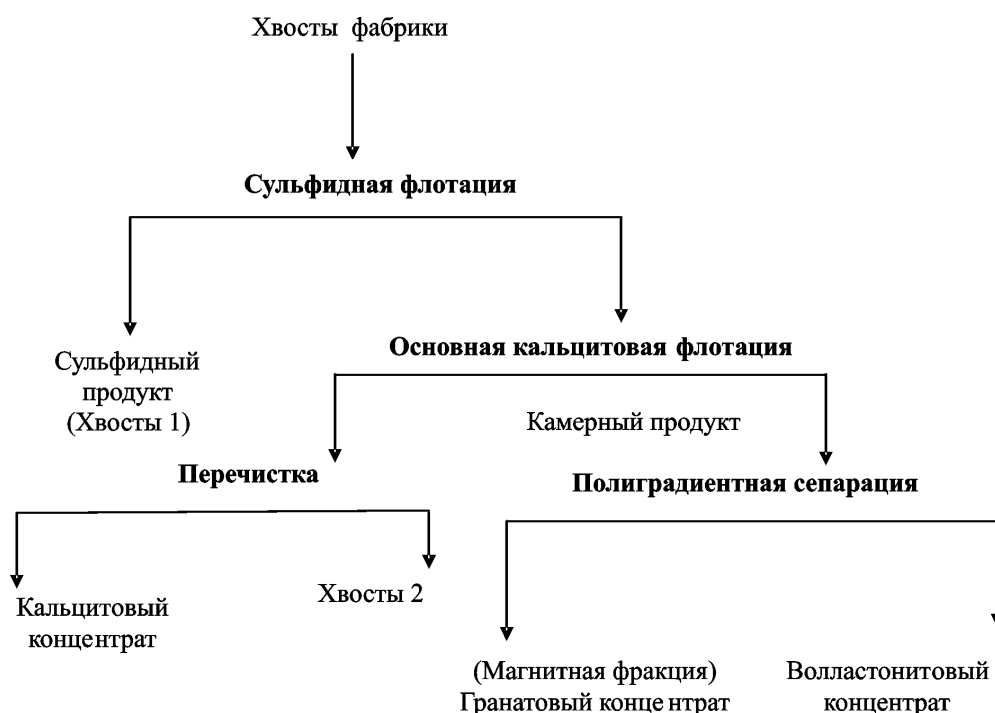


Рис. 3. Схема извлечения полезных компонентов из хвостов золотоизвлекательной фабрики Синюхинского месторождения

гранатовый концентрат – с содержанием 78 % и извлечением 89,6 % граната.

Выводы

1. Изучен вещественный состав хвостов обогащения коренной золотосодержащей руды Синюхинского месторождения

2. Установлены закономерности действия собирателя, депрессора на результаты карбонатной флотации.

3. Изучено влияние напряжённости магнитного поля и типа сепаратора на разделение граната и волластонита.

4. Разработана технология извлечения из хвостов обогащения коренной золотосодержащей руды кальцита, граната и волластонита.

5. Рекомендована схема извлечения кальцита, граната и волласто-

нита из хвостов обогащения золото-содержащей руды.

6. Комплексная переработка золотосодержащих руд позволит повысить ресурсный потенциал территории по ряду ценных материалов

7. Волластонитовый концентрат может заменить дорогостоящий асбест, не являясь при этом канцерогеном, и создать предпосылки для частичного ослабления зависимости местных производств, в частности асбоцементного, от внешних поставок цемента.

8. Установленные закономерности, режимы и схема извлечения кальцита, граната и волластонита из хвостов золотосодержащей руды Синюхинского месторождения могут быть использованы для разработки технологий обогащения других аналогичных руд.

1. Гусев А.И. Волластонит Синюхинского месторождения [Текст] / Отечественная геология, 1997. - №12. - С. 14-19.
2. Михеев В.Г. Неметаллические полезные ископаемые уч. пособие Красноярск 2003
3. Лисицын А.Е. Остапенко П.Е. Минеральное сырьё /Волластонит: Справочник. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999.
4. Коннова Н.И., Пехова Л.П., Брагина В.И., Гайнутдинов Р.И., Липатова Т.В. Особенности вещественного состава и технологии переработки одного из новых рудопроявлений золота Красноярского края [Текст] / Сборник материалов 8 конгресса обогатителей стран СНГ, том 1, март, 2011 г., Москва, МИСиС, С.255-264.
5. Экспресс информация «Геология, экономика, методы прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений твёрдых полезных ископаемых»; Москва 1992; выпуск 4.
6. Тимошенко А.С., Филимонов Н.В., Царёв В.В. Технология комплексной переработки руд, содержащих золото, волластонит и кальцит [Текст] /Тимошенко А. С.// Цветные металлы 1993. №1 С.64-66.
7. <http://www.build.ru>
8. Евтеева В.Д. Технология обогащения волластонитовых руд [Текст] / Петров В. П.// Волластонит М. 1982 С. 82-86.
9. Козырев В.В. Сырьевая база волластонита и перспективы её развития [Текст] /Петров В.В. // Волластонит М. 1982 С. 29-33.
10. Кремнезёмистые известняки – перспективный вид сырья для получения синтетического волластонита [Текст] /Ф.С. Перес, Г.М. Билинкис, И.Ю. Бушмина, А.Б. Клигер. – Кишинёв: Изд-во АН Молдавский ССР, 1986
11. Фекельджиев Г., Андреева В. (НРБ) Синтетический волластонит – сырьё для керамической промышленности [Текст] // Строительные материалы и силикатная промышленность, 1981. – Т. XXII. - №12. – С. 16-18.
12. Хечумян Е.М. Разработка технологии синтетического волластонита и диоксида серы из фосфогипсовой шихты: Автореф. дис. канд. техн. наук. – П., 1983.
13. Волластонит: Сб. /Под.ред. В. П. Петрова. – М.: Наука, 1982.
14. Азаров Г.М., Майорова Е.В., Оборова Н.А., Беляков А.В. /Волластонитовое сырьё и области его применения [Текст]// Стекло и керамика, 1995. - №9. – С. 13-21
15. Минераллы: Справочник. – М.:Наука, 1981. – Т. 3. – Вып. 2.
16. Дмитриев С.Д. Волластонит и его месторождения в СССР /Материалы по геологии волластонитовых месторождений// Тр.ВСЕГЕИ, 1964. – Т. 113.
17. Исмаатов А.А. Юнусов М. Ю., Максудов Д.И. Полевошпатовое сырьё Средней Азии для производства фосфора/ М.: Легпромбыгиздат, 1988. – С.100-111.
18. Кантор М.В. О волластонитовых породах Северного Таджикистана и возможном их практическом использовании [Текст] // Докл. АН Таджикский ССР, 1956. - №15.
19. Шепелев Ю.Ф., Зудина С.П. Волластонит как керамическое сырьё [Текст] // Новые виды металлургических полезных ископаемых. – М., 1975. – С. 39-45. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Брагина Вера Ивановна – профессор, кандидат технических наук,
 Коннова Наталья Ивановна – доцент, кандидат технических наук, kni757@mail.ru.
 Сибирский федеральный университет.

