

## ВЛИЯНИЕ ИОНОВ КСАНТОГЕНАТОВ ВО ФЛОТАЦИОННОЙ ПУЛЬПЕ

Капустина М. В., Девятова З. С.  
научный руководитель Салькова Е. А.  
Сибирский Федеральный университет

Цель работы: определение влияния ионов ксантогената во флотационной пульпе при обогащении различных руд.

Задачи: рассмотреть эффективность влияния ионов ксантогената на медно-никелевые, сульфидные золотосодержащие, медно-молибденовые руды.

Актуальность работы: в связи с постоянным ухудшением качества минерального сырья на обогатительные фабрики поступают все более труднообогатимые руды с пониженным содержанием ценного компонента. Поэтому остро встает задача повышения эффективности извлечения минералов из руд и комплексности использования минерального сырья. Решение этой задачи может быть достигнуто путем совершенствования процессов переработки руд, и в первую очередь флотации – основной операции обогащения.

Флотация — один из методов обогащения полезных ископаемых, который основан на различии в способности минералов удерживаться на межфазовой поверхности, обусловленный различием в удельных поверхностных энергиях. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы минералов избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности. Флотация применяется также для очистки воды от органических веществ и твёрдых взвесей, разделения смесей, ускорения отстаивания в химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и др. отраслях промышленности.

Совершенствование и оптимизация флотационного процесса на действующих обогатительных фабриках являются основным резервом повышения извлечения металлов и комплексного использования сырья, позволяющим дополнительно получить десятки и сотни тонн металлов без существенных капитальных затрат при небольших эксплуатационных расходах.

Условием совершенствования технологии флотационного обогащения этого процесса является глубокое понимание химических и физико-химических процессов, протекающих в объеме пульпы и на поверхности минералов. Основную роль в процессе флотации играют реагенты. От их грамотного и экономически целесообразного применения зависят успех флотации и прогресс в его развитии. Применяемые флотореагенты относятся к разнообразным классам органических и неорганических соединений.

Рассмотрим действие реагентов на процесс флотации на примере ксантогената. Производство ксантогенатов получило развитие после открытия в 1921 году флотационных свойств алкилксантогенатов щелочных металлов [1].

Ксантогенаты представляют собой производные угольной ( $H_2CO_3$ ) кислоты, в которой атом кислорода замещен на серу, одна из гидроксильных групп на группу  $SMe$ . А второй атом водорода замещен на  $R$ -алифатический углеводородный радикал, например, этил  $-C_2H_5$ , бутил  $-C_4H_9$ , и т.д.

На практике ксантогенаты получают взаимодействием спирта, щелочи и сероуглерода по реакции:



где: R – углеводородный радикал,  
Me – щелочной металл (K, Na)

Ксантогенаты щелочных металлов в мировой практике используются для обогащения руд цветных и благородных металлов и сегодня остаются основным реагентом - собирателем в процессах флотации [2].

Рассмотрим влияние ионов ксантогената на медно-никелевые руды, сульфидные золотосодержащие руды, медно-молибденовые руды.

#### Медно-никелевые руды

Известен способ обогащения медно-никелевых руд, включающий постадиальное выделение пентландита( $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ ) из камерного пирротинсодержащего ( $\text{Fe}_6\text{S}_7$ ) промпродукта, представляющего собой хвосты цикла медной флотации, который обрабатывают в известковой среде ( $\text{pH}=10,5$  ед.) щелочной солью дитиокарбаминовой кислоты (карбаматом МН), кондиционируют с бутиловым ксантогенатом и гексиловым спиртом, после чего проводят две стадии селективной флотации. При этом получают два пенных пентландитсодержащих продукта - никелевый и пирротинный концентраты.

Недостатком способа является образование во флотационной пульпе большого количества шламов, представленных тонкими частицами халькопирита( $\text{CuFeS}_2$ ) и пентландита, которые, не эффективно извлекаясь в концентраты, теряются с отвальными продуктами. Данный факт обусловлен “глубоким” измельчением руды перед обогащением до содержания в пульпе класса менее  $0,045$  мм - 80-83%.

Для устранения недостатков предлагаем использовать, в качестве собирателя смеси трис(пропенил)фосфиноксидов (SF-239).

#### Сульфидные золотосодержащие руды

Основным негативным физико-химическим процессом, выявляемым при флотационной переработке сульфидных золотосодержащих руд, служит процесс комплексообразования с участием продуцированных при растворении минеральной поверхности катионов тяжелых металлов и анионов ксантогената [3].

Процессы комплексообразования в коллективных циклах флотации чрезвычайно вредны, так как при этом значительная часть собирателя расходуется не на взаимодействие с минеральной поверхностью, а на жидкофазные химические реакции.

Еще одним негативным последствием протекания процессов комплексообразования является эффект подавления пенообразования иногда до полного исчезновения пены. Для создания и поддержания пенного слоя требуются значительные расходы вспенивателя. Такой режим ведения технологического процесса с повышенным расходом вспенивателя инициирует возникновение больших циркуляционных нагрузок, затрудняет проведение перечистных операций и, в конечном итоге, приводит к значительным потерям.

Необходимое для повышения эффективности процесса обогащения разрушение комплексных структур, содержащих анионы сульфгидрильных собирателей, решается использованием определенной номенклатуры флотационных реагентов( гексил, гептилксантогенатов). Механизм действия этих реагентов состоит в переводе растворенных и поверхностных окисленных соединений железа в объемные осадки без повышения щелочности пульпы. В качестве иллюстрации можно привести технологические результаты исследования сульфидных золотосодержащих руд одного из месторождений КНР, сульфиды представлены пиритом, а вмещающие породы – в

значительной степени кварцем. С технологической точки зрения подтверждением наличия негативных физико-химических процессов является получение существенно более высоких показателей обогащения при реализации режимов направленных на их подавление.



### Медно-молибденовые руды

Для медно-молибденовой флотации в качестве собирателя применяют керосин и бутиловый ксантогенат, а для депрессии пирита используют известь. Перед разделением коллективной флотации медно-молибденовый концентрат сгущают при загрузке извести до pH 11,5, обеспечивая десорбцию и удаление значительной части собирателя с поверхности минералов. Перемешивают в течение 4-6 ч с обработкой пульпы острым паром при температуре, близкой к кипению, и аэрацией, затем ведут селективную флотацию (после разбавления пульпы водой при pH 8,5-8,8) с добавками углеводородного масла. При этом в пенный продукт извлекают молибденит, камерным продуктом получают медный концентрат.

Недостатками этого способа являются большая продолжительность окислительно-тепловой обработки пульпы и, как следствие, значительные энергозатраты и относительно невысокая производительность. Исследования, проведенные с применением специализированных методов и средств контроля, на медно-молибденовых рудах ряда месторождений показывают наличие процессов выделения в жидкую фазу пульпы катионов тяжелых металлов, входящих в кристаллическую решетку минералов с последующим образованием в жидкой фазе флотационной пульпы комплексных ионов, в состав которых входят гидроксокатионы железа и анионы ксантогената в качестве лигандов.

В продуктах при обогащении медно-молибденовых руд обнаруживаются комплексные структуры с ксантогенатными лигандами во внешней среде.

Значительное улучшение результатов обогащения в основном цикле флотации при реализации режимов, направленных на устранение негативных физико-химических процессов, свидетельствует о наличии гидрофобизации поверхности сульфидов железа серой и отрицательного влияния заряженных и электронеутральных комплексных структур с участием гидроксокатионов железа.

### Выводы:

1) Для устранения недостатков флотации медно-никелевых руд предлагаем использовать, в качестве собирателя смеси трис(пропенил)фосфиноксидов (SF-239).

2) Необходимое для повышения эффективности процесса обогащения сульфидных золотосодержащих руд разрушение комплексных структур, содержащих анионы сульфгидрильных собирателей, решается использованием гексил, гептилксантогенатов.

3) Улучшение результатов обогащения медно-молибденовых руд в основном цикле флотации отмечается при гидрофобизации поверхности сульфидов железа серой.

### Список литературы

1. Абрамов А.А. Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов. М.: Недра, 1986, с.23-30
2. В.М.Авдохин Основы обогащения полезных ископаемых: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых». М.: издательство МГГУ, 2006. 417 с.
3. <http://gendocs.ru/>