

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ЗОЛОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Бажитов А.В., Макшанин А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Алгебраистова Н.К.

Сибирский федеральный университет

Из огромных объемов добываемого в мире минерального сырья, исчисляемого десятками миллиардов тонн, используется лишь 5-10%. Остальное количество представляет собой отходы горнодобывающего и горноперерабатывающего производств, или так называемые техногенные образования. Они представлены отвалами некондиционных полезных ископаемых, вскрышных и вмещающих пород, отходами обогатительного, металлургического, энергетического и других производств, что составляет 70-80% всех отходов. Целесообразность промышленного освоения техногенных ресурсов связывается с истощением разрабатываемых месторождений, необходимостью крупных капитальных вложений в освоение новых объектов.

Перспективным методом извлечения золота из различного золотосодержащего сырья по данным литературных источников является процесс угольно-масляной агломерации.

Процесс угольно-масляной агломерации был развит и запатентован в начале 80-х годов компанией Бритиш Петролеум (BP). Этот процесс является альтернативой существующим методам извлечения золота и основан на отделении гидрофобных частиц от руды в агломераты, сформированные из угля и масла. Масло действует как жидкость соединяющая уголь и золотые частицы.

Необходимым условием для успешного применения данной технологии является присутствие раскрытого золота с чистой поверхностью. Нижняя граница размера частиц золота в этом процессе не играет большой роли, следовательно, данный метод может успешно применяться для извлечения именно тонкого золота.

По способу извлечения золота из руд и россыпей, разработанному компанией Carbod Pty Ltd, золотосодержащую пульпу перемешивают совместно с углемасляными гранулами, приготовленными из измельченного угля и нефтепродукта.

Компанией British oil minerals разработан процесс агломерации золота и угля, предназначенный для переработки упорных золотых, бедных руд и отвальных хвостов. Процесс основан на извлечении гидрофобных частиц золота из водной пульпы в масляную фазу. Предусмотрено смешение измельченного золотосодержащего сырья с собирателем в форме угольно-масляных агломератов (УМА). Золото, заключенное в УМА, затем легко может быть извлечено при флотации.

Испытания показали, что:

-высокое извлечение золота не зависит от размеров (минус 5 плюс 300 мкм) золота;

-извлечение золота в агломераты не лимитируется их нагрузкой;

-в агломераты извлекается золото самородное или в виде аргентита и металлы платиновой группы;

-высокая селективность извлечения достигается изменением рН среды и введением депрессоров при флотации;

-низкие расходы реагентов приводят к низким текущим расходам и процесс характеризуется низкими капитальными затратами.

Нами выполнены исследования на золотосодержащей руде одного из месторождений Красноярского края. Руда малосульфидная, содержание золота, по данным пробирного анализа, 1,43 г/т. Наиболее распространенным рудным минералом в пробе яв-

ляется пирит, общее его количество в руде составляет 1- 3 %. Арсенопирит, наряду с пиритом, является типичным сульфидным минералом руды, среднее содержание в целом заметно меньше, чем пирита. В руде также содержится в единичных выделениях пирротин, халькопирит, сфалерит.

Спектральным анализом установлено, что проба руды обеднена элементами-примесями. Распространенность примесей значительно превышает кларковые значения касаются только золота, мышьяка, висмута и, в меньшей степени, вольфрама.

Потери при прокаливании руды составляют 3,37%. Руда в пробе состоит из литофильных элементов, среди которых преобладает кремний. Доля оксида кремния составляет 67,36%. В заметных количествах присутствуют оксиды алюминия, железа. Сумма оксидов щелочных металлов - 4,77%. Цветные металлы находятся в количестве тысячных долей процентов. Кадмий, сурьма, литий, уран, ртуть и теллур – присутствуют в количестве ниже границы их количественного определения.

Таким образом, основным ценным компонентом в пробе является золото, но содержание его низкое. Элементы, являющиеся химическими депрессорами золота при цианировании, присутствуют в незначительных количествах.

Рациональный анализ, выполненный по стандартной методике при крупности - 0,1 мм, показал, что в самородной форме золото находится на 72,7%, ассоциированное с сульфидами 26,5%.

Первый этап исследования был направлен на подбор носителя с подходящими физико-химическими свойствами. Предварительно выбраны такие носители как уголь, однокомпонентный пенополиуретановый герметик, эластичный пенополиуретан. Выбор носителя осуществлялся по следующим критериям: естественная гидрофобность, развитая поверхность, высокая прочность (для многократного использования в процессе), возможность регенерации. В сравнении с углем пенополиуретан имеет следующие преимущества: легко выдерживает знакопеременные нагрузки, обладает возможностью многократного использования в процессе. Эластичный пенополиуретан обладает хорошими показателями эластичности и воздухопроницаемости, а также сорбционными свойствами.

Процесс реализовывался при следующих условиях: проба доводится до крупности 85% класса -0,074 мм, содержание твердого 50%, время перемешивания 90 минут, температура 22°C (комнатная). Используемые реагенты: ксантогенат 100 г/т, медный купорос 40 г/т, трансформаторное масло 1500 г/т, сода 200 г/т.

Эксперименты проводились на лабораторной мешалке, где в пульпу последовательно добавлялись реагенты и носитель, предварительно обработанный аполярным собирателем, с последующим перемешиванием. Полученный продукт отделяют с помощью лабораторного сита. Принципиальная схема опытов представлена на рисунке 1.

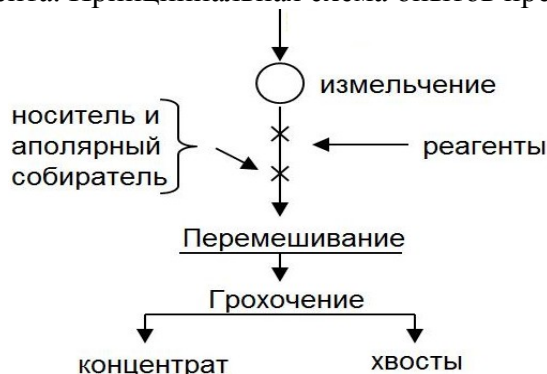


Рис. 1. Схема опытов

В качестве критерия оптимизации принята эффективность (E), так как оценивать процесс агломерационной флокуляции без учёта степени концентрации металла не корректно:

$$E = \varepsilon - \gamma, \quad (1)$$

где ε - извлечение минерала в концентрат; γ - выход концентрата.

Для выбранных носителей было изучено влияние расхода самого носителя и расхода аполярного собирателя.

Результаты представлены на рисунке 2 и 3.

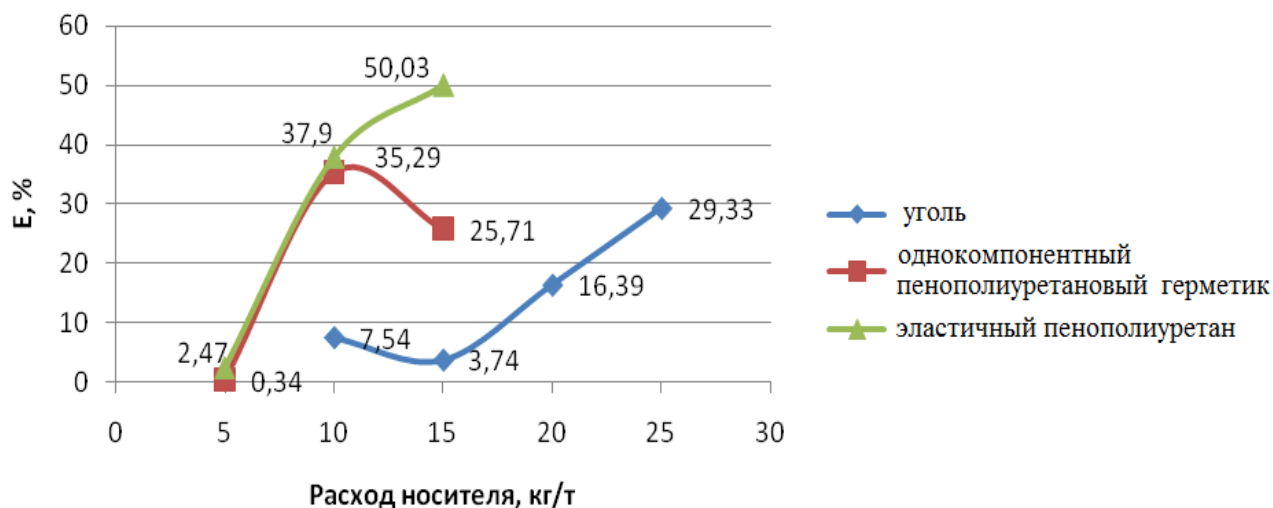


Рис. 2. Влияние расхода носителя на эффективность процесса

Как видно, эффективность процесса возрастает пропорционально расходу угля и эластичного пенополиуретана. Наилучший показатель достигнут с использованием в качестве носителя - эластичного пенополиуретана ($E=50,03\%$) при расходах носителя 15000 г/т и аполярного собирателя 1500 г/т. Снижение эффективности с увеличением расхода однокомпонентного пенополиуретанового герметика (более 10000 г/т), связано вероятно с тем, что происходит из-за перенасыщения агломерата и как следствие, механический вынос пустой породы.

При изменении расхода аполярного собирателя с 1000 до 2500 г/т эффективность процесса для разных носителей неодинакова (см. рис. 3).

Наилучшие результаты достигнуты при использовании однокомпонентного пенополиуретанового герметика. При расходах носителя 10000 г/т, времени премешивания 90 минут и температуре пульпы 22 С. Эффективность процесса составила 60,76% при извлечении 67,51% и содержании золота в концентрате 14,35 г/т.

Эластичный пенополиуретан (поролон) также имеет высокие показатели. В случае применения в качестве носителя пены и поролона при увеличении концентрации масла происходит повышение эффективности процесса, но до определенного момента. Предположительно, на поверхности носителя, где сорбируется масло, образуется значительное количество агломератов, которые при достаточно большом количестве масла имеет большую массу и отслаиваются в ходе процесса. При использовании угля видно, что при увеличении концентрации масла растет эффективность процесса, но она низкая по сравнению с пеной и поролоном.

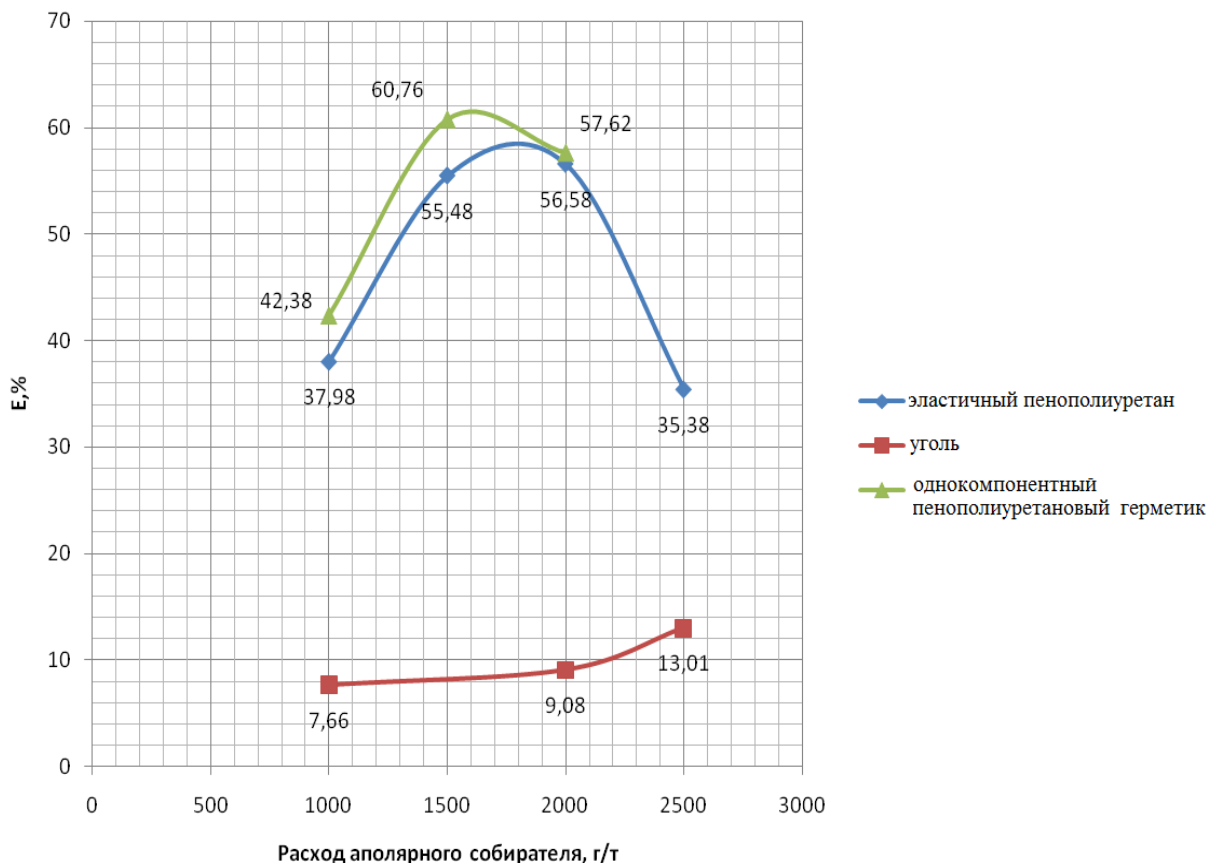


Рис. 3. Влияние расхода аполярного собирателя на эффективность

Учитывая, что на процесс агломерационной флокуляции оказывает влияние состояние поверхности извлекаемых зерен, следующим этапом исследований был этап оптимизации реагентного режима. Под реагентным режимом понимается не только ассортимент, но и расход и точки подачи реагентов. Процесс многофакторный, и как следствие, оптимизировать его целесообразно статистическим методом.

При оптимизации использовали статистический метод планирования экспериментов - метод Бокса-Уилсона. Изучали влияние следующих факторов: расход носителя, расход аполярного собирателя, расход ксантогената, расход соды, расход медного купороса. Определены оптимальные условия процесса, составлена модель.

Работа выполнена при (финансовой) поддержке Целевой программы “Развитие научного потенциала высшей школы” РНП 2.1.2/4741.