

4. Обогащение фосфотизированных глауконитовых песков Егорьевского месторождения / **Н.Н. Бойко, Л.Д. Ратобыльская, Л.А. Юркова и др.** // Химическая промышленность. – 1974. – №8. – С. 51–53.

5. **Ульянов Н.С., Видонов В.М., Константинов В.Г.** Флотация верхнекамской фосфоритовой руды с предварительным обжигом // В кн.: Обогащение фосфоритов, глауконитов и серных руд – М.–Л., 1969. – С. 120–132.

© Олейник Т.А., Склад Л.В., Харитонов В.Н., Ярош Т.Ю., Олейник М.О., 2009

*Надійшла до редколегії 30.01.2009 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*

УДК 622.7

Е.Ю. СВЕТКИНА, канд. хим. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

МЕХАНИЗМ СЕЛЕКТИВНОЙ ФЛОКУЛЯЦИИ ВИБРОАКТИВИРОВАННЫХ РУД И МИНЕРАЛОВ

Известно [1], что селективная флотация может быть достигнута различными путями за счет:

- избирательной адсорбции флокулянта на поверхности одних частиц;
- предотвращения адсорбции реагента на поверхности других;
- различий в оптимальном времени обработки суспензий различных веществ, при котором достигается эффективная флокуляция частиц данного вида в смеси.

Данные показывают [2], что в результате механообработки образуется соединения, обладающие эндотермическими эффектами. На поверхности активированных минералов под действием вибронагружения образуются специальные барьерные слои, препятствующие химическому взаимодействию с матрицей, в качестве которой выступают собиратели и флокулянты. При деструкции таких систем протекают как мономолекулярные, так и радикальные цепные реакции, т.е. идет одновременно по двум механизмам: свободно-радикальному и ионно-молекулярному. При механохимической активации на поверхности активированного материала происходит разупорядочивание поверхностных слоев, обладающих значительным избытком свободной энергии. Локализация поверхностных атомов в необычных положениях приводит к изменению в них распределения электронов. По ряду признаков структура поверхности таких материалов подобна той, что достигается обработкой твердых тел облучением в реакторах, т.е. происходит конфигурационное изменение состояния поверхностных

атомов.

Исследования свободно-радикальных свойств самого верхнего слоя частиц в сочетании с изучением его адсорбционной способности были проведены Бутягиным, а также Никитиной и Кисилевым [3], которые показали, что при комнатной или при более высоких температурах на поверхности не образуется устойчивых долгоживущих свободных радикалов. Однако эти исследования не исключают возможности образования короткоживущих свободных радикалов в процессе измельчения и при обычных температурах.

Учитывая все эти обстоятельства, мы пришли к решению создать такой вид флотации, который бы сочетал в себе процесс выделения полезного компонента по двум механизмам.

Количественное описание флотационного процесса является чрезвычайно трудной задачей. Это обусловлено тем, что флотационная пульпа представляет собой сложную гетерогенную систему, особенностью которой является полидисперсный и переменный состав твердой фазы и весьма неустойчивый ионно-молекулярный состав жидкой фазы.

Для подтверждения результатов, полученных на искусственных смесях, были проведены исследования по влиянию виброударной активации на флотацию минералов, входящих в состав редкометалльных руд: циркона, ильменита, микроклина, а также кальцита.

Микроклин и ильменит были выделены из штучных образцов и содержали ничтожные количества посторонних примесей. Циркон был получен из гравитационных концентратов неоднократной чисткой на магнитном и электрическом сепараторах, цирконовый продукт содержал 95% циркона.

Минералы активировали в двух режимах (периодической и непрерывной) сухим способом.

Флотационные опыты проводились во флотационной машине конструкции Г.А. Хана с рабочим объемом 75 мл. В качестве собирателя применялся 3(5)пиразол.

Для проведения флотационных опытов были приняты следующие условия: крупность минералов – средний размер частиц 60 мкм; навеска 2,5 г; объем пульпы 75 мл; число оборотов импеллера 2600 в минуту; время перемешивания без реагентов 5 мин; время перемешивания с реагентами 5 мин; время флотации 5 мин; температура пульпы 20 °С.

Так как опыты проводились на малых навесках минералов, то расход реагентов представлен в виде начальной их концентрации в пульпе.

Предварительно были поставлены опыты по определению расхода 3(5) пиразола для всех минералов. На основании результатов проведенных опытов расход олеата натрия для флотации всех

минералов был выбран 30 мг/л.

Было изучено влияние виброударной активации на флотируемость минералов. Для каждого минерала было проведено по три серии опытов:

1) по установлению зависимости флотируемости минерала без виброударной обработки, кислая среда создавалась соляной кислотой, а щелочная (более 9,0) – содой;

2) по установлению зависимости флотируемости минерала от дозы виброударной активации (D) минералов в периодическом режиме.

На рис. 1 представлены результаты опытов флотации минералов при изменении дозы виброударной активации.

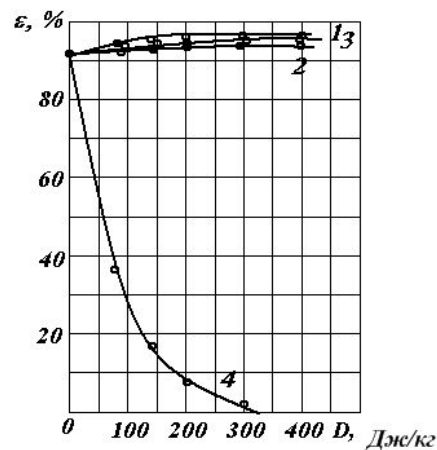


Рис. 1. Влияние дозы виброударного воздействия на флотацию минералов:
1 – кальцит; 2 – ильменит; 3 – циркон; 4 – микроклин

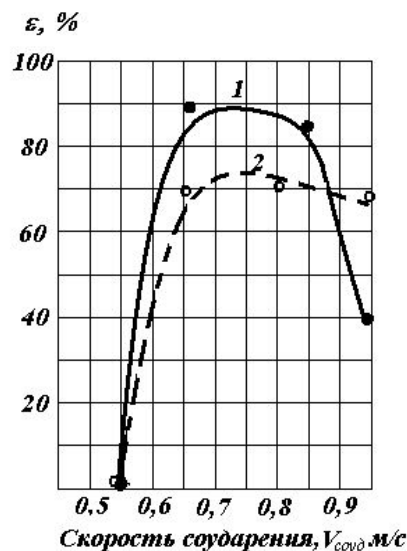


Рис. 2. Влияние скорости соударения мелющих тел и активируемого минерала на процесс флотации кальцита:
1 – непрерывный режим; 2 – периодический режим

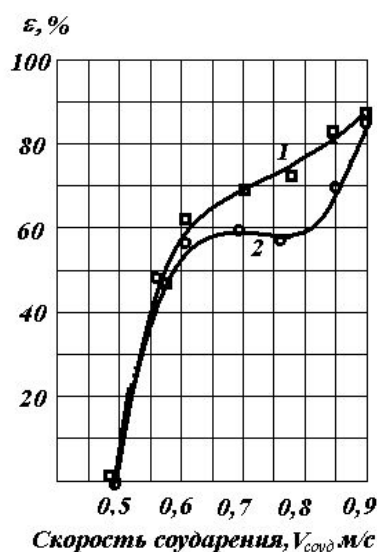


Рис. 3. Влияние скорости соударения мелющих тел и активируемого минерала на процесс флотации циркона:
1 – непрерывный режим; 2 – периодический режим

Видно, что небольшие значения дозы виброударной активации незначительно повышают флотацию кальцита, циркона и ильменита. Так, при расходе пиразола 30 мг/л выход циркона в пенный продукт составляет 94%, кальцит – 95%, ильменита – 93%. В этих условиях флотация микроклина резко подавляется. Выход микроклина в пенный продукт составляет всего 35%. Дальнейшее увеличение дозы виброударной активации приводит к уменьшению флотируемости.

Были проведены опыты по изучению влияния величины зазора, т.е. скорости соударений мелющих тел и активированного минерала.

На рис. 2 приведена зависимость флотируемости кальцита от скорости соударения.

Видно, что кальцит хорошо флотируется в широком интервале скоростей соударения (величины зазора).

На рис. 3 приведены результаты опытов по изучению влияния виброударной активации циркона. После виброударной активации, флотируемость циркона от величины зазора изменяется, таким образом: 1 – при величине зазора, равном 0,010 м, выход циркона в пенный продукт, при активации его в непрерывном режиме, составляет 82%, в случае периодического — 69%. При дальнейшем изменении величины зазора,

выход циркона в пенный продукт составляет более 90% после виброударной активации.

На рис. 4 приведена зависимость флотации ильменита от скорости соударения. При предварительной виброударной активации появляется диапазон скоростей соударений от 0,60 м/с до 0,78 м/с, при котором наблюдается хорошая флотиримость ильменита.

На рис. 5 изображена зависимость флотации микроклина от скорости соударения. Данный минерал практически не флотируется при обычных условиях, при флотации его активируют хлорным железом. Виброударная активация этого минерала приводит к повышению флотиримости микроклина без хлорного железа, причем активация его в непрерывном режиме дает лучше результаты, чем в периодическом режиме. Это повышение наблюдается в очень узком интервале скоростей, поэтому, возможно, и не улавливается на рис. 1.

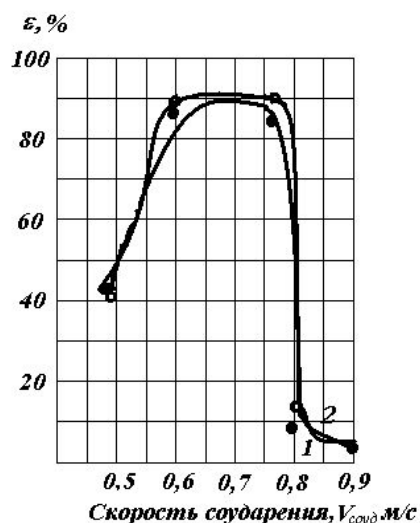


Рис. 4. Влияние скорости соударения мелющих тел и активируемого минерала на процесс флотации ильменита:
1 – непрерывный режим; 2 – периодический режим

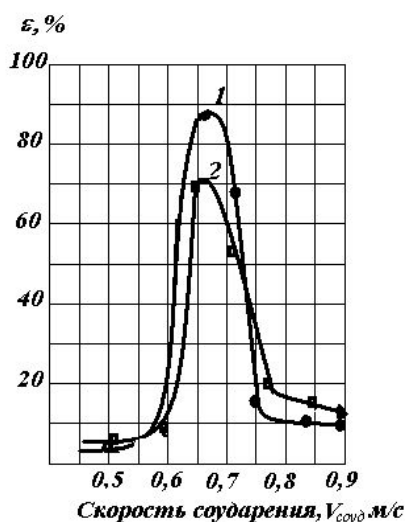


Рис. 5. Влияние скорости соударения мелющих тел и активируемого минерала на процесс флотации микроклина:
1 – непрерывный режим; 2 – периодический режим

Особенностью микроклина и кальцита является то, что показатель рН изменяется в зависимости от типа свободных ионов, имеющих на поверхности частиц. При измельчении и разрушении кристаллической решетки рвутся, как правило, наиболее слабые мостики-связи, которые обуславливают щелочную рН, увеличивающуюся с уменьшением размера частиц.

Поэтому были проведены опыты по изучению влияния величины зазора (скорости соударения мелющих тел и активируемого минерала) на флотацию данных минералов, поскольку, как было выяснено ранее, эта величина позволяет выполнялись активацию гранизберательно. Параллельно определялся показатель рН, образующийся после измельчения минералов в вертикальной вибрационной мельнице. Результаты по определению показателя рН поверхности активированных минералов представлены в виде таблицы.

Данные по определению показателя рН минералов, активированных методом виброударной активации

Скорость соударения $V_{соуд}$, м/с, при $D=150$ Дж/кг	0	0,555	0,654	0,738	0,812	0,879
рН	7,4	8,2	9,1	9,5	9,6	9,6

Исходя из адсорбционных свойств поверхности, можно предположить, что поверхность, адсорбируя кислород, регулирует процесс сорбции собирателя на поверхности минерала и в конечном счете их

флотируемость.

Действительно, изменение значения показателя рН на поверхности активированного минерала, приводит к наиболее интенсивному поглощению кислорода, в результате чего ильменит подвержен депрессии, а циркон и микроклин, напротив, сохраняют высокую флотационную активность. Для изучения механизма селективной флотации была создана система, описанная в работе [2].

Это явление можно объяснить тем, что в процессе флотации образуются пространственно-сшитые структуры благодаря наличию свободных двойных связей, с одной стороны, а с другой – благодаря образованию активной поверхности, содержащей гидроксильные группы (как показывают потенциометрические исследования).

Анализ ИК-спектров 3(5) метилпиразола и его комплексных соединений показывает, что поглощение в области $1400\text{--}1600\text{ см}^{-1}$ соответствует колебаниям гетероцикла и для комплексов несколько сдвинуто в коротковолновую область. Такое смещение полос поглощения свидетельствует, о том, что образование комплекса идет через неподеленную пару электронов у атома N – пиразола, поэтому валентные колебания N не изменяются или, во всякой случае, не чувствуется связь с анионом.

Сдвиг полос поглощения в спектрах комплексных соединений по сравнению со спектром 3(5) метилпиразола $1388\rightarrow 1415$; $1483\rightarrow 1495$; $1550\rightarrow 1575$ объясняют образованием комплекса донорно-акцепторного σ -типа. Подтверждением вышесказанного является наличие высокочастотного сдвига в области проявления деформационных колебаний гетероцикла $945\rightarrow 950$; 960 ; 970 , что можно объяснить трансформацией комплекса.

Таким образом, процесс флотации идет одновременно по двум механизмам: свободно-радикальному и ионно-молекулярному. Стабилизирующее действие металлсодержащих соединений (т.е. виброактивированных руд и минералов) ограничивается, как правило, акцептированием цепных продуктов, азотсодержащие соединения ингибируют процесс, протекающий по ионно-молекулярному механизму.

Список литературы

1. Светкина Е.Ю., Франчук В.П. Применение виброударной активации углей при подготовке к водоугольным суспензиям // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2004. – Вип. 16(57). – С. 26–35.
2. Светкина Е.Ю. Получение наполнителя-стабилизатора для композиционных материалов на основе известняка путем вибронагружения // Вопросы химии и хим. технологии. – 2002. – №5. – С. 56–61.
3. Ходаков Г.С. Физика измельчения. – М.: Наука, 1972. – 308 с.