

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР И. Н. ПЛАКСИН и Г. Н. ХАЖИНСКАЯ

О ВЛИЯНИИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПЛЕНОК НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ И РАЗДЕЛЕНИЕ СУЛЬФИДНЫХ МИНЕРАЛОВ ПРИ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ

Во многих работах (1-4) отмечалось, что различных размеров частицы одного и того же минерала обладают неодинаковой флотационной способностью. Экспериментальными работами показано (5), что лучше всего флотируют частицы среднего размера, но при этом не достигается наилучшего разделения минералов.

По данным ряда обогатительных фабрик, оптимум селективного разделения и наилучшее извлечение достигнуты при флотации частиц размером от 10 до 50 μ . Флотационная способность крупных или весьма мелких частиц невелика (6).

Наряду с многими механическими и физическими факторами на изменение флотуемости в зависимости от крупности влияют химические факторы, приводящие к образованию или удалению пленок с поверхности минералов (7). В связи с этим следует отметить, что поверхность мелких частиц сульфидов сильнее окислена и в большей степени подвергается воздействию растворимых соединений, образующихся при взаимодействии руды с водной фазой. Вследствие ряда указанных и многих неизученных причин воздействие флотационных реагентов на весьма мелкие частицы почти прекращается. Это особенно относится к действию депрессоров и активаторов.

Задачей данной работы являлось изучение влияния гранулометрического состава минералов и руд на флотацию в условиях воздействия депрессоров, активаторов и, в частности, окислителей при значительной величине водородного показателя (рН в пределах 8-12).

Изучение влияния гранулометрического состава на кинетику флотации галенита в зависимости от дозировки коллектора (бутиловый ксантат вводился в количестве от 50 до 250 г/т) позволяет констатировать соответствующее возрастание скорости флотации и извлечения минерала в пенный продукт, особенно в течение первой минуты флотации.

С уменьшением крупности минерала скорость флотации весьма значительно падает. При флотации галенита, измельченного до 300 меш, даже при введении ксантата в количестве 200 г/т, в первую минуту в пенный продукт извлекается лишь 65,2% минерала, в то время как при флотации минерала, измельченного до — 60 меш, при тех же условиях за первую минуту в пенный продукт переходит 93% галенита.

Это явление только частично может быть объяснено недостаточностью для флотации тонких классов количества воздуха, засасываемого в машину, вследствие понижения вероятности столкновения частицы с пузырьком. Воздействие химических факторов на флотацию существенно изменяется при уменьшении крупности частиц.

Так, необходимо отметить весьма значительное понижение депрессирующего действия извести с уменьшением размера частиц галенита, пирротина и пирита*.

В случае флотации пирротина при уменьшении крупности минералов (—300 меш) при действии крепкого известкового раствора наблюдается только снижение скорости флотации и незначительное падение процента извлечения в пенный продукт.

Также можно констатировать значительное влияние изменения гранулометрической характеристики минерала на воздействие извести при флотации пирита. Уменьшение крупности минерала в пределах от—100 до—200 меш вызывает падение скорости флотации и снижение извлечения в пенный продукт.

Дальнейшее уменьшение крупности пирита вызывает снижение депрессирующего действия извести.

При флотации галенита в известковой среде гранулометрическая характеристика сказывается особенно значительно. В случае относительно крупного измельчения (—60 и —100 меш) присутствие извести в пульпе даже в количестве 1 кг/т значительно снижает выход пенного продукта. На флотацию же галенита, измельченного до —200 и —300 меш, известь не оказывает депрессирующего действия.

Различное воздействие извести на сульфидные минералы может быть объяснено тем, что в случае флотации галенита, пирита и пирротина в известковой среде депрессирующее действие последней является результатом возникновения пленок нерастворимых соединений, образуемых известью (сульфат и карбонат кальция), или некоторыми другими малорастворимыми продуктами. Плотность пленки и структурное отношение к кристаллической решетке минерала определяет ее устойчивость на поверхности последнего (7).

В некоторых случаях оказывает влияние адсорбция, а иногда также налипание гидрата окиси кальция на грани минерала (при высоких концентрациях или при непосредственном введении окиси кальция в пульпу).

Основным фактором, определяющим скорость образования пленки при действии извести на сульфид, является повышение концентрации сульфатов в диффузионном слое, прилегающем к поверхности минерала.

Это зависит от содержания серы в сульфиде и от скорости его окисления. При значительной скорости окисления концентрация сульфата повышается весьма быстро, вследствие чего из раствора выпадает сульфат кальция. Устойчивость пленки зависит также от структурных отношений минерала и образующего ее вещества(8).

Влияние скорости окисления минерала на устойчивость образующейся пленки (сульфата кальция) может быть продемонстрировано сравнением флотации пирита в известковом растворе с флотацией после предшествующей аэрации и с флотацией после продувки кислорода.

Депрессия (а в случае селективной флотации — степень селективности) возрастает вследствие быстрого накопления продуктов окисления в диффузионном слое. Это сказывается преимущественно при флотации тонкоизмельченных сульфидов.

Падение депрессирующего действия извести при флотации тонкоизмельченных минералов объясняется ухудшением условий образования пленок на поверхности наиболее мелких частиц**. При ускорении

* В некоторой степени это заметно в случае халькопирита и халькозина, на флотацию которых известь оказывает весьма малое влияние при любой гранулометрической характеристике.

** Как, например, в некоторых случаях, вследствие уменьшения возможности соприкосновения взвешенных в растворе частиц гидрата окиси кальция с мелкими частицами минерала.

окисления (вследствие повышения концентрации кислорода в растворе) это затруднение, возникающее при депрессии известью, отпадает вследствие быстрого восполнения количества сульфатов в диффузионном слое.

Иные щелочи (кроме извести), образующие растворимые сульфаты, дают меньшую и менее устойчивую депрессию, которая возникает преимущественно вследствие налипания нерастворимых гидроокисей тяжелых металлов на грани минералов.

Рассмотренные особенности, относящиеся к трудности флотации тонких классов и, особенно, шламов в условиях действия на них определенных видов реагентов, приводят к следующим выводам. Затруднения, связанные с депрессией галенита и неокисленных пирита и пирротина в известковой среде, возникают вследствие неустойчивости пленок на поверхности весьма мелких частиц. Закрепление пленок вследствие взаимодействия извести с сульфатами в диффузионном слое или с продуктами окисления на самой поверхности сульфида может быть значительно усилено в случае пирита и пирротина окислением (аэрация, накислоороживание), что приводит к образованию плотных или структурно закрепленных пленок на поверхности сульфидов.

Вследствие непосредственного образования слоя нерастворимого сульфата свинца и особенностей кристаллической структуры галенита на последнем образуется при действии извести недостаточно устойчивая пленка. Этим объясняется более резкое различие в действии извести на подавление частиц галенита различной крупности. Для объяснения образования пленок должно быть принято во внимание накопление продуктов окисления в диффузионном слое и их высаливающее действие на образование пленки нерастворимого продукта.

Аналогичное влияние крупности на устойчивость пленок нами установлено и для случаев активации, например при флотации сфалерита после активации последнего медным купоросом. Экспериментальные данные относятся к продуктам различной крупности в пределах от 100 до —300 меш и к растворам в пределах от нейтрального до 0,112% CaO .

Результаты показывают понижение извлечения на 35% при переходе от флотации зернистого продукта к тонким шламам. Также значительно понижается извлечение при возрастании концентрации извести в растворе. Это указывает на меньшую устойчивость активирующей пленки, образованной на весьма мелких частицах, и на затруднения, возникающие вследствие действия извести на частицы сфалерита в шламовой фракции. Повышение концентрации извести до 0,112% почти не изменяет условий активации цинковой обманки, измельченной до—100 меш, в то время как то же повышение концентрации извести понижает извлечение сфалерита из шламов свыше чем на 30%.

При этом следует отметить, что последовательность введения Ca(OH)_2 и CuSO_4 изменяет результаты флотации сфалерита.

Производственная практика флотационного обогащения также показывает, что активация весьма дисперсной (иловой) фракции сфалерита при флотации происходит недостаточно удовлетворительно, что особенно сказывается при флотации в присутствии извести в растворе.

Так, на одной из обогатительных фабрик при флотации особенно снижается извлечение цинка из иловой фракции. Введение извести вызывает увеличение потерь цинка в хвостах не менее, чем на 0,2—0,4%.

Это указывает на ухудшение ионного обмена и налипания гидрата окиси меди при образовании активирующей пленки на поверхности мелкой (и, в частности, шламовой) фракции сфалерита.

В производственной практике флотации активация сфалерита медными солями производится в щелочной среде. В отличие от обычных представлений⁽¹⁾ об активации цинковой пленки, в которых большая часть вводимой меди рассматривается только как буфер, образованный гидратом окиси или основной углекислой медью, возможны и другие представления, особенно для щелочной, в частности, для известковой среды. В качестве промежуточной стадии процесса активации может иметь существенное значение коагуляционный механизм налипания пленки гидрата окиси меди на поверхность цинковой обманки.

Институт горного дела
Академии Наук СССР

Поступило
10 II 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. M. Gaudin, Principles of Mineral Dressing, N. Y., 1939. ² I. W. Work, Principles of Flotation, Melbourne, 1938. ³ З. В. Волкова, Горн. журн. 3, 30 (1946). ⁴ A. M. Gaudin, R. Schumann A. W. Schlechten, J. Phys. Chem., 8 (1942). ⁵ A. M. Gaudin, J. O. Groh, H. B. Henderson, Am. Inst. Min. and Metall. Eng., Tech. Publ., 414, 3, N. Y., 1931. ⁶ A. M. Gaudin, P. Malozemoff, Trans. Am. Inst. Min. and Metall. Eng., 303, N. Y. (1935). ⁷ И. Н. Плаксин, ДАН, 54, № 1, 47 (1946) (⁸) M. L. Royer, C. R., 198, 185 (1934.)