

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. М. БОРИСОВ

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ
МИНЕРАЛОВ НА ИХ ФЛОТИРУЕМОСТЬ**

(Представлено академиком С. И. Вольфовичем 17 VII 1954)

Установление зависимости между электрическим состоянием поверхности минеральных зерен и их флотирруемостью имеет большое значение для выяснения механизма действия флотационных реагентов и для оценки флотационной активности данной поверхности (1). Нашими многолетними исследованиями показано, что флотационные свойства поверхности минералов теснейшим образом связаны с потенциалом двойного электрического слоя, определяющим также и их взаимодействие с реагентами.

Роль ζ -потенциала поверхности минеральных зерен при их флотационном разделении освещена в отечественной литературе весьма слабо. Опубликованные работы либо освещают частные вопросы (2), либо поставлены экспериментально неправильно, что приводит к противоречивым заключениям (3). В последних обобщениях отмечается необходимость специального исследования данного вопроса (4).

Для выяснения влияния на минералы отдельных реагентов, одновременно присутствующих во флотационной суспензии, и характеристики величины сорбции удобно пользоваться величиной «электрокинетического показателя», представляющего собой разность между электрокинетическим потенциалом поверхности в растворе первого реагента и электрокинетическим потенциалом после введения в эту же среду второго реагента. Для правильной оценки механизма влияния реагента на флотационную

активность поверхности минералов необходимо прежде всего учитывать природу этих реагентов. Знак электрокинетического показателя определяет, какой ион селективно адсорбируется в двойном электрическом слое. Мы оценивали величину ζ -потенциала на поверхности чистых мономинеральных порошков путем электроосмоса.

Таблица 1

Концен- трация сода, мг/л	Концентрация олеата натрия, мг/л		Электро- кинетич. показа- тель, мв
	0	50	
	ζ-потенциал, мв		
0	+ 4,0	+ 2,1	— 1,9
50	+ 4,0	+ 2,0	— 2,0
150	+ 3,9	0	— 3,9
250	+ 3,1	— 5,6	— 8,7
500	—12,5	—22,8	—10,3
750	—14,0	—25,0	—11,0
1000	—15,0	—25,5	—10,5

Таблица 2

Концентрация iO ₂ мг/л	Концентрация олеата натрия, мг/л		Электрокинетич. показатель, мв
	0	50	
	ζ-потенциал, мв		
0	+12,4	+11,1	—1,3
50	+ 2,5	0	—2,5
100	0	— 2,9	—2,9
250	—26,0	—26,0	0
500	—38,5	—38,5	0
750	—41,0	—41,0	0
1000	—40,8	—40,9	0

В табл. 1 показано изменение ζ -потенциала и электрокинетического показателя у порошка апатита в зависимости от различных концентраций соды, при постоянном содержании в растворе олеата натрия (50 мг/л). Та же закономерность наблюдается и для других минералов см. (рис. 1).

Положительный знак ζ -потенциала показывает, что на поверхности минерала преобладают катионы, а отрицательный указывает на преобладание анионов. Нулевое значение ζ -потенциала свидетельствует о равновесии на поверхности минерала катионов и анионов;

с другой стороны, с приближением заряда поверхности к изоэлектрической точке снижается гидратированность поверхности, т. е. повышается ее флотационная активность.

В табл. 2. показано влияние жидкого стекла на изменение ζ -потенциала и сорбцию олеат-иона кальцитом.

Как видно из табл. 2, жидкое стекло изменяет знак заряда кальцита, и при концентрации 250 мг/л ζ -потенциал полностью определяется только жидким стеклом, т. е. сорбции олеат-иона не происходит. Максимальная сорбция олеат-иона достигается в изоэлектрической точке. Аналогичная зависимость для собирателей анионного типа нами установлена и для всех других минералов, несущих положительный заряд.

Как известно (¹), силы специфической адсорбции быстро убывают с расстоянием, следовательно, действие их резче всего проявляется при ζ -потенциале, равном нулю.

Приведенное положение иллюстрируется на примере кальцита. В табл. 3 приведены

данные для переменных концентраций соды при постоянном содержании олеата натрия в растворе 50 мг/л (при концентрации одной соды 500 мг/л ζ -потенциал для кальцита равен нулю).

Из табл. 3 видно, что электрокинетический показатель достигает максимальной величины 6,6 мв при концентрации соды 500 мг/л.

Нами определено, что этот же показатель на кальците достигается одним олеатом натрия в концентрации 200 мг/л. Это показывает, что применение соды при флотации в концентрации, соответствующей изоэлектрической точке на кальците, уменьшает расход олеата натрия в 4 раза. Это явление, повидимому, можно объяснить облегчением специфической адсорбции олеат-иона на поверхности кальцита.

Следовательно, для достижения максимального использования реагентов-собирателей при флотации необходимо добавлением соответствующего электролита довести значение ζ -потенциала до нуля; в этих условиях происходит наилучшее закрепление реагента-собирателя на минерале.

Влияние сульфата натрия на ζ -потенциал и электрокинетический

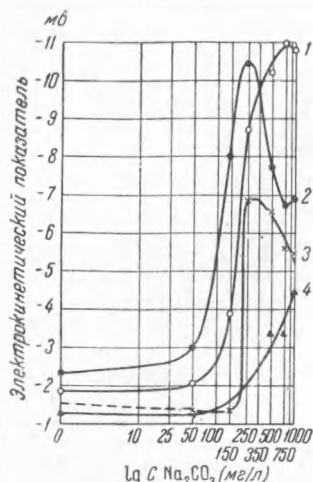


Рис. 1. Электрокинетический показатель минералов при постоянном содержании олеата натрия в растворе 50 мг/л и переменной концентрации соды. 1 — апатит, 2 — барит, 3 — кальцит, 4 — доломит

Таблица 3

Концентрация соды, мг/л	50	150	500	750	1000
Электрокинетич. показатель, мв . .	-1,3	-1,4	-6,6	-5,6	-5,4

показатель на барите и кальците при постоянной концентрации олеата натрия 50 мг/л приведено на рис. 2. Видно, что сульфат-ион в определенных концентрациях активует поверхность барита, у кальцита заметных изменений ζ -потенциала не происходит, чем можно воспользоваться для разделения флотацией барита от кальцита.

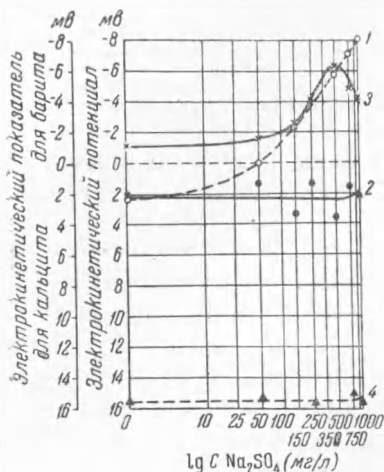


Рис. 2. Влияние сульфата натрия на барит и кальцит. Электрокинетические потенциалы: 1 — барита в зависимости от переменных концентраций только сульфата натрия; 2 — кальцита. Электрокинетические показатели для олеата натрия (25 мг/л) в зависимости от концентрации сульфата натрия; 3 — на барите; 4 — на кальците

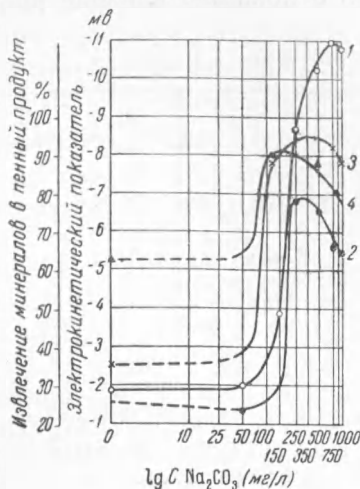


Рис. 3. Электрокинетический показатель и флотация минералов (данные по флотации взяты из работы (6)). Электрокинетические показатели: 1 — для апатита, 2 — для кальцита. Показатели флотации: 3 — апатита, 4 — кальцита

На рис. 3 приведены данные, подтверждающие, что электрокинетический показатель может характеризовать адсорбцию реагентов на поверхности минералов, а если один из реагентов является собирателем, то и их флотируемость.

На минералах, ζ -потенциал которых имеет отрицательный знак, сорбция реагентов-собирающих анионного типа затруднена или вообще не происходит. Сказанное подтверждается измерениями электрокинетического показателя для эгирин и нефелина (табл. 4) при переменных концентрациях соды и постоянном содержании олеата натрия в растворе 150 мг/л.

Как видно из табл. 4, у эгирин и нефелина (так же как и у чистого кварца) с повышением концентрации соды увеличивается значение ζ -потенциала (следовательно поверхность этих минералов становится более гидрофильной). Внесение олеата натрия в раствор не изменяет величины ζ -потенциала, что указывает на отсутствие адсорбции его этими минералами.

Таблица 4

Концентрация соды, мг/л	ζ-потенциал, мВ				Электрокине- тич. показа- тель, мВ
	в одном содовом растворе		в содовом растворе + 150 мг/л олеата натрия		
	на эгирине	на нефелине	на эгирине	на нефелине	для эгирин
0	—10	—15	—10	—15	В пределах ошибки опыта для всех кон- центраций показатель равен нулю
50	—13	—23	—13	—23	
150	—17	—33	—17	—32	
250	—23	—42	—23	—42	
500	—	—46	—	—46	
750	—30	—43	—30	—43	
1000	—36	—39	—36	—39	

Прямые опыты показывают, что с применением изучаемых концентраций олеата натрия эгирин, нефелин и кварц не флотируются.

Пирофосфат натрия приводит к резкому увеличению ζ -потенциала на кальците, доломите, апатите и других минералах, что приводит к полному подавлению их флотации и гидрофилизации поверхности (⁵). В табл. 5 показано влияние пирофосфата натрия на доломит.

Таблица 5

	Концентрация пирофосфата натрия, мг/л						
	0	50	150	250	500	750	2500
ζ -потенциал, мв	+2,2	+1,4	-4,7	-14,5	-32,2	-35,7	-37,6
Электрокинетич. показатель, мв . .	—	-0,8	-6,9	-16,7	-34,4	-37,9	-39,8

Из приведенных в настоящей статье данных можно сделать еще один частный вывод. Электрохимические изменения на поверхности минералов зависят, главным образом, от объемной концентрации реагентов. Поэтому принятый в обогащательной практике метод расчета расхода реагентов при флотации на единицу веса руды не может считаться правильным. Расход реагентов должен определяться по концентрации его в жидкой фазе.

Можно рекомендовать электроосмотический метод определения электрокинетического показателя для быстрого установления реагентного режима флотации и изменения поверхностных свойств минералов.

Государственный научно-исследовательский
институт горно-химического сырья

Поступило
24 II 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Фрумкин, В. С. Багоцкий, З. А. Иофа, Б. Н. Кабанов, Кинетика электродных процессов, 1952, стр. 33. ² Д. Л. Талмуд, Н. М. Лубман, ЖФХ, 1, в. 3 (1930). ³ М. К. Тихонова, Изв. АН СССР, VII, сер. ОНЕМ, № 2, 239 (1935). ⁴ В. И. Классен, В. А. Мокроусов, Введение в теорию флотации, 1953, стр. 247. ⁵ В. М. Борисов, Тр. ГИГХС, в. 1, 85 (1950). ⁶ Н. А. Янис, Труды II научн.-техн. сессии Инст. механообр., 209 (1952).