

УДК 622.7

В.И. Брагина, Н.И. Коннова, Л.П. Пехова

О ВЛИЯНИИ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МИНЕРАЛОВ НА ВЫБОР ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ

Исследованы кристаллохимические и структурные особенности сидерита и ильменита и их влияние на взаимодействие с реагентами. Минералы выделены из сидеритсодержащих ильменитовых руд.

Ключевые слова: ильменит, сидерит, реагент, кристаллохимия, структура минерала, руда, обогащение.

Исследования проведены на минералах сидеритсодержащих ильменитовых руд.

Промышленное значение ильменитовых руд велико, однако технология сидеритсодержащих ильменитовых руд разработана слабо. Известны схемы флотационного обогащения таких руд с последующим обжигом и магнитной сепарацией. Для упрощения схем обогащения, повышения производительности и снижения себестоимости обогащения необходимо разработать флотационное разделение ильменита и сидерита.

Насколько нам известно, данных по флотационному отделению ильменита от сидерита в литературе нет. Поэтому для изыскания эффективных реагентов существенный интерес представляет рассмотрение кристал-

лохимических и структурных особенностей этих минералов.

При рассмотрении структур исследовалось влияние взаиморасположение ионов в решетке на поверхностные свойства минерала и специфичность взаимодействия поверхностных ионов с водой и реагентами.

Химический состав ильменита и сидерита приведен в табл. 1.

Учитывая структурные особенности минералов, рассмотрим наиболее вероятные плоскости раскола.

Сидерит - $FeCO_3$. Тригональная система. Ромбоэдрический вид симметрии. Структурный тип кальцита.

Структурная ячейка $a^0 = 5.82 \text{ \AA}$;
 $a^0 = 47^\circ 46'$.

Морфологическая ячейка $a^0 = 6.02 \text{ \AA}$, $a^0 = 103^\circ 05'$

Таблица 1

Химический состав монофракций ильменита и сидерита

Элементы, оксиды, %							
Минералы	V_2O_5	Cr_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	MnO	Fe
Сидерит	н/опр	н/опр	5,6	2,9	2,5	8,1	36,6
Ильменит	0,249	0,73	0,88	0,30	0,69	0,62	-
Элементы, оксиды, %							
Минералы	FeO	Fe_2O_3	TiO_2	Al_2O_3	P	nnn	$E_{(сумма)}$
Сидерит	32,4	н/опр	0,66	5,1	0,03	42,4	99,66
Ильменит	25,1	17,8	53,0	0,98	н/обн	н/опр	100,35

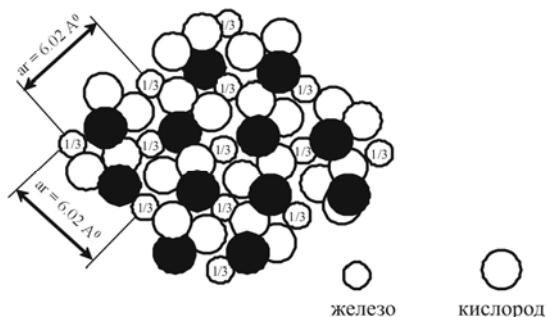


Рис. 1. Поверхность сидерита при раскалывании по плоскости спайного ромбоэдра (1011)

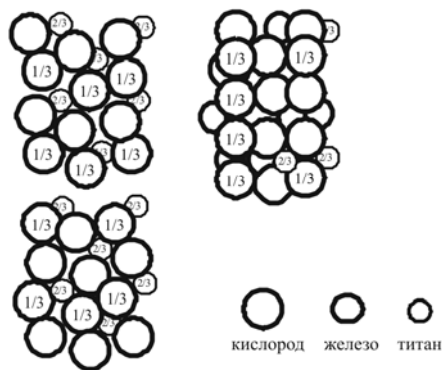


Рис. 2. Поверхность ильменита при раскалывании: а - по плоскости (1010); б - по плоскости (1120)

Сидерит характеризуется совершенной спайностью по ромбоэдру (1011).

На рис. 1 показана плоскость раскалывания (1011), которая (ввиду совершенной спайности минерала именно в этом направлении), должна быть наиболее вероятной при разрушении сидерита.

Анионы сидерита расположены в крайнем наружном слое; доступ к катионам железа более затруднен, чем к анионам. Электростатические заряды на поверхности распределены весьма равномерно. Величина некомпенси-

рованных поверхностных зарядов невелика (одинаковая для всех катионов и анионов) и составляет $+1/3$ и $-1/3$.

Из этих данных можно сделать вывод о потенциальной возможности к адсорбции анионов из раствора (и в первую очередь ионов собирателя) катионами железа. При этом следует учитывать доступность для ионов собирателя катионов железа.

Для того, чтобы оценить сидерит с этой точки зрения для каждой из вероятных плоскостей раскалывания было подсчитано возможное число доступных для карбоксильных анионных собирателей катионов железа, приходящихся на площадь 1000 \AA^2 [1]. Установлено, что на плоскости раскалывания площадью 1000 \AA^2 размещается в среднем 91 катион железа.

Ильменит - FeTiO_3 принадлежит к классу окислов. Сингония тригональная. Ромбоэдрический вид симметрии. Размеры элементарной ячейки $a_0 = 5.083$; $c_0 = 14.04$. Спайность весьма несовершенная по ромбоэдру (1011).

В структуре ильменита (рис.2) роль анионов выполняют ионы кислорода, причем их пространственное расположение таково, что они образуют двухслойную плотнейшую упаковку. Ионы титана и железа занимают часть пустот между кислородными ионами.

Поверхность ильменита отличается присутствием на одной и той же плоскости помимо зарядов $+2/3$ и $-2/3$

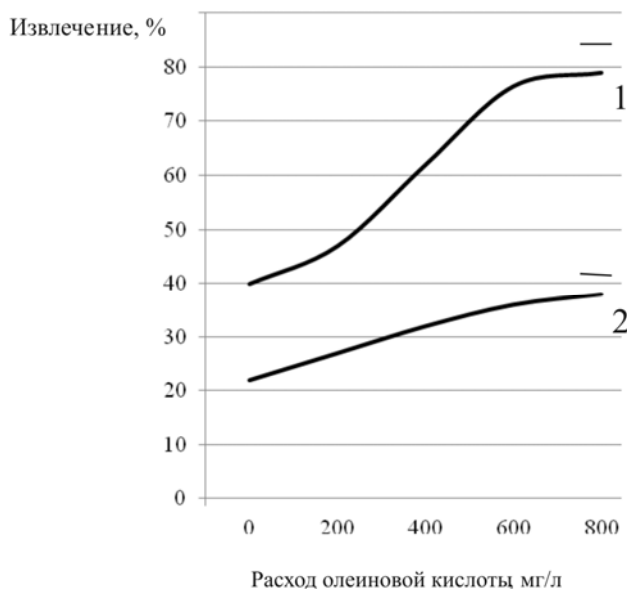


Рис. 3. Влияние олеиновой кислоты на флотирuemость минералов: 1 - ильменит; 2 - сидерит

зарядов $+1/3$ и $-1/3$, а также отрицательного заряда -1 . Несущие отрицательный заряд ионы кислорода также располагаются ближе к поверхности, частично перекрывая положительно заряженные катионы железа и титана.

Каждая поверхность стремится к уменьшению своей свободной энергии, что при наличии некомпенсированных зарядов будет выражаться, прежде всего, в их нейтрализации. А в кристаллических структурах такая нейтрализация может быть осуществлена, например, следующими путями:

1) заменой части катионов наружного слоя равными по размерам, но иначе заряженными (в зависимости от структуры более высоко- или низковалентными) катионами;

2) перераспределением усилий валентных связей в наружном слое, возможным, например, при незначительных изменениях в относительном рас-

положении ионов и искажении их координационных сфер;

3) заменой части анионов наружного слоя толщиной в один атом равными по размерам, но более низковалентными анионами [2].

Можно с уверенностью сказать, что часть катионов Ti в поверхностном слое ильменита замещена катионами Fe^{+2} и Fe^{+3} , что ведет к полной нейтрализации или к уменьшению величины положительного некомпенсированного заряда.

Согласно Н.В. Белову [3] на поверхности кристаллов, составленных из окислов, происходит естественная и необходимая

замена значительной части двухвалентных ионов кислорода O_2^{2-} на имеющие равные объемы, но одновалентные ионы OH^{-1} или F^{-1} . Это понижение одинаково справедливо как для поверхности растущих кристаллов, так и для поверхностей раздела, возникающих при механическом воздействии, например, при разломе. Следует отметить, что ионы OH^{-1} и F^{-1} односторонние, т.е. легко поляризуемые ионы, с большей частью своего заряда на внутренней стороне слоя, и это обстоятельство способствует образованию электрически нейтральной поверхности.

Поэтому при сопоставлении кристаллохимических особенностей сравниваемых минералов необходимо учитывать ионные радиусы их катионов и анионов. Так у ильменита, радиусы и объемы кислородных анионов которого близки к объему гидроксильного аниона, может происходить

замещение двухвалентного кислорода этого минерала гидроксидом; ввиду весьма значительных размеров карбонатного аниона у сидерита, его замещение на гидроксил весьма маловероятно.

Таким образом, ильменит будет иметь повышенную способность к образованию плотного и равномерно распределенного адсорбционного слоя собирателя по сравнению с сидеритом, т.е. при прочих равных условиях ильменит должен флотироваться карбоксильными собирателями полнее и легче, чем сидерит.

Для проверки этого вывода проведены флотационные опыты на монофракциях сидерита и ильменита (рис. 3).

С увеличением расхода карбоксильного собирателя олеиновой кислоты извлечение ильменита растет значительно быстрее, чем сидерита и при расходе 800 мг/л достигает практически 100 %, а сидерита только 36 %.

Таким образом, установлена прямая зависимость между кристаллохимическими, структурными особенностями минералов и выбором флотационных реагентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глембоцкий В.А., Бехтле Г.А. Флотация железных руд. М.: "Недра", 1964.
2. Миловский А.В., Кононов О.В. Минералогия. Учебник. М.: МГУ, 1982.
3. Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.Н., Загальская Ю.Г. Кристаллография. М.: МГУ, 1992. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Брагина Вера Ивановна – профессор, кандидат технических наук,
Коннова Наталья Ивановна – доцент, кандидат технических наук, kni757@mail.ru
Пехова Любовь Петровна – доцент,
Сибирский Федеральный Университет.



Кроме отдельных выпусков-приложений ГИАБ имеет и другие приложения: препринты, выпуски «Библиотека горного инженера», депонированные статьи. Входят ли они в перечень ВАК и засчитывают ли их при защите диссертаций?

Все перечисленные публикации и некоторые другие не являются приложениями, а заявлены издательством «Горная книга» и редколлегией ГИАБа отдельными статьями ГИАБа, распространяются вместе с журналом, доступны для любого читателя и пользуются теми же правами, что и статьи, опубликованные в ГИАБе. В перечень ВАК они входят как *специальные выпуски ГИАБ*. Депозитарий ГИАБа работает с разрешения Минпечати РФ, и каждая статья считается открытой публикацией. Полное библиографическое описание депонированных статей публикуется в ГИАБе, в результате чего они становятся доступными для всех читателей журнала. Если этого недостаточно, то вопросы зачета депонированных статей следует согласовывать с учеными секретарями диссертационных советов.

