

Научная статья
УДК 544.7
doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.006

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИОНОВ ФЛОТАЦИОННОЙ ПУЛЬПЫ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА АПАТИТА И КАЛЬЦИТА

Гульюзум Дамировна Кагарманова¹, Александр Васильевич Артемьев²

¹Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета,
Апатиты, Россия

²Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия

¹gulakagarmanova29@gmail.com

²a.artemev@ksc.ru

Аннотация

Представлены сведения о зависимости суспензионного эффекта апатита и кальцита в присутствии ионов флотационной пульпы. Показана возможность использования результатов pH-метрии для описания поверхностных свойств апатита и кальцита.

Ключевые слова:

апатит, кальцит, суспензионный эффект, изoadсорбционное состояние поверхности

Благодарности:

авторы выражают благодарность за помощь в проведении экспериментов сотрудникам лаборатории флотационных реагентов и обогащения комплексных руд Горного института КНЦ РАН.

Финансирование:

государственное задание по теме НИР № FMEZ-2022-0003.

Для цитирования:

Кагарманова Г. Д., Артемьев А. В. Оценка влияния ионов флотационной пульпы на поверхностные свойства апатита и кальцита // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14, № 5. С. 33–37. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.006.

Original article

EVALUATION OF THE EFFECT OF FLOTATION PULP IONS ON THE SURFACE PROPERTIES OF APATITE AND CALCITE

Gulyuzum D. Kagarmanova¹, Alexander V. Artemyev²

¹Apatity Branch of the Murmansk State Technical University, Apatity, Russia

²Mining Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

¹gulakagarmanova29@gmail.com

²a.artemev@ksc.ru

Abstract

The dependences of the suspension effect of apatite and calcite in the presence of ions of flotation pulp are presented. The possibility of using the results of pH-metry to describe the surface properties of apatite and calcite is shown.

Keywords:

apatite, calcite, suspension effect, isoadsorption state of the surface

Acknowledgment:

The authors express their gratitude for the help in conducting experiments to the staff of the laboratory of flotation reagents and enrichment of complex ores of the Mining Institute of the KNC RAS.

Financing:

State assignment on the topic of research No. FMEZ-2022-0003.

For citation:

Kagarmanova G. D., Artemyev A. V. Evaluation of the effect of flotation pulp ions on the surface properties of Apatite and Calcite // Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Engineering Sciences. 2023. Vol. 14, No. 5. P. 33–37. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.5.006.

Введение

Состояние поверхности минеральных частиц играет существенную роль в технологических процессах обогащательного производства — флотация, сгущение, водоподготовка и т. п. При флотации

в водной среде поверхность минерала заряжается за счет гидролиза и диссоциации поверхностных групп, селективной адсорбции определенных ионов из раствора. Для оценки и описания электрокинетических свойств минеральных частиц принято использовать величину ξ -потенциала, возникающего на границе скольжения дисперсных частиц [1–4]. На величину и знак ξ -потенциала влияют: pH, свойства минеральной поверхности, тип ионного обмена, концентрация ионов, диэлектрическая проницаемость раствора и температура, что объясняет большое количество различающихся данных [2, 4]. Кроме того, при сравнении результатов следует учитывать, с помощью какого метода был измерен ξ -потенциал.

Альтернативным способом для характеристики поверхности минералов можно рассматривать измерение суспензионного эффекта и определение точки изoadсорбционного состояния (ИАТ). Суспензионный эффект обусловлен той частью противоионов двойного электрического слоя, которые при разрушении ДЭС уходят вместе с частицами дисперсной фазы. Изоточка, полученная при pH-метрическом титровании, отвечает условию, когда гидролитическая адсорбция не происходит ($\Delta pH = 0$). Положение изоточки дает информацию о преобладании на поверхности центров основного ($pH_{ИАТ} > 7$) или кислотного ($pH_{ИАТ} < 7$) характера.

Традиционно pH-метрическое измерение суспензионного эффекта используют для определения изоэлектрической точки минералов, для которых потенциалопределяющими являются ионы H^+ и OH^- .

В настоящей работе рассмотрена возможность использования результатов оценки суспензионного эффекта для характеристики изменений поверхности апатита и кальцита под действием некоторых ионов флотационной пульпы.

Результаты исследований

Значение суспензионного эффекта определяли на образцах чистого апатита и кальцита, крупностью $-0,05$ мм. Методика измерения [5] заключалась в определении кислотности фильтратов суспензии двухчасового контакта с растворами электролита при различных начальных значениях pH. Для приготовления растворов использовали свежеперегнанную прокипяченную дистиллированную воду. Полученные зависимости СЭ (ΔpH) для апатита и кальцита представлены на рис. 1а и 2а, там же для сравнения приведены кривые зависимости от pH ξ -потенциала апатита и кальцита, имеющиеся в литературных источниках.

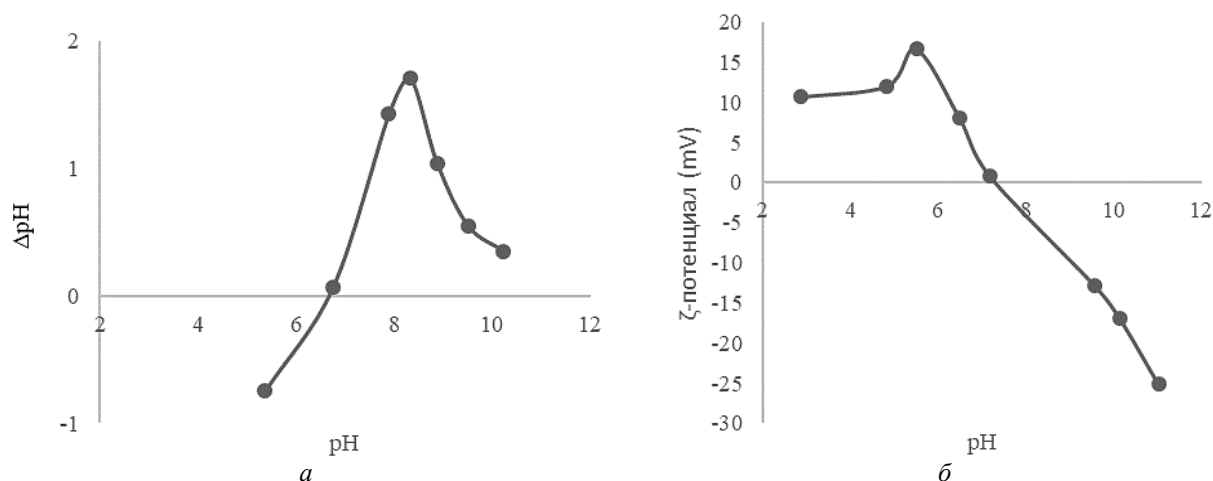


Рис. 1. Суспензионный эффект апатита (а) и ξ -потенциал синтетического гидроксиапатита (б) в зависимости от pH [4]

Согласно литературным данным [6], знак суспензионного эффекта противоположен знаку ξ -потенциала. Ионы H^+ и OH^- являются потенциалобразующими для рассматриваемых минералов, следовательно, оценка кислотно-основных свойств поверхности по данным измерения pH отражает

соотношение этих центров. Из графиков рис. 1 и 2 видно, что положение изоионных точек апатита и кальцита, полученных при измерении суспензионного эффекта, коррелирует с литературными данными. Поверхность апатита характеризуется небольшим избытком кислотных центров ($pH_{ИАТ} = 6,7$, рис. 1а), для кальцита свойственно значительное преобладание основных центров ($pH_{ИАТ} = 9,0$, рис. 2а). Гидролиз поверхностных ионов (рис. 3) объясняет знак суспензионного эффекта при погружении минерала в дистиллированную воду.

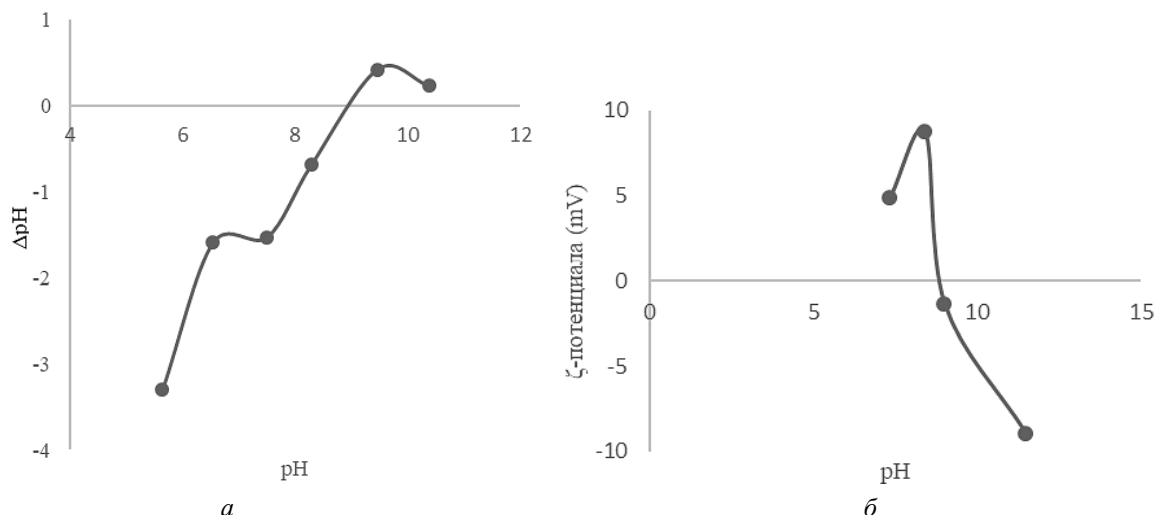


Рис. 2. Суспензионный эффект кальцита (а) и ζ -потенциал синтетического кальцита (б) в зависимости от pH [2]

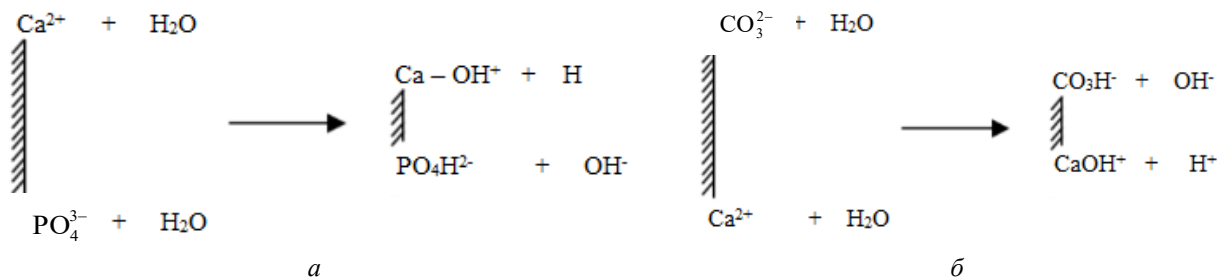


Рис. 3. Схема гидролиза ионов на поверхности апатита (а) и кальцита (б)

Известно, что кальцит является достаточно хорошо растворимым минералом, в результате чего в раствор переходят ионы Ca^{2+} и CO_3^{2-} , согласно чему, последние также считаются потенциалобразующими для кальцита, а значит, добавка их в жидкую фазу будет влиять на положение точки изoadсорбционного состояния и соотношение кислотно-основных центров на поверхности. На рис. 4 приведены результаты измерения суспензионного эффекта кальцита в присутствии ионов кальция и карбонат-ионов. Из данных рис. 4 видно: добавка в раствор ионов Ca^{2+} и CO_3^{2-} смещает положение изоточки в менее щелочную область, что свидетельствует об уменьшении количества основных центров на поверхности минерала, то есть ионы Ca^{2+} взаимодействуют с карбонатными ионами на поверхности, тем самым закрывают основной центр. Карбонат-ионы взаимодействуют с атомами кальция, и на поверхности появляются дополнительные центры с основными свойствами.

Для апатита потенциалобразующими ионами, помимо H^+ и OH^- , являются фосфат-ионы. На рис. 5 показаны зависимости СЭ апатита при добавлении в раствор гидрофосфата натрия. Последний выбран с учетом форм существования анионов фосфорной кислоты в зависимости от pH

раствора. Из данных рисунка следует, что при внесении гидрофосфат-ионов в раствор происходит их взаимодействие с катионами кальция, при этом на поверхности образуются дополнительные фосфатные группы, имеющие основной характер.

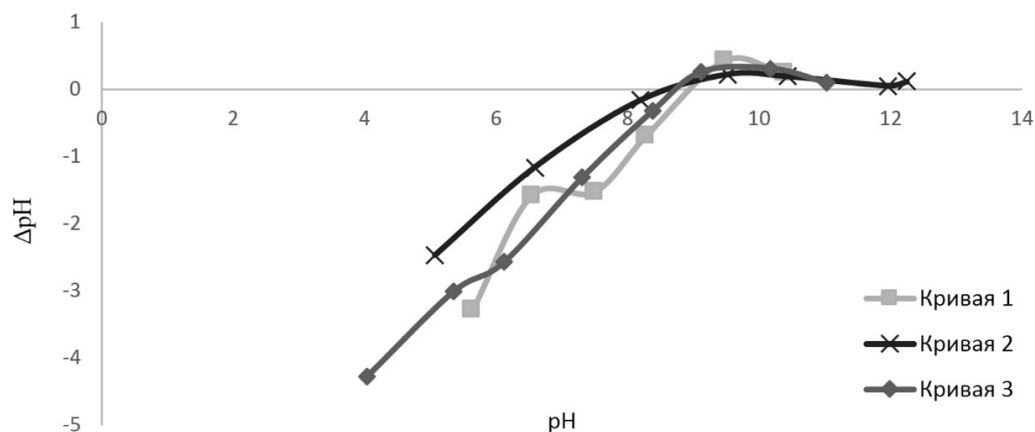


Рис. 4. Суспензионный эффект кальцита в присутствии ионов Ca^{2+} (40 мг/л) и CO_3^{2-} (40 мг/л).

Кривые: 1 — кальцит — дистиллированная вода; 2 — 40 мг/л CO_3^{2-} ; 3 — 40 мг/л Ca^{2+}

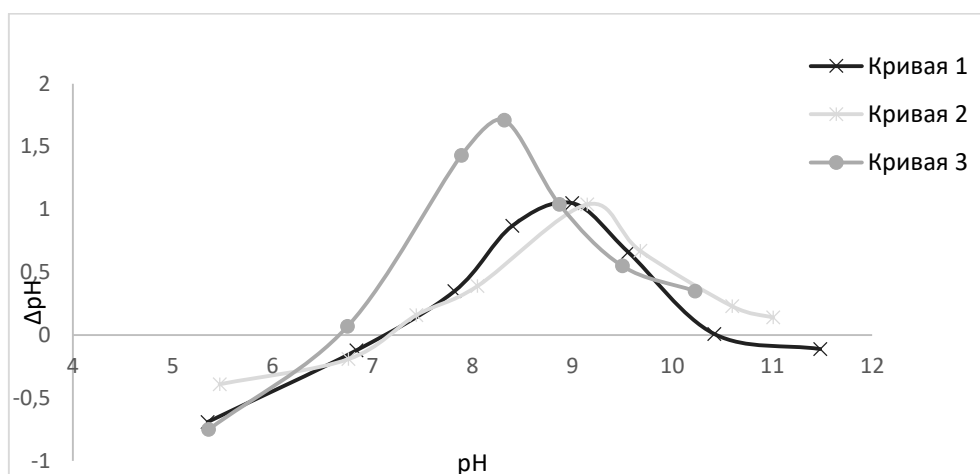


Рис. 5. Суспензионный эффект апатита в присутствии гидрофосфат-иона.

Кривые: 1, 2 — 50 и 100 мг/л HPO_4^{2-} соответственно; 3 — апатит — дистиллированная вода

Вывод

Измерение суспензионного эффекта можно использовать для оценки кислотно-основных свойств апатита и кальцита и характеризовать изменения поверхности под действием различных ионов.

Список источников

1. Amankonah J. O., Somasundaran P. Effects of dissolved mineral species on the electrokinetic behavior of calcite and apatite // Colloids Surf. 1985. Vol. 15. P. 335–353.
2. Al Mahrouqi D., Vinogradov J., Jackson M. D. Zeta potential of artificial and natural calcite in aqueous solution // Advances in Colloid and Interface Science. 2017. Vol. 240. P. 60–76. doi:10.1016/j.cis.2016.12.006.
3. Moulin P., Roques H. Zeta potential measurement of calcium carbonate // J. Colloid and Interface Science. 2003. Vol. 261. P. 115–126.

4. Somasundaran P., Wang Y.H.C. Surface chemical characteristics and adsorption properties of apatite // Adsorption on and Surface Chemistry of Hydroxyapatite / D.N. Misra (ed.). New York: Plenum Press, 1984. P. 129–149.
5. Теория и практика pH-метрического определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел / К. В. Иконникова и др. Томск: НИ ТПУ, 2011. 85 с.
6. Чернобережский Ю. М. Об исследовании суспензионного эффекта и устойчивости дисперсных систем в связи с их электроповерхностными свойствами // Вестник ЛГУ. 1981. № 4. С. 60–62.

References

1. Amankonah J. O.; Somasundaran P. Effects of dissolved mineral species on the electrokinetic behavior of calcite and apatite. *Colloids and Surfaces*, 1985, Vol. 15, pp. 335–353.
2. Al Mahrouqi D., Vinogradov J., Jackson M. D. Zeta potential of artificial and natural calcite in aqueous solution. *Advances in Colloid and Interface Science*, 2017, Vol. 240, pp. 60–76. doi:10.1016/j.cis.2016.12.006.
3. Moulin P., Roques H. Zeta potential measurement of calcium carbonate. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2003, Vol. 261, pp. 115–126.
4. Somasundaran P., Wang Y.H.C. Surface chemical characteristics and adsorption properties of apatite. *Adsorption on and Surface Chemistry of Hydroxyapatite*. New York, Plenum Press, 1984, pp. 129–149.
5. Ikonnikova K. V., Ikonnikova L. F., Minakova T. S., Sarkisov Yu. S. *Teoriya i praktika pH-metricheskogo opredeleniya kislотно-osnovnyh svoystv poverhnosti tverdyh tel* [Theory and practice of pH-metric determination of acid-base properties of the surface of solids]. Tomsk, NI TPU, 2011, 85 p.
6. Chernoberezhskij Yu. M. Ob issledovanii suspenzionnogo effekta i ustojchivosti dispersnyh sistem v svyazi s ih elektropoverhnostnymi svoystvami [On the study of the suspension effect and stability of dispersed systems in connection with their electrosurface properties]. *Vestnik LGU* [Bulletin of LSU], 1981, No. 4, pp. 60–62. (In Russ.).

Информация об авторах

Г. Д. Кагарманова — студент;

А. В. Артемьев — научный сотрудник.

Information about the authors

G. D. Kagarmanova — Student;

A. V. Artemyev — Researcher.

Статья поступила в редакцию 14.02.2023; одобрена после рецензирования 03.04.2023; принята к публикации 10.04.2023.
The article was submitted 14.02.2023; approved after reviewing 03.04.2023; accepted for publication 10.04.2023.