

А. В. Кырчиков*, Н. Л. Матушкин

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

*akirchikov@yandex.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук И. В. Логинова

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОЯВЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ГЕМАТИТА

Лабораторные исследования, проведенные на химическом реактиве — гематите, показали возможность менять его магнитные свойства после химико-термической обработки. Показано появление новых модификаций железосодержащих минералов, относящихся к акагениту. Применены физико-химические методы анализов, подтверждающие данные предположения. Сделан вывод, что температурная обработка гематита при спекании его со щелочью при различных температурах влияет на появление магнитных свойств получаемого образца.

Ключевые слова: гематит, акагенит, фазовый состав, магнитные свойства, удельная поверхность, спекание.

A. V. Kyrchikov, N. L. Matushkin

INFLUENCE OF THERMAL TREATMENT MODES ON THE APPEARANCE OF MAGNETIC PROPERTIES OF HEMATITIS

Laboratory studies conducted on a chemical reagent — hematite, have shown the possibility of changing its magnetic properties after chemical-thermal treatment. The appearance of new modifications of iron-containing minerals related to acagenite is shown. Physicochemical methods of analysis are used to confirm these assumptions. It is concluded that the temperature treatment of hematite upon sintering it with alkali at different temperatures influences the appearance of the magnetic properties of the resulting sample.

Key words: hematite, acagenite, phase composition, magnetic properties, specific surface, sintering.

Целью работы является разработка технического решения, обеспечивающего изменение свойств известных минералов, к которым, в частности, относится гематит — постоянный спутник бокситового сырья. Применение различных способов химико-термической обработки позволило получить изменение магнитных свойств данного минерала.

При разработке новой технологии переработки бокситового сырья [1–3], было обнаружено, что получаемые высокожелезистые красные шламы характеризуются высокой магнитной восприимчивостью. Напротив, заводские шламы, получаемые в настоящий момент на заводах, практически не обладают магнитной восприимчивостью в связи с тем, что основным железосодержащим продуктом в них является гематит.

Красный шлам, полученный в работе, содержит до 58 % оксида железа и 0,3 % Na_2O , и его можно классифицировать как богатую железную руду. Из такого шлама методом восстановления, например, в доменной или рудотермической печи возможно получить чугуны. Таким образом, возник вопрос, что происходит с минералами железа при новом способе обработки бокситового сырья [4]. Для изучения данного вопроса было решено провести в лаборатории исследования на чистом химическом реактиве — гематите, не обладающем магнитной восприимчивостью. Исследования проводили на химически чистом гематите, спекая его в лабораторных условиях с каустической щелочью с дальнейшим выщелачиванием полученного спека в воде. В результате полученный остаток после фильтрации и отмывки от щелочного раствора подвергали различным физико-химическим методам анализа в целях установления новых свойств полученного продукта. Было показано появление магнитных свойств и повышение удельной поверхности у продукта, обработанного при определенных термальных условиях. В процессе опыта, температуры спекания были 300 °С (образец 1), 500 °С (образец 2) и 700 °С (образец 3). Полученные образцы изучали на магнитную восприимчивость и удельную поверхность. С помощью рентгеноструктурного анализа твердой фазы удалось установить, что магнитной восприимчивостью обладает продукт, полученный при температуре спекания 300 °С (образец 1). Его отнесли к образованию из гематита нового соединения — акагенита ($\beta\text{-FeOOH}$). Остальные продукты данным свойством не обладали, причем было установлено, что полученные кристаллы образцов 3 имеют структуру гематита [5].

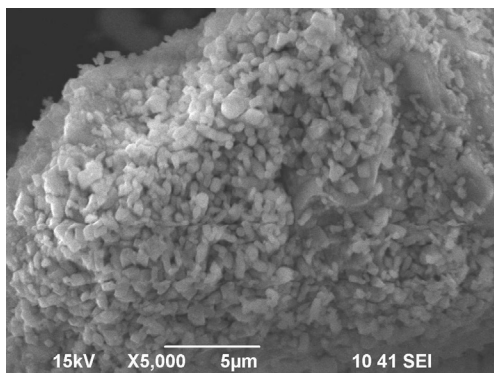
На рис. 1 представлена электронная микроскопия полученных продуктов, а на с. 15 показана их удельная поверхность ($\text{м}^2/\text{г}$), причем хорошо видно, что повышение температуры термической обработки образцов приводит к снижению их магнитных свойств и уменьшению удельной поверхности.

Таким образом, из представленных данных видно, что образец 1, полученный при температуре обработки 300 °С, обладает повышенной удельной поверхностью по сравнению с другими образцами. Повышение температуры термической обработки образцов приводит к умень-

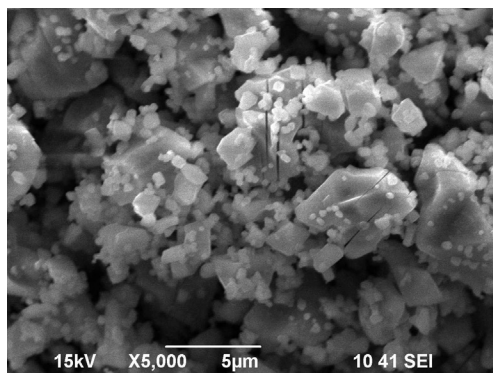
шению их удельной поверхности и возвращению в исходную структуру гематита. Синтезированные частицы β -FeOOH (акагенита) имеют высокую площадь поверхности с иерархической лесоподобной структурой, образованной за счет объединения и срастания наностержней акагенита (рис. 1, *a*).

Акагенит имеет технологическое значение в качестве катализаторов, сорбентов, пигментов, флокулянтов, покрытий, газовых датчиков и селективных анионообменных материалов [6, 7]. Поэтому получение его таким образом имеет практический интерес.

a



б



в

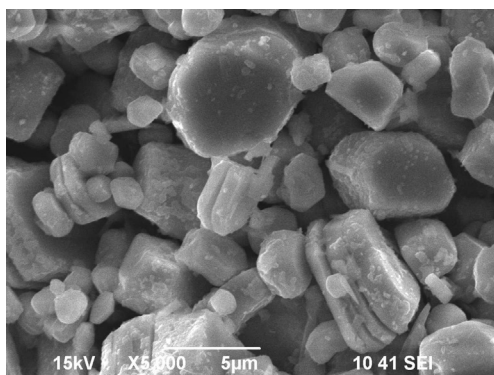


Рис. 1. Электронная микроскопия образца 1 (*a*), 2 (*б*) и 3 (*в*)

На рис. 2 приведены ИК-спектры полученных образцов, на котором хорошо видно, что образец 1 в своей структуре имеет гидроксильные ионы OH^- ($3000\text{--}3500\text{ см}^{-1}$), на других образцах они отсутствуют. На электронной микрофотографии образца 2 и 3 (рис. 1, *б* и *в*) хорошо просматриваются кристаллы гематита в виде мелких таблитчатых чешуек [5, с. 71].

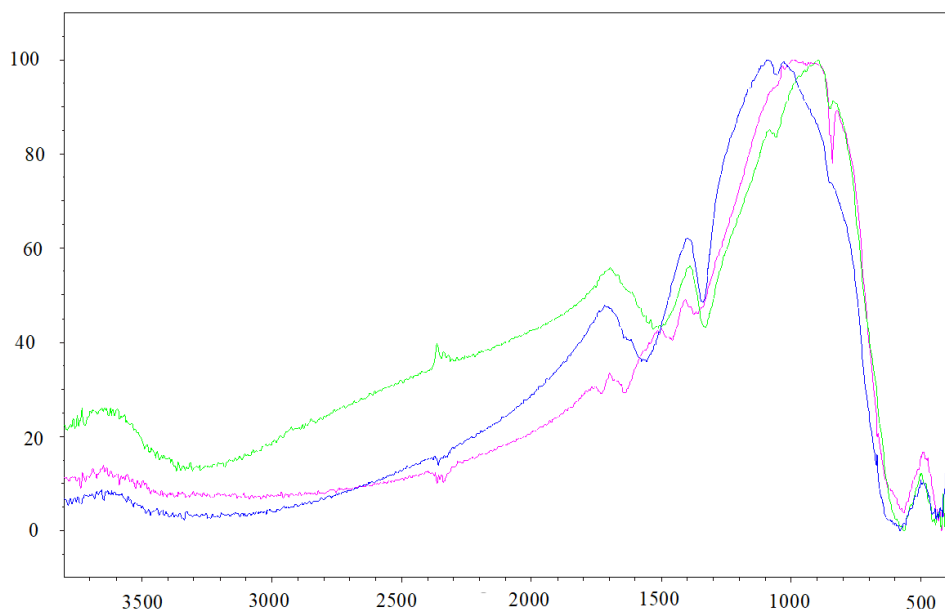


Рис. 2. ИК-спектры трех образцов:
1 — зеленый; 2 — синий; 3 — розовый

Результаты определения удельной поверхности, $\text{м}^2/\text{г}$, образцов 1, 2, 3:

Образец	1	2	3
Удельная поверхность	62,6510	6,3962	1,9815

Таким образом, проведенные исследования с помощью метода химико-термической обработки гематита показали принципиальную возможность изменять физические свойства минерала с получением его новых характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Логинова И. В., Шопперт А. А., Лысова И. С. Изучение возможности комплексной переработки бокситового сырья на примере бокситов Средне-Тиманского месторождения // *Металлургия легких и тугоплавких металлов: материалы III Междунар. науч.-техн. конф.* Екатеринбург, 2014. С. 48–54.
- 2 Логинова И. В. Изучение вопроса комплексной переработки бокситов Средне-Тиманского месторождения / И. В. Логинова [и др.] // *Известия вузов. Цветная металлургия.* 2013. № 1. С. 27–32.
- 3 Investigation into the Question of Complex Processing of Bauxites of the Srednetimanskoe Deposit / I. V. Loginova [et al.] // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals.* 2013. V. 54, № 2. P. 143–147.

- 4 Способ переработки бокситов на глинозем : пат. 2494965 Рос. Федерация : МПК С 01 F 7/06, С 01 F 7/14/Логинова И. В., Логинов Ю. Н., Кырчиков А. В. ; Уральский федеральный университет. № 2012107941/02 ; заявл. 01.03.12 ; опубл. 10.10.13, Бюл. № 28. 6 с.
- 5 Ни Л. П., Халяпина О. Б. Физико-химические свойства сырья и продуктов глиноземного производства. Алма-Ата : Наука. КазССР, 1978. 247 с.
- 6 Narena G. Adsorption kinetics of silicic acid on akaganeite // *Journal of Colloid and Interface Science*. 2013. V. 399. P. 87–91.
- 7 Yuan Z. Y., Su B. L. Surfactant-assisted nanoparticle assembly of mesoporous β -FeOOH (akaganeite) // *Chemical Physics Letters*. 2003. V. 381. P. 710–714.