ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ НА СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕНТОНИТА

Машарипова Зулфира Рахимбаевна
E-mail: zulfiramasharipova5@gmail.com
Хайдаров Дилшод
Машарипов Камолбек Купалович
Кенжаев Азамат Бахтиярович
Мамадолиев Икромжон Илхомидинович
Эшметов Расул Жумязович
Абдикамалова Азиза Бахтияровна
Кулдашева Шахноза Абдулазизовна
ЎзРФА Институт общей и неорганической химии, Университета Мамун, медицинской и биологической химии Университета, Ташкентский международный университет Кимё филиал Самарканд, Термезского педагогического института

Аннотация. Приводятся результаты получения обогащённого бентонита Логонского месторождения методом водного диспергирования с ультразвуковой обработкой и последующим седиментационным разделением. Описаны условия выделения тонкодисперсной монтмориллонитовой фракции, центрифугирования, промывки, сушки и стандартизации гранулометрического состава. Показано, что обогащение сопровождается снижением доли примесных минералов по данным изменения оксидного состава и уменьшением карбонатной составляющей, а также ростом содержания связанной воды. Установлено увеличение суммарной катионообменной ёмкости, что указывает на повышение функциональной активности материала и его перспективность в качестве основы для последующей модификации и применения в сорбционно-ионообменных технологиях очистки водных сред.

Ключевые слова: бентонит, монтмориллонит, обогащение, ультразвуковая обработка, седиментация, гранулометрический состав, оксидный состав, катионообменная ёмкость, сорбция, очистка воды

Annotatsiya. Ushbu ishda Logon koni bentonitini ultratovushli ishlov berish bilan suvda dispersiyalash va keyingi sedimentatsion ajratish usuli orqali boyitish natijalari keltirilgan. Mayda dispersiyalangan montmorillonit fraksiyasini ajratib olish, sentrifugalash, yuvish, quritish hamda granulometrik tarkibni standartlashtirish sharoitlari tavsiflangan.

ISSN 3030-3907

Boyitish jarayoni oksid tarkibining o‘zgarishi asosida qo‘shimcha (aralashma) minerallar ulushining kamayishi, karbonat tarkibiy qismining qisqarishi, shuningdek bog‘langan suv miqdorining ortishi bilan kechishi ko‘rsatilgan.
Umumiy kation-almashinish sig‘imining oshishi aniqlangan bo‘lib, bu materialning funksional faolligi ortganini hamda uni keyingi modifikatsiya qilish va suv muhitlarini tozalashda sorbsiya–ion-almashinish texnologiyalarida qo‘llash uchun istiqbolli asos ekanini ko‘rsatadi.
Kalit so‘zlar: bentonit, montmorillonit, boyitish, ultratovushli ishlov berish, sedimentatsiya, granulometrik tarkib, oksid tarkibi, kation-almashinish sig‘imi, sorbsiya, suvni tozalash.
Abstract. This paper presents the results of enrichment of bentonite from the Logon deposit by aqueous dispersion with ultrasonic treatment followed by sedimentation separation. The conditions for the isolation of a fine-dispersed montmorillonite fraction, centrifugation, washing, drying, and standardization of the particle size distribution are described. It is shown that the enrichment process is accompanied by a decrease in the content of impurity minerals, as evidenced by changes in the oxide composition, a reduction in the carbonate component, as well as an increase in the content of bound water. An increase in the total cation exchange capacity has been established, indicating enhanced functional activity of the material and its перспективность as a basis for subsequent modification and application in sorption–ion exchange technologies for water purification.
Keywords: bentonite, montmorillonite, enrichment, ultrasonic treatment, sedimentation, particle size distribution, oxide composition, cation exchange capacity, sorption, water purification.

ВВЕДЕНИЕ

Бентонитовые глины, основу которых составляет монтмориллонит, относятся к наиболее доступным природным алюмосиликатам с выраженными сорбционными и ионообменными свойствами [1-3]. Благодаря развитой удельной поверхности, слоистой структуре и наличию обменных катионов такие материалы широко рассматриваются как эффективные компоненты для очистки водных сред, получения неорганических композитов и функциональных сорбентов. Вместе с тем природные бентониты, как правило, содержат примесные минералы (кварц, полевые шпаты, карбонаты, оксиды железа и др.), которые снижают долю активной монтмориллонитовой фазы, ухудшают воспроизводимость свойств и ограничивают технологическое применение [4-7].

Одним из наиболее рациональных подходов к повышению активности природного сырья является предварительное обогащение, направленное на

ISSN 3030-3907

удаление механических и минеральных примесей и концентрирование тонкодисперсной монтмориллонитовой фракции. Использование диспергирования в водной среде, ультразвуковой активации и седиментационного разделения позволяет эффективно разрушать агрегаты, ускорять разделение фаз и получать материал со стандартизированной гранулометрией [8-12].

Целью настоящей статьи является получение обогащённого бентонита Логонского месторождения и оценка влияния обогащения на его химический состав и катионообменные характеристики как ключевые показатели функциональной пригодности для последующей модификации и практического применения в сорбционно-ионообменных технологиях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Подготовка образцов бентонита и выполнение количественных и качественных анализов проводились по ГОСТ 28177-89.

Для обогащения предварительно очищенную от механических примесей сухую глину Логонского месторождения диспергировали в дистиллированной воде при соотношении твёрдое:жидкое 1:5–1:10. Суспензию подвергали ультразвуковой обработке (35 кГц, 30 мин) для разрушения агрегатов и повышения эффективности отделения монтмориллонита от тяжёлых минеральных включений.

После ультразвука суспензию отстаивали 1–10 суток при комнатной температуре в высоких стеклянных цилиндрах до расслоения; верхнюю коллоидную фракцию отделяли декантацией. Твёрдую фазу выделяли центрифугированием (DIAB DM0412, 4000 об/мин, 10 мин), осадок промывали дистиллированной водой до нейтрального pH, сушили при 100±2 °C в течение 12 ч, затем измельчали (IKA M 20, до 20000 об/мин) и просеивали через вибросито № 0,063 мм (SY300). Получали обогащённый бентонит со стандартизированной гранулометрической фракцией, пригодный для последующей щелочной или органической модификации.

Ситовой анализ выполняли на наборе стандартных сит (1,0–0,063 мм): навеску 100 г просеивали 10 мин на вибросите, фракции взвешивали и рассчитывали их процентное содержание.

Для оценки КОЕ были количественно определены основные обменные катионы: Na^+ и K^+ в соответствии с ГОСТ 3594.3-93, а также Ca^{2+} и Mg^{2+} по методике ГОСТ 3594.2-93. На основе полученных результатов рассчитывались суммарные значения катионообменной ёмкости до и после обогащения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ISSN 3030-3907

Химический состав исходной природной глины Логонского месторождения после удаления грубодисперсных механических примесей, а также состава полученной после обогащения тонкодисперсной монтмориллонитовой фракции, представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Оксидный состав (масс. %) ЛБ и его активированной формы

Оксиды	Природный	Обогащенный
SiO_2	61,33	58,36
Al_2O_3	14,26	15,67
Fe_2O_3	3,12	2,51
TiO_2	0,11	0,03
MgO	1,01	1,21
MnO	0,09	0,12
CaO	0,29	0,33
Na_2O	1,35	1,01
K_2O	1,43	1,22
P_2O_5	1,41	1,16
SO_3	0,01	0,01
H_2O	6,02	8,25
CO_2	1,01	0,56
п.п.п.	8,56	9,56

Данные табл. 1 показывают, что обогащение ЛБ приводит к росту доли монтмориллонитовой фазы и снижению содержания примесей. Отмечено увеличение Al_2O_3 (с 14,26 до 15,67%) при одновременном снижении SiO_2 (от 61,33 до 58,36%), что указывает на уменьшение кварцевых включений. Содержание Fe_2O_3 также уменьшается (от 3,12 до 2,51%), как и TiO_2 (от 0,11 до 0,03%) и P_2O_5 (от 1,41 до 1,16%), что подтверждает удаление примесных минералов при седиментации.

Небольшой рост MgO (1,01 до 1,21%) и MnO (0,09 до 0,12%) можно связать с относительным обогащением глинистой составляющей. Снижение Na_2O (1,35 до 1,01%) и K_2O (1,43 до 1,22%) отражает вымывание легкорастворимых солей и частичную дессорбцию обменных катионов. Увеличение H_2O (6,02 до 8,25%) и п.п.п. (8,56 до 9,56%) соответствует росту доли гидратированных глинистых фаз, тогда как уменьшение CO_2 (1,01 до 0,56%) свидетельствует об удалении карбонатных примесей.

Обогащение ЛБ привело к изменению как минералогического, так и гранулометрического состава материала. В результате удаления

ISSN 3030-3907

грубодисперсных примесей и выделения монтмориллонитовой фракции наблюдается повышение однородности и степени дисперсности образцов, что положительно влияет на их дальнейшую модификацию и сорбционные характеристики.

Полученные данные представлены на рис. 1 и табл. 2.

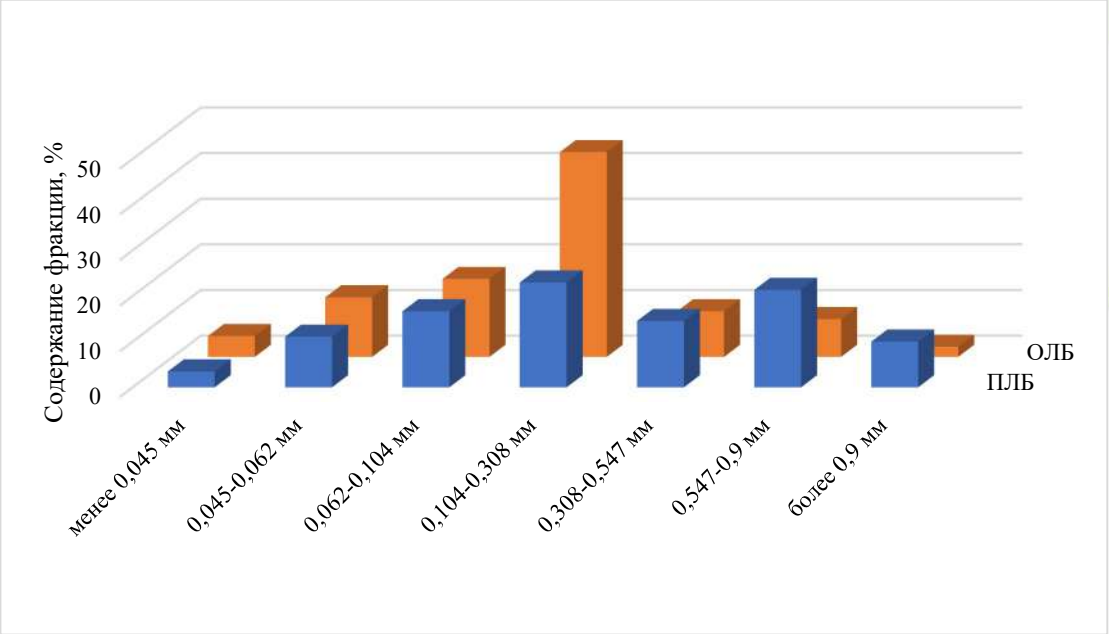


Рис. 1. Дисперсионный состав образцов.

Анализ представленных данных (рис. 1) свидетельствует о существенном изменении дисперсионного состава ЛБ в результате обогащения. Наиболее заметное различие наблюдается в диапазоне фракций 0,104-0,308 мм, где доля частиц в обогащённом образце составляет 44,85 % по сравнению с 22,96 % в природной глине. Это указывает на эффективное выделение монтмориллонитовой фракции, обладающей данной размерностью, что характерно для тонкодисперсных частиц.

Снижение содержания более крупных фракций также подтверждает эффективность проведённой обработки. Так, содержание частиц размером более 0,9 мм уменьшилось с 10,0 до 2,21 %, а доля фракции 0,547-0,9 мм – с 21,33 до 8,28 %. Эти изменения свидетельствуют о значительном удалении грубодисперсных включений, таких как кварц, кальцит и другие примеси, не входящие в структуру монтмориллонита.

Несмотря на обогащение, незначительное увеличение наблюдается и в содержании самой мелкой фракции (менее 0,045 мм) с 3,46 до 4,56 %, что, вероятно, связано с фрагментацией частиц при механической обработке или с сохранением коллоидной фракции монтмориллонита. Также отмечается умеренное увеличение в диапазоне 0,045-0,104 мм.

Сравнительный анализ КОЕ приведён в табл. 3.

ISSN 3030-3907

Таблица 3.

Катионообменный комплекс обогащенного ЛБ, мг*экв/100 г

Образец	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$\Sigma_{катион}$
ПЛБ	16,525	4,236	28,951	11,636	61,348
ОЛБ	18,965	6,565	39,256	18,381	83,167

Данные табл. 3 показывают, что после обогащения ЛБ суммарная катионообменная ёмкость увеличилась с 61,35 до 83,17 мг·экв/100 г (более чем на 35%). Наибольший вклад в рост КОЕ дают Na^{+} и K^{+}: содержание Na^{+} увеличилось с 28,95 до 39,26, а K^{+} с 11,64 до 18,38 мг·экв/100 г, что указывает на повышение доли активной монтмориллонитовой фазы. Одновременно зафиксировано увеличение Ca^{2+} и Mg^{2+}, что, вероятно, связано с высвобождением обменных катионов при диспергировании и удалении инертных примесей. В целом обогащение приводит к заметному усилению ионообменных свойств материала и повышает его перспективность как сорбционно-ионообменного компонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое обогащение бентонита Логонского месторождения обеспечивает удаление инертных примесей и увеличение доли монтмориллонитовой фазы, что подтверждается изменениями оксидного состава, ростом содержания связанной воды и снижением карбонатной составляющей. Существенное повышение катионообменной ёмкости свидетельствует об усилении функциональной активности обогащённого материала. Полученный бентонит со стандартизированной гранулометрией может рассматриваться как перспективная основа для последующей модификации и применения в сорбционно-ионообменных технологиях очистки водных сред.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mukasa-Tebandeke, I. Z., Ssebuwufu, P. J. M., Schumann, A. и др. Upgrading and characterization of smectite from selected volcanic sediments of Eastern Uganda // International Journal of Mineral Processing. – 2015. – Т. 141. – С. 88-94.

2. Murray, H. H. Applied clay mineralogy: occurrences, processing and applications of kaolins, bentonites, palygorskite-sepiolite, and common clays. – Amsterdam: Elsevier, 2007. – 180 с.

3. Guggenheim, S., Martin, R. T. Definition of smectite clay minerals // Clays and Clay Minerals. – 1995. – Т. 43, № 2. – С. 255-256.

ISSN 3030-3907

4. Mermut, A. R., Lagaly, G. Baseline studies of the clay minerals society source clays: layer-charge determination and characteristics of those minerals // Clays and Clay Minerals. – 2001. – T. 49, № 5. – C. 393-398.
5. Moore, D. M., Reynolds, R. C. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. – New York: Oxford University Press, 1997. – 378 c.
6. Eberl, D. D., Drits, V. A., Srodon, J. Deducing growth mechanisms for minerals from the shapes of crystal size distributions // American Journal of Science. – 1998. – T. 298, № 6. – C. 499-533.
7. Keller, W. D. Surface area, porosity, and adsorption properties of clays // Clays and Clay Minerals. – 1955. – T. 4, № 1. – C. 23-25.
8. van Olphen, H. An introduction to clay colloid chemistry. – New York: Wiley, 1977. – 318 c.
9. Cohen, J. M., Mercer, P. F. Adsorption characteristics of bentonite clay and their relation to surface properties // Surface and Colloid Science. – 1992. – T. 10, № 3. – C. 201-215.
10. Murray, H. H., Bundy, W. M., Harvey; C. C. Kaolin, bentonite, and silica sand deposits in the United States: a review // Applied Clay Science. – 2000. – T. 18, № 1-2. – C. 111-124.
11. Paterson, D. M., Hagerty, R. Bentonite clay and its industrial applications // Industrial Minerals. – 2008. – T. 23, № 4. – C. 11-19.
12. Churchman, G. J., Carr, R. M. The definition and assessment of clay materials for industrial applications // Applied Clay Science. – 2013. – T. 84. – C. 76-82.

ISSN 3030-3907