ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН В СОСТАВАХ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ

© С.-А. Ю. Муртазаев, М. С. Сайдумов, М. Ш. Саламанова, З. Ш. Гацаев
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В работе представлен опыт практического использования бентонитовых глин, свидетельствующий о широком его применении во многих областях промышленности, и в частности в строительной индустрии, как перспективный материал для получения современных строительных композитов. Исследованиям подвергались бентониты местной сырьевой базы, на основании которых представлены результаты отбора проб, энергодисперсионный микроанализ и химический состав. Проведенные исследования подтверждают наличие необходимого оксидного и минерального составов, что позволит в дальнейшем получать строительные композиты, активированные щелочным затворителем.

Ключевые слова: бентонитовые глины, монтмориллонит, химический состав, минерал, адсорбент, влагопоглощение.

Бентонитовые глины (бентониты) можно считать уникальным природным сырьевым материалом, который формировался на протяжении миллионов лет и является ценным ресурсом во многих областях промышленности. Благодаря таким качествам, как водопоглощающая, ионообменная и адсорбирующая способности, антибактерицидное действие, отбеливающий эффект, обоснована возможность применения бентонита в металлургии в виде связующего в формовочных массах, при добыче и переработке нефти, для цементирования скважин и приготовления катализаторов, в сельском хозяйстве при организации мероприятий по уничтожению вредителей зеленых насаждений, при очистке грунтовых и сточных вод, при производстве бумажно-целлюлозной продукции, ликвидации жидких радиоактивных отходов, при производстве косметической и лечебной глины в косметологии и фармации.

Эпоха практического применения бентонитовых глин началась в 19 веке в Бентоне (США), после чего интерес к ним вырос, и месторождения этого природного материала были разведаны во многих уголках планеты. Самыми большими запасами бентонита обладают Китай, США и Турция. В нашей стране открыто много месторождений бентонитовых

глин, но самые известные в Западной и Восточной Сибири, Курганской области [1-3].

Для того чтобы в полной мере понять, чем обусловлен спрос на эту горную породу осадочного происхождения, необходимо изучить ее минералогию и строение. Бентониты можно отнести к группе глинистых тонкодисперсных пород, с преобладанием в составе такого минерала, как монтмориллонит (60-70%). А как известно из проведенных ранее исследований [4, 6, 8, 9], именно порообразующий минерал монтмориллонит способствует высокой связующей способности, разбуханию, адсорбции и каталитической активности. Присутствие примесей в виде гидрослюда, цеолитов, каолинита только усиливает эти качества. Монтмориллонитовый минерал можно выразить следующей формулой: $(\text{Na}, \text{Ca})_{0,33} (\text{Al}, \text{Mg})_2 (\text{Si}_4 \text{O}_{10}) (\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Химический состав отличается нестабильностью и зависит в основном от содержания воды (%): SiO_2 - 48-56, Al_2O_3 - 11-22, Fe_2O_3 - 5, MgO - 4-9, CaO - 0,8-3,5, H_2O - 12-24 [5, 7].

Отличительной способностью монтмориллонита является слоистая кристаллическая структура в виде трехслойного пакета, образуемого изоморфными замещениями в октаэдрической решетке: $\text{Al}^{3+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Li}^+$. Сформированные таким образом пакеты

а)

б)

в)

г)

д)

е)

Рис. 1. Bentonитовые глины месторождения Катаяма (а); Сервноводск (б); процесс отбора проб материала (в, г); цветовые различия образцов (д, е)

соединяются между собой через микропористую прослойку, образуя слоистые структуры, именно это и обуславливает повышенную гидрофильность и разбухающий эффект [1, 5].

Приведенные сведения подтверждают востребованность и популярность этого материала, что и подтолкнуло исследователей Грозненского государственного нефтяного технического университета имени академика М.Д. Миллионщикова на поиск возможных путей использования монтмориллонитовых

глин в строительстве, так как в Чеченской Республике также существует несколько известных месторождений бентонита. Бентонитовые глины обладают алюмосиликатным составом, который является ключевым звеном в формировании структуры и прочности вяжущих связей щелочной активации, поэтому эта добавка вызвала особый интерес.

Отбор проб исследуемого материала проводился с месторождений Катаяма и Серноводск, для чего приходилось извлекать глину

Рис. 2. Энергодисперсионный микроанализ бентонита месторождений ЧР

Таблица 2.

Химический состав бентонитовых глин

Оксиды	Месторождение	
	Катаяма	Серноводск
SiO ₂	63,38	60,12
Al ₂ O ₃	18,09	17,01
Fe ₂ O ₃	9,15	6,36
CaO	1,42	12,32
K ₂ O	2,41	1,12
MgO	1,36	1,43
TiO ₂	0,98	0,82
Na ₂ O	2,38	0,62
CoO	0,5	0,21

(массой более 10 кг с разных участков), выкапывая ямы глубиной более 1 метра (рисунок 1).

Визуальный осмотр образцов бентонитов показал, что исследуемые породы отличаются слоистой текстурой (толщина слоя в среднем до 5 см), достаточным разнообразием цветовых окрасок, от светло-желтого до буро-красного, что свидетельствует о наличии примесей железа, марганца и других соединений.

Отобранные пробы бентонита исследовались методом растровой электронной микроскопии на микроскопе Quanta 200i 3D (США) с интегрированной системой микроанализа Genesis Apex 2 EDS от EDAX (рисунок 2).

Энергодисперсионный микроанализ бентонита местных месторождений показал явное преобладание алюмосиликатов в структуре, обнаружено присутствие различного оксидного состава (таблица 1). Химический состав позволяет провести сравнительный анализ исследуемых монтмориллонитовых глин, бентониты месторождения Катаяма отличаются более высоким содержанием алюмосиликатных оксидов до 18%, но щелочных оксидов обнаружено до 2,4%. В бентонитах месторождения Серноводск сравнительно высокое содержание щелочноземельных оксидов до 12,3%. Полученные результаты показали, что бентонитовые глины месторождения Катаяма можно отнести к щелочному типу, а месторождения Серноводск – кальциевому. Полученные зако-

номерности позволят моделировать свойства строительных композитов с учетом исходных параметров для создания долговечных материалов щелочного затворения.

Микрофотографии зерен бентонитовых глин при различном увеличении (рисунок 3) подтверждают скрытокристаллическое, пластинчатое строение минералов, игольчатые чешуйки указывают на наличие цеолитовых соединений.

Как отмечалось ранее, бентонитовые глины имеют способность к самораспусканию в воде с образованием глиняных суспензий, для оценки гидрофильности исследуемого материала куски отобранных проб бентонита помещались в стеклянный сосуд и затворялись водой на несколько часов для получения однородной жидкой массы. Необходимо отметить, что процесс диспергации бентонитовых частиц и отделения различных примесей происходил достаточно быстро, в течение 3,5 часов образовался разбухший шлам, на дне сосуда наблюдалось присутствие примесей кварцевых частиц. Через 5 часов диспергации объем бентонитового шлама увеличивался на 15%, в глинах месторождения Катаяма этот эффект явно преобладал, а как было отмечено, они относятся к щелочному натриевому типу бентонитов. Следовательно, бентониты натриевого типа служат более лучшими адсорбентами, по сравнению с кальциевыми бентонитами.

Рис. 3. Микрофотографии частиц бентонитовых глин при различном увеличении

Проведенные исследования местных бентонитовых глин показали, что данный материал можно использовать в качестве связующего сложной многокомпонентной системы с последующей их активацией щелочным раствором. Таким образом, бентонит, широко применяющийся в строительстве зданий различного

назначения (автомобильные и железные дороги, взлетные полосы, гидротехнические сооружения типа водохранилищ, водоемов и бассейнов, полигоны по захоронению бытовых, промышленных, радиоактивных и токсичных отходов), гарантированно найдет еще одну сферу своего практического использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перспективы использования термоактивированного сырья алюмосиликатной природы [Текст] / Муртазаев С.-А. Ю., Саламанова М. Ш. // Приволжский научный журнал. 2018. № 2 (Т. 46). С. 65-70.
2. Murtazayev S- A. Yu., Salamanova M. Sh., Mintsaeв M. Sh., Bisultanov R. G. Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging (Мелкозернистые бетоны на основе вяжущих щелочной активации) Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. P. 500-503.
3. Bataev D. K-S., Murtazayev S- A. Yu., Salamanova M. Sh., Viskhanov S. S. Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders (Использование цементной пыли в производстве бесклнкерных вяжущих щелочной активации) / Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. P. 457-460.
4. Строительные материалы на основе жидкого стекла [Текст] / Солдатов А. А., Сапиев И. В., Жаров М. А., Абдураимов М. А. // Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности: Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета / Н. И. Стоянов (отв. ред.). 2016. С. 192-195.
5. Саламанова М. Ш. Муртазаев С.-А. Ю. Цементы щелочной активации: возможность снижения энергоемкости получения строительных композитов [Текст] // Строительные материалы. 2019. № 7. С. 32-41.

6. Obata A., Kasuga, T., Jones, J. R. Hydroxyapatite Coatings Incorporating Silicon Ion Releasing System on Titanium Prepared Using Water Glass and Vaterite. *Journal of the American Ceramic Society*. 2011. Vol. 94. Iss. 7. P. 2074-2079.
7. Murtazayev S- A. Yu., Salamanova M. Sh., Mintsaeв M. Sh., Bisultanov R. G. Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging (Мелкозернистые бетоны на основе вяжущих щелочной активации) *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. P. 500-503.*
8. Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T. On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete // *MATEC Web of Conferences* 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. C. 04018.
9. Stelmakh S. A., Nazhnev M. P., Shcherban E. M., Yanovskaya A. V., Cherpakov A. V. Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures. *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule. Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. C. 337.*

PROSPECTS FOR USING BENTONITE CLAYS IN CONCRETE COMPOSITES

© S. A. Yu. Murtazaev, M. S. Saydumov, M. Sh. Salamanova, Z. Sh. Gatsaev
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The paper presents the experience of the practical use of bentonite clays, which indicates its widespread use in many areas of industry, and in particular in the construction industry, as a promising material for obtaining modern building composites. The bentonites of the local raw material base were studied, on the basis of which the results of sampling, energy dispersive microanalysis and chemical composition are presented. The studies carried out confirm the presence of the necessary oxide and mineral compositions, which will allow in the future to obtain building composites activated with an alkaline grout.

Keywords: bentonite clays, montmorillonite, chemical composition, mineral, adsorbent, moisture absorption

REFERENCES

1. Murtazaev, S. A. Yu. and Salamanova, M. Sh. (2018) 'Perspektivy ispol'zovaniya termoaktivirovannogo syr'ya alyumosilikatnoi prirody'. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal*. [Prospects for the use of thermally activated raw materials of aluminosilicate nature]. *Volga Scientific Journal*. No. 2 (T. 46). Pp. 65-70.
2. Murtazayev, S- A. Yu., Salamanova, M. Sh., Mintsaeв M. Sh., and Bisultanov, R. G. 'Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019). Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 500-503.*

3. Bataev, D. K-S., Murtazayev, S-A. Yu., Salamanova, M. Sh. and Viskhanov, S. S. 'Utilization of Cement Kiln Dust in Production of Alkali-Activated Clinker-Free Binders'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H.I. Ibragimov (ISEES 2019)*. Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 457-460.
4. Soldatov, A. A. Sariev, I. V., Zharov, M. A. and Abduraimova, M. A. (2016) 'Building materials based on liquid glass' [Text]. *In the collection: Actual problems of construction, transport, engineering and technosphere safety. Materials of the IVth annual scientific and practical conference of the North Caucasus Federal University. N.I. Stoyanov* (executive editor). pp. 192-195.
5. Salamanova, M. Sh. and Murtazaev, S.A. Yu. (2019) 'Cements of alkaline activation: the possibility of reducing the energy intensity of obtaining building composites'. *Building materials*. No. 7. Pp. 32-41.
6. Obata, A., Kasuga, T. and Jones, J. R. (2011). 'Hydroxyapatite Coatings Incorporating Silicon Ion Releasing System on Titanium Prepared Using Water Glass and Vaterite'. *Journal of the American Ceramic Society*. Vol. 94. Iss. 7. Pp. 2074-2079.
7. Murtazayev, S-A. Yu., Salamanova, M. Sh., Mintshev, M. Sh. and Bisultanov, R. G. 'Fine-Grained Concretes with Clinker-Free Binders on an Alkali Gauging'. *Proceedings of the International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of H. I. Ibragimov (ISEES 2019)*. Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST). April 2019. Vol. 1. Pp. 500-503.
8. Nesvetaev, G., Koryanova, Y. and Zhilnikova, T. (2018) 'On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete' *MATEC Web of Conferences 27. Ser. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018"*. P. 04018.
9. Stelmakh, S. A., Nazhnev, M. P., Shcherban, E. M., Yanovskaya, A. V. and Cherpakov A. V. (2018) 'Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures' *Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule*. Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. Pp. 337.