

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-5-128-134

***Везенцев А. И., Воловичева Н.А., Королькова С.В., Аль-Атея А.Т.**
Белгородский государственный национальный исследовательский университет
*E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛЬ-НАДЖАФ (ИРАК)

Аннотация. Проведено комплексное исследование вещественного состава глинистого сырья месторождения Аль-Наджаф (Ирак), принадлежащего к осадочным отложениям Даммамской свиты. Особенности химического и фазового составов породы установлены с использованием рентгенофазового, энергодисперсионного, микрорентгеноспектрального, электронно-микроскопического и термобариметрического методов анализа. С помощью энергодисперсионно-спектрального анализа в исследованной глине наряду с типичным для алюмосиликатов элементным составом, обнаружено присутствие титана в качестве примесного элемента. В то же время зафиксировано высокое суммарное содержание оксидов щелочных и щелочноземельных металлов (CaO, Na₂O, K₂O), составляющее более 5,0 масс. %. Выявлено, что исследованный образец имеет полиминеральный состав, основными породообразующими минералами являются каолинит, иллит и монтмориллонит. Суммарная доля глинистой составляющей более 82 масс. %. Содержание глинистых частиц, относящихся к высоко- и среднedisперсионной фракциям (размер 10 мкм и менее) составляет свыше 60 масс. %. Средний размер частиц, слагающих исследованную глину, составляет порядка 32,0 мкм. На основании данных о химическом, минералогическом и гранулометрическом составе образца сделано заключение о потенциальной пригодности исследованной глины как сорбционно-активного материала, а также в производстве портландцемента и изделий грубой керамики.

Ключевые слова: каолинит, иллит, монтмориллонит, рентгенофазовый анализ, энергодисперсионный метод, электронно-микроскопический анализ, термобариметрический анализ.

Введение. В современном мире поиск путей регенерации сточных вод по-прежнему остается одним из глобальных научных аспектов, над которым работают во всех странах. Как для России, так и для Ирака актуальна проблема очистки природных, питьевых и сточных вод от различного рода загрязняющих веществ, в том числе и от ионов тяжелых металлов. В Ираке в водах Шатт-эль-Араб было установлено высокое содержание тяжелых металлов (Cd, Cu, Fe, Ni и Zn). Основной причиной наличия тяжелых металлов в речной воде является сброс сельскохозяйственных отходов [1]. Экологические проблемы, связанные с загрязнением поверхностных и подземных вод тяжелыми металлами, поверхностно-активными веществами, пестицидами, нитратами, нитритами и т.д. ведут к росту заболеваемости и смертности населения за счет накопления в организме опасных для здоровья веществ неорганического и органического происхождения. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих технологий очистки промышленных сточных вод является актуальной современной научной задачей.

В Белгородском государственном научно-исследовательском университете на базе кафедры общей химии успешно проводятся исследования по использованию монтмориллонит содержащих глин, залегающих как на территории Российской Федерации, так и других стран (Казахстан, Армения, Вьетнам, Эквадор и др.) для очистки воды от радионуклидов, ионов тяжелых

металлов и органических веществ [2–4]. При этом научный и практический интерес представляет апробация и оценка пригодности разработанных методов регенерации сточных вод [3, 5, 6] при использовании сорбционно-активных материалов различного вещественного состава.

В настоящей работе объектом исследования является глинистое сырье, отобранное из месторождения Аль-Наджаф, Ирак. Для Ирака так же, как и для России, остро стоит проблема поиска и разработки доступных сорбционно-активных материалов для очистки природных, питьевых и сточных вод от различного рода загрязнителей.

В рамках представленного исследования проведен комплексный анализ вещественного состава, текстурных и структурно-морфологических характеристик глинистой породы месторождения Аль-Наджаф с целью оценки потенциальной пригодности в качестве сорбента для очистки сточных вод.

Методология. Месторождение глин Аль-Наджаф (Ирак) является крупным объектом и относится к осадочным отложениям Даммамской свиты эпохи эоцена, образованным во время заключительной фазы субдукции и при закрытии океана Неотетис в первой половине Кайнозоя [7].

Свита Даммам, выходящая на поверхность и залегающая в недрах Ирака, представлена в основном беловато-серым пористым доломитизированным известняком. Также встречается чистый известняк или серовато-зеленый сланец. Толщина пласта в западной пустыне составляет

от 32 до 99 метров. Минералогический состав залегающих пород представлен в основном неглинистыми минералами – кальцитом и доломитом. В небольших количествах присутствуют кварц и глинистые минералы (палыгорскит, монтмориллонит, каолинит, хлорит и иллит) [8].

В настоящей работе использованы образцы материала, представляющего собой плотную, с острым изломом, породу сероватого оттенка, с визуально дифференцирующимися включениями известняка. Перед проведением физико-химических исследований средняя проба глинистого материала, высушенная до воздушно-сухого состояния, подвергалась механическому диспергированию.

Химико-минералогические особенности образца глины месторождения Аль-Наджаф (Ирак) изучены методами: микрорентгеноспектрального анализа (энергодисперсионный анализатор EDAX), аналитической сканирующей электронной микроскопии (Quanta 600 FEG, Нидерланды), рентгенофазового (дифрактометр Rigaku

Ultima XRD 320, Япония) и термогравиметрического анализа (TA Instruments, Inc., США); гранулометрический состав глины определен с использованием лазерного анализатора Microtrac S3500 (США).

Основная часть. Для определения химического состава исследуемого образца применен энергодисперсионный спектрометр EDAX, совмещенный с растровым электронным микроскопом Quanta 600 FEG (FEI, Нидерланды). Данный метод позволяет определять элементный состав в различных точках исследуемого образца. С помощью энергодисперсионно-спектрального анализа (рис. 1) в исследованной глине наряду с типичным для алюмосиликатов элементным составом [9, 10], обнаружено присутствие титана в качестве примесного элемента.

На основании полученных экспериментальных результатов установлен химический состав исследуемого образца (табл. 1).

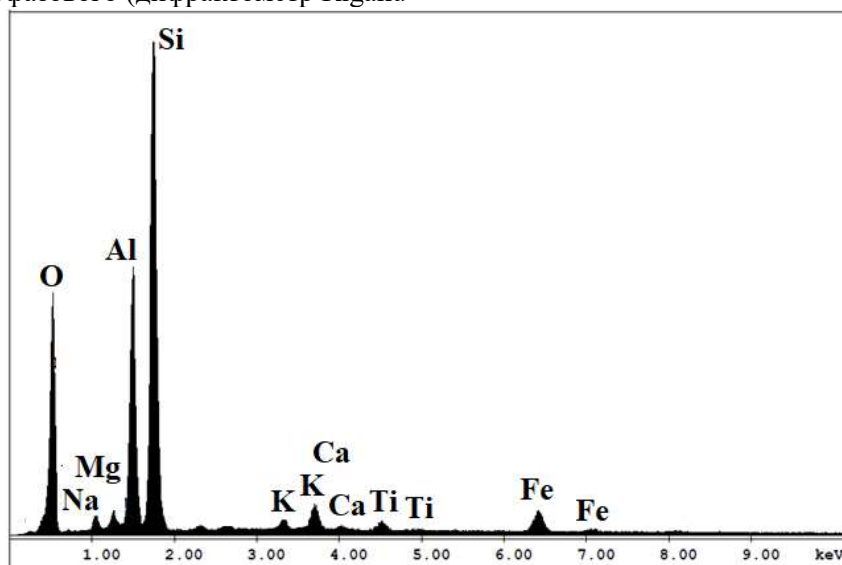


Рис. 1. Энергодисперсионный спектр глины месторождения Аль-Наджаф

Таблица 1

Оксидный состав глины месторождения Аль-Наджаф (Ирак)

Оксид	Содержание оксида, мол. %	Содержание оксида, масс. %	Погрешность, %
SiO ₂	70,44	61,49	0,1337
Al ₂ O ₃	17,76	26,52	0,0665
Fe ₂ O ₃	1,69	3,68	0,0214
CaO	2,79	2,34	0,0120
MgO	3,47	1,85	0,0043
Na ₂ O	2,07	1,92	0,0032
TiO ₂	1,04	1,23	0,0048
K ₂ O	0,74	0,97	0,0045
Всего	100	100	-

Выявлено, что оксиды кремния, алюминия и железа составляют значительную долю химического состава образца глинистой породы месторождения Аль-Наджаф. Довольно высокое суммарное содержание оксидов щелочных и щелочноземельных металлов (CaO, Na₂O, K₂O), составляющее более 5,0 масс. %, может свидетельствовать о наличии в потенциальном природном сорбенте минералов групп каолинита, иллита и монтмориллонита [9–12].

Содержание минеральных компонентов и присутствие кислородных соединений в поверхностном слое глинистых минералов может оказывать большое влияние на величину рН водных систем. В связи с этим определение указанного показателя является важным критерием при выборе необходимого глинистого материала. По результатам проведенных испытаний величина рН водной вытяжки исследованной глины составила 7,97±0,02. Это хорошо соотносится с данными о химическом составе образца породы, поскольку щелочное значение рН обусловлено наличием в структуре в связанном и свободном виде катионов Na⁺, Ca²⁺, K⁺, а также в виду гидролиза солей слабых кислот (карбонаты).

Минералогический состав исследуемого образца определяли методом рентгенофазового анализа с использованием дифрактометра Ultima IV (Rigaku, Япония). Результаты фазового анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Минералогический состав глины месторождения Аль-Наджаф (Ирак)

Минерал	Содержание, масс. %
Кварц	13,1
Каолинит	36,6
Монтмориллонит	12,7
Иллит	33,2
Палыгорскит	1,3
Кальцит	3,1
ИТОГО:	100

По данным рентгенофазового анализа установлено, что исследуемый объект можно отнести к поликомпонентным породам [13]. Суммарная доля глинистой составляющей более 82 масс. %, представлена каолинитом, иллитом и монтмориллонитом, что хорошо согласуется с данными об оксидном составе материала. Также в качестве порообразующего минерала зафиксирован кальцит.

Определение массовой доли влаги и потери массы при прокаливании исследуемого образца проводили согласно ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний». Установлено, что исследуемый образец обладает невысокой

влажностью 5,2 масс. %. Потеря массы при прокаливании составляет 13,57 масс. % и обусловлена удалением адсорбционной, межпакетной и конституционной воды, а также разложением карбонатов и сгоранием органических веществ. Вклад конституционной (гидроксильной) воды в потери массы при прокаливании незначительный, поэтому содержание органического углерода находили, вычитая из потерь массы при прокаливании массу влаги и массу карбонатов, входящих в состав исследуемого образца. Содержание карбонатов, определенных по методу Бауэра составляет 7,6 масс. %, содержание органического углерода – 0,77 масс. %.

Определение процессов, происходящих при термической деструкции глинистого сырья, проводили на совмещенном анализаторе ТГ/ДТГ/ДТА SDT Q600 (TA Instruments, США). На рисунке 2 представлены тепловые эффекты, сопровождающиеся потерей массы в исследованной глине.

Дифференциально-термический анализ позволил выявить изменения, которые претерпевают глинистые минералы в процессе нагревания. На графике ДТА зафиксировано наличие пяти эндотермических эффектов при поступательном повышении температуры в интервале от 20 до 900 °С.

Максимальная скорость эндотермических эффектов, соответствующих процессу выделения свободной и адсорбированной воды, зафиксирована для образца исследованной глины при температурах 82,3 °С и 119 °С. Содержание адсорбированной воды связано с присутствием в исследуемом образце таких минералов как иллит и монтмориллонит.

Появление эндотермического эффекта в интервале температур 400–600 °С обусловлено потерей адсорбционной, в большей степени цеолитной и кристаллизационной воды [14]. Цеолитная вода – разновидность кристаллизационной воды, которая выделяется постепенно, в большом диапазоне температур, и может поглощаться вновь при изменении условий, без нарушения однородности вещественного состава, но с изменением физических свойств. В данном интервале температур у исследуемого образца начинают проявляться пуццоланические свойства, что является следствием начала разрушения кристаллической решетки слоистых (глинистых) силикатов, которое сопровождается выделением газообразных веществ в виде воды и углекислого газа. В нашем случае данному процессу соответствует эндотермический эффект, с максимальной скоростью процесса при температуре 494 °С.

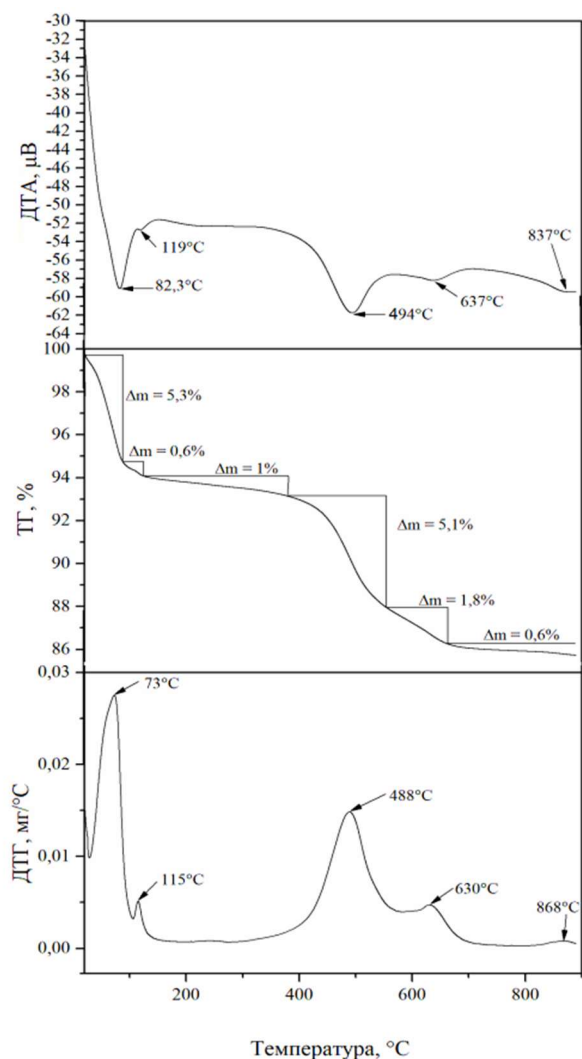


Рис. 2. Комплексная термограмма глины месторождения Аль-Наджаф

Эндотермический эффект, с максимальной скоростью процесса при 637 °С, вызван потерей кристаллизационной воды и основной части конституционной воды, что характерно для каолинит-иллитовых глин. В диапазоне температур 600 – 800 °С для каолинит-иллитовых глин характерна высокая пуццоланическая активность [15].

Достижение высокой пуццоланической активности глинистых минералов в указанном диапазоне вызвано изменением состояния и формы кристаллической решетки (разрыв некоторых связей, полное разрушение кристаллической решетки глинистых минералов).

Эндоэффект в интервале температур 800–900 °С обусловлен завершением потери оставшейся конституционной воды и полным разрушением кристаллической решетки основных породообразующих минералов – каолинита, монтмориллонита и иллита. Максимальная скорость процесса наблюдается при 868 °С. В указанном интервале температур также происходит процесс декарбонизации, при этом входящий в состав глины кальцит распадается на оксиды кальция и углерода.

Таким образом, результаты ДТА также подтвердили полиминеральный состав глинистой породы месторождения Аль-Наджаф.

Детальные сведения о размерах частиц, слагающих изучаемую глинистую породу, получены при определении гранулометрического состава с использованием лазерного анализатора Microtrac S3500 (США) в суспензии. Интегральная кривая и дифференциальная гистограмма распределения частиц по фракциям представлена на рисунке 3.

По данным гранулометрического анализа установлено, что распределение частиц в анализируемой глине неравномерно и имеет большой разброс по размерам. Максимальный размер частиц составляет 148 мкм, доля таких частиц невелика и составляет 0,21 масс. %. Минимальный размер частиц – 1,16 мкм, доля таких частиц – 0,36 масс. %. Средний размер частиц составляет 31,86 мкм. Наибольшее количество частиц соответствует размеру 13,08 мкм и составляет 7,64 масс. %. Содержание глинистых частиц, относящихся к высоко- и среднедисперсной фракциям (размер 10 мкм и менее) составляет свыше 60 масс. %.

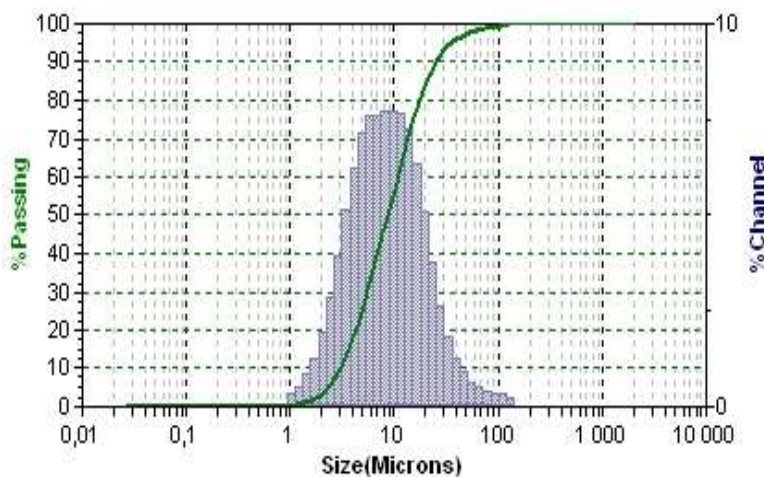


Рис. 3. Интегральная кривая и дифференциальная гистограмма распределения по размерам частиц глины месторождения Аль-Наджаф

По результатам электронно-микроскопического анализа (рис. 4) установлено, что частицы исследуемого образца имеют неправильную изометричную форму. Размер частиц варьирует в

пределах от 1–3 до 100 мкм. Частицы различаются интенсивностью свечения: более светлые частицы являются более тонкими, более темные обладают большей толщиной.

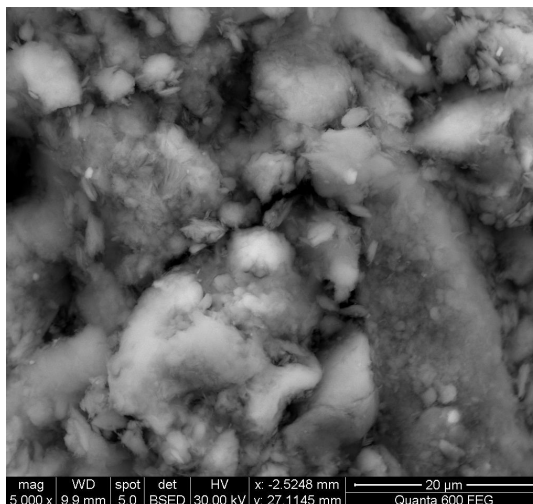


Рис. 4. Электронная микрофотография глины месторождения Аль-Наджаф

Присутствие в изученном природном образце тонкодисперсной фракции глинистых частиц является ценным показателем качества сырья и позволяет выдвинуть предположение, что материал имеет достаточно развитую удельную поверхность и способен образовывать устойчивые суспензии с водой.

Выводы. Таким образом, на основании комплексного исследования вещественного состава установлено, что материал, отобранный из месторождения Аль-Наджаф (Ирак) представляет собой полиминеральную глину. Основными породообразующими минералами являются каолинит, иллит и монтмориллонит. При этом суммарная доля глинистой составляющей довольно высока – более 82 масс.%.

Наличие в обменном комплексе глины катионов щелочных и щелочноземельных металлов (Na^+ , Ca^{2+} , K^+) и достаточное количество глинистых частиц тонкодисперсной фракции (10 мкм и менее) позволяет предположить, что исследованное глинистое сырье представляет интерес для дальнейшего изучения как потенциальный сорбционно-активный материал. Также возможно использование природной глины указанного месторождения в качестве сырьевой базы для производства портландцемента и изделий грубой керамики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abaychi J.K., DouAbul A.A. Trace metals in Shatt Al-Arab river, Iraq // *Water Research*. 1985. Vol. 19. Pp. 457–46.
2. Везенцев А.И., Нгуен Хоай Тьяу, Соколовский П.В., Буханов В.Д., Милютин В.В., Конькова Т.В., Алехина М.Б. Композиционный

сорбент на основе минерального и растительного сырья // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2015. Т. 15. Вып. 1. С. 127–133.

3. Volovicheva N., Vezentsev A., Korolkova S., Sokolovskiy P. Modified layered aluminosilicate nanosorbents for water treating // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10. № 12. P. 3138–31388.

4. Везенцев А.И., Перистая Л.Ф., Нгуен Фук Као, Перистый В.А., Копылова Е.В. Исследование сорбционных свойств природных монтмориллонитовых глин разных месторождений для очистки воды от ионов свинца (II) // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2018. Т. 18. Вып. 1. С. 43–51.

5. Пат. 2404921, Российская Федерация, МПК С01В 33/40. Способ модифицирования глины / А.И. Везенцев, Н.А. Воловичева; заявитель и патентообладатель ФГАО ВПО НИУ «БелГУ». № 2009120201; заявл. 27.0.2009; опубл. 27.11.2010.

6. Пат. 2471549, Российская Федерация, МПК В01J 20/00. Сорбент / В. Д. Буханов, А.И. Везенцев, Н.А. Воловичева, С.В. Королькова, В.Н. Скворцов, Л.А. Козубова, Г.В. Фролов, А.В. Панина, Н.А. Сафонова; заявитель и патентообладатель ФГАО ВПО НИУ «БелГУ». № 2011112702; заявл. 04.04.2011; опубл. 10.10.2012.

7. Buday T., Jassim S.Z. Geological map of Iraq 1: 1,000,000 Scale Series. Tectonic Map of Iraq. Publication of GEOSURV. Baghdad, 1984. Sheet № 2.

8. Powers R., Ramirez L., Redmond C., Elberg Jr. E. Geology of the Arabian Peninsula: Sedimentary Geology of Saudi Arabia. US Geological Survey Professional Papers 560-D. 1966. 147 p.

9. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов. Киев.: Наукова думка, 1966. 132 с.

10. Тарасевич Ю.И. Строение и химия поверхности слоистых силикатов. Киев.: Наукова думка, 1988. 248 с.

11. Plangon A., Giese R.F., Snyder R., Drits V.A., Bookin A.S. Stacking faults in kaolin-group minerals: defect structures of kaolinite // *Clays and Clay Minerals*. 1989. № 23. Pp. 249–260.

12. Brindley G. W. Relation between structural disorder and other characteristics of kaolinite and

dickites // *Clays and Clay Minerals*. 1986. № 34. Pp. 239–249.

13. Bailey S.W. Classification and structures of micas. *Reviews in Mineralogy // Journal of Mineralogical Society of America*. 1982. №13. Pp. 1–13.

14. Годемчук А.Ю., Ильин А.П. Исследование сорбционных процессов на природных материалах и их термомодифицированных формах // *Химия и технология воды*. 2004. Т. 26. №3. С. 287–297.

15. Zainal Y.M., Jargess S. Preliminary geological report on Zarloukh Clay (Bentonite) prospect. *Geol. Surv. Report*, 1973. 586p.

Информация об авторах

Везенцев Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии. E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.

Воловичева Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры русского языка, профессионально-речевой и межкультурной коммуникации Подготовительного факультета НИУ «БелГУ». E-mail: volovichева@bsu.edu.ru. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.

Королькова Светлана Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры русского языка, профессионально-речевой и межкультурной коммуникации Подготовительного факультета. E-mail: korolkova@bsu.edu.ru. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.

Аль-Атея Анвер Тхамер Агхаяд, аспирант кафедры общей химии Института фармации, химии и биологии. Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, д.85.

Поступила 10.03.2020

© Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Королькова С.В., Аль-Атея А.Т., 2020

**Vezentsev A.I., Volovicheva N.A., Korolkova S.V., Al-Ateya A.T.*

Belgorod National Research University

**E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru*

MATERIAL COMPOSITION OF CLAY FROM THE AL-NAJAF FIELD (IRAQ)

Abstract. *A comprehensive study of the material composition of clay raw materials of the al-Najaf field (Iraq), which belongs to the sedimentary deposits of the Dammam formation, is conducted. The features of the chemical and phase composition of the rock are determined using x-ray phase, energy dispersive, micro-röntgenspectral, electron microscopic and thermogravimetric methods of analysis. The presence of titanium as an impurity element is detected in the studied clay along with the typical element composition of aluminosilicates using energy-dispersion-spectral analysis. At the same time, a high total content of oxides of alkaline and alkaline earth metals (CaO, Na₂O, K₂O) is recorded, amounting to more than 5.0 wt. %. It is found that the sample under study has a polymineral composition, the main rock-forming minerals are kaolinite, illite and montmorillonite. The total percentage of the clay component is more than 82 wt.%. Content of clay particles belonging to high- and medium-dispersed fractions (size 10 microns or less) it is more than 60% by weight. The average size of the particles composing the studied clay is about 32.0 microns. Based on the data on the chemical, mineralogical and granulometric composition of the sample, a conclusion is made about the potential suitability of the studied clay as a sorption-active material, as well as in the production of Portland cement and coarse ceramics.*

Keywords: *kaolinite, illite, montmorillonite, x-ray phase analysis, energy dispersion method, electron microscopic analysis, thermogravimetric analysis.*

REFERENCES

1. Abaychi J.K., DouAbul A.A. Trace metals in Shatt Al-Arab river, Iraq. *Water Research*. 1985. Vol. 19. Pp. 457–46.
2. Vesentsev A.I., Nguen Hoai Chao, Sokolovskiy P.V., Bukhanov V.D., Milyutin V.V., Konkova T.V., Alekhina M.B. Composite sorbent on the basis of mineral and vegetable raw materials [Kompozitsionnyy sorbent na osnove mineral'nogo i rastitel'nogo syr'ya]. Sorption and chromatography processes. 2015. Vol. 15. No. 1. Pp. 127–133. (rus)
3. Volovicheva N., Vezentsev A., Korolkova S., Sokolovskiy P. Modified layered aluminosilicate nanosorbents for water treating. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Vol. 10. No. 12. Pp. 3138–31388.
4. Vezentsev A.I., Peristaya L.F., Nguyen Fuk Kao, Peristiy V.A., Kopylova E.V. Research of sorption properties of natural montmorillonitovy clays of different fields for water purification from ions of lead (II) [Issledovanie sorbtsionnykh svoystv prirodnykh montmorillonitovykh glin raznykh mestorozhdeniy dlya ochistki vody ot ionov svinca (II)]. Sorption and chromatography processes. 2018. Vol. 18. No. 1. Pp. 43–51. (rus)
5. Vesentsev A.I., Volovicheva N.A. Patent RF, No 2404921, 2010. (rus)
6. Bukhanov V.D., Vesentsev A.I., Volovicheva N.A., Korolkova S.V., Skvortsov V.N., Kozubova L.A., Frolov G.V., Panina A.V., Safonova N.A. Patent RF, No 2471549, 2012. (rus)
7. Buday T., Jassim S.Z. Geological map of Iraq 1: 1,000,000 Scale Series. Tectonic Map of Iraq. Publication of GEOSURV. Baghdad, 1984. Sheet No. 2.
8. Powers R., Ramirez L., Redmond C., Elberg Jr. E. Geology of the Arabian Peninsula: Sedimentary Geology of Saudi Arabia. US Geological Survey Professional Papers 560-D. 1966. 147 p.
9. Kukovskiy E.G. Structure specification and physical and chemical properties of clay minerals. [Osobennosti stroeniya i fiziko-himicheskie svoystva glinistyykh mineralov]. Kiev.: Naukova dumka, 1966. 132 p. (rus)
10. Tarasevich Yu.I. Structure and chemistry of surface of layered silicates. [Stroenie i himiya poverhnosti sloistykh silikatov]. Kiev.: Naukova dumka, 1988. 248 p. (rus)
11. Plangon A., Giese R.F., Snyder R., Drits V.A., Bookin A.S. Stacking faults in kaolin-group minerals: defect structures of kaolinite. *Clays and Clay Minerals*. 1989. No. 23. Pp. 249–260.
12. Brindley G. W. Relation between structural disorder and other characteristics of kaolinite and dickites. *Clays and Clay Minerals*. 1986. No. 34. Pp. 239–249.
13. Bailey S. W. Classification and structures of micas. *Reviews in Mineralogy. Journal of Mineralogical Society of America*. 1982. No. 13. Pp. 1–13.
14. Godemchuk A. Yu., Ilin A.P. Research of sorption processes on natural materials and their thermo-modified forms. [Issledovanie sorbtsionnykh processov na prirodnykh materialah i ih termomodifitsirovannykh formah]. *Journal of water chemistry and technology*. 2004. Vol. 26. No. 3. Pp. 287–297. (rus)
15. Zainal Y.M., Jargess S. Preliminary geological report on Zarlough Clay (Bentonite) prospect. *Geol. Surv. Report*, 1973. 586p.

Information about the authors

Vesentsev, Aleksandr I. DSc, Professor. E-mail: vesentsev@bsu.edu.ru. Belgorod National Research University. Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Volovicheva, Natalya A. PhD., Associate professor. E-mail: volovicheva@bsu.edu.ru. Belgorod National Research University. Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Korolkova, Svetlana V. PhD., Associate professor. E-mail: korolkova@bsu.edu.ru. Belgorod National Research University. Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Al-Ateya A.T. Graduate student. Belgorod National Research University. Russia, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85.

Received 10.03.2020

Для цитирования:

Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Королькова С.В., Аль-Атея А.Т. Вещественный состав глины месторождения Аль-Наджаф (Ирак) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 5. С. 128–134. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-5-128-134

For citation:

Vesentsev A.I., Volovicheva N.A., Korolkova S.V., Al-Ateya A.T. Material composition of clay from the al-najaf field (Iraq). *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2020. No. 5. Pp. 128–134. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-5-128-134