

Разработка нанобентонита с использованием природных ресурсов Азербайджана

Э.К. Шахбазов, д.т.н.¹,

А.А. Гувалов, д.т.н.²

¹Журнал "Азербайджанское нефтяное хозяйство",
²Азербайджанский архитектурно-строительный университет

e-mail: abbas-guvalov@mail.ru

Ключевые слова: наночастица, нанобентонит, нефтегазодобыча, буровые растворы, монтмориллонит, реологические свойства.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-10-33-37

Azərbaycanın təbii resurslarından istifadə etməklə nanobentonitin işlənməsi

E.K. Şahbazov, t.e.d.¹, A.A. Quvalov, t.e.d.²

¹"Azərbaycan neft təsərrüfatı" jurnalı,
²Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Açar sözlər: nanohissəcik, nanobentonit, neftqazçıxarma, qazma məhlulları, montmorillonit, reoloji xassələr.

Hal-hazırda əsas məsələlərdən biri məlum nanosistemlərin hazırlanması üçün istifadə olunan metal nanomaterialların bentonit əsasında olan nanomateriallarla əvəz edilməsidir. Reoloji parametrlərin və digər xüsusiyyətlərin tədqiqi, həmçinin nanobentonit sistemlərinin işmə prosesi mexanizminin öyrənilməsi əsasında onların təbii sahələrinin müayinələşdirilməsinin praktiki əhəmiyyət kəsb etdiyi göstərilmişdir.

Bentonitin zənginləşməsinin elmi-metodoloji əsasları işlənmiş və aparılmış tədqiqatlar nəticəsində nanobentonit alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, xammalın kənar qarışıqlardan təmizlənməsindən sonra bentonitin miqdarını 97 %-ə qədər artırmaq mümkün olur. Həmçinin zənginləşmə nəticəsində bentonit kristallarında nanohissəciklərin ölçüsü 8.16–10.04 nm-ə qədər azalmışdır.

Development of nanobentonite using natural resources of Azerbaijan

E.K. Shahbazov, Dr. in Tech. Sc.¹, A.A. Guvalov, Dr. in Tech. Sc.²

¹"Azerbaijan Oil Industry" Journal,
²Azerbaijan University of Architecture and Construction

Keywords: nanoparticle, nanobentonite, oil-gas production, drilling mud, montmorillonite, rheological properties.

Currently, one of the key tasks in the manufacture of well-known nanosystems is the substitution of metallic nanomaterials for bentonite-containing ones. The paper reviews the rheological and other parameters, as well as shows the practical significance of specification of application fields based on the mechanism study of swelling process of nanobentonite systems.

Scientific-methodological framework of bentonite beneficiation has been developed and as a result of research conducted, nanobentonite obtained. It was defined that after raw cleaning from external impurities, it is possible to increase the bentonite amount up to 97 %. Moreover, due to the beneficiation, the size of nanoparticles in the bentonite crystals decreased to 8.16–10.04 nm.

Разработка посвящена комплексу исследований проблем при осложнениях в нефтегазодобыче на основе полученного эффекта малых концентраций при малых величинах наночастиц, вошедшая в Энциклопедию ЮНЕСКО - "Нанонаука и нанотехнологии" Энциклопедия систем жизнеобеспечения.

Учитывая наличие ряда азербайджанских глинистых месторождений Хызы, Шамахи, Лерика и "Алпоут" Газахского района, в составе которых имеются монтмориллонит и другие минералы, обладающие уникальными свойствами для использования в технологических процессах бурения, нефтедобычи и решения экологических проблем, разработаны научные основы получения нанобентонита.

Установлены реологические свойства суспензий бентонита с использованием современных аналитических приборов.

Анализ месторождений природных минералов Азербайджана показал, что у нас имеются богатые месторождения глин, относящихся к классу бентонитов, в составе которых имеются монтмориллонит и другие минералы.

Поэтому возникает весьма актуальная проблема, связанная с разработкой и исследованием наносистем на основе природных сырьевых ресурсов страны.

Особый интерес представляет глина, содержащая монтмориллонит используемая в нефтегазодобыче [1-6], бурении [4, 7] и в процессе решения экологических проблем [8-9].

Таким образом, в настоящее время основными задачами являются: замена металлических наноматериалов бентонитосодержащими наноматериалами, исследование реологических

параметров и представляющих практический интерес других характеристик этих систем, а также изучение механизма процесса набухания нанобентонитовых систем, разработка их математических моделей и определение сферы их применения.

С этой целью были взяты образцы глин из месторождений районов Хызы, Лерик, Шамахи, Дашгильского грязевого вулкана и Алпоутского месторождения Газахского района и сделаны их анализы на современных аналитических приборах. В результате было установлено, что среди указанных месторождений Алпоут является наиболее богатым бентонитом.

На данном месторождении было выявлено несколько видов бентонита, окрашенных в разные цвета (белый, зелёный, жёлтый) (рис. 1).

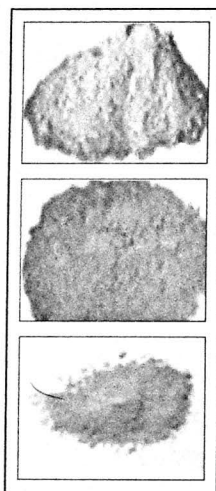


Рис. 1. Разновидности бентонита по окраскам

Более обширный анализ разновидностей образцов был проведен в центре “NanoAnalytics” Мюнстерского университета (Германия) на приборах XPS/ESCA (рис. 2, а) и SEM/EDS (рис. 3, б).

Анализ, проведенный на рентгенофотоэлектронном спектрографе марки XPS/ESCA, выявил на поверхности образца органический слой эфира жирных кислот толщиной 0.2 нм и наличие ионов Fe³⁺ (рис. 3).

Наличие органического слоя и ионов Fe³⁺ обеспечивает образование коллоидного раствора, очень важного свойства бентонита, предназначенного для буровых растворов. На основе анализа SEM/EDS образца бентонита было

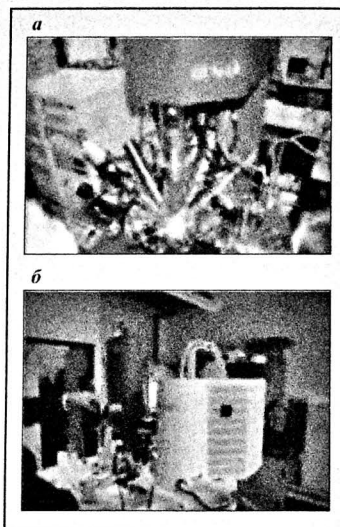


Рис. 2. Приборы: а – XPS/ESCA; б – SEM/EDS

установлено, что благодаря данному органическому слою образец состоит из агрегированных наночастиц и обладает крупной структурой размером в несколько микрон (рис. 4).

Анализ элементов и их окислов, содержащихся в бентоните, был сделан на рентгенофлуоресцентном микроскопе марки XGT 7000 XRF.

Результаты анализа представлены в табл. 1.

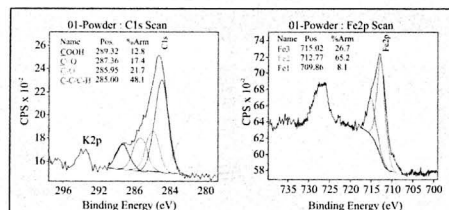


Рис. 3. Спектры XPS/ESCA бентонитового сырья

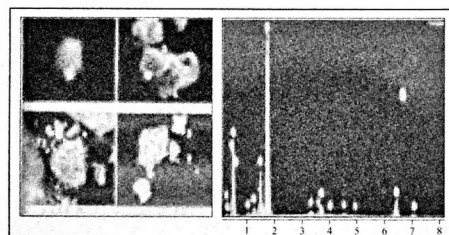


Рис. 4. Снимки бентонитового сырья, снятые микроскопом SEM/EDS

Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Потери
2.2	2.03	13.1	64.3	0.05	0.13	0.33	1.28	2.68	0.31	0.04	2.75	10.8

Результаты анализа показали, что исследуемый образец бентонита относится к натриево-монтмориллониту с высокой степенью набухания (7–12 мл/г). Водная суспензия бентонита была исследована с помощью прибора Horiba LB-550. Установлено, что размеры частиц в ней находятся в интервале 85–105 нм. Этот результат доказывает актуальность получения новых наносистем на основе бентонита.

Затем был сделан минералогический анализ состава необработанных образцов бентонита, взятых из месторождения Алпоут на дифрактометре Bruker D8 ADVANCE XRD производства Германии (рис. 5), результаты которого приведены в табл. 2 и на рис. 6.

Как видно из табл. 2 и рис. 6, массовое содержание бентонита (бентонит + монтмориллонит) в сырье составляет 67.5 %.

Затем был осуществлен процесс обогащения бентонита согласно методике, разработанной в Научно-производственном центре “Нанотехнологии” SOCAR. После процесса обогащения полученный продукт вновь был подвергнут минералогическому анализу.

Результаты анализа приведены в табл. 3 и на рис. 7. Таким образом, количество бентонита достигло 95.9 %.

Затем на основе предыдущего этапа обога-

щения был проведен по следующий этап и повторно-аналогичные исследования, результаты которых даны в табл. 4 и на рис. 8.

В результате последнего обогащения количество монтмориллонита было доведено до

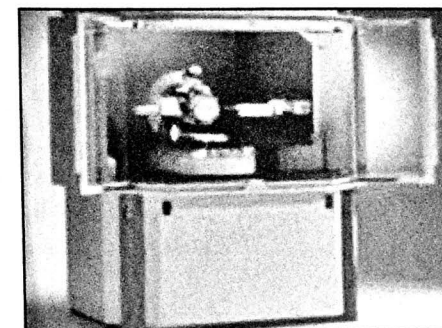


Рис. 5. Bruker D8 ADVANCE XRD

Бентонит – сырье		
Состав	Массовая доля, %	Размеры кристаллов, нм
Кристаллит	9.4	21.00
Монтмориллонит	44.6	13.31
Бентонит	22.9	17.93
Кварц	0.1	18.86
Бейделлит	2.6	19.39
Анорхит	20.3	19.83

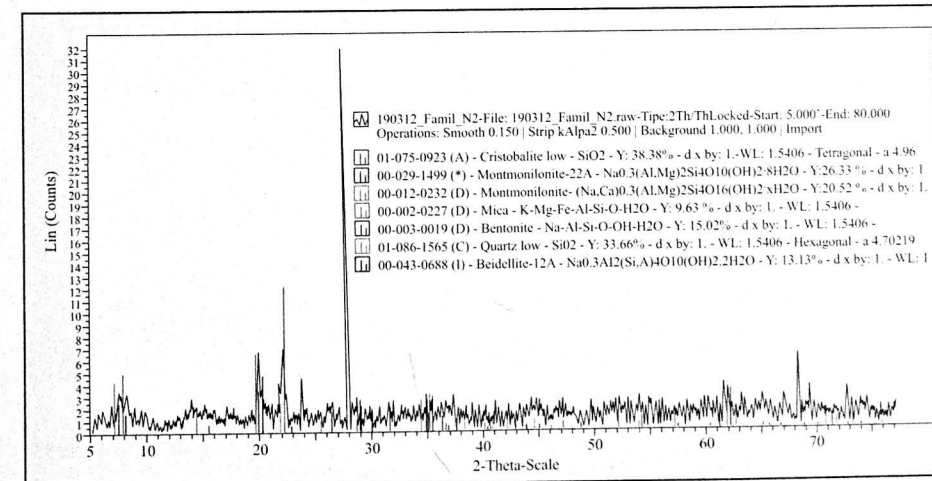


Рис. 6. XRD диффрактограмма сырья

Таблица 3

1-й этап очищения бентонита		
Состав	Массовая доля, %	Размеры кристаллов, нм
Кристаллит	3.1	9.01
Монтмориллонит	90.3	8.35
Опал	1.0	17.96
Бентонит	5.6	13.50

Таблица 4

2-й этап очищения бентонита		
Состав	Массовая доля, %	Размеры кристаллов, нм
Кристаллит	0.7	20.03
Монтмориллонит	94.9	8.16
Опал	2.3	17.07
Бентонит	2.1	10.04

Таблица 5

Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Потери
2.87	3.48	14.8	56.8	0.82	0.09	0.08	0.4	0.96	0.65	0.08	5.62	12.7

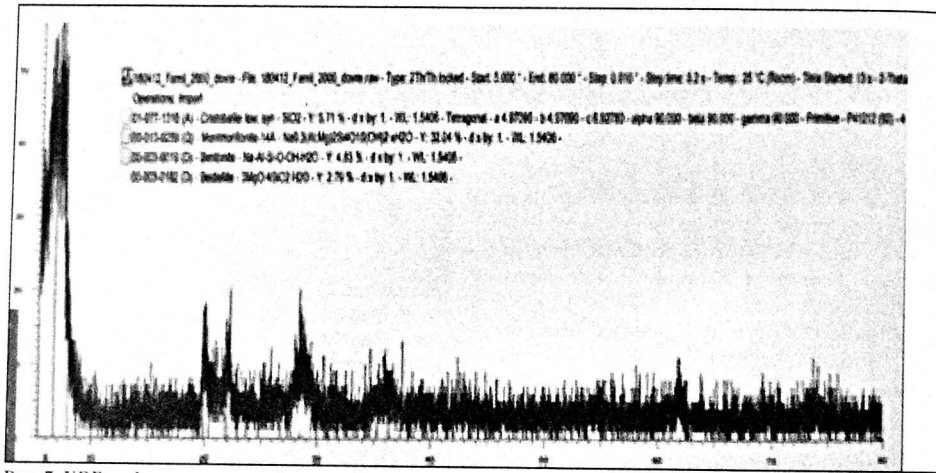


Рис. 7. XRD дифрактограмма образца, обогащенного до 95,9 %

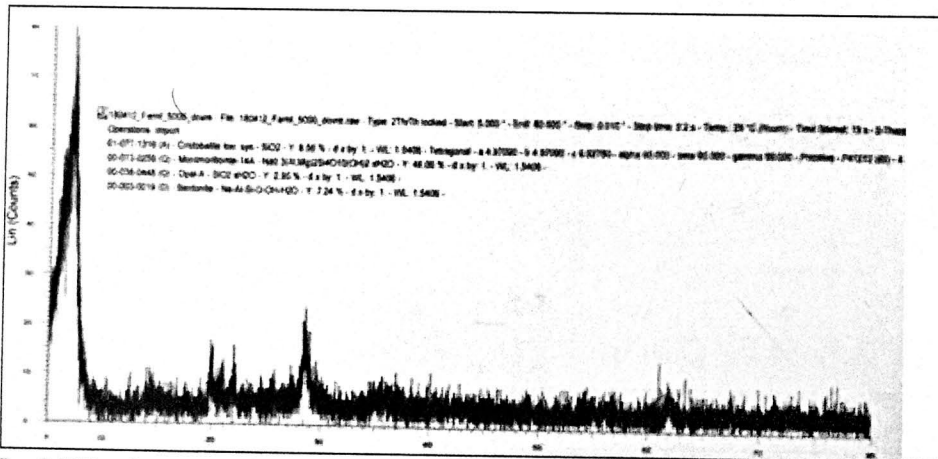


Рис. 8. XRD дифрактограмма образца, обогащенного до 97 %

97 %. Как видно из дифрактограммы, образец почти полностью очищен от посторонних примесей. Несмотря на то, что по анализу в образ-

це содержится 2.3 % опала, на дифрактограмме его почти не видно.

Поскольку минерал опала обладает аморф-

ной структурой, на спектре его пики должны быть в разбросанной форме. Если принять этот минерал как другую модификацию бентонита, то уровень обогащения образца можно принять равным 99.3 %. Результаты анализа обогащенного образца, его элементов и окисел металлов на приборе XGT7000 XRF даны в табл. 5.

Как видно из табл. 5, сырье полностью очищено от посторонних примесей.

Другой интересный результат заключается в том, что, если в первичном образце размеры кристаллов бентонита и монтмориллонита имели размер 13.3–17.93 нм, то после обогащения они составили 8.16–0.04 нм.

Выводы

Проведены исследования по обогащению

бентонита, взятого из месторождения “Алп-ут” Казахского района Азербайджанской Республики и изучены его наносвойства.

Установлено, что после очистки сырья от посторонних примесей массовую долю бентонита можно довести с 67.5 до 97 %. Вместе с тем, если в начальных образцах кристаллы бентонита и монтмориллонита имели размеры порядка 13.3–17.93 нм, то после процесса обогащения они составили порядка 8.16–10.04 нм.

Исследована реология водных суспензий сырьевого и обогащенного бентонита. Определено, что при добавлении в воду бентонита она ведет себя как неньютоновская жидкость. Анализ реологических параметров обогащенного бентонита показал, что после его обогащения вязкопластичные свойства усиливаются.

Список литературы

1. X. Юсифзаде, Э. Шахбазов. Разработка и внедрение нанотехнологий в нефтегазодобыче. – Баку, 2011, 108 с.
2. Э.К. Шахбазов, О.А. Дышин. Научные основы системы “НАНОПАВ” для бурения и добычи нефти и газа. – Баку, 2011, 59 с.
3. Э. Шахбазов. Нанотехнологии в нефтяной промышленности. – Баку, 2012, 231 с.
4. А. Мирзаджанзаде, А. Магеррамов, Р. Абдуллаев, X. Юсифзаде, Э. Шахбазов и др. Научные основы разработки и внедрения нанотехнологий в нефтяной промышленности. “Нанонаука и нанотехнологии” Энциклопедия систем жизнеобеспечения, Изд-во ЮНЕСКО, изд-во EOT.55, Издательский Дом “МАГИСТР - ПРЕСС”, Москва, 2011, 1000 с.
5. А.Л. Шабанов, Э.Э. Рамазанова. Новые процессы в борьбе с гидратообразованием углеводородных газов // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2002, № 6, с. 51-54.
6. Pat. AZI № 1 2008 0069. Состав для повышения добычи нефти в старых эксплуатационных нефтяных скважинах. / А.Х. Мирзаджанзаде, А.Б. Магеррамов, X.Б. Юсифзаде, (51) E21B 43/22 (2006.01).
7. Э.К. Шахбазов, Э.А. Кязимов. Нанотехнологии для управления свойствами триботехники бурения скважин на нефть и газ // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2010, № 8.
8. Tzong-Ming Wu, Cheng-Yang Wu. Biodegradable poly (lactic acid)/chitosan-modified montmorillonite nanocomposites: Preparation and characterization // Polymer Degradation and Stability 91, 2006, p. 2198-2204.
9. C.H. Hua, Y. Xia, M.S. Xiab, L. Xiong, Z.R. Xia. Effects of Cu²⁺-exchanged montmorillonite on growth performance, microbial ecology and intestinal morphology of Nile tilapia. Aquaculture, 2007, Volume 270, Issues 1-4, Pages 200-206.

References

1. Kh. Yusifzade, E. Shakhbazov. Razrabotka i vnedrenie nanotekhnologii v neftegazodobyche. – Baku, 2011, 108 s.
2. E.K. Shakhbazov, O.A. Dyshin. Nauchnye osnovy sistemy “NANOPAV” dlya bureniya i dobychi nefi i gaza. – Baku, 2011, 59 s.
3. E. Shakhbazov. Nanotekhnologii v neftyanoy promyshlennosti. – Baku, 2012, 231 s.
4. A. Mirzadzhanzade, A. Magerramov, R. Abdullayev, Kh. Yusifzade, E. Shakhbazov i dr. Nauchnye osnovy razrabotki i vnedreniya nanotekhnologii v neftyanoy promyshlennosti. “Nanonauka i nanotekhnologii” Entsiklopediya sistem zhizneobespecheniya, Izd-vo UNESCO, izd-vo EOT.55, Izdatel'skiy dom “MAGISTR-PRESS”, Moskva, 2011, 1000 s.
5. A.L. Shabanov, E.E. Ramazanova. Novye protsessy v bor'be s gidratoobrazovaniem uglevodородnykh gazov // Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2002, No 6, s. 51-54.
6. Pat. AZI No 1 2008 0069. Sostav dlya povysheniya dobychi nefi v starykh expluatatsionnykh neftyanykh skvazhinakh. / A.Kh. Mirzadzhanzade, A.B. Magerramov, Kh.B. Yusifzade, (51) E21B 43/22 (2006.01).
7. E.K. Shakhbazov, E.A. Kazimov. Nanotekhnologii dlya upravleniya svoystvami tribotekhniki bureniya skvazhin na nef' i gaz // Azerbaidzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2010, No 8.
8. Tzong-Ming Wu, Cheng-Yang Wu. Biodegradable poly (lactic acid) / chitosan-modified montmorillonite nanocomposites: Preparation and characterization // Polymer Degradation and Stability 91, 2006, pp. 2198-2204.
9. C.H. Hua, Y. Xia, M.S. Xiab, L. Xiong, Z.R. Xia. Effects of Cu²⁺-exchanged montmorillonite on growth performance, microbial ecology and intestinal morphology of Nile tilapia. Aquaculture, 2007, vol. 270, iss. 1-4, pp. 200-206.