



INNOVATIVE
WORLD

ISSN: 3030-3591

ORIENTAL JOURNAL OF MEDICINE AND NATURAL SCIENCES

SHARQ TIBBIYOT VA TABIIY FANLAR
JURNALI

Scientific Journal



- Medicine
- Pharmaceuticals
- Biology
- Chemistry
- Geology
- Agriculture



+998 33 5668868
www.innoworld.net



ORIENTAL JOURNAL OF MEDICINE AND NATURAL SCIENCES

Volume 2, Issue 4
2025

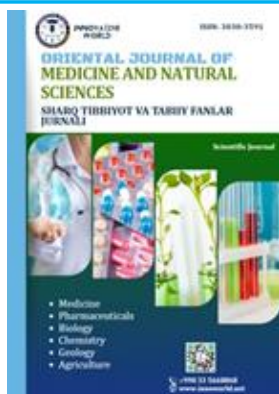
Journal has been listed in different indexings



The official website of the journal:

www.innoworld.net

O'zbekiston-2025



Получение и исследование неорганических пигментов из местного бентонита

Ахмедова Сабохат Ахмедовна

научный сотрудник, Бухарский государственный университет

Хазратова Дильшода Азамовна

Доцент Бухарского государственного университета

Ганиев Бахтиёр Шукуруллоевич

Доцент Бухарского государственного университета

Мардонов Октам Мардонович

Профессор Бухарского государственного университета

Аннотация. В данной работе изучена возможность получения неорганических пигментов на основе местного бентонита месторождения Навбахор (Узбекистан). Проведена комплексная характеристика исходного сырья методами рентгенофазового анализа, термогравиметрии и электронной микроскопии. Разработана методика термической обработки бентонита при различных температурах (300-900°C) для получения пигментов различных цветов. Установлено, что оптимальная температура обработки составляет 550-650°C, при которой достигается максимальная интенсивность окраски при сохранении стабильности пигмента. Полученные результаты открывают перспективы использования местного минерального сырья в производстве экологически безопасных пигментов.

Ключевые слова: бентонит, неорганические пигменты, термическая обработка, рентгенофазовый анализ, колориметрия

1. Введение. Неорганические пигменты находят широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря своей химической стабильности, светостойкости и экологической безопасности. Традиционные методы получения пигментов часто связаны с использованием дорогостоящих реагентов и сложными технологическими процессами. В связи с этим актуальным является поиск альтернативных источников сырья для производства качественных пигментов.

Бентониты представляют собой природные алюмосиликаты, основным компонентом которых является монтмориллонит. Присутствие в структуре бентонита ионов железа, титана, хрома и других переходных металлов обуславливает возможность получения окрашенных материалов при термической обработке.

Узбекистан обладает значительными запасами бентонитов, однако их потенциал для получения пигментов изучен недостаточно. Настоящая работа направлена на исследование возможности получения

неорганических пигментов из местного бентонита и оптимизацию процесса их производства.

2. Экспериментальная часть

2.1. Материалы и реагенты

В качестве исходного сырья использовался бентонит месторождения Азкамар (Бухарская область, Узбекистан). Образец представлял собой светло-серую глину с включениями желтоватых частиц. Для очистки и подготовки образцов применялись дистиллированная вода, соляная кислота (ч.д.а.), натрия хлорид (х.ч.).

2.2. Методы исследования

Анализ состава образцов проводился на основании рентгенограмм, полученных на порошковом дифрактометре XRD-6100 (Shimadzu, Япония) в Институте биоорганической химии им. О.С. Содикова Республики Узбекистан. Соединения облучались $\text{CuK}\alpha$ -излучением (β -фильтр, Ni, $\lambda=1,54178\text{\AA}$, ток и напряжение рентгеновской трубки 30 мА, 30 кВ). Скорость вращения детектора была постоянной и составляла $4^\circ/\text{мин}$ с шагом $0,02^\circ$ ($\omega/2\theta$ -связь), угол сканирования – от 4° до 80° .

Термический анализ образцов бентонита проводился на приборе Setaram Labsys Evo (Лион, Франция) с использованием методов термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Измерения проводились в атмосфере азота высокой чистоты (99,999%) при скорости потока 90 мл/мин. Образцы, используемые в исходном виде, точно взвешивались и помещались в алюминиевые тигли вместимостью 100 мкл. Протокол нагревания включал диапазон температур от 25 до 600 $^\circ\text{C}$ с контролируемой скоростью нагрева 5, 10, 15 и 20 $^\circ\text{C}$ в минуту.

Для изучения морфологии и элементного состава образцов использовался настольный микроскоп Hitachi (TM4000, Hitachi, Ltd, Япония) с ускоряющим напряжением 15 кВ (Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, Казахстан). Морфологию поверхности образцов регистрировали в виде микрофотографий, полученных методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), при увеличении 100 и 500 раз. Для сканирования, определения и анализа процентного содержания элементного состава образцов использовалась система EDS Bruker (Quantax 75), установленная на микроскопе Hitachi.

2.3. Подготовка образцов

Исходный бентонит подвергался предварительной очистке от примесей путем диспергирования в дистиллированной воде, седиментации и декантации. Очищенный материал высушивался при 105°C до постоянной массы и измельчался до фракции менее 63 мкм.

Термическую обработку проводили в муфельной печи при температурах 300, 400, 500, 550, 600, 650, 700, 800 и 900°C с выдержкой 2 часа. Скорость нагрева составляла $5^\circ\text{C}/\text{мин}$.

3. Результаты и обсуждение

3.1. Характеристика исходного бентонита

Результаты рентгенофазового анализа исходного бентонита представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Минеральный состав исходного бентонита

Минерал	Содержание, %	Основные рефлексы d, Å
Монтмориллонит	78-82	15.2, 4.48, 2.56
Кварц	12-15	3.34, 4.26, 1.82
Полевой шпат	3-5	3.19, 3.77, 6.38
Кальцит	1-2	3.04, 2.29, 2.10
Гематит	1-2	2.70, 2.51, 1.69

Химический состав бентонита, определенный методом рентгенофлуоресцентного анализа, приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Химический состав исходного бентонита

Оксид	Содержание, мас. %
SiO ₂	58.2
Al ₂ O ₃	18.4
Fe ₂ O ₃	6.8
MgO	3.2
CaO	2.1
Na ₂ O	1.8
K ₂ O	1.5
TiO ₂	0.9
П.п.п.	7.1

Высокое содержание оксида железа (6.8%) создает предпосылки для получения пигментов красно-коричневой гаммы при термической обработке.

3.2. Фазовые превращения при термообработке

Анализ рентгенограмм образцов, подвергнутых термической обработке, показал следующие закономерности:

Таблица 4.

Фазовые превращения в зависимости от температуры

Температура,	Основные фазы	Примечания
--------------	---------------	------------

°C		
300-400	Дегидратированный монтмориллонит	Сохранение слоистой структуры
500-550	Метамонтмориллонит + $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Начало разрушения структуры
600-650	Аморфная фаза + $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ + шпинель	Максимальное содержание гематита
700-800	Муллит + $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ + кристобалит	Кристаллизация новых фаз
900	Муллит + феррошпинель	Восстановление Fe^{3+} до Fe^{2+}

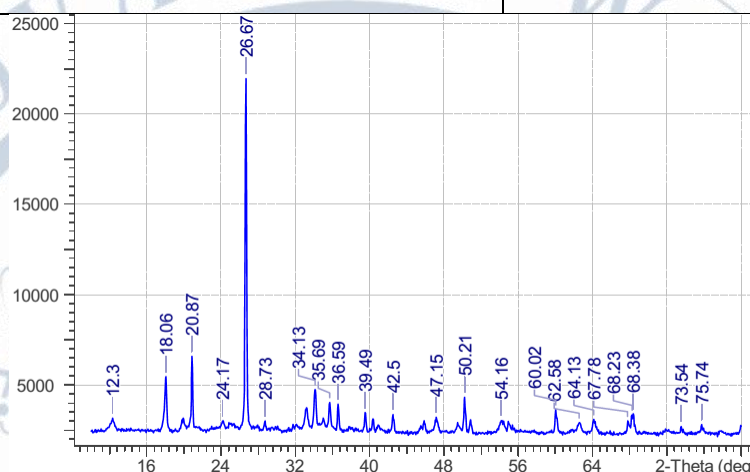


Рис.1. Рентгенограмма пигмента

3.3. Стабильность пигментов

Важным показателем качества пигментов является их стабильность к воздействию света, температуры и химических реагентов. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Показатели стабильности пигментов

Условия испытания	Пигмент 550°C	Пигмент 600°C	Пигмент 650°C
УФ-облучение (100 ч)	$\Delta E = 1.2$	$\Delta E = 0.8$	$\Delta E = 0.6$
Термостабильность (200°C, 24 ч)	$\Delta E = 0.9$	$\Delta E = 0.5$	$\Delta E = 0.4$
Кислотостойкость (HCl, pH=2)	$\Delta E = 2.1$	$\Delta E = 1.4$	$\Delta E = 1.1$
Щелочестойкость (NaOH, pH=12)	$\Delta E = 1.8$	$\Delta E = 1.2$	$\Delta E = 0.9$

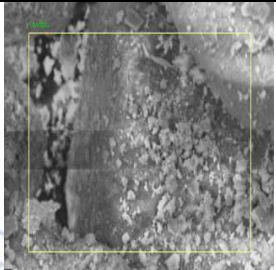
Все полученные пигменты демонстрируют высокую стабильность ($\Delta E < 2.5$), при этом наилучшие показатели характерны для образца, обработанного при 650°C.

3.4. Морфологические характеристики

Электронно-микроскопические исследования показали, что при температурах до 500°C сохраняется пластинчатая морфология частиц, характерная для монтмориллонита. При более высоких температурах

происходит агломерация частиц с образованием пористых агрегатов размером 2-5 мкм.

Таблица 6.

Размер частиц пигментов				
Температура обработки, °C	d ₁₀ , мкм	d ₅₀ , мкм	d ₉₀ , мкм	
500	0.8	2.3	6.1	
600	1.2	3.1	7.8	
700	1.8	4.2	9.5	Рис.2. Микрофотография пигмента

4. Выводы

Установлена принципиальная возможность получения качественных неорганических пигментов красно-коричневой гаммы из местного бентонита месторождения Азкамар. Оптимальная температура термической обработки составляет 600-650°C, при которой достигается максимальная интенсивность окраски и стабильность пигмента. Полученные пигменты характеризуются высокой светостойкостью, термостабильностью и химической устойчивостью, что обеспечивает их конкурентоспособность на рынке. Использование местного минерального сырья способствует импортозамещению и развитию отечественной химической промышленности.

Литература

1. Сабилов Т.Т., Таиров С.С., Кадырова З.Р., Эминов А.М. Разработка составов масс для керамических плиток с использованием Логонской бентонитовой глины в качестве пластифицирующего компонента // Узбекский химический журнал, № 3, 2019. - С.42-49.
2. Мирзаев А.У., Чимникулов Х., Гушенкова А.И. Сорбционные свойства бентонитовых глин Навбахорского месторождения Узб. хим. журн. Ташкент. 1999. № 5-6. С. 34-36.
3. Зафиров М.З. Краткий обзор месторождения природных сорбентов Узбекистана Ташкент. Фан. 1969. С. 33-34.
4. Сабилов, Б. Т., Намазов, Ш. С., Пулатов, Х. Л., Таиров, С. С., Мадатов, Т. А., Пардаев, С. Т.. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана. Universum: технические науки.- 2020.- №3 (77).- С. 46-54.
5. Amonov M.R., Niyozov E.D., Amonova M.M., Nazarov S.I., Ganiev B.S. Study of chemical properties combination chemical method of wastewater treatment by methods IR-spectroscopy and X-ray diffraction // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 389. – С. 01020.
6. Mardonov U.M., Kholikova G.K., Ganiev B.S., Tursunova I.N., Khozhiev S.T. Synthesis and study of the agrochemical properties of urea salts with nitric and orthophosphoric acid // E3S Web of Conferences. 2023. Т. 389. С. 03005.

7. Ганиев Б. Ш. Структурно-сорбционные характеристики глинистых сорбентов, полученных комбинированной активацией //Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2017. – №. 2. – С. 153-156.
8. Ганиев Б.Ш., Олимов Б.Б. Влияние температуры синтеза на абсорбционные свойства сополимерных композитов содержащих навбахорского бентонита //Химия и химическая технология: достижения и перспективы. – 2018. – С. 304.1-304.2.
9. Ganiyev B. S., Sharipov M. S. Investigation of the Differential Thermodynamic Analysis of New Bifunctional Compositions Based on Navbahor Bentonites and Styrene-Acrylic Copolymers //Chemical and Biomolecular Engineering. – 2020. – Т. 5. – №. 1. – С. 35.
10. Shukurullayevich G. B. Study of Ellipsometry of Swelling of Styrene-acrylic Bentonite-containing Copolymer Composites //Science Journal of Chemistry. – 2020. – Т. 8. – №. 3. – С. 72.
11. Ганиев, Б. Ш., and М. С. Шарипов. "Исследование свойств природных сорбентов и их модифицированных форм." Проблемы химической промышленности и пути и х решения в свете её развития на современном этапе». конф Навои.–2016. 2016.
12. Шарипов, М. С., and Б. Ш. Ганиев. "Влияние концентрации инициатора на абсорбционные свойства полимерных композитов." Химия и химическая технология: достижения и перспективы. 2018.
13. Elsner, O., Eysel, W., Holler, T. (2018). Temperature-dependent XRD investigations of the dehydroxylation of pyrophyllite. Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft, 65(4), 179-185.
14. Grim, R.E., Güven, N. (2017). Bentonites: Geology, Mineralogy, Properties and Uses. Elsevier, Amsterdam.
15. Ikromov U.G`, Ganiyev B.Sh., Avezov Q.G`, Mardonov O`M. Yuqori miqdorda metall oksidlari tutgan tabiiy silikat xomashyoni ishqoriy qayta ishlash // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции "Инновационные технологии переработки минерального и техногенного сырья химической, металлургической, нефтехимической отраслей и производства строительных материалов". ИОНХ АН РУз. Ташкент 12-14 май 2022 года.- С. 538-540.
16. Икромов У.Г., Авезов К.Г., Мардонов У.М., Хожиев Ш.Т., Косимов И.О. Изучение составо-структурных особенностей продуктов кислотной переработки глины месторождения «Азкамар» // V-конференция-симпозиум "Химическая технология и нанотехнология, химия высокомолекулярных соединений, а также научные исследования в области органических веществ и композиционных материалов – проблемы и решения".- Ташкент 25 ноября 2021 г.- с. 238-239.