

ISSN 2091-5527  
№ 2/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

УДК 622. 673.13

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУД ДИАТОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

<sup>1</sup>Кулдеев Е.И., <sup>2</sup>Негматов С.С., <sup>3</sup>Тастанов Е.А.

<sup>1</sup>*Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан*

<sup>2</sup>*ГУ «Фан ва тараккиёт», при ТГУ им. И Каримова, Ташкент, Республика Узбекистан*

<sup>3</sup>*АО «Институт металлургии и обогащения», Алматы, Республика Казахстан*

**Аннотация.** В последние десятилетия отдельные исследования в Республике Казахстан были направлены на расширение потенциала использования пород крупных и имевших историю промышленной эксплуатации месторождений силицитов с целью ревизии их физико-химических, минералогических параметров и оценки перспектив расширения их применения в новых отраслях и технологиях в строительном и техническом материаловедении, основанных на глубокой химической переработке минерального сырья. В статье приведены новые данные о химико-минералогических и структурных параметрах диатомитовых месторождений Республики Казахстан.

**Цель:** комплексный анализ химико-минерального состава и структурно-текстурных особенностей пород с двух крупнейших диатомитовых месторождений Актюбинской области.

**Методы:** полевые исследования, литолого-петрографический анализ шлифов, рентгенодифракционный анализ, дифференциальный термический анализ, сканирующая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.

**Результаты.** Для изученных диатомитов характерна высокая степень однородности, они представлены типичными фазами для кремниевых пород региона – опал-кristобалит-тридимит (опал-СТ), глинистые минералы с примесью кварца и полевых шпатов. Рассматриваемые горные породы являются глинистыми диатомитами и глинистыми опоками, общее содержание основных оксидов позволяет характеризовать сырье как среднего качества, наиболее подходящее для производства пеностеклянных материалов, и, в частности, стеклонити, при производстве которой глинозем является важным функциональным компонентом. Вместе с тем существенное содержание глинистых и иных примесей не позволяет рекомендовать такое сырье для изготовления фильтровальных и сорбирующих материалов.

**Ключевые слова:** диатомит, геология, структура, анализ, сырье, силициты, нерудные полезные ископаемые, Казахстан.

**Введение.** Диатомиты являются разновидностью кремнистого сырья, обладающей большой пористостью (с чем связана их высокая способность к адсорбции), плохой тепло- и звукопроводимостью, тугоплавкостью и кислотостойкостью. Благодаря своим специфическим свойствам диатомиты рассматриваются как минеральное сырье многоцелевого назначения. Основные области применения диатомита в США: фильтрация – 67%, применение в качестве добавок к цементу – 15%, адсорбента – 11%, наполнителя – 7%, прочие сферы (включая производство специализированной фармацевтической продукции)-менее 1% [1-3].

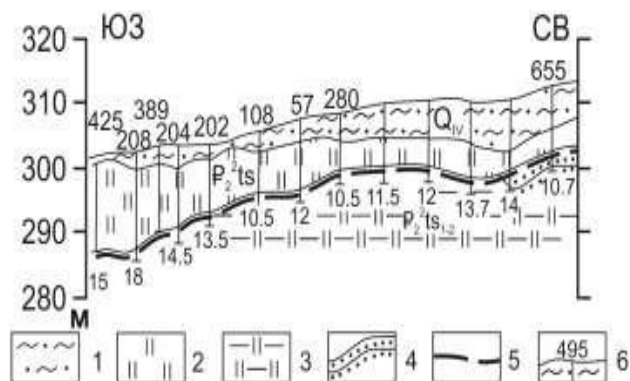
Основные запасы диатомитов Казахстана составляют более 200 млн. тонн, основная часть которых сосредоточена в Муголжарском районе Актюбинской области на возвышенности Жалпак [4, 5]. Диатомитовая руда месторождения плато Жалпак содержит, вес. %: SiO<sub>2</sub> – 70; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 9,2; Mg – 2,35; TiO<sub>2</sub> – 0,41,

остальное составляют примеси соединений железа. Жалпакское поле диатомитов оценивается в 1,8 миллиарда тонн – это самое крупное месторождение в мире. Всего же прогнозный ресурс запаса диатомитов Казахстана, сконцентрированный в этом районе Актюбинской области, составляет три миллиарда тонн [6, 7]. Актюбинская руда характеризуется уникально низким содержанием соединений фосфора, мышьяка и фтора, что является существенным преимуществом, так как не требует дополнительной очистки от них.

**Объект и методы исследования.** Нами произведен отбор проб диатомитовой руды (плато Жалпак) Актюбинской области и выполнен физико-химический анализ проб диатомитовых сырьевых материалов. Всего было отобрано 8 проб диатомитовых сырьевых материалов с трех месторождений в районе г. Эмба. Все отобранные пробы представляют собой пористую малопрочную

легкоразрушающуюся породу, цвет которых изменяется от белого до желтого. Кроме полевых исследований, проведен литолого-петрографический анализ шлифов, рентгенодифракционный анализ, дифференциальный термический анализ, сканирующая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ.

**Результаты и обсуждение.** Изучаемое диатомитовое плато Жалпак, расположено в Мугалжарском районе и разведано в 60-х годах прошлого века. Месторождение приурочено к Бахытбайскому антиклинорию и представлено пластом диатомита эоценового возраста, залегающим горизонтально на одновозрастных опоках и опокovidных глинах (рис.1). Всего же прогнозный ресурс запаса диатомитов Казахстана, сконцентрированный в этом районе Актюбинской области, составляет три миллиарда тонн.



**Рис. 1. Геологический разрез Жалпакского месторождения диатомитов:** 1 – песчано-гравийные отложения четвертичные; 2 – диатомит акчатской свиты, 3 – опока, 4 – песчаник тикбутакской подсвиты; 5 – контур подсчета запасов; 6 – скважины и их номера.

Нами произведен отбор проб диатомитовой руды (плато Жалпак) для выполнения исследований. С трех точек платы были отобраны пробы природного диатомита с координатами точки по GPS 48°55'24,5"N 58°18'49,9"E. Природный диатомит плато Жалпак представляет из себя довольно мягкую спересованную горную породу белого цвета. По горизонтали и вертикали диатомитовые холмы пересечены довольно правильными линиями желтоватых более твердых пород. На рисунке 2 представлено место отбора первой пробы диатомитовой породы месторождения Жалпак.

Проведен физико-химический анализ проб диатомитовых сырьевых материалов. Всего было отобрано 8 проб диатомитовых сырьевых материалов с трех месторождений в районе г.

Эмба. Все отобранные пробы представляют собой пористую малопрочную легкоразрушающуюся породу, цвет которых изменяется от белого до желтого. Большей прочностью обладают образцы сырьевых материалов, находящиеся на поверхности холмов. Они обладают интенсивным желтым цветом, местами переходящими в желто-коричневый и содержат значительное количество соединений оксидов железа.



**Рис.2. Район отбора проб диатомита на месторождении Жалпак**

Пробы диатомитовых сырьевых материалов отличаются значительным варьированием химического состава. Содержание  $\text{SiO}_2$  изменяется от 73,087 % в белых разновидностях сырьевых материалов до 25,845 % в желтых (охроподобных). Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  меняется от 2,356 % до 30,405 %. Изменение содержания второстепенных компонентов ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  и т.д.) не так значительно. Отмечено несколько повышенное содержание соединений ванадия, рубидия и стронция: в количествах, превышающих относительные кларковые значения, однако не представляющих интерес для их целевого извлечения в качестве концентратов.

Для изучения минерального состава диатомитовых сырьевых материалов был выполнен рентгенофазовый анализ. Установлено, что основной фазой во всех образцах диатомитовых сырьевых материалов являются кварц и мусковит (рисунки 3 и 4). В высокожелезистой разновидности диатомита (опоки) отмечается достаточно высокое содержание серы, которая связана с железом в виде железистого ярозита [8].

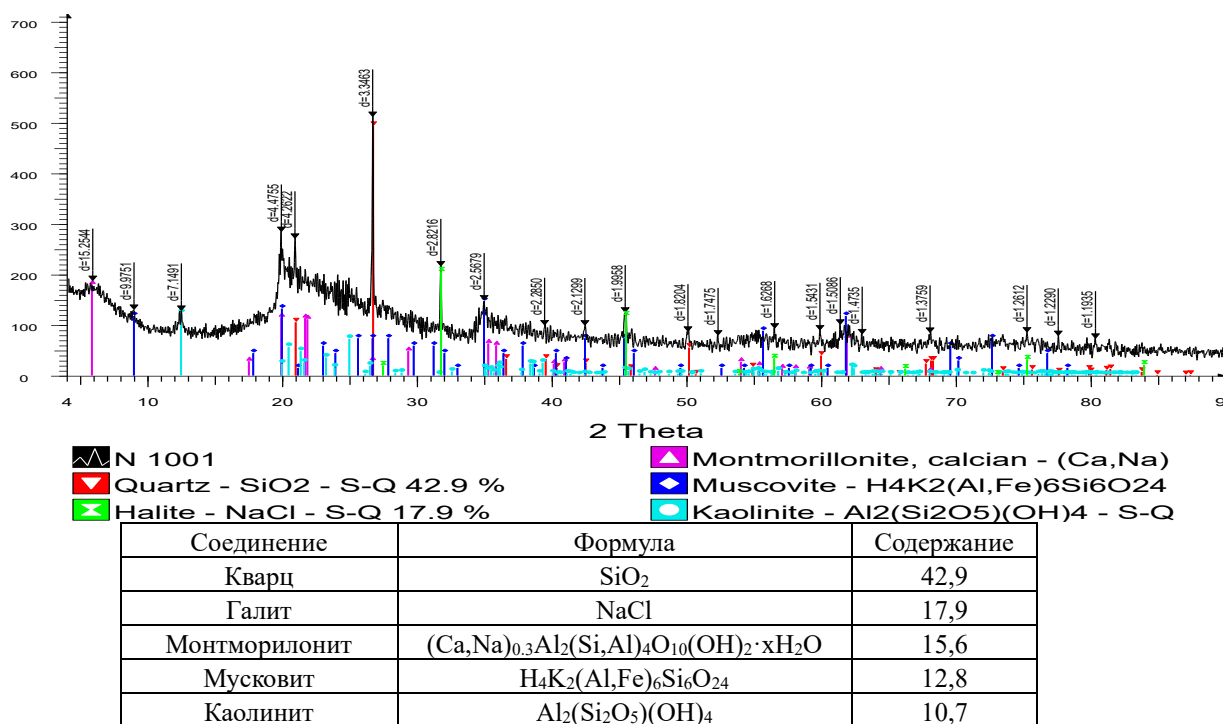


Рис. 3. Рентгенофазовый анализ низкожелезистой разновидности диатомитов

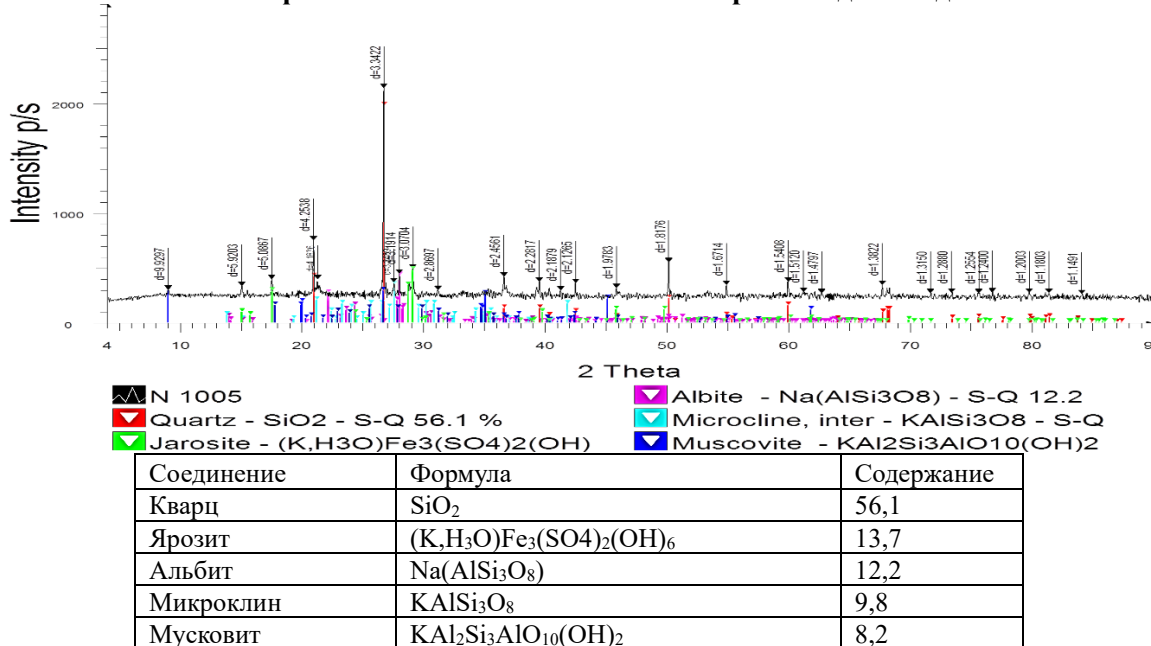


Рис. 4. Рентгенофазовый анализ высокожелезистой разновидности диатомитов

Гранулометрический состав исследуемых диатомитов был определен на приборе Shimadzu SALD-3101. Он предназначен для измерения размеров частиц в мелкодисперсных средах в диапазоне от 50 нм до 3000 мкм и успешно применяется для исследования различных минеральных порошков. Диспергирование изучаемого материала происходило в ультразвуковом поле с частотой 42 кГц и мощностью источника 40 Вт.

Для установления элементного состава природных, синтетических и модифицированных полидисперсных материалов применялся метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

Для получения ИК-спектров минеральных

дисперсных порошков использовался инфракрасный Фурье-спектрометр «Инфралюм ФТ-02», который дает возможность получать ИК-спектры поглощения в диапазоне волновых чисел 400 - 4000 см<sup>-1</sup>.

Для изучения фазового состава дисперсных материалов применялся рентгеновский дифрактометр D8 Advance (BRUKER), с использованием CuK<sub>α</sub>-излучения.

Частицы диатомита Жалпакского месторождения имеют наиболее шероховатую, изрезанную поверхность. Определены топологические характеристики природных диатомитов, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Топологические характеристики природных диатомитов месторождения Жалпак

Наименование характеристики диатомита	Значения
Органогенные примеси и влага, %	9
Крупность частиц, мкм	0,260-0,504
Координационное число	2,7÷3,2
Фрактальная размерность структурных неоднородностей, $D_s$	2,78
Линейные размеры структурных неоднородностей поверхности частиц, $R_{1NM}$	3,9
Удельная поверхность, $m^2/g$	10

Таким образом, произведен отбор 8 проб диатомитовых сырьевых материалов с нескольких месторождений в Мугалжарском районе Актюбинской области. Проведен их физико-химический анализ. Все отобранные пробы представляют собой пористую малопрочную легкоразрушающуюся породу, цвет которой изменяется от белого до желтого цвета. Определены топологические характеристики природных диатомитов.

С минералогической точки зрения рассматриваемые горные породы являются глинистыми диатомитами и глинистыми опоками, общее содержание основных оксидов позволяет характеризовать сырье как среднего качества [9, 10].

Диатомит отвечает требованиям государственных стандартов по производству различных строительных материалов, таких как термолит (и на его основе термолитобетон), кремнеситаллы, керамическая плитка на основе искусственного волластонита, легковесный силикатный строительный кирпич.

Отдельно следует отметить, что в стекольную шихту при производстве стеклонити для повышения прочности будущего материала специально вносят немного глинозема.

*Настоящее исследование выполнено в рамках грантового финансирования Министерства науки и высшего образования РК BR21882292 «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка».*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор американского рынка диатомита. 04.11.2020. Издатель: Marketpublishers. <https://marketpublishers.ru/lists/12087/news.html>
2. Отчет аналитической службы АО «Региональный финансовый центр Алматы» за 2010
3. Обзор рынка диатомита в СНГ (отчет экспертов ООО «ИГ «Инфолайн»). М., 2024. - 171 с.
4. Обзор мирового рынка диатомита и перспективы развития до 2034 г. [https://marketpublishers.ru/report/industry/raw\\_materials\\_fillers/diatomite\\_market\\_review.html](https://marketpublishers.ru/report/industry/raw_materials_fillers/diatomite_market_review.html)
5. Diatomite market size, industry outlook report, regional analysis, application development, price trends, competitive market share & forecast, 2024-2032 <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/diatomite-market>
6. Nesrin Yıldız. Diatomite: A New Substrate for Hydroponics // International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey, 2008. P. 527-536. <https://core.ac.uk/download/pdf/43801997.pdf>
7. Gashaw Dessalew, Abebe Beyene, Amsalu Nebiyu, Morgan L.Ruelle. Use of industrial diatomite wastes from beer production to improve soil fertility and cereal yields // Journal of Cleaner Production. Volume 157, 20 July 2017, P. 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.116>
8. Кульдеев Е.И., Бондаренко И.В., Темирова С.С. Физико-химические свойства диатомитов и их использование в технологиях получения промышленной продукции (монография). Алматы: ИМиО, 2021.-188 с.
9. R.E. Nurlybayev, M.T. Zhuginissov, Z.O. Zhumadilova, A.A. Joldassov, Y.S. Orynbekov, A.A. Murzagulova An investigation of the effects of additives and burning temperature on the properties of products based on loam // Applied Sciences. – 2022. – 12 (7). URL: <https://doi.org/10.3390/app12073352> (дата обращения 15.01.2023).
10. Диатомит: универсальный и уникальный. <https://avestnik.kz/diatomit-universalnyiy-i-unikalnyiy/>

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-химических процессов формирования структуры водостойких композиционных материалов на основе модифицированных гипсовых вяжущих .....	3
Негматова К.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Абед Н.С., Шамсиева С.С., Жалилов Ш.Н., Пирматов Р.Х. Исследование механизма взаимодействия в процессе модификации мочевиноформальдегидных смол с выбранными модифицирующими минеральными наполнителями путем применения современных физико-химических методов .....	8
Sayitova N.N., Ibragimova K.S., Tangyarikov N.S. Piro-, Rodo-, mezoporfirin va ularning komplekslarini 3D-metallar bilan suvsiz erituvchilarda erishi va erish jarayonlarini qiyosiy o'rganish .....	10
Исаева Н.Ф. Цеолитные адсорбенты: экологически безопасные решения для очистки природного газа и воды .....	13
Кулдеев Е.И., Негматов С.С., Тастанов Е.А. Изучение физико-химических характеристик руд диатомитовых месторождений Казахстана .....	15
Xushvaqto'v S.Y., Jurayev M.M., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G. Tarkibida azot va oltingugurt tutgan funksional ion almashinuvchi materiallarga Pb (II) ionlarining sorbsiyasi .....	19
Xusenov A.Sh., Ashurov M.M., Abdullaev X.O., Raxmanberdiev G. Plyonkaning gidrofilligi va mexanik mustahkamligiga inulin va uning hosilalari ta'sirini aniqlash .....	22
Mirzoyeva G.A., Fayziyev J.B., Nazarov N.I. Rux oksidi asosida ftalotsianin birikmasining sintezida katalizatorning ta'siri va fizik-kimyoviy tahlili .....	25
Islomova Yu.O'., Abdushukurov A.K. N-akriloiloksokarbazolni polipropilen bilan modifikatsiyalash reaksiyasi .....	29
Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov H.I., Bekmurodova M.E., Ismoilova M.D. Po'lat korroziyasida anilinning fosfatli birikmasi asosidagi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari.....	31
Ibragimov T.E., Nurullaev Sh.P. Clay adsorbents Cr <sup>6+</sup> adsorption ionization .....	35

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Xasanov J.N., Turaev A.N., Davulov Sh.B. Analysis of cast iron melting technology in electric arc furnace ....	39
Abdulhaqova Sh.B., Rasulov A.X. Kompozitsion materiallarni yaratishda ishlatiladigan talk turlarining xususiyatlarini o'rganish usullari .....	42
Ризаева Н.М., Сайдумаров Б.М. Исследование состояния поверхности стали на границе раздела металла и околонины при нагреве .....	43
Tursunbayev S.A., To'raxodjayev N.D., Nurdinov Z.B., Mardonaqulov Sh.O'., Hudayqulov Sh.O'., To'rayev A.N. Alyuminiy qotishmalarining korroziyabardoshliligiga germaniy elementini ta'siri .....	45
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Абдумаликова М. Кукун материаллари босим остида электроконтакти ширишда зичланувчанлиги ва электрокаршилиги .....	48
Khasanov J.N., Saidkhodjaeva Sh.N., Turaev A.N. Microstructure of gray cast iron and its effect on mechanical properties .....	52
Искандарова М, Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р., Абдуллаев М.Ч. Влияние керамического кирпича физико-механические свойства портландцемента .....	55
Норхужаев Ф.Р., Аралова К.Б., Маматкулов Р.Ш., Аширов А.А. Технологические возможности способов упрочнения деталей машин и инструментов .....	57

## 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-механических свойств и разработка технологии получения водостойких модифицированных композиционных материалов с применением модифицирующих добавок .....	60
Рахматова Н.Ф., Шахакимова А.А., Рахматуллаева Н.Т., Абдуллаева Д.К. Получение энергоносителей из нефтешлама и других вторичных ресурсов методом пиролиза .....	62
Xidirova M., Abdugapporova G., Mahkamov M., Shaxidova D. Epoksid smolasi, polietilen-poliamin va mahalliy bentonit gilmovalari asosida polimer kompozitsiyalar olish va ularning sorbsion xossalarini o'rganish..	68
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получения качественных литейных изделий применяя правильные термобарьеры на 3D принтерах .....	72
Махкамова Л.К., Абдукаримова С.А., Ботиров А.М., Атакузиева Д.Р. Волокнообразующие сополимеры акрилонитрила с N-морфолин-2-хлорпропилакрилатом .....	74
Шакиров Ш.М., Каримов Ш.А., Даминов Л.О. Темир кукуни асосли композицияларни пресшлашда ён девор босими ва уни аниқлаш .....	77