ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

5. D. A. Sitenko, G.A. Shakirova, G.K. Nurgaliyeva (2021). The role of internal audit standardization in improving the audit quality. https://www.semanticscholar.org/paper/f08dba1a79e151c24b3940c6180ce6d9796d0765
6. Airline Guide Task Force (2010). Audit and Accounting Guide: Airlines. https://egrove.olemiss.edu/aicpa_indev

ISSN 3030-3907

ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ДОЛОМИТОВОГО СЫРЬЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Абылова А.Ж.
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус
Сайпов А.А.
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус
Бекбосынова Р.Ж.
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус
Абылов Ж.Ж.
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус
Калилаев Т.Т.
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного исследования фазовых и структурных преобразований доломитового сырья месторождения Джамансай (Республика Каракалпакстан) при термической активации в диапазоне температур 600–900 °C. С применением методов термического анализа, рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализа, а также сканирующей электронной микроскопии, установлены закономерности декарбонизации и формирования активных оксидных фаз. Определён оптимальный температурный режим термообработки, обеспечивающий получение каустического доломита с высокой реакционной способностью. Показана возможность исследуемого сырья для получения магнезиальных вяжущих материалов и композиционных строительных изделий с заданными эксплуатационными характеристиками.

Ключевые слова: доломит, термическая активация, магнезиальные вяжущие, декарбонизация, фазовый состав, термический анализ, оксид магния, оксид кальция.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article presents the results of a study of the phase and structural changes that occur during thermal activation of dolomite raw materials from the Djamansay deposit (Republic of Karakalpakstan) at a temperature range of 600–900 °C. Using thermal analysis, X-ray fluorescence analysis and X-ray phase analysis, as well as scanning electron microscopy, the laws of decarbonization and the formation of active oxide phases were determined. By determining the optimal thermal treatment regime, it was possible to obtain caustic dolomite with high reactivity. The possibility of producing magnesian binding materials and composite building products with specified performance properties from the studied raw materials was demonstrated.

Keywords: dolomite, thermal activation, decarbonization, phase composition, magnesium oxide, calcium oxide.

Annotatsiya. Maqolada Jamansay konining (Qaraqalpoqiston Respublikasi) dolomit xom ashyosining 600–900 °C harorat oralig'ida termik faollashtirish jarayonida sodir bo'ladigan fazaviy va struktural o'zgarishlarni o'rganish natijalari keltirilgan. Termik tahlil, rentgen-fluorestsent tahlil va rentgen-fazaviy tahlil, shuningdek, skanerlash elektron mikroskopiya usullaridan foydalanib, dekarbonizatsiya va faol oksid fazalarining hosil bo'lish qonuniyatlari aniqlandi. Optimal termik ishlov berish rejimini aniqlash orqali yuqori reaktivlikka ega bo'lgan kaustik dolomit olish imkoniyati ta'minlandi. Tadqiq etilgan xom ashyodan magnezial bog'lovchi materiallar va belgilangan foydalanish xususiyatlariga ega bo'lgan kompozit qurilish mahsulotlari ishlab chiqarish imkoniyati ko'rsatildi.

Kalit so'zlar: dolomit, termik faollashtirish, dekarbonizatsiya, fazaviy tarkib, magniy oksidi, kaltsiy oksidi.

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях роста объёмов строительства и ужесточения требований к экологической безопасности строительных материалов особое значение приобретает разработка энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий производства вяжущих веществ. Одним из перспективных направлений является использование магнезиальных вяжущих, получаемых на основе природного доломитового сырья.

Магнезиальные вяжущие материалы отличаются высокой прочностью, быстрым набором прочности, устойчивостью к воздействию агрессивных сред и повышенной термостойкостью [1, 2]. Они находят применение при производстве полов промышленных зданий, теплоизоляционных и огнеупорных материалов, сухих строительных смесей, а также специальных композиционных покрытий.

ISSN 3030-3907

Использование природных и техногенных магнийсодержащих материалов позволяет расширить сырьевую базу, снизить себестоимость продукции и вовлечь в переработку вторичные ресурсы. В этом контексте доломитовые породы представляют значительный интерес благодаря широкому распространению и стабильному химическому составу.

Производство магнезиальных вяжущих включает несколько стадий: добычу и подготовку сырья, его измельчение, термическую активацию, получение активного оксида магния, смешивание с растворами солей магния и формование изделий. Ключевым этапом данного процесса является кальцинация доломита, определяющая фазовый состав и реакционную способность конечного продукта. Физико-химические свойства доломита в значительной степени зависят от параметров термообработки. При нагревании происходит последовательное разложение карбонатных фаз, сопровождающееся образованием оксидов кальция и магния. Управление этими процессами позволяет целенаправленно формировать структуру и свойства материала [3, 4].

Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых термическому разложению доломита, влияние конкретных геологических и минералогических особенностей месторождений на процесс активации изучено недостаточно. В связи с этим целью настоящей работы является исследование изменений фазового состава доломита месторождения Джамансай при термической обработке и обоснование оптимальных технологических режимов его активации.

В работах [5–6] рассматриваются особенности использования доломитового сырья различных месторождений для получения магнезиальных цементов. Отмечается, что минералогический состав, степень кристалличности и размер частиц существенно влияют на процессы термоактивации.

Авторы [7] подчёркивают важность комплексного подхода к исследованию минерального сырья, включающего физико-химический, минералогический и технологический анализ. Такой подход позволяет повысить достоверность получаемых результатов и оптимизировать производственные процессы.

Анализ литературных данных показывает, что для каждого конкретного месторождения требуется индивидуальный подбор режимов термообработки. Это обуславливает актуальность настоящего исследования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Республика Каракалпакстан обладает потенциалом минерально-сырьевой базы для

ISSN 3030-3907

получения вяжущих материалов. Основным источником такого сырья в регионе являются карбонатные породы, доломиты и доломитизированные мергели [8].

Объектом исследования являлся природный доломитовый минерал месторождения Джамансай, расположенного в Республике Каракалпакстан. Месторождения Джамансай выделяется благоприятными геолого-структурными условиями, широким распространением доломитов и устойчивостью минерально-химического состава сырья, что делает его наиболее обоснованным источником для разработки технологий получения магнезиальных вяжущих и огнеупорных материалов. Сырьё характеризуется стабильным химическим составом и относительно низким содержанием вредных примесей. Основными минералогическими компонентами являются доломит, кальцит и кварц.

Химический состав образцов определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа. Фазовый состав исследовали с использованием рентгеновского дифрактометра *LanScientific FRINGE CLASS*. Термические превращения изучали методами дифференциально-термического и термогравиметрического анализа в интервале температур 25–1000 °C при скорости нагрева 10 °C/мин. Морфологию и микроструктуру исследовали методом сканирующей электронной микроскопии при увеличении до ×5000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.

При нагревании доломитового сырья происходит последовательное разложение карбонатных соединений в двух стадиях: декарбонизация магнезиальной фазы - начинается при температуре около 550-700 °C, что соответствует реакции:

$$CaMg(CO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2\uparrow$$

Кальцит ($CaCO_3$) остаётся стабильным до более высоких температур. Скорость реакции зависит от поверхности зерен: чем мельче частицы, тем выше скорость. При этом наблюдается частичное разрушение кристаллической решётки доломита с образованием мелкодисперсного оксида магния (MgO), который обладает повышенной удельной поверхностью и активностью.

Высокотемпературная стадия (750–900 °C). Основное разложение доломита завершается, выделяется значительное количество CO_2, и образуются оксиды MgO и CaO:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$$

ISSN 3030-3907

При 900 °C почти весь исходный доломит превращается в оксиды, продукт имеет пористую структуру, увеличенную удельную поверхность и способность к декарбонизации в присутствии CO_2. Атмосфера сильно влияет: в инертной среде разложение протекает быстрее, в CO_2 — процесс замедляется из-за обратной реакции.

Таким образом, при термической активации выше 900 °C формируется твёрдая смесь активных оксидов CaO и MgO, которая является основой для последующего взаимодействия с водой и другими компонентами вяжущей системы. Полученные результаты согласуются с данными литературных источников [2,7] и подтверждают двухстадийный характер разложения доломита.

По данным термического анализа (ДТА и ДТГ) наблюдаются эндотермические эффекты и разложение доломита, сопровождающееся изменением массы и формированием остатка (рис. 1). Кривые ДТА и ТГ характеризуются наличием трёх выраженных участков: потеря влаги, разложение органических компонентов и образование конечного остатка.

В диапазоне 33–557 °C наблюдается незначительная потеря массы за счет влаги и летучих адсорбированных компонентов (физический этап). Основная декарбонизация и разложение $MgCO_3$ происходят при 557–816 °C с выделением CO_2. При температурах выше 816 °C происходит разложение остаточных карбонатов и стабилизация оксидных фаз.

Экзотермический пик на кривой ДТА указывает на реакцию при высоких температурах. Полученные данные позволяют оценить термическую стабильность и состав. Экзотермический эффект при 730–750 °C обусловлен перекристаллизацией оксидных фаз и уплотнением структуры материала.

Таким образом, термические преобразования доломита последовательно проходят от потери влаги к декарбонизации и завершаются формированием стабильных оксидных фаз.

ISSN 3030-3907

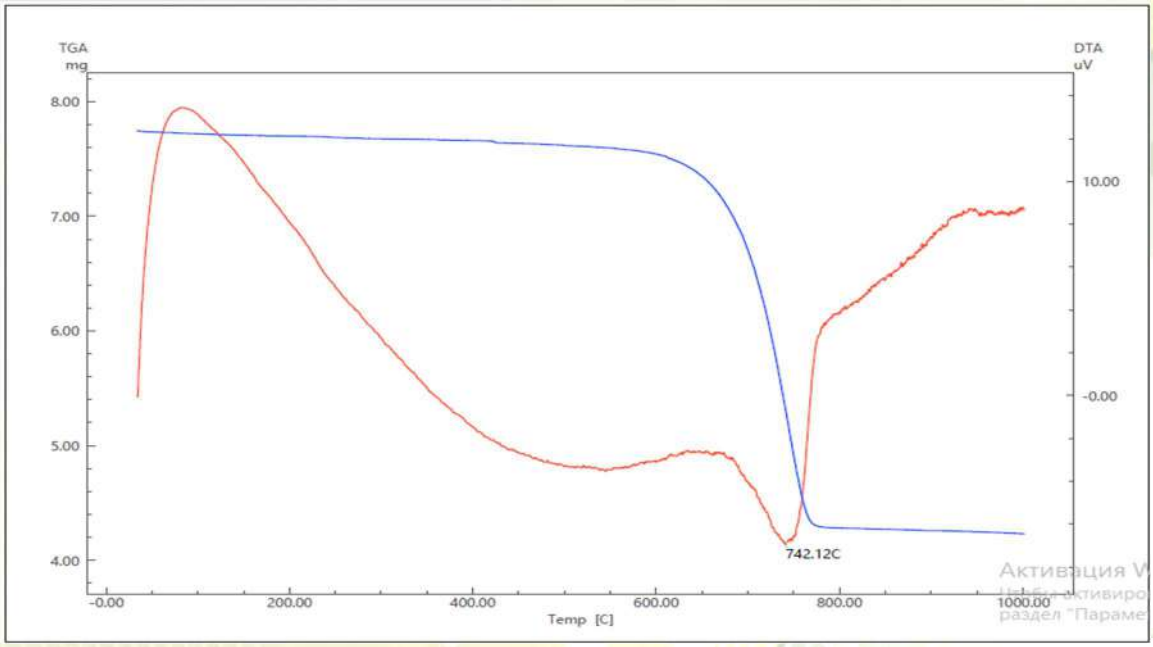
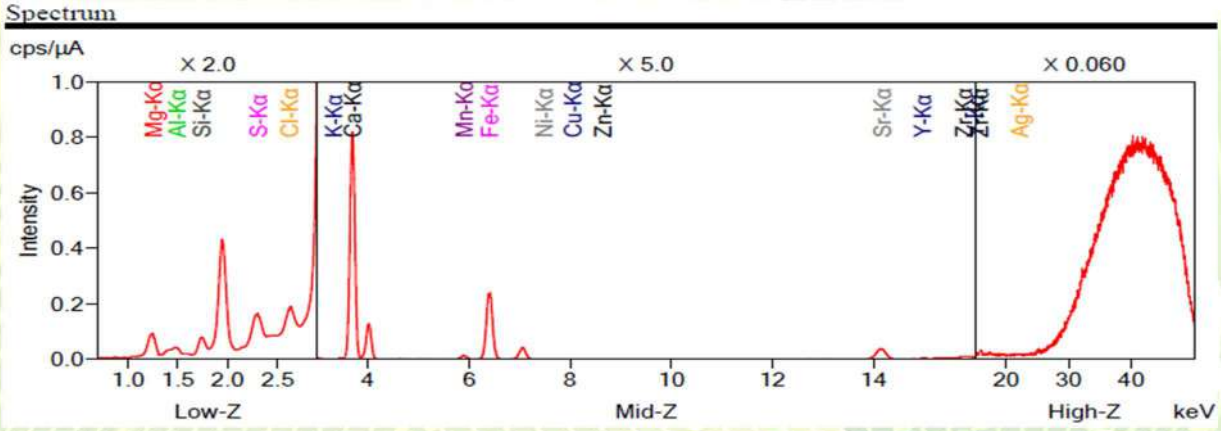
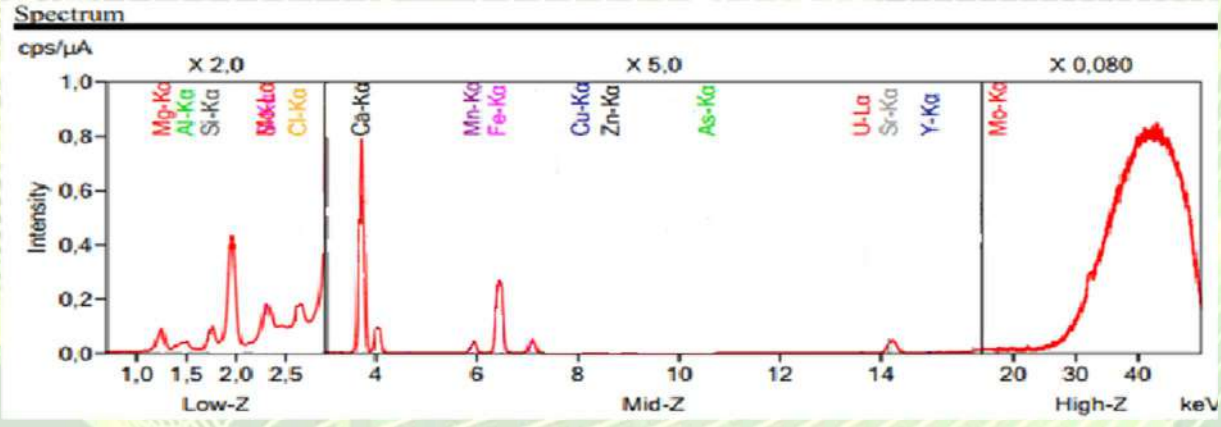


Рисунок 1. Термограмма природного доломита месторождения Джамансай.

Рентгенофлуоресцентный анализ доломита до и после обжига при 700–900 °C (90 мин) показывает последовательные изменения оксидного состава, обусловленные декарбонизацией и фазовыми превращениями. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа представлены в рис. 2 и таб.1.

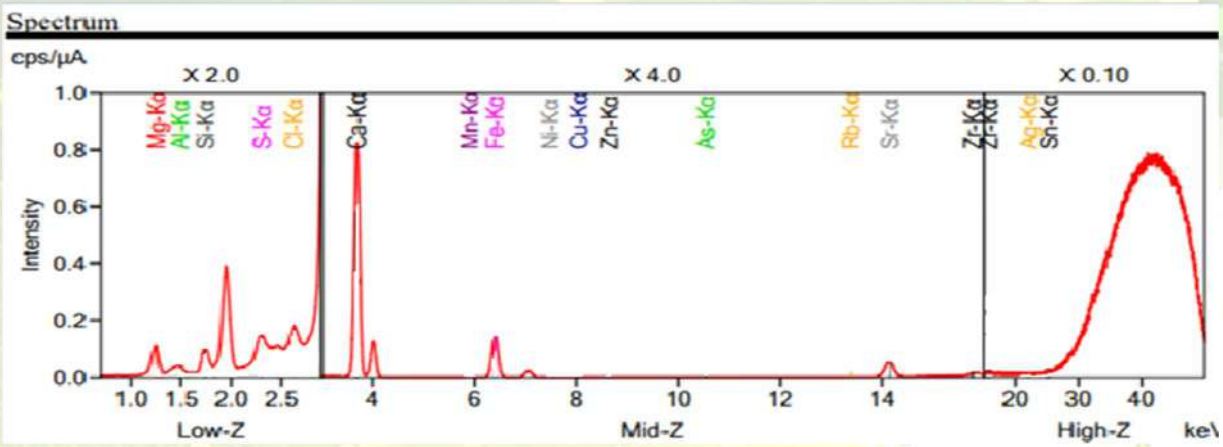


a)

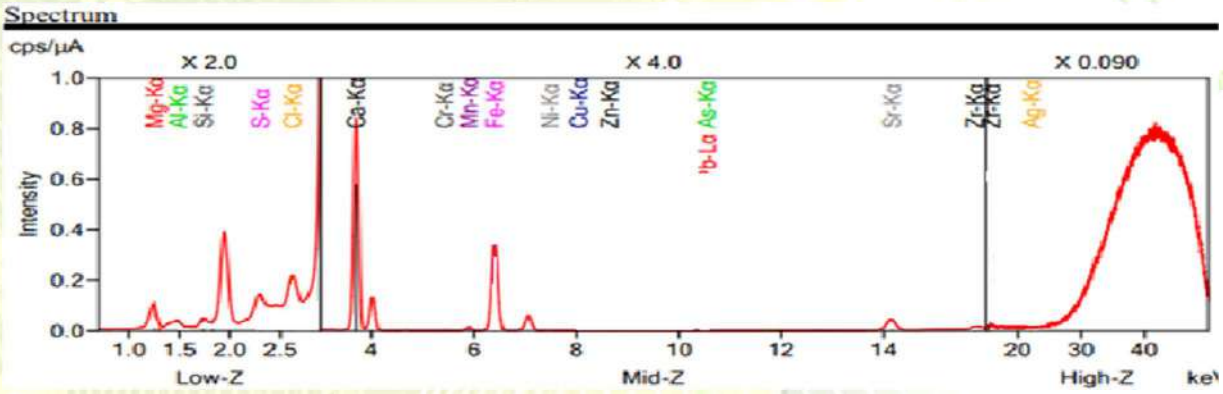


ISSN 3030-3907

b)



c)



d)

Рисунок 2. Рентгенофлуоресцентный анализ образцов доломита месторождения Джамансай: a) Исходный b) 700 °C, 90´; c) 800 °C, 90´d) 900 °C, 90´.

При нагревании (рис.2) $CaMg(CO_3)_2$ разлагается с выделением CO_2 и формированием оксидных фаз. MgO увеличивается с 22,8 % до 26,8 % начиная с 700 °C, отражая разложение $MgCO_3$ (полное разложение при 600–700 °C), а CaO возрастает с 60,0 % до 63,0 % в диапазоне 700–900 °C по мере разложения $CaCO_3$. SiO_2 снижается с 3,73 % до 1,09 % при 800–900 °C из-за относительного уменьшения на фоне роста оксидов и возможного образования форстерита Mg_2SiO_4, Fe_2O_3 уменьшается с 5,45 % до 4,0 % при 900 °C вследствие взаимодействия с CaO и частичной редукции, Al_2O_3 остаётся практически неизменным (4,10 → 4,07 %). SO_3 снижается с 0,629 % до 0,213 %, Cl — с 0,191 % до 0,082 %, MnO — с 1,470 % до 0,070 % в диапазоне 700–900°C вследствие термического разложения и включения в новые фазы.

Таким образом, результаты рентгенофлуоресцентного анализа свидетельствуют о закономерном увеличении содержания MgO и CaO с ростом температуры обжига. Одновременно наблюдается снижение

ISSN 3030-3907

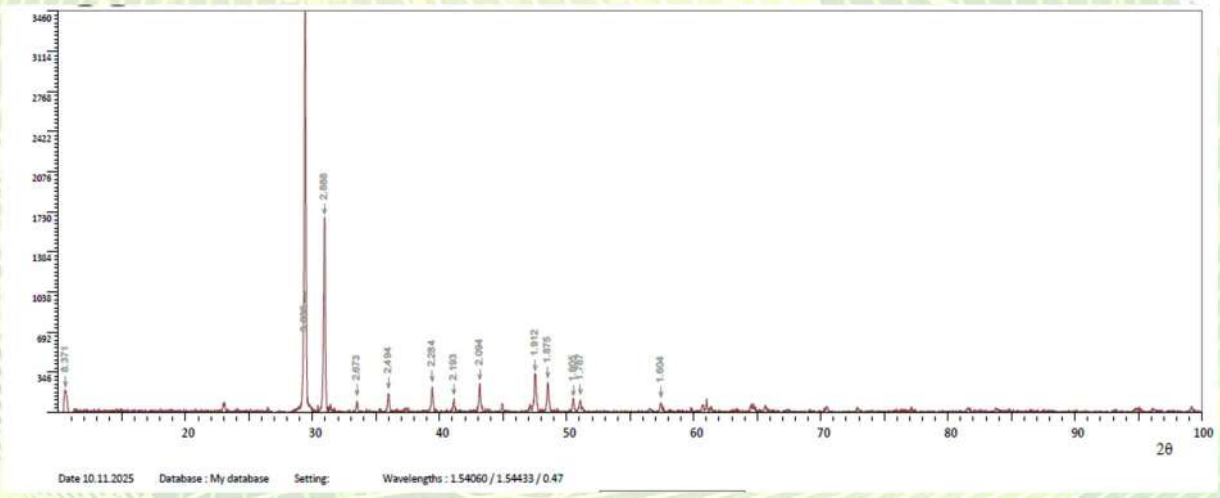
концентраций SiO_2, Fe_2O_3, SO_3 и MnO, что связано с их вовлечением в новые фазы и перераспределением в структуре материала. При температуре 900 °C степень декарбонизации превышает 98 %, что указывает на практически полное разложение исходного доломита.

Таблица 1

Сравнение содержания оксида элемента (%)

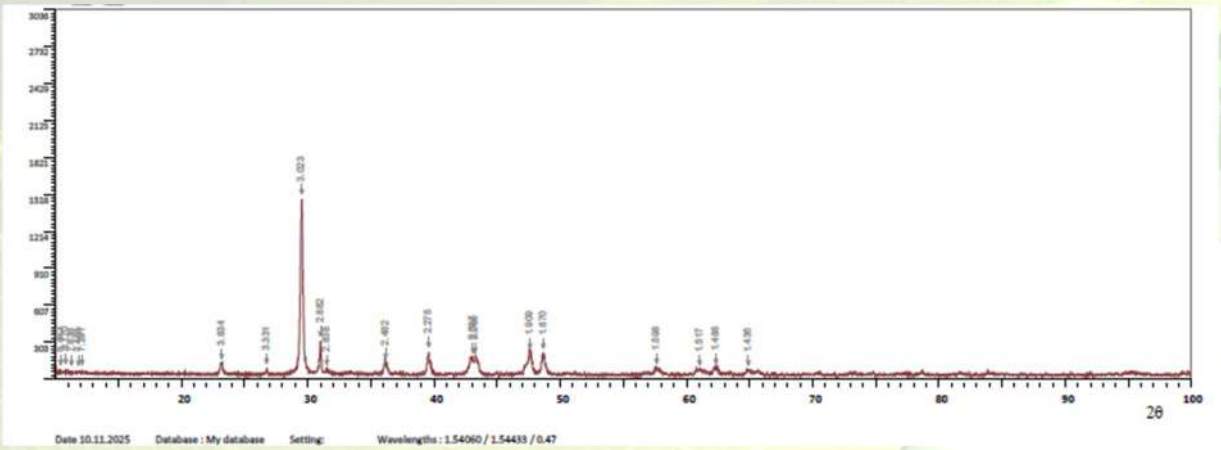
Образец	Содержание оксида элемента (%)								
	MgO	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	Cl	MnO	Σ
Сырьё	22,8	60,0	5,45	4,10	3,73	0,63	0,19	1,5	98,4
700 °C, 90 мин.	24,5	60,6	5,51	4,50	2,18	0,43	0,16	1,2	99,1
800 °C, 90 мин.	26,1	61,4	5,58	4,60	1,27	0,24	0,05	0,1	99,4
900 °C, 90 мин.	26,8	63,0	4,00	4,07	1,09	0,21	0,08	0,07	99,9

Рентгенофазовый анализ проводился на дифрактометре LanScientific FRINGE CLASS, представляющем собой компактный настольный (benchtop) и многофункциональный прибор, широко применяемый в научно-исследовательских и контрольно-аналитических лабораториях. В ходе анализа установлено, что в доломитовом сырье основную фазу составляет доломит $CaMg(CO_3)_2$, а содержание сопутствующих примесей — таких как кальцит $CaCO_3$ и кварц SiO_2 — определяется по их характерным дифракционным пикам. После обжига доломита при температурах 700 °C и 900 °C наблюдается исчезновение карбонатных пиков и формирование новых фаз оксида кальция CaO и оксида магния MgO, что подтверждает термическое разложение исходного минерального сырья.

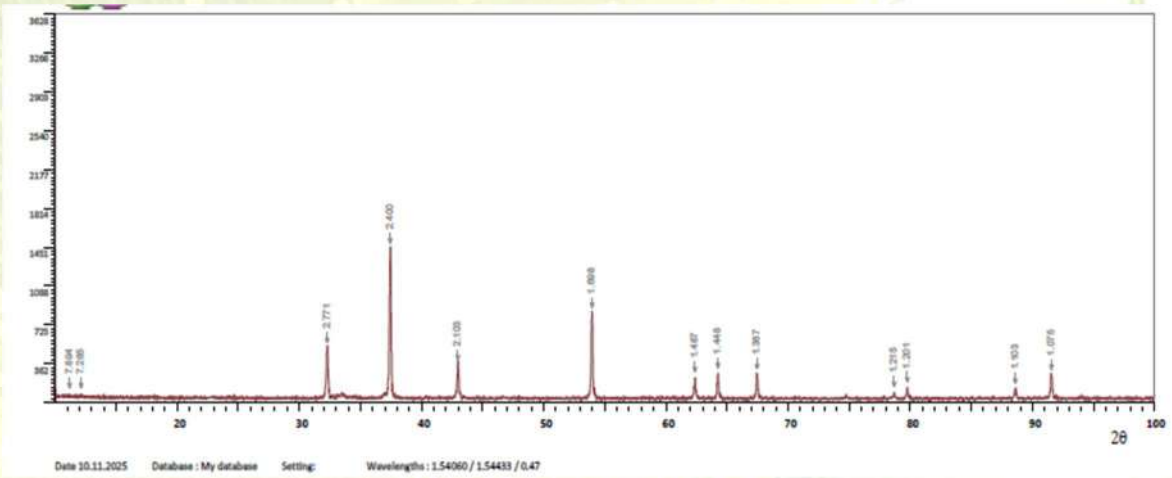


a)

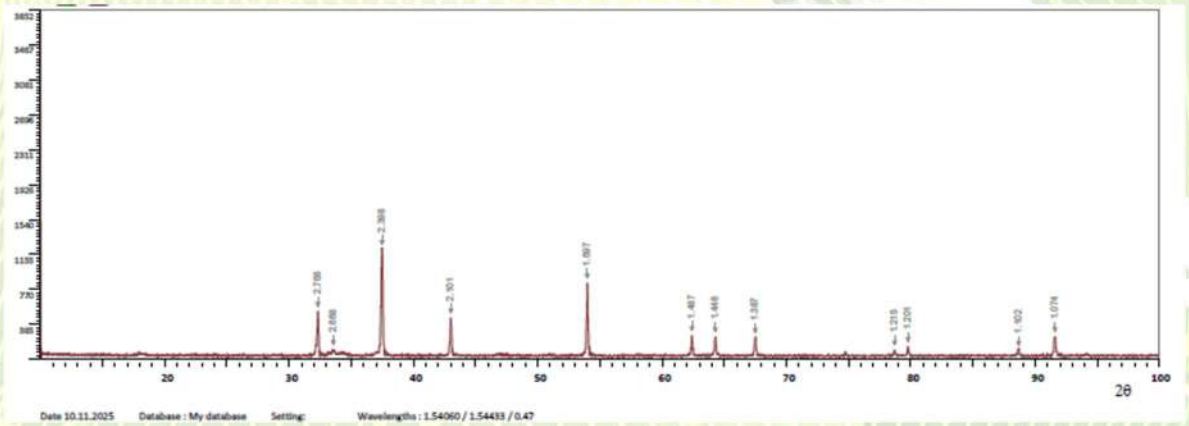
ISSN 3030-3907



b)



c)



d)

Рисунок 3. Рентгенограммы продуктов термообработки доломита при температурах: a) Исходный a) 600°C; b) 700°C; c) 780°C; d) 900°C, 90 мин.

Для исследования использовались образцы доломитового сырья с гранулометрическим размером 0,63 мм. Процесс термического разложения сырья изучался в изотермических условиях при выдержке 90 минут.

Рентгенофазовый анализ (рис.3) показал, что исходное доломитовое сырье представлено преимущественно доломитом $CaMg(CO_3)_2$ с примесями

ISSN 3030-3907

кальцита и кварца. При обжиге до 600 °С в течение 90 минут разложения доломита не наблюдается, образец полностью сохраняет исходную доломитовую фазу. При повышении температуры до 700 °С начинается первая стадия термического разложения по реакции:

$$CaMg(CO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2.$$

Однако по данным рентгенофазового анализа содержание MgO составляет лишь 15 %, что указывает на неполное протекание реакции и необходимость умеренного повышения температуры для полного разложения магниевой составляющей.

Четко выраженное фазовое превращение наблюдается в образце, выдержанном при 780 °С. На этой температуре первая стадия термического разложения доломита завершается, и материал переходит в каустический доломит, содержащий около 35 % MgO и 55 % $CaCO_3$. Это указывает на полное распадение магний карбонатной части с образованием активного оксида магния, при сохранении стабильности кальцита.

При дальнейшем повышении температуры до диапазона 850–900 °С полностью протекает вторая стадия разложения, связанная с декарбонизацией $CaCO_3$ по реакции $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$. Полученный продукт состоит исключительно из оксидных фаз: около 69,5 % CaO и 30,5 % MgO, что соответствует формированию оксидного доломита. Указанный температурный диапазон является оптимальным технологическим режимом для полной кальцинации доломита.

Таблица 2.

Фазово - минералогический состав каустического доломита (780 °С)

Фаза	Функция	780 °С; 90 мин, (%)
MgO (periklaza)	Нейтрализация кислот и флокуляция	≈35 %
$CaCO_3$ (калцит)	Структурная стабильность и связующее свойство	≈55 %
CaO (известь)	Побочный продукт, снижающий активность	10 %

Как видно из таблицы 2, при температуре 780 °С и выдержке 90 минут фазовый состав продукта характеризуется преобладанием оксида магния (MgO) и карбоната кальция ($CaCO_3$), при незначительном содержании оксида кальция. Количественный и функциональный анализ фаз показывает следующее. Оксид магния (MgO, периклаз) составляет около 35 % и исполняет роль в процессах нейтрализации кислот и флокуляции.

ISSN 3030-3907

Содержание карбоната кальция ($CaCO_3$, кальцит) достигает приблизительно 55 %, обеспечивая структурную стабильность материала и его связующие свойства. Небольшая доля оксида кальция (CaO), составляющая около 10 %, рассматривается как побочная фаза, присутствие которой может снижать общую активность полученного каустического доломита. Такое соотношение фаз обеспечивает оптимальное сочетание активности и технологической стабильности.

Как видно (рис.4) из представленных электронно-микроскопических микрофотографий, выявляет существенную перестройку его морфологии, связанную с разложением $MgCO_3$ до MgO при частичном сохранении фазы $CaCO_3$. На микрофотографиях фиксируется разрушение исходной кристаллической структуры и формирование выраженного поверхностного рельефа, представленного ориентированными кристаллитами MgO. Наличие трещин, сформировавшихся вследствие выхода CO_2 и сопутствующей усадки объёма, а также появление межагрегатных пор размером 200–500 нм свидетельствуют о развитии нано и микропористости.

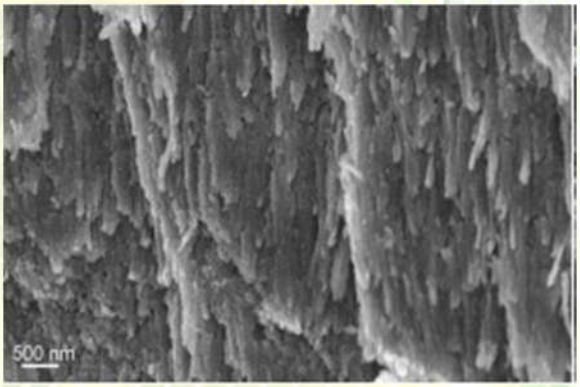


Рисунок 4. – Электронно-микроскопический снимок образца доломита месторождения Джамансай после термообработки при 780 °C (90 мин); ×5000. Формирование пористой структуры и агрегатов оксидных фаз (MgO, CaO).

Полученная микроструктура характеризуется высокой гетерогенностью, увеличенной удельной поверхностью и доступностью активных участков, что отражает переход доломита в реактивное состояние, типичное для частично декарбонизированных материалов. Морфологические признаки, выявленные методами СЭМ, подтверждают перспективность такого доломита как эффективного сорбента CO_2 и функционального компонента каталитических систем благодаря развитой пористости и выраженной поверхностной активности.

ISSN 3030-3907

Результаты исследований изменений фазового состава доломитового сырья при термической активации показывают три эндотермических стадии, отражающие физические и химические превращения при нагревании.

В диапазоне 33–557 °C наблюдается незначительная потеря массы за счет влаги и летучих адсорбированных компонентов (физический этап). Основная декарбонизация и разложение $MgCO_3$ происходят при 557–816 °C с выделением CO_2. В интервале 816–1002 °C разлагаются остаточные карбонаты, формируя стабильную оксидную фазу. Экзотермический пик при 743 °C связан с фазовыми и структурными перестройками оксидов, а не с разложением карбонатов. Термические преобразования доломита последовательно проходят от потери влаги к декарбонизации и завершаются формированием стабильных оксидных фаз.

Установлено, что оптимальным режимом термообработки изученных карбонатных пород Джамансайского доломита являются 780°C выдержской 90 мин.

Таким образом, результаты исследований химических, физико-химических, минералогических и физико-механических свойств исходных материалов и продуктов термообработки показывают возможности использования карбонатных пород Джамансайского месторождения в создание магнезиальных вяжущих систем и получения на их основе композиционных, строительных и огнеупорных материалов.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Erdman S.V., Gapparova K.M., Khudyakova T.M., Tomshina A.V. Magnesia binder preparation from local natural and technogenic raw materials // Materials Today: Proceedings. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 120–127.
2. Namsone E., Zeltins N., Lace B. Influence of calcination parameters on properties of magnesia binders obtained from natural and technogenic raw materials // Procedia Engineering. – 2021. – Vol. 245. – P. 1234–1241.
3. Belimova O.A. Magnesia binder based on sludge bisulfate solution – the waste of pulp and paper industry: thesis for PhD. — Moscow: Moscow State University, 1999.
4. Shamshurov B.M., Timoshenko T.I. Investigation of the kinetics of carbonate dissociation in technological mixtures // Collection of scientific papers of International scientific and practical conference “Energy-saving technology in the building materials industry”. — Belgorod, 2008. — P. 345–355.
5. Смирнов В.А. Бетоны на основе магнезиальных вяжущих для устройства полов промзданий: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05/Смирнов Владимир Александрович. – Москва, 2005. -21с.

ISSN 3030-3907

7. Шелихов Н.С. Особенности формирования активной фазы MgO в доломитовом цементе // Строительные материалы. -2008. - Вып. 10. -С. 32-33.
8. Крамар Л.Я., Черных Т.Н., Орлов А.А. и др. Магнезиальные вяжущие из природного сырья / Монография –М.: «Перо». – 2012. –147 с.
9. Асабаев Д.Х., Хамидов Р.А., Бадалов Ф.А. – Магнезиальное минеральное сырье: общие сведения, условия формирования, промышленные типы, требования промышленности к качеству // Геология и минеральные ресурсы. Ташкент. 2020. №1. С.55-63.

ISSN 3030-3907