

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КАРБОНАТНЫХ ПОРОД МУЙНАКСКОГО И КУНГРАДСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБЖИГА

Туремуратов Ш.Н. д.х.н., проф.,

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус

Файзуллаева А.Г. докторант

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук
Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14558235>

Аннотация. В статье изложены результаты исследования химико-минералогического состава минеральных пород Муйнакского и Кунградского месторождений, расположенных в территории Республики Каракалпакстан методами оптической микроскопии и рентгено-флуоресцентного анализа.

Химико-минералогические составы проб Муйнакского и Кунградского месторождения имеют существенные отличия как по содержанию, так и по их количественных соотношений. На основе отношений кремнезема и полуторных окислов $SiO_2:R_2O_3$ пришли выводу, что исследованные пробы относятся мергелям известковых, мелоподобных или известково-мелоподобных разновидностям.

Введение. Развития строительной индустрии требует привлечение местных сырьевых ресурсов, на основе которых возможно выпускать продукции не уступающих по качеству привозимых извне. На территории Республики Каракалпакстан выявлены месторождения сырьевых ресурсов известняка, гипса, ганча, мергелей, вермикулита и других. Большинство этих месторождений из-за не достаточной изученности не находят применения. Потребность на экономичной и стойкой климатическим условиям Каракалпакии строительные материалы растет год за годом. Например, дефицит водных ресурсов требует создания антифильтрационных покрытий на боковых стенах оросительных каналов, что возможно только использованием большего количества вяжущих материалов.

Мергели представляют собой однородную смесь карбонатной и глинистой составляющих, и являются прекрасным сырьем для производства вяжущих материалов. Мергели представлены Муйнакским, Устюртским, Порлытауским, Акбурлинским, Ходжакульским и др. месторождениями. Месторождения Акбурлы, Порлытау и Ходжакуль были исследованы на возможность получение вяжущего материала в работах [1. 1151-1156; 2. 62-68; 3. 96-101].

Представляют интерес изучение мергели территорий Кунградского и Муйнакского районов, так как химические и минералогические составы

исходного сырья определяют параметров технологического режима производства вяжущих материалов с заданными характеристиками.

Объекты и методы исследований. Отбор проб производили из различных точек и различных глубин каждой месторождения. Выбирали куски с отличительными окрасками. Отобранные для анализа химического состава пробы очищали от грязи продуванием в потоке сжатого воздуха, измельчали в стандартной лабораторной ступке до порошка с приблизительно однородной размерами частиц, сушили при температурах несколько выше комнатных. Для рентгенофлуоресцентного анализа порошкообразных проб наиболее важным условием является однородность и мелкозернистость пробы, причем не только в случае легких элементов (Mg,Al), но также, например, при анализе кремния в пробах, содержащих железо. Прессованием подготовленных порошков получали таблетки с наименьшей шероховатостью поверхности [4. 472].

Морфологические особенности частиц выделенных фракций изучали с помощью цифрового фотографирование на оптическом микроскопе Leica ICC 50 с увеличением до 1000 раза. Наблюдения проводился прошедшем, отраженном и с одновременным двухсторонним освещением объектного стекла, на котором образуется случайные островки частиц минимальной толщины.

Макро и микроэлементный состав сырья определяли на рентгенофлуоресцентном анализаторе Rigaku NEX DE, настольном энергодисперсионном рентгено-флуоресцентном (EDXRF) спектрометре для элементного анализа от натрия до урана в твердых, жидких и порошковых образцах, а также в тонкопленочных покрытиях на твердых подложках.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследуемый пласт в месторождении Муйнак имеют рыхлой и глиноподобной структуры, темная, коричневатая, сероватая или голубоватая окраска, довольно разнообразной гранулометрический и химико-минералогический состав. Мощность месторождения небольшая – от 0,4 до 2,1 м, в некоторых местах достигает до 5,0 – 10,0 м, расположено непосредственно на поверхности или под почвенным слоем в 0,1-0,5 м [5. 202-206]. Сырьевой пласт месторождений Кунград имеют аналогичной глиноподобную структуру сероватой окраски, довольно разнообразной гранулометрический и химико-минералогический составов. Мощность месторождений от 1,5 до 3,5 м, в некоторых местах достигает до 5,0 – 20,0 м, расположено непосредственно на поверхности или под почвенным слоем в 0,2-1,0 м.

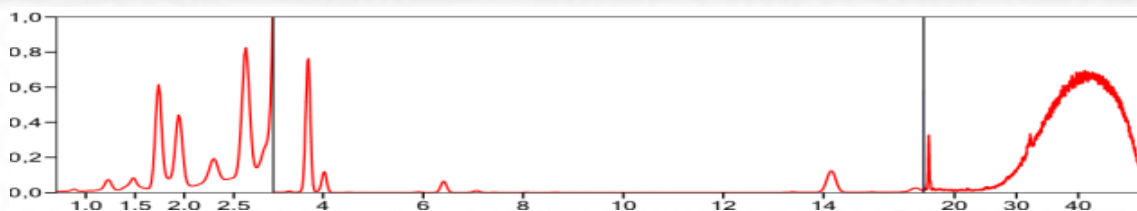
Таблица 1.
Химико-минералогический составы месторождений Муйнак и
Кунград

Минералы	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO		SO ₃	П.п.п	Вл	Σ
Кунградский известняк	1,97	1,88	49,35	3,05		1,32	43,18	0,15	100,9
Кунградский известняк	1,12	2,26	50,11	3,09		1,05	42,27	0,09	100,8
Кунградский известняк	1,79	4,28	46,17	3,13		1,09	43,36	0,09	99,91
Кунградский мергель	2,86	1,69	51,03	3,18		1,01	40,11	0,09	99,97
Кунградский мергель	2,86	1,88	49,96	3,00		1,09	40,83	0,09	99,71
Кунградский мергель	2,77	2,29	53,72	3,21		1,44	36,26	0,19	99,88
Муйнакский мел	2,32	3,24	48,95	3,26		1,64	40,25	0,25	99,91
Муйнакский мел	2,84	3,56	48,21	3,27		1,33	40,39	0,22	99,82
Муйнакский мел	2,87	3,89	47,99	3,07		1,52	39,76	0,28	99,38

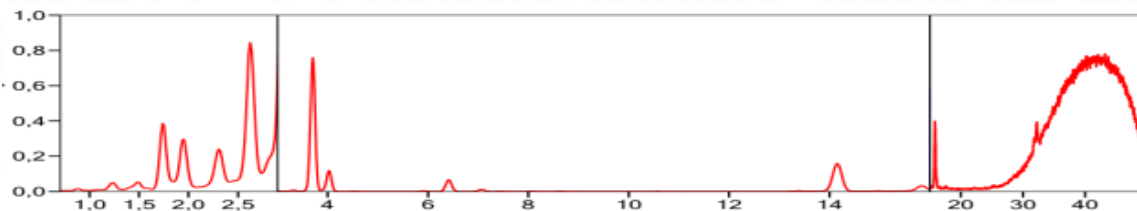
Химические и минералогические составы проб Муйнакского и Кунградского месторождения имеют как по содержанию, так и их количественных соотношению существенные отличия (см. таб.). Например, в пробах месторождения Муйнакский мергелистый известняк содержание SiO₂ меняется от 1,12 % до 1,97 %, R₂O₃ от 1,88 % до 4,28 %, CaO от 46,17 % до 50,11%, а также MgO от 3,05 % до 3,13 % и потеря при прокаловании от 42,27 % до 43,36. Cl от 0,175 до 0,39%. Содержание CaO меняется от 15,1% до 80,1%, а Na₂O от 0% до 57,2%. Аналогичные показатели проб месторождения Кунград: Al₂O₃ меняется от 3,06 % до 7,27%, SiO₂ от 2,02% до 24,4%, Fe₂O₃ от 1,2% до 2,95%, SO₃ от 1,31% до 2,31% и Cl от 0,1 до 2,2%. Содержание CaO меняется от 40,8% до 92,1%, а MgO от 0% до 17,9%.

Для характеристики химического состава мергеля, содержащего известняк и глину, а также готового вяжущего вещества обычно пользуются основным модулем (МО), представляющим собой отношение процентного содержания по массе активности извести (CaO+MgO) к процентному содержанию кислотных оксидов [6. 82-91].

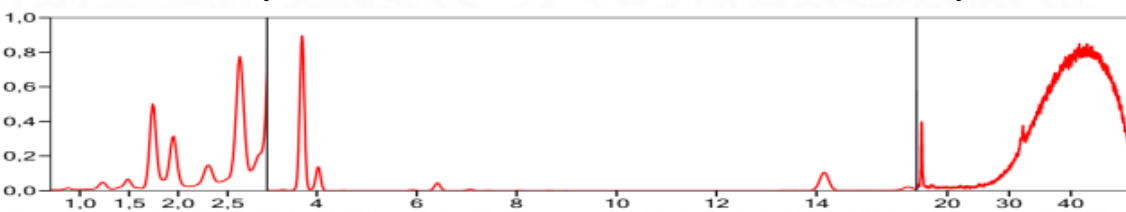
$$MO = \% (CaO + MgO) / (\% SiO_2 + \% Al_2O_3 + \% Fe_2O_3).$$



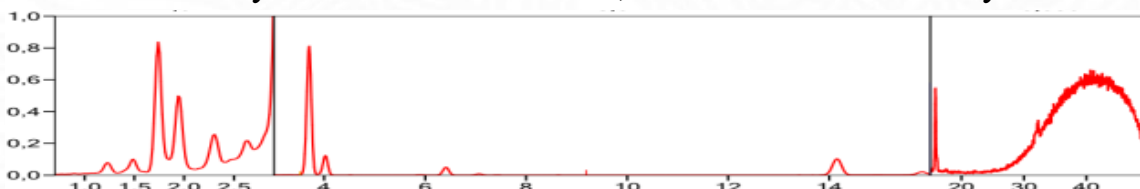
Муйнакский мел 800 °С, с экспозицией 60 минут



Муйнакский мел 900 °С, с экспозицией 60 минут



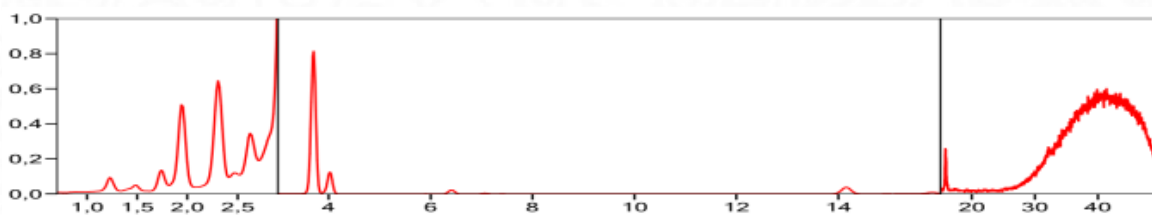
Муйнакский мел 1000 °С, с экспозицией 60 минут



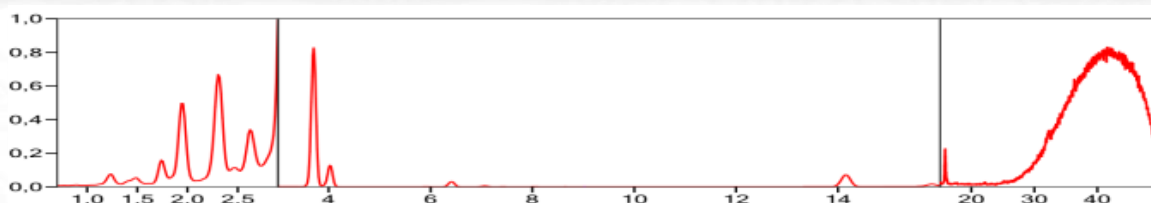
Муйнакский мел 1100 °С, с экспозицией 60 минут

Рис.1. Рентгенографическое исследование Муйнакского мела в процессе обжига при 800-1100 °С.

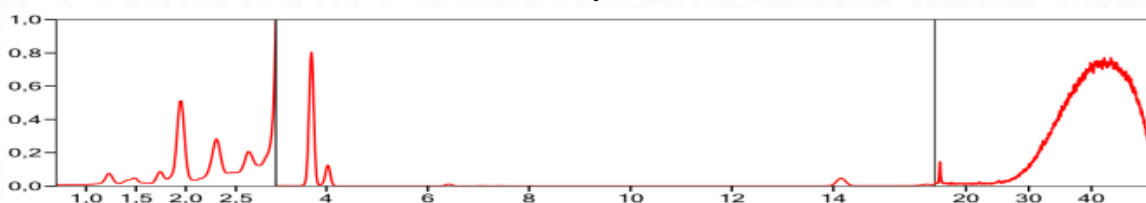
Воспользовавшись приведенных выше данных анализировали отношение кремнезема и полуторных окислов ($\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$), создающих основу нерастворимых осадков. Это отношения для пробы месторождений Муйнак находился в пределах 1,5-1,7, тогда как в пробах Кунград - в пределах 0,5-2,4. Считается, что у обычных мергелей в нерастворимом осадке содержание кремнезёма превышает количество полуторных окислов не более чем в 4 раза. Мергели с такими соотношениями называется известковой, мелоподобный или известково-мелоподобный.



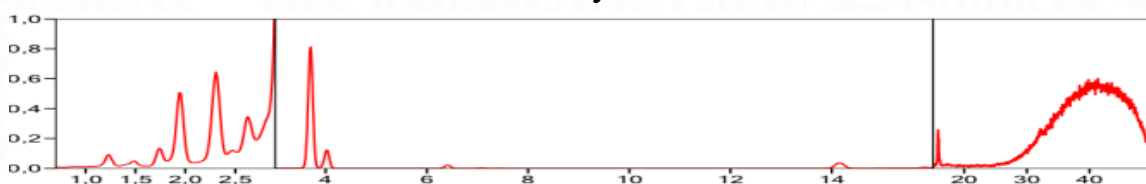
Кунградский мергелистый известняк 800 °С, с экспозицией 60 минут



Кунградский мергелистый известняк 900 °С, с экспозицией 60 минут



Кунградский мергелистый известняк 1000 °С, с экспозицией 60 минут



Кунградский мергелистый известняк 1100 °С, с экспозицией 60 минут

Рис. 2. Рентгенографическое исследование Кунградского мергелистого известняка в процессе обжига при 800-1100 °С.

Для проб месторождения Муйнак это соотношение изменяется в пределах 3,3-3,4, а для проб месторождения Кунград от 1,7 до 14,66. Когда основной модуль находится в пределах 1,7 - 4,5 сырьё называется сильногидравлической известью, когда основной модуль больше 9 - воздушной известью [7. 26-34].

Однако, основной модуль не является достаточной характеристикой сырья и готового продукта, так как по его значению нельзя судить о том, в состав каких минералов входят кислотные оксиды и насколько равномерно они распределены в сырье. Так, SiO_2 может входить в состав глинистых минералов, находиться в виде высокодисперсного равномерно распределенного кварца, а также в виде крупных зерен кварцевого песка. В первом случае SiO_2 будет интенсивно реагировать с CaO при обжиге, во втором - останется в виде инертного балласта [8.10-15].

Кроме того, в наших пробах кальций может входить в состав сульфата кальция (CaSO_4) в виде гипса, растворимых солей серной и соляной кислот. Наличие свободного MgO (периклаз) создаёт опасность разрушения строительных материалов с появлением усадочных трещин (магниевая усадка).

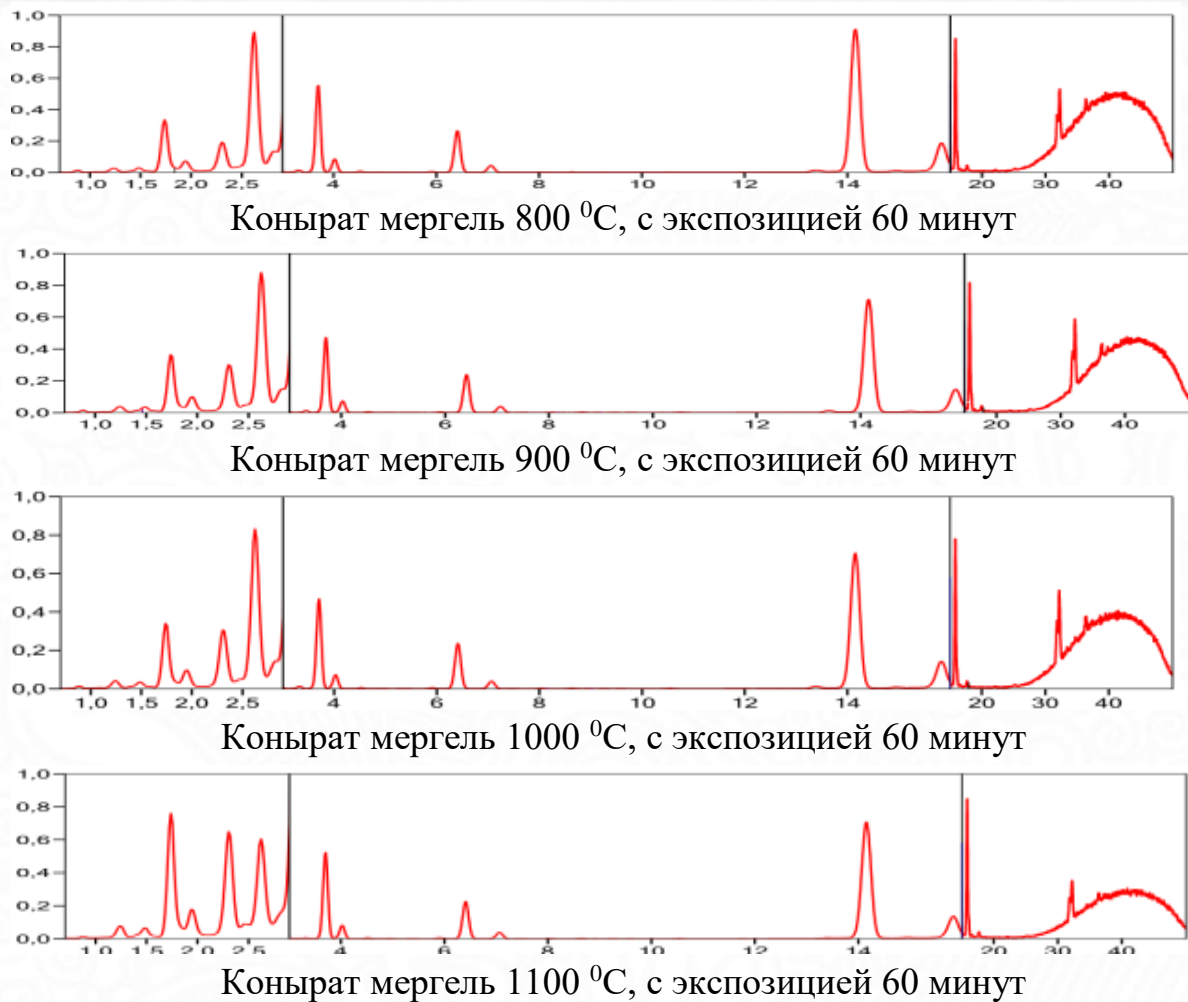


Рис. 3. Рентгенографическое исследование Кунградского мергеля в процессе обжига при 800-1100 °С.

Микроскопическое исследование минерального сырья.

Визуализация измельченных проб минеральных пород Муйнакского и Кунградского месторождений с увеличением до 700 раза показали, что частицы разных размеров и формы окутано не прозрачной для света длиной волны оптического диапазона слоем. На поверхности этих слоев даже на отраженном свете не обнаруживается присутствие мелких частиц с развитым гладким поверхностью.

Пришли к выводу, что пробы состоят из двух разных по твердости групп минералов, при измельчении мягкие минералы в силу более пластичности обволакивают частицы более твердых минералов.

а

Б

в

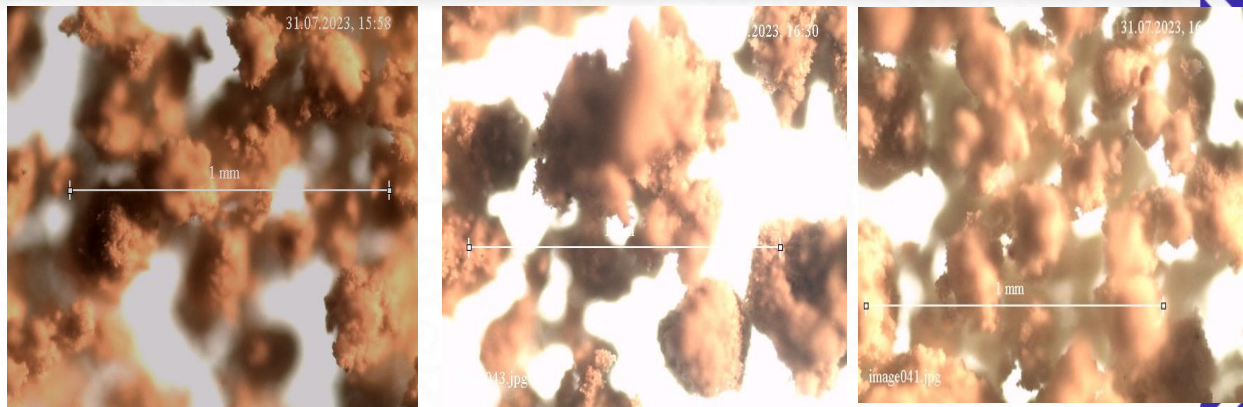


Рис. 4. Микрофотография серьёвых минералов
а) *Коньрат мергелистый известняк* б) *Коньрат мергель* в) *Мойнак мел*

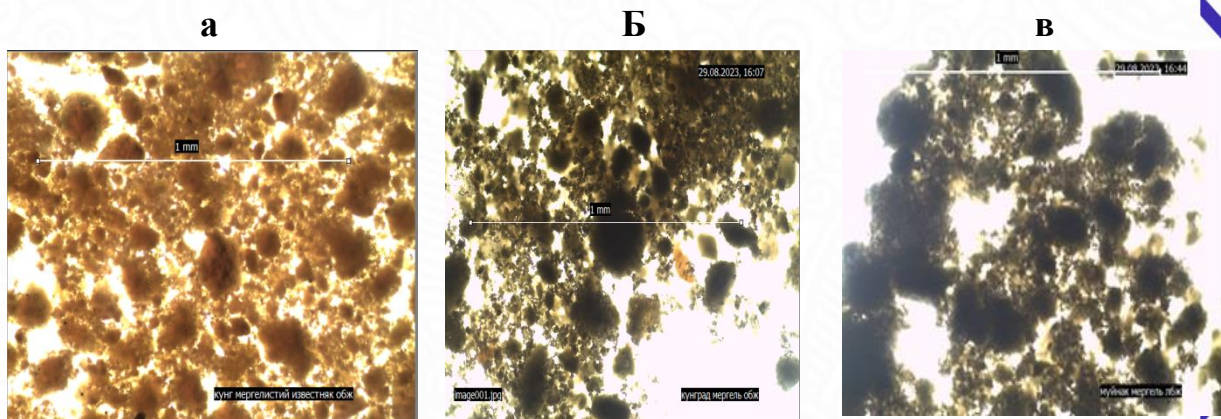


Рис. 5. Микрофотография карбонатных парод при термообработки 1000 °С. а) *Коньрат мергелистый известняк* б) *Коньрат мергель* в) *Мойнак мел*. Длина отрезка на рисунках равна 1 м.

Фотографии частиц проб месторождении Муйнак приведено на рисунках **в**. Видно, что частицы разных размеров и формы окутано не прозрачной для света длиной волны оптического диапазона слоем.

На поверхности этих слоев даже на отраженном свете не обнаруживается присутствие мелких частиц с развитым гладким поверхностью. В центральной части частиц имеются темные пылевидные скопления. В природе тонкая слоистость для мергелей не типична и представляют по структуре очень мелкозернистую породу, состоящую из смеси глинистых и карбонатных частиц, обладающую некоторой пластичностью. Некоторые мергели образуют закономерные ритмичные переслаивания с тонкими глинистыми и песчаными прослоями.

Морфологические особенности структуры частиц описанного характера может быть обусловлено технологическими процессами подготовки проб для исследования. При измельчении проб, состоящих из разных по твердости минералов, мягкие минералы быстро измельчаются,

тогда как твердые не достигают той же степени измельчения. Более пластичный мелкие частицы обволакивают шероховатый поверхность частиц твердых минералов.

Частицы проб месторождений Кунград имеют аналогичной Муйнакскому морфологические особенности и размеры (рисунки *а* и *б*). По пропусканию и отражению света можно предположит, что соотношение глинистых и карбонатных составляющих имеет некоторое отличие. В этих пробах часто встречаются обломочные зерна окрашенных примесью минералов, не окутанных мелкозернистыми породами.

Представленные результаты исследований показывают, что химико-минералогический состав мергелистых минералов месторождении Муйнак однородна по основному модулю, тогда как в месторождении Кунград – изменяется в широких интервалах.

Таким образом, на основе описанной морфологические особенности частиц пришли выводу, что пробы месторождений Кунград и Муйнак относятся в основном из сингенетических и дигенетических доломитов, возникший за счет преобразования известкового ила. Равномерно микрозернистая часть породы относится сингенетическим доломитам, а неравномерно зернистая – дигенетическим хромитами.

Выводы

1. Физико-химические свойства карбонатно-глинистых минералов месторождений Кунград и Муйнак, свидетельствует о возможности их использования для производства различных вяжущих и строительных материалов в виде воздушной извести, строительной извести, известково-белитового вяжущего, гидравлической извести, портландцемента и романцемента.

2. Минералогические и физико-химические исследования мергелей месторождений Кунград и Муйнак показывают, что они могут быть прекрасными сырьевыми материалами для получения на их основе вяжущих материалов, широко используемых в народном хозяйстве.

Литература:

1. Turemuratov Sh.N., Kurbaniyazov S.K., Akeshova M.M. Influence of Hydrothermal Processing and Applied Sub-stances on Physicomechanical Properties of Lime Ware Binding Materials // World Applied Sciences Journal, 23 (9): 1151-1156, 2013. ISSN 1818-4952.
2. Нурымбетов Б.Ч., Туремуратов Ш.Н., Жуков А.Д., Асаматдинов М.О. Исследование кинетики гидратационного структурообразования и свойств известково-белитовых вяжущих на основе мергелей // Вестник МГСУ, Строительное материаловедение, Москва, 2016, №4, - С. 62-68.
3. Turemuratov Sh.N., Nurumbetov B. Ch Influence of the carbonate calcium on processes

- of hydration structure-formation of lime-belite binding systems//Science and Education in Karakalpakstan, Scientific journal, Nukus, 2021, №1(16), P. 96-101.
4. Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. Химическая технология вяжущих материалов. М., Высшая школа, 1980. 472 с.
 5. Abilova A.J, Bekbosinova R.J., Turemuratov Sh.N., Fayzullaeva A.G. To the quest to the question of the kinetics of hydration structure formation and the properties of lime-belite binders based on marls in the Karakalpakstan deposit //european multidisciplinary journal of modern science <https://emjms.academicjournal.io/index.php/> 202-206 p Volume: 7.
 6. Turemuratov Sh.N. Abylova A.Zh. Bekbosynova R.Zh. Fayzullaeva A. Daniyarova S. Saipov A. Kalilaev T. Studying the kinetics of hydration structures and the physicochemical properties of lime-belite binders based on marls deposit of the southern aralie of the Republic of Karakalpakstan //galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ) ISSN (e): 2347-6915 Vol. 10, Issue 9, Sep. 82-91 p (2022).
 7. Naurizbaev A., Ilyasov A., Qayratdinova A., Nurymbetov B., Turemuratov Sh. Silicate brick based on lime-belite binder systems and dune sands American Journal of Interdisciplinary Research and Development ISSN Online: 2771-8948 Website: www.ajird.journalspark.org Volume 03, April, 26-34 p. 2022
 8. Turemuratov Sh.N., Abylova A.Zh. Bekbosynova R.Zh. Fayzullaeva A. Исследование физико-химических и структурных особенностей карбонатных парод-мергелей Муйнакского и Ходжакулского месторождений Каракалпакстана //Universum: химия и биология: 2022, 10-15 p 4(94). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/13243>