4-SHO‘BA ILMIY G‘OYALAR VA ZAMONAVIY YECHIMLAR
Nukus · 16.10.2026 • UDK 666.965.2

Электронно-микроскопический анализ образцов силикатного кирпича после автоклавной обработки

С. Д. Омарова к.т.н., доцент

Каракалпакский институт сельского хозяйства и агротехнологий

omarovasarigul@gmail.com

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610181

Для цитирования: С. Д. Омарова. Электронно-микроскопический анализ образцов силикатного кирпича после автоклавной обработки // Разработка инновационных климатоустойчивых технологий для мониторинга и контроля эффективности водопользования и влияния засоления на урожайность сельскохозяйственных культур и жизнедеятельность населения Приаралья: материалы Международной научно-практической конференции. – Нукус, 2026. – С. 684–688. – DOI: 10.66073/ReFocus-Conf/1610181

Аннотация.
Аннотация. В статье для проведения исследований были приготовлены модельные смеси для производства силикатного кирпича по традиционной технологии 75-85% Нукусского и Муйнакского песка и 15-25% Актауской и Джумуртауской извести.
Ключевые слова: Известь, барханный песок, автоклав, силикатный кирпич, карбонат кальция, твердение, силикатная смесь.

Актуальность работы: Нельзя оставить за пределами внимания исследования по введению в основную известково-песчаную смесь различных минеральных добавок, пигментов, красителей органической и неорганической природы и других материалов и отходов промышленности. При использовании тех или иных добавок, пигментов и красителей следует иметь в виду, что они по-разному влияют и на технологический процесс силикатного кирпича, и на качественные показатели готового изделия.

Цель и задачи исследования: Целью настоящей работы является физико-химическое обоснование и разработка эффективной технологии силикатного кирпича на основе барханных эоловых песков Нукусского и Муйнакского и известняков Актауского и Джумуртауского месторождений.

Задачи исследования: В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- установление наиболее оптимальной температуры разложения известняка Актауского и Джумуртауского месторождений и её влияния на ряд строительно-технических свойств силикатного кирпича;
- изучение кинетики процесса структурообразования в дисперсиях силикатного кирпича на основе эоловых барханных песков и извести;
- изучение влияния температуры обжига и времени на процесс гидратации и твердения сырьевой смеси силикатного кирпича;
- изучение физико-механических свойств силикатного кирпича на основе эоловых барханных песков при эксплуатации его в атмосферно-воздушном режиме и в условиях мороза.

Практическая значимость результатов исследования: Проведённые опытно-промышленные испытания по получению силикатного кирпича на Ургенчском силикатном заводе строительных материалов подтвердили результаты лабораторных исследований. По предложенному способу масса модульного кирпича облегчается на 200-300 граммов, за счёт введения в состав шихты мраморной муки.

Минерально-сырьевые ресурсы для развития промышленности строительных минералов в Республике Каракалпакстан богаты и разнообразны.

В Султануиздаге выявлены Зинельбулакское, Актауское и Берунийское месторождения по добыче мраморных блоков.

Зинельбулакское месторождение белого мрамора находится в Берунийском районе, 81 км южнее г. Нукуса.

В строении месторождения участвуют осадочно-метаморфические и магматические породы палеозойского возраста.

Мощность Зинельбулакской свиты около 1500 м.

Мрамор крупно- и среднекристаллический. Встречаются единичные пласты мелкокристаллического мрамора.

Продуктивное тело белого мрамора залегает в нижней части разреза Зинельбулакской свиты, представлено пластообразной залежью мощностью от 8 до 50 м и протяженностью 700 м.

Мрамор характеризуется белыми и снежно-белыми расцветками. В виде маломощных прослоев и линз присутствует серый мрамор.

Мрамор массивный, средне- и разнокристаллический.

Выделяются два литологических типа мрамора: массивный и чешуйчато-слойчатый.

По химическому составу мрамор отличается высоким содержанием карбоната кальция. Легко обрабатывается. Полированная поверхность его зеркальна, совершенна. Снежно-белые расцветки просвечивают на толщину 1-2 см. Видимых посторонних включений в породе не наблюдается.

Для проведения исследований были приготовлены модельные смеси для производства силикатного кирпича, содержавшие 15% Актауской извести, 65-70-75% Нукусского барханного песка и 10-15-20% мраморной муки.

Перед приготовлением расчетных смесей используемая известь гасилась отдельно и затем добавлялась в смесь. Перемешивание смесей производили в лабораторной мельнице. Из приготовленных смесей формовали образцы-призмы размером 7,5x3,5x1,2 см, при давлениях 0,8 и 1,0 МПа в течение 6 часов по режиму 2+6+2 ч.

После автоклавного твердения с помощью электронно-микроскопического анализа изучали фазовые новообразования, происходящие в образцах силикатного кирпича при давлениях пара 0,8 и 1,0 МПа.

Электронно-микроскопические исследования образца, обработанного при 0,8 МПа, показали, что он состоит в основном из сильно корродированных мелких зерен кварца, окруженных волокнистыми беспорядочно расположенными образованиями гидросиликата кальция.

Окруженных волокнистыми беспорядочно расположенными образованиями гидросиликата кальция типа гиролита. Показатель преломления этого гидросиликата $N_{ср}$=1,526-1,531. Имеются единичные пластинки гидрата оксида кальция. Они представляют собой типичный брусит. Замерами в иммерсионных жидкостях определены оптические константы N_d =1,580; N_p=1,560. Местами встречаются бурые непросвечивающиеся гелеобразные продукты с показателем преломления $N_{ср}$=1,460. Такой низкий показатель свойствен только гелю SiO_2. Присутствие в одном и том же образце геля и $Ca(OH)_2$ наряду с продуктами их взаимодействия гидросиликатом кальция типа гиролита свидетельствует о большей скорости растворения кремнеземистого компонента по сравнению со скоростью реакции между ним и гидратом оксида кальция. Типа гиллебрандита показатель преломления этого гидросиликата $N_{ср}$=1,526-1,531. Местами встречаются бурые непросвечивающиеся гелеобразные продукты с показателем преломления $N_{ср}$ = 1,460. Такой низкий показатель свойствен только гелю SiO_2.

Электронно-микроскопические исследования (рис. 1) образца, обработанного при 1,0 МПа, показали, что он состоит в основном из сильно корродированных мелких зерен кварца.

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610181

Окруженных волокнистыми беспорядочно расположенными образованиями гидросиликата кальция типа гиролита. Показатель преломления этого гидросиликата $N_{ср}$=1,526-1,531. Имеются единичные пластинки гидрата оксида кальция. Они представляют собой типичный брусит. Замерами в иммерсионных жидкостях определены оптические константы N_d =1,580; N_p=1,560. Местами встречаются бурые непросвечивающиеся гелеобразные продукты с показателем преломления $N_{ср}$=1,460. Такой низкий показатель свойствен только гелю SiO_2. Присутствие в одном и том же образце геля и $Ca(OH)_2$ наряду с продуктами их взаимодействия гидросиликатом кальция типа гиролита свидетельствует о большей скорости растворения кремнеземистого компонента по сравнению со скоростью реакции между ним и гидратом оксида кальция.

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610181

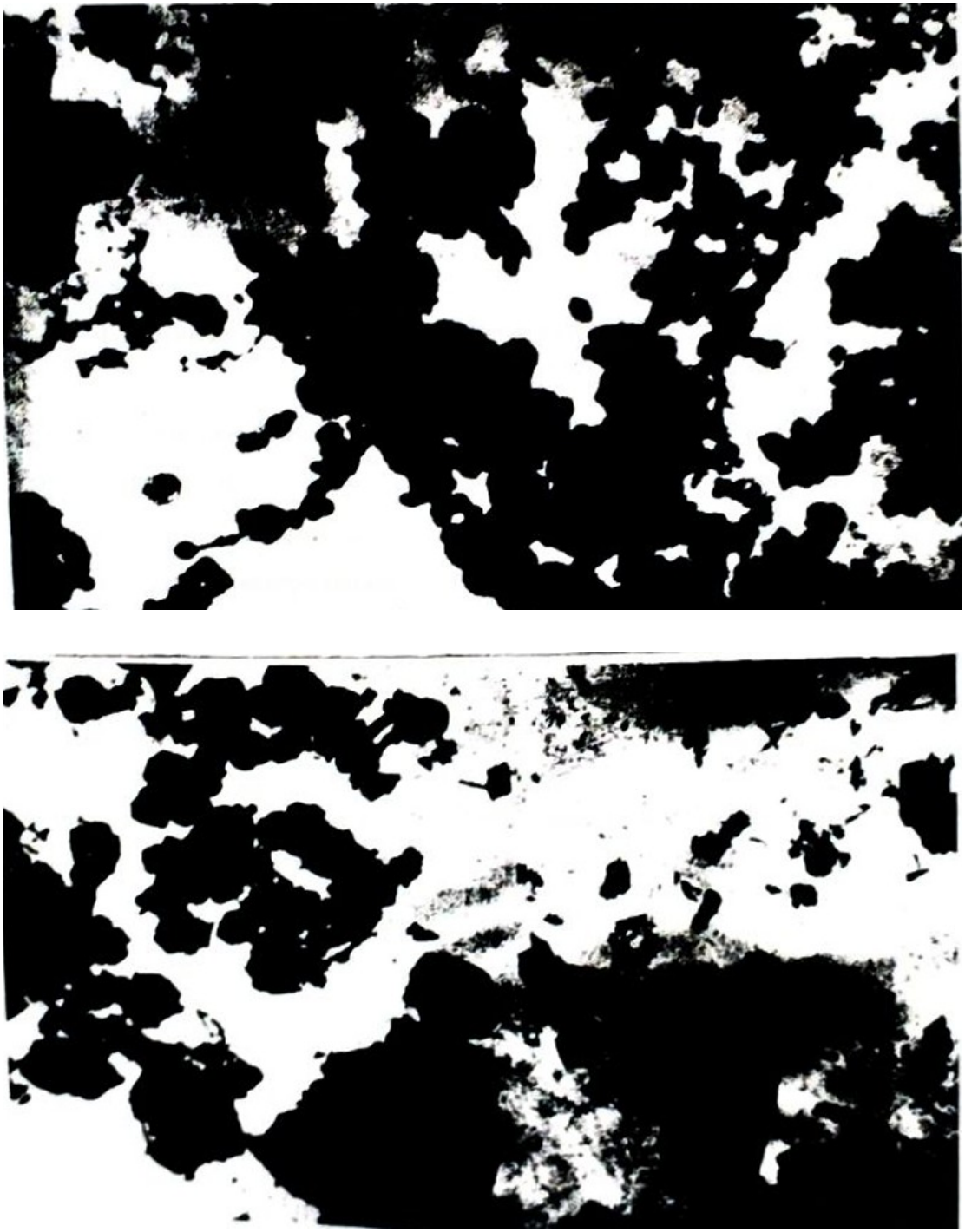


Рисунок 1. Электронно-микроскопические снимки образцов оптимального состава смеси 75% Нукусского барханного песка + 15% Актауской извести + 10% мраморной муки, обработанных при различных режимах давления и удельной поверхности (x20000). 1-0,8 МПа, 2-1,0 МПа.

Выводы

Введение в состав силикатной смеси тонкодисперсной мраморной муки дает возможность заполнить полученной ею и технологически связанной водой поры между каркасообразующими зернами немолотого песка, что позволяет создать большее число контактов между всеми зернами смеси и образовать микрокапилляры, позволяющие использовать поверхностное натяжение воды в них для придания сырцу прочности.

Введение мраморной муки в известково-песчаное вяжущее способствовало улучшению пластификации и формуемости смеси. Образцы с мраморным микронаполнителем имели гладкую поверхность и четко выраженные грани. Эти качества образцы-призмы хорошо сохраняли и после автоклавной обработки, что особенно важно при производстве силикатного кирпича.

После автоклавной обработки образцы без мраморной муки имели предел прочности на сжатие 13,3 МПа, образцы с микронаполнителями из мраморной муки (10-20%) имели почти такую же прочность.

Вместе с тем следует отметить, что с увеличением удельной поверхности мраморной муки от 3,5 до 5,0 м^2/кг прочностные показатели увеличиваются. Лучшие результаты по механической прочности были получены при 15%-ном содержании мраморной муки и удельной поверхности 4,0 м^2/кг.

Список литературы

1. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости.
2. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые, методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.
3. Фурман Р.В., Хавкин Л.М. Влияние различных добавок и местных красителей на прочность силикатного кирпича / Сб. науч.тр.РосНИИМС.-М., 1993. -№5.-178 с.

DOI 10.66073/ReFocus-Conf/1610181