

**MINERAL QO‘SHIMCHALARNING SHAMOTNING O‘TGA CHIDAMLI  
XUSUSIYATLARIGA TA‘SIRINI O‘RGANISH**

t.f.ndotsent, Ergashev Maxmudjon mamadjanovich ,  
M3-25 magistranti Axunova Kamila Rustamovna  
Farg‘ona davlat texnika universiteti,  
O‘zbekiston Respublikasi

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА  
ОГНЕУПОРНЫЕ СВОЙСТВА ШАМОТА**

т.ф.н. доцент Эргашев Махмуджон Мамаджанович  
M3-25 магистрант Ахунова Камила Рустамовна  
Ферганский государственный технический университет,  
Республика Узбекистан

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF MINERAL ADDITIVES ON  
THE REFRACTORY PROPERTIES OF CHAMOTTE**

Associate Professor Ergashev Mahmudjon Mamadjanovich  
Master's student of group M3-25 Axunova Kamila Rustamovna  
Fergana State Technical University,  
Republic of Uzbekistan

**Аннотация** Шамот – металлургия, ойна, цемент ва энергетика саноатида кенг қўлланадиган энг муҳим ўтга чидамли материаллардан биридир. У ўтга чидамли лойлар асосида олинган бўлиб, аввалги обжиг ва кейинги майдалаш жараёнларидан ўтади. Шамотнинг асосий қисми алюмосиликат тизими бўлиб, унда муллит минерали юқори ҳароратдаги термостойкость ва механик мустаҳкамликни таъминлайди. Замонавий талаблар – термик барқарорликни ошириш, пористостьни камайтириш ва хизмат муддатини узайтириш – шамот хусусиятларини яхшилайдиган

самарали минерал кўшимчаларни излашни рағбатлантирмоқда. Мақола шамотга алюмосиликат (кианит, андалузит, силлиманит), магнезиал, цирконий ва кремнезём микродобавкаларининг таъсирини кўриб чиқади.

**Калит сўзлар:** шамот, ўтга чидамли материал, минерал кўшимчалар, муллит, алюмосиликатлар, цирконий диоксиди, пористость, термик барқарорлик, огнеупорность, футеровка.

**Аннотация** Шамот является одним из наиболее широко применяемых огнеупорных материалов в металлургической, стекольной, цементной и энергетической промышленности. Он производится на основе огнеупорных глин путём предварительного обжига и последующего измельчения. Основу шамота составляет алюмосиликатная система, в которой ключевое значение имеет минерал муллит, обеспечивающий высокую термостойкость и механическую прочность при повышенных температурах. Современные требования к огнеупорам — повышение термической устойчивости, снижение пористости, увеличение срока службы — стимулируют поиск эффективных минеральных добавок. В статье рассматривается влияние алюмосиликатных (кианит, андалузит, силлиманит), магнезиальных, циркониевых и кремнеземистых микродобавок на свойства шамота.

**Ключевые слова:** шамот, огнеупорный материал, минеральные добавки, муллит, алюмосиликаты, диоксид циркония, пористость, термическая стойкость, огнеупорность, футеровка.

**Abstract** Chamotte (fireclay) is one of the most widely used refractory materials in the metallurgical, glass, cement, and energy industries. It is produced from refractory clays through preliminary firing followed by grinding. The basis of chamotte is an aluminosilicate system, where mullite plays a key role, providing high thermal resistance and mechanical strength at elevated temperatures. Modern requirements for refractories — improved thermal stability, reduced porosity, and extended service life — drive the search for effective mineral additives. The article

examines the effects of aluminosilicate (kyanite, andalusite, sillimanite), magnesia, zirconia, and silica micro-additives on chamotte properties.

**Keywords:** chamotte, refractory material, mineral additives, mullite, aluminosilicates, zirconia, porosity, thermal stability, refractoriness, lining.

Введение.

Шамот является одним из наиболее широко применяемых огнеупорных материалов в металлургической, стекольной, цементной и энергетической промышленности. Он изготавливается на основе огнеупорных глин, подвергнутых предварительному обжигу и последующему измельчению.

Основу шамота составляет алюмосиликатная система, в которой ключевую роль играет минерал муллит, обеспечивающий высокую термостойкость и механическую прочность при повышенных температурах.

Современные требования к огнеупорным материалам — повышение термической устойчивости, снижение пористости, увеличение срока службы — стимулируют поиск эффективных минеральных добавок, способных улучшить эксплуатационные характеристики шамота.

Химико-минералогическая основа шамота

Типичный шамот состоит преимущественно из:

- диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ),
- оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),
- небольших количеств оксидов железа, кальция и магния.

При высокотемпературном обжиге (1300–1500 °С) происходит образование вторичных фаз, среди которых основное значение имеет муллит. Именно эта кристаллическая структура определяет огнеупорность материала (до 1700–1750 °С) и его устойчивость к термическому удару.

Классификация минеральных добавок

Минеральные добавки, вводимые в шамотные массы, можно условно разделить на несколько групп:

1.Алюмосиликатные добавки (кианит, андалузит, силлиманит).

Они способствуют дополнительному образованию муллита при обжиге, что увеличивает огнеупорность.

2. Магнезиальные добавки

Введение MgO способствует формированию шпинельных структур, повышающих термическую стойкость.

3. Циркониевые добавки

Использование диоксида циркония ( $ZrO_2$ ) улучшает сопротивление коррозии расплавами и повышает термостойкость.

4. Кремнеземистые микродобавки

Микрокремнезем способствует уплотнению структуры и снижению открытой пористости.

Механизмы влияния добавок

1. Формирование новых фаз

Минеральные добавки изменяют фазовый состав шамота. Например, алюмосиликатные минералы при нагреве разлагаются с образованием дополнительного муллита, что повышает термостойкость.

2. Снижение пористости

Тонкодисперсные добавки заполняют межзерновое пространство, способствуя формированию более плотной структуры после спекания.

3. Повышение термостойкости

Добавки с близким коэффициентом термического расширения уменьшают внутренние напряжения при циклическом нагреве и охлаждении.

#### 4. Улучшение химической стойкости

Циркониевые и магнезиальные добавки повышают устойчивость шамота к воздействию щелочных и металлургических шлаков.

#### Экспериментальные аспекты исследования

Исследование влияния минеральных добавок включает:

- рентгенофазовый анализ (XRD) для определения фазового состава;
- термический анализ (DTA/DSC);
- измерение огнеупорности под нагрузкой (RUL);
- определение открытой пористости и водопоглощения;
- испытания на термический удар.

Экспериментально установлено, что оптимальное содержание добавок обычно составляет 3–10 % по массе, при превышении которого возможно образование избыточной стеклофазы, снижающей огнеупорность.

#### Практическое значение результатов

Правильный подбор минеральных добавок позволяет:

- увеличить срок службы футеровки печей;
- снизить частоту ремонтов;
- повысить энергоэффективность тепловых агрегатов;
- уменьшить себестоимость огнеупорных изделий.

Особенно перспективным направлением является использование комплексных добавок, сочетающих алюмосиликатные и циркониевые компоненты.

## Заключение

Минеральные добавки играют ключевую роль в формировании структуры и свойств шамота. Их влияние проявляется через изменение фазового состава, микроструктуры и пористости материала. Наиболее эффективными являются добавки, способствующие образованию дополнительного муллита и формированию термостабильных кристаллических фаз.

Комплексный подход к выбору состава позволяет значительно повысить огнеупорные характеристики шамота и расширить область его применения в высокотемпературных технологических процессах.

## Литературы

- 1.И.Д.Кащеев, К.К.Стрелов, П.С.Мамыкин. Химическая технология огнеупоров,учебное пособие.Москва. изд. «Интермет инжинеринг» в ППП «Типография Наука» 2007г.
- 2.Л.Г.Анаьева.Минералогия.Класс силикатов.учебное пособие.Томск, изд.Томского политехнического университета,2011г.
- 3.Ф.Нортон. Огнеупоры.учебник (перевод). (Американский специалист по огнеупорам, профессор по кафедры керамики Массачузетского Технологического Института Ф.).
- 4.Е.М.Дятлова,Ю.А.Климош. Химическая технология керамики и огнеупоров.Минск.БГТУ,2014г.
- 5.Physico-Mechanical Properties of an Aluminosilicate Refractory Castable Obtained After Chamotte Waste Recycling by Firing Method — исследование влияния добавок переработанного шамота на физико-механические показатели огнеупорных материалов.

6. Formulation of Clay Refractory Bricks: Influence of the Nature of Chamotte and the Alumina Content in the Clay — исследование влияния состава шамота и содержания  $Al_2O_3$  на свойства огнеупорных кирпичей.