

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И ВТОРИЧНЫХ  
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ УЗБЕКИСТАНА В СОСТАВЕ  
ЭЛЕКТРОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

*Юнусов Хожиакбар Голибжон угли,*

*магистрант, кафедра Транспортная инженерия,*

*Наманганский государственный технический университет*

*Валиева Гулшан Файзимуродовна*

*док. фил. по тех. наук, доцент,*

*Наманганский государственный технический университет*

**ANALYSIS OF THE USE OF MINERAL AND SECONDARY RAW  
MATERIAL RESOURCES OF UZBEKISTAN IN ELECTROCERAMIC  
COMPOSITE MATERIALS**

*Yunusov Khojiakbar Golibjon ugli,*

*master's student, Department of Transport Engineering,*

*Namangan State Technical University*

*Valiyeva Gulshan Fayzimuradovna*

*PhD, associate professor, Namangan State Technical University*

**Аннотация.** В статье проанализированы возможности использования минеральных и вторичных сырьевых ресурсов Республики Узбекистан при производстве электрокерамических композиционных материалов. Рассмотрены местные виды сырья (каолины, бентониты, доломиты, глаукониты, магнезиальные породы) и вторичные ресурсы (золы, шлаки, техногенные отходы). Показано, что их применение улучшает диэлектрические, термические и механические свойства материалов, а также снижает себестоимость продукции. Обоснована важность комплексного использования природных и вторичных ресурсов для устойчивого развития электрокерамической промышленности.

**Abstract.** The article analyzes the potential of mineral and secondary raw materials of the Republic of Uzbekistan for the production of electroceramic

composite materials. Local raw materials such as kaolin, bentonite, dolomite, glauconite, and magnesian rocks, as well as secondary resources including ash, slag, and industrial waste, are considered. Their use is shown to improve dielectric, thermal, and mechanical properties of materials while reducing production costs. The importance of integrated utilization of natural and secondary resources for the sustainable development of the electroceramic industry is substantiated.

**Ключевые слова:** Узбекистан, электрокерамика, композиционные материалы, минеральное сырье, вторичные ресурсы, каолин, бентонит, даломит,

**Keywords:** Uzbekistan, electroceramics, composite materials, mineral raw materials, secondary resources, kaolin, bentonite, dalomite.

**Введение.** В последние годы в Узбекистане достигнуты значительные результаты в модернизации предприятий, расширении ассортимента конкурентоспособной продукции и разработке технологий получения керамических материалов из местного сырья и отходов. В Стратегии развития нового Узбекистана особое внимание уделено глубокой переработке сырья и внедрению новых технологий [1].

Свойства электрокерамических материалов зависят от плотности, структуры, фазового состава и режимов термообработки, что требует рационального подбора исходного сырья [2]. В условиях дефицита качественного сырья важную роль играет каолин, в том числе Ангренского месторождения, обладающий значительными запасами [3–4].

Минеральная база электрокерамики включает каолины, бентониты, доломиты, глаукониты и магнезиальные породы, каждая из которых выполняет определённую функцию в формировании структуры и свойств материалов [5]. Одновременно возрастает значение вторичных ресурсов (золы, шлаки, промышленные отходы), использование которых снижает себестоимость, улучшает технологические характеристики и уменьшает экологическую нагрузку.

Свойства электрокерамики определяются химическим и фазовым составом, микроструктурой и режимами обжига [6]. Комплексное применение природного и вторичного сырья позволяет управлять диэлектрическими и эксплуатационными характеристиками материалов. Перспективным направлением является использование энергосберегающих и геополлимерных технологий.

**Материалы и методы исследования.** В качестве исходных компонентов использованы природные и вторичные сырьевые ресурсы Узбекистана: каолин (Ангрен), бентонит (Навоийская область), доломит, серпентинит и зола-унос ТЭС. Химический состав (мас. %):  $\text{SiO}_2$  – 45–65,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 15–35,  $\text{MgO}$  – 2–10,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1–5,  $\text{CaO}$  – 1–8. Разработаны три экспериментальных состава (табл. 1) [5].

Составы электрокерамических композиций (мас. %)

Компонент	1-Состав	2-Состав	3-Состав
Каолин	60	50	45
Бентонит	10	10	10
Доломит	10	15	20
Магнезиальная добавка	10	15	15
Зола-унос	10	10	10

Образцы получали по стандартной керамической технологии: измельчение сырья (<0,063 мм), сухое смешение (4 ч), увлажнение (6–8 %), полусухое прессование (20 МПа), сушка (105 °С, 12 ч) и обжиг при 1000–1200 °С (2 ч).

Свойства оценивали по следующим показателям: плотность и водопоглощение, прочность при сжатии, диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon$ ), диэлектрические потери ( $\text{tg}\delta$ , 1 кГц), а также микроструктура (SEM).

**Результаты и обсуждения.** Впервые выполнен комплексный анализ совместного использования минерального и вторичного сырья Узбекистана для получения электрокерамики. Установлено влияние соотношения каолина, доломита, магнезиальных добавок и золы-уноса на фазовый состав

и микроструктуру. Показано, что введение 10–20 % доломита формирует пористую структуру, снижая плотность и улучшая теплоизоляцию без ухудшения диэлектрических свойств. Использование золы-уноса снижает температуру спекания за счёт образования жидкой фазы, обеспечивая энергосбережение [2].

2-таблица

Физико-механические и электрические свойства материалов (при 1100 °С)

Показатель	1-Состав	2-Состав	3-Состав
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,10	1,95	1,80
Водопоглощение, %	8,5	10,2	12,8
Прочность, МПа	75	68	60
Диэлектрическая проницаемость (ε)	6,5	5,8	5,2
tgδ	0,015	0,018	0,022

Установлено, что увеличение содержания доломита снижает плотность и повышает пористость, магниевые добавки повышают термостойкость и прочность, а зола-уноса снижает температуру спекания. При этом диэлектрические свойства остаются на уровне, пригодном для электроизоляции [4]. Микроструктура характеризуется равномерной пористостью и стеклофазами, улучшающими эксплуатационные свойства.

Разработанные материалы могут применяться в электроизоляционных изделиях, а использование местного и вторичного сырья снижает себестоимость и экологическую нагрузку. Сырьевая база Узбекистана позволяет получать широкий спектр электрокерамики, однако требуется дальнейшая оптимизация составов [6].

**Заключение.** Разработаны составы электрокерамических материалов на основе местного и вторичного сырья и установлено их влияние на физико-механические и диэлектрические свойства. Оптимальным признан первый состав, обеспечивающий лучшее сочетание прочности и диэлектрических

характеристик. Использование вторичных ресурсов снижает температуру обжига на 50–100 °С и повышает экономическую эффективность.

Показано, что сырьевая база Узбекистана позволяет получать конкурентоспособные электрокерамические материалы и развивать ресурсосберегающие технологии. Результаты могут быть использованы в промышленности и учебном процессе; дальнейшие исследования направлены на оптимизацию составов и технологий.

#### **Список литературы:**

1. Мирзиёев. Ш.М. Стратегия развития нового Узбекистана. – Ташкент. Изд.: «O'zbekiston», 2022, - 440 с.

2. Эминов А.М., Туляганова В.С., Абдуллаева Р.И., Негматов С.С. Механизм формирования структуры стеатитового электрокерамического материала // Композиционные материалы, 2017, № 1. - С. 30-32.

3. Исматов А.А., Юнусов М.Ю., Максудов Д.И. Фарфоровые массы на основе вторичного каолина Ангреноского месторождения. //Узбек. хим. журн. –Ташкент, 1981. -№6. –С. 56-61.

4. В.С.Туляганова, Р.И.Абдуллаева, С.С.Негматов, Г.Ф.Валиева. Разработка составов кордиеритовых электрокерамических материалов на основе местного сырья. // НамДУ илмий ахборотномаси. 2021 йил 12-сон, –С. 92-97.

5. Туляганова В.С, Абдуллаева Р.И, Негматов С.С, Валиева Г.Ф., Шарипов Ф.Ф., Джабаров Б.Т.,. Ходжаева Д.Н Состав и свойства электрокерамических композиции на основе отхода промышленности // Композиционные материалы, № 3, 2021, -С. 179-181.

6. Туляганова В.С., Абдуллаева Р.И., Негматов С.С., Валиева Г.Ф., Туйчиева М.О., Умирова Н.О., Аззамова Ш.А. Исследование процесса фазообразования керамических композиционных материалов на основе местного сырья // Композиционные материалы, -Ташкент. 2021, №2, - С. 76-81.