

## УЛЬТРАДИСПЕРСТУУ КЕРАМИКАЛЫК МАССАСЫНЫН МОРФОЛОГИЯЛЫК ИЗИЛДӨӨДӨ КҮКҮМДӨРҮ ЖАНА ТҮЗҮМҮ

<sup>1,2</sup> Касмамытов Нурбек Кыдырмышович [nurkas@mail.ru](mailto:nurkas@mail.ru)

<sup>1,2</sup> Кыдыралиев Эрмек Махмудович [kydyraliev\\_e@mail.ru](mailto:kydyraliev_e@mail.ru)

<sup>2</sup> Айтимбетова Айгуль Нурисовна

1- Физика Институту академик Ж.Жеенбаев атындагы КР УИА

2- Кыргыз – Орус Славян Университети. Кыргызстан, Бишкек ш.

**Аннотация:** Бул изилдөөдө растровый электрондук микроскоптун жыйынтыгы көргөзүлгөн. Ар бир керамикалык массанын морфологиялык бөлүмү каралып чыккан, жогоркуу кубаттагы керамиканын тегеретмеде ар кандай тарап менен башкы учурунда тегеретүүдө. Изилдеп чыккандан кийинки гранулдук керамикалык түзүмү ар кандай тегеретүүдөн кийинки форфордук азыктары.

**Өзөктүү сөздөр:** минералдык чийки зат, керамикалык масса, курамы, майдалоо, морфологиялык бөлүкчөлөр, бөлүкчө көлөмүнүн азыктары.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

<sup>1,2</sup> Касмамытов Нурбек Кыдырмышович [nurkas@mail.ru](mailto:nurkas@mail.ru)

<sup>1,2</sup> Кыдыралиев Эрмек Махмудович [kydyraliev\\_e@mail.ru](mailto:kydyraliev_e@mail.ru)

<sup>2</sup> Айтимбетова Айгуль Нурисовна

1- Институт физики им. академика Ж.Жеенбаева НАН КР

2- Кыргызско – Российский Славянский Университет. Кыргызстан, г. Бишкек.

**Аннотация.** В работе представлены результаты растровой электронной микроскопии. Детально изучена морфология частиц керамической массы высоковольтной керамики после различных режимов помола исходного сырья. Проанализирован гранулометрический состав керамической массы после различных режимов помола фарфоровой смеси в шаровой мельнице.

**Ключевые слова:** минеральное сырьё, керамическая масса, состав, помол, морфология частиц, гранулометрический состав.

## MORPHOLOGICAL STUDIES OF THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE ULTRADISPERSE CERAMIC MASS

<sup>1,2</sup> Kydyraliev Ermek Makhmudovich [kydyraliev\\_e@mail.ru](mailto:kydyraliev_e@mail.ru)

<sup>1,2</sup> Kasmamytov Nurbek Kydyrmyshovich [nurkas@mail.ru](mailto:nurkas@mail.ru)

<sup>2</sup> Aytimbetova Aigul Nurisovna

1- Z. Jeenbaev Institute of Physics NAS KR

2- Kyrgyz-Russian Slavic University. Kyrgyzstan, Bishkek.

**Abstract:** The paper presents the results of scanning electron microscopy. The morphology of the particles of the ceramic mass of high-voltage ceramics after various modes of grinding the raw materials has been studied in detail. The granulometric composition of the ceramic mass after various modes of grinding a porcelain mixture in a ball mill is analyzed.

**Keywords:** mineral raw materials, ceramic mass, composition, grinding, particle morphology, particle size distribution.

Известно [1,2], что размеры и особенности формы исходного порошкового сырья в определенной степени наследуется при формировании структуры высоковольтной фарфоровой керамики, а также предопределяют их физико-механические свойства. Особенности морфологии исходных частиц имеет первостепенное влияние на ход технологических процессов формования и спекания керамических материалов.

Ранее в наших работах [3-5] были разработаны составы высоковольтных керамических материалов на базе сырья месторождений Кыргызской Республики. Разработаны технологии их получения. Изучены особенности формирования структуры и физико-механических свойств высоковольтных керамических материалов.

Целью настоящей работы заключалось в исследовании формы и дисперсности керамической массы высоковольтной керамики после различных режимов механического помола минерального сырья в шаровой мельнице.

В работе были выбраны два состава керамических масс высоковольтной фарфоровой керамики (ВФК) на основе вариаций минерального сырья различных месторождений, имеющиеся в Кыргызской Республике.

Таблица №1.

**Массовый состав двух керамических масс высоковольтной фарфоровой керамики.**

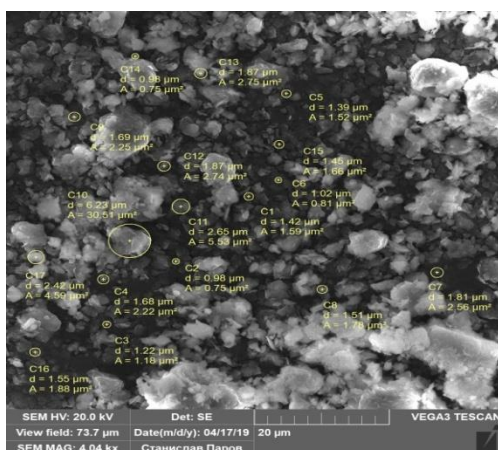
№	Сырьевые материалы	Керамическая масса, % масс.	
		№1	№2
1	Глина Кара Кече	15- 20	15- 20
2	Каолин Чоко-Булак	30- 35	40- 45
3	Фарфоровый камень Уч-Курт	50- 55	35- 40
4	Полевой шпат Вишнегорский (Россия)	-	3- 6

В таблице №1 представлены оба состава высоковольтных керамических масс под номерами №1 и №2. В качестве основных компонентов при создании обеих опытных керамических масс использовали следующие виды сырья: глина Кара-кече, каолин Чоко-булак, фарфоровый камень Уч-курт. Отличительной особенностью

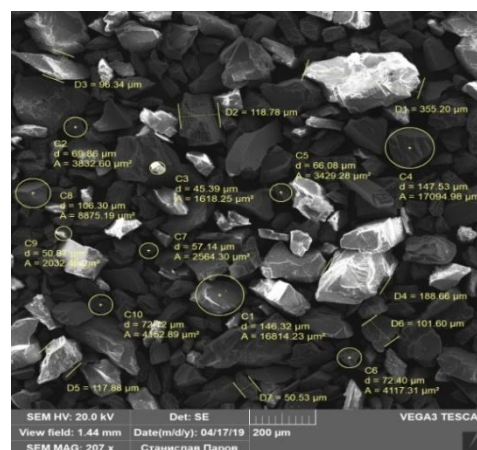
второй опытной керамической массы от первого заключалось в том, что в его состав добавляли Вишнегорский полевой шпат (Россия) в небольшом количестве 3-6% масс.



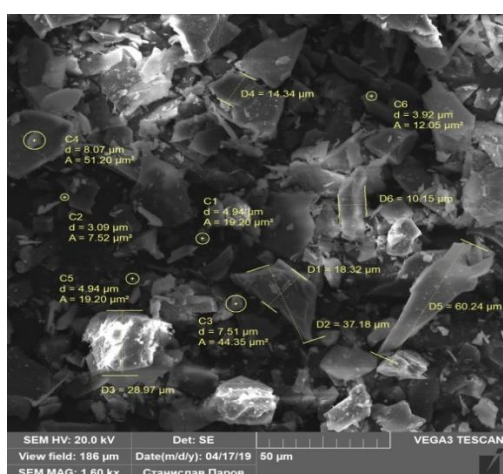
Рис.1. Общий вид растрового электронного микроскопа Tescan VEGA-3.



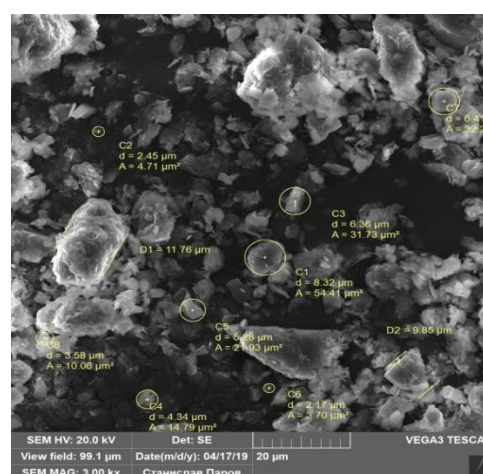
а) глина Кара-Кече



б) Полевой шпат



в) Фарфоровый камень



с) глина Чоко-Булак

Рис.2. Морфология частиц исходных компонентов ВФК сырья.

С помощью растрового электронного микроскопа Tescan VEGA-3 (см. рис. 1.) проведены микроскопические исследования опытных порошковых проб ВФК до и после различных временных режимов сухого помола (1,2,4 ч.) в шаровой мельнице. До помола исходные порошки ВФК смесей предварительно просматривались в оптическом микроскопе. Оценка размеров исходных частиц порошков керамической смеси ВФК показало очень широкий диапазон распределения частиц по размерам, находящиеся в диапазоне  $d= 1\div 400$  мкм.

Опытные пробы порошков смесей ВФК подвергнутые помолу при 1,2 и 4 часа были отсняты на РЭМ Tescan VEGA-3 при различных увеличениях. На рис. 2 представлены микрофотографии исходных порошков компонентов ВФК, а именно порошки глины Кара-Кече и Чоко-Булака, фарфорового камня, а также вишнегорского полевого шпата.

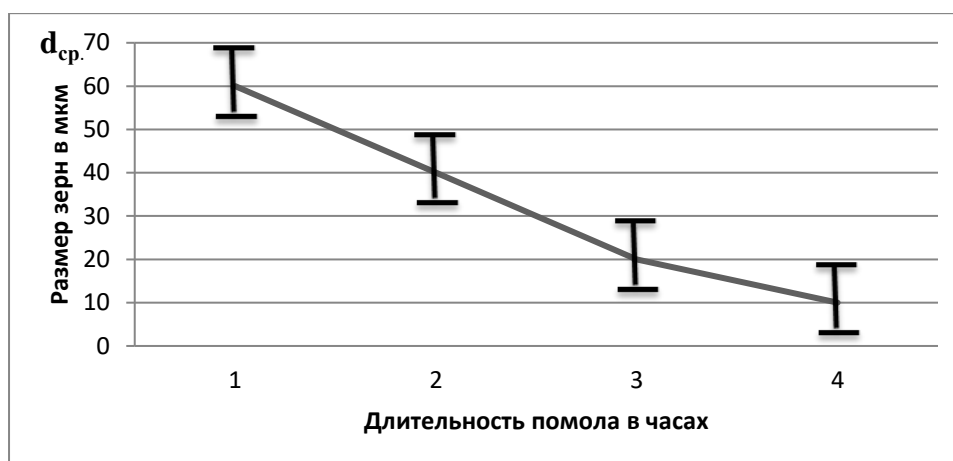
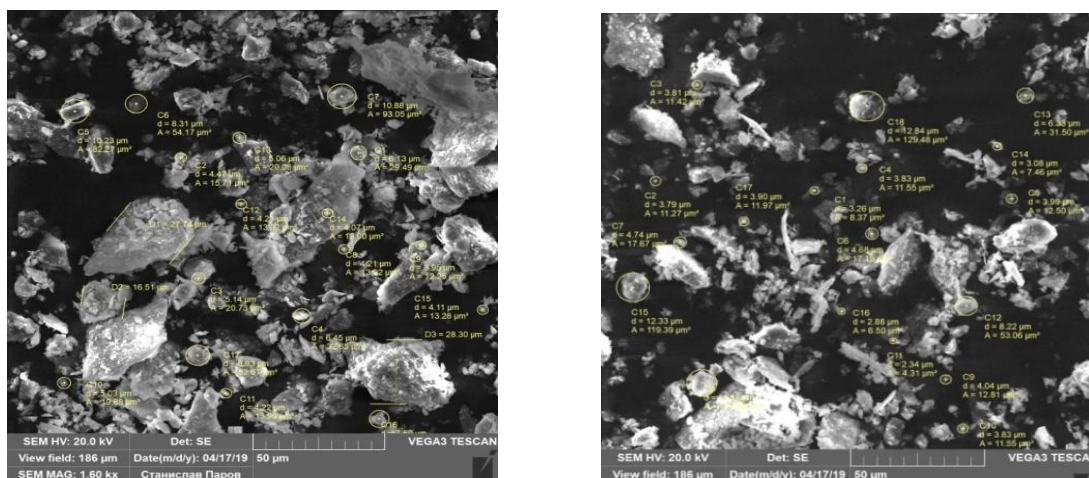


Рис.3. График изменения размеров частиц керамической смеси ВФК в зависимости от времени сухого помола.

На рис. 3 приведена кривая изменения средних размеров частиц смеси всех компонентов ВФК при различных временных интервалах помола в шаровой мельнице. Видно, что с ростом времени помола размеры частиц керамической смеси уменьшаются аддитивно. Если средний размер при помолу  $t=1$  час составляло  $d=60$  мкм, то после помола соответственно  $t= 2,3,4$  часа размеры частиц уменьшились до средних значений  $d_{1,2,3}=30, 20, 10$  мкм.

Следует отметить, что в порошковой смеси наряду с измеренными частицами присутствуют частицы размеры, которых можно отнести к диапазону ультрадисперсных значений, размеры которых менее 1 мкм, но видно, что массовая

доля их мала. Очевидно, что при мокром помоле можно достичь более мелкого помола смеси ВФК, что следует исследовать, можно ли механическим способом помола получить нано - и ультрадисперсный порошок-смесь ВФК.



а)

б)

Рис.4. Фотографии порошков ВФК после помола: а)  $t=2$  ч., б)  $t=4$  ч.

Микроскопические исследования при средних увеличениях показывают, что при временах помола  $t=2$ ч и  $t=4$ ч (микрофотографии соответственно показаны на рис.4а и 4б.) форма частиц имеет осколочную форму, отличие заключается в размерах частиц керамической смеси ВФК. Видно ( рис. 3), что средние размеры частиц керамической смеси ВФК при времени помола 4 часа уменьшаются в 4 раза по сравнению с 1 часом помола. Следует отметить, что в смеси наблюдаются частицы, форма которых имеет более округлые очертания, и такая тенденция более ярко проявляется при больших временах помола. Видно, что наиболее мелкие частицы  $\sim d \leq 1$  мкм агломерируются на поверхностях крупных частиц. Подавляющее большинство частиц керамической массы имеют осколочную форму при обоих временах помола. В керамической массе имеются частицы как вытянутой, так и равноосной формы различных размеров. Известно, что форма частиц порошковой смеси ВФК первостепенно оказывает влияние на технологические ( насыпная плотность, текучесть, арочный эффект и др.) свойства. Выявленная форма частиц опытной смеси ВФК определенным образом повлияет на пластичность керамической массы. Наглядно на рис.5. приведена диаграмма, показывающая отличия в размерах частиц при двух временах помола 2 часа и 4 часа.

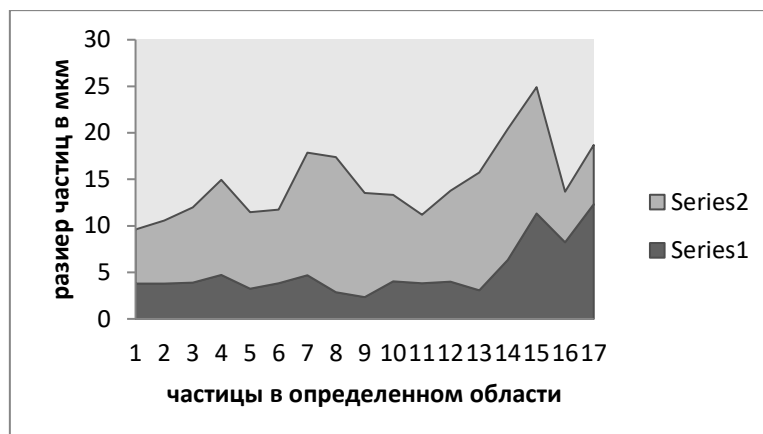


Рис.5. Размеры частиц порошка ВФК при временах помола: ряд1- 4 часа; ряд2 – 2 часа.

Таким образом, морфологическими исследованиями установлено, что средние размеры частиц керамической массы смеси ВФК при сухом помоле 4 часа лежат в интервале  $0,1 \div 13$  мкм и имеют в подавляющем большинстве осколочную форму. Для достижения у керамической массы нано- и ультрадисперсного диапазона частиц при сухом помоле вероятно следует увеличить времена сухого помола. В дальнейшем следует изучить характер изменения морфологии частиц ВФК при этих же режимах, но при мокром помоле в шаровой мельнице.

### Литература

1. Касмамытов Н.К., Макаров В.П. Кыргызская керамика на основе местного сырья// Бишкек, изд-во КРСУ, 2014. – 123 с.
2. Андриевский Р.А. Порошковое материаловедение. Фрунзе: изд.-во НАН КР Илим» 1991, 196 с.
3. Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж., Кыдыралиев Э.М. / Керамическая масса для получения электротехнического фарфора // Патент №2122, Кыргызпатент, 2018. –С. 1-6.
4. Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж., Кыдыралиев Э.М./ Структура глазурованной высоковольтной керамики.// Бишкек: Научный журнал физика, 2018. - №2. – С.30-37.
5. Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж., Макаева К.М., Кыдыралиев Э.М./ Свойства глазурованной высоковольтной керамики на основе сырья месторождений Кыргызской Республики./ Бишкек: Научный журнал физика, 2018. - №2. – С.24-30