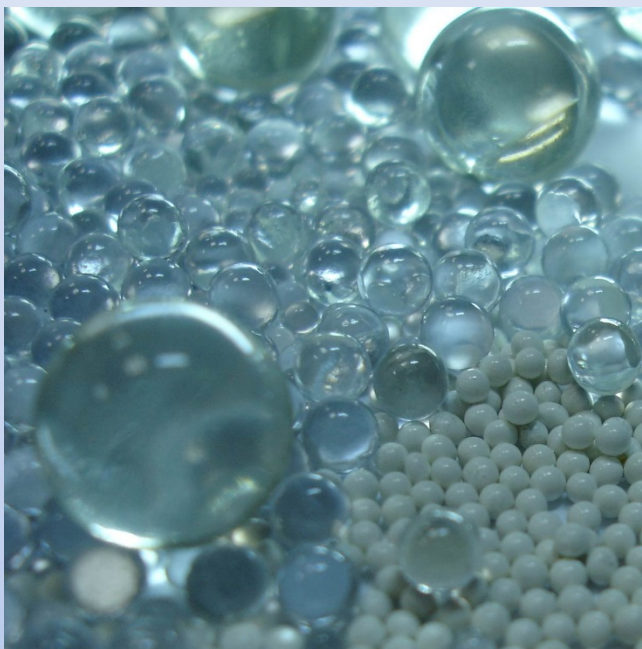


Виды мелющих тел

Удельный Вес (г/см³)



Форма



Материал

Стекло

Цвет: прозрачный

Содо-известняковое
стекло

Слабощелочное
стекло

Боросиликатное
стекло

Содержащ.
свинец стекло

Легированное
Стекло ZrO₂, BaO

Керамика

Окисная Керамика

Цвета: белый, слоновой кости,
жёлтый, коричневый, чёрный

Оксид алюминия Al₂O₃

Оксид циркония, ZrO₂

Силикат циркония, ZrSiO₄

Фарфор, каолин, стеатит

Оксид титана, TiO₂

Безокисная Керамика

Цвет: чёрный

Нитрид кремния, Si₃N₄

Карбид кремния, SiC

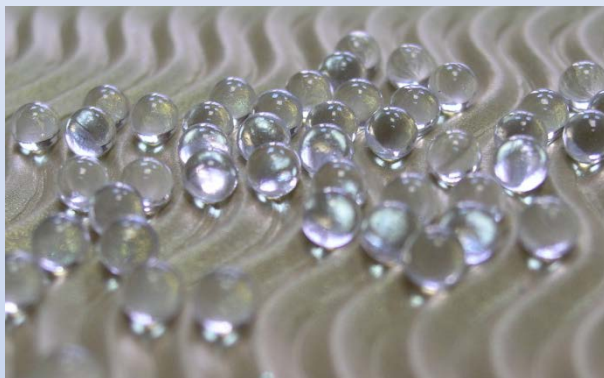
Карбид вольфрама, WC

Металл

Цвет: серебро,
чёрный

сталь

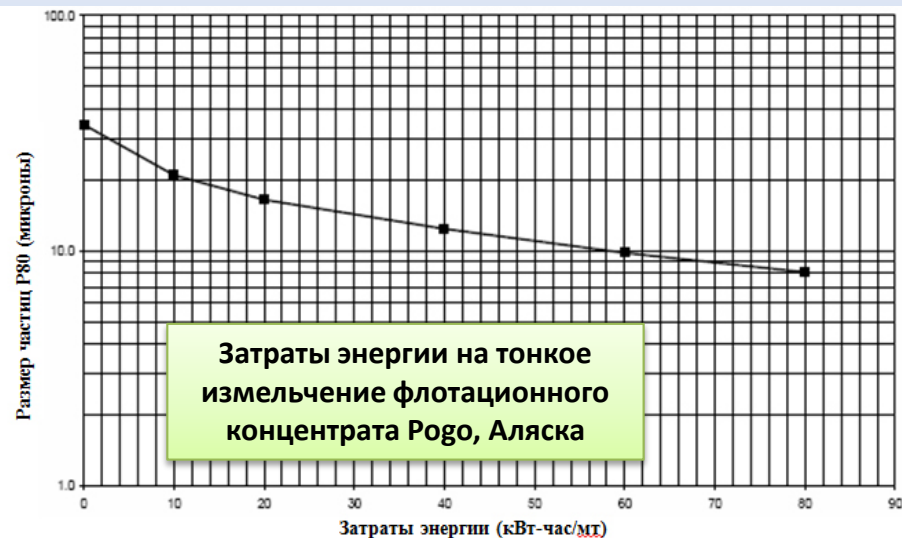
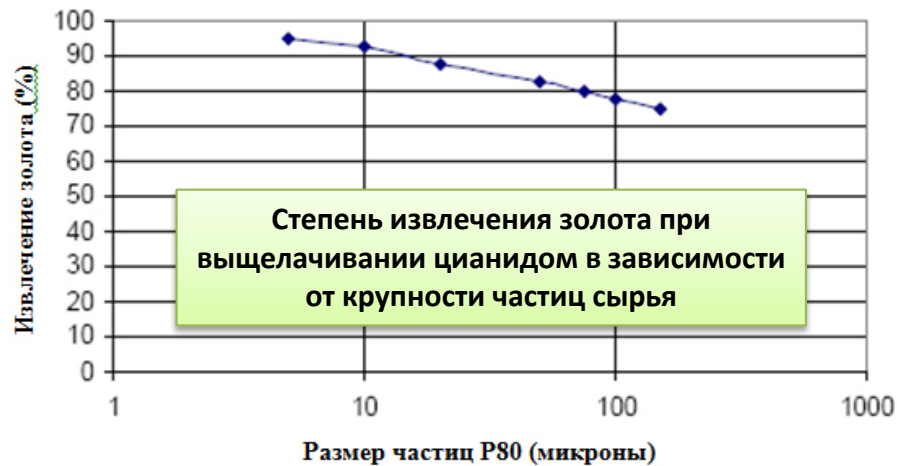
железо



Области применения

- Производство красок и покрытий, для измельчения пигментов в производстве пигментных паст, лакокрасочных покрытий для автомобилей, антикоррозийных составов, окраски погружением, защитных красок, древесного лака и коил-коутинга
- Горнообогадательная отрасль
- Неорганических и органических пигментов, таких как диоксид титана, ультрамарин, окись железа и т.д.
- Пигментов и паст для окрашивания тканей, пластика и продуктов питания
- Производство керамики
- Для измельчения и обработки специальной керамики, на основе смешанных оксидов металлов для пьезоэлектрической керамики, сенсоров и конденсаторов
- Производства эмалей, фритт, глазурей
- Медицинских протезов, зубных и протезов для тазобедренных суставов
- Магнитной керамики, ферритов
- Компонентов технической керамики, катализаторов, например, автомобильных катализаторов
- Средства защиты растений - применяется для диспергирования фунгицидов, гербицидов, инсектицидов
- Косметическая индустрия - для измельчения пигментов и сухих веществ, применяемых для изготовления губной помады, кремов для кожи и солнцезащитных кремов
- Фармацевтика - для тончайшего измельчения до нано-частиц для изготовления биологически активных и вспомогательных веществ

Использование ультратонкого помола для извлечения золота



Свежее питание – концентрат комбинированной Flash флотации и традиционной флотации

Продукт мельницы в схему выщелачивания

Технологическая схема сверхтонкого измельчения на объекте Cowal в Новом Южном Уэльсе, Австралия.

Мельница VTM 1000-WB (740 кВт)

Уравнительная ёмкость

SMD 355 кВт

SMD 355 кВт

Мелющее оборудование



UNION PROCESS®

Американская компания «Union Process», являясь пионером в области тонкого измельчения, с 1946 года поставляет мелющее оборудование по всему миру. Компания «ПроХим» является эксклюзивным представителем «Union Process» в России.

<http://unionprocess.com>
<http://himiya.pro>



ПроХим

Промышленные и лабораторные
мельницы и аттриторы

Сухое или мокрое измельчение

Циркуляционный или
непрерывный режим помола



Высокие технологии тонкого измельчения
практически для любых отраслей

Композитные материалы и керамика

Порошковая металлургия

Горная промышленность

Фармацевтика и сельское хозяйство

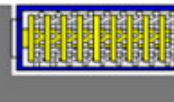
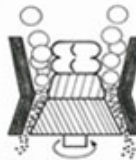
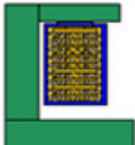
Косметика и лакокрасочная промышленность

Производство полимеров и гальванических
элементов

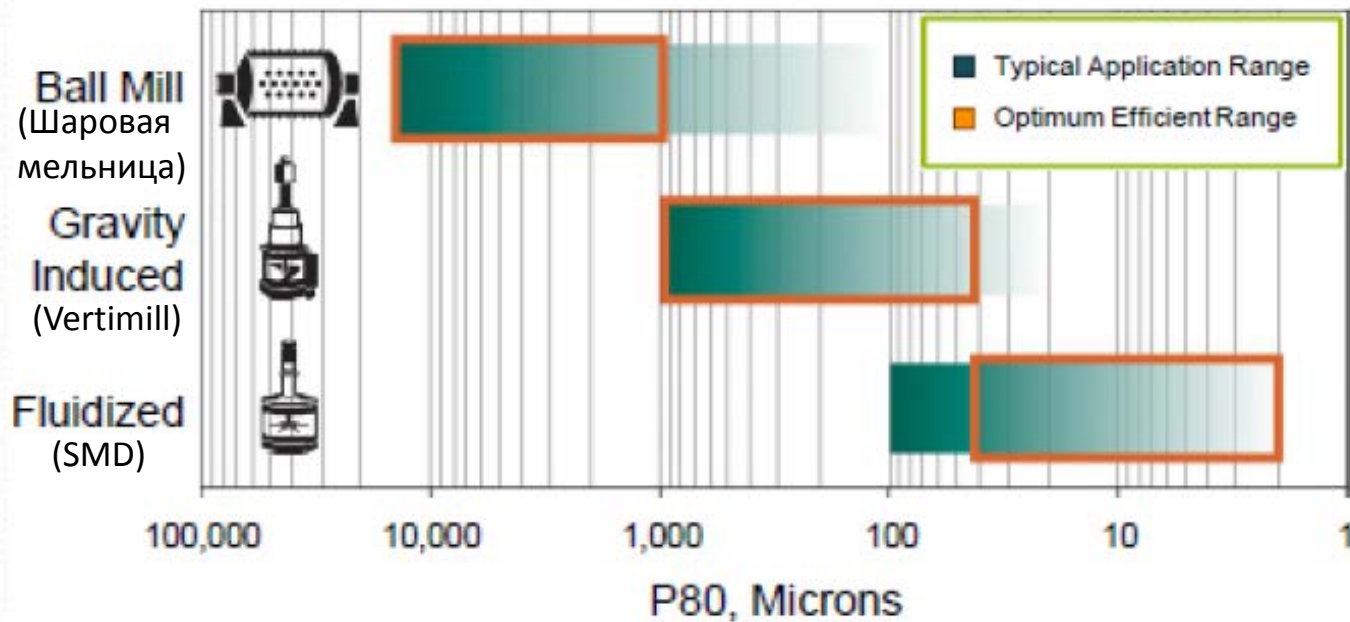


Специалисты из компании «ПроХим» помогут выбрать оборудование, дадут бесплатную консультацию.

Типы мельниц

Mill Type	Crushing I	Crushing II	Milling	Micro Milling
Mill Type & Structure	 Jaw Crusher	 Roller Crusher	 Ball Mill	 Horizontal Mill
	 Rotary Crusher	 Hammer Mill		 Vertical Mill
Expected particle size	3 ~ 5 mm	1 mm	3 ~ 5 μ m above	2 μ m below
Media	Not used	Not used	5 ϕ above	2 ϕ below

Типы шаровых мельниц



Мелющее оборудование для ультратонкого помола

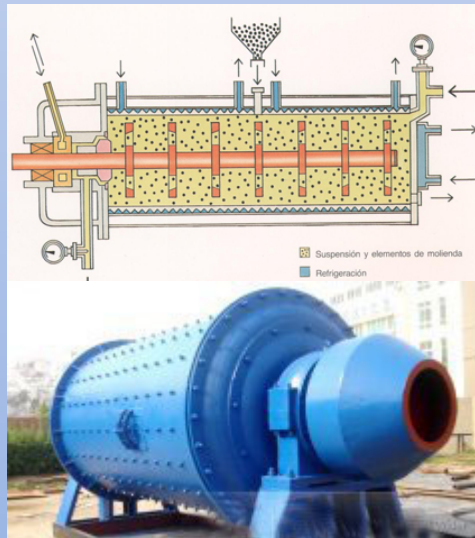
Вертикальные бисерные мельницы - Атриторы



**Metso
Netsch
Outotec
Reverte**

Union Process

Горизонтальные бисерные мельницы



Мелющее оборудование для ультратонкого помола

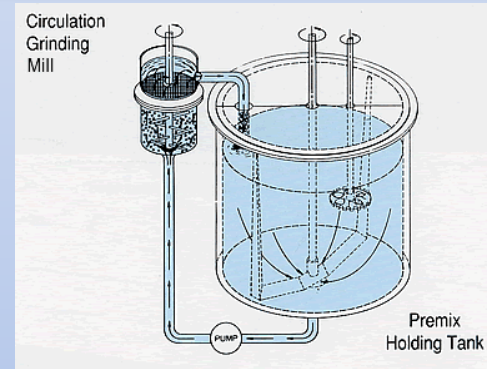


Since 1947

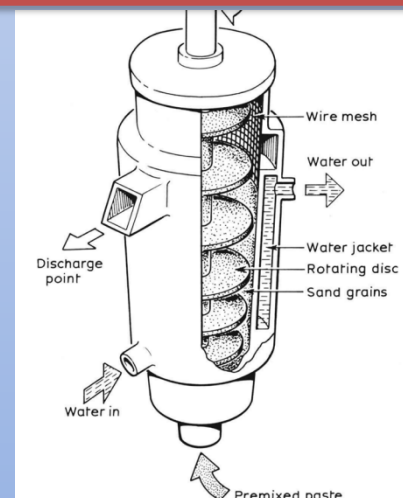
Периодического действия



Циркуляционного действия



Непрерывного действия



Union Process

Since 1947



ПроХим

- ❖ Компания «ПРОХИМ» уже около 15-ти лет работает с производителями мелющих тел, и поэтому является не только одним из основных поставщиков мелющих тел в Россию и таможенный союз, но также лидером в технологической и научной поддержке данных продуктов. Большой ассортимент мелющих тел позволяет нам подбирать бисер с подходящими параметрами для оптимизации производственных процессов ультратонкого помола практически для любых целей.
- ❖ Мы сотрудничаем в этой области с крупными горноперерабатывающими предприятиями (Лебединский ГОК, Алтынтау), лакокрасочными (Русские Краски, Эмпилс, Корунд, Тиккурилла и т.д.) и другими предприятиями.
- ❖ Также мы сотрудничаем с ведущими научными институтами Москвы и Санкт-Петербурга, проводим исследования, которые относятся к ультратонкому измельчению, публикуем статьи в журналах, участвуем в научных конференциях и выставках.
- ❖ Совместно с некоторыми институтами Москвы (ФИАН, ИМЕТ РАН, МИСИС) мы разработали методики для проверки качества мелющих тел, которые включают оптическую и электронную микроскопию, рентгеновскую дифрактометрию, спектроскопию комбинационного рассеивания. Также, в тестировании качества бисера мы применяем такие механические методы, как определение микротвёрдости и прочности на сжатие, а также тестирование бисера на износостойкость в условиях, приближенных к реальным.
- ❖ У нас также есть лаборатория, где установлена лабораторная бисерная мельница для ультратонкого измельчения и для тестирования качества мелющих тел, где мы проводим входной контроль качества мелющих тел, и также есть возможность проводить эксперименты по ультратонкому измельчению с материалами клиентов.

Контроль качества мелющих тел «ПРОХИМ»

Введение

Мы заинтересованы в стабильном качестве поставляемого бисера,
Поэтому мы проводим свои испытания бисера на базе ведущих институтов.



**«Государственный ордена Трудового
Красного Знамени научно-
исследовательский институт химических
реактивов и особо чистых химических
веществ «ИРЕА»
(ФГУП «ИРЕА»)**



**Физический институт
им. П. Н. Лебедева
РАН (ФИАН)**



**ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)**



**Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»**

Также у нас есть собственная лаборатория для внутреннего контроля качества мелющих тел и научных исследований в области ультратонкого измельчения



Мы предлагаем бесплатно протестировать ультратонкое измельчение Вашего материала на нашей новой бисерной мельнице 01HD/HDDM производства [Union Process](#). Мы поможем подобрать оптимальные условия измельчения и предоставим техническую консультацию по всем вопросам, касающимся ультратонкого помола.

Наша мельница может работать на мелющих телах диаметром от 0.5 мм до 7 мм и более; объём камеры 1.4 литра; скорость вращения размольного вала может быть до 4200 оборотов/мин. Возможно как сухое, так и мокрое измельчение; также есть возможность измельчать материал без взаимодействия с металлом с использованием керамической футеровки размольного вала и камеры мельницы.

Методы исследования керамического бисера

Визуальные и ручные методы

- ❖ Однородность бисера по цвету и размеру
- ❖ Анализ статистических измерений диаметра бисера

Спектроскопические методы

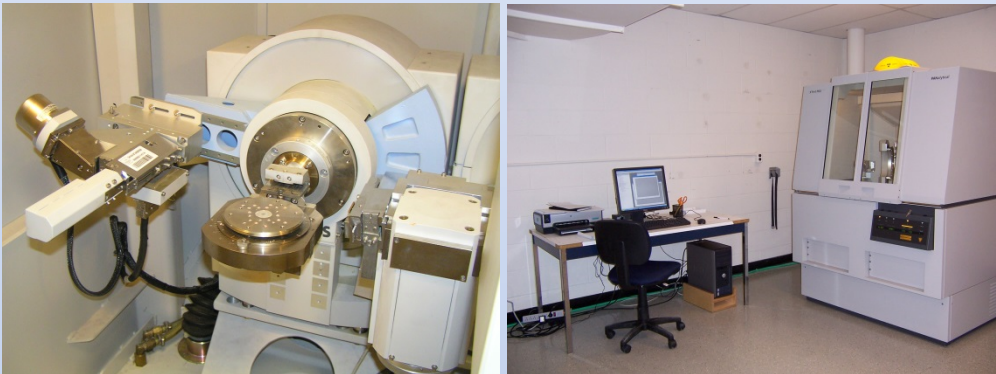
- ❖ Оптическая микроскопия
- ❖ Электронная микроскопия
- ❖ Рентгеновская дифрактометрия
- ❖ Рентгено-флуоресцентная спектроскопия
- ❖ Спектроскопия комбинационного рассеивания

Механические испытания

- ❖ Микротвёрдость по-Виккерсу
- ❖ Прочность на сжатие
- ❖ Износостойкость в бисерной мельнице

Методы испытаний керамического бисера

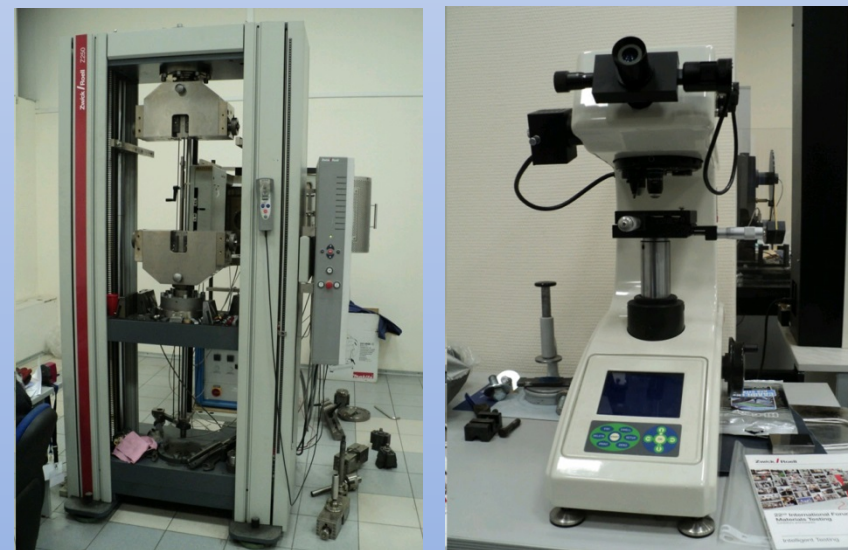
Рентгеновская дифрактометрия



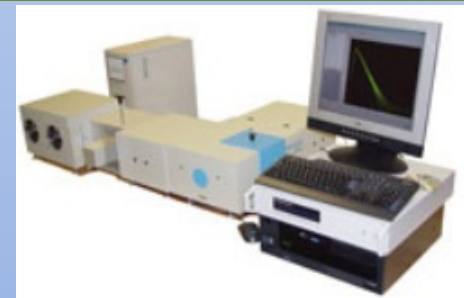
Испытания бисера на износостойкость в лабораторной бисерной мельнице



Механические испытания: статическое разрушение и микротвёрдость по-Виккерсу

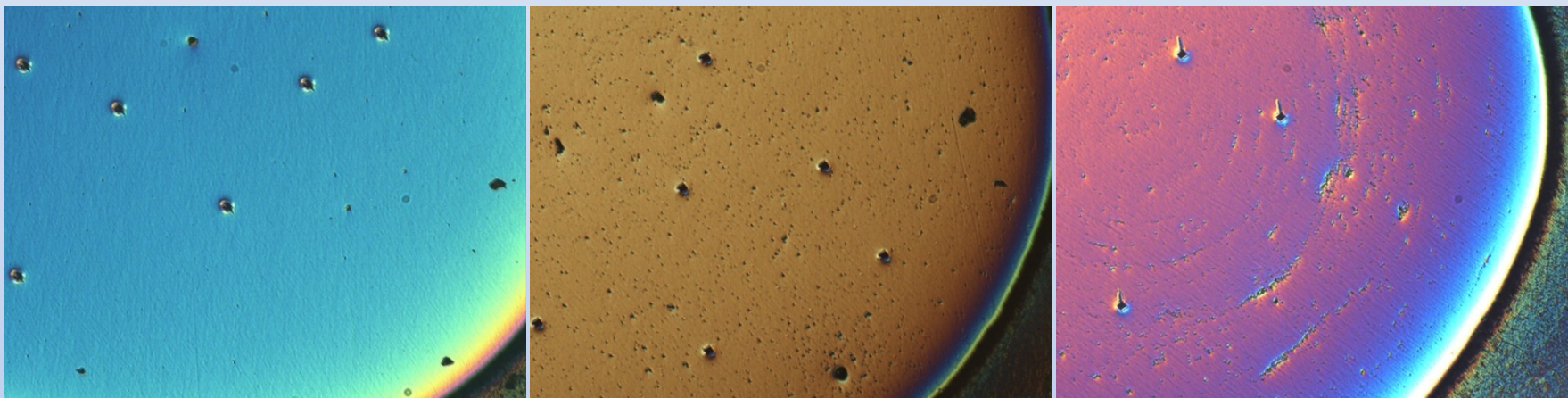


Спектроскопия комбинационного рассеяния

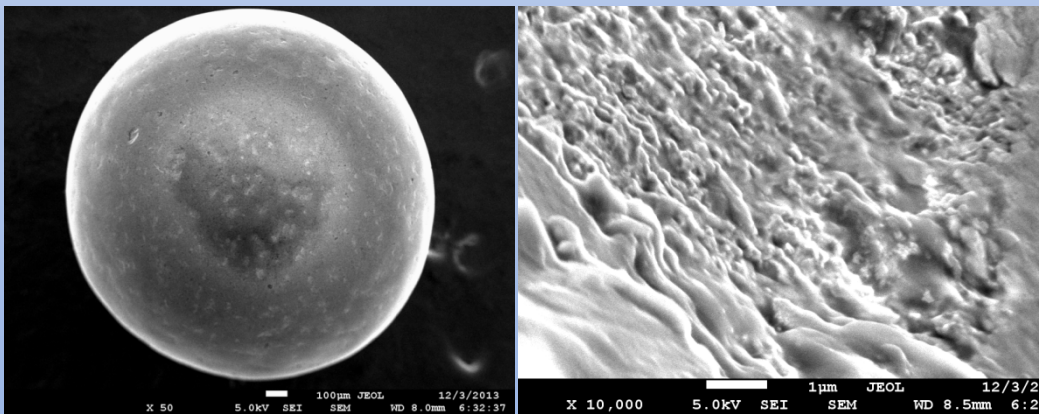


Методы испытаний керамического бисера

Оптическая микроскопия



Растровая электронная микроскопия



Контроль качества мелющих тел

Описание экспериментов

Исследование 5-ти образцов керамического бисера двойным полуслепым методом

Образец № 1 – неизвестный лот

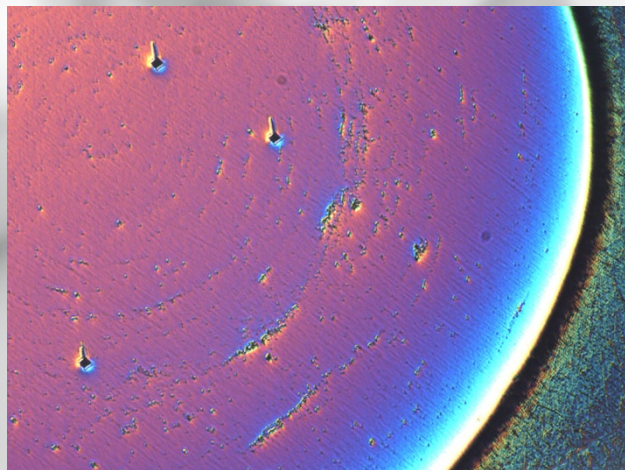
Образец № 2 – неизвестный лот

Образец № 3 – неизвестный лот

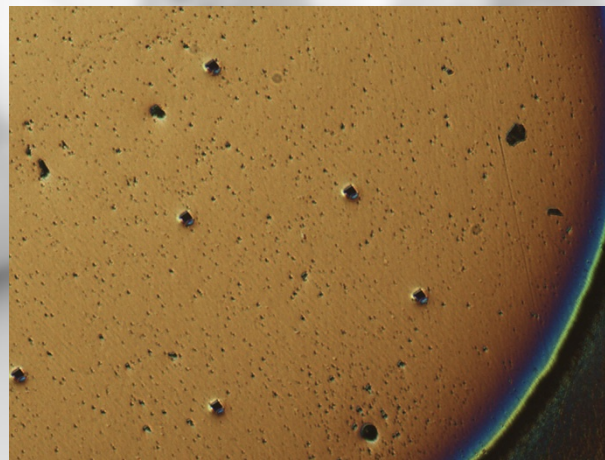
Образец № 4 – образец с нашего склада

Образец № 5 – эталонный образец из
Японии.

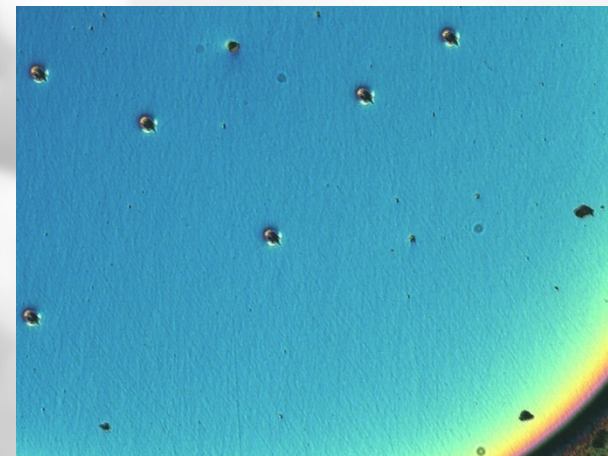
Оптическая микроскопия дифференциально-интегральный контраст, x 50



1



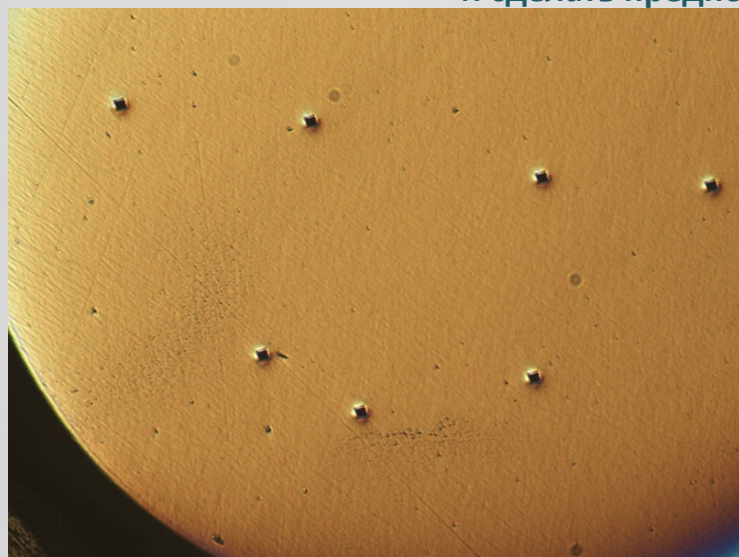
2



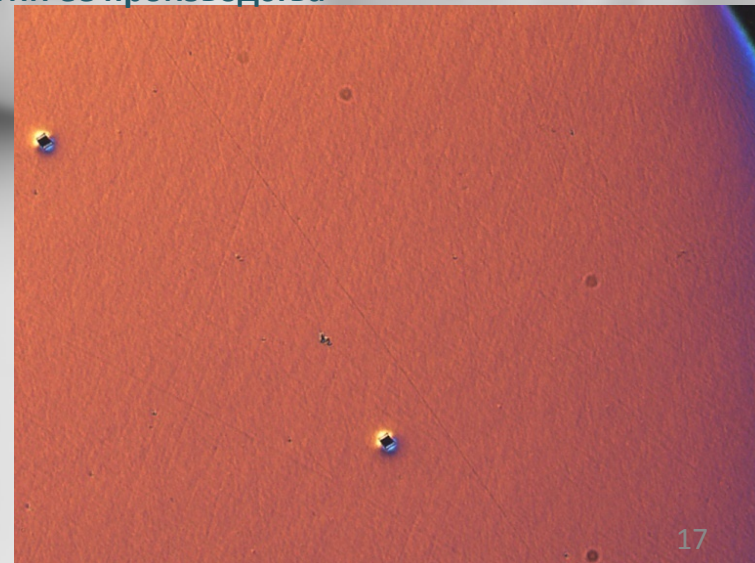
3

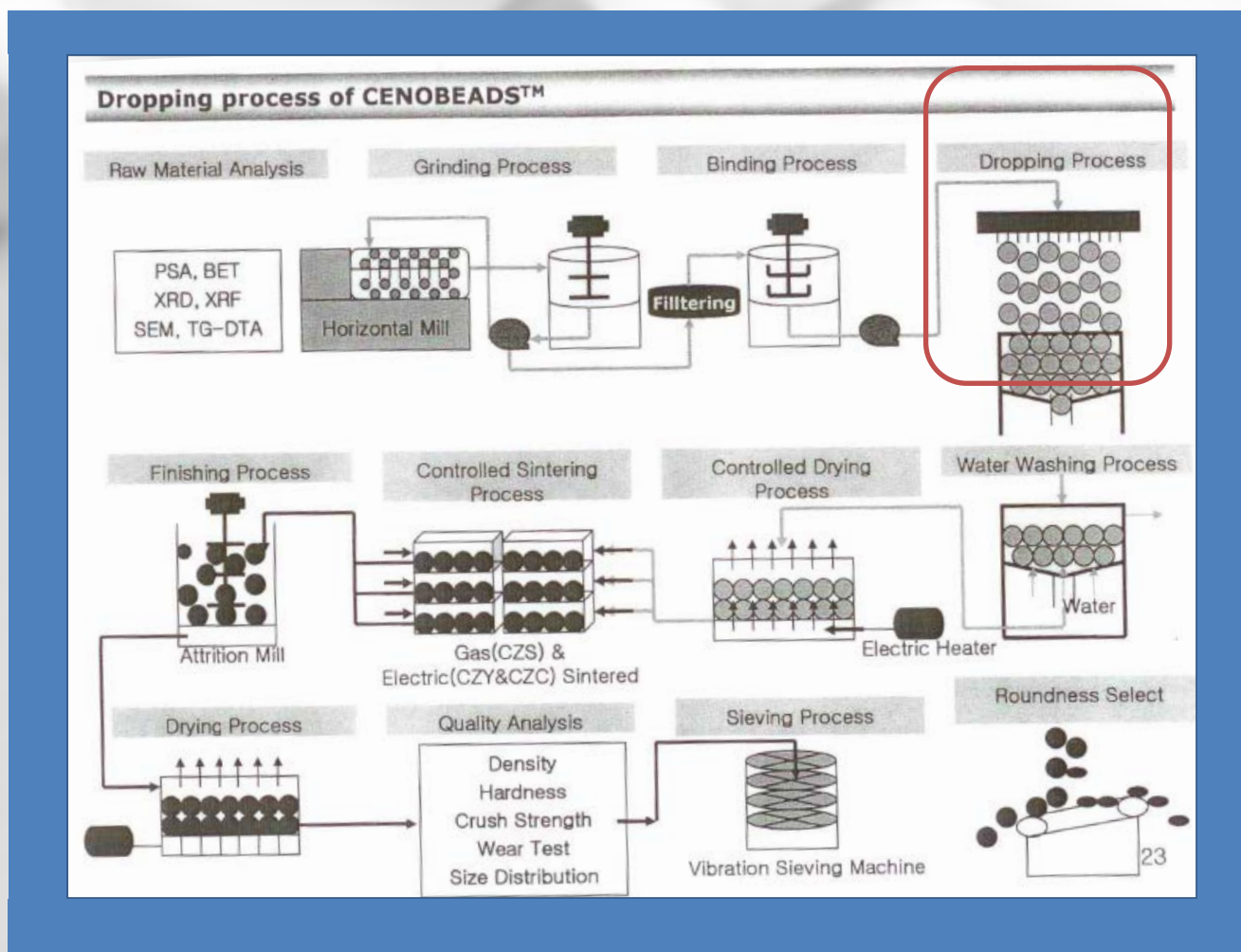
Методом оптической микроскопии можно увидеть наличие пор и неоднородностей в структуре керамики и сделать предположения о технологии её производства

4



5

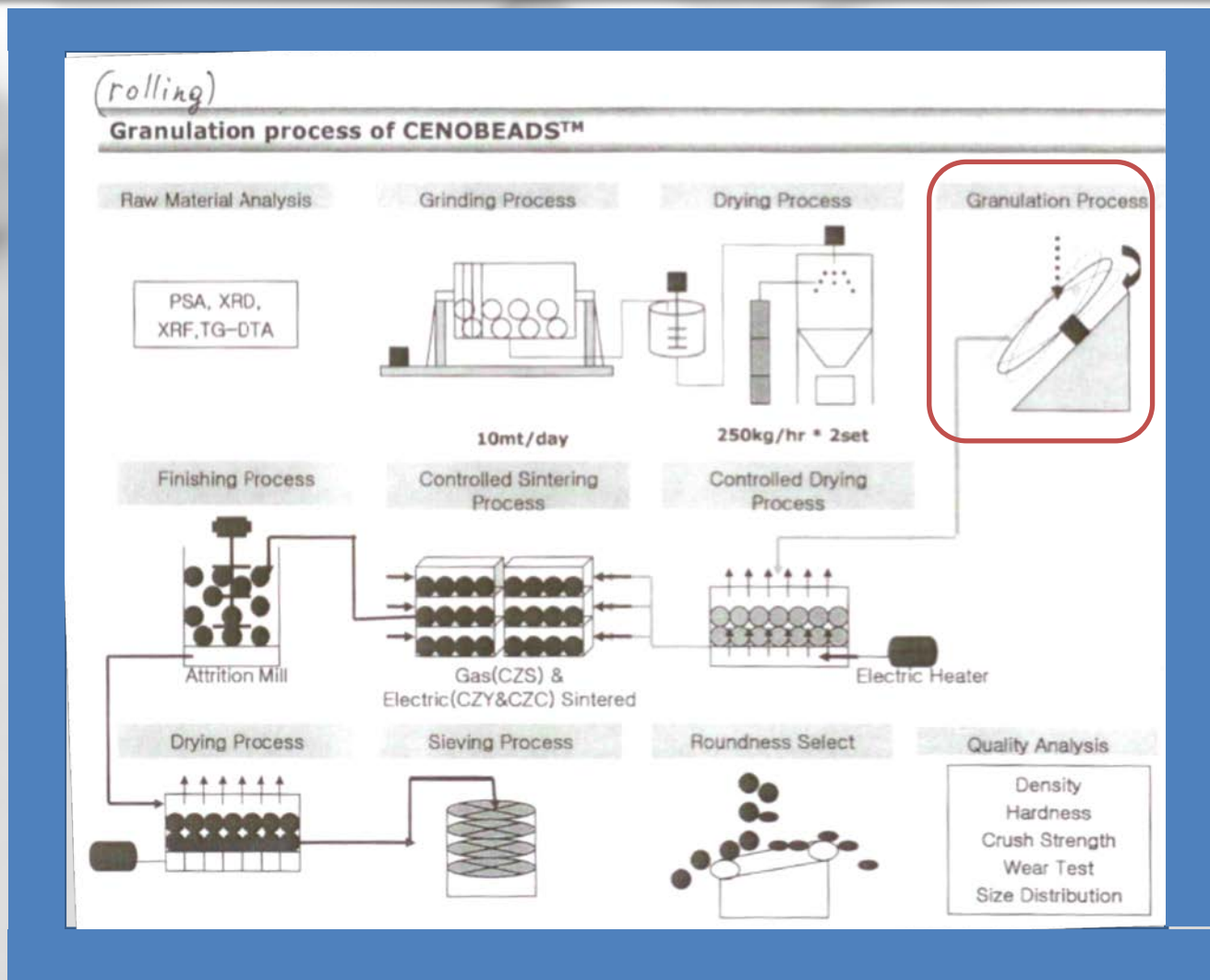




Так называемый Dropping process, - метод получения керамических шариков путём образования капель суспензии керамического порошка с последующим обжигом – это один из традиционных способов получения пористой керамики.

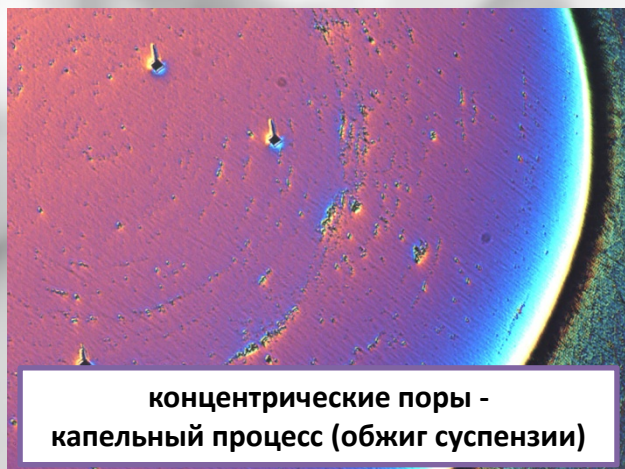
«Ceramic Fabrication Technology» Roy W. Rice, 2003, Marcel Dekker, Inc., стр. 288.

Технологии производства керамического бисера: гранулярный процесс

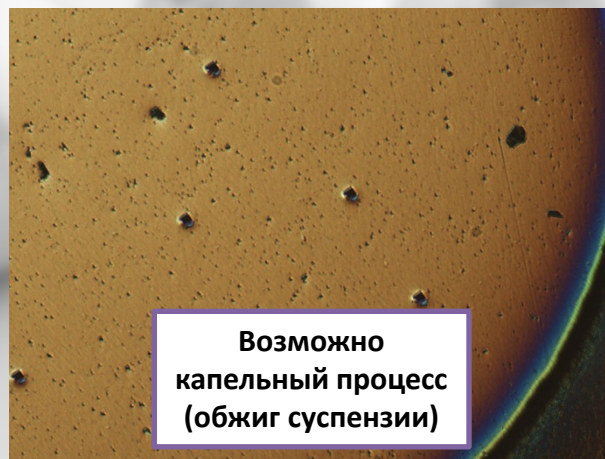


Способы получения керамического бисера, методом застывания в жидких каплях в процессе полёта, характеризуются высокой плотностью полученной керамики и практическим отсутствием полостей. Фактическая плотность полученного бисера достигает 99,5 % от теоретического, что описано в ряде патентов. Например, US 20080011811 A1, US 20060175584 A1.

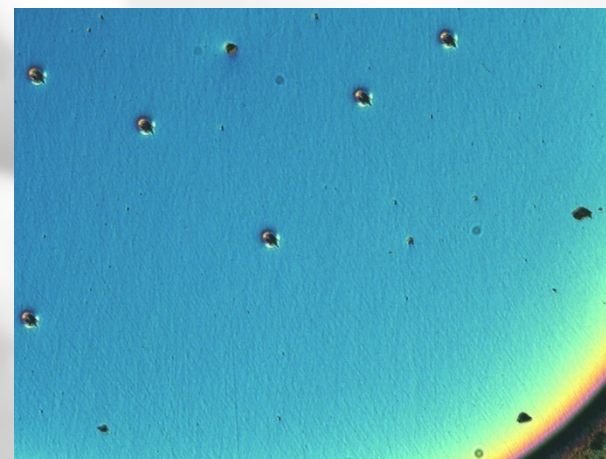
Наличие пор и неоднородностей в образцах керамики и предположения о технологии её производства



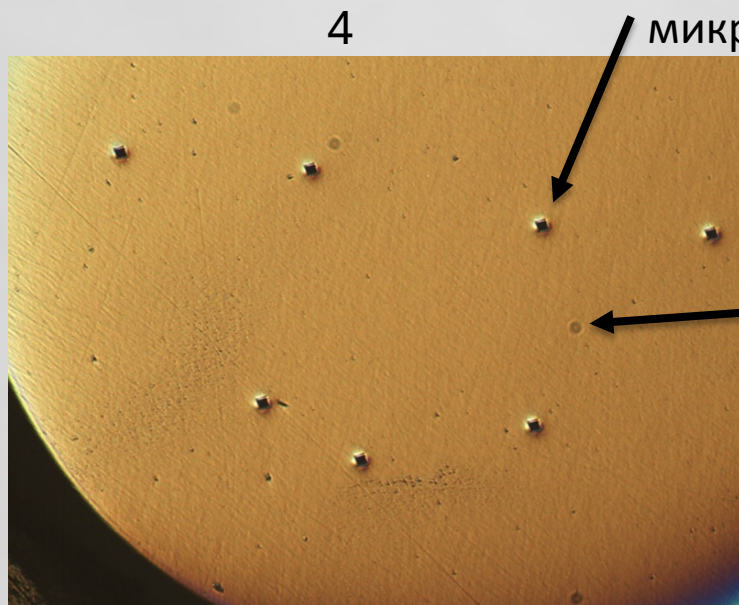
1



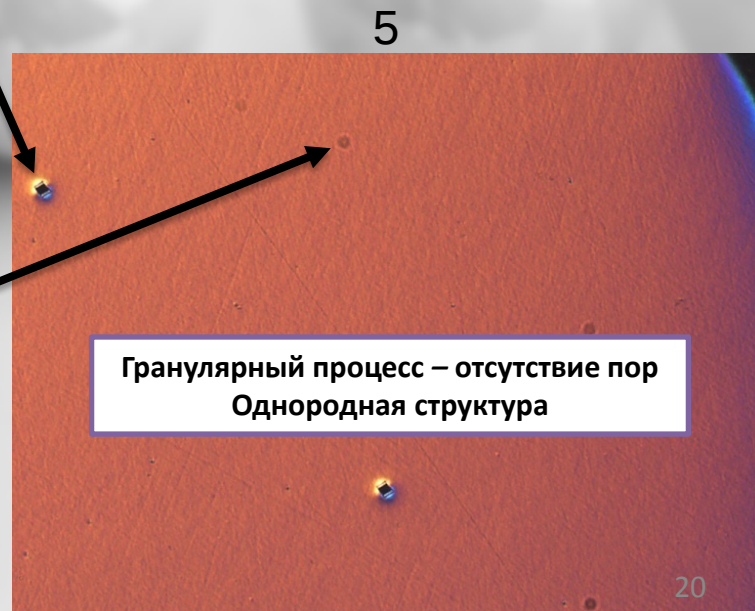
2



3



4



5

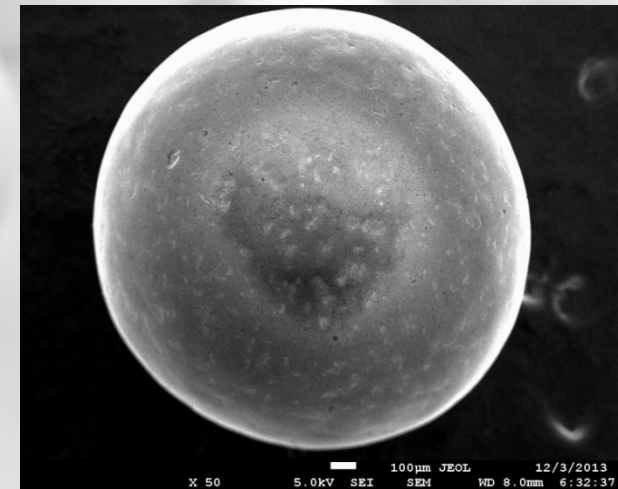
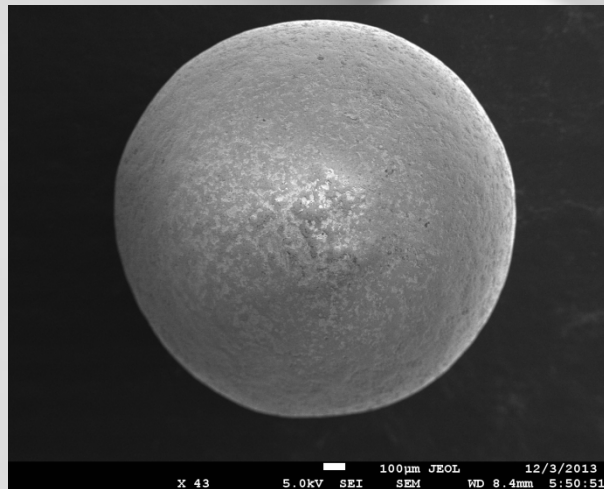
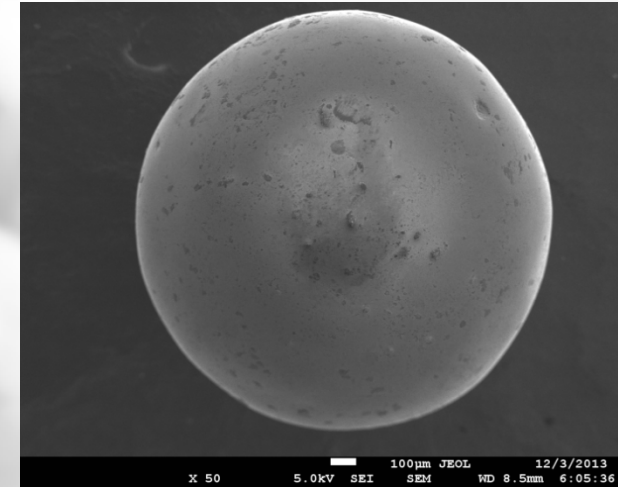
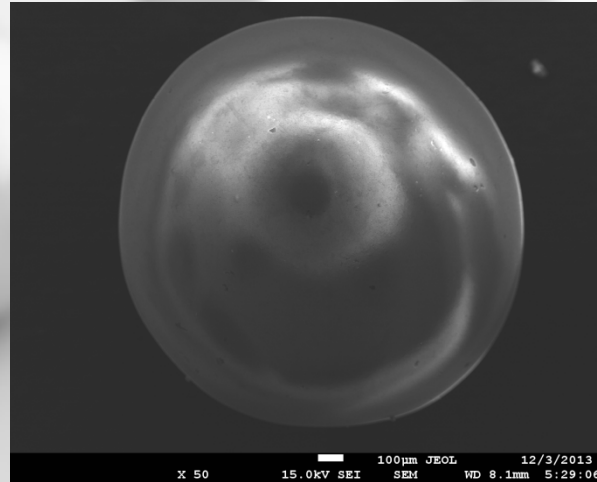
Растровая электронная микроскопия

Микроскоп сканирующий электронный JEOL JSM-7001F



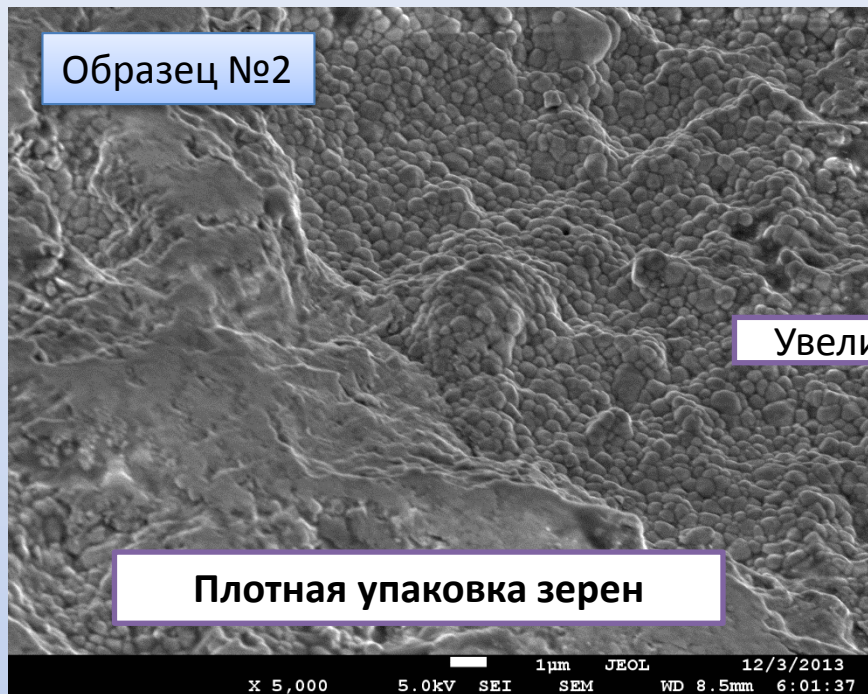
Основные технические характеристики

Разрешение, нм	1,2 при 30 кВ, 3 при 1 кВ
Электронная пушка	с катодом Шоттки
Ток пучка, нА	до 200
Ускоряющее напряжение, кВ	от 0,5 до 30
Диапазон увеличений, х	от 10 до 500 000
Максимальный размер образца, мм	диаметр до 200



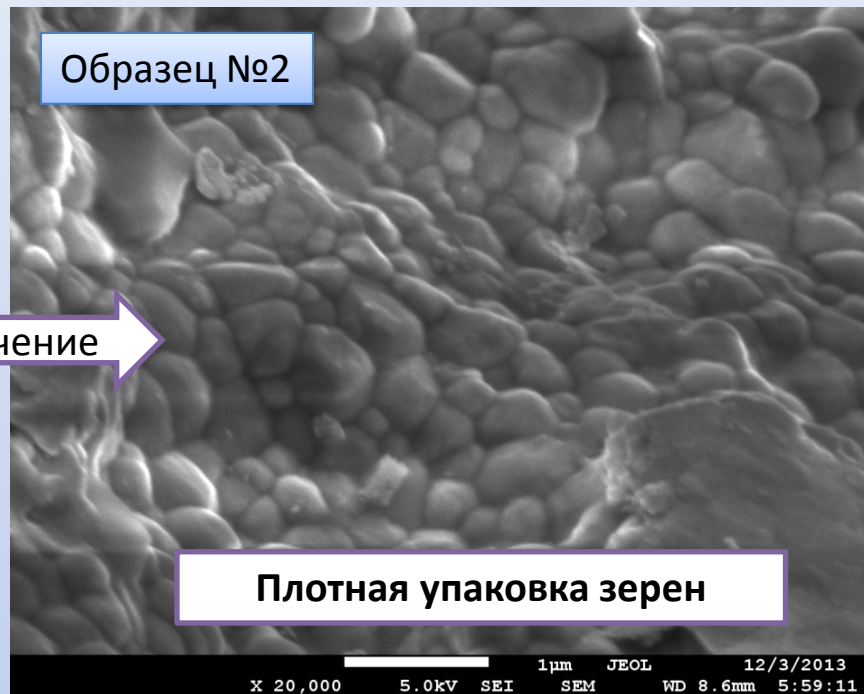
Электронная микроскопия позволяет выявить не только особенности структуры керамики, но и определить наличие жидкой фазы в процессе её спекания, что также имеет существенное значение в технологии.

Образец №2



Плотная упаковка зерен

Образец №2



Плотная упаковка зерен

Увеличение

Образец №1



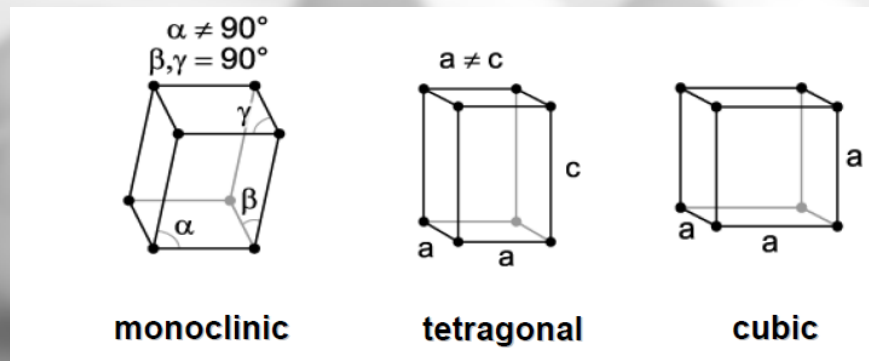
Неплотная упаковка зерен

Образец №5



Жидкая фаза

Рентгеновская дифрактометрия керамики на основе оксида циркония



Фазовые переходы диоксида циркония при различной температуре

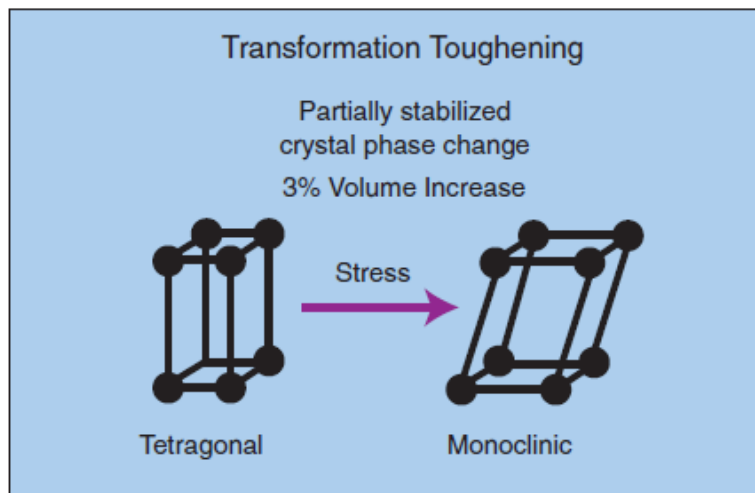


Fig 3a Phase change from a tetragonal-shaped crystal to a monoclinic form of crystal.

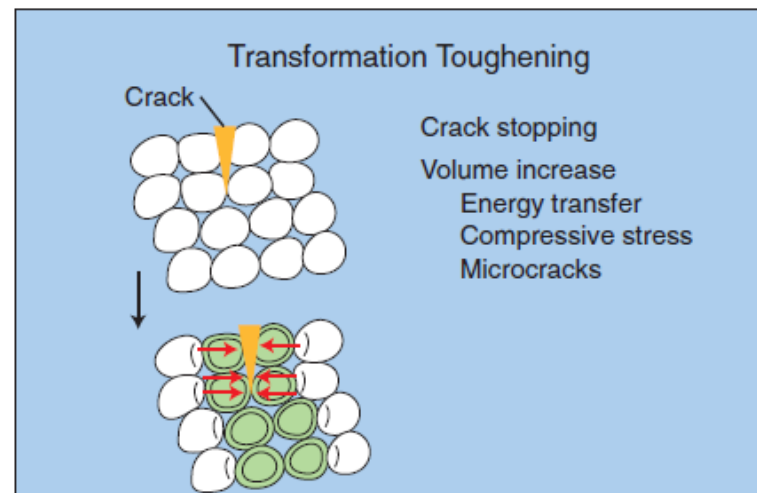


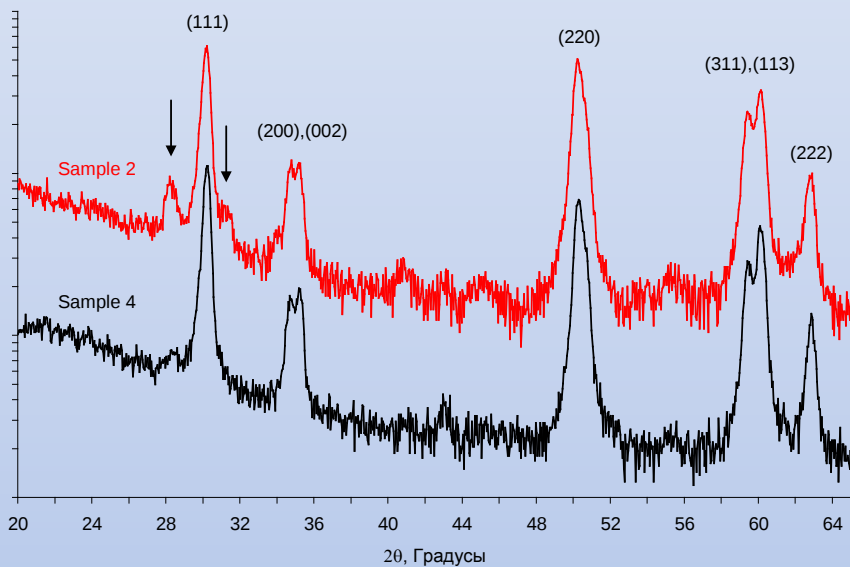
Fig 3b Closing of microcracks because of the crystal volume increase caused by the phase change.

Рентгеновская дифрактометрия керамики из оксида циркония

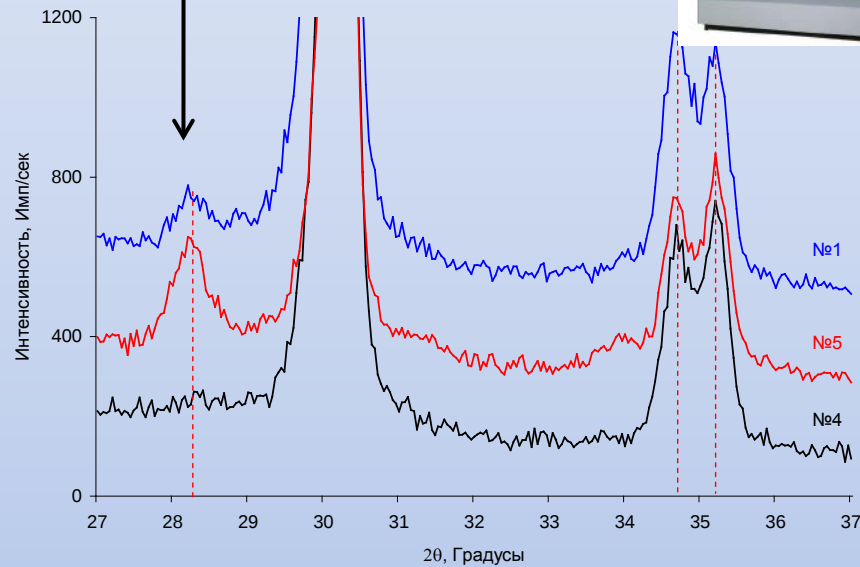
Рентгеновский дифрактометр
Panalytical X'Pert Pro MRD Extended



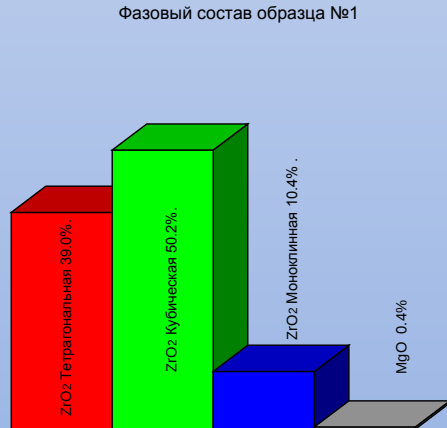
рефлексы тетрагональной фазы ZrO_2



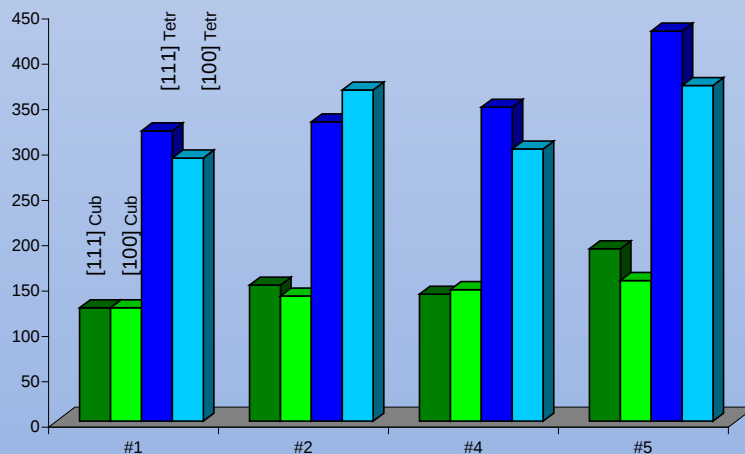
рефлексы
моноклинной фазы



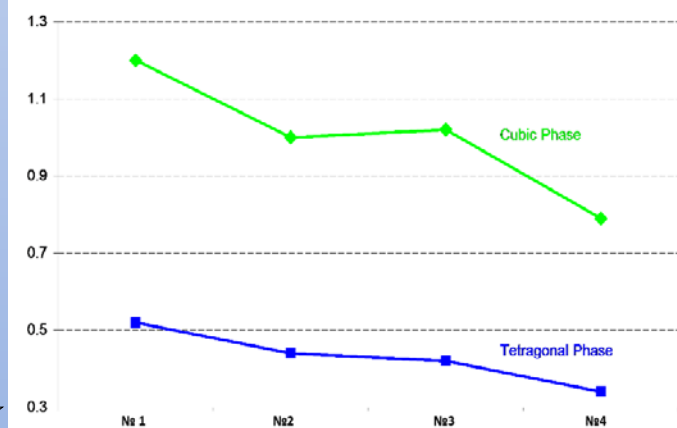
Фазовый состав образца №1



Размеры кристаллитов (в Ангстремах)



Уровень микронапряжений (%)



Комбинационное рассеяние света

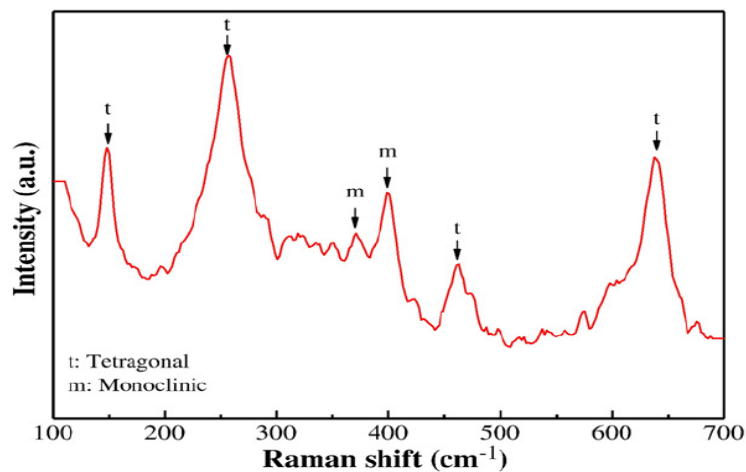
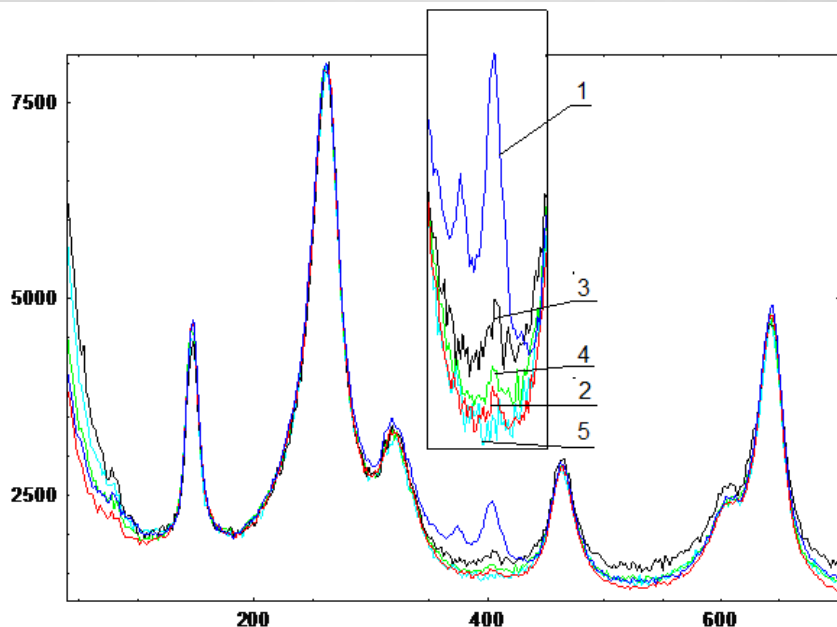


Fig. 5. Typical Raman spectrum of the as-received freestanding 8YSZ.



Спектрометр Jobin-Yvon Modular Raman system U1000 with microscope attachment and Ar, Kr and He-Cd lasers.

Шарики представляют твердый раствор $(1-x)\text{ZrO}_2 \cdot x\text{Y}_2\text{O}_3$. Концентрация x для 5го образца предположительно $\sim 0.05 \div 0.06$. В других образцах концентрация x меньше. Для образца 1 предположительно $x \sim 0.025 \div 0.03$. По чистоте фазового состава образцы можно расположить так:
 $1 \Rightarrow 3 \Rightarrow 2, 4 \Rightarrow 5$

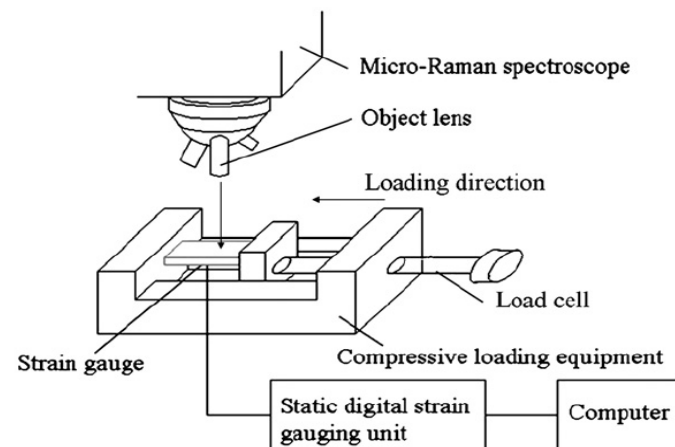


Fig. 2. Schematic of the experimental setup for Raman scattering measurement.

Результаты РФА, КР и Электронной микроскопии

1. Определённый фазовый состав является необходимым, но недостаточным условием высоких прочностных свойств бисера. По видимому, важную роль играет качество спекания, определяющее такие существенные параметры, как прочность связи зёрен керамики и наличие пор.
2. Фазовый состав, размер кристаллитов, уровень микронапряжений, параметры кристаллических решеток фаз бисера без его разрушения может надёжно контролироваться методом рентгеновской дифрактометрии с применением обработки результатов методом Ритвельда.
3. Для экспресс-анализа кристаллической структуры бисера можно использовать более доступный метод исследования комбинационного рассеяния света.
4. Электронная микроскопия позволяет выявить не только особенности структуры керамики, но и определить наличие жидкой фазы в процессе её спекания, что, по-видимому, имеет существенное значение в технологии.



№№ образцов	Нагрузка разрушения, 10^6 Н/м^2	Твёрдость по Виккерсу (HV)
1	732	1301
2	892	1328
3	924	1385
4	928	1454
5	892	1407



Экономическая эффективность разных видов бисера



Условия испытаний: лабораторная бисерная мельница Bachofen MultiLab 0,6 ltr., футеровка из оксида циркония, мешалка 3 PE-привод, скорость 10 м/с. Продукт помола (суспензия): вода, время помола 9 ч, уровень заполнения мелющими телами 65 %



Эксперимент № 1. Износостойкость бисера из оксида циркония на вертикальной лабораторной мельнице в сравнении



Сравнительные испытания проводились на лабораторной бисерной мельнице ЛДУ-3МНР, скорость вращения вала 2500 об/мин, объем лабораторного стакана 0,5л.

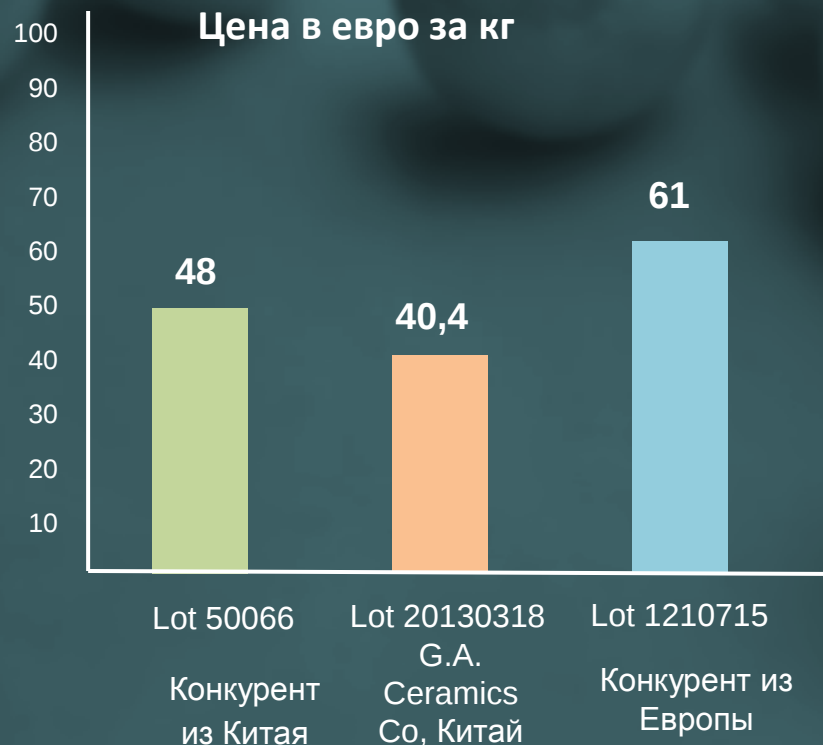
Испытания проводились в воде, в соотношении вода:бисер = 1:1 по объему. Время диспергирования - 6 часов.

Износ – Потеря веса – в % от веса

Наименование показателя	Бисер 1,2-1,4 мм Lot 50066 Конкурент из Китая	Бисер 1,6-1,8 мм Арт. 9617-98 Lot 20130318 G.A. Ceramics Co, Китай	Бисер 1,2-1,4 мм Lot 1210715 Конкурент из Европы
Объем воды, мл	150	150	150
Масса бисера до испытания, г	621,29	621,29	621,29
Масса бисера после диспергирования, г	613,73	621,23	621,22
Потери, г	7,56	0,06	0,07
Потери веса, %	1,22	0,0097	0,011



Сравнение экономической эффективности циркониевого бисера разных производителей



По результатам испытаний на лабораторной бисерной мельнице износостойкость бисера, предлагаемого компанией «ПроХим», приблизительно такая же, как и бисера, предлагаемого европейским конкурентом. Учитывая разницу в цене, использование бисера компании «ПроХим» будет более экономически целесообразным.

Эксперимент №2. Сравнение износостойкости двух образцов бисера из оксида циркония, на лабораторной планетарной мельнице.

Изменение массы образцов керамического бисера из ZrO_2 после 4, 8 и 12 часов помола в планетарной мельнице при скорости 250 об/мин.

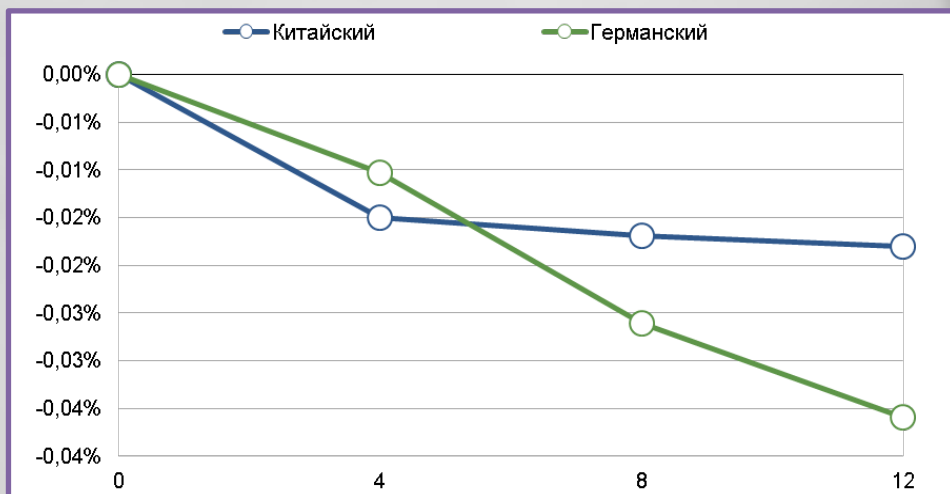


Масса навески бисера

время, час	Китайский	Германский
0	108,5944	105,6609
4	108,5781	105,6500
8	108,5760	105,6333
12	108,5749	105,6229

Убыль массы бисера

время, час	Китайский	Германский
0	0 %	0 %
4	-0,015 %	-0,010 %
8	-0,017 %	-0,026 %
12	-0,018 %	-0,036 %



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова
Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)

Вывод:

По результатам эксперимента № 2 по износостойкости, проведенного в ИМЕТ РАН, бисер китайского производителя показал несколько лучшую износостойкость в планетарной мельнице при 250 об/мин. 31

Эксперимент №3

Сравнение элементного состава двух образцов бисера из оксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, методом рентгено-флуоресцентного анализа на оборудовании ElvaX Light



**«Государственный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт химических реактивов
и особо чистых химических веществ «ИРЕА»
(ФГУП «ИРЕА»)**

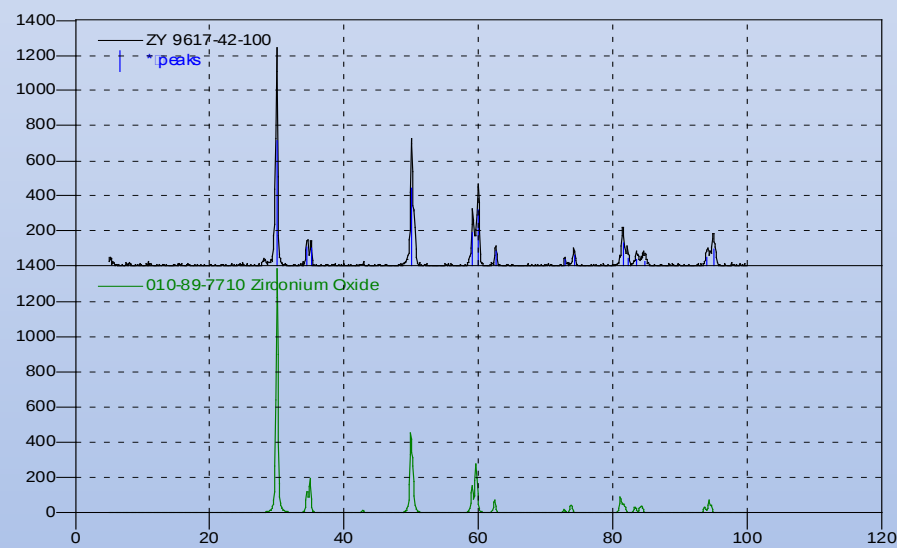
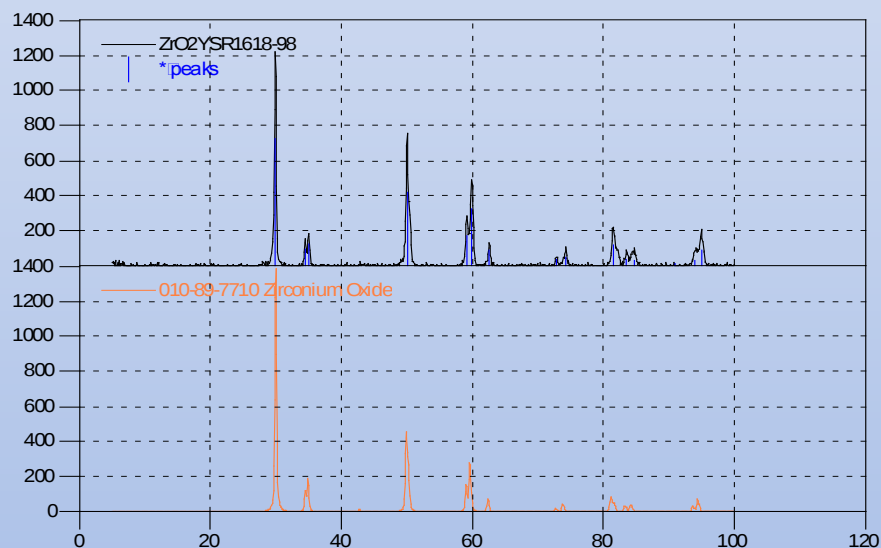
Сравнение элементного состава двух образцов керамики методом РФА

ZY 9617-42-100 Европейский конкурент

Ат. №	Элемент	Серия	Интенсивность	Концентрация
39	Y	K	26769	5.32%
40	Zr	K	349989	94.25%
72	Hf	L	2501	0.43%

ZrO₂YSZ1618-98 ПроХим

Ат. №	Элемент	Серия	Интенсивность	Концентрация
39	Y	K	27003	5.37%
40	Zr	K	349732	94.21%
72	Hf	L	2451	0.43%



Результаты получены с использованием проверенных средств измерений и аттестованного оборудования: Спектрометр энергий рентгеновского излучения **ElvaX Light**, свидетельство ФБУ «Ростест-Москва» № 448/231754 до 09.10.2013 г.; рентгеновский дифрактометр GBC EMMA, свидетельство «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» № 242/8470-2012 до 01.10.2013 г.

*Качественный анализ выполнялся с помощью программы Crystallographica Search-Match Version 3, 1, 0, 1 с базой данных PDF-2 ICDD 2011.

Эксперимент № 3

Сравнение элементного состава двух образцов бисера из оксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, методом рентгенофлуоресцентного анализа на оборудовании ElvaX Light



«Государственный ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследовательский
институт химических реактивов и особо
чистых химических веществ «ИРЕА»
(ФГУП «ИРЕА»)

Элемент	Европейский	Китайский
Иттрий (Y)	5.32%	5.37%
Цирконий (Zr)	94.25%	94.21%
Гафний (Hf)	0.43%	0.43%

Вывод из эксперимента № 3:

Образцы бисера на основе оксида циркония ZrO_2 YSR1618-98 и ZY 9617-42-100 имеют идентичный элементный состав и одинаковую аллотропную модификацию имеющую тетрагональную кристаллическую структуру. Это говорит о том, что оба образца, китайский и европейский, скорее всего произведены на одном заводе из одного и того же сырья.

Визуальные и ручные методы

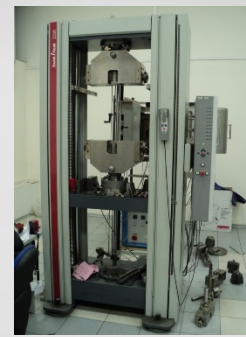
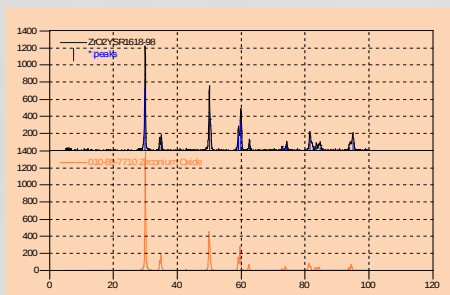
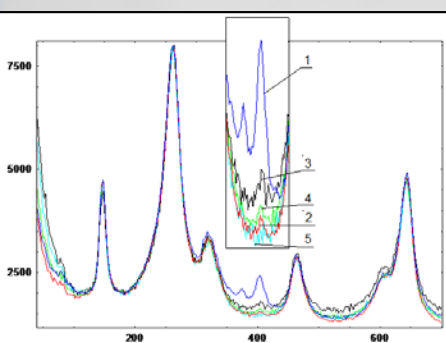
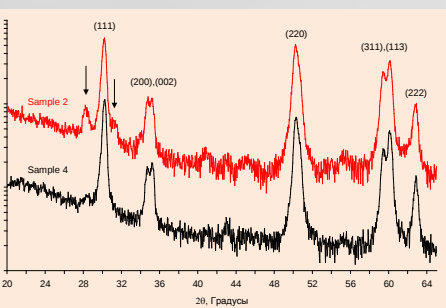
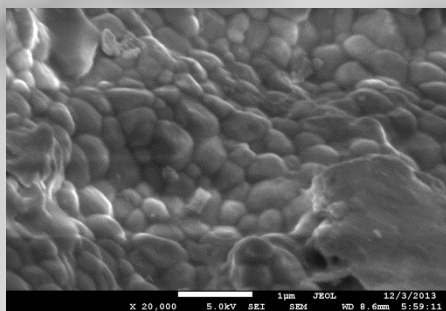
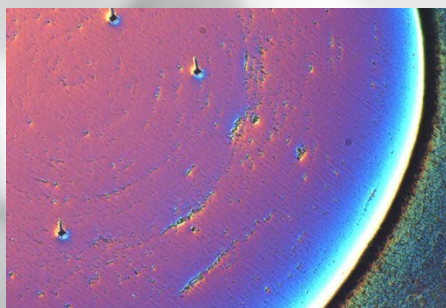
- ❖ Однородность бисера по цвету и размеру
- ❖ Анализ статистических измерений диаметра бисера

Спектроскопические методы

- ❖ Оптическая микроскопия
- ❖ Электронная микроскопия
- ❖ Рентгеновская дифрактометрия
- ❖ Рентгено-флуоресцентный анализ
- ❖ Спектроскопия комбинационного рассеивания

Механические испытания

- ❖ Микротвёрдость по-Виккерсу
- ❖ Прочность на сжатие
- ❖ Износостойкость в бисерной мельнице



Спасибо за внимание

Адрес: 117216, Москва, ул. Грина д.1 к.7

Телефон: +7 (499) 744-14-54

Эл. почта: info@sili.ru