



Научно-производственное предприятие
Акционерное общество «ЭКОН»

Голубева Ольга Анатольевна,
инженер-технолог

Сравнение свойств частично и полностью стабилизированного диоксида циркония применительно к стоматологии

Авторский коллектив:

Голубева О.А., Брызгина Е.Б., Антошина И.А. (ИАТЭ НИЯУ «МИФИ»)



Достоинства :

- ✓ Биосовместимость
- ✓ Химическая инертность
- ✓ Высокая прочность
- ✓ Низкая теплопроводность

Основной недостаток:

– Эстетические свойства



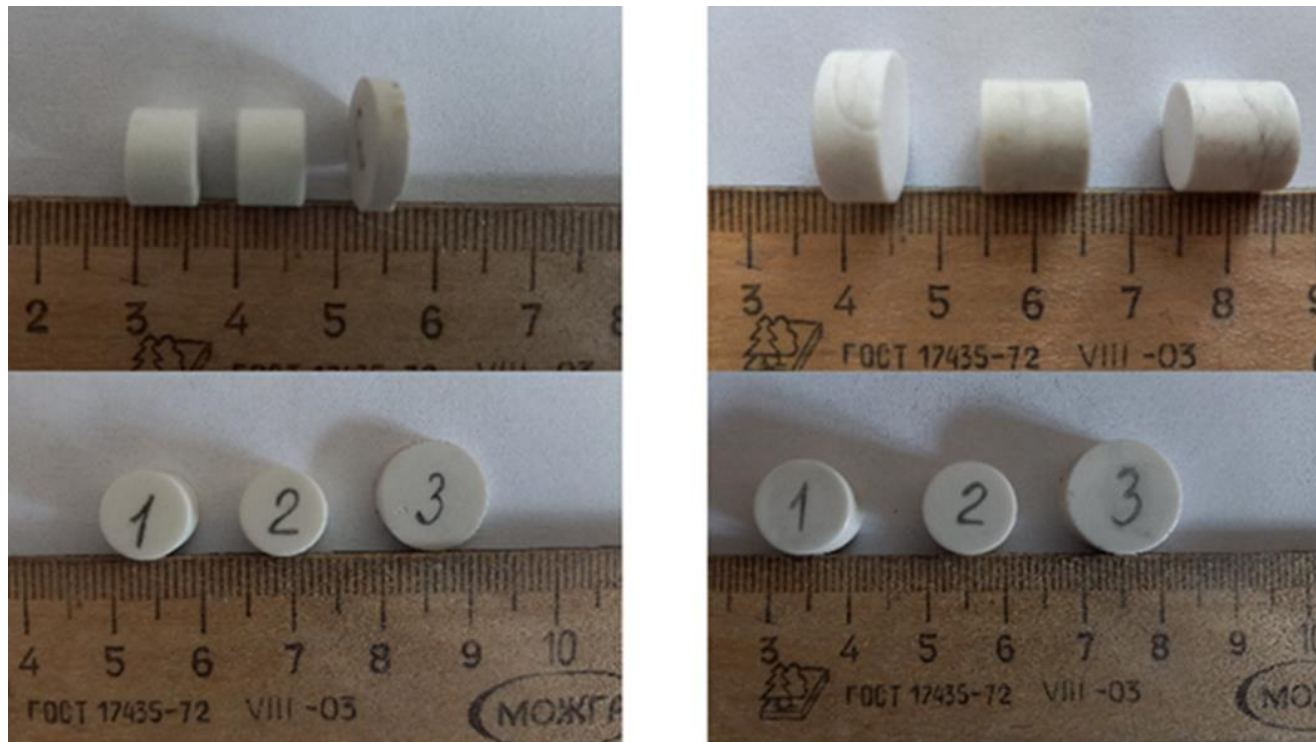
Цель работы

Определение возможности применения в стоматологии полностью стабилизированного диоксида циркония вместо частично стабилизированного, основываясь на сравнении их механических свойств

Задачи

- **Исследование формы и размера частиц исходных порошков**
- **Проведение рентгенофазового анализа**
- **Исследование микротвёрдости**
- **Проведение испытаний на трёхточечный изгиб**

Объектом исследования являются порошки, таблетки и балки из диоксида циркония, стабилизированного 3 мол. % и 8 мол. % оксида иттрия



Фотографии образцов в виде таблеток из диоксида циркония, стабилизированного 8 мол. % оксида иттрия – слева, стабилизированного 3 мол. % – справа

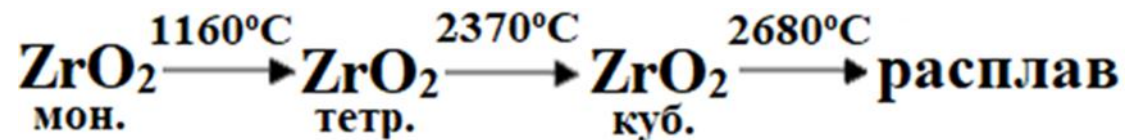
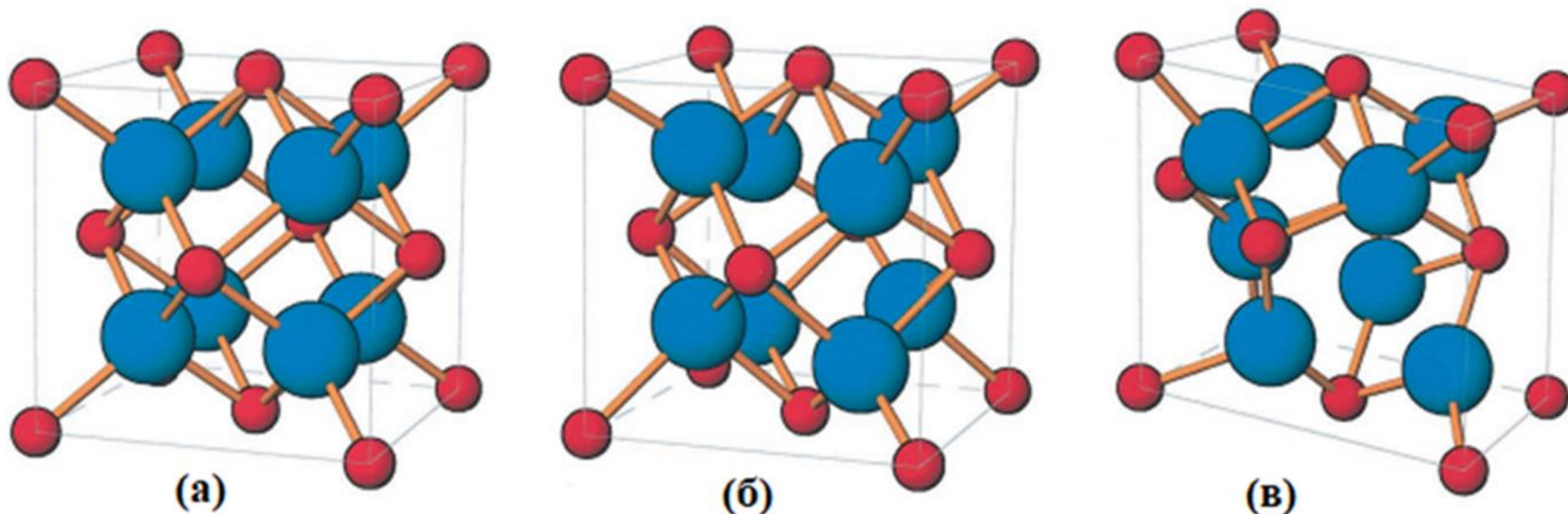


Схема фазовых переходов в диоксиде циркония



Типы кристаллических решёток диоксида циркония
(а - кубическая, б - тетрагональная, в - моноклинная)

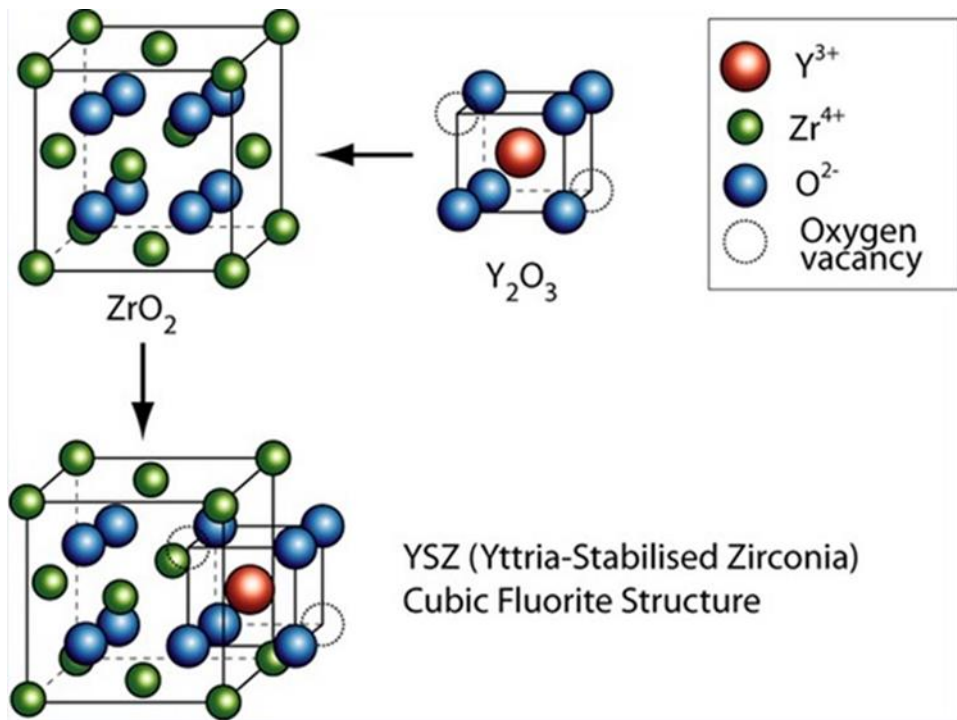
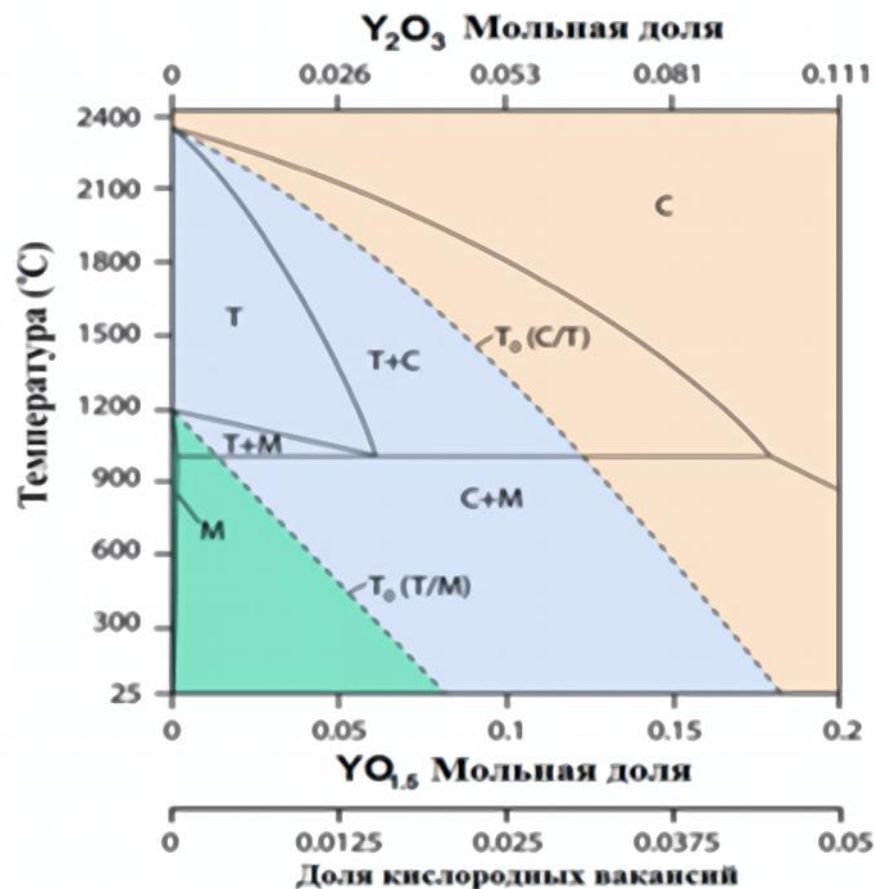


Схема внедрения оксида иттрия
в решётку диоксида циркония
с образованием вакансий по кислороду



Современная фазовая диаграмма
 $ZrO_2 - Y_2O_3$

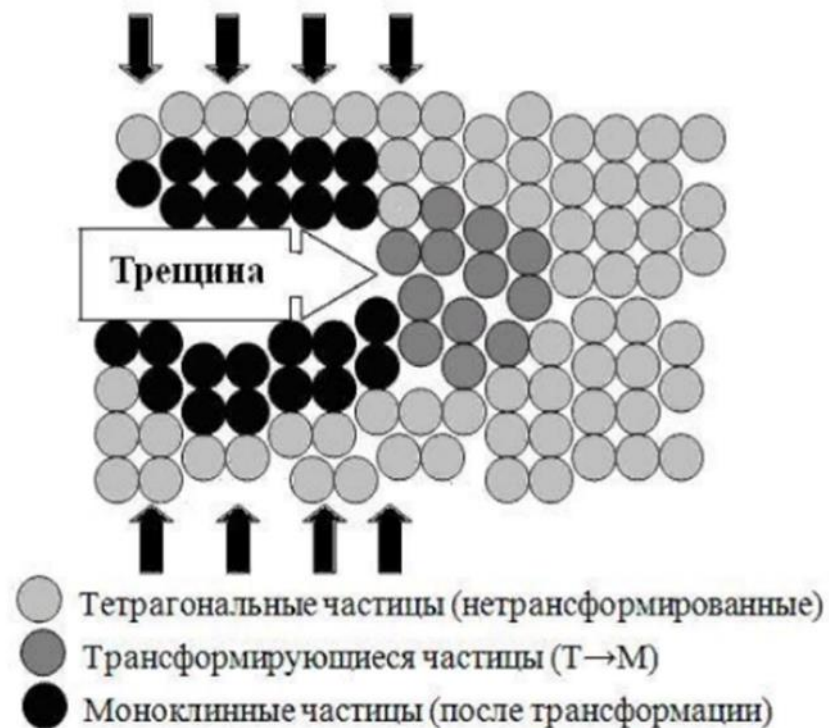


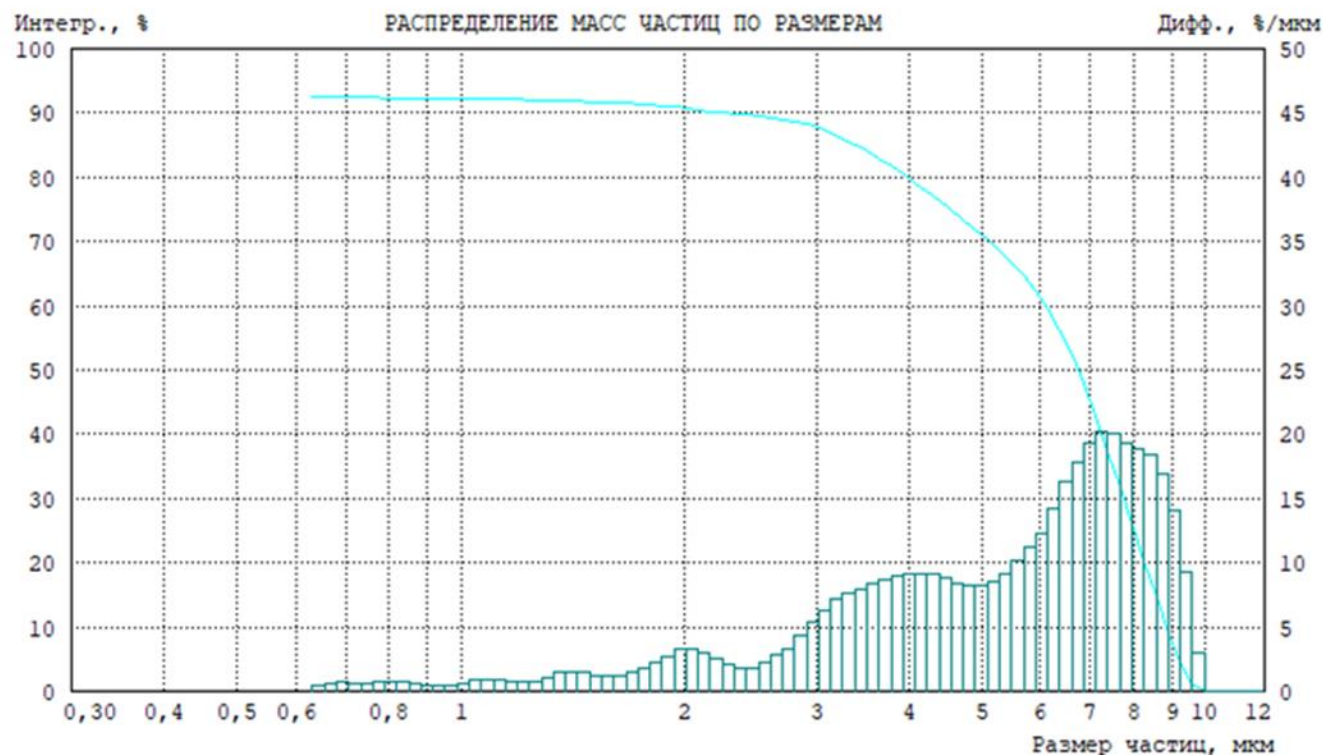
Схема процесса
трансформационного упрочнения

	Металлокерамика (недрагоценный металл)	Металлокерамика (драгоценный металл)	Диоксид циркония
Нет металла во рту	-	-	+
Долговечность	-	±	+
Простота ухода	-	-	+
Защита зубов от реакций на тепло/холод	-	-	+
Точность конструирования и изготовления	-	-	+
Здоровье дёсен	-	±	+

Недостатки: эстетические свойства, стираемость зубов-антагонистов

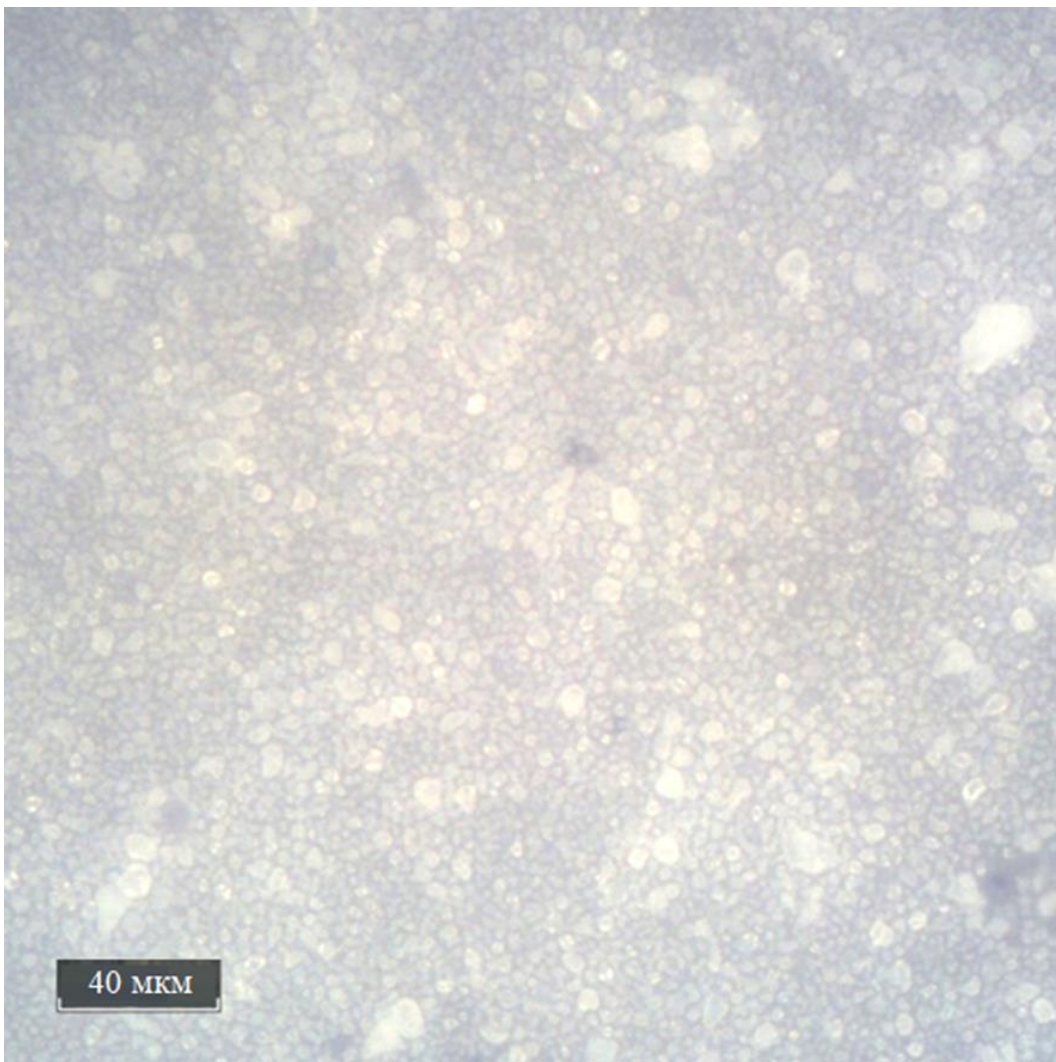
Средний размер частиц – $6,60 \pm 0,17$ мкм

Удельная поверхность – $3900 \text{ см}^2/\text{г}$



СТАТИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	
Средние величины:	
Медианный диаметр	6,7 мкм
Среднеквадратичный диаметр	6,6 мкм
Среднегармонический диаметр	3,5 мкм
Отклонение:	
Среднеквадратичное	2,5 %
Коэффициент асимметрии	1,3
Удельная поверхность (масс.)	2833 $\text{см}^2/\text{г}$
Моды распределения:	
0,8	1,1
1,4	2,1
4,2	7,7

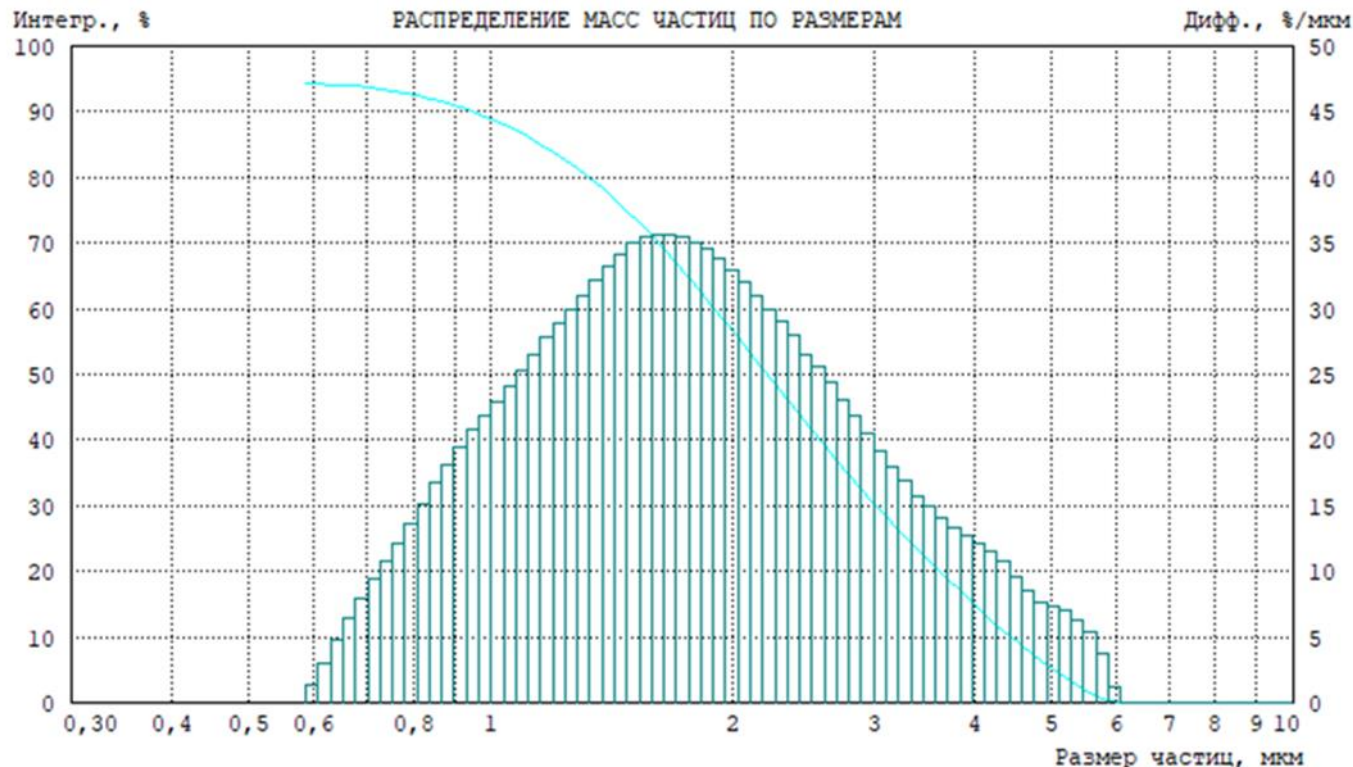
Гранулометрический анализ частично стабилизированного диоксида циркония, выполненный на ФСХ



**Фотография порошка частично
стабилизированного диоксида циркония,
снятая в светлом поле на MJ6402,
объектив 50х**

Средний размер частиц – $2,80 \pm 0,04$ мкм

Удельная поверхность – $8560 \text{ см}^2/\text{г}$



СТАТИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Средние величины:

Медианный диаметр 2,2 мкм

Среднеквадратичный диаметр 2,8 мкм

Среднегармонический диаметр 1,8 мкм

Отклонение:

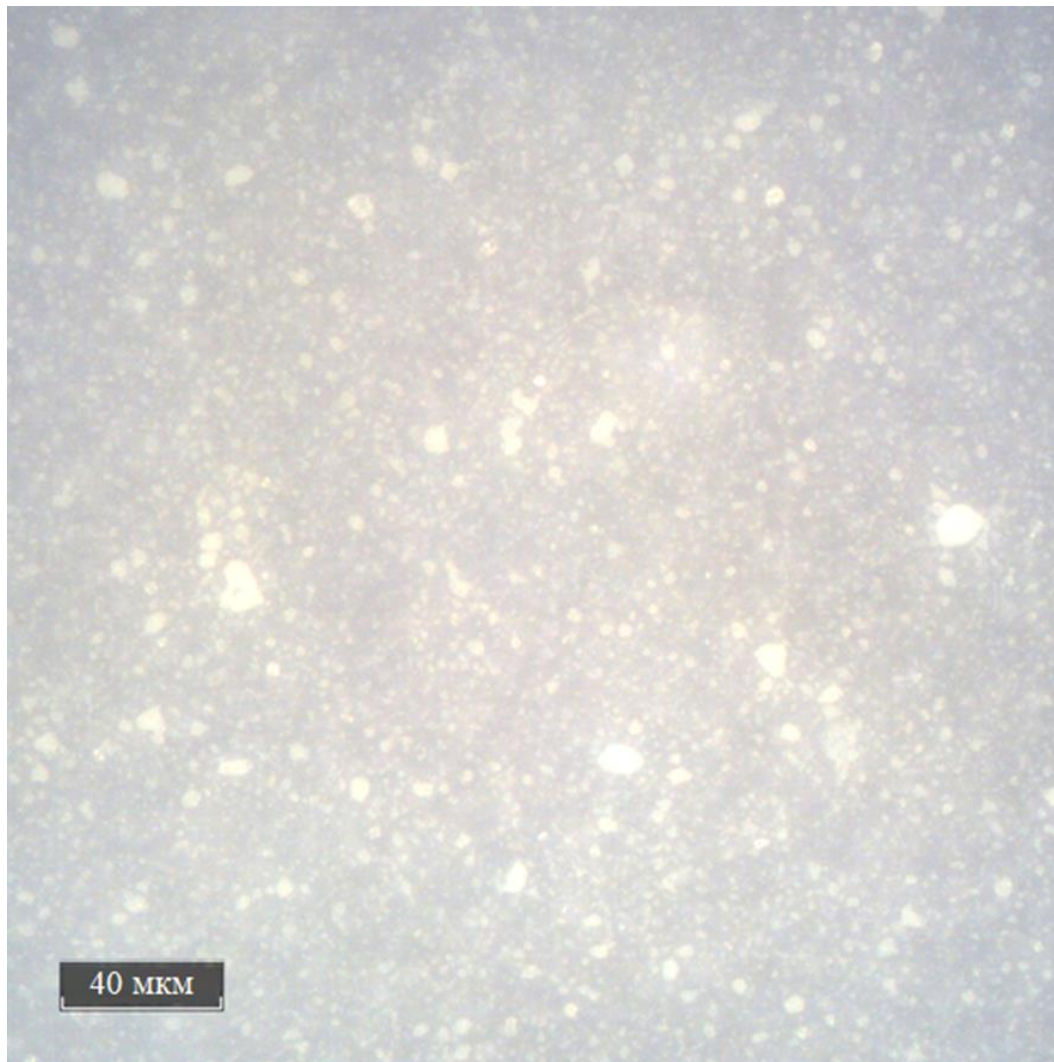
Среднеквадратичное 1,3 %

Коэффициент асимметрии 0,1

Удельная поверхность (масс.) 5775 $\text{см}^2/\text{г}$

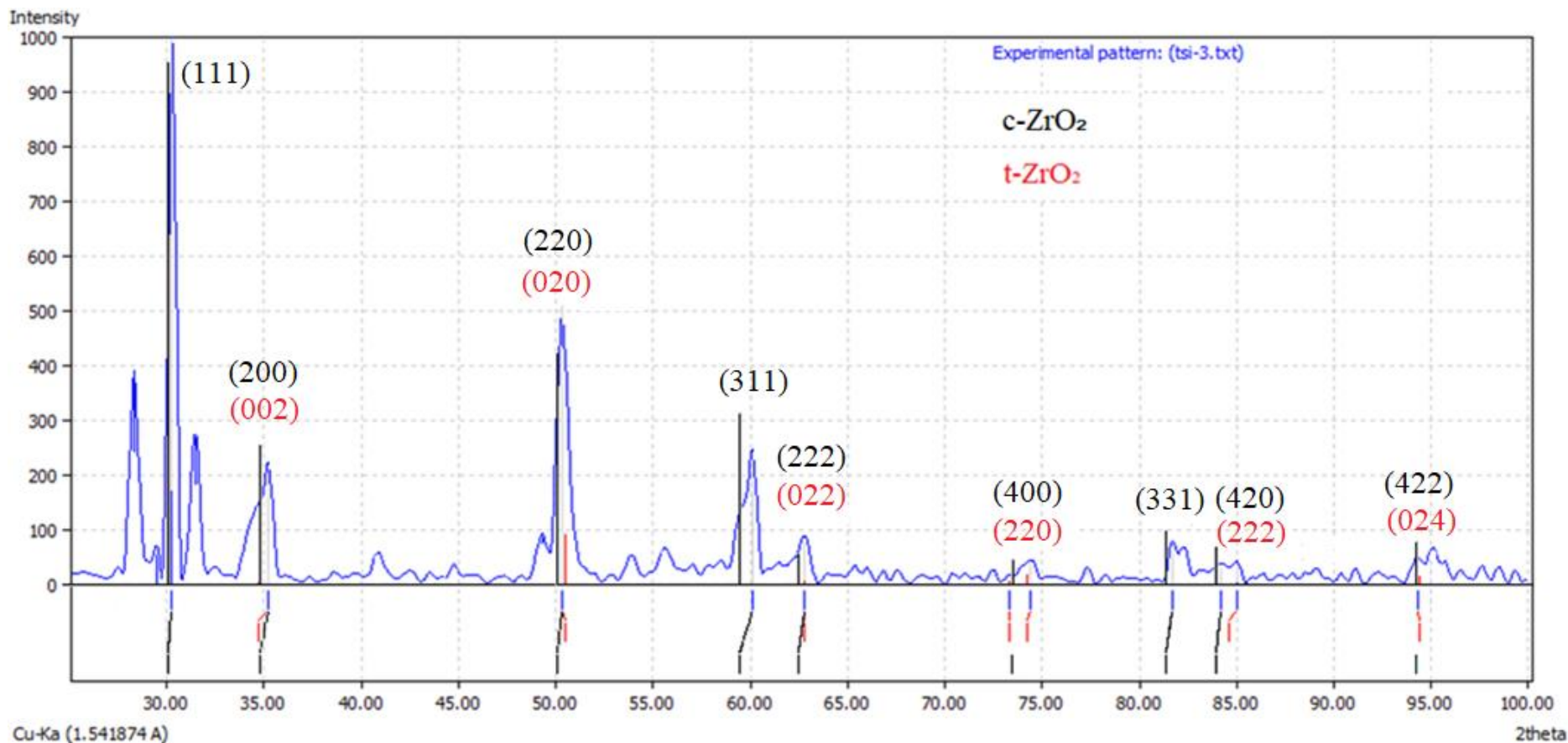
Моды распределения:
1,7 мкм

Гранулометрический анализ полностью стабилизированного диоксида циркония



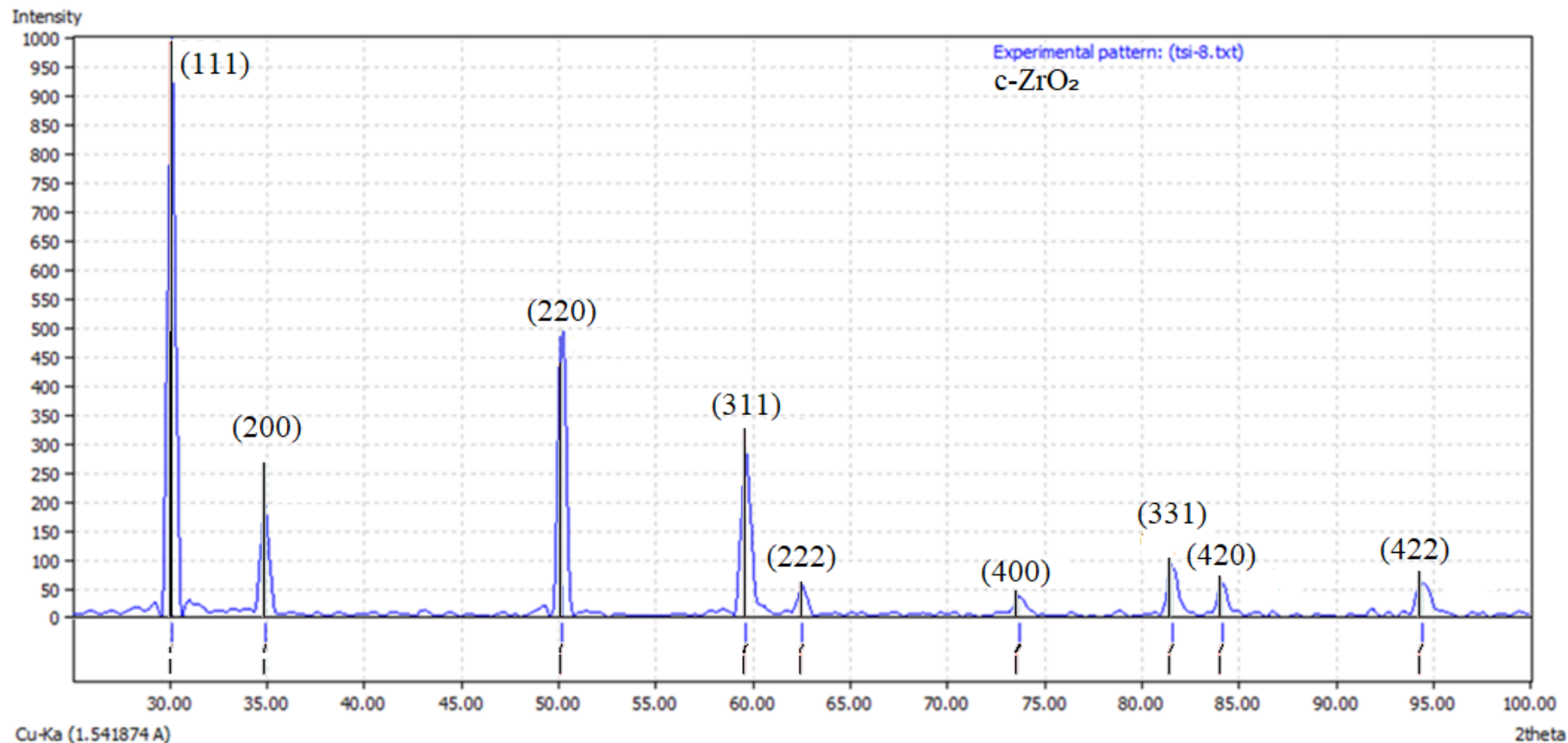
Фотография порошка полностью стабилизированного диоксида циркония, снятая в светлом поле на MJ6402, объектив 50х

Formula	Name	P(peakpos.)	P(I/I0)	I scale fct.	Quant.(%)	FoM
--	Experimental pattern: (tsi-3.txt)	1.0000	1.0000	1.0000	--	1.0000
O1.985 Y0.03 Zr0.97	Zirconium Oxide tetragonal	0.2234	0.7173	0.0950	98.6	0.7064
O1.879 Y0.242 Zr0.758	Yttria-stabilized cubic zirconia	0.5961	0.7917	0.9572	1.4	0.6527



Рентгенограмма частично стабилизированного порошка ZrO_2

Formula	Name	P(peakpos.)	P(I/I0)	I scale fct.	Quant.(%)	FoM
--	Experimental pattern: (tsi-8.txt)	1.0000	1.0000	1.0000	--	1.0000
01.879 Y0.242 Zr0.758	Yttria-stabilized cubic zirconia	0.7984	0.8396	0.9930	100.0	0.8008



Рентгенограмма полностью стабилизированного порошка ZrO_2



Полностью стабилизированный диоксид циркония

8300 ± 350 МПа

Частично стабилизированный диоксид циркония

9200 ± 250 МПа

Значение микротвёрдости для дисиликата лития

~ 5900 МПа

Значение микротвёрдости для эмали

~ 3000 МПа



Полностью стабилизированный диоксид циркония

400 ± 6 МПа

Частично стабилизированный диоксид циркония

120 ± 40 МПа

Значение для частично стабилизированного диоксида циркония

от 500 до 2500 МПа

Значение для дисиликата лития

358 ± 4 МПа



**По стандарту ISO 6832 2015 года исходя из прочности на изгиб
для стоматологической керамики выделяют 5 классов материалов:**

1. Более 50 МПа – для микропротезов с адгезионной фиксацией
2. Более 100 МПа – для микропротезов и коронок на передние зубы с адгезионной фиксацией
3. Более 300 МПа – для всех видов зубных протезов с адгезионной и цементной фиксацией и для трёхъединичных мостовидных протезов в переднем и боковом отделах, кроме моляров
4. Более 500 МПа – для трёхъединичных мостовидных протезов и для всех видов зубных протезов любой локализации для любого вида фиксации
5. Более 800 МПа – для всех видов протезов зубов и четырёхзвенных мостовидных зубным рядов любой локализации и любого вида фиксации



- Результаты рентгенофазового анализа показали, что в порошке ZrO_2 , стабилизированном 3 мол. % Y_2O_3 , содержится тетрагональная фаза, а в порошке ZrO_2 , стабилизированном 8 мол. % Y_2O_3 , – кубическая.
- Гранулометрический анализ показал, что средний диаметр частиц порошка частично стабилизированного диоксида циркония – $6,60 \pm 0,17$ мкм, полностью стабилизированного – $2,80 \pm 0,04$ мкм.
- Удельная поверхность порошка диоксида циркония, стабилизированного 3 мол. % Y_2O_3 , равна $3900 \text{ см}^2/\text{г}$, а диоксида циркония, стабилизированного 8 мол. % Y_2O_3 , – $8560 \text{ см}^2/\text{г}$.



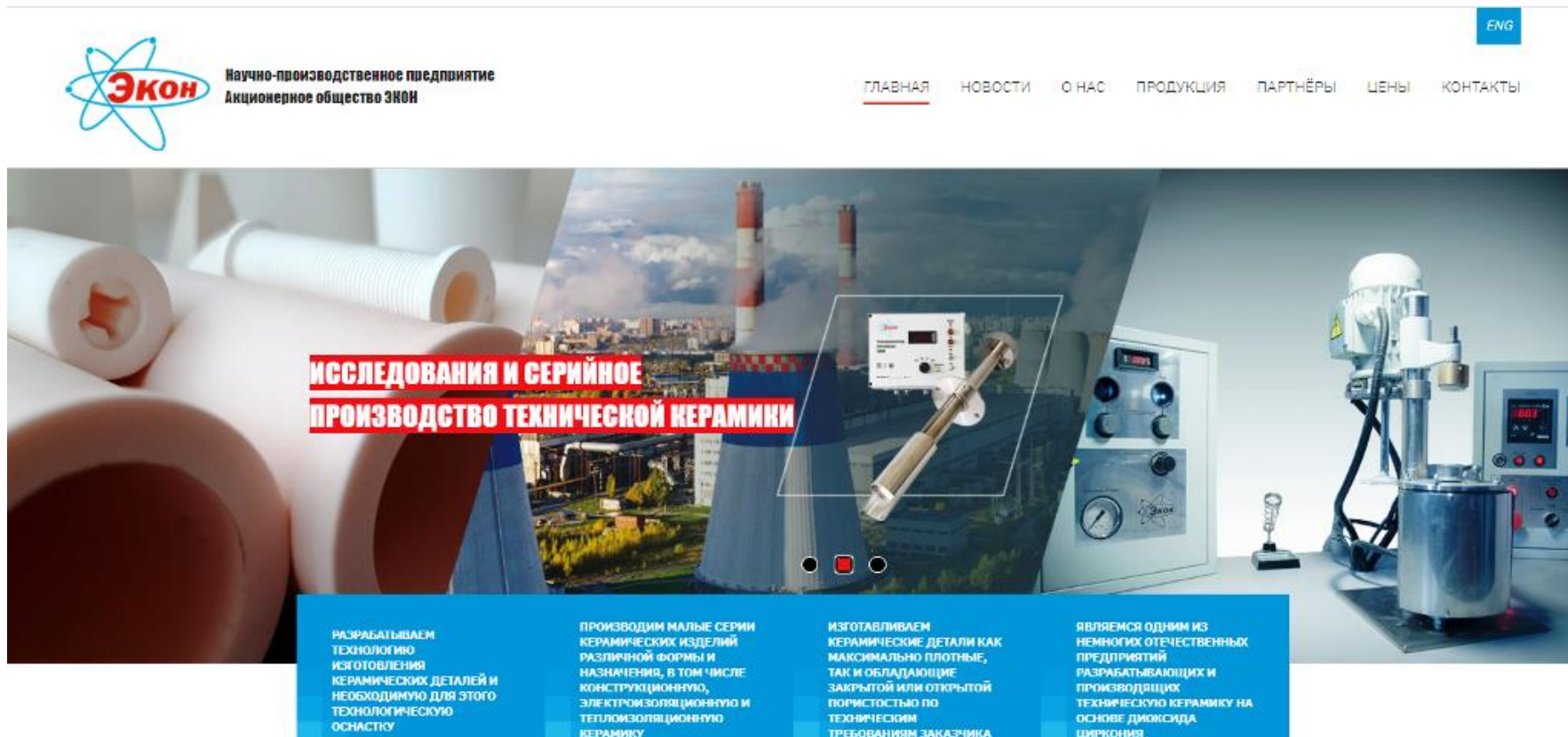
- Микротвёрдость частично стабилизированного диоксида циркония равна 9200 ± 250 МПа, полностью стабилизированного – 8300 ± 350 МПа.
- Полностью стабилизированный диоксид циркония имеет более высокий предел прочности (400 ± 6 МПа) по сравнению с дисиликатом лития (358 ± 4 МПа), что подтверждает возможность его применения в стоматологии.
- Выбранные методики исследований показали принципиальную возможность использования полностью стабилизированного диоксида циркония для всех видов протезов с адгезионной и цементной фиксацией и для трёхъединичных мостовидных протезов в переднем и боковом отделах, кроме моляров.



Научно-производственное предприятие
Акционерное общество «ЭКОН»

г. Обнинск, ул. Лесная, д. 9,
тел.: (484) 396-62-66; www.econobninsk.ru

Спасибо за внимание!



«ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА. СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ»

Круглый стол, 08 сентября 2022 года, г. Обнинск