

*С. Н. Чеча*

**ДОКЛИНИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ  
СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО ОБЛИЦОВОЧНОГО  
МАТЕРИАЛА «МИГРОСТЕК» ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ**

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»*

---

*В последние годы одним из самых популярных видов конструкций являются керамические и металлокерамические зубные протезы. Население привлекают, главным образом, их высокие эстетические и функциональные свойства.*

Ввиду этого, весьма актуальной является задача по разработке отечественных аналогов подобных материалов, включающих опакующий состав, дентин и эмаль. Такие материалы не должны уступать импортным по таким характеристикам, как биологическая совместимость, высокая прочность на сжатие и изгиб, адгезия к металлической подложке, а также они должны иметь коэффициент термического линейного расширения (КТЛР), соответствующий величине КТЛР металлических сплавов, используемых в отечественной стоматологии.

Анализ результатов доклинических лабораторных испытаний свойств керамического облицовочного материала «МИГРОСТЕК» для изготовления металлокерамических зубных протезов, что КОМ «МИГРОСТЕК» производства Республики Беларусь по своей доклинической результативности не уступает импортным аналогам. «МИГРОСТЕК» может быть рекомендован для широкого применения в клинике ортопедической стоматологии для изготовления металлокерамических зубных протезов. На основании вышеизложенного представленный керамический облицовочный материал «МИГРОСТЕК» может быть использован для изготовления металлокерамических зубных протезов в клинике ортопедической стоматологии.

**Ключевые слова:** керамический облицовочный материал, кариес дентина, стеклокерамика, лейцит, ситаллизация.

**S. N. Checha**

### **PRECLINICAL LABORATORY TESTS OF THE PROPERTIES OF THE CERAMIC VENEERING MATERIAL «MIGROSTEK» (REPUBLIC OF BELARUS) FOR THE MANUFACTURE OF METAL-CERAMIC DENTURES**

*In recent years, one of the most popular types of constructions are ceramic and metal-ceramic dentures. The population is attracted, mainly, by their high aesthetic and functional properties.*

*Therefore, it is very actual to design domestic analogues of similar materials, including opaque composition, dentin and enamel. Such materials should not be worse than foreign analogues according to such characteristics as biological compatibility, high compressive and flexural strength, adhesion to a metal frame, and they should have a coefficient of thermal linear expansion corresponding to the value of CTE of metal alloys used in domestic dentistry.*

*Analysis of the results of preclinical laboratory tests of the properties of the ceramic facing material «MIGROSTEK» for the manufacture of metal-ceramic dentures, showed that the Belarusian ceramic facing material MIGROSTEK is not worse than foreign analogues in terms of its pre-clinical performance. «MIGROSTEK» can be recommended for wide application in the clinic of orthopedic dentistry for the manufacture of metal-ceramic dentures. Based on these facts, the presented ceramic facing material MIGROSTEK can be used for the manufacture of metal-ceramic dentures in the clinic of orthopedic dentistry.*

**Key words:** ceramic facing material, dentin caries, glass-ceramics, leucite, sintering.

Кариес и его осложнения являются первопричиной разрушения зуба, приводящей к его потере. По данным статистики в Республике Беларусь, дефекты твердых тканей зубов занимают одно из первых мест среди стоматологических заболеваний, требующих ортопедического лечения. Утрата твердых тканей зуба вследствие стоматологических заболеваний приводит к развитию зубочелюстных деформаций и морфофункциональных нарушений [1, 3, 7].

Многочисленные эпидемические исследования показали, что на фоне имеющейся тенденции к ухудшению стоматологического здоровья населения Республики Беларусь [4], нуждаемость в протезирова-

нии несъемными конструкциями растет и составляет от 42 до 89% взрослого населения [6, 10].

В последние годы одним из самых популярных видов конструкций являются керамические и металлокерамические зубные протезы. Население привлекают, главным образом, их высокие эстетические и функциональные свойства.

В настоящее время в Республике Беларусь для изготовления керамических зубных протезов используются исключительно импортные керамические облицовочные материалы, однако слишком высокая стоимость ограничивает их широкое применение в стоматологических клиниках, особенно бюджетных.

Одной из важных научно-технических проблем в области медицинской техники, решаемых в настоящее время в Республике Беларусь, является разработка отечественных препаратов и материалов, способных обеспечить импортозамещения. К их числу относятся и стоматологические материалы, предназначенные для изготовления зубных протезов, представляющие собой керамические и металлокерамические зубные протезы, изготавливаемые с использованием стеклокристаллических порошков (т. н. стеклокерамики).

Массовому использованию таких материалов для удовлетворения нужд широких слоев населения в указанной стоматологической помощи препятствует отсутствие производства отечественных и высокая стоимость импортных материалов.

Отсутствие доступных материалов подобного типа отечественного производства сдерживает выполнение важнейшей социально-значимой задачи по обеспечению широких слоев населения эстетичными, надежными и недорогими керамическими зубными протезами.

Ввиду этого, весьма актуальной является задача по разработке отечественных аналогов подобных материалов, включающих опакующий состав, дентин и эмаль. Такие материалы не должны уступать импортным по таким характеристикам, как биологическая совместимость, высокая прочность на сжатие и изгиб, адгезия к металлической подложке, а также они должны иметь коэффициент термического линейного расширения (КТЛР), соответствующий величине КТЛР металлических сплавов, используемых в отечественной стоматологии.

По многочисленным оценкам керамика считается одним из лучших материалов для замещения дефектов зубов и зубных рядов. Будучи весьма технологичной, обладающей биологической индифферентностью благодаря сходству своих физико-химических характеристик со свойствами эмали, абсолютно не растворимой в ротовой жидкости, экологически чистая керамика нашла признание, как среди специалистов, так и среди пациентов.

### **Полевошпатная стеклокерамика, упрочненная лейцитом**

Керамика, используемая Horn в первых экспериментах, представляла собой полевошпатное стекло, содержащее кристаллы лейцита ( $KAlSi_2O_6$ ), которое он использовал для изготовления металлокерамических зубных протезов [9]. Для обеспечения связи с поверхностью металла в керамику были введены специальные добавки. Главное отличие стеклокерамики от керамики для изготовления металлокерамических зубных протезов, состоит в том, что составы и микроструктура первых были изменены для получения оптимального распределения

кристаллов лейцита в стеклофазе с целью повышения прочности.

В упрочненной стеклокерамике в окружении аморфной стеклянной структуры содержатся кристаллические специальные добавки (лейцит, дисиликат лития и др.)

Оптимальное распределение кристаллов лейцита достигается путем тщательного подбора состава материала и точного регулирования параметров процесса ситаллизации.

В то время, как прочность при изгибе полевошпатной керамики для облицовки металлокерамических зубных протезов составляет от 30 до 40 МПа, а прочность полевошпатной керамики упрочненной лейцитом, приближается к 120 МПа.

Цельнокерамические реставрации из полевошпатной керамики упрочненной лейцитом, можно изготовить либо спеканием, либо методом горячего прессования.

### **Стеклокерамика**

Впервые стеклокерамика была разработана на предприятии Корнунг в конце 50-х годов прошлого века. В принципе, изделие формируют, пока стеклянная масса находится в расплавленном состоянии, однако в результате ее охлаждения образуется метастабильное стекло. При последующей тепловой обработке метастабильного стекла происходит кристаллизация, которая возникает за счет образования центров (зародышей) кристаллизации и последующего увеличения размеров кристаллов, находящихся внутри материала. Процесс превращения стекла в частично закристаллизованное стекло называется ситаллизацией. Таким образом, стеклокерамика представляет собой многофазное твердое вещество, содержащее остатки стеклофазы, в которой распределена тонкодисперсная кристаллическая фаза. Управление процессом кристаллизации стекла позволяет получить тончайшие кристаллы, которые равномерно распределены по всей стеклянной матрице. Число кристаллов, скорость их роста и, следовательно, их размеры, можно регулировать путем изменения температуры тепловой обработки материала и времени выдержки при заданной температуре.

Цель работы: провести доклинические лабораторные испытания отечественного керамического облицовочного материала (КОМ) «МИГРОСТЕК» стеклокристаллических материалов опак, дентина и эмали.

Исследовательская работа выполнялась на кафедре общей стоматологии УО БГМУ и кафедре химической технологии вяжущих материалов УО БГТУ. Составы стеклокристаллических порошков были разработаны на базе системы  $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$  [8] и по важнейшим свойствам не уступали импортным аналогам и требованиям ГОСТ (таблица 1).

Таблица 1. Свойства стеклокристаллических материалов (опак, дентина, эмали) для зубных протезов

Свойства	Разработанный стеклокристаллический материал «Мигростек»			Импортный аналог «Duceram Plus» (ФРГ)			Свойства по СТБ ГОСТ Р 51735–2002 [2,5]
	опак	дентин	эмаль	опак	дентин	эмаль	
ТКЛР <sub>20–500</sub> ( $\alpha \cdot 10^6 \text{ К}^{-1}$ )	13,4	14,1	13,8	13,4	14,3	14,2	13,1–15,1
Прочность при изгибе, МПа	62,1	52,1	50,9	63,0	51,4	51,2	не менее 50
Микротвердость, МПа	7591	4928	5766	–	–	–	–
Химическая растворимость, %	0,01	0,02	0,015	0,05	0,04	0,04	не более 0,5 (0,05)
Линейная усадка при обжиге, %	13,1	13,4	13,9	13,0	13,3	13,8	не более 16

**Материал для ортопедической стоматологии «Мигростек»**

Разработаны технические условия на материал для ортопедической стоматологии «Мигростек» ТУ ВУ 500028540.007-2010 и технологический регламент процесса его получения.

Материал успешно прошел санитарно-гигиенические испытания в ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» Минздрава РБ; клинические испытания; получено регистрационное удостоверение Минздрава РБ № ИМ-7.96486.

**Доклинические лабораторные испытания керамического облицовочного материала**

Доклинические лабораторные испытания керамических облицовочных материалов (опак, дентина и эмали), разработанных на кафедре химиче-

ской технологии вяжущих материалов Белорусского государственного технологического университета и на кафедре общей стоматологии Белорусского государственного медицинского университета в рамках ГНТП «Разработать технологию и способ изготовления металлокерамических зубных протезов на основе отечественных облицовочных керамических материалов» для изготовления стоматологических реставраций, проводились в соответствии с «Программой и методикой медицинских испытаний керамических облицовочных материалов».

На лабораторные испытания были представлены образцы опакowego, дентинового и эмалевого слоев керамических облицовочных материалов в количестве: 65 образцов опакowego, 15 дентинового и 14 образца эмалевого КОМ. Образцы опакowego, дентинового и эмалевого материалов были представлены в одной цветовой гамме. Спекание пред-

Таблица 2. Параметры обжига для печи «Programat P90»

Материал	Температура готовности, °С	Подъем температуры, °С	Температура обжига, °С	Время закрывания, мин	Время выдержки, мин	Включение вакуума, °С	Выключение вакуума, °С
Пастообразный опакер 1	500	55	930	6	3	600	929
Пастообразный опакер 2	500	55	930	6	2	600	929
Обжиг опакера 1	500	55	930	0,3	3	600	929
Обжиг эмали	500	55	930	4	2	600	924

Таблица 3. Определение рабочих свойств опакowego и дентинового материалов

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический опаковой материал	Облицовочный керамический дентиновый материал
Возможность замешивания без образования комков	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№25–3 №26–№50–3 №51–№65–1	№1–№10–3 №11–№15–2
Возможность нанесения материала на металлический каркас (кисточкой или стеклянным инструментом)	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№25–3 №26–№50–2 №51–№65–1	– –
Способность материала сохранять форму после нанесения на металлический каркас до спекания	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№25–3 №26–№50–2 №51–№65–2	№1–№10–3 №11–№15–2
Способность материала сохранять форму на металлическом каркасе после спекания	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№25–3 №26–№50–2 №51–№65–1	№1–№10–3 №11–№15–1

Таблица 4. Определение технических характеристик опакowego и дентинового материалов

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический опаковой материал	Облицовочный керамический дентиновый материал
Адгезия к металлическому колпачку	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	Определяли БГТУ	–
Усадка при обжиге	1 – не просматривается 2 – просматривается	№1–№25–2 №26–№50–2 №51–№65–2	№1–№10–2 №11–№15–2
Оценка прочностных свойств металлокерамического протеза после механических испытаний	Прочность материала на сжатие и изгиб, МПа	Не измеряли	Не измеряли

Таблица 5. Оценка эстетичности опакowego и дентинового материалов

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический опаковой материал	Облицовочный керамический дентиновый материал
Отсутствие видимых пор и трещин в материале после обжига	1 – отсутствуют 2 – присутствуют	№1–№25–2 №26–№50–2 №51–№65–1	№1–№10–2 №11–№15–1
Способность перекрывать металлический оттенок каркаса зубного протеза	1 – металлического оттенка нет 2 – металлический оттенок есть	№1–№25–2 №26–№50–2 №51–№65–2	№1–№10–2 №11–№15–1
Оценка эстетических свойств после спекания (блеск, транслюценция)	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая	№1–№25–3 №26–№50–3 №51–№65–2	№1–№10–3 №11–№15–2
Оценка эстетических свойств после спекания (передача индивидуальных цветовых особенностей)	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая	№1–№25–3 №26–№50–3 №51–№65–2	№1–№10–3 №11–№15–2

Таблица 6. Определение рабочих свойств эмалевого материала

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический эмалевый материал	Примечание
Возможность замешивания без образования комков	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–2	
Возможность нанесения материала (кисточкой или стеклянным инструментом)	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–2	
Способность материала сохранять форму после нанесения до спекания	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–2	
Способность материала сохранять форму после спекания	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–1	

ставленных образцов производили по режиму параметров обжига для печи «Programat P90» приведенному в таблице 2.

Изготовление металлокерамических зубных протезов из керамического облицовочного материала «МИГРОСТЕК» производили в соответствии с инструкцией по применению МЗ РБ № 029-0517.

Результаты лабораторных испытаний приведены в таблицах 3–8.

#### Заключение по результатам испытаний

Проведенные лабораторные испытания по технологии нанесения и спекания представленного на доклинические лабораторные испытания кера-

Таблица 7. Определение технических характеристик эмалевого материала

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический эмалевый материал	Примечание
Адгезия к металлическому колпачку	1 – хорошо 2 – удовлетворительно 3 – неудовлетворительно	–	
Усадка при обжиге	1 – не просматривается 2 – просматривается	№1–№8–2 №9–№11–2 №12–№14–2	
Оценка прочностных свойств металлокерамического протеза после механических испытаний	Прочность материала на сжатие и изгиб, МПа	Не измеряли	

Таблица 8. Оценка эстетичности эмалевого материала

Параметры оценки	Критерии оценки	Испытуемый материал	
		Облицовочный керамический эмалевый материал	Примечание
Отсутствие видимых пор и трещин в материале после обжига	1 – отсутствуют 2 – присутствуют	№1–№8–2 №9–№11–1 №12–№14–1	
Способность перекрывать металлический оттенок каркаса зубного протеза	1 – металлического оттенка нет 2 – металлический оттенок есть	№1–№8–1 №9–№11–1 №12–№14–1	
Оценка эстетических свойств после спекания (блеск, транслюценция)	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–2	
Оценка эстетических свойств после спекания (передача индивидуальных цветовых особенностей)	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая	№1–№8–3 №9–№11–2 №12–№14–2	

мического облицовочного материала «Мигростек» (опак, дентин, эмаль), разработанного на кафедре химической технологии вяжущих материалов Белорусского государственного технологического университета и на кафедре общей стоматологии Белорусского государственного медицинского университета показали, что представленные образцы стеклокристаллических материалов имеют в своем составе опакую, дентиновую и эмалевую массы в одной цветовой гамме.

При замешивании материала комки не образуются. Стеклокристаллические порошки, затворенные водой и нанесенные на металлический каркас, сохраняют приданную им форму.

Рабочая консистенция керамической облицовочной массы позволяет создать необходимую форму при нанесении на металлический каркас кисточкой или стеклянным инструментом. Способность материала сохранять форму после спекания удовлетворительная. Наличие видимых пор и трещин после спекания материала не наблюдалось.

После нанесения материала на металлический каркас не отмечалось наличие металлического оттенка (до и после спекания).

Оценка эстетических свойств. Материал представлен в цветовой гамме А1 показал способность

материала перекрывать металлический оттенок каркаса зубного протеза.

Материал допускает использование цветowych красителей аналогичных стеклокристаллических материалов (Duceram Plus, производство Degudent).

На основании вышеизложенного представленный керамический облицовочный материал «МИГРОСТЕК» может быть использован для изготовления металлокерамических зубных протезов в клинике ортопедической стоматологии.

### Литература

1. Глухова, Е. А. Применение фторсодержащих пломбирочных материалов для профилактики и лечения вторичного кариеса зубов: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14 / Е. А. Глухова; Рязан. гос. мед. ун-т им. И. П. Павлова. – Воронеж, 2012. – 25 с.

2. Керамика стоматологическая. Технические требования. Методы испытаний: СТБ ГОСТ Р 51735–2002. – Введ. 01.03.2003. – Минск: БелГИСС, 2003. – 12 с.

3. Леус, П. А. Возможности дальнейшего совершенствования стоматологической помощи населению на основе международного опыта / П. А. Леус, И. Е. Шотт // Стоматол. журн. – 2009. – Т. 10, № 3. – С. 204–209.

4. Леус, П. А. Стоматологическое здоровье населения: учеб. пособие / П. А. Леус. – Минск: БГМУ, 2009. – 256 с.

5. *Металлокерамика* стоматологическая для зубного протезирования. Технические требования. Методы испытаний: СТБ ГОСТ Р 51736–2002. – Введ. 01.03.2003. – Минск: БелГИСС, 2003. – 11 с.

6. *Наумович, С. А.* Ортопедическое лечение включенных дефектов зубного ряда адгезивными мостовидными протезами / С. А. Наумович, А. С. Борунов, И. В. Кайдов // *Соврем. стоматология.* – 2006. – № 2. – С. 34–38.

7. *Ортопедическая стоматология:* учеб. для студентов вузов / Н. Г. Аболмасов [и др.]. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – 496 с.

## В помощь практикующему врачу

8. *Стоматологический* стеклокерамический материал: пат. ВУ 11288 / И. А. Богданович, Н. М. Кузьменкова, Н. М. Бобкова, С. Н. Чеча. – Опубл. 30.10.2008.

9. *Horn, H.* Porcelain laminate veneers bonded to etched enamel / H. Horn // *Dent. Clin. of North. Am.* – 1983. – Vol. 27, № 4. – P. 671–684.

10. *Rathke, A.* Клинические и техничекие аспекты изготовления металлокерамических мостовидных протезов / A. Rathke // *Новое в стоматологии.* – 2007. – № 1. – С. 20–36.

*Поступила 05.06.2018 г.*