

DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_106

[С.К. Северинова,](#)

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии

[Е.Н. Овчаренко,](#)

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии

[О.Л. Ирза,](#)

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии

[К.Г. Кушнир,](#)

к.м.н., доцент кафедры ортопедической стоматологии

[У.Б. Бекаева,](#)

студентка V курса стоматологического факультета

[Э.А. Джаппарова,](#)

студентка V курса стоматологического факультета

[Э.Г. Аджисалиева,](#)

студентка V курса стоматологического факультета

КФУ им. В.И. Вернадского,
295007, Симферополь, Россия

Сравнительная характеристика основных видов стоматологической керамики для изготовления виниров

Аннотация. Внедрение в клиническую практику современных стоматологических материалов расширило возможности восстановления формы и цвета зубов с использованием адгезивных микропротезов — виниров, позволяющих сочетать эстетику естественного зуба с функциональной надежностью. Существуют различные материалы для изготовления виниров. К ним относятся полевошпатовая керамика, стеклокерамика на основе дисиликата лития, лейцитная стеклокерамика, гибридная керамика, а также керамика на основе диоксида циркония. Изучив данные литературы, мы проанализировали положительные и отрицательные свойства различных материалов, используемых для изготовления виниров. **Заключение.** Такие материалы, как поликристаллическая керамика на основе диоксида циркония и стеклокерамика, усиленная кристаллами дисиликата лития, обладают оптимальными эстетическими и физико-механическими свойствами, что позволяет удовлетворить возросшие требования пациентов, а также увеличить срок службы виниров с минимальным количеством осложнений.

Ключевые слова: виниры, диоксид циркония, полевошпатовая керамика, эстетическая стоматология, малоинвазивное лечение

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Северинова С.К., Овчаренко Е.Н., Ирза О.Л., Кушнир К.Г., Бекаева У.Б., Джаппарова Э.А., Аджисалиева Э.Г. Сравнительная характеристика основных видов стоматологической керамики для изготовления виниров. — *Клиническая стоматология*. — 2024; 27 (4): 106—113.
DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_106

[S.K. Severinova,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthetic dentistry Department

[E.N. Ovcharenko,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthetic dentistry Department

[O.L. Irza,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthetic dentistry Department

[K.G. Kushnir,](#)

PhD in Medical Sciences, associate professor of the Prosthetic dentistry Department

[U.B. Bekayeva,](#)

5th year student at the Dentistry Faculty

[E.A. Dzhabbarova,](#)

5th year student at the Dentistry Faculty

[E.G. Adjisalieva,](#)

5th year student at the Dentistry Faculty

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
295007, Simferopol, Russia

Dental materials used for the manufacture of non-metal restorations

Annotation. Patients' dissatisfaction with the shape and color of their teeth led to the development of adhesive microprostheses — veneers, which allow achieving the aesthetics of a natural tooth with functional reliability. There are various materials and methods for making veneers. These include: feldspar ceramics, glass ceramics based on lithium disilicate, leucithic glass ceramics, hybrid ceramics, as well as zirconium dioxide veneers. Having studied the literature data, depending on the clinical case, we determined the positive and negative properties of various materials for the restoration of teeth with veneers. Most authors describe clinical cases, materials for the manufacture of veneers and treatment results. Depending on the individual clinical situation, the dentist independently decides on the choice of material for the manufacture of metal-free restorations. When comparing all materials, one of the most optimal options are zirconium dioxide and glass ceramics based on lithium disilicate, which have a number of advantages, namely high aesthetic properties and physico-mechanical properties that meet the requirements of patients. These materials have excellent bending strength: zirconium dioxide has 1554 MPa, lithium disilicate-based glass ceramics have about 400 MPa, which increases the service life of orthopedic structures and a minimum number of complications. **Conclusions.** Materials such as polycrystalline ceramics based on zirconium dioxide and glass ceramics reinforced with lithium disilicate crystals have optimal aesthetic and physico-mechanical properties, which allows meeting the increased requirements of patients, as well as increasing the service life of veneers with a minimum number of complications.

Key words: veneers, metal-free restoration, zirconium dioxide, feldspar ceramics, aesthetic dentistry, minimally invasive treatment

FOR CITATION:

Severinova S.K., Ovcharenko E.N., Irza O.L., Kushnir K.G., Bekayeva U.B., Dzhabbarova E.A., Adjisalieva E.G. Dental materials used for the manufacture of non-metal restorations. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2024; 27 (4): 106—113 (In Russian). DOI: 10.37988/1811-153X_2024_4_106

ВВЕДЕНИЕ

В XXI в. неоспорим прогресс развития эстетической стоматологии, что определяется повышением роли внешнего вида индивидуума в условиях конкурентной среды современного общества. Актуальной задачей ортопедической стоматологии является разработка инновационных технологий, которые параллельно с удовлетворением эстетических потребностей населения обеспечивали бы максимальное сохранение естественных зубов [1]. Так, наряду с решением вышеуказанных проблем, начиная с 1930-х гг. и по сегодняшний день широкое распространение в стоматологической практике нашли адгезивные конструкции — виниры. Разнообразные технологии изготовления виниров позволяют врачам сделать рациональный выбор при составлении плана лечения для каждого пациента [2–3].

Вопрос о надежности винира как микропротеза, удерживающегося на зубе за счет микромеханической ретенции, до сих пор остается предметом дискуссий специалистов [4–5]. Особое внимание уделяется механическим свойствам керамических материалов. Все конструкционные материалы должны обладать определенными параметрами, которые отражают их сопротивляемость нагрузкам (на сдвиг, изгиб, разрыв, растяжение и максимальное напряжение). Помимо перечисленных требований к материалам, необходимым для изготовления безметалловых реставраций, важно отметить и другие: биосовместимость, эстетичность, устойчивость к окрашиванию красителями и долговечность [6–7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В нашей работе проводился систематический поиск литературы по данной теме по апрель 2024 г. в электронных базах данных РИНЦ, PubMed, Web of Science, Scopus.

Поиск в базе данных позволил изучить в общей сложности 65 публикаций. Исследования считались подходящими для включения в список литературы, если они были опубликованы на русском и английском языках, сообщали четко извлекаемые данные о винирах, используемых методах и материалах для их изготовления, а также содержали характеристики параметров: прочности на изгиб, модуль упругости, прочность на сжатие.

Для более детального изучения данного вопроса представлялось необходимым рассмотреть литературу о стабильности цвета, удовлетворенности пациентов после ортопедического лечения с использованием виниров для определения важного значения эстетического аспекта.

Полнотекстовая оценка соответствия требованиям выявила 40 исследований, которые в конечном итоге были включены в этот обзор литературы.

При поиске литературы использовались следующие термины и ключевые слова, а также их комбинации:

«виниры», «безметалловые реставрации», «неинвазивное протезирование», «стоматологическая керамика», «полевошпатная керамика», «керамический винир», «эстетическая стоматология».

Большинство исследований были проведены в США, России, Германии, Великобритании и Финляндии. Анализ публикаций позволил выделить определенный блок информации о материалах для изготовления безметалловых реставраций. Для суммирования и понимания полученных данных необходимо рассмотреть их состав, свойства, а также вероятные осложнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Воссоздание эстетических параметров естественных зубов является сложной задачей для клиницистов, работающих в области эстетической и ортопедической стоматологии. Достижению оптических, биологических и анатомических результатов, имитирующих естественный зубной ряд и удовлетворяющих требованиям пациента, способствует разнообразие современных реставрационных материалов [8].

Современные тенденции развития стоматологического материаловедения и достижения в области технологии изготовления керамических материалов расширили диапазон выбора и возможностей для реставраций зубочелюстной системы [9]. Существует большой спектр материалов, активно используемых в ортопедической стоматологии для восстановления зубов и зубных рядов. В данном исследовании мы провели обзор материалов и их физико-химических свойств для изготовления виниров из полевошпатной керамики, стеклокерамики, керамики на основе диоксида циркония и виниров из гибридной керамики [10–12].

При принятии решения о выборе материала для изготовления безметалловых реставраций, исходя из конкретной клинической ситуации, врачу-стоматологу необходимо учитывать ряд механических свойств, а именно:

- прочность на изгиб, характеризующая способность материала противостоять разрушению под действием предельной нагрузки, направленной в центр;
- прочность на излом — способность материалов сопротивляться силе, направленной сверху;
- модуль упругости (эластичности) или модуль Юнга — способность материала к упругой деформации при приложении силы;
- коэффициент термического расширения — степень расширения материала при нагревании и его усадки при охлаждении;
- оптические свойства — насыщенность, яркость, тон, полупрозрачность, флуоресценция и опалесценция.

Врач-стоматолог должен тщательно подходить к выбору керамического материала исходя из клинической ситуации, а также принимая во внимание различные физико-механические свойства данных материалов (см. таблицу).

Физико-механические свойства керамических материалов

Physical and mechanical properties of ceramic materials

Показатель	Полевошпатная керамика VITABLOCS Mark II (VITA, Германия)	Лейцитная стеклокерамика IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн)	Стеклокерамика на основе дисиликата лития IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн)	Диоксид циркония IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent, Лихтенштейн)	Гибридная керамика Vita Enamic (VITA, Германия)
Прочность на изгиб, МПа	60–90	125–160	330–400	1554	150
Прочность на излом, МПа	172	1,3	400–500	850	182
Коэфф. термического расширения, $\times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	12	16,6 (100–400°C) 17,5 (100–500°C)	9,7 (25–500°C)	10 (25–500°C)	13,8–15,2 (100–500°C)
Модуль упругости, ГПа	69	65–71	103	250	35–37
Твердость по Виккерсу, ГПа	5,6	5,9	5,8	13,0	2,5
Прочность на сжатие, МПа	172	551	420	2062	73,4
Состав	SiO ₂ (65,52%), Al ₂ O ₃ (18,89%), K ₂ O (14,4%), CaO (0,13%), MgO (0,6–0,8%), Na ₂ O (3,06%)	Стеклокерамика SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -K ₂ O, армированная лейцитом (35–45% об.)	Li ₂ Si ₂ O ₅ (70%), SiO ₂	ZrO ₂ (95%), Al ₂ O ₃ (0,4%), Y ₂ O ₃ (4,6%)	Керамическая сетка (86%) из SiO ₂ (58–63%) и Al ₂ O ₃ (20–23%), смола UDMA, TEGDMA (14%)

Виниры из полевошпатной керамики

Виниры из полевошпатной керамики широко известны благодаря своей долговечности, биосовместимости и в первую очередь эстетике. Данный вид конструкций претерпел значительную эволюцию [13–14]. В настоящее время виниры из полевошпатной керамики создаются путем послойного нанесения, а также методом фрезерования.

Полевые шпаты в основном состоят из оксида кремния (60–64%) и оксида алюминия (20–23%) и обычно модифицируются различными способами для создания стекла, которое затем можно использовать при реставрации зубов. Таким образом, фарфоровый шпат состоит из кристаллов фторapatита в алюмосиликатном стекле, которые могут быть нанесены слоями для создания окончательной морфологии и оттенка реставрации. Кристаллы фторapatита влияют на оптические свойства облицовочного фарфора. Полевошпатовый фарфор обладает эстетической ценностью и демонстрирует высокую прозрачность. Используя процесс наслоения и обжига, разработана технология изготовления виниров, обладающих оптическими характеристиками, схожими с показателями твердых тканей зуба.

Полевошпатовая керамика обладает следующими физико-химическими свойствами: достаточно небольшая прочность на изгиб (62–90 МПа), прочность на сжатие (172 МПа), прочность на сдвиг (110 МПа) и модуль упругости (69 ГПа). На стоматологическом рынке существуют следующие представители полевошпатной керамики: G-Cera Cosmotec 2 (Япония), VITABLOCS Mark II (Германия).

Керамика VITABLOCS по своим свойствам является материалом, очень похожим на естественную эмаль, что гарантирует высочайшую биосовместимость. Данный

материал имеет абразивные свойства, аналогичные естественной эмали. Тонкая дисперсность керамики VITABLOCS Mark II обуславливает абразивные свойства, сравнимые с абразией естественной эмали. Эти свойства объясняются тонкой кристаллической структурой материала VITABLOCS. Поэтому реставрации VITABLOCS считаются особо щадящими по отношению к антагонистам. Превосходная протравливаемость керамики VITABLOCS обеспечивает надежную адгезивную связь с тканями зуба. По данным K. Wiedhahn при сроке наблюдения до 10 лет показатели выживаемости виниров из керамического материала VITABLOCS Mark II достигали 95%, а через 18 лет процент выживаемости составлял 84,4% [15].

Изучением показателей долговечности, а также частоты осложнений при ортопедическом лечении с использованием конструкций из полевошпатной керамики занимались американские исследователи [16]. Согласно полученным данным, предполагаемая совокупная выживаемость фарфоровых виниров из полевошпатного фарфора за 21 год составила 96±2%. Для всей выборки показатели выживаемости составили 96±1% (10 лет) и 91±2% (20 лет).

Согласно данным бразильских исследователей, использование виниров из полевошпатной керамики позволило достигнуть отличных клинических результатов, улучшить форму фронтальных зубов, размер и пропорции, восстановить эстетику и гармонию улыбки пациента. Пожелания пациента о большей эстетичности конструкции позволяет добиться толщины данного материала менее 0,5 мм с препарированием эмали или без него [17].

Румынские исследователи в 2022 г. провели ретроспективный долгосрочный анализ клинических

исходов ортопедического лечения с использованием керамических виниров из полевошпатной керамики, в котором продемонстрировали результаты наблюдений на протяжении 7-летнего периода использования данных конструкций. Из 170 безметалловых реставраций (70 на верхнюю челюсть и 100 на нижнюю челюсть), 10 пациентов обратились снова по причине образования сколов. Согласно результатам данного исследования, общая выживаемость виниров составила 91,77% в течение 7 лет функционирования, что позволяет сказать о средней долгосрочности конструкций из полевошпатной керамики [18].

Таким образом, материалы на основе полевошпатной керамики обладают превосходными эстетическими свойствами, высокой биосовместимостью, однако достаточно низкими показателями прочности на изгиб, вследствие этого необходимо совершенствование методик и материалов данной категории.

Виниры на основе стеклокерамики, упрочненной лейцитом

В настоящее время стеклокерамика широко используется в ортопедической стоматологии благодаря постоянному улучшению механических свойств, что связано с улучшением микроструктуры материала. Стеклокерамика идеально подходит для использования в качестве реставрационного материала для зубов. Ее механические и физические свойства в целом улучшились, однако стеклокерамика обладает меньшей прозрачностью по сравнению с полевошпатной керамикой, что в значительной мере влияет на эстетические параметры готовой конструкции [19].

Улучшение свойств зависит от взаимодействия кристаллов со стекловидной матрицей, а также от размера и количества кристаллов. Из более мелких кристаллов обычно получают более прочные материалы. В зависимости от химического состава и процента кристалличности они могут быть непрозрачными или полупрозрачными. Повышенная прочность стеклокерамики достигается добавлением соответствующих наполнителей, которые равномерно распределены по стеклу, таких как алюминий, магний, цирконий, лейцит и дисиликат лития.

Одним из хорошо обоснованных подходов к упрочнению полевошпатной керамики при сохранении ее адгезивных свойств является добавление к стеклянной матрице равномерно диспергированных частиц наполнителя — кристаллов лейцита, которые препятствуют образованию микроскопических трещин в основном стекловидном веществе. Лейцит — это порообразующий минерал, состоящий из алюмосиликата калия. При комнатной температуре лейцит обладает тетрагональной структурой. Однако кристаллическая структура претерпевает фазовое превращение из тетрагональной в кубическую при 625 °С. Коммерческая стоматологическая керамика, содержащая кристаллический минерал в качестве упрочнителя, включает IPS Empress (Ivoclar Vivadent) и Finesse All-ceramic (Dentsply International). В данных

разновидностях керамики предел прочности на изгиб варьируется от 125 до 138 МПа [20–21].

Заготовки IPS Empress Esthetic могут быть использованы для следующих клинических реставраций: виниры, вкладки типа inlay, onlay, коронки для фронтальной и боковой группы зубов. В частности, материал IPS Empress Esthetic служит для изготовления высокоэстетичных реставраций одиночных зубов с помощью технологии прессования, состоящий из лейцитной стеклокерамики. Данный материал состоит из лейцита (35–45% об.), армированного стеклокерамикой, содержащей аморфную и кристаллическую фазы. Основными составляющими этой фазы являются SiO₂ (62,24%), Al₂O₃ (17,58%), Na₂O (5,53%), K₂O (11,63%), а также в небольшом количестве оксиды кальция и бария.

В результате многоступенчатого каскада процессов лейцитные кристаллы вырастают на несколько микрон, равномерно распределяясь, затем этот порошок автоматически спрессовывается, что позволяет достичь максимальной гомогенности. За счет разности в коэффициентах теплового расширения стеклянной и кристаллической фаз при охлаждении после спекания образуются напряжения в первой фазе, данный механизм предназначен для повышения прочности материала. Прочность на изгиб стеклокерамики, усиленной лейцитом, равна 160 МПа, что значительно выше, чем у полевошпатной керамики.

Преимуществом данного вида керамики является его эстетичность за счет полупрозрачности, однако недостаточно высокие физико-механические показатели не позволяют его использовать в большом спектре ортопедических работ.

Виниры из стеклокерамики на основе дисиликата лития

Инновационная стеклокерамика на основе дисиликата лития (LS2) IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent) сочетает в себе достойные эстетические свойства и рабочие физико-механические показатели. IPS e.max CAD применяется для эффективного изготовления эстетичных и высокопрочных одиночных реставраций, таких как виниры, минимально инвазивные вкладки Inlay/Onlay, одиночные и частичные коронки.

Укрепление частиц также может быть достигнуто путем термообработки стекла для облегчения осаждения и последующего роста кристаллов внутри стеклокерамики. Стеклокерамика на основе дисиликата лития является одной из керамических систем, обладающая превосходными механическими и эстетическими свойствами. Показатель механического напряжения в данных видах материалов значительно увеличился от 229 до 480 МПа, Dicor (Dentsply International) и IPS e.max CAD соответственно. В настоящее время изготовление реставраций на основе дисиликата лития возможно двумя способами — методом прессования и с использованием технологии CAD/CAM [22]. Стеклокерамика на основе дисиликата лития вначале обрабатывается, при этом материал имеет характерный голубой цвет,

затем следует этап кристаллизации, при котором материал приобретает свою конечную прочность и желаемые эстетические свойства. IPS e.max CAD в «мягком», «голубом» состоянии имеет прочность 130–150 МПа и, таким образом, сравним с другими стеклокерамическими блоками, доступными для CEREC. После кристаллизации в печи прочность материала повышается до 360–400 МПа [23].

Дисиликатлитиевая керамика имеет предел прочности на изгиб 330–400 МПа, что значительно выше, чем аналогичные показатели у полевошпатной и стеклокерамики, усиленной лейцитом, но в три раза ниже, чем у керамики из оксида циркония. Виниры по технологии e.max могут быть одновременно очень тонкими (0,3–0,4 мм) и прочными, поэтому при необходимости они изготавливаются даже на жевательные зубы. Этот материал на 60% состоит из кристаллов дисиликата лития, встроенных в стекловидную матрицу. Большое количество этих продольных, неправильно расположенных кристаллов отвечает за механические свойства этой керамики. Трещина, образовавшаяся в кремнеземе, блокируется многочисленными кристаллами дисиликата лития, что предотвращает ее дальнейшее распространение.

Основными положительными качествами данного стеклокерамического материала являются естественная эстетичность, что, несомненно, удовлетворяет требования пациента, а также высокие механические свойства и повышенная химическая стабильность. Керамика на основе дисиликата лития является перспективным и широко используемым материалом для изготовления ортопедических конструкций [24–25].

Виниры на основе диоксида циркония

Диоксид циркония (ZrO_2) — это поликристаллический материал, который существует в природе в виде минерала с моноклинной кристаллической структурой. Одной из уникальных особенностей циркониевой керамики является ее фазовое превращение. При правильном использовании стоматологической керамики это может улучшить клинические показатели.

Диоксид циркония может принимать 3 кристаллические формы в зависимости от температуры: моноклинную — при комнатной температуре до $1170^\circ C$, тетрагональную — при нагревании $1170^\circ C$, и кубическую при нагревании до $2370^\circ C$. Это превращение между кристаллическими фазами является обратимым, и охлаждение приводит к возврату в моноклинную фазу. При стабилизации иттрием высокотемпературная тетрагональная структура циркония может сохраняться при комнатной температуре.

Стоматологические материалы на основе диоксида циркония широко используются в клинической практике благодаря таким параметрам, как прочность на изгиб, а также оптимальным показателям биосовместимости с тканями пародонта [26–28]. Основным источником производства диоксида циркония является минерал циркон ($ZrSiO_4$), его получают путем

химической обработки с помощью добавок. Наиболее часто применяемые виды керамики на основе диоксида циркония — это KaVo Everest, BeCe CAD Zirkon HT+, In-Ceram Zirconia и др. В состав данных материалов входят легированный катионами иттрия тетрагональный поликристалл циркония (Y-TZP) и пропитанный стеклом оксид алюминия, упрочненный цирконием (In-Ceram Zirconia).

В основном керамические массы состоят из двух компонентов: каркаса (стабилизированный иттрием тетрагональный поликристалл циркония) и облицовочного материала (стоматологического фарфора), применяемого для усовершенствования эстетических свойств [29].

Стоматологический цирконий, стабилизированный иттрием, подразделяется на 12 типов. Тетрагональный поликристаллический цирконий (TZP) бывает различных типов в зависимости от содержания иттрия: 3Y-TZP, 4Y-TZP, 5Y-TZP и 6Y-TZP с молярной долей иттрия 3, 4, 5 и 6% соответственно. 3Y-TZP — это ранний цирконий, используемый в стоматологии в качестве «белого металла». Цирконий с более низким содержанием иттрия 3Y-TZP обладает лучшими механическими свойствами и меньшей прозрачностью, тогда как 6Y-TZP с повышенным содержанием иттрия обладает большей прозрачностью, но более низкими механическими свойствами.

Механические свойства 3Y-TZP напрямую зависят от размера зерен, а размер зерен зависит от времени их спекания. При фазовом превращении изменяется объем кристаллических зерен, и именно это изменение объема было использовано для получения превосходных механических свойств [30–32].

Данные материалы имеют высокие показатели физико-механических свойств, включая прочность на изгиб (1535 МПа в среднем), химическую растворимость (менее 10 мкг/см^3), твердость по Виккерсу (1200 Н/см), прочность на износ (1000 МПа), модуль упругости (250 ГПа), ударная вязкость керамики (6–8 МПа) и эстетические качества данного материала. Диоксид циркония значим в клинической практике тем, что имеет высокую механическую прочность. Прочность на излом диоксида циркония равна около 1500 МПа, тогда как у естественного 160 МПа, поэтому при функционировании ортопедические конструкции меньше подвержены осложнениям в виде трещин и сколов, но может иметь и отрицательную сторону из-за высокой микротвердости, превосходящей микротвердость эмали в несколько раз. Керамические массы на основе диоксида циркония обладают самым высоким показателем твердости по Виккерсу, превосходя аналогичные показатели для представителей других категорий более чем в 2 раза, из-за чего способ фрезеровки полностью спеченных блоков очень трудоемкий и связан с высоким износом фрезероальных инструментов, что может сопровождаться микроповреждениями структуры обрабатываемых материалов. Поэтому в настоящее время все большее распространение находит метод обработки

(фрезерования) частично спеченных блоков с последующей синтеризацией.

Изделия из диоксида циркония также обладают достаточными оптическими свойствами (цвет, опалесценция, флуоресценция и прозрачность). Однако прозрачность данного конструкционного материала несколько ниже по сравнению со стеклокерамикой. На оптические свойства непосредственно влияют следующие факторы: толщина стенки реставрации, размеры зерен, присутствие пор и фазовый состав материала, а также технология изготовления заготовок, режимы обжига [33].

К значимым преимуществам данного материала можно отнести светопрозрачность и оптическую идентичность естественным зубам. Влияние размера пор и их заполнения на рассеяние света в диоксиде циркония было исследовано рядом авторов. Отклонения в температуре спекания существенно влияют на прозрачность и цвет циркониевых материалов. [34]. Процедуры спекания напрямую влияют на размер зерен, пористость, распределение иттрия и содержание кубической фазы в образцах циркония.

Безметалловые реставрации, состоящие из диоксида циркония, обладают рядом важнейших свойств: стоматологический цирконий устойчив к кислотно-эрозийному воздействию в ротовой полости, обладает низкой теплопроводностью, высокими показателями прочности на изгиб. Цирконий — эстетичный биоматериал, но его прозрачность немного ниже по сравнению со стеклокерамикой [35–37].

Виниры на основе гибридной керамики с двойной сетчатой структурой

Последние достижения современных технологий позволили создать новый класс материалов, состоящий из пористой керамической матрицы, заполненной полимерным материалом (Vita Enamic). Стимулом для разработки данного материала является адаптация таких свойств, как модуль упругости, прочность, вязкость и твердосплавность, путем разумного контроля его состава и микроструктуры.

Vita Enamic — инновационная дентальная гибридная керамика с двойной сетчатой структурой. Преимущественно состоит из полевошпатовой керамической матрицы (86% вес.), в которую пропитана органическая фаза диметакрилатной смолы, содержащей 14% (вес.) UDMA (диметакрилат уретана) и TEGDMA (диметакрилат триметиленгликоля), необходимых для устойчивости к разрушению и износу.

Этот новый материал может предложить уникальную биомиметическую альтернативу традиционным композитам и керамике. С клинической точки зрения Vita Enamic подходит для реставраций отдельных зубов, таких как накладки, виниры и коронки, включая коронки с опорой на имплантаты. На данный момент нет достоверных клинических данных относительно долговечности энамических реставраций. Однако лабораторные исследования показали, что Enamic обладает превосходной стойкостью к износу и усталостным

повреждениям по сравнению с традиционными керамическими реставрационными материалами [38–39].

Данный материал обладает следующими физико-механическими свойствами: прочность на изгиб — 150–160 МПа, модуль эластичности — 30 ГПа, модуль Вейбулла — 20, твердость — 2,5 ГПа.

Преимуществами гибридной керамики является естественные эстетические свойства благодаря отличной транслюценции, превосходная устойчивость к нагрузкам за счет эластичности и прочности, высокая надежность благодаря интегрированной двойной сетчатой структуре с функцией остановки трещин, а также возможность использования данного материала в областях с высокой жевательной нагрузкой.

В Российской Федерации в настоящее время работы по стоматологической керамике ведутся в Научном центре порошкового материаловедения Пермского национального исследовательского университета совместно с сотрудниками кафедры ортопедической стоматологии (зав. кафедрой — проф. Г.И. Рогожников). Коллективом ученых под руководством академика РАН В.Н. Анциферова ведутся исследования, связанные с разработкой керамических материалов на основе диоксида циркония [40]. Получена серия компактных, нано- и микропористых материалов на основе системы $ZrO_2-Y_2O_3-ScO_2$. Изучены характеристики полученных керамических материалов в зависимости от условий их синтеза. В настоящее время на стоматологическом рынке появился отечественный конструкционный материал на основе оксида циркония — диски из оксида циркония, стабилизированного иттрием Ziceram (Zircon ceramics, Санкт-Петербург). Диски выпускаются однослойные и многослойные, различной степени транслюцентности. Супертранслюцентные заготовки предназначены для изготовления виниров. Транслюцентность материала сопоставима с транслюцентностью дисиликата лития. Материал характеризуется высокой прочностью на изгиб 1100–750 МПа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успех ортопедического лечения определяется правильным выбором конструкционного материала с учетом его физико-механических характеристик. Анализ научных данных показал, что одним из оптимальных вариантов для изготовления виниров фронтальной и боковой группы зубов и восстановления их эстетических и функциональных свойств являются материалы на основе диоксида циркония и стеклокерамика на основе дисиликата лития.

Несомненным преимуществом виниров на основе дисиликата лития является их толщина (от 0,3 до 1,6 мм) и прекрасные эстетические свойства, позволяющие максимально сохранить естественные ткани зуба, и не подвергать их чрезмерному препарированию. Материалы обладают достойными физико-механическими характеристиками, к тому же они высокотехнологичны.

В свою очередь, керамические массы на основе диоксида циркония обладают оптимальными физико-механическими характеристиками для создания виниров. Благодаря высоким показателям прочности на изгиб циркон устойчив к поломке к механическим воздействиям, однако по своим эстетическим свойствам значительно уступает полевошпатной и стеклокерамике.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 03.04.2024 **Принята в печать:** 14.11.2024

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 03.04.2024 **Accepted:** 14.11.2024

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Гаврилова Д.В., Северинова С.К., Лавровская О.М. Применение цифровых технологий в стоматологии. — В: сб. ст. конф. «Многополярный мир от науки к практической реализации: состояние и перспективы развития». — СПб., 2023. — С. 38—43. [Gavrilova D.V., Severinova S.K., Lavrovskaya O.M. Application of digital technologies in dentistry. — In: collection of articles of the "Multipolar world from science to practical realisation: Status and prospects of development" conference. — Saint-Petersburg, 2023. — Pp. 34—43 (In Russian)]. [eLibrary ID: 50819683](#)
2. El-Mowafy O., El-Aawar N., El-Mowafy N. Porcelain veneers: An update. — *Dent Med Probl.* — 2018; 55 (2): 207—211. [PMID: 30152626](#)
3. Pini N.P., Aguiar F.H., Lima D.A., Lovadino J.R., Terada R.S., Paschetto R.C. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. — *Clin Cosmet Investig Dent.* — 2012; 4: 9—16. [PMID: 23674920](#)
4. Gresnigt M., Ozcan M. Esthetic rehabilitation of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers. — *J Can Dent Assoc.* — 2011; 77: b143. [PMID: 22067068](#)
5. Deany I.L. Recent advances in ceramics for dentistry. — *Crit Rev Oral Biol Med.* — 1996; 7 (2): 134—43. [PMID: 8875028](#)
6. Гажва С.И., Тетерин А.И., Смирнова Е.И. Керамические материалы для безметалловых реставраций: химическое строение, свойства, показания к применению. — *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* — 2022; 1: 109—114. [Gazhva S.I., Teterin A.I., Smirnova E.I. Ceramic materials for non-metal restorations: chemical composition, properties, and indications. — *Kremlin Medicine Journal.* — 2022; 1: 109—114 (In Russian)]. [eLibrary ID: 48525582](#)
7. Kelly J.R., Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. — *Aust Dent J.* — 2011; 56 Suppl 1: 84—96. [PMID: 21564119](#)
8. McLaren E.A., LeSage B. Feldspathic veneers: what are their indications? — *Compend Contin Educ Dent.* — 2011; 32 (3): 44—9. [PMID: 21560742](#)
9. Guess P.C., Schultheis S., Bonfante E.A., Coelho P.G., Ferencz J.L., Silva N.R. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. — *Dent Clin North Am.* — 2011; 55 (2): 333—52. [PMID: 21473997](#)
10. Silva L.H.D., Lima E., Miranda R.B.P., Favero S.S., Lohbauer U., Cesar P.F. Dental ceramics: a review of new materials and processing methods. — *Braz Oral Res.* — 2017; 31 (suppl 1): e58. [PMID: 28902238](#)
11. Saláta J., Szabó F., Csuti P., Antal M., Márton P., Hermann P., Borbély J., Ábrám E. Quantitative examination of factors influencing the colour reproduction ability of lithium disilicate glass-ceramics. — *BMC Oral Health.* — 2024; 24 (1): 660. [PMID: 38840111](#)
12. Spear F., Holloway J. Which all-ceramic system is optimal for anterior esthetics? — *J Am Dent Assoc.* — 2008; 139 Suppl: 19S-24S. [PMID: 18768905](#)
13. Morimoto S., Albanesi R.B., Sesma N., Agra C.M., Braga M.M. Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: A systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. — *Int J Prosthodont.* — 2016; 29 (1): 38—49. [PMID: 26757327](#)
14. Touati B. Innovative dental ceramics: expanding the material alternatives. — *Pract Proced Aesthet Dent.* — 2005; 17 (5): 357—8. [PMID: 16121754](#)
15. Wiedhahn K., Kerschbaum T., Fasbinder D.F. Clinical long-term results with 617 Cerec veneers: a nine-year report. — *Int J Comput Dent.* — 2005; 8 (3): 233—46. [PMID: 16416936](#)
16. Layton D.M., Walton T.R. The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: accounting for clustering. — *Int J Prosthodont.* — 2012; 25 (6): 604—12. [PMID: 23101040](#)
17. Federizzi L., Gomes É.A., Báratro S.S., Baratto-Filho F., Bacchi A., Spazzini A.O. Use of feldspathic porcelain veneers to improve smile harmony: A 3-year follow-up report. — *Braz Dent J.* — 2016; 27 (6): 767—774. [PMID: 27982193](#)
18. Mihali S.G., Lolos D., Popa G., Tudor A., Bratu D.C. Retrospective long-term clinical outcome of feldspathic ceramic veneers. — *Materials (Basel).* — 2022; 15 (6): 2150. [PMID: 35329602](#)
19. Giordano R., McLaren E.A. Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods. — *Compend Contin Educ Dent.* — 2010; 31 (9): 682—4, 686, 688 passim; quiz 698, 700. [PMID: 21197937](#)
20. Zhang Y., Kelly J.R. Dental ceramics for restoration and metal veneering. — *Dent Clin North Am.* — 2017; 61 (4): 797—819. [PMID: 28886769](#)
21. Palacios T., Tarancón S., Pastor J.Y. On the Mechanical Properties of Hybrid Dental Materials for CAD/CAM Restorations. — *Polymers (Basel).* — 2022; 14 (16): 3252. [PMID: 36015509](#)
22. Окромелидзе М.Т., Зекий А.О., Гильманова Н.С. Изучение результатов исследования и оценка клинической эффективности виниров из прессованной и полевошпатной керамики через год после фиксации. — *Институт стоматологии.* — 2022; 2 (95): 48—49. [Okromelidze M.T., Zekiy A.O., Gilmanova N.S. To study the results of the examination and evaluate the clinical efficacy of pressed and feldspar ceramic veneers a year after fixation. — *The Dental Institute.* — 2022; 2 (95): 48—49 (In Russian)]. [eLibrary ID: 49265002](#)
23. Мельник А.С., Горяинова К.Э., Лебеденко И.Ю. Обзор современных материалов для изготовления керамических коронок у кресла пациента методом компьютерного фрезерования. — *Российский стоматологический журнал.* — 2014; 6: 24—28.

- [Melnik A.S., Goryainova K.E., Lebedenko I.Yu. Review modern materials for the manufacturing ceramic crowns at the chairside by the method of computer milling. — *Russian Journal of Dentistry*. — 2014; 6: 24—28 (In Russian)]. [eLibrary ID: 22801190](#)
24. Malament K.A., Natto Z.S., Thompson V., Rekow D., Eckert S., Weber H.P. Ten-year survival of pressed, acid-etched E.max lithium disilicate monolithic and bilayered complete-coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position and age. — *J Prosthet Dent*. — 2019; 121 (5): 782—790. [PMID: 30955942](#)
 25. Pieger S., Salman A., Bidra A.S. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. — *J Prosthet Dent*. — 2014; 112 (1): 22—30. [PMID: 24674802](#)
 26. Denry I., Kelly J.R. State of the art of zirconia for dental applications. — *Dent Mater*. — 2008; 24 (3): 299—307. [PMID: 17659331](#)
 27. Arcila L.V.C., Ramos N.C., Campos T.M.B., Dapieve K.S., Valandro L.F., de Melo R.M., Bottino M.A. Mechanical behavior and microstructural characterization of different zirconia polycrystals in different thicknesses. — *J Adv Prosthodont*. — 2021; 13 (6): 385—395. [PMID: 35003554](#)
 28. Kongkiatkamon S., Rokaya D., Kengtanyakich S., Peampring C. Current classification of zirconia in dentistry: an updated review. — *PeerJ*. — 2023; 11: e15669. [PMID: 37465158](#)
 29. Tholey M.J., Berthold C., Swain M.V., Thiel N. XRD2 micro-diffraction analysis of the interface between Y-TZP and veneering porcelain: role of application methods. — *Dent Mater*. — 2010; 26 (6): 545—552. [PMID: 20223513](#)
 30. Zhang Y. Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent. — *Dent Mater*. — 2014; 30 (10): 1195—203. [PMID: 25193781](#)
 31. Abdulmajeed A., Sulaiman T., Abdulmajeed A., Bencharit S., Närhi T. Fracture load of different zirconia types: A mastication simulation study. — *J Prosthodont*. — 2020; 29 (9): 787—791. [PMID: 32840940](#)
 32. Hjerpe J., Vallittu P.K., Fröberg K., Lassila L.V. Effect of sintering time on biaxial strength of zirconium dioxide. — *Dent Mater*. — 2009; 25 (2): 166—171. [PMID: 18632146](#)
 33. Kelly J.R., Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. — *Dent Mater*. — 2008; 24 (3): 289—98. [PMID: 17624420](#)
 34. Yang F., Zhang L., Yang M., Chen J., Xing W. The effect of deviations in sintering temperature on the translucency and color of multi-layered zirconia. — *BMC Oral Health*. — 2024; 24 (1): 471. [PMID: 38637799](#)
 35. Бузмакова А.И. Сравнительная характеристика керамических и циркониевых виниров. — *Научное обозрение. Медицинские науки*. — 2017; 3: 11—14.
[Бузмакова А.И. Comparative characteristics of ceramic and zirconium veneers. — *Scientific Review. Medical sciences*. — 2017; 3: 11—14 (In Russian)]. [eLibrary ID: 28769791](#)
 36. Miyazaki T., Nakamura T., Matsumura H., Ban S., Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. — *J Prosthodont Res*. — 2013; 57 (4): 236—61. [PMID: 24140561](#)
 37. Shelar P., Abdolvand H., Butler S. On the behaviour of zirconia-based dental materials: A review. — *J Mech Behav Biomed Mater*. — 2021; 124: 104861. [PMID: 34600431](#)
 38. El Zhawi H., Kaizer M.R., Chughtai A., Moraes R.R., Zhang Y. Polymer infiltrated ceramic network structures for resistance to fatigue fracture and wear. — *Dent Mater*. — 2016; 32 (11): 1352—1361. [PMID: 27585486](#)
 39. Swain M.V., Coldea A., Bilkhair A., Guess P.C. Interpenetrating network ceramic-resin composite dental restorative materials. — *Dent Mater*. — 2016; 32 (1): 34—42. [PMID: 26454798](#)
 40. Лебедеко И.Ю. Современные отечественные материалы для безметалловых зубных протезов. — *Стоматология*. — 2017; 1: 60—62.
[Lebedenko I.Yu. Modern home-manufactured materials for non-metal dental restorations. — *Stomatology*. — 2017; 1: 60—62 (In Russian)]. [eLibrary ID: 28795336](#)