

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-  
Ясенецкого»

Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Кафедра-клиника стоматологии ИПО

**Аспекты эстетического протезирования.  
Особенности работы с цельнокерамическими  
реставрациями.**

Выполнил ординатор  
кафедры-клиники ортопедической стоматологии  
по специальности «стоматология ортопедическая»  
Черкашин Богдан Федорович  
рецензент к.м.н., Лазаренко Людмила Ишмуратовна

## Содержание

Введение .....	3
Системы безметаллового протезирования .....	4
Особенности препарирования зубов под безметалловую керамику .....	14
Технология автоматизированного производства керамических протезов .....	20
Материалы для изготовления керамических протезов с помощью системы CEREC .....	27
Последовательность этапов при изготовлении цельнокерамической (однослойной) коронки по технологии CEREC в режиме моделирования «База данных» .....	28
Возможности программы компьютерного моделирования каркаса коронки в системе DigiDent.....	29
Подготовка модели и сканирование.....	29
Заключение.....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Появление металлокерамики более 40 лет назад привело к существенному прогрессу в изготовлении зубных протезов. Так, недостатки металлических протезов, облицованных пластмассой (например, недостаточные устойчивость цвета и износостойкость), были исключены, когда в качестве облицовочного материала стали использоваться керамические массы. Сегодня металлокерамика — стандартная технология в протезировании. Многолетнее клиническое апробирование доказало ее надежность. Однако неспособность металлического каркаса пропускать свет ограничивает эстетические возможности протезирования, т. е. нет природной естественности и гармонии цвета зубных протезов. Металлический каркас, являясь надежным основанием для керамики и принимающий на себя все жевательные нагрузки, в то же время поглощает и не отражает свет, а при недостаточной обработке зубов подсвечивает синевой край десны и заставляет стоматологов дискутировать о глубине и ширине придесневого уступа на зубах во благо эстетики. Кроме того, особенно в случаях использования в металлических каркасах неблагородных сплавов (например, никель, кобальт, хром), существует риск возникновения непереносимости материала. Поэтому непрерывное совершенствование стоматологии направлено на создание биосовместимых и высокоэстетичных материалов нового поколения, к которым можно в полной мере отнести безметалловую керамику.

В настоящее время керамика — несомненный лидер в восстановительной стоматологии. Цельнокерамические конструкции благодаря высокой светопрозрачности и прозрачности позволяют получить превосходный результат протезирования. Из всех применяемых сегодня в стоматологии материалов керамика является наиболее биосовместимой. Высокая точность краевого прилегания и поверхность, препятствующая образованию зубного налета, позволяют рассматривать ее как идеальный материал для таких микропротезов, как «in-lay» (вкладки), «on-lay» (накладки), «over-lay» ( $\frac{3}{4}$  коронки), виниры и адгезивные мостовидные протезы.

Цветостабильность, высокая эстетичность, гипоаллергенность и химическая стабильность — преимущества керамики по сравнению к композитами. Особо следует подчеркнуть, что любые микропротезы будут более физиологичны, чем пломбы, так как зубной техник изготавливает их с учетом не только плотных аппроксимальных контактов, но и с учетом анатомии окклюзионных поверхностей, что невозможно с точностью повторить в случае обширной пломбы. Очевидна и гнатологическая целесообразность микропротезирования. Керамика позволяет восстановить такие цвет, форму, прозрачность, блеск, устойчивость к истиранию, как у естественного зуба.

## СИСТЕМЫ БЕЗМЕТАЛЛОВОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

Протезирование пациентов безметалловыми конструкциями обусловлено в большинстве случаев такими субъективными причинами, как сухость полости рта или вкусовые раздражения, но существуют и объективные причины, например, заболевания периодонта, одной из причин которых могут быть продукты коррозии металлов и сплавов. Помимо заболеваний периодонта показаниями к безметалловому протезированию являются непереносимость ортопедических конструкций на металлическом каркасе и молодой возраст (так как препарирование зубов более щадящее и зачастую не требует депульпирования зубов).

В настоящее время выделяют два основных направления безметаллового протезирования: керамические реставрации и система типа «композит + волоконный каркас».

**Керамические реставрации.** Их подразделяют на цельнокерамические (однослойные, выполненные из одного типа керамики) и двухслойные (содержат прочный каркас из структурной керамики, который облицован эстетической керамикой).

Положительными факторами, отличающими керамические протезы от металлокерамических, являются отсутствие возможных обнажений металла (на маргинальных поверхностях), полная биосовместимость, отсутствие образования электрических пар, а также более высокая эстетичность реставраций. Вместе с тем данные системы имеют существенные недостатки:

- стоимость реставраций, так же как и самих систем протезирования, выше, чем у металлокерамики;
- как правило, такие реставрации рассчитаны на протезирование не более 3 единиц;
- необходимо специальное оборудование;
- такие факторы, как время изготовления протезов и затраты паковочных масс, моделировочных восков, электроэнергии и другие имеют те же значения, что и при использовании металлокерамики.

К основным методам изготовления керамических зубных протезов относят:

- 1) спекание на огнеупорной модели или на платиновой фольге;
- 2) горячее прессование по выплавляемым восковым моделям;
- 3) компьютерное фрезерование (CAD/CAM технология);
- 4) комбинированный метод.

Для финишного придания керамическим конструкциям наибольшей схожести с естественными зубами могут использоваться техника окрашивания и техника наслоения.

**Техника окрашивания** позволяет выполнять высокоэстетичные реставрации. Чаще всего она применяется при изготовлении вкладок, накладок и полукоронок. Заготовки из лейцитной стеклокерамики обладают высокой прочностью к изгибанию, их цвета и транслюцентность имеют эффект хамелеона, т. е. зрительно адаптируются к сохраненным твердым тканям зуба. Благодаря подобранным друг к другу компонентам системы можно прессовать высокоточные реставрации. С помощью пастообразных красителей протезы по внешнему виду максимально приближены к естественным зубам. Индивидуальные особенности можно придать с помощью специальных красителей. Таким образом, получаются реставрации, которые после адгезивной фиксации едва ли можно отличить от естественных зубов (рис. 1).



Рис. 1. Изготовление цельнокерамических коронок на зубы 11, 21

**Техника наложения** позволяет создавать высокопрочные реставрации, например, при отсутствии одного зуба. Чаще всего применяется для изготовления виниров, коронок, адгезивных мостовидных протезов, а также мостовидных протезов малой протяженности.

Процесс изготовления включает следующие этапы:

1. С обработанных зубов (рис. 2) снимают слепок (рис. 3).



Рис. 2. Вид отпрепарированных опорных зубов



Рис. 3. Получение оттиска

2. По одной из методик изготавливают модель всего зубного ряда, и уже на ней зубной техник из беззольных восков воспроизводит будущее изделие.

3. Изготовленную из воска репродукцию протеза упаковывают в специальную огнеупорную быстротвердеющую массу. В результате получается небольшой цилиндр, который помещают в печь для подогрева. По мере того

как поднимается температура нагрева, воск вытекает, сгорает, и в цилиндре остается канал для заполнения его стеклокерамической массой.

4. При температуре 900 °С цилиндр выдерживают 2 часа. В подготовленный канал помещают заготовку, по цвету соответствующую будущим зубам, и вместе с цилиндром устанавливают в автоматизированную прессовочную печь.

5. Прессование длится примерно 1 час. За это время заготовка разогревается в вакууме, приобретает жидкотекучее состояние и с помощью универсального пресса заполняет то место, где был воск.

6. После остывания огнеупорную массу удаляют, и очищают полученные заготовки зубов. Это основа, составляющая 2/3 готового зуба или другого зубного восстановления.



Рис. 4. Вид мостовидного протеза с опорой на зубах 13, 16 после фиксации

Последующие этапы почти полностью повторяют процесс нанесения фарфоровой массы на металлический каркас (рис. 4).

**Системы типа «композит + волоконный каркас»** (Sculpture/FibreKor, Artglass и др.).

В настоящее время широко применяются стекловолокна; керамические волокна (иногда их тоже называют стекловолокнами); полиэтиленовые волокна.

Волокна приобретают прочность за счет пропитки смолой или текучими композитами. Пропитка может осуществляться либо в заводских условиях (преднаполненные), либо непосредственно перед (во время) использованием.

Сравнительные характеристики различных волокон представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики волокон**

Название	Тип	Наполнение	Цвет	Прочность на изгиб, МПа
Vectris	Каркасное преднаполненное волокно, усиленное композитом	Волокна, насыщенные смолой	Несколько оттенков	1000
Glasspan	Гибкие керамические нити	Ручное наполнение смолой	Один оттенок	500
Connect	Полиэтиленовые волокна	Ручное наполнение смолой	Один оттенок	300

Название	Тип	Наполнение	Цвет	Прочность на изгиб, МПа
Ribbon	Полиэтиленовые волокна	Ручное наполнение смолой (возможны отставания)	Один оттенок	200
FibreKor	Наполненные смолой стекловолоконные полюсы для каркаса	Волокна, предварительно наполненные смолой	Оттенки А, В, С, D и Clear	1000

Как показывают данные табл. 1, наибольшей прочностью, не уступающей сплавам драгоценных металлов (до 1000 МПа), обладают стекловолокна (FibreKor), преднаполненные смолой (за счет полной однородности после полимеризации).

Физические свойства FibreKor представлены в табл. 2.

Таблица 2

#### Физические свойства волокна FibreKor

Характеристики	Тестовый метод	Результат
Прочность на разрыв, МПа	ASTM D-638	1051±203
Модуль разрыва, ГПа	ASTM D-638	35±2
Прочность на изгиб, МПа	ISO-6872	938±126
Модуль изгиба, ГПа	ISO-6872	31±3
Водопоглощение, мкг/мм <sup>3</sup>	ANSI/ADA-27	1,0
Растворимость, мкг/мм <sup>3</sup>	ANSI/ADA-27	1,0
Фракция волоконного материала по объему, %	Озоление	40–42
Фракция волоконного материала по весу, %	Озоление	59–61
Диаметр нити накала, мкм	Растровая микроскопия	6–10

Из наполненного стекловолокна можно изготавливать внутриканальные штифты. В отличие от металла они обладают некоторой эластичностью, что позволяет снизить нагрузку на опорные ткани зуба.

Керамические волокна наполняются при помощи композита перед применением, вследствие чего возможны отставания от основы (тканей зубов).

Полиэтиленовые волокна, наполняемые композитом вне заводских условий, обычно обладают прочностью, ненамного превышающей прочность композита без волокна.

Все виды волокон применяются для каркасов мостов, коронок, изготавливаемых из керомеров и композитов; каркасов при шинировании зубов; интраорального протезирования (например, мерилендский мост); внутриканальных штифтов.

В отличие от металла они обладают прозрачностью и гипоаллергенностью (в большинстве случаев), что обуславливает большую натуральность реставраций.

Еще одним направлением безметаллового протезирования являются **керомеры** — материалы, в которых в качестве наполнителя выступает керамика. Они объединяют в себе лучшие свойства фарфоров и композитов; обладают хорошей эстетикой и просты в работе (по сравнению с фарфором). Отверждение производится световой и термической (до 200 °С) полимеризацией. Они используются для производства виниров, вкладок, накладок, коронок и мостов на металлическом или волоконном каркасе (все в условиях технической лаборатории); легки в ремонте. Волоконный каркас керомеров обладает прозрачностью, сохраняющей натуральную оптику зуба. По показателям истираемости уступают фарфорам, но сохраняют натуральные зубы-антагонисты.

Физические свойства Sculpture представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Физические свойства Sculpture**

Характеристика	Опак	Дентин	Инсайзл	Комбинация с металлом
Прочность, МПа	144±13,9	142±13,8	138±6,9	—
Модуль эластичности, ГПа	13,6±2,2	14,4±1,8	13,0±0,6	—
Водопоглощение, мкг/мм <sup>3</sup>	9,9	12,5	7,8	—
Растворимость, мкг/мм <sup>3</sup>	0,61	0,38	2,9	—
Глубина полимеризации, мм	—	> 2	> 2	—
Адгезия к недорогим металлам, МПа	—	—	—	28,5
Адгезия к палладиевым сплавам, МПа	—	—	—	20,8
Адгезия к золотым сплавам, МПа	—	—	—	24
Адгезия к титану, МПа	—	—	—	18
Стираемость, мкм/год	—	< 3	< 3	—

Рассмотрим основные факторы, определяющие применение данного реставрационного материала:

1. Биосовместимость. В результате независимых исследований установлено, что материалы в системе Sculpture/FibreKor гипоаллергенны и нетоксичны. В общем случае при использовании системы Sculpture/FibreKor обработка под реставрацию не требует депульпирования. Создание уступа над десной предотвращает развитие заболеваний пародонта. Возможность изготовления косметических накладок вместо коронок, а также мостовидных протезов, опирающихся на вкладки или накладки, также позволяет избежать излишней обработки тканей зуба под реставрацию. Облицовочный материал Sculpture, в отличие от керамики, щадяще взаимодействует с зубами-антагонистами (табл. 4).

**Истираемость антагонистов**

Материал	Показатель, мкм/год
Sculpture/FibreKor	0,52
Низкотемпературная керамика	5,60
Прессованная керамика	8,51
Традиционная керамика	18,0

2. Эстетика. В основе высокой эстетичности реставраций, изготовленных при помощи Sculpture/FibreKor, лежит сохранение натуральной оптики зуба за счет светопроводности каркаса и облицовочного материала. В качестве наполнителя выступают керамические компоненты, что обеспечивает высокую эстетику реставраций. Также следует отметить наличие большого количества модификаторов, специальных эффектов и интенсивных красителей облицовочного материала Sculpture и 5-цветную гамму стекловолокна FibreKor. Наличие компонента для глазуровки в инертной среде позволяет получать реставрации не только не уступающие керамическим, но и в некоторых случаях превосходящие их по эстетическим показателям. Величина поглощения воды и, соответственно, содержащихся в ней красителей (около 9 мкг/мм<sup>3</sup>/год) определяет высокую устойчивость к изменению первоначального цвета реставраций (стойкость цвета приблизительно в 1,8–2 раза выше, чем у традиционных композитов).

3. Прочность стекловолоконного каркаса FibreKor не уступает каркасам, изготовленным из сплавов недорогих металлов, и превосходит все аналоги (табл. 5).

Таблица 5

**Прочность на изгиб**

Материал	Показатель, мПа
Sculpture/FibreKor	1000
Керомер № 1 на стекловолоконном каркасе	900
Керомер № 2 на каркасе из полиэтиленового волокна	300
Керомер № 3 на каркасе из полиэтиленового волокна	250

Специальное строение матрицы облицовочного материала Sculpture обеспечивает низкие показатели истираемости реставраций (табл. 6).

Таблица 6

**Общие показатели истираемости**

Материал	Показатель, мкм/год
Sculpture/FibreKor	3,0
Керомер № 1 на стекловолоконном каркасе	20,5
Керомер № 2	25,0
Традиционные композиты	30,0

4. Немаловажным фактором в сравнении с металлокерамикой является экономия времени (табл. 7) и стоимости вспомогательных материа-

лов, когда нет необходимости отливки и обработки металлического каркаса, простота нанесения пастообразного облицовочного материала. В отличие от керамики он обладает меньшей усадкой при полимеризации (обжиге для керамики).

Таблица 7

**Временные затраты на производство моста из 3 единиц**

Показатель	Sculpture/FibreKor	Металлокерамика
Рабочее время специалиста-техника, мин	93	120
Технологические циклы обработки (обжиг, полимеризация и пр.), мин	15	140
<i>Всего</i>	108	260

Изготовление ортопедических конструкций с применением системы Sculpture/Fibrecor должно проводиться в артикуляторе. Подготовка рабочей модели включает в себя двукратное нанесение герметика Zip-Sep Sealer, затем двукратное нанесение универсального сепаратора Zip-Sep Universal Separator и однократное — специального подкладочного материала Sculpture Die Spacer. После высыхания последнего вновь наносятся указанные выше герметик и сепаратор на область контактных поверхностей с соседними зубами и окклюзионные поверхности зубов-антагонистов.

На 1-м этапе создается слой светонепроницаемого дентина на подготовленных культях зубов толщиной 0,3 мм, не доходящий до придесневой области (светополимеризация 120 с). Затем с помощью модификатора шейки или дентина Sculpture формируется оставшаяся пришеечная часть колпачка (светополимеризация 120 с). По завершении этого этапа на встречных апроксимально-окклюзионных поверхностях материала колпачков для культей зубов должны сохраняться полости ящикообразной формы, открытые навстречу друг другу.

На 2-м этапе изготавливают дугу протеза. Для этого измеряют расстояние между наиболее удаленными стенками полостей, расположенных на встречных апроксимально-окклюзионных поверхностях имеющих колпачков. Согласно установленному расстоянию, нарезают 4–6 полос Fibrekor размером 6 мм соответствующего оттенка, которые укладываются друг на друга на стекле и разглаживаются во избежание пустот чистым металлическим инструментом (гладилкой). С использованием специальной смолы подготовленную дугу устанавливают в полости колпачков, образуя контур мостовидного протеза. Затем вновь измеряют линейное расстояние между опорами с учетом мезиодистальной длины их окклюзионной поверхности и согласно этой длине вновь готовят дугу из 2–3 полос Fibrecor размера 6 мм. Затем на окклюзионные поверхности колпачков опор наносят тонкий слой смолы Fibrecor Special Resin, подготовленную дугу Fibrecor устанавливают на окклюзионные поверхности колпачков опор по всей длине будущего про-

теза и хорошо ее адаптируют к основе. Эта дуга не должна быть шире колпачков опор. Этап завершается световой полимеризацией конструкции с помощью Spectra-Lite 900 в течение 40–45 с на каждый ее участок, обеспечивая полноценную светополимеризацию всей конструкции.

На 3-м этапе из одной полосы шириной 3 мм Fibrecor образуют петлю, которая должна плотно охватывать вестибулярные, лингвальные и апроксимальные поверхности ранее изготовленной конструкции. Для полного прилегания ленты петли в месте перехода «дуга Fibrecor – колпачок опоры» имеющееся в этом месте углубление нивелируют нанесением массы Sculpture. Длину полоски Fibrecor, необходимую для петли, рассчитывают следующим образом: к сумме двух линейных величин дистальной опоры (медиодистальная длина) и промежуточной части добавляют 5 мм. Рассчитанная таким образом величина равна длине петли. Отрезав необходимой длины ленту Fibrecor и нанеся смолу Fibrecor Special Resin на вестибулярную сторону конструкции, начинают устанавливать ленту, плотно адаптируя ее к конструкции с последующей светополимеризацией (30–40 с). Затем процедуру повторяют с язычной стороны, а затем — на апроксимальных поверхностях опор. Этот этап завершают обработкой в системе Cure-Lite Plus в течение 10–15 мин.

На 4-м этапе послойно (при толщине слоя до 1 мм) моделируют зубной протез материалом Sculpture, обеспечивая нужные форму, размер и цвет протеза (рис. 5). Каждый нанесенный слой необходимо светополимеризовать в течение 120 с, применяя Cure-Lite Plus или Spectra-Lite 900.

Полимеризованная поверхность протеза из материала Sculpture обычно липкая (из-за насыщения слоя кислородом). До начала процесса окончательной светополимеризации этот слой необходимо удалить.

После изготовления в зуботехнической лаборатории протезы рекомендуются фиксировать с использованием адгезивной техники по следующему алгоритму:

1. Подготовка реставрации:
  - 1-й этап — финирами обработать внутренние поверхности реставраций (до получения шероховатой поверхности);
  - 2-й этап — нанести керамический силан (Monobond S) на 60 с;

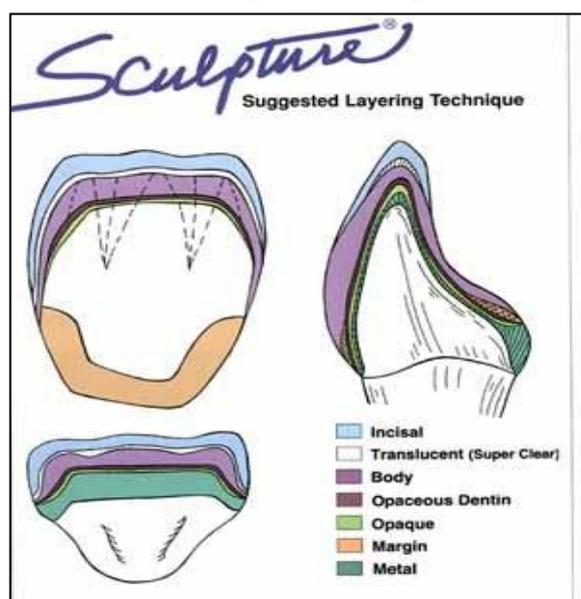


Рис. 5. Метод нанесения слоев Sculpture

– 3-й этап — нанести бонд двойного отверждения (Exite DSC, LuxaBond), продуть воздухом, не полимеризовать.

2. Подготовка культи зуба:

– 1-й этап — протравить эмаль 37%-ной ортофосфорной кислотой в течение 30 с, промыть и просушить.

– 2-й этап — нанести бонд двойного отверждения (LuxaBond, Exite DSC) на 20 с, не полимеризовать.

Затем реставрацию фиксируют композитным материалом двойного отверждения (Vitique, Multilink) и фотополимеризуют в течение 60 с.

Рассмотрим клинические этапы изготовления мостовидного протеза из композиционного материала с применением стекловолоконных лент непосредственно в полости рта.

Сначала измеряют необходимую длину стекловолоконной ленты с помощью стоматологической нити или фольги. Затем ножницами отрезают стекловолоконную ленту необходимой длины. При выполнении этого этапа волоконная лента удерживается исключительно пинцетом, избегая ее «загрязнения». Стекловолоконная лента погружается в адгезив до полного пропитывания на 5–7 мин. После пропитки она становится прозрачной.

Кариозные полости зубов, ограничивающие дефект зубного ряда, тщательно очищают водно-пемзовой суспензией и полировочными алмазными борами, протравливают 37%-ной ортофосфорной кислотой, промывают водой, высушивают, наносят соответствующий адгезив и проводят светополимеризацию. На дно кариозных полостей и концы стекловолоконной ленты укладывают композиционный материал, шпатель устанавливают в кариозных полостях так, чтобы обеспечить промывное пространство будущего мостовидного протеза, и выполняют светополимеризацию.

С помощью композиционного материала восстанавливают анатомическую форму коронок зубов, ограничивающих дефект зубного ряда, и анатомическую форму промежуточной части зубного протеза. Композиционный материал наносится и светополимеризуется послойно. Обязательно нужно сохранить межзубные промежутки и промывное пространство для обеспечения эффективной индивидуальной гигиены полости рта. Для предотвращения затекания избытков композиционных материалов в межзубные промежутки целесообразно использовать клинья, которые следует устанавливать без усилий. После изготовления мостовидного протеза из композиционного материала конструируют его анатомическую форму с учетом окклюзии и артикуляции и проводят его отделку (шлифовку). Полировку изготовленного протеза лучше сделать в следующее посещение пациента.

В заключение приведены сравнительные характеристики некоторых наиболее популярных систем протезирования типа «поликерамика + волокно» (табл. 8–10).

Таблица 8

## Сравнительная характеристика систем Sculpture/FibreKor и Artglass

Показатель	Sculpture/FibreKor	Artglass
Истираемость, мкм/год	3	24
Прочность, МПа	1000	100
Полимеризация	Световая и термовакуумная	Только световая
Область применения	Подходит для производства накладок, вкладок, виниров, коронок и мостов, возможно построение на металлический каркас	Только накладки и вкладки, возможно построение на металлический каркас
Базис	PCDMA	UDMA
Сорбция воды	Низкая	Более высокая

Как видно из табл. 8, Sculpture/FibreKor изнашивается в 10 раз меньше, чем Artglass.

Таблица 9

## Сравнительная характеристика систем Sculpture/FibreKor и Targis/Vectris

Показатель	Sculpture/FibreKor	Targis/Vectris
Содержание поликерамического материала, г	405	126
Длина реставрации	Может быть любой, но расстояние между опорными точками не должно превышать 30 мм	Не более 3 единиц
Глазуровка	Термовакуумная без оксидированного слоя	Нет возможности для глазуровки
Полировка	Легкая	Очень трудная
Биосовместимость	Полная	Большое количество жалоб на аллергические реакции к материалу Targis
Способ крепления	Каркас полностью закрывается компокерамикой	Крепится непосредственно на структуру зуба. Подгонка внутренних аспектов реставрации производится за счет потери в прочности каркаса

Таблица 10

## Сравнительная характеристика систем Sculpture/FibreKor и Belleglass

Показатель	Sculpture/FibreKor	Belleglass
Область применения	Вкладки, накладки, коронки, мосты, в том числе на металлической основе	Вкладки и накладки на металле
Прочность, МПа	1000	145
Полимеризация	Световая, термовакуумная, световая под давлением (для глазури)	Термополимеризация, полимеризация под давлением инертного газа

Показатель	Sculpture/FibreKor	Belleglass
Базис	PCDMA	UDMA
Наполнитель, %	74,4	74
Глазурование	Под воздействием света/ давления	Не предусмотрено
Возможность ремонта	При необходимости	Не рекомендуется

### ОСОБЕННОСТИ ПРЕПАРИРОВАНИЯ ЗУБОВ ПОД БЕЗМЕТАЛЛОВУЮ КЕРАМИКУ

Зубы препарируются с соблюдением следующих принципов:

1. Циркулярный уступ формируется на глубину 1 мм, рекомендуется использовать цилиндрические алмазные инструменты с закругленной головкой для закругленного уступа (рис. 6) и усеченной головкой для прямого уступа (90°) (рис. 7).

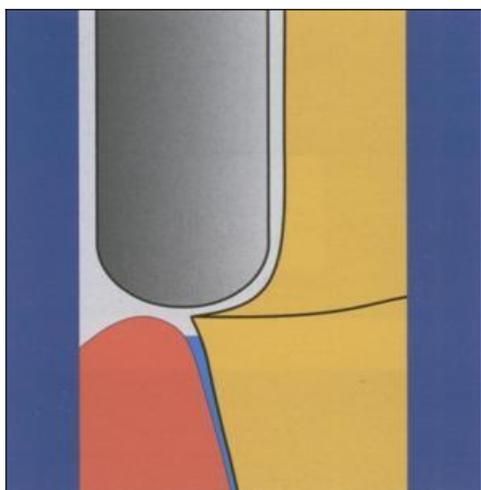


Рис. 6. Цилиндрический алмазный инструмент с закругленной головкой

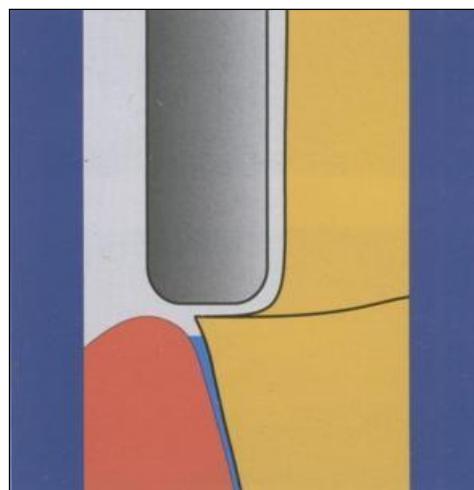


Рис. 7. Цилиндрический алмазный инструмент с усеченной головкой

2. Для препарирования можно использовать алмазные инструменты с зернистостью 30 мкм (рис. 8). Препарирование щадящее, так как ввиду высокой прочности минимальная толщина каркаса оксида циркония может быть 0,4 мм, минимальное пространство для облицовки керамики — 0,6 мм (рис. 9).

3. Препарирование фронтальной группы зубов производится по стандартной (общей) схеме. Необходимо сформировать циркулярный уступ на глубину 1 мм на границе препарирования. Кроме того, рекомендуется обеспечить конусность препарируемого зуба от 6 до 8°. Также закругляются внутренние углы, так как отпрепарированный зуб не должен иметь острых краев (минимальный радиус — около 0,4 мм).

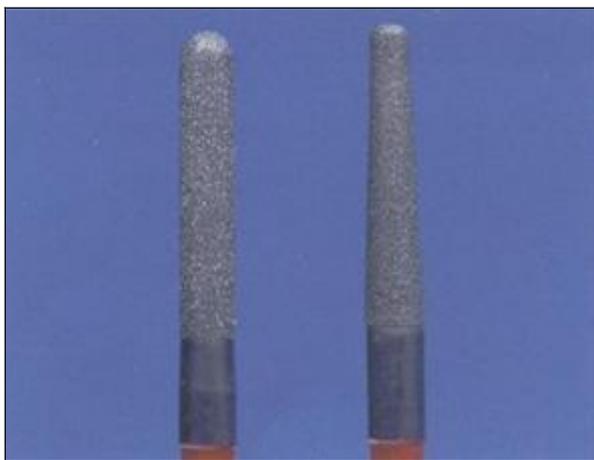


Рис. 8. Алмазные инструменты со средним гранулированием 30



Рис. 9. Толщина препарирования зуба

4. Препарирование в области режущего края. С эстетической точки зрения в области режущего края (inzisale) необходимо снять 2 мм тканей зуба. Минимальная ширина режущего края должна составлять 0,9 мм, чтобы гарантировать точное воспроизведение внутренней поверхности циркониевого каркаса (рис. 10, 11).

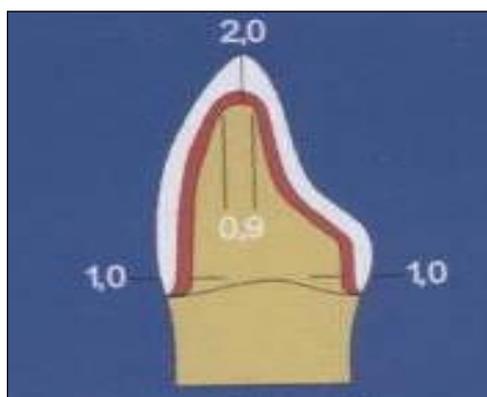


Рис. 10. Схема препарирования зуба

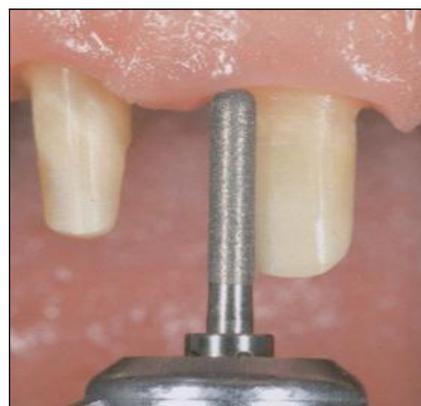


Рис. 11. Препарирование зуба в полости рта

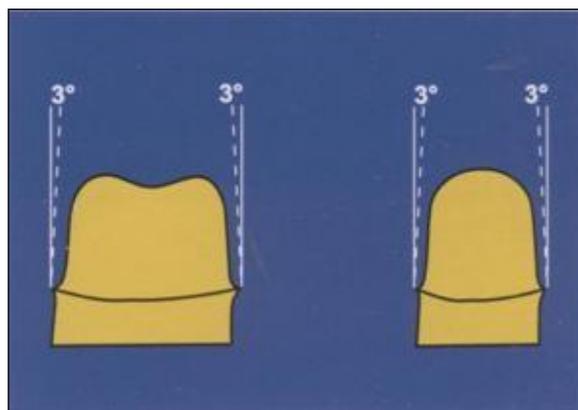
5. Для препарирования небной поверхности зубов специалисты предлагают использовать специальный бор Palatinalschleifers.

6. Тот же инструмент можно применять для закругления острых краев и переходов между аксиальными поверхностями и режущим краем (рис. 12).

7. Препарирование жевательной группы зубов. С окклюзионной стороны премоляров и моляров снимают 1,5 мм твердых тканей зуба. Ввиду высокой прочности оксида циркония минимальная толщина стенок каркаса может быть всего 0,4 мм. При препарировании необходимо обеспечивать конусность препарлируемого от 3 до 4°. Переходы между апроксимальными и окклюзионной поверхностями следует закруглять (рис. 13).



*Рис. 12.* Препарирование с использованием специального бора Palatinal Schleifers



*Рис. 13.* Препарирование жевательных зубов

Рельеф на окклюзионной поверхности должен представлять собой упрощенную форму жевательной поверхности. Углы открытия окклюзионной поверхности от 120 до 140° гарантируют точное воспроизведение реставрируемых внутренних поверхностей во время фрезеровки и хорошее внутреннее прилегание (рис. 14).

Ромбовидный алмазный бор, который рекомендуется для подготовки окклюзионной поверхности, должен располагаться перпендикулярно к оси зуба (рис. 15, 16).



*Рис. 14.* Препарирование окклюзионной поверхности



*Рис. 15.* Алмазные боры для препарирования окклюзионной поверхности



*Рис. 16.* Препарирование окклюзионной поверхности жевательных зубов в полости рта

При препарировании зубов под мостовидные конструкции апроксимальные поверхности опорных зубов должны иметь конусность минимум  $6^\circ$ . Это способствует лучшему программному отображению при фрезеровке.

Во время изготовления мостовидных конструкций для замещения 2 и более зубов необходимо включение в конструкцию большего числа опорных зубов, поэтому для контроля правильности препарирования зубов нужно снимать оттиск альгинатной массой с последующим изготовлением модели быстротвердеющим гипсом (например, Artikulations gips). Контроль возможен уже через несколько минут.

Для снятия более точного оттиска применяют ретракционные нити, например Ultrapak, Ultradent (рис. 17). Необходимо использовать технику ретракции десны «двойной нити», при которой первая тонкая нить помещается в зубодесневую бороздку и остается там во время снятия оттиска. Поверх первой нити кладут вторую, более толстую, которую убирают перед снятием оттиска (рис. 18). Первая нить предназначена для гемостаза в зубодесневой бороздке и предотвращения напыла десневого края на отпрепарированный уступ.

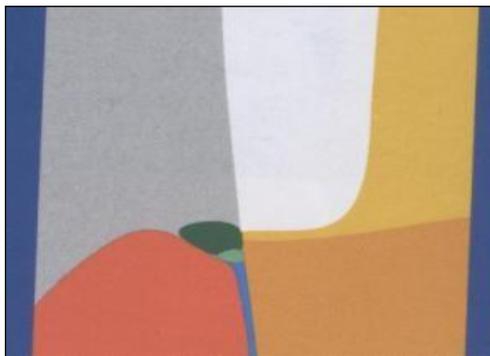


Рис. 17. Схема расположения ретракционных нитей в зубодесневой бороздке



Рис. 18. Ретракция десны техникой «двойной нити» в полости рта

**Оттиск снимают** индивидуальной ложкой, изготовление которой возможно в лаборатории или непосредственно врачом из светоотверждаемой пластмассы или термопластического материала (рис. 19, 20).



Рис. 19. Силиконовый двухслойный оттиск зуба, препарированного под керамическую коронку



Рис. 20. Адгезив для оттисковых ложек

Снятие оттиска проводится с соблюдением общепринятых принципов.

Для получения оттисков могут применяться следующие группы оттискных материалов: гидроколлоидные, полисилоксановые и полиэфирные. Полисилоксановые материалы применяют при одно- и двухэтапной технике получения оттисков.

Для **фиксации** цельнокерамических конструкций возможно применение стеклоиономерных и композитных цементах (рис. 21).

Для адгезивной фиксации цельнокерамических конструкций могут быть рекомендованы композитные цементы двойного отверждения, например, Panavia 21, Panavia F и X Unicem.

Для временной фиксации можно использовать безэвгенольные материалы Temp Bond, TempoСem.

**Коррекция окклюзии.** Для выверки окклюзионных контактных пунктов применяют мелкозернистые алмазные инструменты со средним гранулированием 15 (рис. 22). В завершении полировка может происходить резиновыми полирами с алмазными частицами (рис. 23) и полировочной пастой для керамики.



Рис. 21. Заполнение коронки фиксирующим материалом



Рис. 22. Коррекция окклюзии алмазным инструментом



Рис. 23. Финишная полировка керамической коронки

**Снятие цельнокерамических коронок.** Для снятия цельнокерамических коронок на окклюзионной поверхности или с режущего края делают распил бором и далее вдоль апроксимальной стенки до ее середины. Коронку разгибают при помощи специальных щипцов и ломают. Остатки фиксирующего цемента удаляют при помощи ультразвука.

**Трепанация цельнокерамической коронки** при необходимости эндодонтического лечения зуба проводится в два этапа:

- трепанируется керамический облицовочный слой при помощи алмазного инструмента без перфорирования каркаса (рис. 24);
- с помощью алмазного инструмента соответствующего диаметра перфорируется циркониевый каркас. Диаметр перфорации должен быть на 0,5 мм меньше, чем в облицовочном слое (рис. 25). Это предотвращает скалывание керамики.



Рис. 24. Трепанация облицовочного слоя



Рис. 25. Трепанация керамического каркаса

Для трепанации цельнокерамической коронки рекомендуют шаровидные алмазные боры с зернистостью 125–150 мкм с прерывистым прерыванием при максимальном водяном охлаждении (рис. 26, 27).



Рис. 26. Трепанация цельнокерамической коронки в полости рта

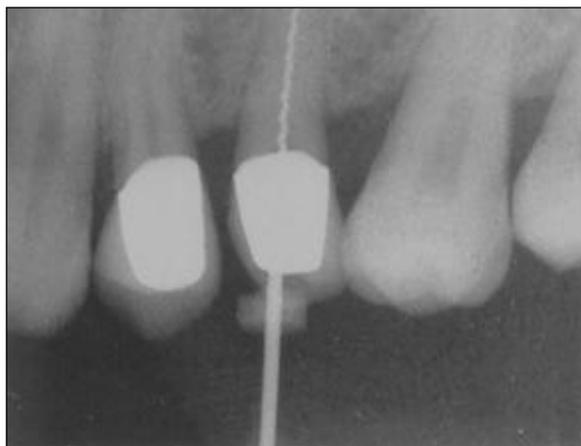


Рис. 27. Дентальная рентгенограмма эндодонтического лечения, проводимого через цельнокерамическую коронку

Структурная прочность коронки после трепанации достигается путем реставрации композитным материалом с применением адгезивной техники (рис. 28).



Рис. 28. Закрытие трепанации коронки композитным материалом

### **ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ**

Кроме традиционных методов керамические протезы могут быть изготовлены с использованием современных компьютерных технологий. Для обозначения автоматизированного проектирования и производства разных объектов во всем мире используется аббревиатура CAD/CAM (от англ. — Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing).

Основным преимуществом компьютеров в стоматологии можно назвать очень высокую точность и скорость изготовления протезов.

Первые работоспособные стоматологические CAD/CAM-системы появились в середине 1980-х гг. Сегодня известно 19 систем, каждая из которых представляет собой высокотехнологичный продукт и постоянно совершенствуется: 1. Bego Medifactory (Bego Medical); 2. Cad. esthetics (Cad. esthetics AB); 3. CELAY (MIKRONA TECHNOLOGIE AG); 4. ce. novation (ce. novation); 5. Cercon® smart ceramics (DeguDent GmbH); 6. CEREC (Sirona Dental Systems GmbH); 7. CICERO® (Cicero Dental Systems B.V.); 8. DCS-Dental (DCS Dental AG); 9. GN-1 (GC Corporation); 10. DiGident (Girrbach Dental GmbH); 11. EDC (Wieland Dental); 12. Etkon (etkon AG); 13. Everest (KaVo Elektrotechnisches); 14. Lava® (3M ESPE Dental AG); 15. Pro 50 (CYNOVADSM); 16. Procera® (Nobel Biocare); 17. Triclone 90 (Renishaw); 18. WOL-CERAM (Wol-Dent); 19. ZFN-Verfahren (Xawex Dentalsystem I-Mes).

Основной принцип работы всех современных автоматизированных стоматологических систем можно представить в виде схемы (рис. 29).

Объект сканирования  
(зуб или гипсовая модель)

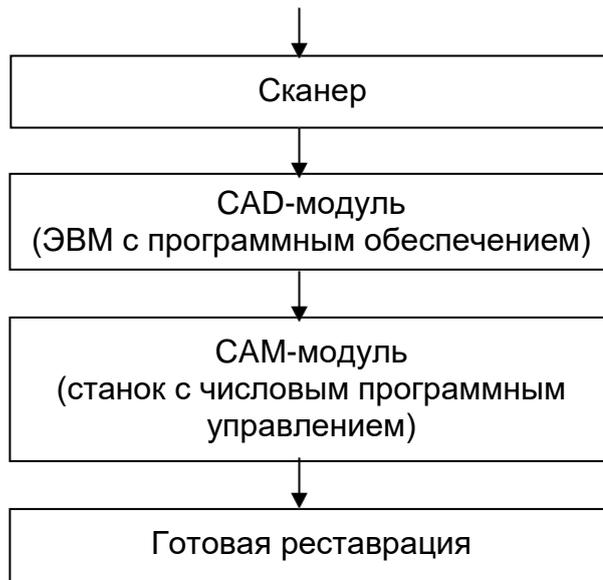


Рис. 29. Принцип работы CAD/CAM-системы

Работа автоматизированной системы состоит из следующих этапов:

1. Сбор данных о рельефе поверхности протезного ложа специальным устройством и преобразование полученной информации в цифровой формат, приемлемый для компьютерной обработки. Сканирование поверхности осуществляется оптическими или механическими датчиками. Сегодня две системы обладают возможностью высокоточного внутриротового сканирования: CEREC 3 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) и Evolution 4D (D4D Technologies, Texas, USA). Для работы вне-ротовых сканеров остальных систем требуются предварительное получение традиционных оттисков слепочными материалами и изготовление гипсовых моделей.

2. Виртуальное моделирование протеза с помощью специальных компьютерных программ. В последние годы развивается трехмерное анимированное моделирование, которое в значительной мере упрощает и ускоряет создание виртуального протеза, делает его более наглядным. Врач смотрит на экране монитора конструкцию со всех сторон при различном увеличении и, если необходимо, вносит свои поправки.

Также разработаны компьютерные программы, позволяющие моделировать протезы с учетом особенностей артикуляционных движений и окклюзионных контактов, так называемые виртуальные артикуляторы. Когда проектирование реставрации завершено, программное обеспечение преобразовывает виртуальную модель в определенный набор команд и передает их на производственный модуль.

3. Непосредственное изготовление зубного протеза на специальных устройствах (модулях) с компьютерным управлением в автоматическом режиме. Полученный набор команд преобразуется в последовательность элек-

В зависимости от возможности осуществления всех технологических этапов в пределах одного медицинского учреждения стоматологические CAD/CAM-системы условно разделяют на индивидуальные (мини-лаборатории) и централизованные (производственные центры). *Индивидуальные системы* позволяют изготовить зубной протез за одно посещение пациента. Однако для их полноценной работы необходимо приобретение всех дорогостоящих компонентов. Кроме того, они имеют меньшую производительность. *Централизованные системы* — это один высокотехнологичный производственный центр, исполняющий заказы, поступившие от целой сети периферических сканирующих станций.

С помощью CAD/CAM-технологии сегодня можно изготовить широкий ассортимент ортопедических конструкций из различных видов керамики: восстановительные вкладки и накладки, виниры, частичные и полные коронки, штифтовые зубы, культевые штифтовые вкладки, каркасы мостовидных протезов, телескопические коронки и индивидуальные головки для имплантатов (табл. 11).

Таблица 11

Типы керамических конструкций  
для различных стоматологических CAD/CAM-систем

CAD/CAM-системы	Виниры	Вкладки, накладки	Коронки, колпачки	Каркасы мостовидных протезов	Индивидуальные головки имплантатов
<b>CEREC 3D</b> Sirona, Bensheim, Germany	+	+	+	—	—
<b>CEREC InLab</b> Sirona, Bensheim, Germany	+	+	+	+	+
<b>Cercon</b> Degudent, Frankfurt, Germany	—	—	+	+	—
<b>Decim</b> Cad.esthetics AB, Skelleftea, Sweden	—	+	+	+	—
<b>Etkon</b> etkon AG, Grafelfingen, Germany	—	—	+	+	—
<b>Everest</b> Kavo, Leutkirch, Germany	+	+	+	+	—

Окончание табл. 11

CAD/CAM-системы	Виниры	Вкладки, накладки	Коронки, колпачки	Каркасы мостовидных	Индивидуальные головки имплантатов
-----------------	--------	-------------------	-------------------	---------------------	------------------------------------

				протезов	
<b>GN-1</b> GC International, Tokyo, Japan	-	-	+	+	-
<b>DigiDent DentaCAD</b> Hint-ELs, Griesheim, Germany	-	-	+	+	-
<b>Lava</b> 3M ESPE, Seefeld, Germany	-	-	+	+	-
<b>Medifactoring</b> BEGO Medical AG, Bremen, Germany	-	-	+	+	-
<b>Precident DCS</b> DCS AG, Allschwil, Switzerland	-	-	+	+	-
<b>Procera</b> Nobel Biocare, Goteburg, Sweden	+	-	+	+	+
<b>Pro 50</b> Cynovad, Saint-Laurent, Quebec, Canada	+	+	+	+	-
<b>TurboDent System</b> U-Best Dental Technology, Anaheim, California, USA	+	+	+	+	+
<b>Wol-Ceram</b> Wol-Dent, Ludwigshafen, Ger- many	-	-	+	+	-
<b>ZENO Tec</b> Wieland Dental + Technik GmbH, Pforzheim, Germany	-	-	+	+	-

Основными направлениями развития стоматологических CAD/CAM-систем являются:

1. Использование оптического сканирования. Его преимущества — быстрота и точность. Например, последние модели сканера позволяют отсканировать гипсовую модель челюсти целиком за один раз.

2. Увеличиваются скорость и объем сканирования наряду со стремлением к уменьшению размера сканера.

3. Расширяются возможности компьютерных программ, моделирующих будущую конструкцию. В частности, в системе DigiDent развиваются такие направления, как моделирование телескопических коронок, индивидуальных абатментов (рис. 30) и временных коронок на них, использование данных электронной аксиографии (рис. 31) в компьютерном моделировании.

4. Расширяется перечень фрезеруемых материалов. Используются титан, сплавы золота, все виды стоматологической керамики, пластмасса, композиты.

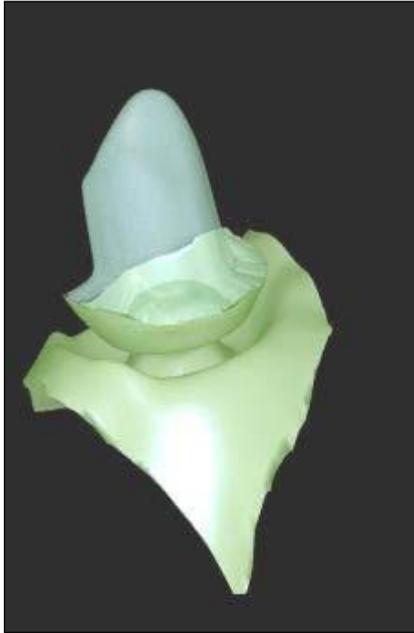


Рис. 30. Моделирование индивидуального абатмента

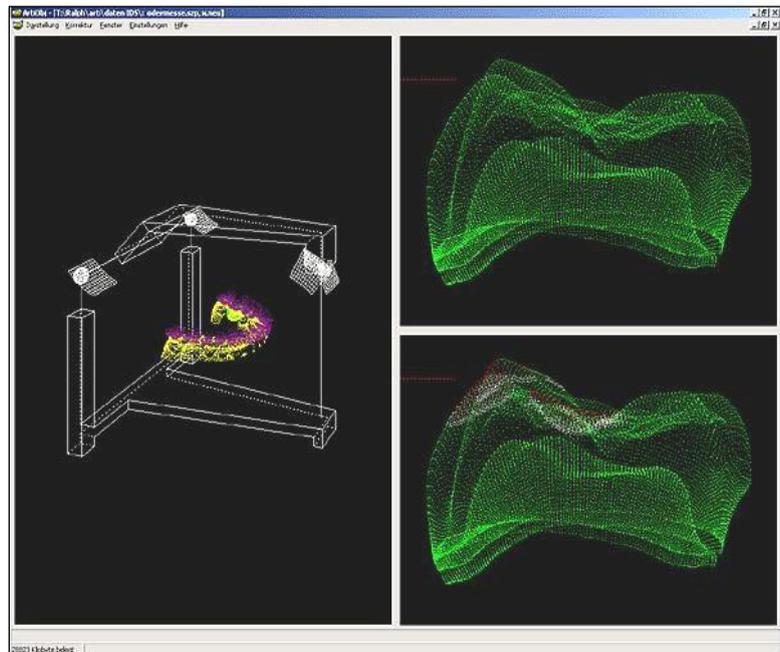


Рис. 31. Моделирование с учетом данных аксиографии

5. Увеличивается протяженность конструкций. Современные системы позволяют отфрезеровать каркасы протеза протяженностью в 14 единиц из титана или диоксида циркония, упрочненного оксидом иттрия (рис. 32).



Рис. 32. Титановый каркас протеза (14 единиц), отфрезерованный станком системы DigiDent

6. Высокопрочные керамические материалы (диоксид циркония, упрочненный оксидом иттрия) и хорошее краевое прилегание каркаса позволяют укреплять коронки на обычный цемент.

Широкое распространение получила CAD/CAM-технология **CEREC**. Эта автоматизированная система была разработана в Швейцарии профессором Werner H. Mormann и инженером Marco Brandestini. Первое

клиническое применение CEREC состоялось 19 сентября 1985 г. в университетской клинике города Цюриха, когда была изготовлена первая фрезерованная керамическая вкладка из полевошпатной керамики.

Рассмотрим компоненты системы CEREC 3 для изготовления керамических конструкций непосредственно в стоматологическом кабинете:

– CEREC 3 — аппаратный модуль, представляющий собой персональный компьютер, оснащенный оптическим инфракрасным внутриротовым датчиком (рис. 33). Точность сканирования составляет 25 мкм. Используется для сканирования протезного ложа и моделирования конструкции.

С помощью набора инструментов специальной компьютерной программы CEREC 3D врач шаг за шагом создает объемную виртуальную модель реставрации на мониторе. Режимы моделирования конструкции в программе CEREC 3D представлены в табл. 12.



Рис. 33. Аппаратный модуль CEREC 3

Таблица 12

**Режимы моделирования конструкции в программе CEREC 3D**

Режим	Методика восстановления	Применение
Корреляция	Зуб, который будет восстановлен, сканируется до начала препарирования и затем копируется	Чаще всего используется, очень простой метод
Репликация	Копируется поверхность любого зуба	Используется при наличии интактного такого же зуба на противоположной стороне зубного ряда
База данных	Вначале из библиотеки выбирается подходящий шаблон зуба, а затем проводится его индивидуализация с учетом антагонистов	Самые широкие возможности для изменения морфологии зуба

– CEREC 3 milling unit — шлифовальный блок, в котором смоделированная ранее конструкция фрезеруется из стандартного керамического блока двумя вращающимися алмазными борами под водяным охлаждением (рис. 34–36). Используется для изготовления виниров, различных типов вкладок, коронок и колпачков одиночных коронок.

При использовании специальных блоков с двумя фиксаторами можно изготовить каркас мостовидного протеза до 55 мм длиной. В зависимости от сложности поверхности можно использовать боры различной формы и диаметра. Точность фрезерования — 15 мкм.



Рис. 34. Шлифовальный блок CEREC 3



Рис. 35. Фрезерование коронки в аппарате CEREC 3



Рис. 36. Керамический блок для CEREC

– CEREC MC XL — усовершенствованный шлифовальный блок с увеличенной рабочей зоной (рис. 37). Его можно использовать для работы с блоками большого размера; позволяет изготавливать каркасы мостовидных протезов протяженностью до 10 единиц. Точность фрезерования увеличена до 7,5 мкм. Благодаря установке дополнительных боров увеличена скорость шлифования.



Рис. 37. Аппарат CEREC MC XL

Для работы в зуботехнической лаборатории система CEREC может состоять из следующих аппаратных модулей:

– inEos — компактный настольный инфракрасный сканер, позволяющий сканировать гипсовую модель всего зубного ряда с высокой скоростью (рис. 38).

– inLab — шлифовальный блок со встроенным лазерным сканером, конструктивно напоминающий CEREC 3 milling unit (рис. 39). Позволяет сканировать фрагмент гипсовой модели до 40 мм длиной с точностью до 50 мкм. Затем с помощью компьютерной программы CEREC inLab 3D смоделируют конструкцию на персональном компьютере и отфрезеровать.

– inLab MC XL — шлифовальный модуль CEREC MC XL со встроенным лазерным сканером, имеющим разрешение 25 мкм.



Рис. 38. Настольный инфракрасный сканер inEos



Рис. 39. Шлифовальный блок со встроенным лазерным сканером inLab

### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ CEREC

Керамические заготовки, изготовленные промышленным способом, имеют улучшенные физико-механические показатели по сравнению с керамическими конструкциями, изготовленными в условиях зуботехнической лаборатории традиционными способами. Для обозначения различных видов керамических материалов, применяемых в технологии CAD/CAM, используется термин «машинная керамика».

По своей микроструктуре машинная керамика может быть условно разделена на три типа:

- 1) частично наполненная стеклокерамика с содержанием 50 % и более стеклянной фазы;
- 2) высоконаполненная стеклокерамика с содержанием стеклянной фазы до 30 %;
- 3) поликристаллическая керамика, не содержащая стеклофазу.

Любую керамику для CAD/CAM можно назвать композитной, так как она состоит из двух и более нерастворимых друг в друге компонентов. Сами компоненты и их количество обуславливают такое разнообразие керамических материалов. По назначению керамику можно разделить на *структурную* (для изготовления каркасов) и *эстетическую* (для цельных конструкций (табл. 13)).

Таблица 13

#### Керамические материалы для CAD/CAM-системы CEREC

Тип керамики	Матрица	Наполнитель	Торговое название
Эстетическая	Частично наполненная стеклокерамика		
	Алюмосиликатное стекло ( $\geq 50\%$ )	Нефелин и альбит (около 40 %)	VITABLOCS Mark II (Vita Zahnfabrik) VITABLOCS TriLuxe (Vita Zahnfabrik) CEREC Blocs (Sirona)

Тип керамики	Матрица	Наполнитель	Торговое название
		Лейцит (40–50 %)	ProCAD (Ivoclar Vivadent) IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent) Paradigm C (3M ESPE)
Структурная	Высоконаполненная стеклокерамика		
	Литиевое или лантановое стекло ( $\leq 30\%$ )	Лития дисиликат (70 %)	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent)
		Оксид алюминия (70 %)	Vita In-Ceram ALUMINA (Vita Zahnfabrik)
		Шпинель $MgAl_2O_4$ (70 %)	Vita In-Ceram SPINELL (Vita Zahnfabrik)
		Диоксид циркония $ZrO_2$ (70 %)	Vita In-Ceram ZIRCONIA (Vita Zahnfabrik)
	Поликристаллическая керамика		
	Оксид алюминия $Al_2O_3$ (100 %)		Vita AL-cubes (Vita Zahnfabrik) Sirona in Coris AL (Sirona)
Диоксид циркония $ZrO_2$ (95–99 %)	Стабилизатор, иттрий Y (3–5 %)	Vita YZ-cubes (Vita Zahnfabrik) IPS e.max ZirCAD (Ivoclar Vivadent) Sirona in Coris ZI (Sirona)	

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ  
ЦЕЛЬНОКЕРАМИЧЕСКОЙ (ОДНОСЛОЙНОЙ) КОРОНКИ  
ПО ТЕХНОЛОГИИ CEREC В РЕЖИМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
«БАЗА ДАННЫХ»**

Изготовление цельнокерамической коронки включает следующие этапы:

1. Очистить поверхность зуба с помощью пасты и щеточки.
2. Определить цвет реставрации, обезболить зуб.
3. Препарировать зуб под керамическую коронку с учетом следующих требований:
  - минимальная глубина препарирования на окклюзионной поверхности — 1,5 мм;
  - угол наклона всех стенок — 4–6°;
  - создание кругового придесневого уступа шириной 1,2 мм под углом 90–110°;
  - отсутствие острых граней и поднутрений;
  - окончательная обработка культи алмазным бором с зернистостью не более 20 мкм.
4. Получить оптический слепок препарированного зуба и антагонистов.

5. Выбрать в меню программы CEREC 3D номер зуба, тип реставрации и режим моделирования.

6. Нанести на поверхность препарированного и соседних зубов противобликовый порошок CEREC Powder, расположить сканер над зубом так, чтобы не оставалось затененных поверхностей, и сделать необходимое количество снимков.

7. Получить с помощью слепочного силикона частичный слепок в положении центральной окклюзии, не снимая слепок с препарированного сегмента зуба нанести на отпечаток антагонистов порошок и сканировать.

8. На виртуальной модели провести линии сепарации с соседними зубами и очертить рабочую область антагонистов.

9. Очертить границу уступа.

10. Выбрать необходимый вариант морфологии в базе данных зубов.

11. Отредактировать предлагаемую коронку.

12. Проверить окклюзионные и апроксимальные контакты.

13. Предварительно просмотреть виртуальную конструкцию, при необходимости откорректировать ее.

14. Выбрать необходимый тип керамического блока и зафиксировать его в держателе шлифовального модуля CEREC 3 milling unit или CEREC MC XL. Запустить процесс шлифования, по окончании которого извлечь готовую коронку и отделить ее от хвостовика с помощью алмазного инструмента.

15. Проверить в полости рта пациента цвет и форму готовой коронки, избегая смыкания зубов.

16. Отглазуровать коронку в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя.

17. Зафиксировать готовую коронку на культе зуба композитным цементом, используя адгезивную технику с обязательным протравливанием внутренней поверхности керамической конструкции 5%-ной плавиковой кислотой и последующей силанизацией.

18. Удалить излишки цемента. Проверить и при необходимости откорректировать алмазным инструментом с водяным охлаждением окклюзию.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАРКАСА КОРОНКИ В СИСТЕМЕ DIGIDENT**

### **Подготовка модели и сканирование**

Некоторые правила изготовления гипсовой модели:

1. Модель должна быть полностью разборной (снимаются все зубы).

2. Зубы отливаются из супергипса 4-го класса с минимальным содержанием пластмассы (поскольку модель сканируется светом, то частички пластмассы будут создавать блики и мешать считыванию информации). Нельзя касаться руками сканируемой поверхности.

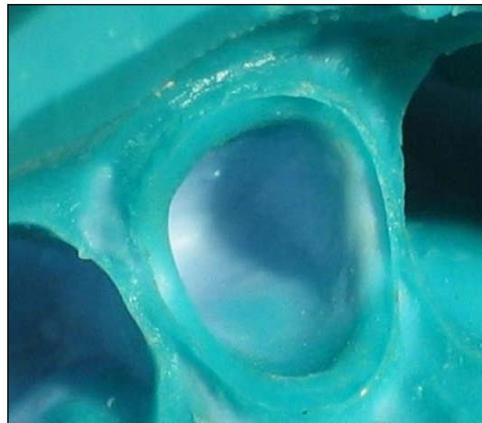
3. Граница сканирования на штампике с обработанным под коронку зубом отмечается грифелем простого карандаша. Она должна проходить чуть ниже конечной линии препарирования (или finishing line).

4. Культия зуба не покрывается лаком.

### Клинический пример



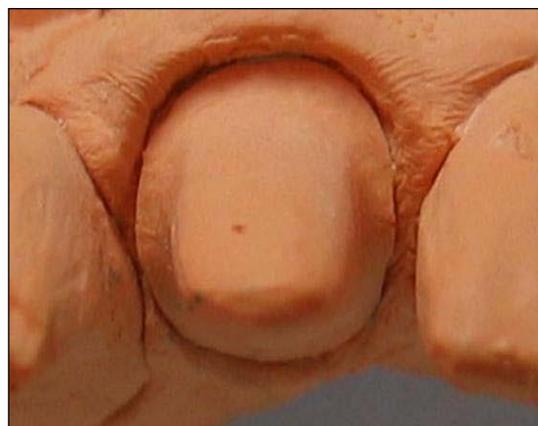
*Рис. 40.* Зуб 21, обработанный под коронку из безметалловой керамики



*Рис. 41.* Двуслойный одномоментный оттиск из А-силикона



*Рис. 42.* Полностью разборная гипсовая модель



*Рис. 43.* Гипсовая модель до разрезания (четко видна конечная линия препарирования)



Рис. 44. Подрезанный гипсовый штампик



Рис. 45. Отмечена граница сканирования на штампике

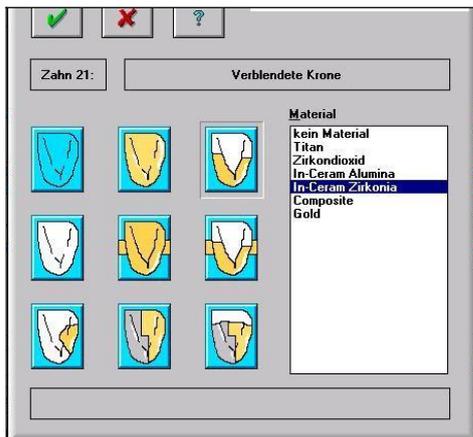


Рис. 46. Номер зуба, вид фрезеруемого материала, вид конструкции в компьютерной программе перед сканированием (в данном случае: 21 зуб, In-Ceram цирконий, каркас одиночной коронки для облицовки керамикой)



Рис. 47. Сканирование светом одиночного штампика в сканере DigiScan

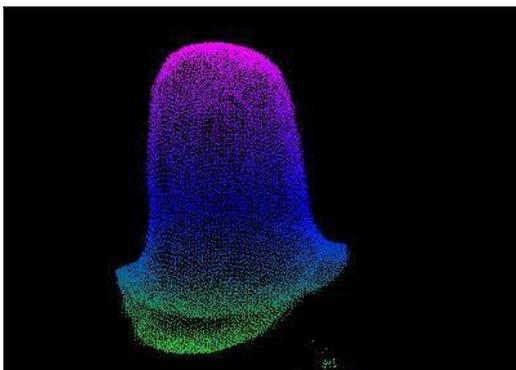


Рис. 48. Результаты сканирования на экране компьютера

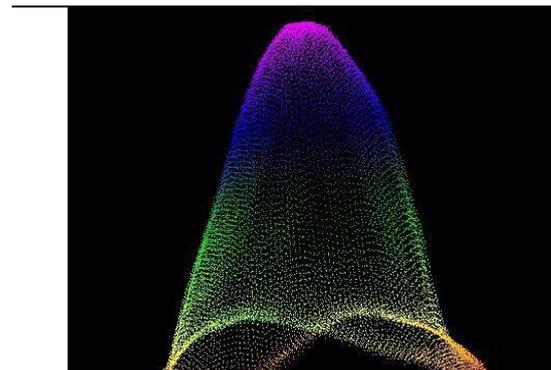


Рис. 49. Отсечены лишние данные

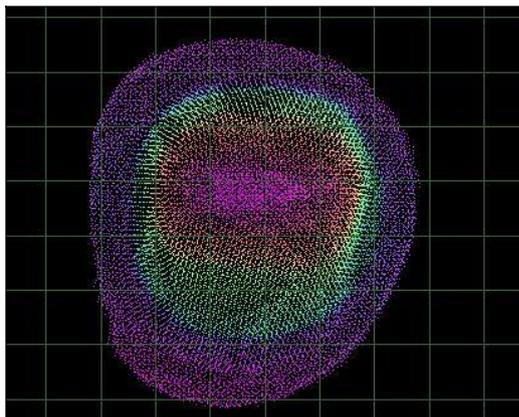


Рис. 50. Центровка компьютерной модели культи в системе координат

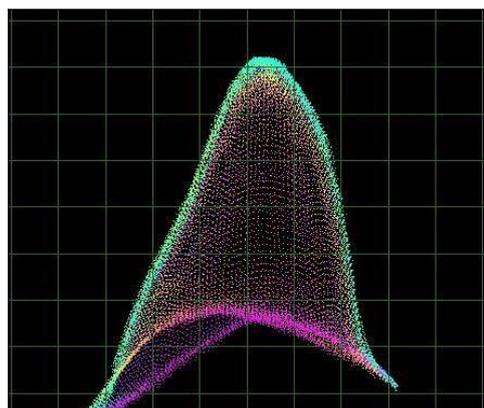


Рис. 51. Выбор наиболее удобного для фрезерования расположения культи в пространстве при центровке

В системе DigiDent используются три типа компьютерного моделирования каркаса искусственной коронки зуба.

**Первый тип** напоминает восковое моделирование с использованием погружного воска, когда на культе зуба создается восковой каркас равномерной толщины (рис. 52, 53).

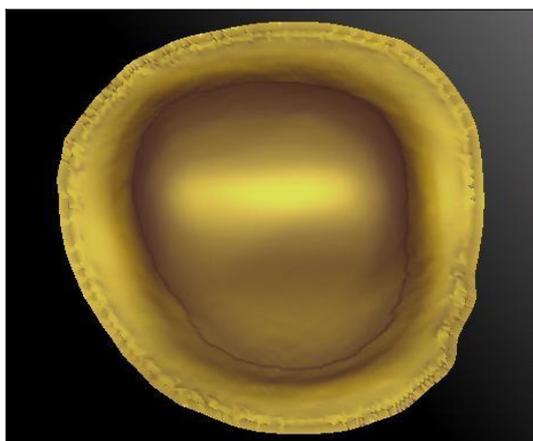


Рис. 52. Смоделированный в компьютере каркас будущей коронки (вид сверху)

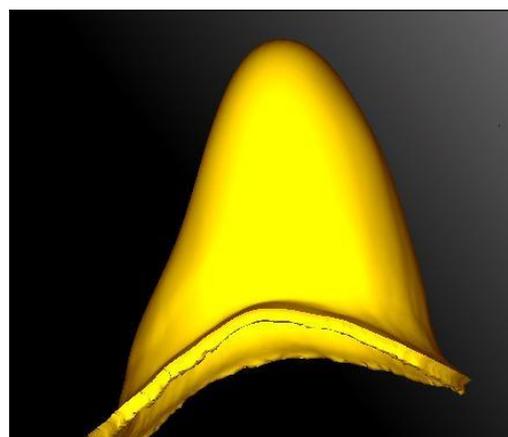


Рис. 53. Вид каркаса сбоку

В программе можно изменять следующие параметры:

- минимальную толщину стенки. Этот параметр зависит от вида фрезеруемого материала (для оксида циркония — 0,3–0,4 мм, для титана — 0,5 мм);
- толщину цементной пленки (зависит от вида цемента);
- уровень наиболее плотного прилегания каркаса (не задается место для цемента).

При фрезеровке каркаса возможны микросколы по краю, поэтому он моделируется с излишком (по краю создается так называемая «нубочка», которую потом техник удаляет вручную). Ее параметры также закладываются в программу. Три значка в левом нижнем углу обозначают различ-

ные виды препарирования культи: с параллельными стенками, нормальное препарирование, с конусными стенками (рис. 54–57).

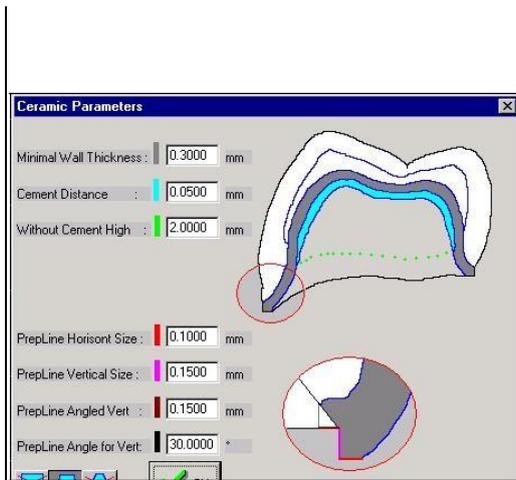


Рис. 54. Параметры будущей культи



Рис. 55. Отфрезерованный и инфильтрованный стеклом определенного цвета каркас из In-Ceram циркония на модели



Рис. 56. Каркас, облицованный керамикой Vitadur Alfa фирмы Vita



Рис. 57. Вид коронки в полости рта

**Второй тип** соответствует методу срезания (cut-back): из виртуальной библиотеки зубов, заложенной в программе, выбирается подходящий и устанавливается на культю. В библиотеке заложены три варианта для каждого зуба по типу строения лица. Зуб подгоняется по размеру и форме, и затем делают срезание на заданную толщину (рис. 58, 59 а, б).

Устанавливается величина, на которую происходит срезание, высота гирлянды (т. е. высота несрезаемой части), различные варианты гирлянды. Затем вручную регулируется наложение анатомической формы на культю и область срезания.

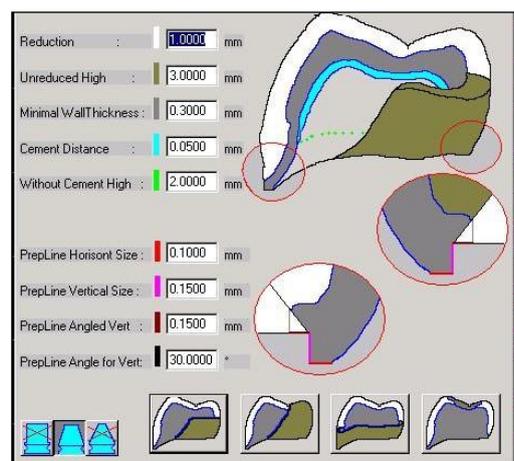
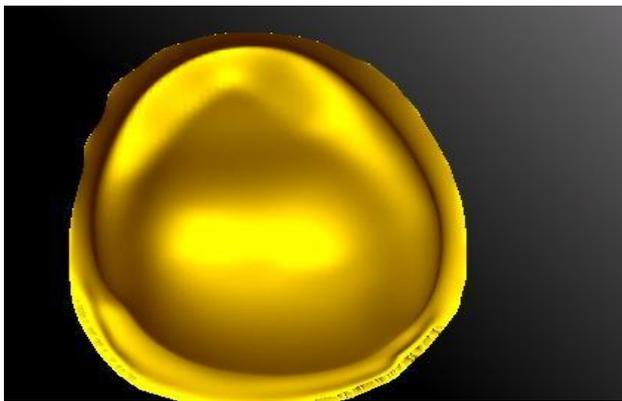


Рис. 58. Параметры срезания с анатомической коронки



*а*



*б*

Рис. 59. Каркас смоделирован методом срезания (cut-back) с небной гирляндой:  
*а* — вид сверху; *б* — вид сбоку

**Третий тип** позволяет создать идеальную реставрацию. Можно смоделировать будущую коронку из воска на модели, отсканировать (воск покрывают слоем жидкой копирки из окклюзионного спрея или готовят гипсовую модель для сканирования) и занести в виртуальную библиотеку. Затем выполняется компьютерное моделирование каркаса по методу cut-back с учетом особенностей коронки.

#### **Заключение**

1. Практически все CAD/CAM-системы находятся в стадии постоянного совершенствования и обновления.

2. Современные CAD/CAM-системы сравнялись по своим возможностям в моделировке и видам конструкций несъемных протезов с традиционным, восковым методом изготовления каркасов.

3. Программа компьютерного моделирования в системе DigiDent, в отличие от некоторых других систем, создана таким образом, что пользователь может выбрать несколько способов решения одной и той же задачи. Поскольку нет строго запрограммированной, догматической последовательности действий, промежуточные результаты всегда можно сохранить в виде файлов и при необходимости к ним вернуться. С одной стороны, это создает сложности для пользователя, не знающего компьютер, с другой — предоставляет простор для творчества.

4. Использование CAD/CAM-системы требует от зубного техника хороших навыков работы с компьютером.

Некоторые CAD/CAM-системы (например, Procera) перешагнули 15-летний рубеж доказанной успешной клинической практики. Это позволяет врачам широко использовать возможности этих систем в своей практике, а не рассматривать их как научную «диковинку».

Керамические реставрации, изготовленные с помощью современных стоматологических CAD/CAM-систем, являются надежной и эстетичной альтернативой обычным способам изготовления керамических конструкций и могут обеспечить хороший результат протезирования.

## Список литературы

1. Вольвач, С. И. Автоматизированные технологии изготовления реставраций. Основные тенденции развития / С. И. Вольвач // Новое в стоматологии. 2002. № 3 (103). С. 9–23.
2. Лебедеко, И. Ю. Компьютерные реставрационные технологии в стоматологии. Реальность и перспективы / И. Ю. Лебедеко, А. Б. Перегудов, С. М. Вафин // Панорама ортопед. стоматологии. 2002. № 2. С. 40–45.
3. Полховский, Д. М. Восстановление разрушенных зубов цельнокерамическими коронками, изготовленными с помощью технологии автоматизированного производства зубных протезов / Д. М. Полховский // Мед. новости. 2009. № 15. С. 59–63.
4. Полховский, Д. М. Виды стоматологической керамики / Д. М. Полховский // Современная стоматология. 2010. № 2. С. 68–71.
5. *Dentinal tubule anastomosis. A potential factor in adhesive bonding?* / R. F. Chappell [et al.] // J. Prosthet Dent. 1994. Vol. 72. P. 183–188.
6. *In-vitro evaluation of the mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic* / V. Covacci [et al.] // Biomaterials. 1999. Vol. 20. P. 371–376.
7. *Zuverlaessigkeit und Festigkeit vollkeramischen Zahnersatzes, hergestellt im DCM – Verfahren* / F. Filser [et al.] // Int J. Computerized Dent. 2001. Vol. 4. S. 89–106.
8. *All-ceramic dental bridges by direct ceramic machining (DCM)* / F. Filser [et al.] // Bioceram Proc Int Symp Ceram Med. 1997. Vol. 10. P. 433–436.
9. *Geis-Gerstorfer, J. Untersuchungen zum Ermuedungsverhalten der Dentalkeramien Zirkonoxid — TZP und InCeram* / J. Geis-Gerstorfer, P. Faessler. Dtsch Zahnaerztl. 1999. Vol. 54. S. 692–694.
10. *Tissue compatibility and stability of new zirconia ceramic in vivo* / Y. Ichikawa [et al.] // J. Prosthet Dent. 1992. Vol. 68. P. 322–326.
11. *Kern, M. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability* / M. Kern, S. Wegner // Dent Mater. 1998. Vol. 4. P. 64–71.
12. *Kronen aus Hochleistungskeramik* / R. Luthard [et al.] // Dtsch Zahnaerztl. 1998. Vol. 53. S. 280–285.
13. *Mjor, A. The density and branching of dentinal tubules in human teeth* / A. Mjor, I. Nordahl // Archs Oral Biol. 1996. Vol. 41. P. 401–412.
14. *Mormann, W. H. The evolution of the CEREC system* / W. H. Mormann // J. Am. Dent. Assoc. 2006. Vol. 137. P. 7–13.
15. *Mutobe, Y. In harmony with nature : Esthetic restoration of a nonvital tooth with IPS-Empress all-ceramic material* / Y. Mutobe, T. Maruyama, S. Kataoka // Quintessence Dent Technol. 1997. Vol. 20. P. 83–106.
16. *Permeability of dentin to adhesive agents* / D. H. Pashley [et al.] // Quintessence Int. 1993. Vol. 24. № 9. P. 618–631.
17. *Siebert, C. Spinell/Luminary porcelain : natural light optics for anterior crowns* / C. Siebert, N. Thiel // Quintessence Dent Technol. 1996. Vol. 19. P. 43–49.
18. *Klinische Studie von Zirkonoxidbruecken im Seitenzahnggebiet, hergestellt mit dem DCM-System* / B. Sturzenegger [et al.] // Acta Med. Dent. Helv. 2000. Vol. 5. S. 131–139.
19. *Belastbarkeit vollkeramischer Seitenzahnbruecken aus neuen Hartkernkeramiken* / J. Tinschert [et al.] // Dtsch Zahnaerztl. 2000. Vol. 55. S. 610–61