

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

**ПРОТЕЗИРОВАНИЕ
НЕСЪЕМНЫМИ
БЕЗМЕТАЛЛОВЫМИ
КОНСТРУКЦИЯМИ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2023

УДК 616.314-089.28/.29(075.8)

ББК 56.6я73

П78

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве
учебно-методического пособия 15.03.2023 г., протокол № 3

А в т о р ы: А. С. Борунов, С. В. Ивашенко, А. А. Остапович, Т. В. Крушинина,
Г. А. Ермолаев

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц., зав. каф. ортодонтии Я. И. Тимчук; каф.
консервативной стоматологии

Протезирование несъемными безметалловыми конструкциями : учебно-методи-
П78 ческое пособие / А. С. Борунов [и др.]. – Минск : БГМУ, 2023. – 40 с.

ISBN 978-985-21-1411-0.

Рассматриваются методики изготовления коронок и мостовидных протезов с применением безме-
талловой керамики. Систематизирована информация по данной тематике и представлены новые тех-
нологии и конструкционные материалы.

Предназначено для студентов 3–5-го курсов стоматологического факультета.

УДК 616.314-089.28/.29(075.8)

ББК 56.6я73

Учебное издание

Борунов Александр Семенович
Ивашенко Сергей Владимирович
Остапович Алексей Андреевич и др.

**ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НЕСЪЕМНЫМИ
БЕЗМЕТАЛЛОВЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск А. С. Борунов
Редактор Ю. В. Киселёва
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 10.08.23. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Хероx office».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,1. Тираж 39 экз. Заказ 569.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1411-0

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2023

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Тема: «Протезирование несъемными безметалловыми конструкциями».

Общее время занятий. Изучается в рамках дисциплины «Ортопедическая стоматология»:

– в разделе «Ортопедическое лечение дефектов коронок зубов и зубных рядов» в темах: «Введение. Ортопедическое лечение дефектов коронок зубов вкладками и винирами», «Ортопедическое лечение дефектов коронок зубов искусственными коронками», «Ортопедическое лечение при полном отсутствии коронки зуба», «Ортопедическое лечение дефектов зубных рядов мостовидными протезами. Этиология, патогенез, клинические проявления, диагностика, дифференциальная диагностика, лечение» в объеме 82 аудиторных часа;

– в разделе «Поликлиническая ортопедическая стоматология» в темах «Лечение и реабилитация пациентов с патологией твердых тканей зубов», «Лечение и реабилитация пациентов с дефектами зубных рядов» в объеме 48 аудиторных часов.

Дефекты коронок зубов и зубных рядов составляют значительную часть стоматологической ортопедической патологии. В связи с этим у пациентов возникают затруднения с пережевыванием пищи, а при дефектах в переднем отделе — эстетические проблемы. Поэтому изготовление высокоэстетичных ортопедических конструкций является важным шагом для нормализации качества жизни пациентов.

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 изготовления различных несъемных ортопедических конструкций.

Цель занятия: научить студентов оказывать ортопедическую стоматологическую помощь пациентам с дефектами коронок зубов и зубных рядов с применением ортопедических конструкций из безметалловой керамики.

Задачи занятия:

1. Научиться обследовать, ставить диагноз, выбирать конструкцию протеза пациентам с дефектами коронок зубов и зубных рядов.
2. Ознакомиться с материалами для изготовления керамических протезов с помощью системы CEREC.
3. Изучить показания и противопоказания к применению ортопедических конструкций из безметалловой керамики.
4. Овладеть общими принципами и методами препарирования зубов для изготовления ортопедических конструкций из безметалловой керамики.

5. Овладеть практическими навыками получения анатомических оттисков из различных слепочных материалов.

6. Научиться подготавливать модели к сканированию

7. Изучить последовательность этапов при изготовлении цельнокерамической (однослойной) коронки по технологии CEREC в режиме моделирования «База данных».

Требования к исходному уровню знаний. Для полного усвоения темы студенту необходимо повторить из следующих дисциплин:

– анатомии человека: анатомическое строение верхней и нижней челюстей;

– гистологии, цитологии, эмбриологии: морфологические особенности строения твердых тканей зуба;

– общей стоматологии: клиническое материаловедение и лабораторная техника;

– терапевтической стоматологии: лечение дефектов коронок зубов;

– хирургической стоматологии: удаление корней зубов, не пригодных к протезированию.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Анатомическое и гистологическое строение челюстей.

2. Основные и вспомогательные материалы для изготовления зубных протезов.

3. Терапевтическое лечение пациентов с дефектами коронок зубов.

4. Специальная хирургическая подготовка полости рта пациентов с частичным отсутствием зубов.

5. Ортодонтическое лечение феномена Попова–Годона.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Методы изготовления керамических зубных протезов.

2. Сравнительные характеристики систем протезирования типа «композит + волоконный каркас».

3. Клинико-лабораторные этапы изготовления коронок и несъемных ортопедических конструкций из безметалловой керамики по методике CEREC.

4. Методы препарирования зубов для изготовления коронок и несъемных ортопедических конструкций из безметалловой керамики.

5. Методы получения анатомических оттисков из различных слепочных материалов.

6. Отливка моделей и подготовка их к сканированию.

7. Припасовка, наложение и фиксация несъемных ортопедических конструкций из безметалловой керамики.

8. Методы снятия и трепанации цельнокерамических коронок.

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 принимая 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, существует риск возникновения непереносимости материала, особенно в случаях использования в металлических каркасах неблагородных сплавов (например, никеля, кобальта, хрома). Поэтому непрерывное совершенствование стоматологии направлено на создание биосовместимых и высокоэстетичных материалов нового поколения, к которым можно в полной мере отнести безметалловую керамику.

Керамика является лидером в восстановительной стоматологии благодаря тому, что обладает цветостабильностью, высокой эстетичностью, гипоаллергенностью и химической стабильностью по сравнению с композитами. Особо следует подчеркнуть, что любые микропротезы будут более физиологичны, чем пломбы, так как зубной техник изготавливает их с учетом не только плотных апроксимальных контактов, но и анатомии окклюзионных поверхностей, что невозможно с точностью повторить в случае обширной пломбы. Очевидна и гнатологическая целесообразность микропротезирования. Керамика позволяет восстановить такие же 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, которые иногда вызывают 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).

В настоящее время выделяют 2 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;
- время изготовления протезов и затраты паковочных масс, моделировочных восков, электроэнергии и прочие факторы такие же, как и при использовании металлокерамики.

Основные *методы изготовления керамических зубных протезов:*

- 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.



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

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 подобранному 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 получают реставрации, которые после адгезивной фиксации едва ли можно отличить от естественных зубов (рис. 1).

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

Процесс изготовления мостовидных протезов с помощью техники наложения включает следующие этапы:

1. С обработанных зубов (рис. 2, *а*) снимают слепок (рис. 2, *б*).
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 повышается температура нагрева, воск вытекает, сгорает, и в цилиндре остается канал для заполнения его стеклокерамической массой.
4. При температуре 900 °С цилиндр выдерживают 2 ч. В подготовленный канал помещают заготовку, по цвету соответствующую будущим зубам, и вместе с цилиндром устанавливают в автоматизированную прессовочную печь.
5. Прессование длится примерно 1 ч. 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, а полученные заготовки зубов очищают. Получают основу, составляющую $\frac{2}{3}$ готового зуба или другого зубного восстановления.

Последующие этапы почти полностью повторяют процесс нанесения фарфоровой массы на металлический каркас (рис. 2, *в*).

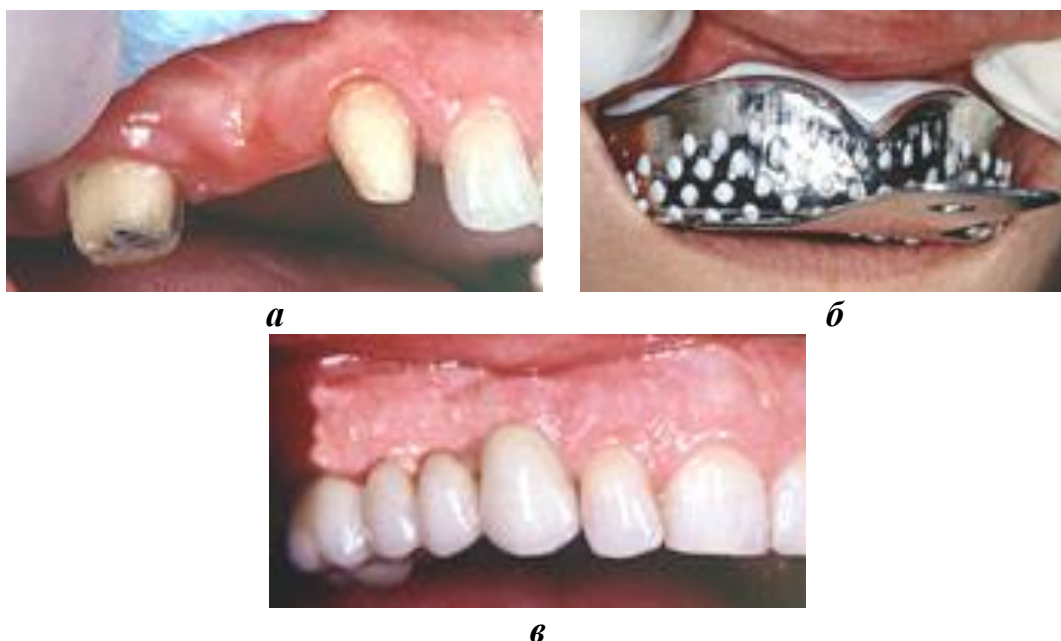


Рис. 2. Этапы изготовления мостовидного протеза с опорой на зубах 13, 16 с помощью техники наложения:

а — вид отпрепарированных опорных зубов; *б* — получение оттиска; *в* — вид протеза после фиксации

Системы типа «композит + волоконный каркас» (Sculpture/FibreKor, Artglass и др.). В настоящее время при изготовлении зубных протезов широко применяются стекловолокна, керамические волокна (иногда их тоже называют стекловолокнами) и полиэтиленовые волокна.

Волокна приобретают прочность за счет пропитки смолой или текучими композитами. Пропитка может осуществляться либо в заводских условиях (преднаполненные), либо непосредственно перед использованием или во время его. Сравнительные характеристики различных волокон представлены в табл. 1. Как показывают данные, наибольшей прочностью, не уступающей сплавам недорогих металлов (до 1000 МПа), обладают стекловолокна (FibreKor), преднаполненные смолой (за счет полной однородности после полимеризации).

Физические свойства FibreKor представлены в табл. 2.

Таблица 1

Сравнительные характеристики волокон

Название	Тип	Наполнение	Цвет	Прочность на изгиб, МПа
FibreKor	Наполненные смолой стекловолоконные полосы для каркаса	Волокна, предварительно наполненные смолой	Оттенки А, В, С, D и Clear	1000
GlasSpan	Гибкие керамические нити	Ручное наполнение смолой	Один оттенок	500
Connect	Полиэтиленовые волокна	Ручное наполнение смолой	Один оттенок	300
Ribbon	Полиэтиленовые волокна	Ручное наполнение смолой	Один оттенок	200

Таблица 2

Физические свойства волокна FibreKor

Характеристики	Тестовый метод	Результат
Прочность, 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 ³	ANSI/ADA-27	1,0
Растворимость, мкг/мм ³	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.

Если керамические волокна наполняются при помощи композита перед применением, то возможны их 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, мерлендский 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. Керомеры 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. Рассмотрим физические свойства керомеров на примере Sculpture (табл. 3).

Таблица 3

Физические свойства Sculpture

Характеристика	Opaque	Dentin	Incisal	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 ³	9,9	12,5	7,8	–
Растворимость, мкг/мм ³	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.

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).

Таблица 4

Истираемость антагонистов

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

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 также обеспечивает высокую эстетику реставраций. Кроме того, следует отметить наличие большого количества модификаторов, специальных эффектов и интенсивных красителей облицовочного материала Sculpture и 5-цветную гамму стекловолокна FibreKor. Наличие компонента для глазуковки 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/мм³/год) определяет высокую устойчивость к изменению первоначального цвета реставраций (стойкость цвета приблизительно в 1,8–2 раза выше, чем у традиционных композитов).

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

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

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

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

Немаловажным фактором в сравнении с металлокерамикой является **экономия времени** (табл. 7) **и стоимости вспомогательных материалов**, когда нет необходимости отливки и обработки металлического каркаса. Кроме того, для Sculpture/FibreKor характерна 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/FibreKor 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 культиях 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 и соответствующего оттенка, которые укладываются друг на друга на стекле и разглаживаются во избежание пустот чистым металлическим инструментом (гладилкой). С использованием смолы FibreKor Special Resin 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 готовят дугу из 2–3 полос FibreKor размером 6 мм. После этого на окклюзионные поверхности колпачков опор наносят тонкий слой смолы FibreKor Special Resin, подготовленную дугу FibreKor устанавливают на окклюзионные поверхности колпачков опор по всей длине буду-

щего протеза и хорошо адаптируют ее к основе. Эта дуга не должна быть шире колпачков опор. Этап завершается светополимеризацией конструкции с помощью Spectra-Lite 990 в течение 40–45 с на каждый ее участок, что обеспечивает полноценную светополимеризацию всей конструкции.

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

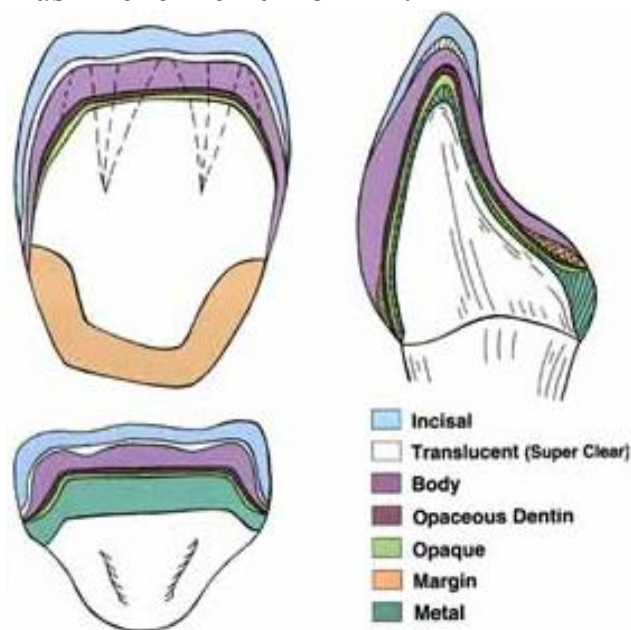


Рис. 3. Метод нанесения слоев Sculpture

На 4-м этапе послойно (при толщине слоя до 1 мм) моделируют зубной протез материалом Sculpture, обеспечивая нужные форму, размер и цвет протеза (рис. 3). Каждый нанесенный слой необходимо светополимеризовать в течение 120 с, применяя Cure-Lite Plus или Spectra-Lite 990.

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;
 - 3-й этап — нанести бонд двойного отверждения (ExiTE F DSC, Luxa-Bond), продуть воздухом, не полимеризовать.

2. Подготовка культы 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 F DSC) на 20 с, не полимеризовать.

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

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

Сначала в полости рта измеряют с помощью стоматологической нити или фольги необходимую длину стекловолоконной ленты. Затем ножницами отрезают кусок стекловолоконной ленты нужной длины. При выполнении этого этапа лента удерживается исключительно пинцетом, чтобы избежать 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 на концы стекловолоконной ленты укладывают композиционный материал, шплинт 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 отделку (шлифовку). Полировку изготовленного протеза лучше сделать в следующее посещение пациента.

В заключение приведены сравнительные характеристики некоторых наиболее популярных систем протезирования типа «композит + волоконный каркас» (табл. 8).

**Сравнительная характеристика систем Sculpture/FibreKor,
Artglass, Targis/Vectris и Belleglass**

Показатель	Sculpture/FibreKor	Artglass	Targis/Vectris	Belleglass
Истираемость, мкм/год	3	24	–	–
Прочность, МПа	1000	100	–	145
Полимеризация	Световая, термовакуумная, световая под давлением (для глазури)	Световая	–	Термополимеризация, полимеризация под давлением инертного газа
Область применения	Вкладки, накладки, виниры, коронки, мосты, в том числе на металлической основе	Накладки, вкладки, в том числе на металлической основе	–	Вкладки и накладки на металлической основе
Базис	PCDMA	UDMA	–	UDMA
Сорбция воды	Низкая	Более высокая	–	–
Наполнитель, %	74,4	–	–	74
Глазуровка	Термовакуумная без оксидированного слоя	–	Не предусмотрена	Не предусмотрена
Возможность ремонта	При необходимости	–	–	Не рекомендуется
Содержание поликерамического материала, г	405	–	126	–
Длина реставрации	Любая, но расстояние между опорными точками не должно превышать 30 мм	–	Не более 3 единиц	–
Полировка	Легкая	–	Очень трудная	–
Биосовместимость	Полная	–	Частые аллергические реакции	–
Способ крепления	Каркас полностью закрывается компокерамикой	–	Крепится непосредственно на структуру зуба. Подгонка внутренних частей реставрации производится за счет потери в прочности каркаса	–

ПРОТЕЗИРОВАНИЕ ИЗ МАТЕРИАЛА ВІОНРР

ВіОНРР (Biocompatible High Performance Polymer) представляет собой частично кристаллический, термопластичный и стойкий к воздействию высоких температур высокоэффективный полимер на основе РЕЕК (polyetheretherketon — полиэфирэфиркетон, рис. 4), наполненный неорганическими связанными микрочастицами диаметром в пределах $< 0,5$ мкм. Таким образом полимер сохраняет физиологическую эластичность, которая благодаря добавлению керамики дополнена жесткостью и хорошими полировочными свойствами.

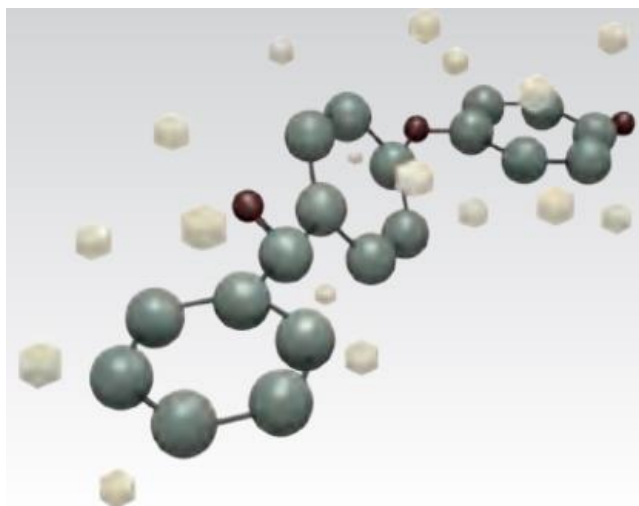


Рис. 4. Структурная формула молекулы РЕЕК (белым облаком обозначен керамический наполнитель, обеспечивающий механические свойства материала, соответствующие требованиям, необходимым для применения материала при зубном протезировании)

Механические преимущества ВіОНРР:

1. Абсорбция ударной нагрузки: в форме абатмента поддерживает остеоинтеграцию имплантатов, обеспечивает немедленное протезирование.
2. Способность к скручиванию: подобно здоровым костям обеспечивает очевидное физиологическое естественное скручивание челюстной пластинки.
3. Прочность: исследования подтверждают пригодность материала ВіОНРР для создания больших мостовидных конструкций шириной до 16 мм.
4. Оптимальная способность к облицовке: ВіОНРР достигает характеристик сцепления, превосходящих наилучшие показатели керамики.
5. Удобство в обработке: полимер ВіОНРР легко дополнительно шлифуется и полируется даже во рту без потери качества структуры материала.
6. Передача пиковых нагрузок при жевании на челюстную кость. ВіОНРР компенсирует отсутствие естественного демпфирования шарпеевыми волокнами. Эластичность ВіОНРР снижает пиковые нагрузки при жевании и обеспечивает передачу силового воздействия через имплантат на кость в течение более продолжительного времени. Это дает возможность немедленного протезирования с помощью имплантатов и оптимальную остеоинтеграцию.

Биологические преимущества BioHPP:

1. Биосовместимость: BioHPP является медицинским продуктом класса IIa, отвечающим всем требованиям соответствующих стандартов DIN (Deutsches Institut für Normung — Немецкий институт по стандартизации), не цитотоксичен и поэтому биологически совместим.

2. Отсутствие металлов: исключает ионообмен, не вызывает аллергию, без привкуса металла.

3. Устойчивость к зубному налету: официальный протокол полирования BioHPP обеспечивает такую гладкость поверхности, которая частично превышает качество самых успешных облицовочных материалов. Основанием этого является незначительная зернистость в пределах < 5 мкм связываемых неорганических микрочастиц. Кроме того, незначительное водопоглощение в пределах $6,5$ мкг/мм³ предотвращает отложение налета, а значит — возникновение запаха и изменение цвета.

4. Бережное обращение с десной: благодаря высокой биологической восприимчивости и интегрируемости материала крайне облегчается его воздействие на мягкие ткани, например индивидуальные абатменты из BioHPP оптимально пригодны в качестве одноразовых абатментов для немедленного протезирования.

5. Удобство полирования и чистки. BioHPP удобен для чистки мягкой зубной щеткой самим пациентом без повреждения поверхности. В кабинете профессиональной чистки зубов и в медицинском кресле чистка мягким абразивным средством, а также последующая полировка обычными инструментами выполняются абсолютно комфортно. Достигается шероховатость поверхности в пределах $0,05$ мкм (рис. 5), которая является очень хорошей основой против изменения цвета и образования отложений. При непосредственном сравнении качество полирования полимера BioHPP превышает характеристики самых лучших протезов и полимерных облицовочных материалов.

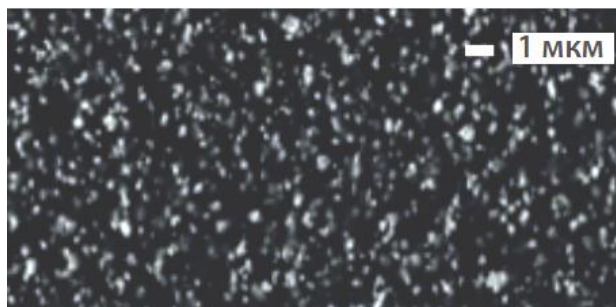


Рис. 5. Однородная и мелкозернистая поверхность BioHPP при 1000-кратном увеличении под электронным микроскопом

Преимущества для протезирования из BioHPP:

1. Стабильность: благодаря очень высоким характеристикам механической прочности полимер BioHPP пригоден для изготовления особенно больших мостовых конструкций (с шириной до 16 мм) и для съемных зубных протезов, в том числе имплантатов.

2. Сопротивляемость износу: телескопические конструкции из BioНРР демонстрируют долговечность фрикционной функции.

3. Легкость: конструкции из BioНРР в 4 раза легче протезов из диоксида циркония.

4. Окраска под цвет зубов: внешние области, выполненные из полимера BioНРР (предлагается в белом цвете и под цвет зубов), неотличимы от натуральных тканей; при облицовке отсутствует необходимость компенсации темных зон (рис. 6).

5. Естественные вкусовые ощущения: вес, теплопроводность, эластичность, гладкость и физиологическая интегрированность в систему организма создают условия, при которых пациент забывает о том, что он носит протез.



Рис. 6. Мостовидный протез из материала BioНРР

Показания для протезирования из материала BioНРР:

1. Несъемные зубные протезы:

- одиночные коронки;
- мостовидные протезы (максимально 2 промежутка);
- адгезионные мостовидные протезы (Мериленд).

2. Съемные зубные протезы:

- супраконструкции имплантатов с фрикционными элементами и без них;
- вторичные элементы для телескопических коронок и балочных конструкций;
- первичные коронки.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПАРИРОВАНИЯ ЗУБОВ ПОД БЕЗМЕТАЛЛОВУЮ КЕРАМИКУ

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. 7, а) и усеченной головкой для прямого уступа (90°) (рис. 7, б).

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).

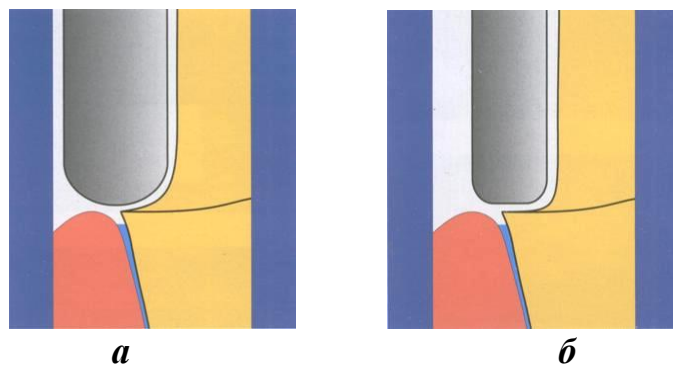


Рис. 7. Цилиндрический алмазный инструмент:
a — с закругленной головкой; *б* — с усеченной головкой

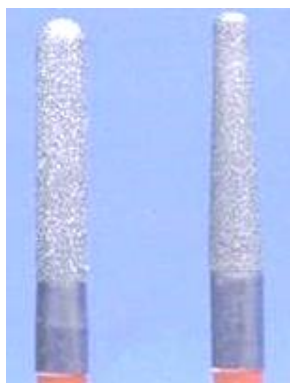


Рис. 8. Алмазные инструменты
 с зернистостью 30 мкм

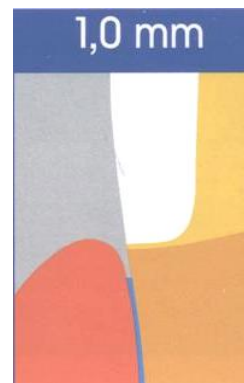


Рис. 9. Толщина препарирования зуба

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 препарлируемого зуба от 6 до 8°. Также закругляются внутренние углы, так как отпрепарированный зуб не должен иметь острых краев (минимальный радиус — около 0,4 мм).

4. При препарировании в области режущего края (incisale) с эстетической точки зрения 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).

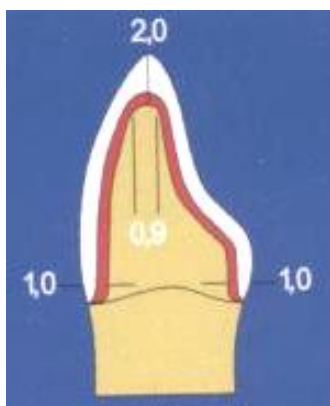


Рис. 10. Схема препарирования зуба



Рис. 11. Препарирование зуба в полости рта

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

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

7. При препарировании 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 препарированного зуба от 3 до 4°. Переходы между аппроксимальными и окклюзионной поверхностями следует закруглять (рис. 13).



Рис. 12. Препарирование с использованием ромбовидного бора

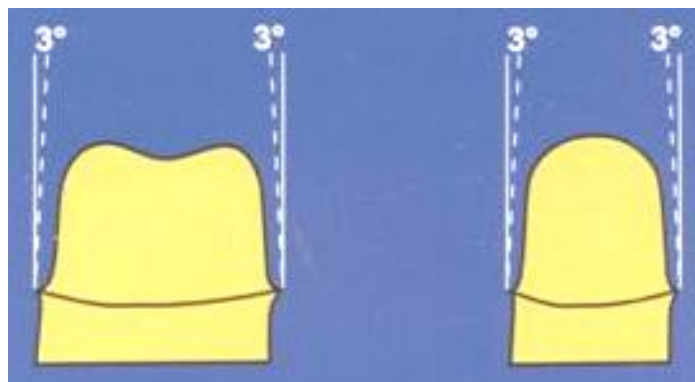


Рис. 13. Препарирование жевательных зубов

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° . Это способствует лучшему программному отображению при фрезеровке.

Во время изготовления мостовидных конструкций для замещения 2 и более зубов необходимо включать в конструкцию большее число опорных зубов, поэтому для контроля правильности препарирования зубов нужно снимать оттиск альгинатной массой с последующим изготовлением модели из быстротвердеющего гипса (например, Artikulations gips). Контроль возможен уже через несколько минут.

Для снятия более точного оттиска применяют ретракционные нити, например Ultrapak, Ultradent. Необходимо использовать технику ретракции десны «двойной нити», при которой первая тонкая нить помещается в зубодесневую бороздку и остается там во время снятия оттиска (рис. 17). 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. Ретракция десны техникой «двойной нити» в полости рта



Рис. 18. Схема расположения ретракционных нитей в зубодесневой бороздке

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

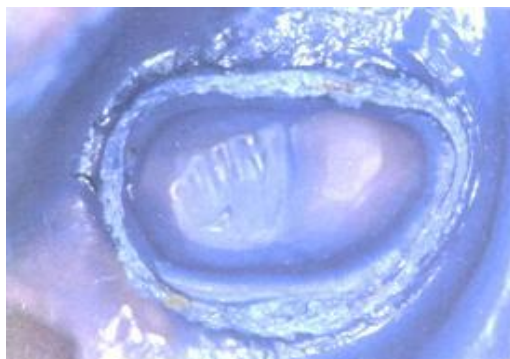


Рис. 19. Силиконовый двуслойный оттиск зуба, препарированного под керамическую коронку



Рис. 20. Адгезив для оттискных ложек

Снятие оттиска проводится с соблюдением общепринятых принципов.

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

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

Для адгезивной фиксации цельнокерамических конструкций могут быть рекомендованы композитные цементы двойного отверждения, например Variolink, RelyX, Maxcem Elite. Для временной фиксации можно использовать безэвгенольные материалы Temp-Bond, TempoCem.



Рис. 21. Заполнение коронки фиксирующим материалом

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



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 использовать шаровидные алмазные боры с зернистостью 125–150 мкм с прерывистым препарированием при максимальном водяном охлаждении (рис. 26, 27).



Рис. 26. Трепанация цельнокерамической коронки в полости рта

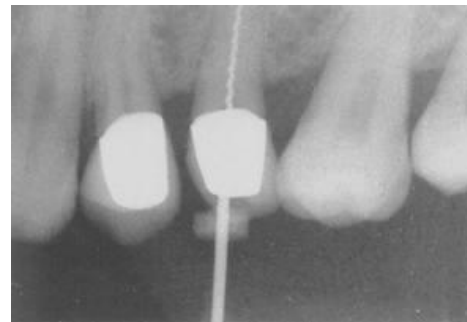


Рис. 27. Дентальная рентгенограмма эндодонтического лечения, проводимого через цельнокерамическую коронку

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 — компьютерное моделирование/компьютеризированное изготовление).

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

Первые стоматологические CAD/CAM-системы появились в середине 1980-х гг. Сегодня известно множество систем, каждая из которых представляет собой высокотехнологичный продукт и постоянно совершенствуется. Наиболее популярными среди стоматологов являются: Amann Girrbach, Sirona, 3Shape, Exocad Technologies, KaVo, Zirconzahn, Vego.

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



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. Сегодня на рынке представлены множество сканеров для внутриворотного сканирования: Trios 4 (3Shape), CEREC Primescan (Dentsply Sirona), Emerald S (Planmeca), Medit i700 и др. Для работы вневоротных 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 мониторе 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 электрических импульсов, управляющих высокоточными движениями изготавливающего инструмента. Различные CAD/CAM-системы используют один из трех вариантов изготовления керамических зубных протезов: фрезерование из готовых керамических блоков, спекание под давлением, осаждение кристаллов методом электрофореза.

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. 9).

Таблица 9

Типы керамических конструкций для различных стоматологических CAD/CAM-систем

CAD/CAM-системы	Виниры	Вкладки, накладки	Коронки, колпачки	Каркасы мостовидных протезов	Индивидуальные головки имплантатов
CEREC 3D Sirona	+	+	+	–	–
CEREC InLab Sirona	+	+	+	+	+
Cercon DeguDent	–	–	+	+	–
Decim Cad.esthetics AB	–	+	+	+	–

CAD/CAM-системы	Виниры	Вкладки, накладки	Коронки, колпачки	Каркасы мостовидных протезов	Индивидуальные головки имплантатов
Etkon Etkon AG	–	–	+	+	–
Everest KaVo	+	+	+	+	–
GN-1 GC International	–	–	+	+	–
DigiDent DentaCAD Hint-ELs	–	–	+	+	–
Lava 3M ESPE	–	–	+	+	–
Medifactoring BEGO Medical AG	–	–	+	+	–
Precident DCS DCS AG	–	–	+	+	–
Procera Nobel Biocare	+	–	+	+	+
Pro 50 Cynovad	+	+	+	+	–
TurboDent System U-Best Dental Technology	+	+	+	+	+
Wol-Ceram Wol-Dent	–	–	+	+	–
ZENO Tec Wieland Dental + Technik GmbH	–	–	+	+	–

Основными направлениями развития стоматологических CAD/CAM-систем являются:

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

2. Увеличение скорости и объема сканирования наряду со стремлением к уменьшению размера сканера.

3. Расширение возможностей 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. Расширение перечня фрезеруемых материалов. Используются титан, сплавы золота, все виды стоматологической керамики, пластмасса, композиты.

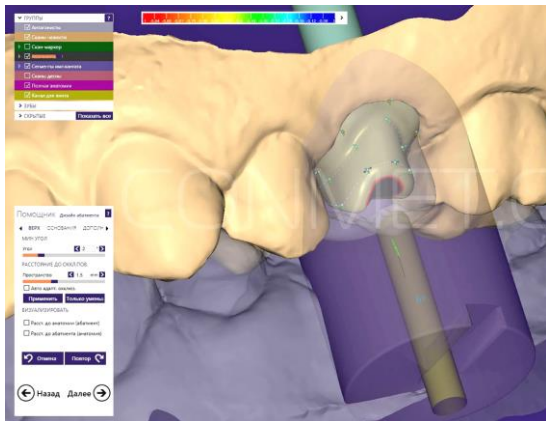


Рис. 30. Моделирование одиночной коронки



Рис. 31. Моделирование коронки с учетом данных аксиографии

5. Увеличение протяженности конструкций. Современные системы позволяют отфрезеровать каркасы протеза протяженностью в 14 единиц из титана или диоксида циркония, упрочненного оксидом иттрия.

6. Использование высокопрочных керамических материалов (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 Primescan для изготовления керамических конструкций непосредственно *в стоматологическом кабинете*.

CEREC Primescan — аппаратный модуль, представляющий собой персональный компьютер, оснащенный оптическим инфракрасным внутриротовым датчиком (рис. 32).



Рис. 32. Аппаратный модуль CEREC Primescan

Инновационный датчик с технологией динамического сканирования глубины позволяет получить максимально достоверные и точные результаты даже на глубине до 20 мм. CEREC Primescan имеет быстрое сканирование с плавным потоком: объединение более 50 000 изображений в секунду и быстрая обработка именно тех данных, которые нужны программному обеспечению. Также имеется увеличенное поле зрения сканера, которое позволяет визуализировать большие области с меньшим количеством движений и мгновенной точностью. Для исключения распространения инфекций в пределах стоматологической клиники имеется три типа различных рукавов, включая автоклавируемые и одноразовые.

С помощью набора инструментов специальной компьютерной программы CEREC 5.1 врач шаг за шагом создает объемную виртуальную модель реставрации на мониторе. Режимы моделирования конструкции в программе CEREC 5.1 представлены в табл. 10.

Таблица 10

Режимы моделирования конструкции в программе CEREC 5.1

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 такого же интактного 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

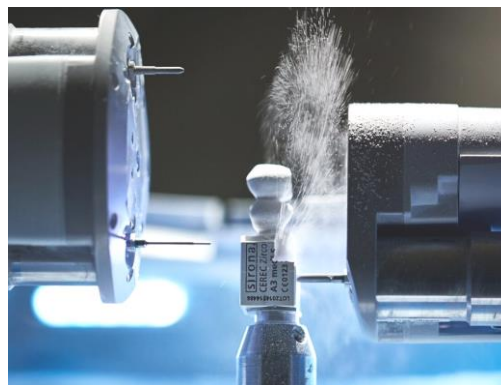
CEREC Primemill — шлифовальный блок, в котором смоделированная ранее конструкция фрезеруется из стандартного керамического блока двумя вращающимися алмазными борами под водяным охлаждением (рис. 33). Используется для изготовления виниров, различных типов вкладок, коронок и колпачков одиночных коронок.

При использовании специальных блоков с двумя фиксаторами можно изготовить каркас мостовидного протеза до 70 мм длиной. В зависимости от сложности поверхности есть возможность использовать боры различной формы и диаметра. Новые высокоточные фрезы толщиной 0,5 мм позволяют изготавливать ортопедические конструкции высокой точности и эстетики.

CEREC MC XL — шлифовальный блок с увеличенной рабочей зоной (рис. 34). 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.



a



б



в

Рис. 33. CEREC Primemill:

a — шлифовальный блок; *б* — фрезерование коронки в аппарате; *в* — стандартный керамический блок



Рис. 34. Аппарат CEREC MC XL

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

– inEos X5 — компактный настольный инфракрасный сканер, позволяющий сканировать гипсовую модель всего зубного ряда с высокой скоростью (рис. 35);

– inLab — шлифовальный блок со встроенным лазерным сканером (рис. 36). Позволяет сканировать фрагмент гипсовой модели до 40 мм длиной с точностью до 50 мкм, затем с помощью компьютерной программы CEREC inLab 3D смоделировать конструкцию на персональном компьютере и отфрезеровать;

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



Рис. 35. Настольный инфракрасный сканер inEos X5



Рис. 36. Шлифовальный блок со встроенным лазерным сканером inLab

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ CAD/CAM

Керамические заготовки, изготовленные промышленным способом, имеют улучшенные физико-механические показатели по сравнению с керамическими конструкциями, выполненными 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 стеклянной фазы 50 % и более;

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. 11).

Керамические материалы для CAD/CAM-системы CEREC

Тип керамики	Матрица	Наполнитель	Торговое название
Частично наполненная стеклокерамика			
Эстетическая	Алюмосиликатное стекло ($\geq 50\%$)	Нефелин и альбит (около 40 %)	VITABLOCS Mark II (VITA Zahnfabrik) VITABLOCS TriLuxe (VITA Zahnfabrik) CEREC Blocs (Sirona)
		Лейцит (40–50 %)	ProCAD (Ivoclar Vivadent) IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent) Paradigm C (3M ESPE)
Высоконаполненная стеклокерамика			
Структурная	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 (70 %)	Vita In-Ceram SPINELL (VITA Zahnfabrik)
		Диоксид циркония (70 %)	Vita In-Ceram ZIRCONIA (VITA Zahnfabrik)
Поликристаллическая керамика			
	Оксид алюминия (100 %)		Vita AL-cubes (VITA Zahnfabrik) Sirona in Coris AL (Sirona)
	Диоксид циркония (95–99 %)	Стабилизатор, иттрий (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 CAD/CAM В РЕЖИМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ
«БАЗА ДАННЫХ»**

Порядок изготовления цельнокерамической коронки:

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 номер зуба, тип реставрации и режим моделирования.
6. На виртуальной модели провести линии сепарации с соседними зубами и очертить рабочую область антагонистов.
7. Очертить границу уступа.
8. Выбрать необходимый вариант морфологии в базе данных зубов.
9. Отредактировать предлагаемую коронку.
10. Проверить окклюзионные и апроксимальные контакты.
11. Предварительно просмотреть виртуальную конструкцию, при необходимости откорректировать ее.
12. Выбрать необходимый тип керамического блока и зафиксировать его в держателе шлифовального модуля CEREC Primemill или CEREC MC XL. Запустить процесс шлифования, по окончании которого извлечь готовую коронку и отделить ее от хвостовика с помощью алмазного инструмента.
13. Проверить в полости рта пациента цвет и форму готовой коронки, избегая смыкания зубов.
14. Отглазуровать коронку в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя.
15. 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.
16. 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. Культа зуба не покрывается лаком.

Рассмотрим на клиническом примере этапы моделирования безметалловой коронки с применением системы DigiDent.

Пациентка А. (28 лет) обратилась в клинику с жалобами на разрушение зуба 21.

St. loc: коронковая часть зуба 21 разрушена на 80 %, перкуссия безболезненна, пальпация в проекции переходной складки безболезненна. На рентгенограмме: корневой канал зуба 21 запломбирован до физиологического отверстия, однороден на всем протяжении.

В зуб 21 была изготовлена и зафиксирована культевая штифтовая вкладка из диоксида циркония. Зуб 21 препарирован под безметалловую ортопедическую конструкцию. Получены оттиски с помощью силиконовых материалов. В зуботехнической лаборатории изготовили безметалловую коронку на зуб 21, которая была припасована и зафиксирована в полости рта.

Этапы компьютерного моделирования каркаса безметалловой коронки в системе DigiDent:

1. Зуб препарировывают под несъемную безметалловую ортопедическую конструкцию (рис. 37).

2. Получают двухслойный одноэтапный оттиск из силиконового оттискного материала (рис. 38).



Рис. 37. Зуб 21, обработанный под коронку из безметалловой керамики

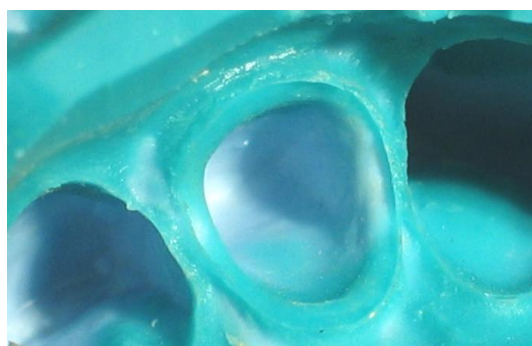


Рис. 38. Двухслойный одномоментный оттиск из А-силикона

3. Отливают разборную гипсовую модель (рис. 39, 40).

4. Подрезают гипсовый штамп препарированного зуба и отмечают на нем границы сканирования (рис. 41, 42).

5. Выбирают в программе номер зуба для сканирования, материал, из которого будет изготовлена ортопедическая конструкция, и вид в конструкции (рис. 43).



Рис. 39. Полностью разборная гипсовая модель



Рис. 40. Гипсовая модель до разрезания (видна конечная линия препарирования)



Рис. 41. Подрезанный гипсовый штампик



Рис. 42. Отмечена граница сканирования на штампике

6. Сканируют гипсовый штамп (рис. 44).

7. Проверяют и корректируют результаты сканирования (рис. 45, 46).

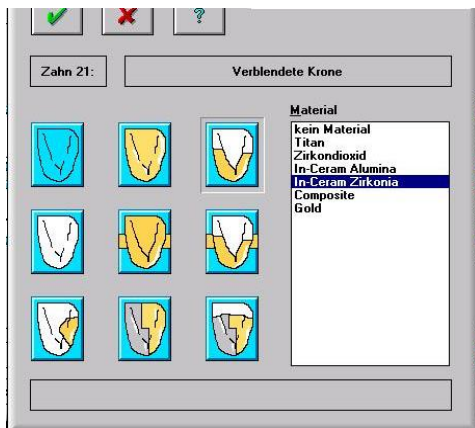


Рис. 43. Номер зуба, вид фрезеруемого материала, вид конструкции в компьютерной программе перед сканированием (в данном случае: зуб 21, цирконий, каркас одиночной коронки для облицовки керамикой)



Рис. 44. Сканирование светом одиночного штампика в сканере DigiScan

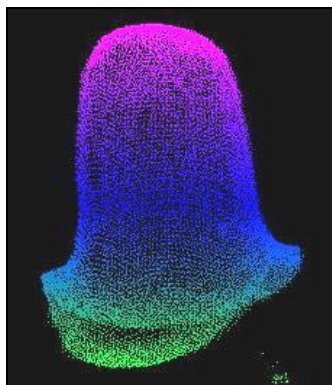


Рис. 45. Результаты сканирования на экране компьютера

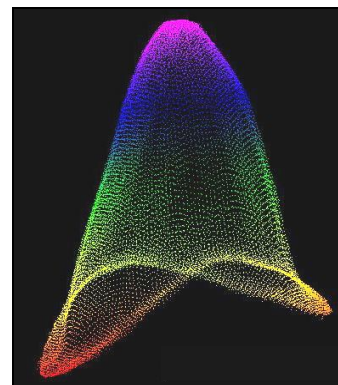


Рис. 46. Отсечение лишних данных

8. Центруют компьютерную модель и определяют положение наиболее удобного для фрезирования расположения культи в пространстве при центровке (рис. 47, 48).

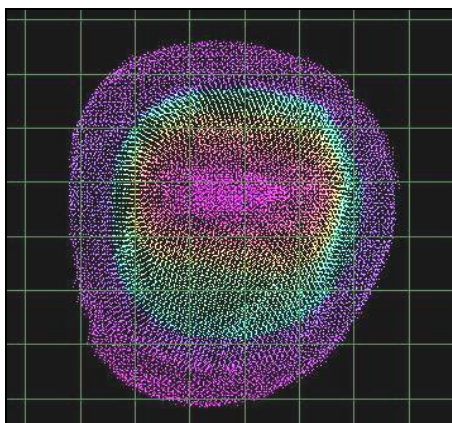


Рис. 47. Центровка компьютерной модели культи в системе координат

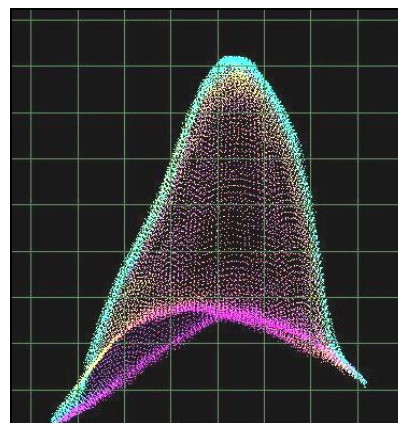
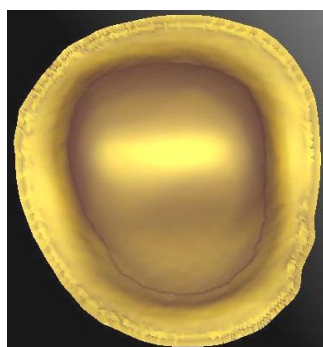


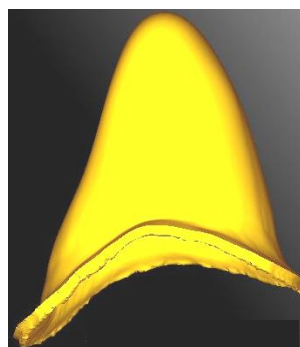
Рис. 48. Выбор наиболее удобного для фрезерования расположения культи в пространстве при центровке

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 создают восковой каркас равномерной толщины (рис. 49).



а



б

Рис. 49. Смоделированный в компьютере каркас будущей коронки:
а — вид сверху; *б* — вид 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 его моделируют с излишком (по краю создают так называемую «юбочку», которую потом техник удаляет вручную). Ее параметры также закладываются в программу. Три значка в левом нижнем углу обозначают различные виды препарирования культи: с параллельными стенками, нормальное препарирование, с конусными стенками (рис. 50–53).

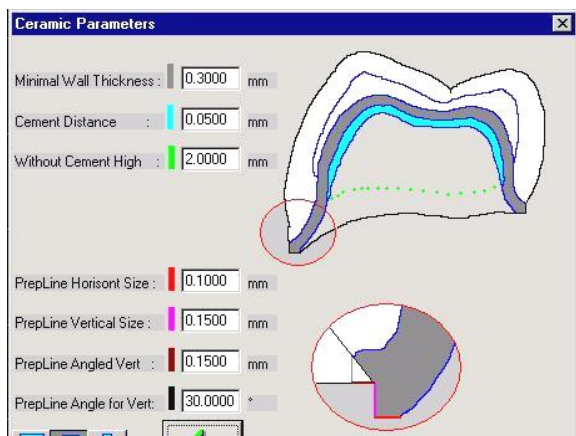


Рис. 50. Параметры будущей культы



Рис. 51. Отфрезерованный и инфильтрованный стеклом определенного цвета каркас из In-Ceram ZIRCONIA на модели



Рис. 52. Каркас, облицованный керамикой Vitadur Alfa фирмы VITA



Рис. 53. Вид коронки в полости рта

Второй тип соответствует методу срезания (cut-back): из виртуальной библиотеки зубов, заложенной в программе, выбирают подходящий и устанавливают на культю. В библиотеку заложены три варианта для каждого зуба по типу строения лица. Зуб подгоняют по размеру и форме, и затем делают срезание на заданную толщину (рис. 54, 55).

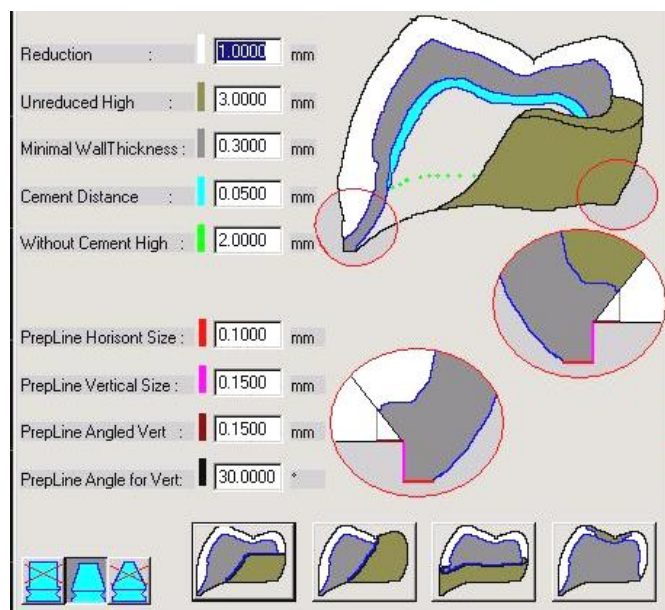


Рис. 54. Параметры срезания с анатомической коронки

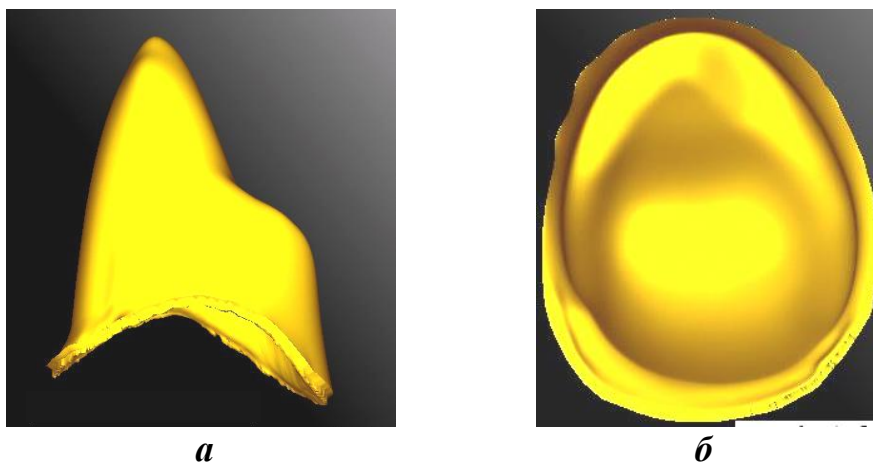


Рис. 55. Каркас смоделирован методом срезания с небной гирляндой:
a — вид сверху; *б* — вид сбоку

Устанавливают величину, на которую происходит срезание, высоту гирлянды (т. е. высоту несрезаемой части), различные варианты гирлянды. Затем вручную регулируют наложение анатомической формы на культю и область срезания.

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 выполняют компьютерное моделирование каркаса по методу срезания с учетом особенностей коронки.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

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 обеспечивают хороший результат протезирования.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

ТЕСТЫ

- 1. При ретракции десны с использованием техники «двойной нити» сначала укладывается:**
 - а) тонкая нить;
 - б) толстая нить;
 - в) не имеет значения.
- 2. Конвергенция стенок зуба при препарировании под безметалловые ортопедические конструкции составляет:**
 - а) 4–6°;
 - б) 1–3°;
 - в) 5–10°;
 - г) 2–5°.
- 3. Первые стоматологические CAD/CAM-системы появились в середине:**
 - а) 1960-х гг.;
 - б) 1990-х гг.;
 - в) 2000-х гг.;
 - г) 1980-х гг.
- 4. К основным методам изготовления керамических зубных протезов относят:**
 - а) спекание на огнеупорной модели или на платиновой фольге;
 - б) горячее прессование по выплавляемым восковым моделям;
 - в) компьютерное фрезерование (CAD/CAM-технология);
 - г) комбинированный метод;
 - д) все вышеперечисленное.
- 5. Режим моделирования ортопедической конструкции, при котором восстанавливаемый зуб сканируется до начала препарирования и затем копируется:**
 - а) корреляция;
 - б) репликация;
 - в) база данных.
- 6. Режим моделирования ортопедической конструкции, при котором копируется поверхность любого зуба:**
 - а) корреляция;
 - б) репликация;
 - в) база данных.
- 7. Режим моделирования ортопедической конструкции, при котором вначале из библиотеки выбирается подходящий шаблон зуба, а затем проводится его индивидуализация с учетом антагонистов:**
 - а) корреляция;
 - б) репликация;
 - в) база данных.
- 8. Во сколько раз конструкции из BioNPP легче протезов из диоксида циркония:**
 - а) в 2 раза;
 - б) в 4 раза;
 - в) в 5 раз;
 - г) в 3 раза?
- 9. Стеклокерамика с содержанием стеклянной фазы 50 % и более:**
 - а) частично наполненная;
 - б) высоконаполненная;
 - в) поликристаллическая.

10. Стеклокерамика с содержанием стеклянной фазы до 30%:

- а) частично наполненная;
- б) высоконаполненная;
- в) поликристаллическая.

11. Стеклокерамика, не содержащая стеклофазу:

- а) частично наполненная;
- б) высоконаполненная;
- в) поликристаллическая.

12. При фиксации керамических коронок с помощью адгезивной техники поверхность препарированного зуба обрабатывают:

- а) 1%-ным соевым раствором;
- б) 37%-ной ортофосфорной кислотой;
- в) 5%-ной плавиковой кислотой;
- г) 0,9%-ным NaCl.

Ответы: 1 — а; 2 — а; 3 — г; 4 — д; 5 — а; 6 — б; 7 — в; 8 — б; 9 — а; 10 — б; 11 — в; 12 — б.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача 1. Пациент О. обратился в клинику с жалобами на боль при накусывании на зуб 46. Из анамнеза: 2 года назад на зуб 46 была изготовлена цельнокерамическая коронка, зуб ранее эндодонтически не был лечен. На рентгенограмме: очаг разрежения костной ткани в области верхушки медиального корня размерами 2 × 1 мм. Коронка зуба 46 была трепанирована и проведено эндодонтическое лечение зуба.

Каким материалом предпочтительнее закрыть трепанационное отверстие?

Задача 2. При отливке гипсовой модели не отобразились четко уступы на отпрепарированных зубах. Зубной техник изготовил коронки, которые в полости рта не доходили до шеек зубов.

- 1. На каком этапе была допущена ошибка?
- 2. Какая тактика врача?

Задача 3. После препарирования зубов 46, 45, 44 получены оттиски с помощью Hydrogum, на следующий день проведено сканирование отлитой модели. Циркониевые коронки отфрезерованы с помощью CEREC. При припасовке коронок в полости рта установлено, что они не доходят до уступа на 0,5 мм.

- 1. Укажите возможные ошибки.
- 2. Ваша тактика.

Задача 4. При адгезивной фиксации цельнокерамической коронки не была проведена обработка коронки 5%-ной плавиковой кислотой с последующей силанизацией.

К чему может привести данная ошибка?

Ответы

Задача 1. Трепанационное отверстие предпочтительнее закрыть композиционным пломбировочным материалом.

Задача 2. 1. Перед получением оттисков не была проведена ретракция десны.

2. Провести ретракцию десны и получить новые оттиски.

Задача 3. 1. Неправильно выбран оттискной материал. Необходимо использовать полисилоксановые и полиэфирные материалы.

2. Выбрать оттискной материал другой группы и получить новые оттиски.

Задача 4. Данная ошибка может привести к расцементировке коронки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виниры (ламинаты) : учеб.-метод. пособие / С. А. Наумович [и др.].* Минск : БГМУ, 2020. 51 с.

2. *Клинико-лабораторные этапы изготовления несъемных зубных протезов : учеб.-метод. пособие / С. А. Наумович [и др.].* Минск : БГМУ, 2015. 35 с.

3. *Наумович, С. А.* Использование керамики для восстановления разрушенных зубов / С. А. Наумович, Д. М. Полховский // Принципы эстетической стоматологии. 2012. С. 59.

4. *Ортопедическая стоматология : учеб. В 2 ч. Ч. 1 / С. А. Наумович [и др.] ; под ред. С. А. Наумовича, С. В. Ивашенко, С. Н. Пархамовича.* Минск : Выш. шк., 2019. 300 с.

5. *Ортопедическая стоматология : учеб. В 2 ч. Ч. 2 / С. А. Наумович [и др.] ; под ред. С. А. Наумовича, А. С. Борунова, С. С. Наумовича.* Минск : Выш. шк., 2020. 335 с.

6. *Пархамович, С. Н.* Особенности подготовки к фиксации безметалловых конструкций зубных протезов. Материалы для фиксации : учеб.-метод. пособие / С. Н. Пархамович, Е. А. Тюкова. Минск : БГМУ, 2017. 20 с.

7. *Полховский, Д. М.* Виды стоматологической керамики / Д. М. Полховский // Современная стоматология. 2010. № 2. С. 68–71.

8. *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.

9. *Препарирование зубов под современные виды ортопедических конструкций : учеб.-метод. пособие / С. А. Наумович [и др.].* Минск : БГМУ, 2020. 32 с.

10. *Клинико-лабораторные этапы изготовления несъемных зубных протезов = Fixed dentures. Algorithm of producing / С. А. Наумович [и др.].* 3-е изд. Минск : БГМУ, 2018. 30 с.

11. *Prosthetic Dentistry / V. P. Nespriadko [et al.].* Житомир : Полісся, 2015. 260 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Введение	5
Системы безметаллового протезирования	5
Протезирование из материала ВІОНРР	15
Особенности препарирования зубов под безметалловую керамику	17
Технология автоматизированного производства керамических протезов.....	22
Материалы для изготовления керамических протезов с помощью технологии CAD/CAM.....	29
Последовательность этапов при изготовлении цельнокерамической (однослойной) коронки по технологии CAD/CAM в режиме моделирования «База данных»	30
Возможности программы компьютерного моделирования каркаса коронки в системе DigiDent.....	31
Самоконтроль усвоения темы.....	37
Список использованной литературы	39