

Министерство здравоохранения Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДЕНО

Решением Учебно-методического совета
ФГБОУ ДПО РМАНПО
Минздрава России
«21» декабря 2016г.

CAD/CAM-СИСТЕМЫ В СТОМАТОЛОГИИ

Учебное пособие

Москва

2016

УДК 616.31-089.23:371.3

ББК 56.6я7

С 409

CAD/CAM-системы в стоматологии: учебное пособие / С.И. Абакаров, А.С. Баландина, Д.В. Сорокин, К.С. Аджиев, С.С. Абакарова, Д.С. Арутюнов; ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016. – 96 с.

ISBN 978-5-7249-2616-4

Цель учебного пособия – ознакомить целевую аудиторию с цифровыми технологиями в стоматологии, понятием и определением CAD/CAM-системы, этапами работы, их дифференциацией. Содержание учебного пособия соответствует содержанию образовательной программы высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации в ординатуре и дополнительной профессиональной программы переподготовки врачей по специальности 31.08.72 «Стоматология общей практики» и по специальности 31.08.75 «Стоматология ортопедическая» (разделы 5 и 6).

В учебном пособии изложена общая характеристика цифровых технологий, их применение, дана классификация стоматологических CAD/CAM-систем, спектр изготавливаемых ими реставраций, показаний и противопоказаний при протезировании пациентов ортопедического профиля, материалов CAD/CAM-конструкций, уточнен адгезивный протокол фиксации фрезерованных реставраций.

Данное учебное пособие разработано и подготовлено сотрудниками кафедры ортопедической и общей стоматологии с участием сотрудников Учебно-методического управления в соответствии с системой стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

Учебное пособие предназначено для врачей-стоматологов, врачей-стоматологов-ортопедов, ординаторов, а также слушателей циклов повышения квалификации врачей-стоматологов по указанным специальностям.

Рубрикация по МКБ-10: Класс XI. Болезни органов пищеварения.

УДК 616.31-089.23:371.3

ББК 56.6я7

Ил. 81, Библиогр.: 13 назв.

Рецензенты: д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии
ФГБОУ ДПО РМАНПО – **Р.В. Ушаков**

д.м.н., проф., заведующая кафедрой гнатологии и
функциональной диагностики ГБОУ ВПО МГМСУ
им. А.И. Евдокимова – **Н.А. Цаликова**

ISBN 978-5-7249-2616-4

© ФГБОУ ДПО РМАНПО, 2016

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

CAD – Computer-Aided Design (компьютерное моделирование)

CAD/CAM – Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
(компьютерное моделирование/компьютерное изготовление)

CAE – Computer-aided engineering (компьютерный инженерный расчёт)

CAM – Computer-aided manufacturing (компьютерное изготовление)

CEREC – chairside economical restoration of esthetic ceramics (клиническая экономичная реставрация из эстетической керамики)

HT – High Translucent (высокая светопроводимость)

MCS – Manufacturing and Consalting Services (производство и консалтинговые услуги)

PLM – Product Lifecycle Management (управление жизненным циклом продукта)

T – Translucent (прозрачный)

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

ПММА (PMMA) – полиметилметакрилат

САПР – система автоматизированного проектирования

ЧПУ – числовое программное управление

ЭВМ – электронная вычислительная машина

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. Технология фрезерования в стоматологии.....	5
Контрольные вопросы.....	9
Глава 2. Характеристика стоматологических CAD/CAM-систем. Их комплектующие. Принципы работы.....	9
Контрольные вопросы.....	37
Глава 3. Основные этапы работы с CAD/CAM-системой. Адгезивный протокол фиксации несъемных безметалловых фрезерованных конструкций.....	37
Контрольные вопросы.....	44
Глава 4. Конструкции, изготавливаемые с помощью CAD/CAM-систем.....	44
Контрольные вопросы.....	68
Глава 5. Конструкционные и вспомогательные материалы.....	68
Контрольные вопросы.....	85
Заключение.....	85
Тестовые задания.....	86
Глоссарий.....	93
Библиографический список.....	95

ВВЕДЕНИЕ

В современной стоматологии невозможно представить ни одной клиники или крупной зуботехнической лаборатории без цифровых технологий. Любая клиника оснащена инновациями – начиная с аппаратов для определения цвета будущей реставрации и проведения фотопротокола до фрезеровочных машин небольшой мощности.

Несомненно, в зуботехнической лаборатории как основном месте, где всё внимание сосредоточено на процессе изготовления ортопедических конструкций, прочно утвердились CAD/CAM-технологии.

С конца 80-ых годов прошлого века попытка внедрения оцифрованной модели и оттиска вместо аналоговых – была лишь вопросом времени. Теперь такая оцифрованная информация стала частью полной технологической цепочки.

Всё вышесказанное подтверждает необходимость внедрения в повседневную работу врача-стоматолога CAD/CAM-систем посредством теоретического изучения представленных на рынке моделей, их возможностей, технологических особенностей и этапов работы, которые мы постарались отразить в данных методических рекомендациях.

Пособие рассчитано на курсантов цикла усовершенствования по специальности «Стоматология», «Стоматология ортопедическая», ординаторов стоматологического факультета, а также зубных техников.

ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Первые CAD-системы появились еще на заре вычислительной техники – в 60-х годах. Именно тогда в компании General Motors была разработана интерактивная графическая система подготовки производства, а в 1971-м ее создатель – доктор Патрик Хэнретти (его называют отцом САПР) – основал компанию Manufacturing and Consalting Services (MCS), оказавшую огромное влияние на развитие этой отрасли. По мнению аналитиков, идеи MCS

составили основу почти 70% современных САПР. Свое начало термин САПР (Система Автоматизированного Проектирования) берет в 1970-х годах. САПР или CAD (Computer-Aided Design) обычно используются совместно с системами автоматизации инженерных расчетов и анализа CAE (Computer-aided engineering). Данные из CAD-систем передаются в CAM (Computer-aided manufacturing) – систему автоматизированной разработки программ обработки деталей для станков с числовым программным управлением или гибких автоматизированных производственных систем. Под термином «САПР для машиностроения» в нашей стране обычно подразумеваются пакеты, выполняющие функции CAD/CAM/CAE т.е. автоматизированного проектирования, подготовки производства и конструирования, а также управления инженерными данными.

На начальном этапе пользователи CAD/CAM/CAE-систем работали на графических терминалах, присоединенных к мэйнфреймам производства компаний IBM и Control Data. Большинство таких систем предлагали фирмы, продававшие одновременно аппаратные и программные средства (в те годы лидерами рассматриваемого рынка были компании Applicon, Auto-Trol Technology, Calma, Computervision и Intergraph). У мэйнфреймов того времени был ряд существенных недостатков. Например, при разделении системных ресурсов слишком большим числом пользователей нагрузка на центральный процессор увеличивалась до такой степени, что работать в интерактивном режиме становилось трудно. Но в то время пользователям CAD/CAM/CAE-систем ничего, кроме громоздких компьютерных систем с разделением ресурсов (по устанавливаемым приоритетам), предложить было нечего, т.к. микропроцессоры были еще весьма несовершенными.

В начале 80-х годов, когда вычислительная мощность компьютеров значительно выросла, на сцену вышли первые САМ-пакеты, позволяющие частично автоматизировать процесс производства с помощью программ для станков с ЧПУ, и САЕ-продукты, предназначенные для анализа сложных конструкций.

Таким образом, к середине 80-х системы автоматизированных производств для машиностроения обрели форму, которая существует и сейчас. Но наиболее бурное развитие происходило в течение 90-х годов – к тому времени на поле вышли новые игроки «средней весовой категории».

Усиление конкуренции стимулировало совершенствование продуктов: благодаря удобному графическому интерфейсу значительно упростилось их использование, появились новые механизмы твердотельного моделирования ACIS и Parasolid, которые сейчас используются во многих ведущих САПР, значительно расширились функциональные возможности.

Можно сказать, что переход в новый век стал для рынка САПР переломным моментом. В такой ситуации на первый план вышли две основные тенденции – слияние компаний и поиск новых направлений для роста. Яркий пример первой тенденции – покупка компанией EDS в 2001 г. двух известных разработчиков тяжелых САПР – Unigraphics и SDRC, а второй – активное продвижение концепции PLM (Product Lifecycle Management), подразумевающей управление информацией об изделии на протяжении всего его жизненного цикла.

Компании, приобретающие сложные многозадачные станки, получают серьезные преимущества, так как фрезерование и точение выполняются на одном станке и, часто, за один цикл. Традиционные токарные станки постепенно заменяются на многоосевые центры способные выполнять токарные и фрезерные операции.

Многоосевой токарно-фрезерный центр программируется с CAD и САМ-программным обеспечением и весь его потенциал реализуется единственной настройкой и точной обработкой. Программное обеспечение знает особенности автоматов продольного точения и делает их программирование гораздо более простым.

Набор средств для программирования станков с числовым программным управлением позволяет применять их в самых разнообразных отраслях. CAD/CAM-системы внедрены и используются в авиационно-

космической и оборонной промышленности, машиностроении (рис. 1), автомобилестроении (рис. 2), производстве потребительских товаров, медицинского оборудования и многих других отраслях.

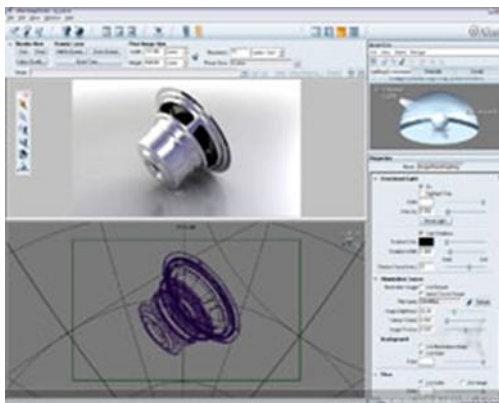


Рис. 1. Разработка дизайна детали

Например, в автомобилестроении доминируют порядка 20 ведущих производителей (General Motors, Ford, Toyota, Daimler-Chrysler, Nissan, BMW, Renault и другие), которые разрабатывают и выпускают автомобили с помощью различных САПР. Они работают с множеством партнеров, организованных в многоуровневые сети, начиная с поставщиков первого уровня, разрабатывающих и производящих целые автомобильные подсистемы, и кончая поставщиками третьего и четвертого уровней, выпускающими отдельные компоненты.

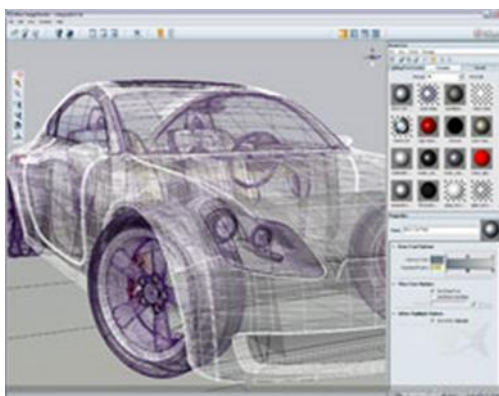


Рис. 2. Применение CAD-модуля в автомобилестроении.

Первые CAD/CAM системы появились в области промышленного производства (машиностроении, архитектуре, строительстве) в 1970-х годах. Лишь в 1980-е CAD/CAM системы проникли и в стоматологию.

Контрольные вопросы:

1. Что такое CAD/CAM-СИСТЕМА?
2. В каких отраслях нашли своё применение такие системы?
3. Из каких двух основных частей состоит любая CAD/CAM-система?

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ CAD/CAM-СИСТЕМ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ. КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

Среди современных способов изготовления зубных протезов прочное место заняли CAD\CAM технологии. Аббревиатура «CAD/CAM» расшифровывается от первых букв словосочетания «Computer Assisted Design/Computer Aided Manufacturing», что в переводе на русский звучит как «компьютерный дизайн (моделирование)/производство (изготовление) под управлением компьютера». Эти технологии заимствованы из промышленности, где они давно и успешно применяются. Различные детали проектируются с помощью ЭВМ и затем изготавливаются в автоматическом режиме. Однако основное отличие стоматологических CAD\CAM систем состоит в том, что эти системы изготавливают детали лишь в единственном экземпляре. Компьютерное проектирование конструкции связано с индивидуальной формой протезного ложа, рельеф которого должен быть оцифрован и передан в ЭВМ с высокой точностью и скоростью.

Изготовление с помощью компьютеров осуществляется двумя основными методами: методом вычитания, когда из целого блока материала удаляется все лишнее (например, фрезерованием) и методом добавления, когда объект выстраивается слой за слоем (быстрое прототипирование). Большинство современных систем основано на автоматизированном

изготовлении каркасов протезов методом фрезерования и последующем ручном нанесении облицовочного материала.

К особым преимуществам фрезеровальных CAD/CAM систем относятся более высокая точность (краевое прилегание составляет до 20-30 мкм), возможность использования тех материалов, что недоступны традиционным технологиям, высокая производительность, компактность оборудования.

CAD\CAM системы изготовления зубных протезов уже давно перестали быть только интересными научными разработками, доказав свою практическую эффективность. Они открывают новые уникальные возможности в ортопедической стоматологии.

Большинство современных CAD/CAM систем основано на автоматизированном изготовлении зубных протезов методом фрезерования. При внутриротовом сканировании и сканировании оттисков фрезерование может применяться для изготовления моделей зубных рядов и челюстей. Кроме того, методом фрезерования могут изготавливаться хирургические направляющие шаблоны для имплантации.

Важной характеристикой применяемых для CAM фрезерования станков является количество степеней свободы при обработке детали. Используемые в стоматологии станки бывают 3, 4 и 5 осевыми. Чем больше степеней свободы, тем большей сложности деталь может быть изготовлена.

Для точного и эффективного фрезерования имеют значение такие характеристики, как шаг смещения заготовки и фрезы, характер удержания заготовки, количество заготовок, которое может быть обработано в автоматическом режиме.

Чем меньше шаг смещения, тем больше точность фрезерования. Современные станки обеспечивают шаг смещения до 0.5 мкм.

Заготовка для фрезерования может удерживаться разными способами. Учитывая достаточно большие размеры заготовок, уместно предположить, что одностороннее удержание заготовки предопределяет большую величину

возможной погрешности фрезерования детали на стороне удаленной от точки фиксации в держателе. Фиксация же заготовки по всему периметру уменьшает величину погрешности.

Большинство фрезерных станков предусматривает ручную замену заготовок для фрезерования. Для увеличения производительности в некоторых станках имеется возможность установки сразу двух заготовок. Крупные промышленные станки, так называемые мини-заводы, предусматривают не только автоматическую замену инструментов, но и обрабатываемых заготовок.

Фреза должна двигаться по замкнутой кривой. Этим сокращается время фрезерования и повышается его точность.

В стратегии фрезерования должны быть строго согласованы: направление движения и скорость движения фрезы, скорость ее вращения, тип материала и толщина материала. Специальная компьютерная программа рассчитывает режимы фрезерования (диаметр, траекторию, скорость движения, частоту вращения фрезы. Хрупкие материалы должны обрабатываться на высокой скорости вращения фрезы, вязкие и пластичные материалы на низкой.

При своем вращении шпиндель, удерживающий фрезу может дополнительно совершать высокочастотные вертикальные осцилляции (30 кГц). Это уменьшает необходимую степень давления на заготовку, что позволяет изготавливать тонкостенные детали, увеличивает срок службы фрезы, оптимизирует обрабатываемую поверхность, уменьшая вероятность образования микротрещин в материале.

Выделяется зона грубой обработки и тонкой обработки. Зоной тонкой обработки считается зона около финишной линии препарирования. В случае грубой обработки выбирается фреза большего диаметра и задается больший шаг движения фрезы. В случае тонкой обработки, напротив, выбирается самая тонкая фреза и минимальный шаг движения. В этом случае

сокращается общее время фрезерования при обеспечении высокой точности изделий.

При этом следует иметь ввиду, что при сканировании и последующей САМ обработке, плотность точек измерения или плотность триангуляционной сетки должна быть различной на разных участках объекта. Это оптимизирует ресурсы компьютера и скорость его работы.

Должна соблюдаться совместимость типа фрезы и используемого материала. Для циркона используется алмазная фреза, для металла – карбидная, для пластмассы – карбидная со специальным рисунком, который препятствует налипанию пластика на фрезу, для воска - алюминиевая.

Эти требования учитываются в программном обеспечении, управляющем работой фрезеровального станка. Помимо этого, программа оптимизирует распределение изготавливаемых деталей в объеме заготовки.

Чем тяжелее станина фрезеровального станка, тем меньше возможная амплитуда вибраций при фрезеровании металлических заготовок. При фрезеровании пластика и напечённого циркона этот показатель не столь значим.

Охлаждение заготовки при фрезеровании с помощью жидкости абсолютно необходимо при фрезеровании титана, ввиду опасности его воспламенения. Однако это крайне непрактично ввиду возможного загрязнения заготовок из других материалов, неудобства очищения рабочей камеры станка. Поэтому многие системы реализуют сухое фрезерование материалов (за исключением титана).

Классификация CAD/CAM-технологий. Все CAD/CAM-системы делятся на два вида: «открытые» и «закрытые».

К «закрытым» системам относятся такое оборудование, которое может работать только с определенными расходными материалами (дисками или блоками из диоксида циркония и пр), производимыми как правило одной компанией.

Открытые CAD/CAM-системы имеют преимущество для пользователей. В первую очередь, это возможность выбора CAD/CAM-материала из спектра имеющихся на рынке для фрезерования готовой реставрации. Во-вторых, как сканер для оцифровки оттиска или оставшейся субстанции зуба, так и фрезеровательный аппарат, выбираются оператором. То есть полученные клиницистом снимки с помощью интраоральной сканирующей камеры одной открытой CAD/CAM-системы могут беспрепятственно использоваться для моделирования в программном обеспечении другой открытой системы и фрезероваться на станке третьей открытой системы другого производителя.

По второй основной классификации все CAD/CAM-технологии разделяют на врачебные и лабораторные. Собственно, чёткого разделения систем нет. Принято считать, что классическая CAD/CAM-система, например, CEREC. В неё входит съёмочный блок (CEREC AC, например) с программным обеспечением для моделирования и изготовления ограниченного спектра реставраций (вкладки, бескаркасные керамические коронки, временные пластмассовые коронки и мостовидные протезы из трёх единиц) и фрезеровочный аппарат для шлифования указанных реставраций. Врачебные CAD/CAM-системы также могут быть собраны из сканирующей внутриротовой камеры и фрезеровочного аппарата небольшой производительности двух разных открытых технологий. Также возможен вариант наличия в клинике только интраорального сканера, когда оцифрованный снимок имеющейся ситуации после препарирования в полости рта передают по интернету в лабораторию. Но последний вариант удовлетворит лишь часть потребностей пациента на ортопедическом приёме, так как провизорные конструкции в этом случае возможно изготовить только по методике «силиконового ключа», тогда как фрезерный станок мог бы в считанные минуты по снимку до препарирования отшлифовать временную пластмассовую реставрацию.

Лабораторные CAD/CAM-системы обладают широким спектром изготавливаемых зубных протезов, как бескаркасных, так и каркасных, как съёмных, так и несъёмных ортопедических конструкций, а также ряд вспомогательных (полимерные модели, беззольные композиции для литья, хирургические шаблоны и пр.). В состав такой системы входят: лабораторный сканер, рассчитанный на оцифровку всей гипсовой модели или оттиска, ноутбук с программным зуботехническим обеспечением с большими возможностями моделирования, промышленный фрезеровочный станок, высокотемпературная печь для синтеризации каркасов из диоксида циркония и низкотемпературная для глазурования и обжига керамической облицовки или цельнокерамических обжигаемых реставраций.

Нельзя говорить о преимуществе лабораторных систем над клиническими. Каждый вид CAD/CAM-систем выполняет определённые функции в процессе планирования протезирования и непосредственно ортопедического лечения. Основная цель цифровой технологии у кресла пациента – восстановление в одно посещение утраченных твёрдых тканей зуба высокоточными и высокоэстетичными клиническими реставрациями из керамики (вкладки-накладки, одиночные коронки), а также изготовление провизорных конструкций для защиты отпрепарированных зубов под каркасные сложные лабораторные ортопедические конструкции и невыпадения пациента из социальной среды на время протезирования.

Преимущества CAD/CAM систем по сравнению с традиционным методом. CAD/CAM-система известна высокой скоростью работы и относительной простотой в эксплуатации, что позволяет значительно снизить расходы на обучение и повысить производительность труда. Система отличается надёжностью и устойчивостью даже при ежедневной обработке сложных видов продукции. Другой немаловажный аспект для повышения рентабельности клиники – привлечение пациентов с высокими эстетическими требованиями при минимуме времени, проведённом в кресле врача-стоматолога.

CAD/CAM-система выполняет работы высочайшей точности (отклонение размеров 10-20 мкм в сравнении с 50-70 мкм при литье). Для работы с технологией не требуется высокая квалификация и большой опыт работы оператора системы (фирмы-производители, как правило, заинтересованы в повышении квалификации специалистов, использующих их продукцию, и проводят частые мастер-классы и выездные курсы обучения). Систему может обслуживать один человек (фирма-производитель также предоставляет регулярное сервисное обслуживание аппаратов и проводит апгрейд программного обеспечения).

Большой плюс клинической системы – экономия рабочего места. Любая CAD/CAM-система экономит рабочее время, отличается чистотой работы и большой производительностью (до 120 единиц в сутки).

На сегодняшний день на стоматологическом рынке представлен обширный выбор 3D-сканеров как для оттисков, так и гипсовых моделей. Производители обещают быстрый переход на цифровой формат в стоматологии, отмечая простоту эксплуатации сканеров, высокую производительность, широкий спектр видов протезирования и наивысшую точность (до 10 мкм). Каждая фирма-производитель приглашает на курсы обучения получению цифровых слепков, моделированию будущей реставрации в CAD-программе. Объект сканирования в оборудовании фиксируется быстро, а процесс сканирования запускается одним нажатием в удобной программе.

Все стоматологические 3D-сканеры можно разделить на две категории: врачебные (внутриротовые камеры) и лабораторные (в привычном понимании аппарат). Каждая категория имеет свои преимущества и недостатки.

Основные преимущества интраоральных сканирующих камер:

- наличие внутриротового сканера не требует затрат на оттискной материал,

- камера портативна и имеет размеры немного больше зубной мануальной щётки,
- воспроизводит реалистичное изображение актуальной ситуации в полости рта,
- автоматическое или полуавтоматическое определение центральной окклюзии,
- меньше финансовые вложения на покупку камеры.

Преимущества лабораторных сканеров:

- возможность перевода большого количества объектов в цифровую форму в течение короткого временного промежутка,
- лучшая визуализация структур вне полости рта,
- высочайшая точность сканирования.

Недостатки каждого вида сканеров вытекают из их преимуществ, а именно: усадка оттискового материала, недостатки оттиска или гипсовой модели, расширение гипса приводят к снижению точности будущей CAD/CAM-реставрации при сканировании в лабораторном оборудовании. Отрицательные моменты при сканировании интраоральной камерой – меньшая видимость протезного ложа (особенно в пришеечной области), увеличенное время сканирования, тремор руки операциониста.

В основном, сканеры – часть открытой системы, с помощью которых получают цифровые изображения в едином формате, что даёт возможность обработки полученных снимков в программном обеспечении других фирм-производителей.

Внутриротовые сканеры были разработаны, прежде всего, для изготовления керамических и временных пластмассовых реставраций у кресла пациента. На данный момент внутриротовые камеры порой не уступают в точности сканирования лабораторным, поэтому неправильно было бы уже назвать их составной частью только врачебной CAD/CAM-системы.

Для получения оптического слепка с помощью интраоральной камеры для некоторых представителей необходимо предварительное покрытие отпрепарированных твёрдых тканей зуба антибликовым порошком (например, камера CEREC Bluescam, Sirona). Но большинству современных камер дополнительных манипуляций перед получением снимка не требуется, так как цифровые слепки получают с помощью лазера.

Представители внутриротовых сканеров. Пионером в разработке внутриротовых сканирующих аппаратов была фирма Sirona. В 2015 году исполнилось 30 лет с тех пор как технологии CEREC успешно используются в стоматологической практике для широкого спектра показаний. Эволюция интраорального сканера произошла от камеры, использующей инфракрасное излучение в бестепловом спектре (CEREC 1, 2, 3, 3D), через синие лучи (Bluescam, CEREC AC) до лазерной полноцветной камеры Omnicam (CEREC AC).



Рис. 3. Внутриротовые сканеры CEREC Bluescam и CEREC Omnicam

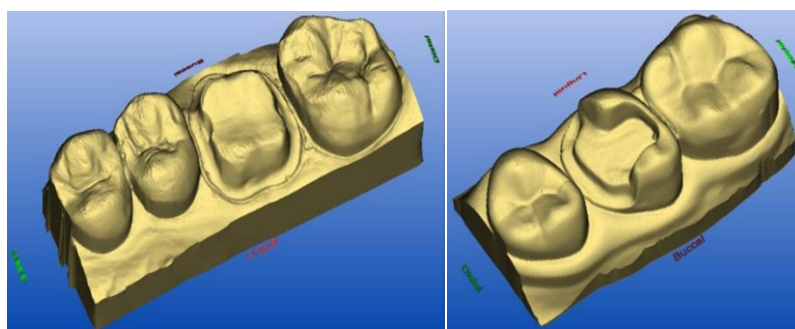
На сегодняшний момент у компании Sirona две актуальные модели интраоральных сканеров: CEREC Bluescam и CEREC Omnicam, которыми укомплектовывают съёмочный блок аппарата CEREC AC.

CEREC Bluescam – предыдущая разработка, её необходимо использовать после нанесения на препарированные твёрдые ткани зуба матирующего порошка. Камера обладает высокой точностью, большой глубиной резкости, автоматическим захватом изображения, адаптацией

изображения и его стабилизацией. Голубые лучи, с помощью которых сканируют ткани, способствуют лучшей видимости в ротовой полости.



а



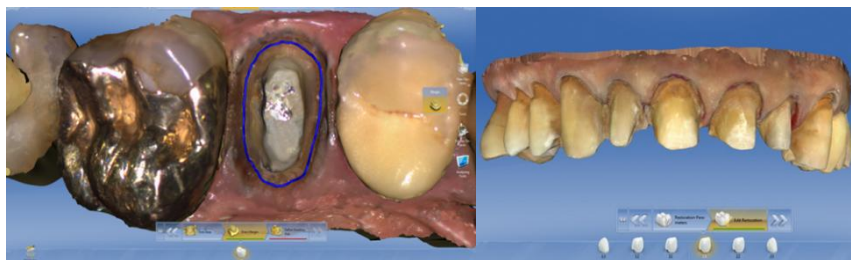
б

Рис. 4. Сканирующая камера CEREC Bluescam (а) и виртуальная модель после сканирования этой камерой препарированных зубов в полости рта (б)

CEREC Omnicam – последняя версия внутриротового сканера компании Sirona. Она сканирует лучами лазера, что не требует покрытия порошком сканируемых объектов, функциональна, легка, на экране монитора сразу появляется полноцветная картинка в режиме реального времени.



а



б

Рис. 5. Сканирующая камера CEREC Omnicam (а) и отсканированная ею картина тканей протезного ложа (б)

MHT (Medical High Technologies) – трёхмерный открытый интраоральный сканер, входящий в CAD/CAM-систему Artmill 1 (компания-поставщик сборного оборудования Артикон). Эта высокоскоростная технология сканирования позволяет формировать трехмерные изображения в реальном времени, что больше похоже на работу видеокамеры, нежели на работу традиционного сканера. Камера легка в использовании, быстра, портативна, беспорошковая.

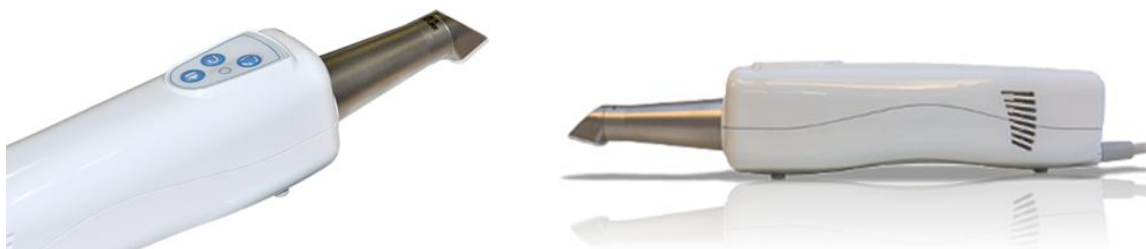


Рис. 6. Внутриротовой сканер МНТ

Характеристика интраорального сканера МНТ:

- Софокусный микроскоп с системой обнаружения муарового эффекта;
- Smart Pixel сенсор обеспечивает быстрое и точное сканирование;
- Специальная оптическая система позволяет отсканировать всю челюсть;
- Обычная скорость сканирования 28 сканирований в секунду;
- Автоматическое соединение всех сканирований в реальном времени;
- Сканирование внутренних тканей без предварительного использования спрея;
- Возможность приостановить/прервать сканирование в любой момент;
- Автоматическое или полуавтоматическое определение прикуса;
- Одно сканирование занимает менее десятой доли секунды;
- Автоматическое или полуавтоматическое определение шейки;
- Соединение через USB 2.0 порт;
- Пиксели в сенсоре: 144x90, размер пикселя 50x86, на объекте 66x120;
- Сканируемая область: 9.6мм x 10.4мм x 18мм;
- STL файл – открытый формат;
- Погрешность менее 14 микрон;
- Вес 700 г.

Сканер прост в использовании благодаря высокой скорости сканирования и отдельных сканограмм, комбинирующихся в режиме реального времени. Сканер также можно использовать для сканирования гипсовых моделей и слепков.

Интраоральный сканер CONDOR – также представитель открытого внутриротового сканера, с его помощью возможен экспорт открытого файла формата .STL и .PLY, полностью совместим с любым программным

обеспечением, высокая точность сканирования, беспорошковый, не нуждается в подготовительных процедурах перед сканированием, не требует специальных стратегий сканирования, реалистичное изображение актуальной ситуации в полости рта.



Рис. 7. Внутриротовой сканер Condor

Ещё один представитель интраоральных сканеров для открытых CAD/CAM систем – Planmeca PlanScan™ - первый на рынке интраоральный сканер, предназначенный для получения цифровых слепков с возможностью интеграции в стоматологическую установку. Этот высокопроизводительный интраоральный сканер можно легко подключить и к ноутбуку. Система очень удобна в использовании и идеально воспроизводит данные для планирования лечения в цифровом формате.

Характеристика интраорального сканера Planmeca PlanScan™:

- Автоклавируемые сменные насадки различных размеров для удобства и дезинфекции;
- Усиленный контроль влажности с технологией против запотевания;
- Сканирование без спрея;

- Очень прост в использовании;
- Улучшенная эргономика;
- Быстрое сканирование в режиме реального времени;
- Точные результаты сканирования любого объема – от одного зуба до всей зубной дуги;
- Открытый формат файлов STL.



Рис. 8. Интраоральный сканер Planmeca PlanScan™

Главной отличительной особенностью интраорального сканера Lava™ Chairside Oral Scanner (компания 3М) является высокая точность изображения – более 1 млн точек на объект, 24 тысячи снимков в минуту обеспечивает формат видеопотока при создании изображения. Все это позволяет создавать и, если это необходимо, корректировать 3D-изображение в режиме реального времени, что экономит время пациента и врача.

Сканер Lava C.O.S. может применяться как с традиционными металлокерамическими, так и с безметалловыми реставрациями, изготовленными по цифровой технологии, включая коронки и мостовидные протезы Lava®.



Рис. 9. Интраоральный сканер Lava™ (COS)

Технический прогресс всегда порождает новые технологии, которые можно идеально интегрировать в рабочий процесс изготовления стоматологических реставраций. Поэтому помимо внутриротовых сканирующих устройств уже вниманию стоматологической общественности представлен аппарат для сканирования лица FACE HUNTER (Система Zirkonzahn 5 TEC). Представляя аппарат Face Hunter, компания Zirkonzahn предлагает новый сканер для фотографически реалистичной оцифровки лица пациента в трехмерном формате.

Работы могут выполняться на основе физиогномики пациента, что позволяет осуществлять осевое позиционирование и совмещение данных сканирования лица с моделями в виртуальном артикуляторе.

Таким образом, можно «виртуально контролировать» даже лицевую дугу и при необходимости корректировать ее положение через программное обеспечение для моделирования.



Рис. 10. Совмещение скан-данных с Face Hunter с моделью, полученную оцифровкой Scanner S600 ARTI, в виртуальном артикуляторе (Zirkonzahn)

Использование трехмерных данных сканирования лица предлагает ряд преимуществ для зубных техников, стоматологов и пациентов. Зубной техник при помощи новой технологии может создавать реставрации, опираясь на данные о чертах лица пациента, а стоматолог получает изображение конечного результата почти фотографического качества. При этом сканер выступает не только как инструмент маркетинга, главным образом он используется для консультирования и выдачи рекомендаций пациенту, который таким образом получает более ясное представление о том, как будет выглядеть конечная работа.

Данные сканирования лица вносятся в программу Zirkonzahn.Modellier через запатентованную систему переноса информации и размещаются там вместе с данными, полученными со сканера S600 ARTI. Затем изображение лица и ситуационные условия сопоставляются друг с другом, что дает возможность выполнить работу на основании характеристик лица. Использование аппарата в сочетании с программным модулем Reality Mode CAD/CAM (режим отображения в естественном цвете) позволяет просматривать полученные результаты в максимально приближенном к реальности виде.

Представители лабораторных сканеров. Компания 3Shape производит ряд лабораторных сканеров. Выбор сканирующего устройства зависит от необходимой производительности аппарата.



Рис. 11. Сканеры 3Shape

Лабораторный 3D-сканер D500 для CAD/CAM систем – оптимальный выбор для небольшой лаборатории. В сканере имеются две 1,3-мегапиксельные камеры, позволяющие сканирование гипсовых моделей с антагонистами, оттисков, множественных штампов на стандартной пластине для фиксации модели с точностью до 10 мкм. У сканера синяя светодиодная LED-подсветка, в отсек для сканирования помещаются сразу две гипсовые модели. Программное обеспечение – Dental System. По времени сканирование единичной коронки занимает 40 секунд, трёхединичного мостовидного протеза – 115 секунд. Страна-производитель сканера – Дания.

Самый продвинутый сканер компании 3Shape – сканер D900L. Он обладает самой высокой скоростью и точностью сканирования среди сканеров в своей линейке. Используется для перевода в цифровые файлы вышеозначенных объектов, но уже с точностью в 7-8 микрон. В сканере вмонтированы четыре 5,0-мегапиксельные камеры, сканирующие в цвете единичную коронку за 15 секунд, мостовидный протез из трёх единиц – за 35 секунд.



Рис. 12. Лабораторный 3D-сканер D500 (3Shape)



Рис. 13. 3D Сканер D900L (3Shape)

Компания Smart Optics представляет линейку оптических 3D-сканеров ACTIVITY.

Для небольшой лаборатории оптимальным вариантом может считаться сканер ACTIVITY 845. Разработчики утверждают, что сканер прост в управлении, в нём русскоязычный интерфейс, он проводит полное автоматическое сканирование с точностью в 10 мкм в открытом STL-формате файла. Точность аппарата достигается за счёт автоматизированной 3D-калибровки. Скорость единичной коронки достигает 55 секунд, целой челюсти – 90 секунд. Благодаря модулю MultiCase сканирование 12 индивидуальных штампов происходит за 80 секунд. Новейшая разработка, увеличенная область сканирования и полная 2-осевая автоматизация системы

сканирования, обеспечивает высокую точность оцифровки длинных мостов и балок на имплантатах. Программное обеспечение – Windows 7, 64-битное разрешение.



Рис. 14. 3D-сканеры ACTIVITY (Smart Optics).

Принципиальным отличием сканера Activity 875 является наличие скан-фиксатора, что даёт возможность работы в виртуальном артикуляторе.

Основываясь на успехе модели Activity 880, новый Activity 875 выводит на новый уровень зуботехнические лаборатории и ортодонтическую практику. Представляет собой запатентованную модель стоматологического сканера, предназначенную для целостного сканирования челюстей с использованием черепно-лицевых координат. Модели, предварительно настроенные в артикуляторе (с помощью мастикациографа), могут быть расположены и сориентированы в сканере за счет использования соответствующих магнитных прослоечных пластин. Программное обеспечение Activity® автоматически объединяет все элементы сканирования и располагает их в точном соответствии с центральным соотношением челюстей конкретного пациента.

Компания KaVo представляет свой автоматический стоматологический 3D-сканер KaVo ARCTICA AutoScan. Сканер также может получать

цифровую информацию для последующей работы с виртуальным артикулятором в программном обеспечении KaVo multiCAD.



Рис. 15. 3D-сканер KaVo ARCTICA AutoScan

Сканирующее лабораторное устройство от компании 3М – Lava™ Scan. Тип сканирования, в системе Lava – бесконтактное оптическое сканирование с функцией триангуляции System Lava Scan. Само сканирование проводится лазерным лучом путем его проецирования на объект и измерения расстояния до точки проецирования. Таким образом, получается облако точек. Каждая точка соединяется с соседними линиями, образуя некую поверхность, состоящую из множества маленьких треугольников. Объем сканирования: 62×46×46 мм (ширина × высота × глубина). Когда распиленная модель помещается в сканер, архитектура модели записывается автоматически и на мониторе появляется трехмерное изображение. Для оптимального моделирования ортопедической конструкции также дополнительно могут быть отсканированы окклюзионные взаимоотношения зубов. Любые неровности и канавки на штампах отображаются на экране. Граница препарирования определяется автоматически и отображается на мониторе, также допускается ручная корректировка.

Точность настольного сканера Planmeca PlanScan® Lab для гипсовых моделей и оттисков достигает 5 мкм. Данные сохраняются в открытом формате STL, PLY, OBJ и могут использоваться как для моделирования в программе Planmeca PlanCAD® Premium, так и для экспорта в другие

программы. В аппарате используется технология структурированного света. Сканирование множественных штампиков на одной плате возможно до 9 единиц. Время сканирования целой зубной дуги занимает 40 секунд. В сканере предусмотрена автоматическая калибровка оптики. Программное обеспечение – Planmeca PlanCAD™ Premium.



Рис. 16. Сканер Planmeca PlanScan® Lab

Компания Sirona представляет сканер inEos X5. Он обеспечивает точную цифровую регистрацию всех данных с помощью автоматического держателя, проводит 5-осевое сканирование по технологии цифровой проекции голубых световых полос. Аппарат работает по новому методу сканирования длинных сканбоди с винтовой фиксацией в имплантаты, при этом определяет положение и ось имплантата с высокой точностью. Одновременное сканирование оттисков верхней и нижней челюстей с регистрацией прикуса вместе со слепочной ложкой Triple Tray. Возможность визуализации текстуры для подтверждения правильности сканирования или при моделировании литой металлической конструкции. Автоматическое сканирование до 4 зубов. Время на оцифровку целой челюсти занимает менее 60 секунд. Наличие ручного режима сканирования для эффективной оцифровки объекта. Программное обеспечение – inLab Scan SW. Цифровой слепок может быть сохранён в открытом STL-формате.



Рис. 17.Сканер inEos X5 (Sirona)

Фрезерные станки. Как и сканеры, фрезеровальные аппараты для CAD/CAM-системы бывают нескольких типов, отличающихся по мощности, производительности и спектру изготавливаемых конструкций.

К небольшим шлифовальным аппаратам, наиболее часто входящим в состав «врачебных» CAD/CAM-систем, относят таких представителей: CORiTEC 140i, CORiTEC 250i (imes-icore); Planmeca PlanMill™ 40 (Planmeca); CEREC MC, CEREC MC-X (Sirona); Milling unit M1 (Zirkonzahn) и др. Все указанные устройства – высокоточные фрезерные станки, рассчитанные на шлифование реставраций у кресла пациента. Фокус фрезерования делается на полноанатомические одиночные реставрации. Такие шлифовальные аппараты отличаются компактностью и позволяют экономить место, благодаря своим минимальным размерам. В основном, это 4-осные фрезеры, предназначенные для сухой и влажной шлифовки всех основных материалов: пластмассы, воска, нанокompозита, циркония и всех видов керамики. В каждом из устройств предусмотрено компьютерное управление процессом – система определяет и подсказывает пользователю о необходимости замены инструментов или воды.

В высокоточном фрезерном станке для стоматологической клиники Planmeca PlanMill™40 встроены два шпинделя (50 000 об/мин), присутствует автоматизированная система подачи на 6 фрез (по 3 с каждой стороны), автоматический контроль качества фрез после каждого фрезерования, производит одновременное 4-осевое фрезерование, работа с блоками до 60 мм.



Рис. 18. Фрезерный станок Planmeca PlanMill™40

Фрезеровальный аппарат CEREC MC нацелен на изготовление полноанатомических одиночных реставраций с размером блока до 20 мм (вкладки inlay, onlay, overlay, цельнокерамические коронки). Простое управление аппаратом подходит для работы начинающих специалистов.



Рис. 19. Фрезерный станок CEREC MC (Dentsply-Sirona)

Фрезеровальный аппарат CEREC MC X шлифует полный спектр конструкций «у кресла пациента» – вкладки, цельнокерамические коронки, виниры с размером блоков до 40 мм, а также временные мостовидные протезы, абатменты, хирургические шаблоны. Программному обеспечению данного фрезеровального станка доступно дополнительное обновление CEREC Премиум SW (для изготовления лабораторных реставраций) и хирургическое руководство (изготовление хирургических шаблонов с направляющими).

CEREC MC X шлифует быстро и точно – фрезерование коронки занимает всего около 11 минут.



Рис. 20. Фрезерный станок CEREC MC X (Dentsply-Sirona)



Рис. 21. Фрезерный станок CORiTEC 140i (imes-icore)

CORiTEC 250i – это компактный пятиосевой фрезерный станок, разработанный для сухой и влажной обработки различных материалов. Выделяется на фоне других станков благодаря новой машиностроительной концепции немецкой компании imes-icore, заключающейся в использовании профессиональных компонентов для станков, которые возможно использовать и в зуботехнической лаборатории. Это оптимальное решение для небольшой лаборатории или клиники. Благодаря пятиосному фрезерованию, перед вами открывается неограниченный спектр возможностей по изготовлению конструкций любой протяженности на имплантатах. Фрезерование любых материалов, включая цирконий, происходит с помощью водяного охлаждения, в результате обрабатываемая поверхность получается более точной, а процесс работы с отсутствием пыли. Обрабатываемые материалы: пластмасса, воск, нанокompозит (Ambarino), цирконий, керамика, композит Dentokeep.



Рис. 22. Фрезерный станок CORiTEC 250i (imes-icore)

Фрезеровальные станки для лабораторных CAD/CAM-систем – это универсальная 5-осная машина, позволяющая обрабатывать не только цирконий, композиты и керамику, но и металлы. Опциональная система

водяного охлаждения позволяет достигнуть большей гибкости в выборе конфигурации станка, что дает возможность подстроить систему под задачи оператора. Лабораторные шлифовальные устройства обладают максимальными возможностями и высокой производительностью. Представители такого оборудования: Planmeca PlanMill 50 (Planmeca); CEREC MC XL (Dentsply-Sirona); CORiTEC 350i, CORiTEC 450i, CORiTEC 550i (imes-icore); ARCTICA Engine (KaVo), Zirkonzahn 5-TEC (Zirkonzahn) и др.

Например, 5-осевой фрезерный станок Planmeca PlanMill 50 успешно завершит цифровой процесс подготовки к протезированию. Влажное и сухое фрезерование, прием открытых файлов STL. В качестве материалов Вы можете использовать диски и блоки (диаметром или длиной до 98 мм). Автоматизированная система подачи на 10 фрез, автоматическое измерение длины инструмента, срока службы и контроль разрыва, функция «Ночной режим», высокоскоростное вращение шпинделя (60000 об/мин) – преимущества фрезерного аппарата Planmeca PlanMill 50.



Рис. 23. Фрезерный станок Planmeca PlanMill 50

Лабораторный шлифовальный блок фирмы Dentsply-Sirona – это CEREC MC XL. Этот фрезеровальный станок шлифует как клинические, так и лабораторные виды реставраций. С пакетом программного обеспечения Premium Package возможно шлифовать все виды cad/cam-материалов (полевошпатная керамика, стеклокерамика, дисиликатлитиевая керамика, полноанатомические реставрации из диоксида циркония, гибридная керамика, полимеры и металлы). CEREC MC XL шлифует блоки длиной до 85 мм. Аппарат снабжён четырьмя моторами и удобным для пользователя сенсорным экраном. Доступно хирургическое руководство и опция эндошлифования (тончайшее). Производитель рекомендует для синтеризации полноанатомических реставраций из диоксида циркония в одно посещение приобретение фрезеровального станка в комплекте с печью CEREC Speedfire.



Рис. 24. Фрезерный станок CEREC MC XL (Dentsply-Sirona)

Фрезерный станок CORiTEC 350i сочетает в себе передовые разработки компании imes-icore: фрезеровка в 5 осях, возможность непрерывной круглосуточной работы, благодаря автоматической смене заготовок (опция), встроенная система водяного охлаждения, сервоприводы на всех осях, что обеспечивает исключительную точность фрезеровки, возможность использования материалов различных производителей. Система позволяет обрабатывать не только весь спектр неметаллических материалов, но и металлы.



Рис. 25. Фрезерный станок CORiTEC 450i (imes-icore)

Фрезерные станки CORiTEC 450i и CORiTEC 550i относятся к последнему поколению профессиональных станков от немецкого производителя компании imes-icore. Благодаря высокой стабильности этих фрезерных аппаратов, с помощью них можно изготовить абсолютно любую конструкцию. Основное отличие этих двух моделей – производительность. Шлифовальный аппарат CORiTEC 550i снабжён новой системой осей в сочетании с массивным гранитным основанием, что гарантирует высочайший уровень точности в работе.



Рис. 26. Фрезерный станок CORiTEC 550i (imes-icore). Фрезерным станком ARCTICA Engine (KaVo), фрезерный станок Lava™ CNC 500

Уже сегодня в одной из ведущих лабораторий Москвы работает фрезерный станок, прецизионность фрезерованных на нём титановых абатментов достигает 10 мкм. Это достигается высокой технологичностью оборудования, использованием до 17 фрез одновременно.

Контрольные вопросы:

1. Назовите преимущества CAD/CAM-систем по сравнению с традиционным методом изготовления ортопедических реставраций.
2. Каковы преимущества и недостатки внутриротовых сканеров?
3. Каковы преимущества и недостатки лабораторных сканеров?

**ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАБОТЫ С CAD/CAM-СИСТЕМОЙ.
АДГЕЗИВНЫЙ ПРОТОКОЛ ФИКСАЦИИ НЕСЪЕМНЫХ
БЕЗМЕТАЛЛОВЫХ ФРЕЗЕРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

В зависимости от назначения CAD/CAM-системы, врачебная или лабораторная, этапы работы несколько отличаются.

Клиническая методика предполагает после препарирования твёрдых тканей зуба по определённым правилам под реставрацию снятие цифрового слепка с помощью интраоральной сканирующей камеры, то есть переводение реального вида зуба в компьютерный файл. Для исключения контаминации пациента на датчик надевают прозрачные полиэтиленовые одноразовые насадки.

Сразу несколько разработчиков CAD/CAM систем предлагают новый интраоральный сканер, в основе принципа работы которого лежит конфокальная микроскопия – метод, обеспечивающий высокую точность и удобство в работе.

Для сканирования следует просто перемещать сканирующую головку относительно объекта; программное обеспечение сканера автоматически «склеивает» 3D снимки вместе, формируя виртуальную поверхность объекта.

При этом в режиме реального времени врач видит какой участок поверхности просканирован, а какой еще нет.

В любой момент сканирование может быть остановлено, а затем продолжено. Например, при поддесневом препарировании для получения виртуального оттиска необходимо обеспечить хороший «обзор» линии препарирования. Для этого проводят предварительную ретракцию десны техникой двойных нитей. Вначале в бороздке размещают самую тонкую ретракционную нить (000). Затем получают оптический оттиск для контроля качества препарирования. При необходимости проводят коррекцию препарирования, затем в бороздку на 5 минут вводят более толстую нить. Удаляют нити (при необходимости используют гемостатики) и получают оптический оттиск границы препарирования.

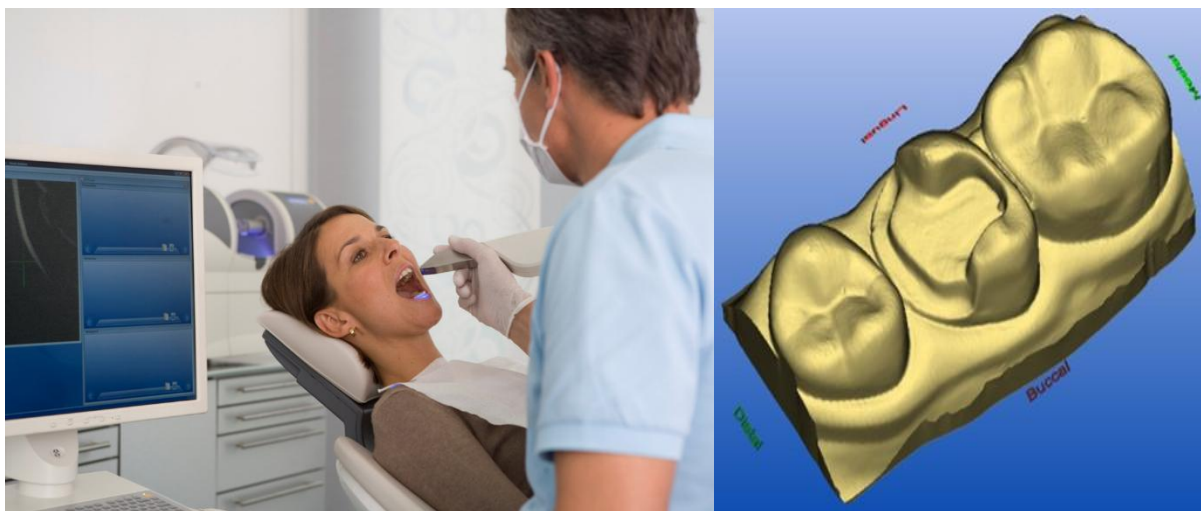


Рис. 27. Снятие оптического слепка с помощью внутриротового сканера CEREC Bluescan (Sirona)

Затем с помощью специальной компьютерной программы моделирования (CAD-модуль) конструируется реставрация (цельнокерамическая вкладка, коронка, винир, провизорная коронка или мостовидный пластмассовый протез). Врач-стоматолог вносит коррективы в предложенную виртуальную реставрацию и демонстрирует на экране монитора пациенту.

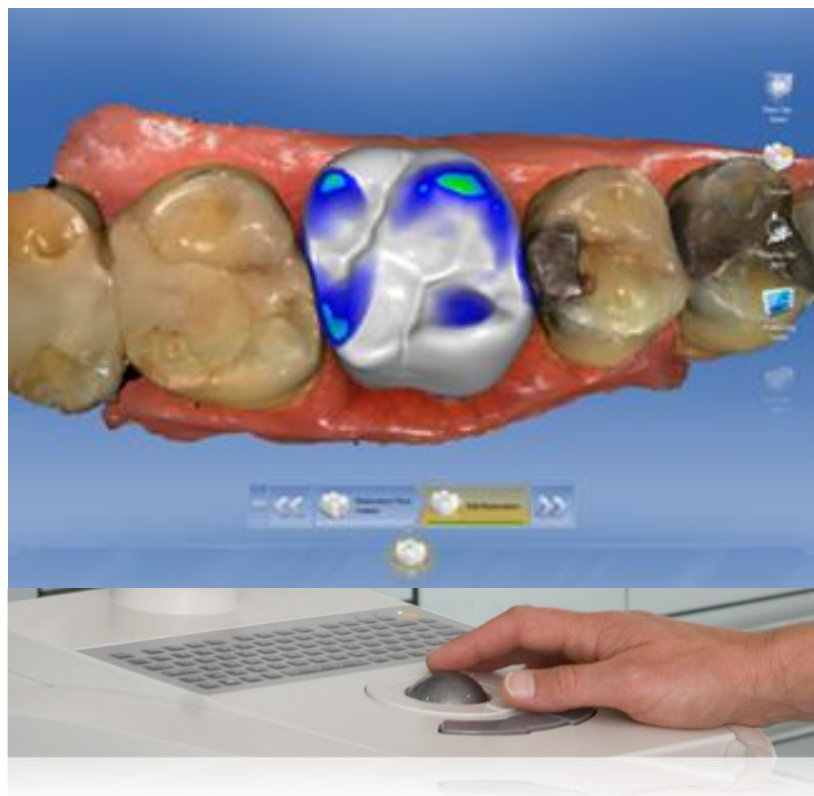


Рис. 28. Моделирование коронки в CAD-программе на аппарате CEREC

Следующий этап – отправка полученной реставрации в программу для фрезерования (САМ-модуль). Керамический или пластмассовый блок оператором укрепляется в держателе фрезеровочного станка, и под водяным охлаждением шлифуется смоделированная реставрация.

После удаления спила с поверхности реставрации проводится примерка и припасовка керамической вкладки в полости рта, проверяется цветового оттенок на соответствие с цветом оставшихся тканей зуба и соседних зубов, подбирается цвет для фиксирующего материала. Завершающий этап работы с врачебной CAD/CAM-технологией – полировка специальными наборами полиров, резинок и паст в соответствии с выбранным материалом или индивидуализация реставрации с помощью красок и глазуровка с обжигом в низкотемпературной печи, а затем фиксация постоянной реставрации по адгезивному протоколу композиционным цементом.

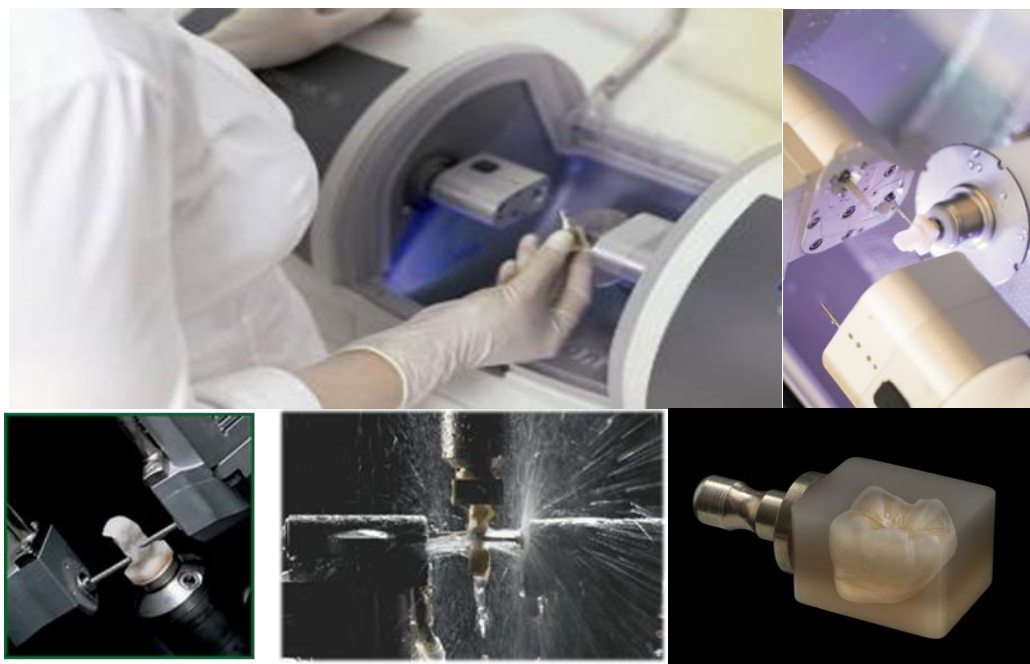


Рис. 29. Шлифование керамической реставрации на фрезеровочном блоке CEREC MC XL (Sirona)

Специфичность работы в **лабораторной** CAD/CAM-системе начинается после этапа отливки гипсовой модели по полученным из клиники оттискам. Используется либо специальный «bite» гипс, либо отлитая из супергипса IV типа модель покрывается антибликовым порошком. Гипсовая модель сканируется с помощью специального устройства (сканера). Сканер преобразует информацию о внешнем виде модели в компьютерный файл.

Сканеры последнего поколения оцифровывают не только гипсовые модели, но и сами аналоговые оттиски, так точность будущей реставрации повышается за счёт сокращения этапов, а значит, и погрешностей. Теперь необязательно покрывать модели антибликовым порошком.

Сравнительная оценка внутриротового и лабораторного сканера на данный момент в пользу внеустьного устройства. Особенную проблему, которую в ближайшем будущем фирмы-производители обещают решить, является плохое проснятие пришеечной части зуба при использовании внутриротовой камеры.



Рис. 30. Сканирование гипсовой модели или силиконового оттиска в лабораторном сканере

Далее с помощью специальной компьютерной программы моделирования (CAD-модуль) на модели конструируется каркас, абатмент, супраструктура и т.д. Программа предлагает конструкцию, а техник может изменять ее движениями компьютерной «мышки» примерно так, как на гипсовой модели делается восковая композиция электрошпателем. Кроме того, конструкцию всегда можно рассмотреть в любом ракурсе, «снять» с модели, попробовать варианты облицовки, рассмотреть любое сечение. В результате получается оптимальная конструкция, например, каркаса. После моделирования файл с конструкцией поступает в блок управления фрезерной машины. В зависимости от выбранного материала станок шлифует (фрезерует) из заготовки каркас. В результате в материале воплощается трехмерная модель, созданная ранее на компьютере. Если материалом был выбран диоксид циркония, после фрезерования конструкция нуждается в спекании (агломерации). Каркас из диоксида циркония помещается в специальную агломерационную высокотемпературную печь, в которой он

приобретает окончательный размер, цвет и прочность. Прочный, эстетичный, точный и легкий каркас готов.

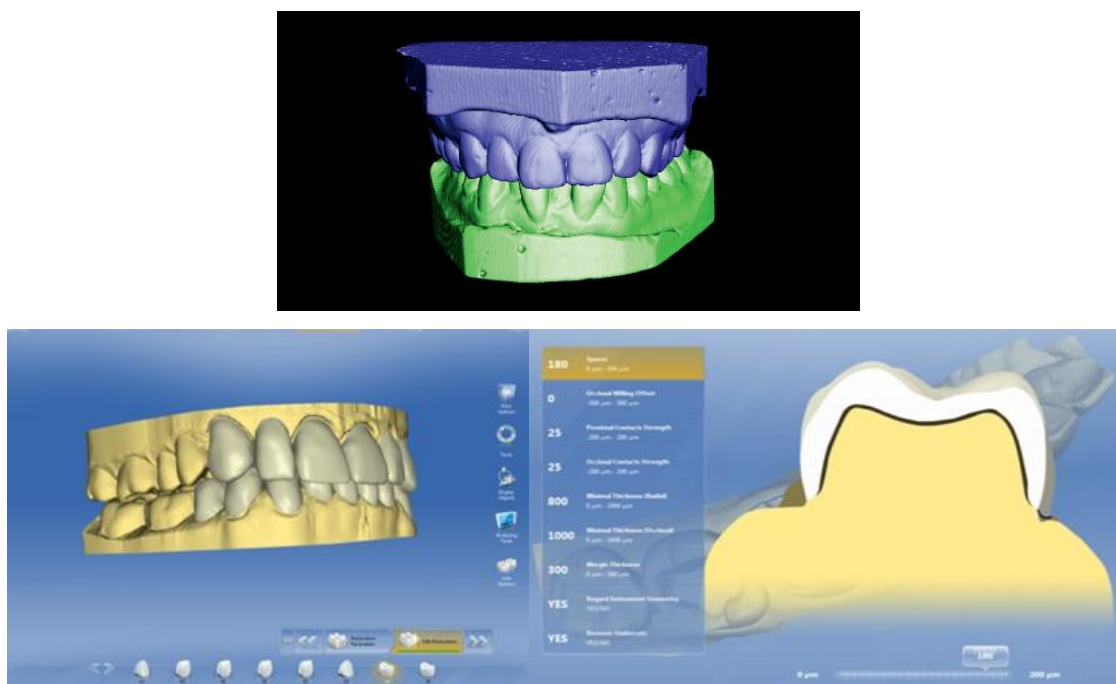


Рис. 31. Моделирование будущей реставрации в CAD-модуле

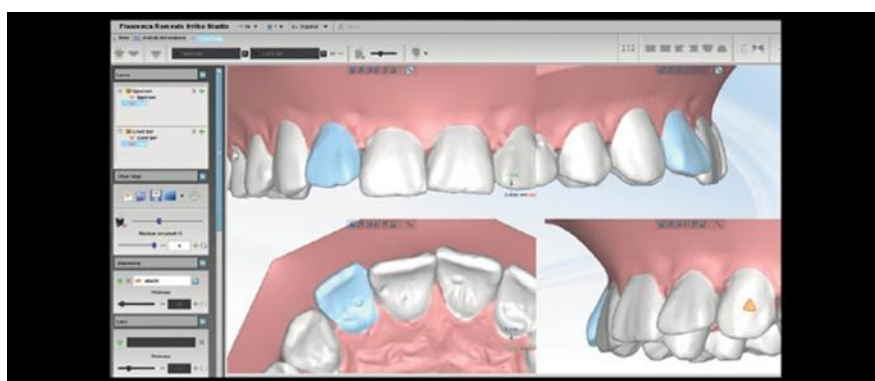


Рис. 32. Планирование ортодонтического лечения с помощью серии фрезеруемых кап на CAD-модуле Planmeca Romexis® 3D Ortho Studio

Адгезивный протокол фиксации несъемных безметалловых фрезерованных конструкций. Протокол адгезивной фиксации керамических реставраций состоит из нескольких пунктов, а именно:

- Изоляция рабочего поля с помощью коффердама;

- Пескоструйная обработка препарированной зоны твёрдых тканей зуба и протравливание ортофосфорной кислотой в течение 30 секунд, смывание кислоты;
- Нанесение на внутреннюю поверхность керамической реставрации плавиковой кислоты, протравливание по инструкции (20 секунд, в среднем), смывание и обработка в ультразвуковой ванночке;
- Нанесение адгезива IV поколения по инструкции, удаление излишков воздухом;
- Внесение цемента, наложение реставраций, короткое отсвечивание (3-5 секунд), удаление излишков цемента в резиноподобной стадии, флоссинг;
- Нанесение глицеринового геля на краевой шов, финишная полимеризация, полировка.



Рис. 33. Подготовка цельнокерамической коронки к цементировке. Протравливание гелем плавиковой кислоты IPS Ceramic Etching Gel.

Важно, что адгезивный ортопедический протокол фиксации предполагает сополимеризацию после внесения реставрации на зуб, то есть нельзя отсвечивать лампой адгезив после протравливания твёрдых тканей, иначе реставрация не «сядет» на зуб. В случае с фиксацией керамических

виниров используются фотоотверждаемые цементы, безметалловых вкладок, коронок – цементы двойного отверждения.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные этапы работы с врачебной CAD/CAM-системой.
2. Охарактеризуйте основные этапы работы с лабораторной CAD/CAM-системой.
3. Каков протокол адгезивной фиксации цельнокерамической реставрации?

ГЛАВА 4. КОНСТРУКЦИИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ CAD/CAM-СИСТЕМ

Современные CAD/CAM-системы могут изготавливать широкий спектр конструкций, который зависит, прежде всего, от назначения технологии и необходимой производительности для клиники.

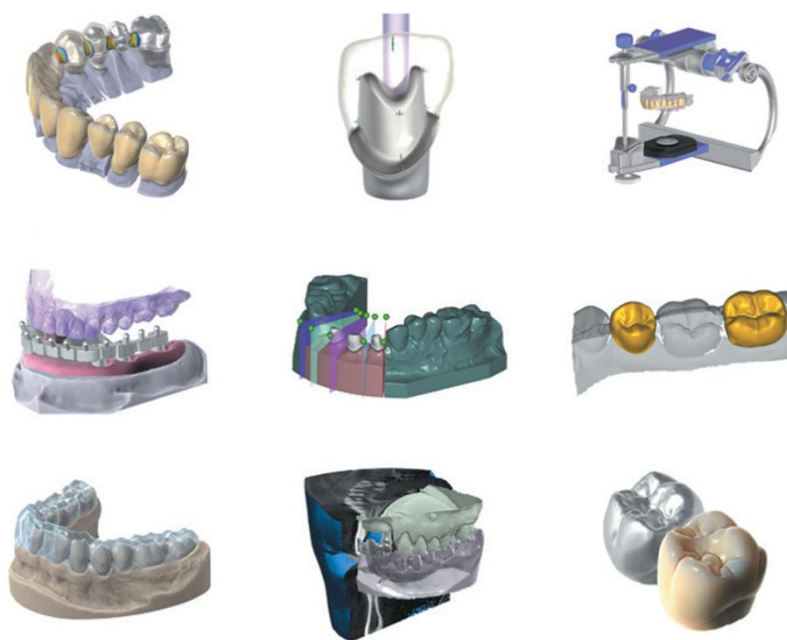


Рис. 34. Спектр конструкций, изготавливаемых CAD/CAM-системой ARTMILL 5

В стоматологии CAD/CAM системы применяются как для производства каркасов несъёмных зубных протезов с помощью конструирования на компьютере и фрезерования на станках с числовым программным управлением, так и бескаркасных реставраций, и съёмных конструкций.

1. Вкладки (*inlay*), накладки (*onlay*), частичные коронки (*overlay*), виниры;

Указанные реставрации изготавливаются, в основном, из различных видов керамики. Показаниями к изготовлению вкладок являются кариозные и некариозные дефекты твёрдых тканей зубов при разрушении

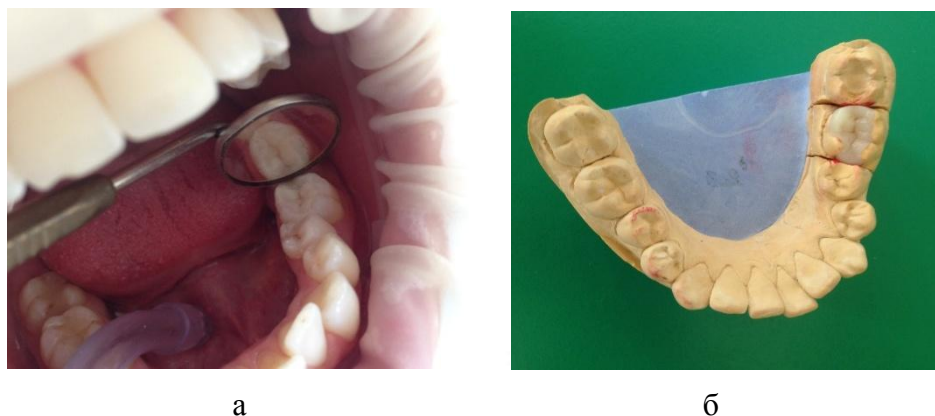
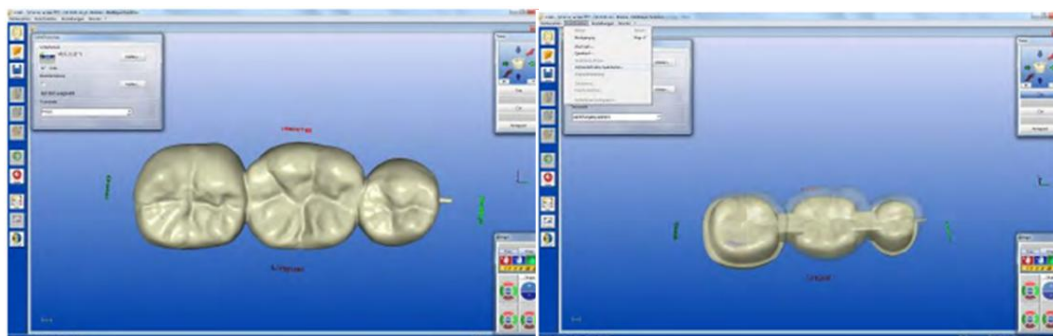


Рис. 35. Изготовленная на аппарате CEREC AC цельнокерамическая вкладка типа «onlay» в полости рта (а) и на гипсовой модели (б)

2. одиночные коронки и мостовидные протезы малой и большой протяженности, в том числе по методике Multilayer;



Рис. 36. Цельнокерамические вкладки и коронки, изготовленные на CAD/CAM-системе CEREC



а

б

Рис. 37. Моделирование мостовидного протеза по методике Multilayer. а -

Сначала моделируется полная анатомическая форма будущей реставрации, затем проводят редукцию формы, моделируя каркас.



а

б

Рис. 38. Отфрезерованные обе части (каркас и облицовка) мостовидного протеза по методике Multilayer, извлеченные из аппарата (а) и после срезания коннекторов (б)

3. телескопические коронки;

4. индивидуальные абатменты для имплантатов;

Изготовление индивидуальных абатментов из титана проходит строгий контроль качества с использованием микроскопа на всех этапах. Также можно сделать CAD/CAM моделирование самого абатмента, предоставив отфрезерованную десневую маску, антагонисты и регистрат прикуса либо постановку на воске.

Клинический случай 1. Пациент Р., 58 лет, обратился в клинику с жалобами на отсутствие зуба 3.6, затруднённое пережёвывание пищи. Пациенту был установлен имплантат (Dentegris, 5,0 мм, Germany) в области отсутствующего 3.6 зуба (рис. 39).

Ортопедическое лечение 3.6 запланировано комбинированной коронкой с цементной фиксацией.

После извлечения формирователя десны снят двуслойный оттиск с помощью трансфера открытой ложкой А-силиконовым оттискным материалом Elite HD + (Zhernack) (рис. 40).

В зуботехнической лаборатории были оцифрованы модели лабораторным сканером Activity 845 (Smart Optics). Проведена виртуальная моделировка в CAD-программном обеспечении Exocad индивидуального фрезеруемого абатмента, а затем он изготовлен во фрезеровальном аппарате CORiTEC 350i (imes-icore) из титана (рис. 41). Следующий этап – примерка в полости рта титанового индивидуального абатмента (рис. 42), определение цвета будущей металлокерамической реставрации на имплантат 3.6.

Металлокерамическая коронка на индивидуальный абатмент изготовлена классическим методом. Фиксация проведена на цемент Implantlink® semi (Detax, Germany) (рис. 43). Цемент предназначен для фиксации цементных супраконструкций имплантантов двойного отверждения, обладает нейтральным вкусом и запахом, имеет цвет естественно опаловый. Цемент легко дозируется и извлекается. Ряд отечественных и зарубежных авторов отмечает необходимость тщательного извлечения фиксирующего материала из пространства между десной и имплантатом, так как разрушающийся со временем цемент контаминируется микробными компонентами из ротовой жидкости и вызывает периимплантит с последующей потерей имплантата.

На рис. 44 внешний вид супраконструкции после цементировки.



Рис. 39. Раскрытый имплантат в области отсутствующего левого первого нижнего
моляра



Рис. 40. Снятый оттиск с уровня имплантат открытой ложкой



Рис. 41. Фрезерованный абатмент на гипсовой модели



Рис. 42. Примерка индивидуального абатмента



Рис. 43. Цемент Implantlink® semi (Detax, Germany)



Рис. 44. Зафиксированная коронка в полости рта



Рис.45. Готовая коронка с окклюзионной поверхности



Рис. 46. Металлокерамическая реставрация в полости рта

Клинический пример 2. Пациентке У., 82 лет, обратилась в нашу клинику с жалобами на наличие эстетического дефекта (отсутствие нижних передних зубов), затруднённость откусывания пищи, западение нижней губы. Из анамнеза: зубы 3.2, 3.1, 4.1, 4.2 удалены около месяца назад.

План протезирования: металлокерамический мостовидный протез с опорой на имплантаты в области отсутствующих зубов 3.2 и 4.2.

На хирургическом этапе установлены имплантаты Dentegris диаметром 3,75 мм в области отсутствующих опорных зубов 3.2 и 4.2. После остеоинтеграции, раскрытия имплантатов, установки формирователей приступили к ортопедическому протоколу.

Снятие оттисков проводилось классической методикой открытой ложкой. Далее оттиски направлялись в зуботехническую лабораторию, где на цифровом сканере и в CAD-программном обеспечении 3Shape (Дания) моделировались индивидуальные абатменты (рис. 47). На фрезерованных

абатментах моделировался и отливался зубным техником каркас металлокерамического мостовидного протеза с последующим нанесением керамической облицовки с искусственной десной (рис. 48).

Зафиксированный металлокерамический мостовидный протез на передние нижние резцы имеет хороший эстетический вид (рис. 49).

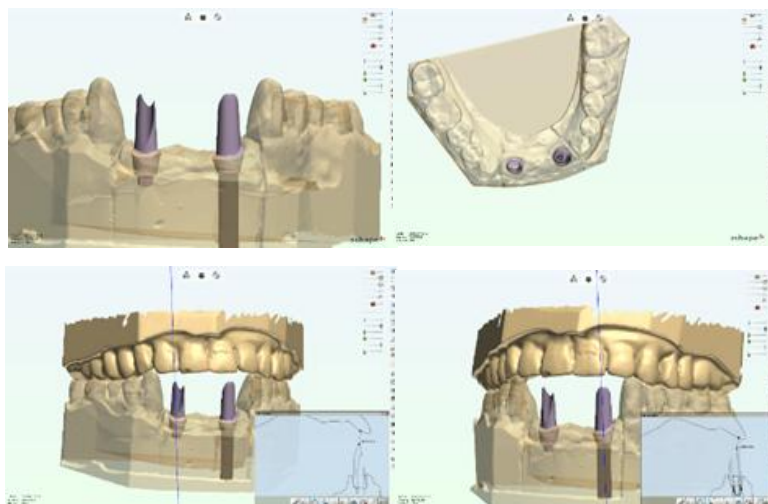


Рис. 47. Смоделированные в CAD-модуле 3Shape индивидуальные абатменты



Рис.48. Готовый металлокерамический мостовидный протез на индивидуальных фрезерованных абатментах на гипсовой модели



Рис.49. Металлокерамический мостовидный протез в полости рта на индивидуальных фрезерованных абатментах

Третий клинический случай демонстрирует более широкие возможности CAD/CAM-технологий, помимо фрезерования индивидуальных абатментов.

Клинический пример. Пациентке А., 32 лет, также проведено протезирование немецким имплантатом Dentegris диаметром 4,5 мм. На имплантат в области отсутствующего 3.6 было запланировано изготовление безметалловой одиночной комбинированной коронки с цементной фиксацией.

Для реализации плана лечения в клинике был снят двухфазный одноэтапный оттиск открытой ложкой А-силиконовым материалом Elite HD + (Zhermack) (рис. 50, 51).



Рис. 50. Зафиксированный в полости рта трансфер для снятия оттиска открытой ложкой



Рис. 51. Оттиск открытой ложкой под реставрацию на имплантате

После перевода аналоговой модели в цифровую проведено моделирование индивидуального абатмента, каркаса из диоксида циркона с опакостью более 50% и керамической облицовки в CAD-программе Exocad (рис. 52).

Перед фиксацией в полости рта фрезерованную составную супраструктуру примерили на аналоговой гипсовой модели (рис. 53).

Реставрация зафиксирована в полости рта немецким цементом двойного отверждения Implantlink® semi (Detax) (рис. 54).

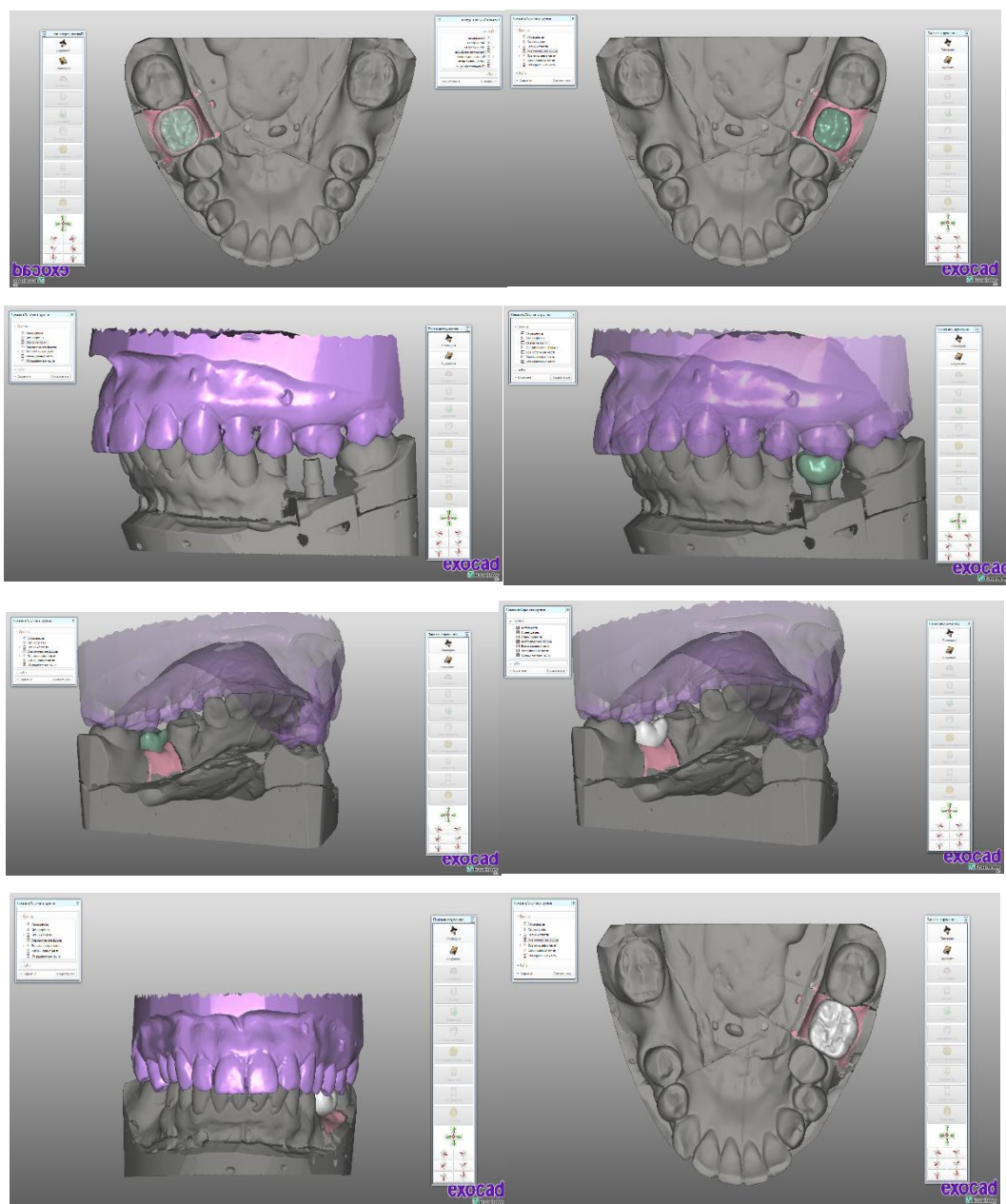


Рис. 52. Этапы моделировки реставрации на имплантате в CAD-программе



Рис. 53. Проверка готовой коронки на имплантате.



Рис. 54. Зафиксированная CAD/CAM-коронка в полости рта

5. *хирургические шаблоны*



Рис. 55. Определение оптимального положения имплантата с помощью рентгеновского аппарата Sirona и цифровой системы CEREC и конечная реставрация, созданная CEREC/inLab

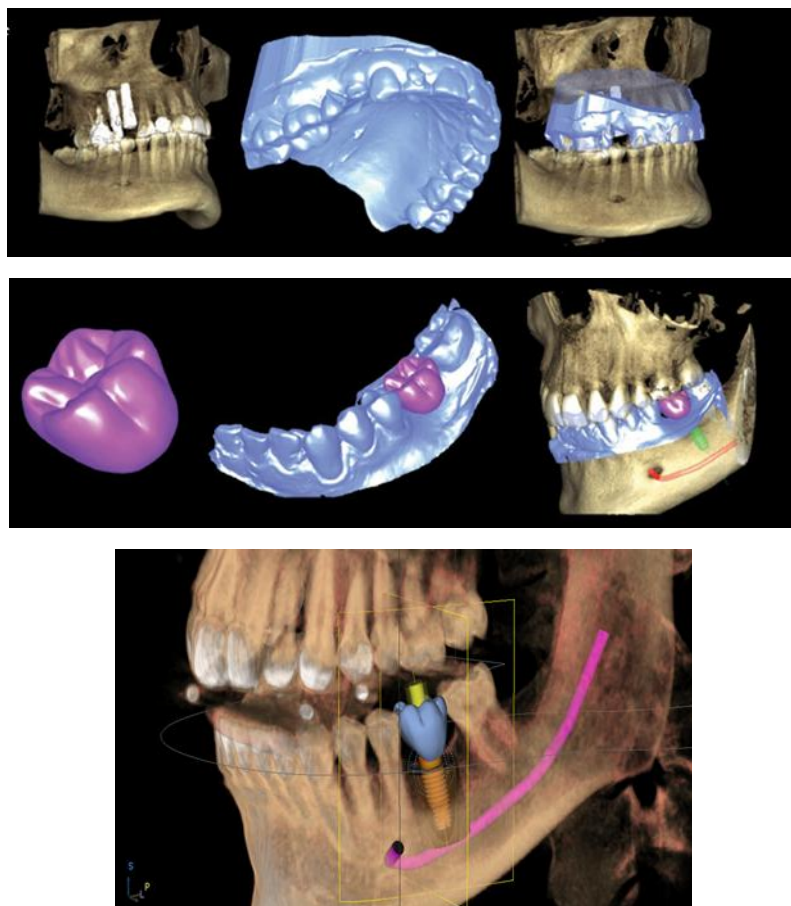


Рис. 56. Планирование ортопедического и хирургического лечения. Наложение конусно-лучевой компьютерной томограммы, 3D-модели челюсти и сканированного оттиска



Рис. 57. Хирургические шаблоны, изготовленные на CAD/CAM-системе

Изготовление хирургических направляющих шаблонов для имплантации с помощью CAD/CAM-системы и трёхмерной рентгеновской системы позволило упростить процесс планирования ортопедического лечения для имплантатов. Теперь не только опытные стоматологи, но и новички могут одновременно планировать хирургическое и ортопедическое

вмешательство и точно осуществить разработанный план на практике с помощью хирургического шаблона. Планирование будущей реставрации проводят в условиях интегрированной имплантологии, которая включает в себя возможность получения цифровых оптических слепков, компьютеризированный процесс моделирования и высокую диагностическую надёжность трёхмерного рентгеновского исследования. Кроме того, предполагаемый результат лечения можно продемонстрировать пациенту на экране монитора.

6. *модели для пресс-керамики;*
7. *временные коронки в полный профиль и различные конструкции из беззольной пластмассы или воска для последующего литья;*

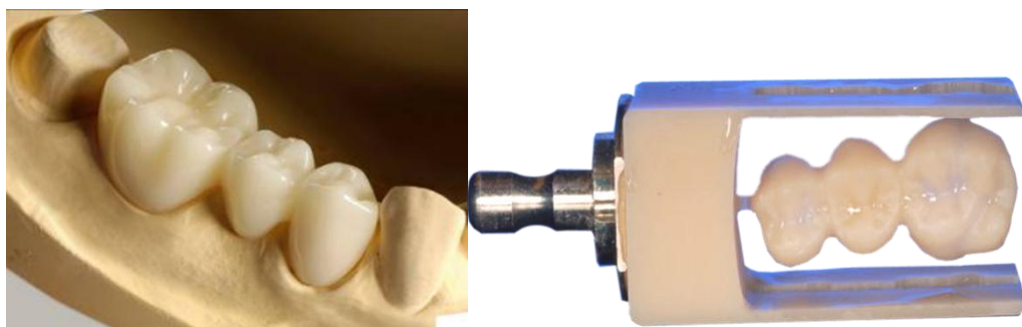


Рис.58. Фрезерованный провизорный мостовидный протез из блока VITA CAD-Temp

8. *полноанатомические коронки из диоксида циркония;*
9. *культевые вкладки из диоксида циркония.*

В случае, если при изготовлении реставрации нет достаточного места для размещения керамической облицовки или пациенту устанавливают цельнокерамический протез с искусственной десной, на стоматологическом рынке представлено несколько технологий изготовления полноанатомических коронок из диоксида циркония. Технология Prettau предполагает использование оригинальных материалов фирмы ZirkonZahn с чрезвычайно высокой прозрачностью, достигаемой микроструктурой

материала. Этот материал позволяет изготавливать коронки и мостовидные протезы из цельного диоксида циркония, избегая при этом сколов керамической облицовки. Моделирование и фрезерование проводится на CAD/CAM-системе ZirkonZahn. Все конструкции выполнены из сырого, неспечённого диоксида циркония, окрашиваются бескислотными красителями, а полноанатомические конструкции Prettau окрашиваются по специально разработанным картам позонного окрашивания красителями Aquarell Prettau, при обжиге в печи применяется специально разработанная программа. Ноу-хау методики заключается в методике послойного наложения керамики только с вестибулярной поверхности, при этом можно не облицовывать жевательную поверхность. Теперь жевательная поверхность копируется непосредственно с моделированного зуба.



Рис. 59. Окрашенные полноанатомические коронки из диоксида циркония перед обжигом

Другую, похожую методику изготовления полноанатомических коронок из диоксида циркония, представляет немецкая компания Dental Direkt. Технология ZX-Cut Back, состоит из двух компонентов: диоксид циркония с повышенной транслюцентностью DD cube X² и бескислотные краски третьего поколения – DD Bio ZX² monolith ZERO. Краска DD Bio ZX² monolith ZERO на водной основе, которая не уступает кислотным

красителям. Простая технология окрашивания по принципу акварельной краски.

Фирма Sirona предлагает фрезерование полноанатомических коронок из диоксида циркония в одно посещение у кресла пациента. Новые шлифовальные блоки могут фрезеровать диоксид циркония не только во влажном, но и в сухом виде, делая возможным клиническое восстановление жевательных зубов пациента в одно посещение.

Фрезерные станки CEREC нового поколения оснащены вытяжкой для стружки и оснащены новыми прецизионными инструментами. Новый аппарат может быть использован для сухой и влажной обработки, один сразу после другого. Сухой помол экономит значительное количество времени, поскольку реставрацию не нужно сушить перед спеканием – поэтому возможна процедура «у кресла пациента». При этом отсутствует разница в видах обработки диоксид циркония (сухая или влажная). Сухая пыль может быть легко удалена с помощью короткой, комплексной программы очистки.

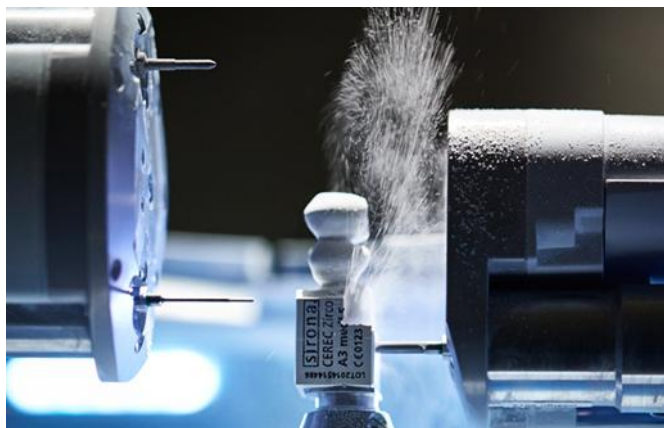


Рис. 60. Сухое фрезерование из блока полуспечённого диоксида циркония полноанатомических коронок на шлифовальном аппарате CAD/CAM-системы CEREC

10. полные съёмные протезы;

Около двух лет назад была представлена немецкая CAD/CAM-технология изготовления полных съёмных протезов Merz Baltic Denture

System. Протезы фрезеруются на станке imes-icore CORiTEC 350i, а планирование и моделирование проводят в программном обеспечении FOLLOW-ME! HYPERDENT.

В сжатом виде технология изготовления состоит из трёх этапов:

- в клинике врач-стоматолог снимает функциональные оттиски и фиксирует пространственное положение челюстей с помощью специального переносчика;
- сканирование оттисков в зуботехнической лаборатории, компьютерный дизайн, фрезеровка и полировка готовых протезов;
- в клинике врач-стоматолог проводит наложение готовых протезов.

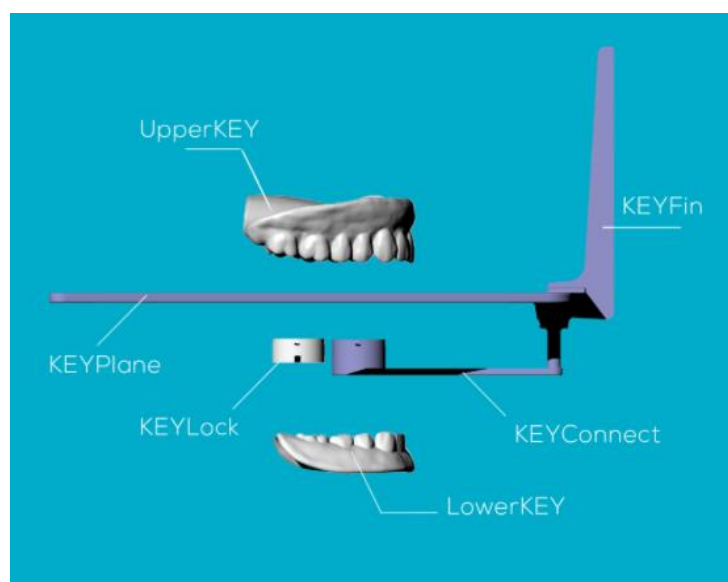


Рис. 61. Переносчик для определения центрального соотношения челюстей

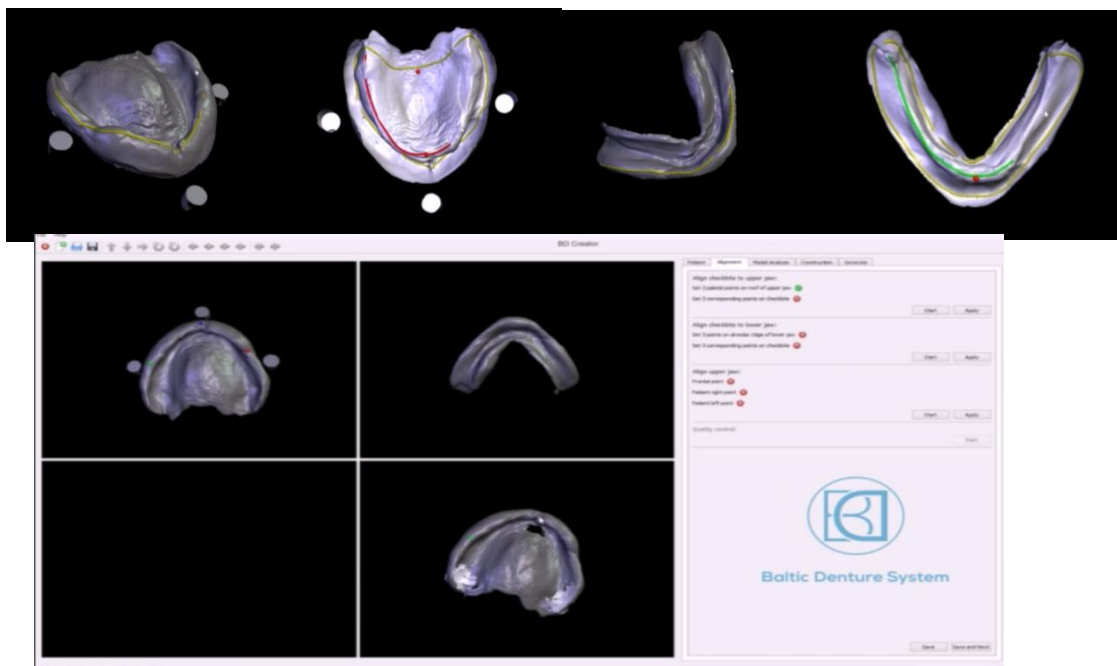


Рис. 62. Сканирование функциональных оттисков в зуботехнической лаборатории

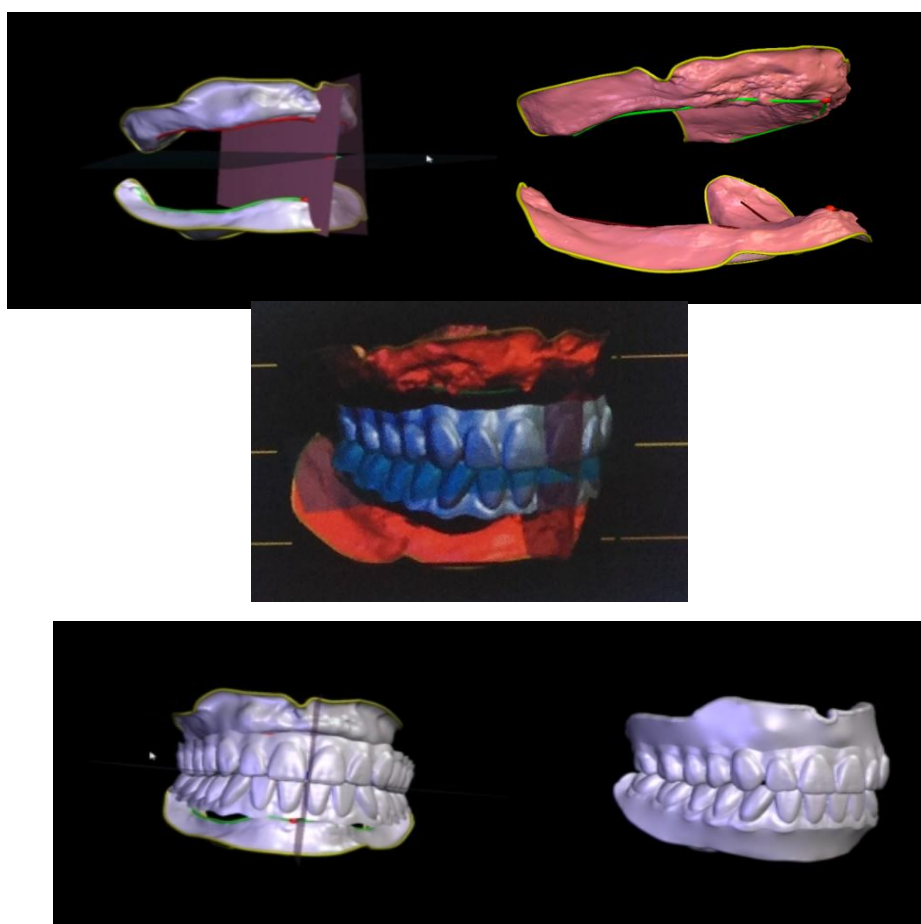


Рис. 63. Последовательное моделирование будущих полных съёмных пластиночных протезов в CAD-программе



Рис. 64. Протезы после шлифования на фрезеровочном станке перед шлифовкой и полировкой вручную

11. *шины-каппы;*
12. *балки для опоры условно-съёмных протезов на имплантатах;*



Рис. 65. Фрезерованная металлическая балка

При протезировании с применением имплантатов многие стоматологи сталкиваются с проблемой просвечивания первичных металлических конструкций (в том числе и титановых балок) сквозь каркасы из диоксида циркония и индивидуальные циркониевые абатменты. Часто подобные реставрации отличаются преобладанием серого тона, с которым довольно сложно бороться. Для того чтобы избежать возможных эстетических недостатков, обусловленных просвечиванием титана, компания Zirkonzahn разработала Titanium Spectral-Colouring Anodizer – устройство спектрально-цветового анодирования, позволяющее окрашивать титановые элементы в разные цвета в условиях лаборатории. В процессе анодирования на поверхности титана образуется тончайший оксидный слой, который полностью перекрывает его исходный цвет. Кроме того, научные исследования показали, что окрашенный оксидный слой повышает биосовместимость и остеоинтеграцию титана.



Рис. 66. Перекрытие серого оттенка от металла за счёт анодирования верхнего слоя титана.

Наряду с устранением серого оттенка, обусловленного собственным цветом титана, анодирование может использоваться и для выполнения цветного кодирования. Так, винты аналогов можно маркировать одним цветом, а винты имплантатов – другим, делая их легко различимыми друг от

друга, что позволит избежать ошибок при фиксации готовой конструкции в полости рта пациента.

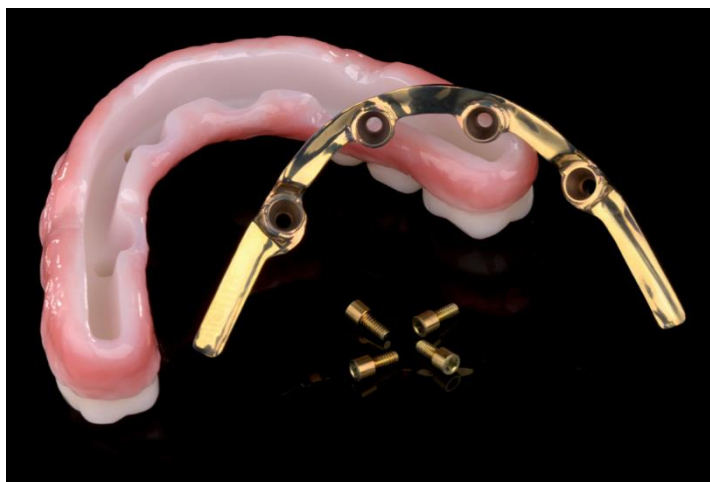
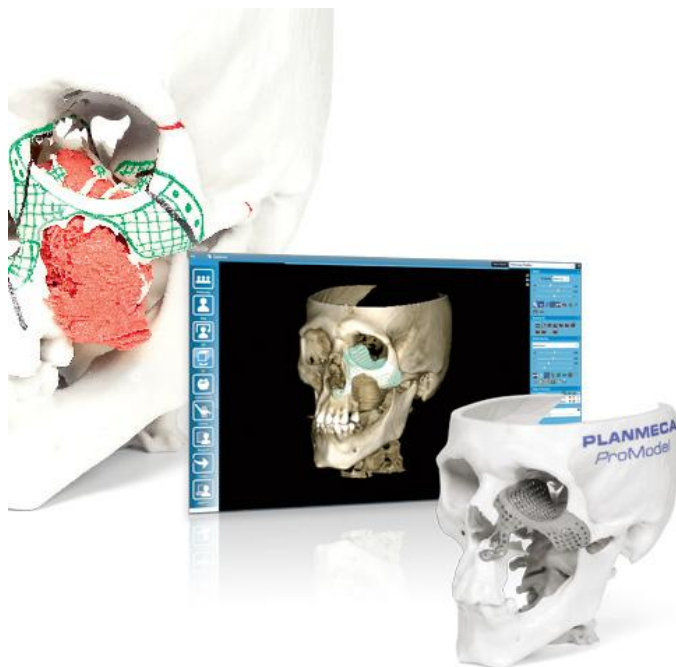


Рис. 67. Фрезерованная титановая балка, анодированная Titanium Spectral-Colouring Anodizer (Zirkonzahn)

13. *индивидуальные имплантаты для челюстно-лицевой хирургии;*



Очень перспективное и востребованное направление использования CAD/CAM-систем – имплантация утраченных костных структур в челюстно-лицевой хирургии.

Например, Planmeca ProModel™ предлагает имплантаты для конкретного пациента и физические модели для челюстно-лицевой хирургии

– все разрабатывается индивидуально для достижения наилучших результатов. Имплантаты, разработанные и изготовленные в соответствии с любой формой, обеспечивают точное соответствие анатомии пациента. Сервис также включает в себя физические 3D модели черепа и хирургические руководства для оказания помощи при предварительном планировании и при самой операции.

Концепция сервиса Planmeca ProModel™ – это сервис для создания на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии/компьютерной томографии пациента, индивидуальных имплантатов, хирургических шаблонов и моделей черепа. За несколько рабочих дней 3D-имплантаты разрабатываются во время онлайн сессии между хирургом и дизайнером Planmeca. Использование CAD/CAM-технологии позволяет сократить в прошлом многочасовые операции до 3,5 часов, при этом достигается лучший эстетический результат.

На каждого пациента в программе создаётся виртуальный профиль, где 3D цифровые модели хранятся в базе данных Planmeca Romexis® в стандартном формате STL, что избавляет от необходимости физически сохранять гипсовые слепки. Отсканированная 3D-модель может быть наложена на данные конусно-лучевой компьютерной томографии для создания виртуальных пациентов и помощи врача, удовлетворяя все клинические и терапевтические потребности в планировании лечения. Комбинированный набор данных обеспечивает модель зубных рядов пациента без артефактов, включая кости, коронки и мягкие ткани. Это дает новые возможности для планирования имплантата, выполнения хирургических, ортодонтических и ортогнатических операций.

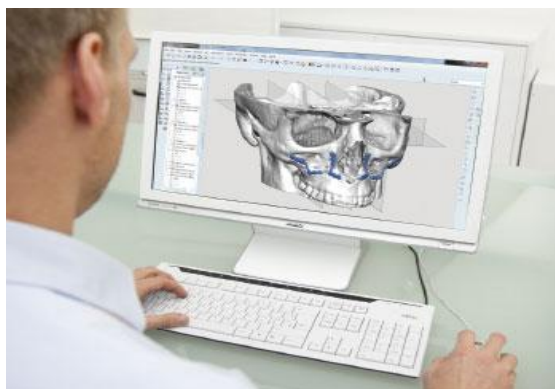


Рис. 68. 3D-моделирование онлайн во время общения хирурга и дизайнера



Рис. 69. Модель черепа для предварительного хирургического планирования и готовый к использованию имплантат конкретного пациента. Орбитальная реконструкция с использованием титанового протеза пациента. Имплантат может быть установлен в одном единственном положении



Рис.70. Левая часть челюсти, восстановленная после удаления опухоли. Один имплантат для единой реконструкции кости скулы, верхней челюсти и орбиты глаза. Имплантат состоит из сетки, твердых и каркасных структур, позволяющий использовать лоскуты и костные трансплантаты



Рис. 71. Модель руки пациента, напечатанная на 3D-принтере по данным КЛКТ изображения



Рис. 72. Модель черепа пациента для предварительного планирования опухолевой хирургии. Опухоль окрашена красным цветом

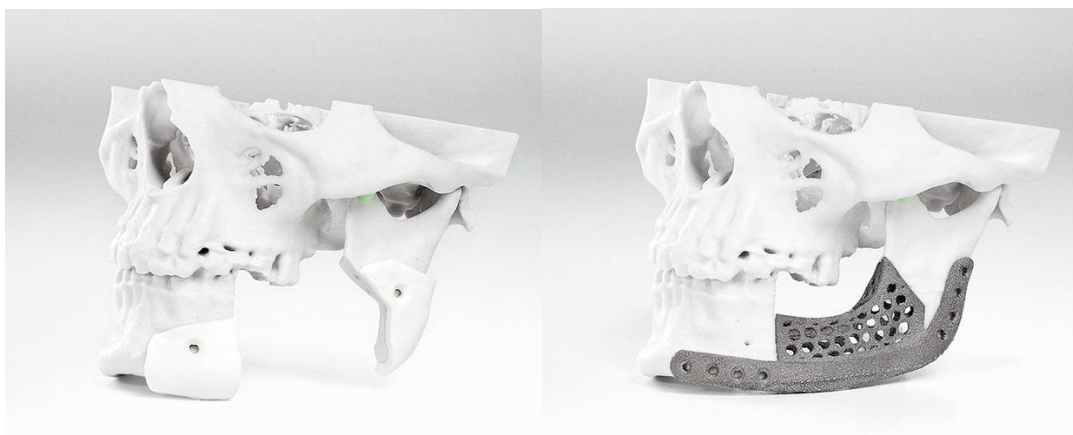


Рис. 73. Модель черепа пациента и хирургические шаблоны для операции на нижней челюсти. Реконструкция левой нижней челюсти с имплантатом из металлической сетки

Контрольные вопросы:

1. Какие полноанатомические реставрации может отфрезеровать врачебная CAD/CAM-система?
2. Какие материалы при этом используются?
3. Какие каркасные ортопедические конструкции шлифует CAD/CAM-системы?
4. Какую часть супраструктуры на имплантат можно изготовить с помощью CAD/CAM-системы?

ГЛАВА 5. КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

По аналогии с цифровыми системами материалы, фрезеруемые на них, получили название CAD/CAM-материалов. Существует большое разнообразие CAD/CAM-материалов для различных клинических показаний, начиная от единичной реставрации и заканчивая полным съёмным протезом. Современные цифровые стоматологические системы шлифуют воск, пластмассу, керамику, диоксид циркония, титан, кобальто-хромовый сплав.

История развития фрезеруемых материалов началась в 1985 году, когда была впервые изготовлена клиническая реставрация из полевошпатной керамики по CAD/CAM-технологии на аппарате CEREC (Sirona). Уже тогда основным преимуществом реставрации была её гомогенность (рис. 74), так как керамические блоки изготавливались промышленно.

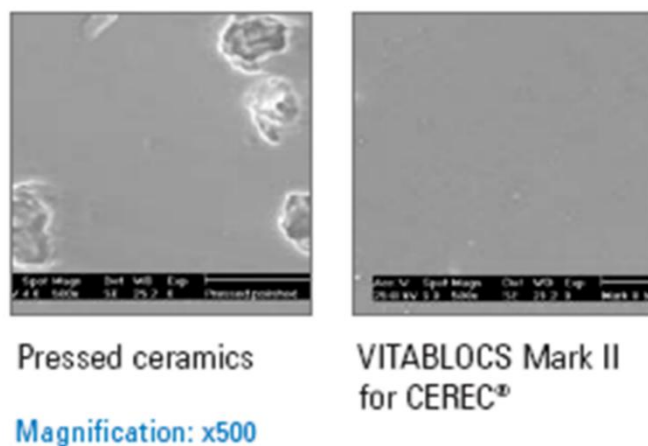


Рис. 74. Преимущество фрезерованной керамики над прессованной

Цельнокерамические реставрации из этого материала (рис. 75) в то время были самыми эстетичными, но хрупкость керамики не позволяла уйти далее одиночных реставраций.



Рис. 75. Керамические блоки Empress CAD (Ivoclar Vivadent)

Полевошпатная «холодная» керамика не сдавала свои позиции до начала нового тысячелетия, когда в 2005 году нашёл своё применение дисиликат лития для CAD/CAM-технологий. Блоки имели голубовато-сиреневый цвет (рис 76). В таком цвете фрезеровалась коронка, а затем производился обжиг в низкотемпературной печи, при этом реставрация приобретала схожий с твёрдыми тканями цвет и повышенную (по сравнению с полевошпатной керамикой) прочность.



Рис. 76. Блок из дисиликата лития e-max CAD (Ivoclar Vivadent)

Цельнокерамические реставрации при неоспоримых своих плюсах (биосовместимость, эстетичность, эффект хамелеона и т.д.) имели и свои минусы в определённых клинических ситуациях. В ряде случаев (при недостаточной полировке, например) наблюдалась повышенная стираемость интактного зуба-антагониста из-за микроабразии и отсутствия эластичности керамической реставрации. В 2007 году вернулись к композитам, но теперь реставрация могла быть не только прямой, а отшлифованной на CAD/CAM-системе. 2013 год ознаменовался внедрением в клинику гибридной керамики.

VITA ENAMIC (VITA Zahnfabrik) – первая в мире **дентальная гибридная керамика** с двойной сетчатой структурой. Гибридная керамика состоит из пористой керамической матрицы, поры которой заполнены полимерным материалом. Неорганическая доля керамики составляет около 86% веса, органическая – около 14%. Доминирующая в материале керамическая сетчатая структура усилена полимерной сеткой, причём обе сетки взаимопроникаемы. Благодаря этому VITA ENAMIC (рис. 77) – гибридный материал для клинических CAD/CAM-реставраций, объединяющий в себе преимущества как керамики, так и композита.

Гибридная керамика после адгезивной фиксации, наряду с устойчивостью к нагрузкам, обладает также и исключительной эластичностью. Данные свойства материала подходят для изготовления одиночных коронок в боковых отделах, а также благодаря этим свойствам

впервые стало возможно значительно уменьшить толщину стенок при минимально инвазивных реставрациях.

VITA ENAMIC по своим свойствам максимально приближен к натуральным тканям зуба (гибридная керамика имеет эластичность 30 ГПа, естественный дентин – 13-30 ГПа) и благодаря превосходной светопроводимости воспроизводит естественную игру цвета.

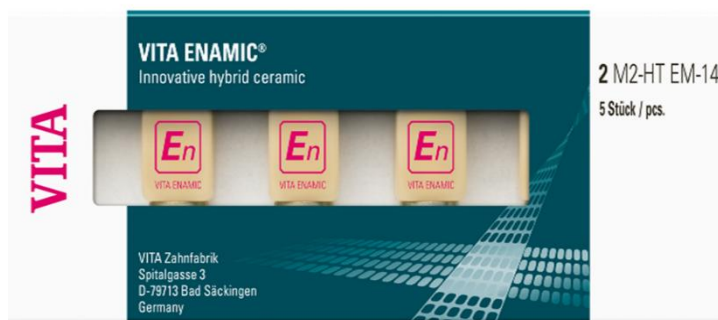


Рис. 77. Блоки гибридной керамики Vita enamic (Vita)

Преимущества гибридной керамики:

- Устойчивость к нагрузкам – после фиксации VITA ENAMIC становится исключительно устойчивой к нагрузкам, гарантируя оптимальное распределение жевательной силы. Полимерная сеть обладает способностью поглощать внутриротовые нагрузки, поэтому этот материал идеально подходит для изготовления коронок в боковых отделах.

- Высокая надёжность – материал обладает интегрированной функцией остановки трещин.

- Реставрации, щадящие остаточную субстанцию зуба – благодаря эластичности гибридной керамики становится возможным изготовление минимально инвазивных реставраций, что позволяет руководствоваться принципом биологической целесообразности, максимально оставляя здоровые ткани зуба.

- Точные и детальные реставрации – после процесса шлифования реставрации из гибридной керамики – особенно в области тонкого края – получаются очень прочные, с ярко выраженной морфологией поверхности с

высокой точностью прилегания. Из гибридной керамики получаются самые высокопрочные виниры без препарирования с детально точным, стабильным краем. Реставрации с заданной геометрией (толщина стенок около 0,2 мм) можно изготовить только из блоков VITA ENAMIC.

- Быстрая и экономичная обработка – шлифовальные свойства гибридной керамики, а именно – более мягкая структура, гарантируют быструю и экономичную (фрезы реже выходят из строя) обработку. Материал обладает конечной прочностью, поэтому реставрация может быть установлена сразу после шлифования.

- Естественная эстетика – VITA ENAMIC – дентальный материал выпускается в нескольких оттенках и обладает превосходной светопроводимостью. Реставрации из гибридного материала отлично гармонируют с остаточной субстанцией зуба и соседними зубами, обеспечивают естественную игру цвета.

Спектр показаний:

Цельнокерамические коронки, вкладки и виниры.

Цвета:

VITA ENAMIC выпускается в двух степенях прозрачности: НТ (high translucent, высоко прозрачный) и Т (translucent, прозрачный), а также в пяти цветах VITA SYSTEM 3D-MASTER: 0M1, 1M1, 1M2, 2M2 и 3M2.

Показаниями для НТ является изготовление вкладок, виниров и коронок.

Показаниями для Т – маскировка окрашенных культей зуба.

Индивидуализация реставраций:

Реставрации из гибридной керамики полируются специально разработанными инструментами (VITA ENAMIC Polishing Set (clinical / technical)), предназначенными для использования их без полировальной пасты. Использование специальных инструментов гарантирует щадящую обработку материала с минимальной вероятностью образования микротрещин.

Также в комплект входит набор красителей для гибридной керамики (VITA ENAMIC Stains Kit), состоящий из шести цветов для окрашивания плюс дополнительные принадлежности для индивидуализации реставраций.

Связка красителей с реставрацией осуществляется посредством полимеризации. Для закрепления поверхностного слоя вся внешняя поверхность реставрации может быть покрыта глазурью химического отверждения VITA ENAMIC GLAZE. Тем самым обеспечивается высокая прочность и совершенный глянцевый блеск реставрации в полости рта. Интенсивность цвета контролирует соотношение жидкости с порошком красителя.

Обработка происходит по простому принципу 5 шагов: подготовка поверхности реставрации, смешивание и нанесение оттенков, промежуточная полимеризация, нанесение химической глазури и окончательная полимеризация.

Следующий этап развития дентальной керамики (2014 год) – новое поколение стеклокерамических материалов. VITA SUPRINITI (VITA Zahnfabrik) – первая **керамика на основе дисиликата лития, усиленная оксидом циркония (ZLS)**. В процессе производства стеклокерамика обогащается (примерно 10 весовых %) оксидом циркония. Этот класс материалов является совместной разработкой компании VITA Zahnfabrik, DeguDent GmbH и института Фраунгофера по силикатным исследованиям ISC.



Рис. 78. Блок из дисиликата лития, усиленный диоксидом циркония

Такая стеклокерамика отличается чрезвычайно тонкозернистой и гомогенной структурой, неизменной высокой стойкостью к воздействию нагрузок, долговечной стабильностью, хорошей шлифуемостью и полируемостью. Нужно помнить, что реставрации перед тем, как быть зафиксированными, подвергаются шлифовке, обжигу и финишной обработке (индивидуализации). VITA SUPRINITY (рис. 78) обладает великолепной транслюцентностью, флуоресценцией опалесценцией, что обеспечивает достижение отличного эстетического результата.

Преимущества усиленной диоксидом стеклокерамики:

- Стойкость к воздействию нагрузок – новое поколение стеклокерамики с очень высокой величиной предельно допустимой нагрузки, наибольшая среди цельнокерамических реставраций.
- Высокая надёжность – долговечные реставрации с максимальной надёжностью, подтвержденной результатами длительных испытаний на воздействие динамических нагрузок и измеренной величиной модуля Вейбулла (прочность на изгиб).
- Простота обработки – усиленная диоксидом стеклокерамика отличается очень высокой стабильностью при обжиге и может кристаллизоваться без использования огнеупорной пасты. Материал легко обрабатывается вручную и хорошо полируется.
- Оптимизированная точность – после шлифования характерна более высокая стабильность кромок, чем у керамики на основе дисиликата лития, что обеспечивает высокую точность прилегания конечной реставрации.
- Высокая надёжность технологического процесса – небольшое занижение или завышение рекомендуемой температуры кристаллизации VITA SUPRINITY не оказывает никакого существенного влияния на стабильность формы и механические свойства материала.
- Великолепная эстетика – помимо высокой транслюценции, флуоресценции и опалесценции самой материала, возможна

индивидуализация реставраций облицовочной керамикой VITA VM 11, что позволяет достичь точного воспроизведения естественной игры цвета.

Спектр показаний:

- Коронки на передние и боковые зубы, внешние конструкции с опорой на имплантаты, виниры, вкладки, накладки.

VITA предлагает материал VITA SUPRINITY PC со специальным держателем для следующих CAD/CAM систем:

- CEREC/inLab (Sirona Dental Systems GmbH);
- Ceramill Motion II (Amann Girrbach AG);
- KaVo ARCTICA/Everest (KaVo Dental GmbH);
- Planmill 40 (D4D Technologies LLC.).

VITA предлагает VITA SUPRINITY PC UNIVERSAL с универсальным держателем для следующих CAD/CAM систем:

- Core3d i Serie (Core3d Centres International N.V.)

CORiTEC Serie (imes-icore GmbH)

CS 3000 (Carestream Inc.)

DMG ULTRASONIC Serie (DMG Mori AG)

Impression K-/S-Modelle (vhf camfacture AG)

MILLING UNIT M Serie (Zirkonzahn S.r.l.)

Röders RXD Serie (Röders GmbH)

Roland DWX (Roland Digital Group)

ZENOTEC select (Wieland Dental + Technik GmbH & Co. KG)

А также других CAD/CAM систем с возможностью влажного шлифования.

Современные фрезеровальные аппараты шлифуют не только полевошпатную, прессованную или стеклокерамику (рис. 79) как первые стоматологические фрезерные станки, но и пластмассу, металлы и диоксид циркония.



Рис. 79. Блоки Lava Ultimate на основе смол и нанокерамики

Блоки из полиметилметакрилата (РММА) – это заготовки из безмономерной пластмассы для изготовления долговременных (до полугода эксплуатации) провизорных коронок. Такие коронки изготавливаются как непосредственно в клинике в одно посещение с препарированием под постоянные конструкции с применением внутриротового сканера, но и лабораторным способом.



Рис. 80. Блоки из полиметилметакрилата

Блоки ПММА (рис. 80) имеют несколько цветовых решений, бывают моно и мультиопаковыми.

Для изготовления хирургических шаблонов используется прозрачная пластмасса, а для моделей челюстей – окрашенная.

Диоксид циркония на сегодняшний день широко фрезеруется на CAD/CAM-системах. Но лет 15 назад это был трудоёмкий и небезопасный процесс для здоровья зубного техника, работающего с ручным фрезеровальным аппаратом.

Циркон (ZrSiO_4) – это материал, принадлежащий к классу минералов солей кремневой кислоты, который был открыт М.Г. Клапротом в 1789 г. Диоксид циркония (ZrO_2) это соединение элемента циркония, встречающегося в природе, который применяется в ортопедической стоматологии. Он частично стабилизируется иттрием и обогащается алюминием. Это дает ему такие положительные характеристики, как прочность на изгиб ($> 1400 \text{ МПа}^*$), жесткость (1200 Твердость по Виккерсу*) и модуль Вейбулла 15,84*(* Значения для ICE Zirconia Translucent).

Помимо высокой стойкости диоксид циркония – полностью биосовместимый материал, широко использующийся не только в дентальном протезировании, а также в оториноларингологии и при заболеваниях опорно-двигательного аппарата. В промышленности он используется уже в течение более 40 лет.

Белый – основной цвет циркона, но возможность окрашивания в цвета дентина и биотехнологические характеристики позволяют изготавливать биосовместимые, высококачественные и эстетические стоматологические и имплантатные конструкции. Это могут быть как цельноциркониевые реставрации из транслюцентного минерала, так и изготовленные по двуслойной технологии (циркониевый каркас, облицованный керамикой (рис. 81)).



Рис. 81. Блоки из керамики (а) и полуспечённого диоксида циркония (б)

Основным сырьем для производства диоксида циркония является минерал циркон (ZrSiO_4). Оксид циркона получают из него путем химической обработки с помощью добавок. Полученный реагентный порошок смешивается с присадками. Разграничивают агломерационные присадки, которые в особенности оказывают воздействие на характеристики спекания и характеристики готовой керамики, и вспомогательные материалы, которые способствуют формообразованию. Соответственно, заготовки из диоксида циркония изготавливаются путем различных методик.

В то время, как агломерирующие добавки остаются в оксиде циркона, вспомогательные материалы, которые, кроме воды, являются в основном легкоиспаряющимися органическими соединениями, удаляются из отливки оксида циркона перед процессом агломерации, не оставляя никаких следов. И хотя этот материал подвергается процессу предварительного спекания, материал остается способным к обработке с помощью боров, сделанных из карбида вольфрама. Объект вырезается фрезой из блока циркона, мягкого как мел, размер которого примерно на 25% больше, чем размер этого объекта. Потом выполняется окончательная агломерация при температуре 1500°C , и, таким образом, достигается его конечная консистенция. Во время этого процесса объект дает усадку на 20%. Только в процессе окончательной агломерации структуры действительно приобретают свои подлинные характеристики. Уплотнение частиц порошка оксида циркона происходит путем уменьшения удельной поверхности.

Это получают с помощью термозависимых диффузионных процессов с изменением частей поверхности, межзёренной границы и диффузионного объема. Если твердотельная диффузия проходит слишком медленно, процесс агломерации может проводиться под давлением. Это называется горячим прессованием или горячим изостатическим прессованием («HIP процесс») циркона. Характеристики такой цирконовой керамики зависят в большей степени от химического состава материала и процесса изготовления.

Различают полностью стабилизированный диоксид циркония (FSZ) и частично стабилизированный диоксид циркония (PSZ). Частичная стабилизация может быть достигнута с использованием добавки 3-6% CaO, MgO или Y_2O_3 . В зависимости от условий изготовления стабилизироваться может кубическая, тетрагональная или моноклиническая модификация. Частично стабилизированный диоксид циркония имеет высокую термостойкость, и, таким образом, также подходит для использования при высоких температурах в машиностроении.

Кубическая модификация диоксида циркония может стабилизироваться от абсолютного нуля до кривой солидуса добавлением присадки 10-15% CaO и MgO (FSZ), и этот керамический материал может термически и механически выдерживать температуру 2000°C. Однако, из-за низкой теплопроводности и высокого коэффициента теплового расширения по сравнению с частично стабилизированным диоксидом циркония термостойкость полностью стабилизированного диоксида циркония ниже. Диоксид циркония, применяемый в стоматологии, имеет следующий состав: 95 % ZrO_2 + 5 % Y_2O_3 .

Существует translucentный диоксид циркония (Prettau), благодаря его полупрозрачности особенно подходит для изготовления полноанатомических жевательных коронок и мостовидных протезов задней группы зубов.

Опыт использования диоксида циркония показал, что долговечность реставраций на его основе соизмерима со сроком службы комбинированных

металлических каркасных реставраций, даже несмотря на то, что связь между керамической облицовкой и каркасом из диоксида циркония механически удерживающая, а не химическая как в случае с металлокерамикой. Вопреки расхожему мнению, что реставрации на основе диоксида циркония нельзя корректировать в клинике, производители не исключают коррекцию с водяным охлаждением, но даже и без него.

Наиболее предпочтительный цемент для фиксации комбинированных циркониевых коронок – фосфатный или стеклоиономерный.

Противопоказаний для изготовления ортопедических конструкций из диоксида циркония практически нет, кроме низкой клинической коронки причинного зуба. Показания – изготовление высоко эстетических съёмных и несъёмных реставраций, пропускающих пучок света.

Как выше было сказано, CAD/CAM-системы фрезеруют и металлы. На сегодня это кобальто-хромовый сплав и титан.

В настоящее время титан занял свое достойное место в ряду современных материалов. Титан успешно применяется в автомобиле- и авиастроении, в космических кораблях и судостроении, везде, где необходима эффективная защита от коррозии и, конечно, в медицине. При росте непереносимости и аллергических реакций на различные сплавы металлов применяемых в медицине и стоматологии титан рассматривается как решающая альтернатива. Благодаря замечательной биосовместимости и невероятной стабильности титана, этот металл обратил на себя внимание в ортопедии. Сегодня из титана изготавливаются тазобедренные и коленные протезы, корпус для сердечных стимуляторов и слуховых аппаратов и прочие.

Следует заметить, что титан представляет собой чистый химический элемент, металл, порядковый номер которого в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева – 22. Титан обладает способностью, находясь в организме, долгое время оставаться инертным. В зубопротезной технике используется чистый титан в четырёх градациях (от T1 до T4).

Твёрдость, в зависимости от градации, от 140 до 250 ед. Точка плавления 1 668 °С, высокая реакционная способность. Плотность 4,51 г/см³. Примерно в четыре раза меньшая плотность, а значит и вес, по отношению к золоту, что дает пациентам повышенный комфорт во время пользования зубными протезами. Незначительная теплопроводность. Нейтральный вкус, не вызывает не приятных вкусовых ощущений, отсутствие привкуса металла во рту, как при использовании некоторых сплавов; Титан прозрачен для рентгеновских лучей, что делает возможным, например, легко обнаружить вторичный кариес у зуба, покрытого коронкой, или в зуботехнических целях – рентген-контроль отлитых изделий на предмет литьевых раковин.

Высокая биосовместимость обусловлена способностью титана в доли секунды образовывать на своей поверхности защитный оксидный слой, благодаря которому он не коррозивирует и не отдаёт свободные ионы металла, которые способны вокруг имплантата или протеза вызывать патологические процессы. На сегодняшний день титан даёт нам возможность использования только одного металла в полости рта. Мы можем изготовить практически любые конструкции. Не происходит ни каких электрохимических реакций между различными частями протезов, а окружающие протез ткани остаются свободными от ионов металла.

Культевые штифтовые вкладки, цельнолитые и облицованные коронки и мостовидные протезы, цельнолитые базисы полных съёмных протезов, бюгельные протезы, а также протезирование на имплантатах (включая сами имплантаты) – вот неполный спектр применения титана. Неполный, так как сегодняшние реалии – это фрезерованные на CAD/CAM-системе индивидуальные абатменты.

В стоматологии применение титана началось с использования этого металла в своих исследовательских работах профессором Бренемарком в 1956 году. Пока титан утверждал себя в зубной имплантологии, росло параллельно желание использовать этот металл так же и в индивидуальном протезировании.

Первые эксперименты литья титана в зуботехнической области были произведены доктором Ватерстраатом в 1977 году.

Тепловое преобразование формы титана в зуботехнических целях стало возможным с применением литейной установки для литья титана японской фирмы Охара с 1981 года.

Метод холодной обработки титана – фрезерование - изготовление имплантатов или фрезерование каркасов коронок или мостовидных протезов путем CAD/CAM технологий, не влечет за собой особых сложностей. Проблемы присутствуют в так называемом горячем изменении формы металла, т.е. в литье. Невысокая себестоимость литья титана по отношению к фрезерованию CAD/CAM технологиями и единственный на сегодняшний день способ изготовления каркасов бюгельных протезов оставляют востребованным этот метод изготовления ортопедических конструкций.

Высокая реакционная способность, высокая точка плавления и низкая плотность титана требуют специальную литейную установку и паковочную массу. В данное время на рынке известны три системы, которые считаются лучшими для литья титана. Это система Рематитан фирмы Дентаурум (Германия), система Биотан фирмы Шутц-дентал (Германия) и система японской фирмы Морита. Во всех трёх литейных установках двухкамерный принцип, титан плавится в плавильной камере в среде аргона, на медном тигле при помощи вольтовой дуги, и посредством вакуума или давления аргона загоняется в форму.

Особенностью изготовления коронок на титане является обязательное наличие гирлянды как на одиночных коронках, так и на мостовидных протезах, тем более при большой их протяженности в целях упрочнения каркаса. Толщина колпачков должна быть не ниже 0,4-0,5 мм. Каркасы бюгельных протезов моделируются также несколько толще в сравнении с каркасами из хром-кобальтовых сплавов.

Для зуботехнического применения переход титана при температуре 882,5 °С из одного кристаллического состояния в другое имеет очень

большое значение. Титан переходит при этой температуре из α -титана с гексагональной кристаллической решеткой в β -титан с кубической. Что влечет за собой, не только изменение его физических параметров, но и увеличение на 17% его объёма.

По этой причине также необходимо использование специальных керамических масс, температура обжига которых должна находиться ниже 880 °С.

После отливки поверхностный слой или альфированный слой настолько хрупкий и загрязнённый, что во время предварительной обработки титана, особенно под облицовку керамикой, должен быть полностью удален.

У титана очень сильное стремление при комнатной температуре с кислородом воздуха образовывать мгновенно тонкий защитный оксидный слой, который защищает его в дальнейшем от коррозии и обуславливает хорошую переносимость титана организмом.

Пассивный слой имеет способность самостоятельно регенерироваться.

Правильная обработка может успешно производиться только специальными фрезами для титана, со специальной крестообразной насечкой. Уменьшенный угол рабочей поверхности которых дает возможность оптимально снимать достаточно мягкий металл, с одновременно хорошим охлаждением инструмента. Обработка титана должна производиться без сильного давления на инструмент. При неправильном инструменте, или сильном нажиме возможны локальные перегревы металла, сопровождаемые сильным образованием оксида и изменением кристаллической решетки. Визуально на обрабатываемом объекте происходит изменение цвета и слегка грубеет поверхность. В этих местах не будет необходимого сцепления с керамикой (возможность появления трещин и сколов), если это не облицовываемые участки, то дальнейшая обработка и полировка будет также не соответствовать предъявляемым требованиям. Фрезы для титана должны храниться отдельно от других инструментов. Они должны регулярно очищаться пароструйным

аппаратом и щеточками из стекловолокна от остатков титана. Использование при обработке титана различных карборундовых дисков и камней, или алмазных головок сильно загрязняет поверхность титана, что приводит в дальнейшем также к трещинам и сколам в керамике. Поэтому использование вышеперечисленных инструментов пригодно только для обработки, например, каркасов бюгельных протезов, а использование алмазных головок следует полностью исключить. Шлифовка и дальнейшая полировка открытых участков титана возможна только при помощи адаптированных для титана шлифовальных резинок и полировочных паст. Многие фирмы, занимающиеся производством вращающихся инструментов, выпускают на данный момент достаточный ассортимент фрез и шлифовальных резинок для титана. После обработки необходимо оставить обработанный объект на 5-10 мин. пассивироваться, после чего произвести чистку поверхности паром. Оксидный обжиг или похожие процедуры при работе с титаном полностью исключаются. Использование кислот или травление также полностью исключено.

Таким образом, по своим физическим свойствам титан – самый лучший альтернативный вариант литым конструкциям. Компьютерное проектирование и изготовление деталей позволяет максимально точно заполнить протезное ложе и создать уникальную форму конструкции. Сплавы титана в ортопедической стоматологии подлежат фрезерованию. Автоматизация процесса позволяет идентифицировать компьютерную разработку. Затем наносится облицовочное покрытие в ручном режиме.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите облицовочные материалы CAD/CAM-конструкций.
2. В каком виде чаще всего фрезеруют блоки из диоксида циркония и почему?
3. Какие каркасные материалы фрезеруют стоматологические CAD/CAM-системы?
4. Для чего используют блоки из ПММА?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время стоматологический рынок переполнен множеством «открытых» фрезеровальных машин. Они отличаются размерами, количеством степеней свободы, производительностью, точностью, спектром возможных для обработки материалов, что весьма затрудняет правильный выбор. Начинающему врачу-стоматологу в области обработки фрезерованием отчетливо видятся следующие тенденции развития: доминирование недорогих машин малых и средних размеров, со средней производительностью, обрабатывающие неспеченный оксид циркона, композит, пластмассу, воск. Такое оборудование могут позволить себе даже небольшие зуботехнические лаборатории. Наименьшую цену изготовления могут обеспечить только крупные машины с высокой производительностью в централизованные лаборатории. Однако стоимость и время транспортировки нивелирует это преимущество. Какое все-таки направление выстоит в конкурентной борьбе, покажет время и технологические инновации.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Блок 1. Инструкция: Установите соответствие между позициями, представленными в обозначенных колонках. Для каждого буквенного компонента левой колонки выберите пронумерованный элемент правой колонки. Каждый пронумерованный элемент правой колонки может быть выбран один раз, более одного раза или не выбран совсем.

1. CAD/CAM-системы	Назначение
A. CERCON	1. лабораторное
Б. EVEREST	2. врачебное
В. DIGIDENT	

Г. WOL-CERAM

Д. CEREC 3D

(Ответ: А, Б, В, Г – 1, Д – 2)

2. CAD/CAM-системы

А. ETKON SYSTEM

Б. LAVA

В. CAD. ESTETICS

Г. PROCERA ALL CERAM

Д. inLab

(Ответ: А, Б, В, Г, Д – 1)

Назначение

1. лабораторное

2. врачебное

3. CAD/CAM-системы

А. DCS

Б. LAVA

В. FIT CICERO

Г. CEREC 3D

Д. CEREC AC

(Ответ: А, Б, В – 1, Г, Д – 2)

Назначение

1. лабораторное

2. врачебное

4. CAD/CAM-системы

А. GN-1

Б. PRO SO

В. inLab

Г. CEREC AC Connect

Д. iTero

(Ответ: А, Б, В, Д – 1, Г – 2)

Назначение

1. лабораторное

2. врачебное

5. Понятие

Определение

А. биогенерика	1. анализ интактных поверхностей соседних зубов или зубов-антагонистов, который позволяет воссоздавать индивидуальную и оригинальную анатомическую форму зуба
Б. CAD	2. автоматизированное конструирование (моделирование) протеза
В. CAM	3. настольный 3D сканер
Г. inEos Blue	4. автоматизированное программное фрезерование протеза
Д. inFire HTC speed	5. высокотемпературная печь для синтеризации оксида циркония

(Ответ: А – 1, Б – 2, В – 4, Г – 3, Д – 5)

6. Понятие	Определение
А. водяное охлаждение при шлифовании на CAD/CAM-фрезеровщи	1. необходимо
Б. для сканирующей камеры Bluesam	2. не нужно
матирование (аппарат CEREC AC)	
В. для инфракрасной сканирующей камеры (аппарат CEREC 3D)	
Г. для сканирующей камеры Omnicam матирование (аппарат CEREC AC)	
Д. для внутриротовой камеры (аппарат CEREC 3D)	

(Ответ: А, Б, В – 1; Г, Д – 2)

7. Какой фрезой шлифуется представленный материал на CAD/CAM-системах?

Материал	Фреза
А. керамика	1. алмазная
Б. диоксид циркония	2. карбидная
В. металл	3. алюминиевая
Г. пластмасса	
Д. воск	

(А, Б – 1; В, Г – 2; Д – 3)

Блок 2. Инструкция: Выберите один правильный ответ.

8. Какое наибольшее количество степеней свободы у современных CAD/CAM-фрезеровщиков?

- А. 2
- Б. 4
- В. 5
- Г. 6
- Д. 8

(Ответ: Г)

9. До каких величин достигается краевое прилегание у фрезерованных на CAD/CAM-системах реставраций?

- А. 10-20 мкм
- Б. 20-30 мкм
- В. 30-40 мкм
- Г. 50-100 мкм
- Д. 150-200 мкм

(Ответ: Б)

10. Каков шаг фрезы обеспечивают CAD/CAM-фрезеровщики?

А. 0,5 мкм

Б. 1,0 мкм

В. 1,5 мкм

Г. 2,0 мкм

Д. 2,5 мкм

(Ответ: А)

11. Выберите облицовочный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

А. кобальто-хромовый сплав

Б. серебро-палладиевый сплав

В. диоксид циркония

Г. полевошпатная керамика

Д. диоксид алюминия

(Ответ: Г)

12. Выберите облицовочный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

А. кобальто-хромовый сплав

Б. серебро-палладиевый сплав

В. диоксид циркония

Г. диоксид алюминия

Д. лейцитная стеклокерамика

(Ответ: Д)

13. Выберите облицовочный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

А. кобальто-хромовый сплав

Б. литий-дисиликатная керамика

- В. серебро-палладиевый сплав
- Г. диоксид циркония
- Д. диоксид алюминия

(Ответ: Б)

14. Выберите облицовочный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

- А. кобальто-хромовый сплав
- Б. серебро-палладиевый сплав
- В. гибридная керамика
- Г. диоксид циркония
- Д. диоксид алюминия

(Ответ: В)

15. Выберите каркасный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

- А. пластмасса на основе полиметилметакрилата
- Б. гибридная керамика
- В. диоксид циркония
- Г. полевошпатная керамика
- Д. лейцитная стеклокерамика

(Ответ: В)

16. Выберите каркасный материал для мостовидных протезов, изготавливаемых CAD/CAM-фрезеровщиками по технологии Multilayer:

- А. пластмасса на основе полиметилметакрилата
- Б. гибридная керамика
- В. полевошпатная керамика
- Г. лейцитная стеклокерамика
- Д. диоксид алюминия

(Ответ: Д)

17. Состав стеклокерамики последнего поколения с очень высокой величиной предельно допустимой нагрузки для CAD/CAM-фрезеровщиков:

- А. полевошпатная керамика, усиленная оксидом алюминия
- Б. керамика на основе силиката лития, усиленная оксидом циркония
- В. керамика на основе силиката алюминия, усиленная оксидом циркония
- Г. керамическая сетчатая структура, усиленная полимерной сеткой
- Д. керамическая сетчатая структура, усиленная иттрием

(Ответ: Б)

18. Состав гибридной керамики для CAD/CAM-фрезеровщиков:

- А. полевошпатная керамика, усиленная оксидом алюминия
- Б. керамика на основе силиката лития, усиленная оксидом циркония
- В. керамика на основе силиката алюминия, усиленная оксидом циркония
- Г. керамическая сетчатая структура, усиленная полимерной сеткой
- Д. керамическая сетчатая структура, усиленная иттрием

(Ответ: Г)

19. Преимущество гибридной керамики:

- А. после адгезивной фиксации обладает устойчивостью и эластичностью, максимально приближенной к натуральным тканям зуба
- Б. очень высокая величина предельно допустимой нагрузки
- В. высокая теплопроводностью и «батаре́йный эффект»
- Г. повышенные прочностные характеристики и тиксотропность
- Д. рентгеноконтрастность и антикариозные свойства

(Ответ: А)

20. Преимущество керамики на основе силиката лития, усиленной оксидом циркония:

- А. после адгезивной фиксации обладает устойчивостью и эластичностью, максимально приближенной к натуральным тканям зуба
- Б. очень высокая величина предельно допустимой нагрузки
- В. высокая теплопроводностью и «батаре́йный эффект»
- Г. повышенные прочностные характеристики и тиксотропность
- Д. рентгеноконтрастность и антикариозные свойства

(Ответ: Б)

ГЛОССАРИЙ

CAD/CAM-система – система (технология), с помощью которой под управлением компьютера моделируются, а затем шлифуются в автоматическом режиме какие-либо изделия (детали, реставрации и т.д.);

Адгезивная фиксация реставраций – укрепление реставрации после специальной подготовки твёрдых тканей зуба и конструкции на композитный светоотверждаемый или двойного отверждения цемент;

Альфированный слой титана – хрупкий, загрязнённый малопластичный слой, образующийся на поверхности титана при его нагреве на воздухе;

Влажное фрезерование (шлифование) – вытачивание изделия под водно-воздушным или масляным охлаждением;

Гибридная керамика – керамика, сочетающая в себе положительные качества керамики и композита;

Закрытая CAD/CAM-система – такое оборудование, которое может работать только с определенными расходными материалами (дисками или блоками из диоксида циркония и пр), производимыми как правило одной компанией;

Мэйнфрейм – большой универсальный высокопроизводительный отказоустойчивый сервер со значительными ресурсами ввода-вывода, большим объёмом оперативной и внешней памяти, предназначенный для использования в критически важных системах;

Открытая CAD/CAM-система – такая система, которая может состоять из оборудования различных фирм-производителей либо работать с продукцией других компаний;

Пассивный слой титана – оксидный слой, мгновенно образующийся при комнатной температуре на воздухе, защищающий титан от коррозии и обуславливающий хорошую переносимость титана организмом;

Прототипирование – метод добавления, когда объект выстраивается слой за слоем из какого-либо материала;

Сухое фрезерование – шлифование реставраций без использования охлаждения (например, при вытачивании каркаса коронки из полуспечённого диоксида циркония);

Фрезерование – метод вычитания (шлифования), когда из целого блока материала удаляется лишняя часть материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Baltic-denture-system.com.
- 2) CEREC технология реставрации зубов. Арутюнов С.Д., Вафин С.М. и др. Под редакцией проф. Лебеденко И.Ю. и др., М.: ООО «Новик», 2012. – 114 с.
- 3) <http://alefdent.ru/cad-cam-systems.html>
- 4) <http://articon.ru/ru/>
- 5) <http://dda-russia.ru/digital-technologies/3shape>
- 6) <http://www.creative-lab.ru/frez.html>
- 7) <http://www.kavodental.ru/RU/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B/CADCAM-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B/ARCTICA.aspx>
- 8) <http://www.kavodental.ru/RU/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B/CADCAM-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B.aspx>
- 9) <http://www.sirona.ru/ru/products/digital-dentistry/>
- 10) http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=170&group_id_4=68;
- 11) <http://www.zirkonzahn.com/ru/education/course-programme/cad-cam-milling>
- 12) Андреас Эндер, Вернер Х. Мёрманн. CEREC 3D DESIGN. Компьютерное конструирование и изготовление (CAD/CAM) цельнокерамических вкладок, коронок и виниров. Компьютерное конструирование и изготовление.– Цюрих, 2005 г. – 258 с.
- 13) Одонтопрепарирование при лечении винирами и керамическими коронками / С.Д. Арутюнов, А.И. Лебеденко, Т.Э. Глебова, И.Ю. Лебеденко – М.: Молодая гвардия, 2008. – 136 с.

АБАКАРОВ Садулла Ибрагимович
БАЛАНДИНА Анна Сергеевна
СОРОКИН Дмитрий Вячеславович
АДЖИЕВ Камиль Султанмурадович
АБАКАРОВА Саида Садуллаевна
АРУТЮНОВ Дмитрий Сергеевич

CAD/CAM-СИСТЕМЫ В СТОМАТОЛОГИИ

Учебное пособие

Редактор

Подписано в печать Формат 60×90 1/16

Печать Бумага ...

Усл. печ. л. ...

Тираж Экз.

Заказ № ...

Российская медицинская академия непрерывного последипломного
образования

ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России

Ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Москва, 123995

Электронный адрес www.rmapo.ru

E-mail: rmapo@rmapo.ru