

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(Н И У «Б е л Г У»)

МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕДИЦИНСКИЙ КОЛЛЕДЖ

**ЦМК Стоматологических дисциплин**

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОЛИТЫХ ПРОТЕЗОВ**

**Дипломная работа студентки**

**очной формы обучения  
специальности 31.02.01 Стоматология ортопедическая  
3 курса группы 03051633  
Грунина Константина Николаевича**

Научный руководитель:  
преподаватель Щербакова Т.И.

Рецензент: Стрябкова Дарья  
Владимировна – Врач стоматолог-  
ортопед ГУП «Городская  
стоматологическая поликлиника  
№2» г. Белгорода

**БЕЛГОРОД 2019**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОЛИТЫХ ПРОТЕЗОВ.....	6
1.1. Исторический очерк .....	6
1.2. Виды цельнолитых протезов .....	7
1.3. Материалы, применяемые в процессе литья сплавов.....	13
1.4. Высокоточное дентальное литьё.....	14
1.5. Технология CAD/CAM.....	17
1.6. Материалы используемые в CAD/CAM.....	19
1.7. CAD/CAM системы открытого и закрытого типа.....	21
ГЛАВА 2. СРАВНЕНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОЛИТЫХ ПРОТЕЗОВ ДВУМЯ МЕТОДАМИ .....	25
1.1. Лабораторные этапы изготовление цельнолитых протезов.....	25
1.2. Ошибки возникающие в процессе литья.....	36
1.3. Ошибки возникающие в процессе использования CAD/CAM систем.....	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	43

## ВВЕДЕНИЕ

Преимущество современной стоматологической науки складывается из возрастающих требований к эстетике ортопедических конструкций при сохранении их функциональности и износостойкости. Компьютерные технологии широко распространены в медицине. Создаются научные направления компьютерного моделирования зубочелюстной системы с целью улучшения качества ортопедической модели и поднятия оказываемой помощи на новый уровень. Ортопедические конструкции, изготовленные по разным технологиям, могут не отличаться по внешнему виду, но иметь характерные различия физико-химических свойств. Использование CAD/CAM систем позволяет упростить и ускорить изготовление реставраций, при этом максимально сохранив свойства используемых материалов.

В ортопедической стоматологии наиболее прочными, точными и перспективными являются литые протезы.

Отливка тонкостенных точных, малых по размерам и массе, индивидуальных стоматологических протезов без дефектов, деформаций, и искажений с минимальной шероховатостью является трудной технической задачей [4, С 7-12]. Весь процесс стоматологической отливки включает в себя множество технологических операций, важнейшей из которых является изготовление литейной формы. В современной стоматологии применяются многочисленные готовые вибро-уплотняемые формовочные смеси (ФС) для технологии литья «по огнеупорным моделям»,

Инновационным прорывом в сфере стоматологии является технология компьютерного проектирования и автоматизированного изготовления зубных протезов. CAD/CAM в стоматологии современная технология производства Целнолитых конструкций с помощью компьютерного моделирования и метода холодного фрезерования без изменения исходных свойств материала на станках с числовым программным обеспечением, которые позволяют получать каркасы

зубных протезов высочайшей точности. CAD/CAM технология предлагает взамен традиционным методам изготовления протезов более качественный, быстрый и надежный способ изготовления

**Актуальность работы:**

Появление и совершенствование CAD/CAM систем для изготовления зубных протезов за последние два десятка лет совершили серьезный прорыв в области ортопедической стоматологии. Сегодня от зубного техника требуется отличное знание как процесса литья, так и процесс создание ортопедической конструкции в CAD/CAM системе, так и ошибок для грамотного и лучшего выбора при изготовлении современных и высокоточных цельнолитых конструкций.

**Объект исследования:**

Современные методы, внедрённые в стоматологию для изготовления цельнолитых протезов.

**Предмет исследования:**

Инновационная сфера деятельности в рамках которой изготавливают цельнолитой протез.

**Цель работы:**

Целью данной работы является изучение современных аспектов изготовления, применение и анализ ошибок которые возможно в процессе изготовления цельнолитых протезов.

**Задачи исследования:**

1. На основе теоретического изучения литературных источников проанализировать инновационные методы.
2. Рассмотреть классификацию цельнолитых протезов показания и противопоказания.
3. Изучить этапы изготовления.

4. Провести сравнительную характеристику применения CAD/CAM системы и технологии литья при изготовлении цельнолитых зубных протезов.
5. Обработать данные и сделать вывод.
6. Вынести предложения для недопущения ошибок и улучшения качества инновационной реализации цельнолитых протезов.

**Методы исследования:**

1. Теоретический анализ научной литературы по теме.
2. Сравнительный метод.
3. Анализ

Практическая значимость данного исследования заключается в необходимости повышения качества изготавливаемых протезов в стоматологии, в связи с стремительным развитием новых технологий что позволяет упростить работу как зубному технику так и врачу стоматологу и значительно улучшить качество лечения пациента, а так же с недостаточным уровнем знания для повсеместного внедрения новых технологий.

**Структура работы:**

Работа представлена на 60 страницах, имеет список использованных источников, включающий 15 наименований.

В качестве приложений использованы фотографии цельнолитого протеза.

# ГЛАВА 1. ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗОГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОЛИТЫХ ПРОТЕЗОВ

## 1.1. Исторический очерк

Производство цельнолитых зубных конструкций имеет глубокую историю. Первые протезы существовали уже в VII — V веках до н. э. Золото стало первым металлом из которого начали изготавливать цельнолитые протезы [8,С 66-67]. Более 2600 лет длилась монополия золота в стоматологии. Для добычи золота не нужно было сложных технологических условий по сравнению с другими металлами. Температура плавления 1 064 —1090 °С, его можно легко расплавить даже на открытом пламени.

Сплавы обладающие коррозионной устойчивостью, начали применять с XIX века. С 1935 года начал применяться самый распространённый кобальто-хромовый сплав. Уже в 1969 году более 87% были отлиты из кобальтохромовых сплавов. Постепенно вытеснение методов литья начала система CAD/CAM. Таким образом начальные поиски в инновационном компьютерном моделировании сводятся к исследованию компании «Хенсон Интернешонал» 1971 года, который позволил создать автоматизированный комплекс моделирования и производство искусственных коронок, с применением методики голографического сканирования полости рта с целью получения визуальной информации для дальнейшей разработки протеза.

В Российской стоматологии с помощью системы CAD/CAM 1994 году были получены результаты, в рамках проекта «НИИ стоматологии». Основной целью исследования, стала оценка функциональных возможностей систем CAD/CAM относительно создания точных зубов по анатомической форме и общую функцию применения системы.

## 1.2. Виды цельнолитых протезов

Цельнометаллические – протезы изготавливаются методом литья. Этот способ предполагает отливку своевременно, конструкция отливается полностью, целиком. Сплавы золото, Серебряно-палладиевые сплавы, хромокобальтовые и другие.

Металлокерамические это доступный и удобный метод восстановления зубов. Их ортодонтическая основа из металла, повторяющая по форме обточенный под коронку жевательный элемент, которая покрывается сверху слоем тонкой керамики. Металлокерамика реже, чем другие материалы, вызывает аллергию [3, С 4 – 5].

Циркониевые керамические искусственные зубы на каркасе из диоксида циркония, обладают хорошей прочностью и небольшим весом. Давление на опорные зубы оказывают минимальное, выдержать способны большие. Они выглядят эстетично и естественно, гипоаллергенны и полностью биосовместимы с тканями человеческого организма.

Подготовка пациента к протезированию цельнолитых протезов проводится с планом ортопедического лечения, составленным специально для него. Кариозные зубы должны быть вылечены, необходимо провести специальные терапевтические мероприятия: депульпация зубов в соответствии с планом лечения. Депульпированные зубы должны быть полностью запломбированные. Бюгельное протезирование предполагает удаление зубных отложений. Также нужно уделить внимание слизистой оболочке. Необходимы придерживаться определённых мер: Оклюзионную поверхность должна быть выровнена, прикус должен быть восстановлен полностью. Мостовидными протезами можно заменить мелкие дефекты. Должна проводиться подготовка опорных зубов

Бюгельный протез рассматривают как единый комплекс. [12, С 55-60]

Рассмотрим несколько конструкций более подробно:

Мостовидные протезы: являются наиболее современными конструкциями зубных протезов. Конструкция отливается целиком или фрезировается, то есть не содержит паянных элементов. Кроме того, он более точно восстанавливает анатомическую форму зубов, окклюзионные контакты и контактные пункты; обеспечивает плотное прилегание внутренней поверхности опорных коронок к препарированным зубам. Отсутствие припоя позволяет добиться минимальной окисляемости материала. Это обстоятельство благотворно сказывается на состоянии слизистой оболочки полости рта. Заболевания мягких тканей случаются значительно реже.

Мостовидные подразделяются по нескольким видам: Без напыления внешне выглядят как отполированные металлические зубы. Золотые напылением. На вестибулярной стороне с облицовыванием полимерными материалами и комбинированные. Протезы различают на цельнометаллические и комбинированные. Можно делать из палладия, серебра, золота, хромокобальтовых сплавов.

Мостовой протез используется в качестве профилактического и терапевтического средства, которое соответствует эстетическим, технологическим, гигиеническим и токсикологическим показателям. Токсикологические показатели сводятся к применению сплавов, которые, антикоррозийны, антитоксичны антиаллергенны, не изменяют свойств полости рта и слюны.

Мостовидные протезы должны соответствовать требованиям жёсткости и выполнять функцию отсутствующих зубов, передавать нагрузку на опорные зубы. [9, С 7-11].

Гигиенические требования сводятся к тому что большое внимание уделяется форме промежуточной части и отношению к тканям ложа протеза, слизистой оболочке, десне, опорных зубов, щек губ и языка.

Мостовидны протез применение: Применяют в следующих случаях: Зубные травмы, потеря 1–4 зубов в переднем отделе, до 4 зубов в боковом

отделе, утрата клыка, отсутствие премоляра и моляра. Замена мостовидных протезов, установленных ранее.

Противопоказания к применению цельнолитого мостовидного протеза: Утрата четырёх зубов в фронтальном отделе, утрата больше трёх зубов в боковом отделе, кариес без лечения[7, С 21-29], подвижность зубов третьей и четвёртой степени. Заболевания пародонта и слизистой оболочки без лечения. Присутствие онкологических болезней, свёртываемости крови.

Цельнолитые коронки изготавливаются из медицинских сплавов и металлов в зуботехнических лабораториях при помощи технологии литья и CAD/CAM систем. Они предназначены для исправления зубных дефектов.

Существует ряд типов сплавов, используемые для изготовления металлических зубных протезов. И каждый имеет свою собственную специфическую композицию и, следовательно, свои собственные уникальные физические свойства. Для изготовления цельнолитых протезов используются следующие виды материалов: Сплавы на основе хрома (с добавлением никеля или кобальта). Сплавы из драгоценных металлов. Сплавы, в состав которых входит титан. Преимуществом этого вида конструкций является то, что золото очень пластичный материал и хорошо прилегает к зубу. Кроме этого, такие изделия очень долговечны в эксплуатации и процент их стираемости равен натуральной эмали. На сегодняшний день на замену золоту и нержавеющей стали пришёл оксид циркония, он представляет собой белый порошкообразный металл, используемый для создания зубных каркасов для коронок, мостов и других стоматологических подструктур. Для протезирования зубов используются различные виды цельнолитых протезов: Коронки литые на зубы без напыления, с напылением. Они выглядят более эстетично, но создают неприятный привкус во рту. Коронка с облицовкой. Это изделие в зоне улыбки покрыто листком из керамики или пластмассы. Отрицательным моментом является то, что может произойти скол облицовки. Комбинированные мостовидные конструкции. При протезировании нескольких зубов в зоне

улыбки коронка имеет керамическое покрытие, а жевательные зубы покрыты коронкой без напыления.

Существуют определенные показания для установки цельнолитых протезов: значительное разрушение коронковой части зуба, неправильная форма зубов, существует необходимость в установке опоры для мостовидного протеза, наличие бруксизма, нарушение функции жевания, несоответствующий прикус, патология стирание эмали зубов.

Противопоказания хронический пародонтит, подвижные зубы, перенесённые заболевания.

Особенности ухода за полостью рта: После установки цельнолитых протезов не требуется особый уход за полостью рта. Необходимо тщательно чистить зубы и следить за состоянием десен. При пародонтозе и гингивите литые изделия иногда расцементируются. Если металлическая конструкция была правильно изготовлена и установлена и соблюдалась гигиена полости рта, она способна прослужить 15-20 лет.

Коронки телескопические это две коронки внутренняя и внешняя. Внутренняя находится в зацементированном состоянии на опорном зубе. Внешняя находится в каркасе протеза. Такой протез должен легко надеваться и сниматься, а также плотно удерживаться.

Используются два вида коронок с телескопической фиксацией:

Цилиндрические. Конструкция с параллельными стенками, которые скользят друг по другу наподобие поршня. Сила сцепления в этом случае небольшая. Поскольку такие коронки являются достаточно жесткой системой фиксации, то используются только в случае интактного пародонтита. Конусные. Установка этого вида коронок возможна в любых случаях протезирования. Они менее чувствительны к погрешностям изготовления и износу, при фиксации протеза не происходит заклинивания или перекоса. Конструкция занимает правильное положение независимо от того, насколько разрозненно по челюсти они расположены [11, С 15-20]. Недостатком такой

системы является тот факт, что усилие разъединения всегда меньше усилия соединения, возможно отсоединение коронки под воздействием вязкой пищи. Преимущества фиксации протезов с помощью телескопических коронок. Давление в опорных зубах распределяется по опорным зубам вдоль опорных зубов, что благотворно влияет на периодонт. Коронки двойные обладают жестким соединением съёмной частью протеза с опорными зубами и оказывают минимальное влияние на опорные зубы при извлечении протеза из полости рта.

Показания к применению телескопических коронок определяют их фиксирующие свойства и возможность сошлифовать большого количества слоев твёрдых тканей. В связи с тем, что требуется наличие больших и крупных клинических коронок, требуется убрать большой слой ткани без рассечения и развития необратимых изменений в зубах или при минимальной высоте коронки, если необходимо повысить межальвеолярную высоту. Основные противопоказания: Патологии пародонта, бруксизм, дистопированные зубы, растущие вне ряда.

Ношение протезов, фиксирующихся с помощью телескопических коронок, круглосуточное. Снимать конструкцию необходимо только для ежедневной гигиенической обработки.

Цельнолитые бюгельные протезы. Бюгельный протез это конструкция, состоящая из металлического каркаса и пластмассовых базисов (седел). Часть протеза седла Часть протеза которая называется седловидной содержит на себе искусственные зубы. Количество седел равнозначно числу, имеющихся дефектов. Базисы могут быть промежуточными, если дефекты ограничены зубами, и концевыми при дефектах, открытых кзади [6,С 7-12]. Каркас может включать в себя: дугу (bugel), кламмеры, окклюзионные накладки, участки для фиксации базиса, замки и другие специальные приспособления.

Благодаря появлению золотых и кобальто-хромовых сплавов сплавов и технологии литья стало возможно отливать протезы с высокой жёсткостью каркаса при этом отсутствие перелома каркаса и присутствие фиксирующих

элементов. Появились современные методы фрезерования и трехмерной печати. Для изготовления используются различные материалы: нержавеющая сталь, сплавы золото-платина, виталиум, хром-кобальтовые сплавы, титан, [8,С 33-35].

Применение цельнолитых бюгельных протезов показания: аномалия развития челюстно-лицевого отдела, дефекты челюстно-лицевого отдела, множественные дефекты зубов, односторонний концевой дефект, двусторонний концевой дефект, включенный дефект, поражения тканей пародонта. Противопоказания к применению цельнолитых протезов: Большие дефекты зубных рядов с недостаточным количеством опорных зубов движение зубов третьей и четвёртой степени, высокая уздечка, резкий торус на верхней челюсти, огромная атрофия альвеолярных отростков, на верхней челюсти плоское нёбо, наклоненные опорные зубы, глубокий прикус. [10,С 9-16].

Особенности ухода заключается в промывании изделия водой с мылом. Это необходимо делать после каждого приёма пищи с использованием кипячёной или мыльной воды, которая не содержит вредных микроорганизмов. Следует учесть, что этот способ очистки является промежуточным, поэтому его необходимо применять в комплексе с другими методами. Один раз в сутки протез необходимо обрабатывать в дезинфицирующем растворе, который готовится из специальных таблеток и обычной воды. Принцип обработки довольно прост: изделие помещается в готовый раствор и, после 5-10 минут замачивания, вынимается. Этого времени вполне достаточно, чтобы удалить с поверхности стенок малозаметные остатки пищи и бактериальный налёт. Следует раз в неделю обрабатывать протез в специальном биорастворе, который способен удалить застарелые пятна и трудно выводимые остатки пищи. После проведения процедуры изделие необходимо промыть чистой водой. Застрявшие частицы пищи и бактериальный налёт также можно удалять посредством зубной щётки и стоматологической нити. Чистка может

производиться как обычной, так и специализированной зубной пастой. По окончании, протез промывается чистой водой.

### **1.3. Материалы, применяемые в процессе литья сплавов**

Основными компонентами являются хром, кобальт, никель. Обычно содержит в сплаве около 90%. ISO 6871-01 содержит стандарт «Стоматологические литейные сплавы на металлической основе», содержащий в своем составе хром, кобальт и никель должно достигать не менее 85%.

Входит в состав всех сплавов хром. Он обеспечивает коррозионную стойкость и прочность.

Зубные сплавы кобальт-хром не должны содержать более 29% хрома. Когда содержание хрома в сплаве превышает 30%, образуется хрупкая сигма-фаза, которая ухудшает его механические и литейные качества.

Помимо свойств, а также механических свойств они влияют на материалы: азот, вольфрам, ниобий, молибден, углерод. Такие материалы влияют на формирование новых фаз.

Прочность КХС увеличивается при легировании 4 - 6 % дополнительно молибденом 1-2 % в присутствии углерода 0.3-0,4 %. Сплавы из никельхрома содержат в 2 раза больше молибдена до 12%. В стоматологической практике наиболее распространена классификация сплавов ISO 1989. По международным стандартам все металлические сплавы подразделяются на подразделы:

Неблагородные сплавы: кобальтохромовый сплав, нержавеющей сталь, никельхромовый сплав. Благородные сплавы на основе золота и присутствие 26-52% платины, золота. Сплавы для металлокерамических конструкций: с высоким содержанием золота (> 75%); с высоким рейтингом благородных металлов (золото и платина, золото и палладий > 75%); на основе палладия (более 50%); на основе неблагородных металлов: кобальт (+ хром > 25%, молибден > 2%) никель (+ хром > 11%, молибден > 2%).

#### 1.4. Высокоточное дентальное литьё

Эффективная работа стоматологических клиник и зуботехнических лабораторий напрямую зависит от качества используемого оборудования и материалов, уровня технологий, применяемых в практической деятельности

Современные технологии изготовления зубных протезов не могут отказаться от высокоточного литья зубов. Тем более что литейная индустрия, учитывая опыт прошлых лет, успешно развивает и реализует свои возможности в разработке новых сплавов, фосфатных масс, высокотехнологичного оборудования и другого материала. [9, С 14 – 15]. Специфика работы литейных лабораторий такова, что приходится четко следовать инструкциям по использованию материалов и работе оборудования, именно это гарантирует отличные результаты в изготовлении металлических каркасов.

Основой производства литых композиций в металлокерамическом и бюгельном протезировании являются фосфатные паковочные массы. Очень важно правильно соблюсти пропорцию порошка, затворной жидкости и дистиллированной воды.

Наличие в воде различных примесей может привести к изменению физических и химических свойств паковочной массы, что чревато ошибками отливки. Паковочные массы существуют традиционного отверждения и теплового шока, тут очень важно учитывать термическое расширение массы при затвердевании и при нагреве в муфельной печи. В любом случае, если масса незнакомая, рекомендуется произвести первую пробную, фантомную отливку. То же при использовании новой муфельной печи. Существует универсальная масса «Bellawest SH», которую можно использовать со всеми неблагородными сплавами, за

Производители выпускают массу дополнительных материалов, которые значительно влияют на качество литья и удобство процесса. Так, например, «Augofilm» создает водонепроницаемую поверхность на восковой композиции, препятствует образованию пузырьков воздуха, т. е. пустот во время литья.

Рекомендуется при моделировании коронок, мостовидных и бюгельных протезов. Ауروفилм легко наносится тонким слоем на поверхность воска с помощью спрея, затем осторожно просушивается сжатым воздухом. Непросушенные поверхности могут привести к неровной поверхности отливок. «Lolipot» продлевает срок службы тиглей и уменьшает количество остатков сплава. «Wiromel» – порошок для плавки. Предотвращает появление окисной пленки и делает более точным выбор момента литья. Особенно тщательно нужно подходить к выбору сплавов, ибо это определяет качество будущего протеза.

Аллергические нейтральные, биосовместимые, обладающие физико-механическими свойствами, которые превосходят европейские стандарты (DIN EN ISO 6871-1: 1996). Сплавы BEGO широко используются и используются во всем мире. Сплавы не содержат бериллия, который токсичен и накапливается в организме. Высокая эластичность и низкий коэффициент расширения, наряду с отличной прочностью, позволяют создавать прочные и очень точные конструкции с превосходными регенерирующими свойствами. Простота в обращении и полировке. Существует два технологических вида литейных установок самые распространенные центробежные и вакуумные [9, С 17 – 18]. Лидирующее положение в классе традиционных центробежных аппаратов занимает высокочастотная индукционная машина «Fornax T», где разогретый индуктором металл под воздействием центробежных сил заполняет все необходимое пространство опоки.

Одна из самых простых и надежных литейных машин – «Fundor T». используется для плавления открытым пламенем. При работе на этой центрифуге необходим высокопроизводительный пистолет для плавки «Мультиплекс». Предназначена она для работы со сплавами, которые не подходят для индукционного литья.

Полностью автоматические и полуавтоматические индукционные машины серии Nautilus разработаны на основе успешных концепций

вакуумного литья. Результатом является более точный дизайн. Вакуумная технология литья под давлением для обеспечения литья даже при самой низкой температуре.

Преимущества и недостатки методов литья:

Среди основных плюсов данного материала остается его твердость и прочность, за исключением тех случаев, когда при изготовлении коронки прибегают к ее напылению, что делает возможным разрушение коронкового изделия. Литые коронковые материалы изготавливаются из индивидуального слепка и максимально точно повторяют анатомические особенности бугорков и ямок жевательной поверхности зуба, что обеспечивает долговечность таких изделий. Немаловажным плюсом можно назвать незатейливость и легкость в изготовлении, а также достойная стоимость относительно других материалов. Не зависимо от того, необходима одиночная коронка или мостовидный протез, вся стоматологическая конструкция отливается целиком, то есть, нет необходимости спайки коронок друг с другом. В том случае, если цвет цельнолитой коронки (полированного металла) не устраивает пациента, то на нее можно нанести напыление «под золото» или облицовку (керамику)

Плюсом можно назвать незатейливость и легкость в изготовлении, а также достойную стоимость относительно других материалов. Необходима одиночная коронка или мостовидный протез, вся стоматологическая конструкция, которая отливается целиком, то есть нет необходимости спайки коронок друг с другом. В том случае, если цвет цельнолитой коронки (полированного металла) не устраивает пациента, то на нее можно нанести напыление «под золото» или керамику.

При установке цельнолитых протезов под ними сохраняется большее количество тканей зубов. Препарирование, то есть обточка зуба под протез, более щадящая, чем, например, при установке металлокерамических конструкций. Связано это с тем, что цельнолитые протезы намного тоньше. Кроме того, при использовании этого вида протезирования можно изготовить

комбинированный протез из двух или трех коронок, одну из которой в случае попадания на линию улыбки облицевать керамикой. Несмотря на легкость в процессе изготовления зубных коронок, могут быть некоторые трудности, например, протез может развалиться в точке, где коронки прилипают друг к другу. Используются разные материалы для коронки и пайки, что и влечет различные поломки в процессе.

Использование таких комбинаций материалов может привести к воспалению мягких тканей и слизистых оболочек, а также к важной провокации лейкоплакии, предвестника онкологической патологии в полости рта.

При правильном использовании качественных материалов вы сможете избежать негативных последствий во внутренней полости, а также восстановить нормальную функциональность с минимальными потерями времени и денег. Чтобы предотвратить осложнения после установки, вы должны регулярно посещать стоматологический кабинет и соблюдать все необходимые рекомендации и правила рациональной гигиены

## **1.5. Технология CAD/CAM**

Инновационным прорывом в области стоматологии является технология автоматизированное проектирование и автоматизированное производство CAD/CAM зубных протезов в стоматологии - это инновационная методика моделирования и производства зубных протезов с использованием компьютерного моделирования и низкого температурного режима фрезерования без изменения исходных свойств вещества. [14,С 21 – 23].

CAD/CAM в отличии от традиционных способов производства протезов получается качественный, быстрый и надежный способ изготовления протезов.

Основные плюсы системы CAD/CAM подразделяются на сокращение этапов в лаборатории, возможность создания цифровой модели и будущего

дизайна в считанные минуты. Возможно создание различных конструкций в стоматологии.

Чтобы определить, точность цифровых моделей, полученных от внутриротовых сканеров, необходимо знать такие понятия, как точность, прецизионность и аккуратность. [10, С 24 – 25]. В международной организации по стандартизации (ISO 5725-1-2002):

1. Степень близости результата измерения к принятому эталонному значению это так называемая «Точность».

2. Степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных регламентированных условиях. Этот показатель выявляет, насколько близко находятся друг к другу результаты повторных опытов это «Прецизионность».

3. Степень близости среднего значения, полученного на основании большой серии результатов измерений (или результатов испытаний, 10 и более), к принятому опорному значению. Этот показатель выявляет, насколько сильно результаты измерений отклоняются от истинных размеров объекта. Также немаловажными характеристиками внутриротовых сканеров являются размеры их рабочей части и скорость самого процесса сканирования это «Правильность» [14, С 24 – 29].

CAD/CAM состоит из нескольких подразделений: виртуальное проектирование, автоматического проектирование, оборудования для сканирования стоматологических моделей, фрезерных установок.

Оборудование для сканирования – перенос модели в цифровой формат для дальнейшего моделирования.

CAD – сама программа в которой предполагается моделирование будущего протеза или виртуальной реставрации сохраняется в формате stl.

3. CAM – Оборудование применяемы для фрезерования будущих протезов модуль для изготовления реставрации. [11, С 5 – 18].

## 1.6. Материалы, используемые в CAD/CAM

Каждый из этапов CAD/CAM производства стоматологических конструкций (будь то сбор цифровых данных, их обработка адаптированным программным обеспечением или непосредственно процесс изготовления протеза или коронки) продолжает независимо развиваться и совершенствоваться, обеспечивая, таким образом, еще большую точность и эффективность ортопедических работ, изготовленных методом цифрового моделирования и фрезерования. Вместе с тем в практику CAD/CAM внедряются все новые материалы керамики, полимеров и металлов, которые позволяют изготавливать все виды конструкций: от простых колпачков и коронок до цельнодуговых протезов, съемных аппаратов, провизорных единиц, позиционеров и хирургических шаблонов. В лабораториях CAD/CAM также используют материалы для изготовления моделей, или образцов, которые подлежат выгоранию в ходе литья или прессования.

CAD/CAM керамику наиболее часто используют именно в реставрационной стоматологии, поскольку внедрение подобного подхода значительно изменило ключевые клинические аспекты в данной практической отрасли. Большинство мостовидных конструкций, а также одиночных коронок в наше время изготавливается именно посредством CAD/CAM технологий [12, С 19 – 21]. Конструкции, изготовленные из таких материалов, уже давно доказали свою клиническую эффективность и являются достойной заменой литья.

Рассмотрим основные материалы:

Диоксид циркония — один из самых распространенных материалов для фрезерования в ортопедической стоматологии. С каждым годом появляется все больше производителей и сортов материала. Цирконий обладает прочностью и жёсткостью благодаря этой стабилизации Диоксид циркония обладает такими свойствами, которые очень близки к организму пациента. Иттрием стабилизирован и обогащён алюминием Цирконий.

Применение: балочные конструкции, мостовидные протезы, каркасы, вкладки, абатменты, коронки, импланты.

Титан. Сейчас титан наиболее считается наиболее популярным материалом для изготовления протезов. Этот металл фрезеруется с низким температурным режимом. Титан может образовывать оксидный слой этому обусловлена совместимость с организмом пациента. Материал титан поставляется в лаборатории в форме шайб и в специальных форм под имплантаты.

Может применяться в изготовлении множества протезов.

Кобальт-хром. Наиболее распространенный недорогой сплав, используемый в стоматологии, представляет собой кобальт-хромовый сплав для изготовления цельнолитых коронок и мостов, которые затем облицовывают. Фрезирование такого материала как кобальт-хром требует использования специального фрезерного станка и твердосплавные фрезы. Фрезерование проводят на определённых оборотах и при сухом методе, с режимом очистки.

Применение: каркасы, коронки, мостовидные протезы.

Реек — это полимерный материал. Материал относят к биополимерам. Реек — полимер отличающийся высоким качеством. Имеет прочность и упругость. Балки из этого материала гибкие прочные и легкие. Износостойкие. Является гипоаллергенным и антикоррозийным веществом.

Этот материал обладает отличной совместимостью и хорошие свойства с точки зрения механики. Реек имеет все основания для долгосрочного использования в стоматологии. Легко фрезеруется при этом не изменяются его свойства.

PMMA полиметилметакрилат. Обладает прочностью и гибкостью и стабильностью цвета многослойные PMMA блоки обеспечивают естественный градиент оттенков. У материала большой спектр применения. Фрезировка проводится в двух обработках: сухой и влажной, специальными фрезами.

Гибридная керамика — сочетание этого материала определяет свойства композитов и керамики. Подходит для сухой и влажной обработки. Обладают значительной прочностью этот материал не требует кристаллизации после фрезерования, можно полировать традиционным способом вручную.

Подходит для различных видов протезов: коронок, вкладок, конструкций на имплантатах. [11, С 22 – 35].

### **1.7. CAD/CAM системы открытого и закрытого типа**

Открытая система. Такая система не привязана к конкретному производителю и обладает определённой широтой действия и свободы для пользователя.

В основном свобода выбора в плане оборудования и материалов. Лаборатория может сама выбрать и дополнять оборудования под различные задачи и объёмы работы [2, С 4 – 19].

Файла «stl.» имеет открытый формат Этот формат может отправиться в любой фрезерный центр для изготовления протезов и может спокойно открыться даже на домашнем компьютере. Несомненным плюсом является работа без лицензии. Купив один раз, можно год или два спокойно работать не оплачивая программу. Соответственно будет взиматься плата за определённые обновления программы. Открытые системы имеют «Международный стандарт формы материалов» разработан и введён немецкими компаниями. Этот стандарт включает использование дисков диаметром 98 мм. Среди производителей наблюдается здоровая рыночная конкуренция, которая позволяет получить себестоимость стоматологических реставраций более низкой. [14, С 11 – 12].

Закрытая система. В закрытой системе важным показателем является зашифрованный файл. Компания за которой закреплена лаборатория ограничивает действия с своей системой. Лицензия является наиболее строгой

в отношении её по сроку действия, по окончании её необходимо продлить точно в срок. Следующая характеристика состоит в том что система использует свой материал. Индивидуальная форма материалов для системы гарантирует производителю привязку пользователя к постоянным закупкам расходников. В закрытых системах материалы значительно дороже чем в открытых.

Некоторые производители систем лукавят, говоря, что они поставляют открытую систему. Делая доступным формат файла, они оставляют годовую лицензию и уникальную форму материалов. Такие системы по цене равны дорогостоящему оборудованию

Преимущества и недостатки CAD/CAM системы:

Сегодня можно со стопроцентной уверенностью констатировать, что компьютерные информационные технологии не могли не найти применения в стоматологии, обеспечивая стоматологов современными решениями при лечении традиционных заболеваний зубов.

Технологии современного мира, в частности, стоматологии стремительно развиваются. Это позволяет обеспечить максимально возможное восстановление функций и эстетики дефектов зубных рядов.

Цифровые технологии могут использоваться на всех этапах ортопедического лечения. Получение высокоточных цифровых оттисков Ротовая полость подразделяется на две цветные зоны: белую и красную от баланса этих цветов зависит эстетическое восприятие полости рта. Получение и анализ информации о рельефе десны имеет большое значение для успеха ортопедического лечения.

Протезы, изготовленные при недостаточном учете анатомо-физиологических особенностей тканей десны, оказывают неблагоприятное воздействие на ткани протезного ложа и усиливают атрофические процессы в челюстях. Одной из основных задач является восстановление функции жевания за счет качественных протезов.

Преимущества системы CAD/CAM:

Скоростная передача данных через интернет в лабораторию. Виртуальную модель невозможно повредить или сломать так как она цифровая. Лёгкий и доступный поиск по базе данных. CAD/CAM система позволяет моделировать и в тот же день отправлять проект будущей конструкции в зуботехническую лабораторию.

После получения оптического оттиска и создания цифровой модели, из блока полимера с помощью технологии CAD/CAM изготавливается временная конструкция, точность прилегания которой во много раз превышает прилегание временной конструкции, изготовленной стандартным путем.

Научно доказанное преимущество комбинированного использования адгезива-герметика и материалов для постоянных конструкций сразу после получения цифрового оттиска заключается в обеспечении защиты от проникновения бактерий. Это исключает риск бактериальной инвазии в период промежуточного этапа лечения. Качество адгезивного соединения не повреждается временным цементом, как это происходит при двухвизитном лечении. Более того, адгезив способствует стабилизации структуры тканей зуба. При применении данной техники сокращается само время лечения, что большинство пациентов находят очень удобным.

Функция виртуального обрезания: позволяет «вырезать и вставлять» плохо отксанированные зоны. Эта функция используется и в более широких целях, например, еще до начала лечения можно получить исходное сканирование, из которого можно «вырезать» зубы, внесённые планом для восстановления. Затем эти зубы заново сканируются после препарирования и автоматически вставляются в исходную виртуальную модель.

Воспроизведение цвета: системы обладают функцией передачи цвета.

Виртуальное отслеживание: последовательный цифровой анализ выполняется для определения изменений внутри полости рта, таких как: смещение зубов, рецессия десны, прогрессирующий износ и т.д.

Функция наложения: возможность комбинирования информации о 3D поверхности зубов с другими системами, например, со сканами лица или данными компьютерной томографии.

Однако, не все системы цифрового получения оттиска обладают вышеописанными характеристиками.

Аппараты не универсальны и обладают определенными недостатками: Нужен опыт и навыки для работы со сканерами. В связи с текущим состоянием развития, системы оптического получения оттиска пока не заменой методам более традиционных, с точки зрения спектра показаний и необходимых функций. Например, в случае протезирования на имплантатах специальный трансфер необходимо использовать, он должен быть совместимым с программой и со сканером для воспроизводства реставрации на компьютере. Несмотря на то, что на сегодняшний день фрезерование и создания не прямых реставраций на естественных зубах, некоторые системы не решили проблему для получения высокоточных моделей для реставраций. Захват в сканере на протяжении в области без зубов выполняется не на всех сканерах. Многие системы официально предназначены для изготовления мостов с промежутком в максимум в две единицы. Большое потребление электричества, высокая стоимость, плата в определённых системах за сканирование.

## ГЛАВА 2. СРАВНЕНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕЛЬНОЛИТЫХ ПРОТЕЗОВ ДВУМЯ МЕТОДАМИ

### 1.1. Лабораторные этапы изготовления цельнолитых протезов

Рассмотрим более подробно лабораторные этапы изготовления цельнолитых протезов

Мостовидный протез изготовление с помощью литья: По уточненному слепку заготавливаю рабочую модель, в которую предварительно во все ложа опорных зубов установил мечевидные штифты фиксаторы. Заливаю область альвеолярного отростка в слепке высокопрочным гипсом, в который устанавливаю фиксаторы; после затвердевания высокопрочного гипса поверхность его покрываю изоляционным лаком и заготавливаю из гипса базу рабочей модели, формируя основание ее на высоте острия мечевидных штифтов. После этого отделяют модель от слепка и лобзиком по апроксимальным сторонам опорных зубов распиливаю альвеолярную часть слепка до линии соединения его с базой модели. Это обеспечивает возможность выделения из модели всех опорных зубов, что достигается нажимом на острия мечевидных штифтов фиксаторов и выталкиванием культи зуба из модели. Подготовив рабочую модель и заготовив по слепку модель зубного ряда — антагониста, приступаю к моделированию из воска цельнолитого зубного протеза.

Перед моделированием воском коронки зуба его поверхность покрываю слоем целлулоидного лака или пластмассовым колпачком толщиной 0,2 мм. Область шейки зуба должна быть свободна от лака (колпачка). Такую подготовку зуба перед моделированием провожу для компенсации усадки металла и создания места для фиксирующего цемента. Коронку моделирую путем постепенного наслаивания воска и создания анатомической формы данного зуба. Затем устанавливаю литники (для передних зубов — ближе к режущему краю, для жевательных — в оральный бугор), и после снятия с

модели и удаления пластмассового колпачка коронку отливаю из металла. Для получения тонкостенной литой коронки моделирование зуба надо производить в два этапа (предварительное и окончательное). После предварительного моделирования зуб приобретает анатомическую форму и размеры меньше естественного зуба на толщину металла (0,35—0,40 мм).

Окончательное моделирование начинаю с обтягивания культы пластинкой воска толщиной 0,25- 0,30 мм, размягнутой в теплой воде с последующим сглаживанием и склеиванием линий швов. Для снятия восковой репродукции коронки с культы зуба на оральной поверхности делаю тонкий разрез, края раздвигаю и с помощью литников, установленных на режущем крае, коронку снимаю с зуба. Место разреза вновь соединяю, сглаживаю нагретым шпателем. После затвердевания огнеупорной массы удаляю штифты, затем кювету устанавливаю в печь для просушки, вначале при температуре 200°С: а затем выплавляю и выжигаю моделировочный воск при 600°С. Окончательную термическую подготовку кюветы для заливки в нее металла провожу при температуре 800°С в течение часа. После того как кювета будет готова к отливке, ее устанавливают в отливочный аппарат и расплавляют сплав металла. Провожу эту манипуляцию при помощи вакуума, что зависит от конструкции для литья. После заливки сплава в кювету я её охлаждаю, извлекаю отлитый протез, освобождаю его от огнеупорной массы, обрабатываю поверхность в пескоструйном аппарате, обрезаю литниковую систему и припасовываю отлитый металлический цельнолитой протез на рабочую модель. В начале припасовки протеза на рабочей модели из нее извлекаю опорные зубы и проверяют точность отливки литой коронки для каждого из них. Затем опорные зубы вновь устанавливаю в рабочую модель и проверяю точность отливки всего цельнолитого металлического протеза.

Мостовидный протез изготовление с помощью CAD/CAM системы: Заливаю область альвеолярного отростка в слепке высокопрочным гипсом, в который устанавливаю фиксаторы; после затвердевания высокопрочного гипса

подготавливаю модель для процесса сканирования. Беру специальный антибликовый спрей MiLLiDEN 3D средство для повышения точности сканирования на отражающих и зеркальных поверхностях. Равномерно распыляю белый матовый мелкодисперсный слой. Спрей подавляет блики на рабочей-сканируемой поверхности. После чего устанавливаю модель на специальный столик сканера «NobelProcera». В программе «Nobel Biocare» заносю данные о докторе, пациенте, типе работы. Дальше задаю параметры сканируемой модели: тип, материал, количество единиц и протяженность мостовидного протеза, добавляю в этап сканирования модель антагонист. Получив со сканера оцифрованную информацию о рельефе поверхности, проверив её точность начинаю моделировку конструкции на экране монитора исходя из клинической ситуации и на основе определённого набора команд, доступных в системе. После чего приглашаем доктора проверить и утвердить конструкцию и так как система является закрытой отправляем созданный нами файл в фрезерный центр.

Цельнолитая коронка изготовление с помощью литья: В оттиске препарированных зубов устанавливаю штифты и фиксирую их в оттиске. Использую вибростол для удаления избытка воздуха из супергипса. Вторая прослойка обычного гипса заливается после установки ретенционных приспособлений, которые обеспечивают механическое соединение первой и второй прослойки. Двухслойный оттиск фиксируют на нижнем столике техническим оптозиллом. Хвостовики, закрепленные на специальных спицах параллельно друг к другу, устанавливаются в оттисках препарированных зубов. Перед заполнением оттиска высокопрочным гипсом верхний фиксатор со спицами и хвостовиками отвожу в сторону потом заливаю отпечатки зубов и части альвеолярного отростка супергипсом) и возвращаю столик со спицами в исходное положение, то есть точно над отпечатками препарированных зубов. После затвердения гипса удаляю спицы. Оттиск с отлитыми из прочного гипса зубами и фиксированными в нем хвостовиками окончательно заливаю

обычным медицинским гипсом. После затвердения гипса оттиск удаляю, а модель распиливают лобзиком между опорными зубами на всю толщину высокопрочного гипса. Модель каждого опорного зуба снимаю, обрабатываю боковые поверхности корневой части к уступу, строго придерживаясь ее периметра и профиля поперечного пересечения. И опять устанавливаю на свое место, проверяя качество изготовления и точность установления на модели. Для компенсации усадки сплава модельную культю препарированного зуба дважды покрываю лаком. Модель препарированных зубов покрываю слоем целлулоидного лака, и приступаю к моделированию. Постепенно наслаиваю воск до придания точной анатомической формы, затем устанавливаю литникообразующий штифт зуба. Создаю экватор, контуры бугров. Объем культи должен остаться меньше объема естественного зуба на толщину металла. Окончательное моделирование провожу путем отжатия стандартных восковых заготовок. За вертикально стоящий штифт восковую заготовку снимают с модели, охлаждают, обезжиривают и гипсуют в огнеупорную массу. Отлитый протез припасовываю на рабочую модель шлифую, полирую и передаю в клинику.

Цельнолитая коронка изготовление с помощью CAD/CAM системы: По уточненному слепку заготавливаю рабочую модель, в которую предварительно в ложа препарированного зуба установил мечевидные штифты-фиксаторы. Заливаю область альвеолярного отростка в слепке высокопрочным гипсом, в который устанавливаю фиксатор; после затвердевания высокопрочного гипса подготавливаю модель для процесса сканирования. Беру специальный антибликовый спрей MiLLiDEN 3D средство для повышения точности сканирования на отражающих и зеркальных поверхностях. Равномерно распыляю белый матовый мелкодисперсный слой. Беру специальный антибликовый спрей MiLLiDEN 3D средство для повышения точности сканирования на отражающих и зеркальных поверхностях. После оцениваю качество полученной цифровой модели и всю информацию о геометрических

размерах объекта перевожу в систему координат для дальнейшей обработки с помощью компьютерной программы.

**Следующий** этап моделирование анатомической формы зуба на основе стандартных форм зубов или индивидуально созданных моделей исходной ситуации. Моделирую необходимую модель. Для способа фрезерования. Для фрезеровки поместил стандартный блок материала. После чего приступаю к калибровке. Материал обрабатывается специальными фрезами минимум 1 мм. В процессе изготовления модель подвергаю низкотемпературному охлаждению, что позволяет одновременно осаждать взвесь частиц материала в воздухе, охлаждать реставрацию и смазывать рабочую поверхность, что значительно улучшает качество изготавливаемой модели. Провожу завершающий этап – помещаю модель в агломерационную печь с температурой до 1500 градусов. Приобретает светопроницаемость, прочность.

Телескопические коронки изготовление с помощью системы CAD/CAM:

Для изготовления первичных коронок изготовили первоначально разборную модель и отправил в центр фрезерования. Так как все культы зубов имеют один путь введения, их можно сразу оцифровать. Для этого их по отдельности сканируют при помощи «Lava Scan ST Scanner (3M ESPE)». Этот бесконтактный 3D—Scanner работает на базе проектора в комбинации с оптическим методом триангуляции, а точность измерения достигает 25 микрон. Культы зубов располагаются соответственно на оси сканера, центрирование которого ориентируется на перекрестии сканирующих окон. Для цифровой регистрации поверхностных точек сканируемого объекта на культе зуба проецируется шаблон. Интегрированная в сканере камера снимает ее со всех сторон и обрабатывает из снимков 3D-данные для виртуальной передачи культы зуба. Время сканирования каждой культы составляет около минуты.

Конструкция первичных телескопических коронок на базе имеющегося набора данных осуществляется с помощью «Lava Design Software (3M ESPE)» для каждой культы отдельно. Ход работы всегда одинаковый. В

конструкторской программе открывается соответствующий набор данных культы зуба. Благодаря программе препарационная граница распознается автоматически. Как правило, при этом, как в нашем случае, не требуется никаких поправок. В случае необходимости корректировку можно проводить вручную. В завершение определяются путь введения и конструкционные параметры для первичных коронок.

К этому относится, например, определение зазора для цемента, а также толщина стенок. В данном случае выбрали 0,9 мм. При конструировании колпачков, с последующей традиционной облицовкой, толщина стенки должна составлять 0,5 мм, при изготовлении первичных коронок необходимо все же учитывать достаточное количество материала и для последующей обработки. Как только все необходимые параметры заданы, программа автоматически генерирует сконструированный вариант. На сканирование и процесс конструирования одной коронки уходит в среднем от трех до пяти минут максимум, отсутствует необходимость в каких-либо доработках самим пользователем.

Предпосылкой для вышеупомянутого конструкционного пути является общий путь введения культей зубов. Кроме этого необходимо провести Wax—Up первичных коронок, двойное сканирование культей и полученных данных Wax—up. Все параметры накладываются друг на друга в программе Lava Design Software, а затем следует конструкция согласно данным Wax—up. Последний этап конструирования заключается в постановке удерживающего штифта при вложении, и вслед за этим конструкционные данные можно передавать на установку «Lava Form (3M ESPE)». В соответствии с выбранным при конструировании материалом автоматически вычисленный путь фрезерования учитывает также усадку объектов, изготавливаемых из спеченного диоксида циркония, на завершающих этапах процесса спекания.

В результате получились первичные телескопические коронки из тетрагонального поликристалльного оксида циркония, частично усиленного иттрием.

Первичные телескопы подсушиваю 3,5 часа в печи для спекания керамики, потом запекаю 2 часа при температуре 1500 °С, а в завершение охлаждаю 3,5 часа.

Первичные телескопические коронки примеряю на модели, а затем отправляю в клинику для контрольной припасовки во рту пациента.

На завершающем этапе шлифовываю стыковые поверхности первичных коронок с целью получения гладких поверхностей. Обработку осуществляю алмазными борами с убывающей зернистостью от 80 микрон до 4 микрон под водяным охлаждением. Во время шлифовки следует обращать внимание на толщину колпачка, которая не должна стать меньше 0,4 мм.

Первичные циркониевые коронки являются матрицами и фиксатором формы для гальваноматриц (гальваноколпачков, вторичных коронок). Для этого с помощью распылителя равномерно тонким слоем наношу дистанционный лак «Silberleitlack» чтобы добиться точной припасовки с гальваноматрицами. Матрицы моделируются непосредственно на матрицах методом гальвано, а затем цервикально укорачиваю до необходимой длины.

Третичная конструкция: Перед изготовлением третичного каркаса из хром-кобальт-молибдена гальваноколпачки покрываю дистанционным лаком, чтобы между вторичной короной и третичным каркасом образовался зазор. Работая таким методом, можно избежать напряжений между отдельными элементами конструкции. К тому же зазор необходим для того, чтобы обеспечить достаточное место для склеивания композитным материалом. На готовую конструкцию наносятся переносные ключи, которые служат для контрольной проверки окклюзии при примерке.

Цельнолитой бюгельный протез изготовление с помощью литья: Получив слепок, приступил к отливке диагностической модели и вспомогательной.

Далее, к изготовлению из воска базисов с окклюзионными валиками. Затем приступил к отливке рабочей модели из супергипса. Передал модели на определение окклюзии челюстей. Далее приступил к рассмотрению диагностической модели в параллелометре, чтобы определить путь введения и выведения протеза, а также общую для всех опорных зубов межевую линию, по отношению к которой будут располагаться элементы опорно-удерживающегося кламмера. Приступил к производству параллелометрию произвольным методом, нанеся на модель чертеж основания будущего протеза и расположение кламмеров. После параллелометрии модель снял с шарнирного столика и нанес карандашом рисунок будущего каркаса бюгельного протеза. Особое внимание необходимо уделять расположению кламмеров и окклюзионных накладок. Потом нанес рисунок сеток для пластмассы и дуги. После нанесения рисунка каркаса участки опорных зубов, имеющие ниши, в которых не будут размещаться удерживающие плечи кламмеров, ниже общей экваторной линии залил расплавленным воском до уровня экватора. Модель вновь укрепил в параллелометре и ножом прибора аккуратно соскаблил излишки воска ниже общей экваторной линии. Таким образом, все опорные зубы ниже общей экваторной линии будут параллельны, что необходимо для литья на огнеупорной модели. Далее приступил к подготовке модели к дублированию. Для точного переноса рисунка кламмеров на огнеупорную модель размягченным воском обжимаю опорные зубы, а затем осторожно, острым шпателем срезаю воск по нижнему краю рисунка удерживающих плеч кламмеров. В результате образуется ступенька, которая в последующем отпечатается на огнеупорной модели и используется при моделировке. Из воска изготовил прокладки под дугу и каркас для удержания пластмассы. Приступил к дублированию гипсовой модели. Для дублирования использую специальную кювету, состоящую из двух частей – основания и крышки с тремя отверстиями для заливки массы. Гипсовую модель необходимо расположить в центре, чтобы обеспечить получение оттиска со стенками одинаковой толщины. При

дублировании силиконом гипсовую модель поместил в кювету для силикона, смешала его компоненты в соотношении 1:1 и на вибростолке залила в кювету. Процесс твердения силиконового материала в кювете целесообразно проводить в специальном аппарате с контролируемым давлением. Извлечение гипсовой модели челюсти из дублирующего материала провожу после отделения от кюветы его основания. Гипсовая модель освобождаю от силикона с помощью сжатого воздуха. Поверхность силиконовой дублирующей массы покрываю специальной жидкостью для устранения водоотталкивающего эффекта силиконовой поверхности и тщательно высушиваю сжатым воздухом. После визуальной оценки качества силиконовой формы в кювете для дублирования приступил к заполнению её огнеупорной массой для получения рабочей огнеупорной модели челюсти. Приступил к замешиванию компонентов огнеупорной массы, вначале шпателем вручную до образования однородно влажной массы (около 15 секунд), а затем в смесителе в условиях вакуума в течение 60 секунд. Заполнение формы в дублирующей кювете проводил при температуре 20 °С в течение 3 мин. Огнеупорная масса заливается в кювету равномерной струей. После этого кювета устанавливается на вибростол. Извлечение огнеупорной модели челюсти из дублирующей массы начинаю сжатым воздухом, а заканчиваю вручную и инструментально. Далее приступил к просушиванию огнеупорной модели. Модели, полученные из огнеупорной массы в силиконовых формах, высушиваю при температуре 70 °С в течение 5—10 мин в сушильном шкафу или в муфельной печи. Затем на всю поверхность модели челюсти наношу специальную жидкость, которая обеспечивает прочную адгезию восковой репродукции протеза к поверхности модели. Моделировку каркаса начал с опорно – удерживающих кламмеров. Моделировку производят специальной матрицей либо от руки. Уложенные детали тщательно соединил расплавленным воском и приклеил к модели. Загладил восковой каркас при помощи кисточки и покрыл маслом, которое сглаживает шероховатости. Масло смыл тампоном смоченным ацетоном и

приступил к установке литниковой системы. Литники представляют собой каналы, по которым расплавленный металл поступает в форму. Их моделируют в виде цилиндров диаметром не менее 2-3 мм, которые можно изготовить с помощью восковой нитки. Толстый литник диаметром 4-6 мм установил по направлению вращения модели при ее заливке расплавленным металлом. Литник суживается у детали каркаса и расширяется в области литниковой чаши. Далее приступил к формовке кюветы (опоки). Формовку литейного кольца производжу так, чтобы смоделированный восковой каркас и литниковая система были равномерно покрыты огнеупорной оболочкой. Модель с литниковой системой приклеил к конусу. Внутреннюю поверхность кольца обкладываю куском листового асбеста, который компенсирует расширение модели при обжиге. Огнеупорной массой того – же состава заполняю опоку установленную на вибростолике. Через 1 – 2 часа заформованная опока готова к термической обработке. Готовую опоку устанавливаю на металлический лист воронкой вниз и помещаю в муфельную печь. В течение 30 минут нагреваю до 100 градусов. Затем опоку переносят во вторую муфельную печь для окончательного обжига. Кольцо укладывают боком воронкой к наружи, и поднимают температуру до 500 – 600 градусов, затем доводят до 900 – 1000 градусов, когда начинают светиться литники, это говорит о том, что кювета прогрета на всю толщину, и можно приступать к заливке металла. Обычно, используют КХС, либо, сплавы на его основе. После затвердевания сплава из кюветы извлекаю отливку и охлаждают в проточной воде. Получив отлитый каркас, приступил к проверке конструкции каркаса. Проверку конструкций готового каркаса Начал на первой рабочей модели. Предварительно освободил её от восковых подкладок. Каркас обрабатывают: на камне сошлифовывая место крепления литника, на пескоструйном аппарате, на жесткой металлической щетке либо кипятят в 50 % растворе азотной кислоты. Каркас осторожно уложил на модель, После посадки каркас обрабатываю на резиновом кольце, фельце с пастой Гойя, жесткой и мягкой щеткой. Когда подгонка

каркаса завершена, переношу на вспомогательную модель, гипсуют в оклюдатор, проверяю соотношения зубных рядов с окклюзионными накладками и другими деталями и отдаю для проверки в полости рта больного врачу.

Цельнолитой бюгельный протез изготовление с помощью CAD/CAM системы: Провожу подготовительные манипуляции с моделью, устанавливаю модель на столик сканера и переношу модель в цифровой формат. Были получены оттиски верхней и нижней челюсти и отлиты модели из супергипса. Затем при помощи параллелометра на модели нанесены межевые линии и рисунок каркаса будущего протеза. Далее модели были отсканированы при помощи оптического сканера для моделей «Shining 3D».

Далее модели были загружены в цифровую среду программы «Autodesk Nubdoh». Первым этапом работы с цифровой моделью является изоляция поднутрений, для этого прекрасно подходит инструмент «Gil», представленный на рабочей панели программы. Данный инструмент предназначен для выравнивания поверхности цифровой модели, без потери ее объема. После изоляции поднутрений приступил к разметке моделей и нанесению рисунка каркаса будущего протеза. Для этого модели были перенесены в программу «Autodesk Maya», где при помощи измерительных линеек на модели нанесены опорные точки с точностью до сотых долей миллиметра. Далее при помощи инструменты «Quad Draw» на модели нанесен рисунок будущих базисов и элементов каркаса протеза. После придания объема и детализации заготовкам каркаса приступили к расстановке зубов. Цифровые модели искусственных зубов были взяты из цифровой библиотеки программного обеспечения компании «Amann Girrbach». Для того чтобы расставить искусственные зубы с учетом окклюзионных контактов были использован инструмент «Snap Together». Данный инструмент относится к средствам привязки и позволяет точно располагать цифровые объекты друг относительно друга, указав точки их соприкосновения. Последним этапом цифрового моделирования бюгельного

протеза стало разделение искусственных базисов и создание в них места под седловидную часть каркаса. Так при помощи инструмента «Boolean» поочередно выбирая интересующие элементы каркаса протеза, приходим к взаимному вычитанию геометрии объектов и созданию интересующего объема.

После завершения всех этапов цифрового моделирования и после проверки врача заготовку протеза сохранил в формате «STL» и отправил на фрезерование и цифровую печать.

## **1.2. Ошибки, возникающие в процессе литья**

Несвоевременная отливка модели по оттиску, неправильное нанесение компенсационного лака, неправильное моделирование воскового каркаса, неправильное установление литниковой системы, деформация восковой композиции при снятии с модели и наковке. Недопустимо припасовывать каркас, имеющий деформацию коронок, его следует передать.

К дефектам литья относят: Усадочные раковины в области литника – представляет собой пористую, неровную поверхность или глубокую неправильную форму с ровными краями. «Муфты» на литнике, а также при его снятии с деталей более чем на 2-2,5 мм. Возможно при резком охлаждении отлитой детали.

Углубления с шероховатой поверхностью минимальной массы металла образуются при малом количестве литников. На разных участках детали газовые поры – круглой формы с гладкой поверхностью, появляются при выделении газа вещества в процессе литья в результате удаления влаги и воска.

Неполное формирование материалом формы. В местах недолива гладкие грани с поверхностью. Итог такого результата является минимальный диаметр литника, распределённое оплавление металла, грязный литниковый канал, минимальное количество металла.

Низкотемпературный стык. Присутствует линия двух потоков металла, с блестящей поверхностью.

Округлые выступающие формы отличающиеся по толщине, образуются в результате слое облицовочном пор, трещин как итог высокой температуры.

Рваные раковины с краями, результат высокой температуры при перегреве материала.

### **1.3. Ошибки, возникающие в процессе использования CAD/CAM систем**

Ошибки при изготовлении исходной модели: Процесс производства любой конструкции прежде всего, начинается с изготовления гипсовой модели или снятия оттиска. На этом этапе возможны следующие ошибки: шероховатая или неровная поверхность оттиска, поры, воздушные пузырьки, раковины, при использовании слишком гибких ложек, возможна деформация всего слепка. При изготовлении разборной или не разборной модели возможны ошибки на этапе замешивания, неправильно подобранные пропорции гипса и воды, и многие другие факторы. В дальнейшем модель сканируется с помощью оптического 3D сканера (3D сканер DS-X -Shining3D). И все ошибки, совершенные на этапе изготовления модели, переносятся в цифровой формат (STL). Далее файл STL обрабатывается в специализированном ПО (Exocad). В результате ошибок на начальных этапах изготовления моделей, формируются неточности в компьютерной модели, и нужно отметить, что с каждым этапом изготовления модели эти неточности накапливаются.

Слишком избыточное действие с моделью – гипсовая модель может быть покрыта компенсационным лаком, воском, или гипс, используемый для изготовления модели, будет слишком белым. Все бликовые поверхности затрудняет сканирование, и для улучшения качества сканирования необходимо использовать специальный антибликовый спрей (Scan Spray Yeti), который

материрует поверхность гипсовой модели и при этом увеличивает дополнительную толщину, тем самым увеличивая минимальную погрешность. Также, в случае поломки гипсовой модели можно использовать опакосы – моделировочные воски, не отражающие свет (CAD/CAM воск для сканирования, Yeti). Устаревшая технология 3D сканирования и точность сканирования.

В настоящий момент самой распространенной технологией 3D сканирования, применяемой в стоматологии, является технология структурированного света (оптические 3D сканеры – Shining3D), при которой на сканируемый объект с помощью проектора проецируется световая сетка, камеры 3D сканера фиксируют изменения формы сетки и измеряют расстояние до каждой точки на сканируемом объекте. Сканирование одного объекта занимает всего несколько секунд. Таким образом, сканируется несколько точек, а не одна точка как при лазерном сканировании. Главными преимуществами оптических сканеров являются точность и скорость сканирования. Самым быстрым оптическим 3D сканером CAD/CAM технологии является стоматологический 3D сканер DS200+, компании «Shining3D». Скорость сканирования, например, полной дуги сканером DS200+ составляет всего 12 секунд, слепок же сканируется за 90 секунд. Современные оптические сканеры используют технологию «Голубого луча», то есть проектор проецирует на сканируемый объект ультракороткие волны синего света, что является основным фактором, увеличивающим точность сканирования.

Для повышения точности сканирования необходимо точно позиционировать модель в 3D сканере и периодически проводить калибровку 3D сканера, так как на точность работы 3D сканера большое влияние оказывает вибрация.

Большое значение имеет контроль над сканированием – функция предварительного просмотра сканируемой модели позволяет увидеть все зоны сканируемого объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если сравнивать метод литья и систему CAD/CAM. Метод литья имеет множество этапов которые затрачивают и силы и время. Цифровая технология обладает наибольшей функциональностью что позволяет сократить значительные этапы изготовления протеза. Отсутствует загрязнение в сравнении с литьём. Оборудование занимает малые площади. Возможность работы одного сотрудника лаборатории

Краевая адаптация у фрезерованных хромкобальтового и титанового каркасов искусственных коронок существенно лучше (соответственно на 87,5% и 80,0%) в сравнении с литыми по величине зазора между короной и абатментом имплантата

Металлокерамические каркасы из титанового сплава превосходят каркасы из хромкобальтового сплава по субъективным проявлениям гальванических симптомов, степени воспалительных явлений в периимплантатной десне

Преимущества фрезерования цельнолитых конструкции перед литьём установлено при сравнении краевой адаптации искусственных коронок к абатментам имплантатов. Так, после фрезерования хромкобальтового, и особенно, титанового каркасов прослеживался незначительный зазор между краем коронки и абатментом, тогда как такая степень краевой адаптации не достигалась после припасовки литых каркасов из хромкобальта и титана, а исходное расстояние между краем коронки и абатментом до припасовки литых каркасов составляло у хромкобальтовых каркасов  $4,0 \pm 0,5$  мм Краевое прилегание металлического каркаса к абатменту имплантата: литой титан и хромкобальт до и после припасовки, фрезерованный титан и хромкобальт (рис. 1, 2) у титановых –  $2,5 \pm 0,3$  мм (рис. 3, 4).

Основные плюсы системы CAD/CAM является точность изготовления протезов, возможно отклонения размеров в 16,5 – 21,6 мкм в сравнении с 51,6 –

72,3 мкм при литьевом методов. Экономия рабочего времени сотрудника лаборатории, большая производительность до 130 ед. в сутки, К особым преимуществам относится широкий выбор точного оборудования и материалов.

Основной плюс системы это экономия времени для зубного техника, а время для зубного техника это самое важное в его работе.

**Вывод:** Основным инновационным методом изготовления цельнолитых протезов в ортопедической стоматологии является технология компьютерного проектирования и автоматизированного изготовления различных конструкции зубных протезов CAD/CAM. Преимущества использования CAD/CAM системы перед изготовлением методом литья цельнолитых протезов состоит из возможности быстрого и точного создания протезов в течение одного двух часов, современная обработка материалов при помощи метода низкого температурного фрезерования без изменения их исходных свойств, отсутствует усадка. В то же время, создание новых конструкционных материалов для CAD/CAM системы влечет за собой популяризацию совершенствования самой технологии. Применение цифровых систем является предметом споров. Основным недостатком некоторых CAD/CAM систем остаётся высокая себестоимость, что не позволяет широко внедриться этой технологии в ортопедическую стоматологию.

При помощи этой цифровой системы изготавливают мостовидные протезы, коронки, воссоздают полную анатомическую форму, различные литьевые модели, балочные конструкции на имплантатах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артель Х.М. Современные стоматологические материалы и их применение в лечебной практике [Текст]: / СПб, Куксхавен, 2018 – 139 с.
2. Безруков В.М. Программа информатизации стоматологической службы России [Текст]: / Стоматология 2016. – 25 с.
3. Васильев В.А. Плавно-литейные установки для изготовления стоматологических и ювелирных изделий [Текст]: / Новое в стоматологии 2017. – 36 с.
4. Вольвач С. Обзор технологий новых разработок и модификаций известных CAD/CAM. Стоматологическое назначение. Часть II [Текст]: / Lab. 2016. – 75-85 с.
5. Гарамов В.Н. Титан. Позитивные стороны технологии изготовления титановых каркасов [Текст]: / 2015. – 42-52 с.
6. Гюнтер В.Э. Материалы с памятью формы и новые медицинские технологии [Текст]: / Томск. 2017. – 356с.
7. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов [Текст]:/ М.: Металлургия 2015. – 146 с.
8. Казачкова М.А. Исследование свойств кобальтовых и никелевых сплавов, применяемых в стоматологии [Текст]: / Зубной техник 2018. – 18-20с.
9. Лебеденко И.Ю. Взаимодействие стоматологических сплавов в контактной паре с титановым имплантатом *in vitro* [Текст]: / Санкт-Петербург, Специальная литература 2017. – 94-96 с.
10. Левин Г.Г. Современные стоматологические CAD/CAM системы с интраоральными 3D профилометрами [Текст]: / Зубной техник 2017. – 23-25 с.
- 11.Ряховский А.Н. Краевое прилегание как критерий качества протезирования несъемными протезами [Текст]: / 2016. – 47-66 с.

- 12.Трезубов В.Н Ортопедическая стоматология. [Текст]: / Современная ортопедическая стоматология 2015. - 324 с.
- 13.Хегенбарт Э.А. Вопросы и ответы по теме: Оксид циркония [Текст]: / Новое в стоматологии 2018. – 7-11 с.
- 14.Шишкин А. Изготовление металлокерамических протезов с использованием каркасов коронок и мостов, изготовленных из титанаи [Текст]: / Томск. 2018. – С.44-48
- 15.Эдингер Д. Компьютерные технологии в имплантологии [Текст]: / Специальная литература 2018. – 15-20 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**



Рис. 1. Хромкобальтовый каркас

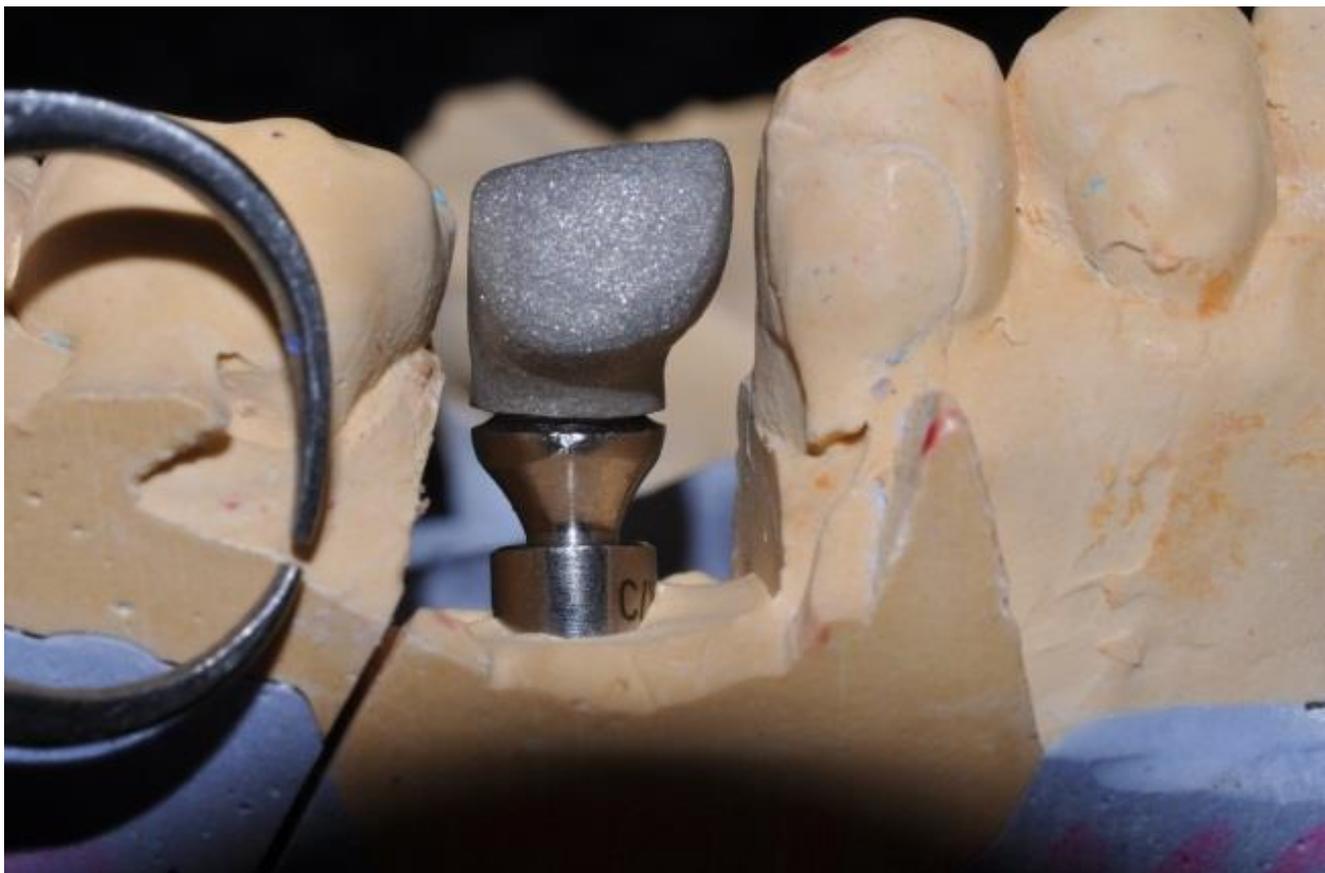


Рис. 2. Хромкобальтовый каркас



Рис. 3. Титановый каркас

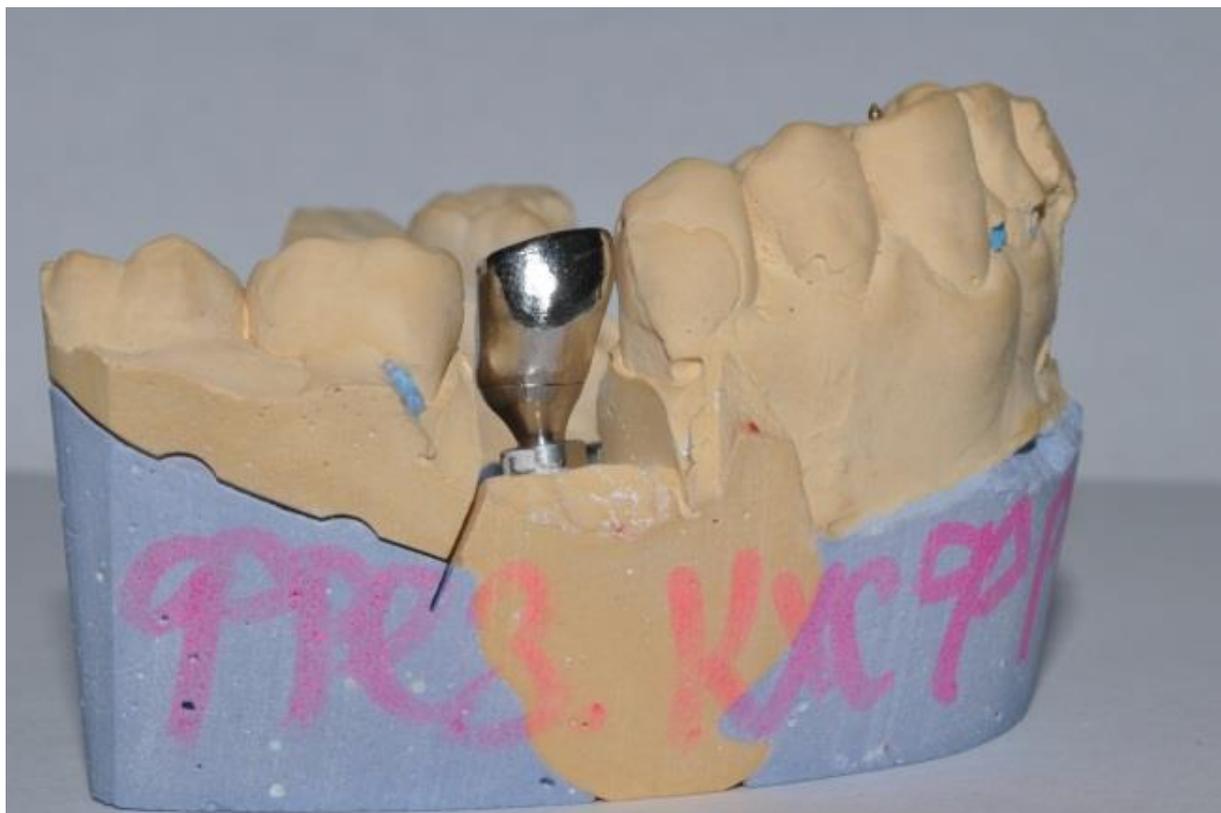


Рис. 4. Титановый каркас