

**Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х. М. Бербекова  
Институт стоматологии и челюстно – лицевой хирургии**

**Подразделение ортопедической стоматологии  
«Материаловедение»**

**Директор ИС и ЧЛХ: Мустафаев Магомед Шабазович;  
Руководитель ОС: Балкаров Анзор Олегович;  
Составитель: Карданова Светлана Юрьевна.**

**«ФАРФОР  
( СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ  
КЕРАМИКА)  
И  
ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ »**

**Фарфор** – это белая полупрозрачная (прозрачная) керамика, которую обжигают до глазурованного состояния, приготовленная из основных компонентов - каолина, полевого шпата, кварца и красителей.

Фарфор относится к группе материалов, представляющих собой смесь, содержащую глинистые вещества (слово «керамический» происходит от греч. «керамос» - горшечная глина).



**Стоматологическая керамика** – относится к основным (конструкционным) материалам, то есть, из нее изготавливают ортопедические конструкции.

Ортопедические конструкции, где используется данный материал:

- Искусственная коронка – несъемная конструкция с помощью цемента фиксируется на обточенный сохранившийся зуб, которая восстанавливает анатомическую форму и функциональность этого зуба.
- Искусственные зубы - является частью зубного протеза и располагается на месте отсутствующего зуба.
- Виниры, люминиры – это микропротез, пластинки, замещающие внешний слой зубов. Они позволяют корректировать нарушения формы и цвета зуба; тоже несъемные, фиксируются с помощью цемента (адгезивный протокол) на поверхности зуба.
- Вкладки / накладки – это микропротез, являются одним из способов восстановления зубов; тоже несъемные, фиксируются с помощью цемента на зубе (схожи с пломбами, но прочнее и изготавливается в зуботехнической лаборатории).
- Мостовидные протезы - это разновидность несъемных стоматологических протезов, применяется для замещения включенных дефектов (отсутствующих зубов) зубных рядов; может фиксироваться на отстоящие друг от друга сохранившиеся зубы, имплантаты;
- Используется при протезировании на имплантатах – имплантат это штифт (титан чаще), который вкрутили в костную ткань на месте отсутствующего зуба. И на имплантат фиксируется искусственный зуб или мостовидный протез (на 2-х и более имплантатах).

# ИСКУССТВЕННЫЕ КОРОНКИ ИЗ КЕРАМИКИ

Металлокерамика

(м/к)



# ИСКУССТВЕННЫЕ КОРОНКИ

ИЗ КЕРАМИКИ



# ИСКУССТВЕННЫЕ ЗУБЫ

## ИЗ КЕРАМИКИ

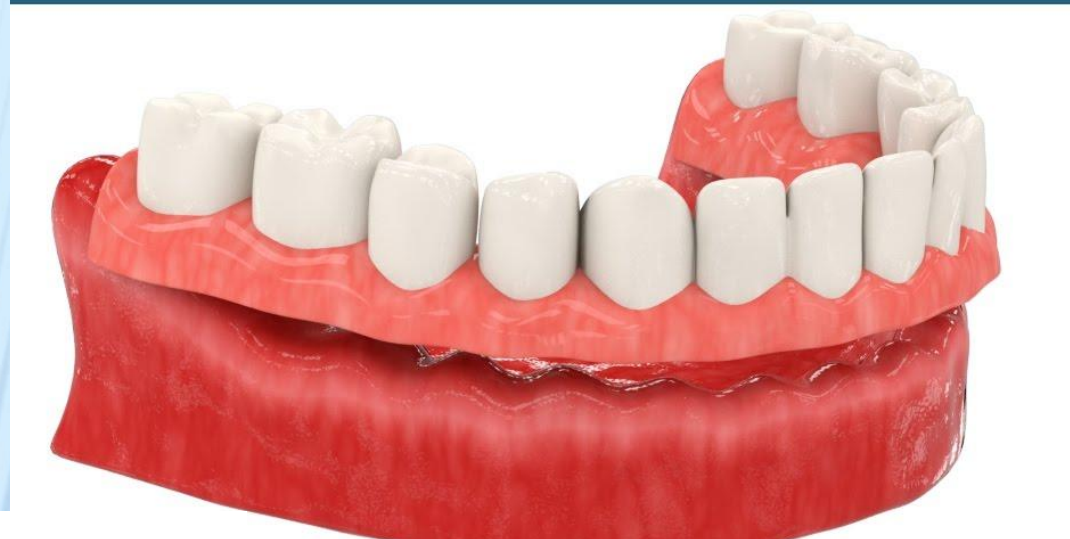


Искусственные коронки в  
Мостовидном протезе

Искусственный зуб в  
Мостовидном протезе

# ИСКУССТВЕННЫЕ ЗУБЫ

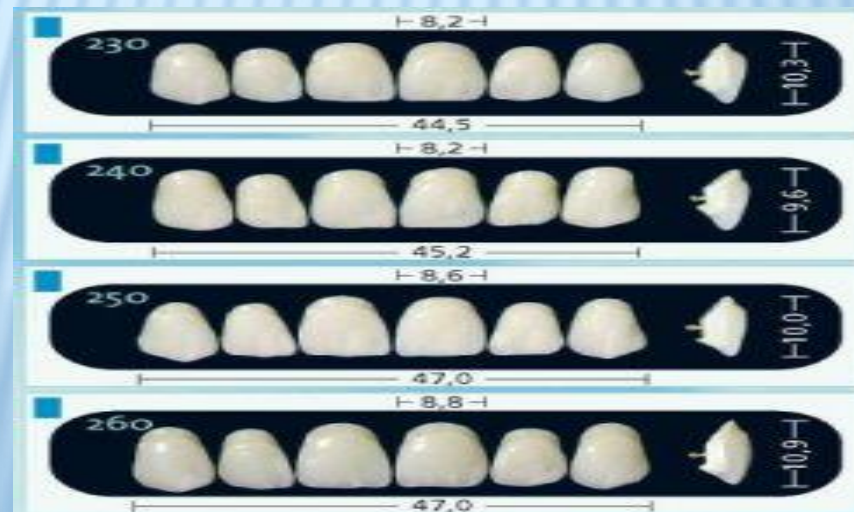
ИЗ КЕРАМИКИ



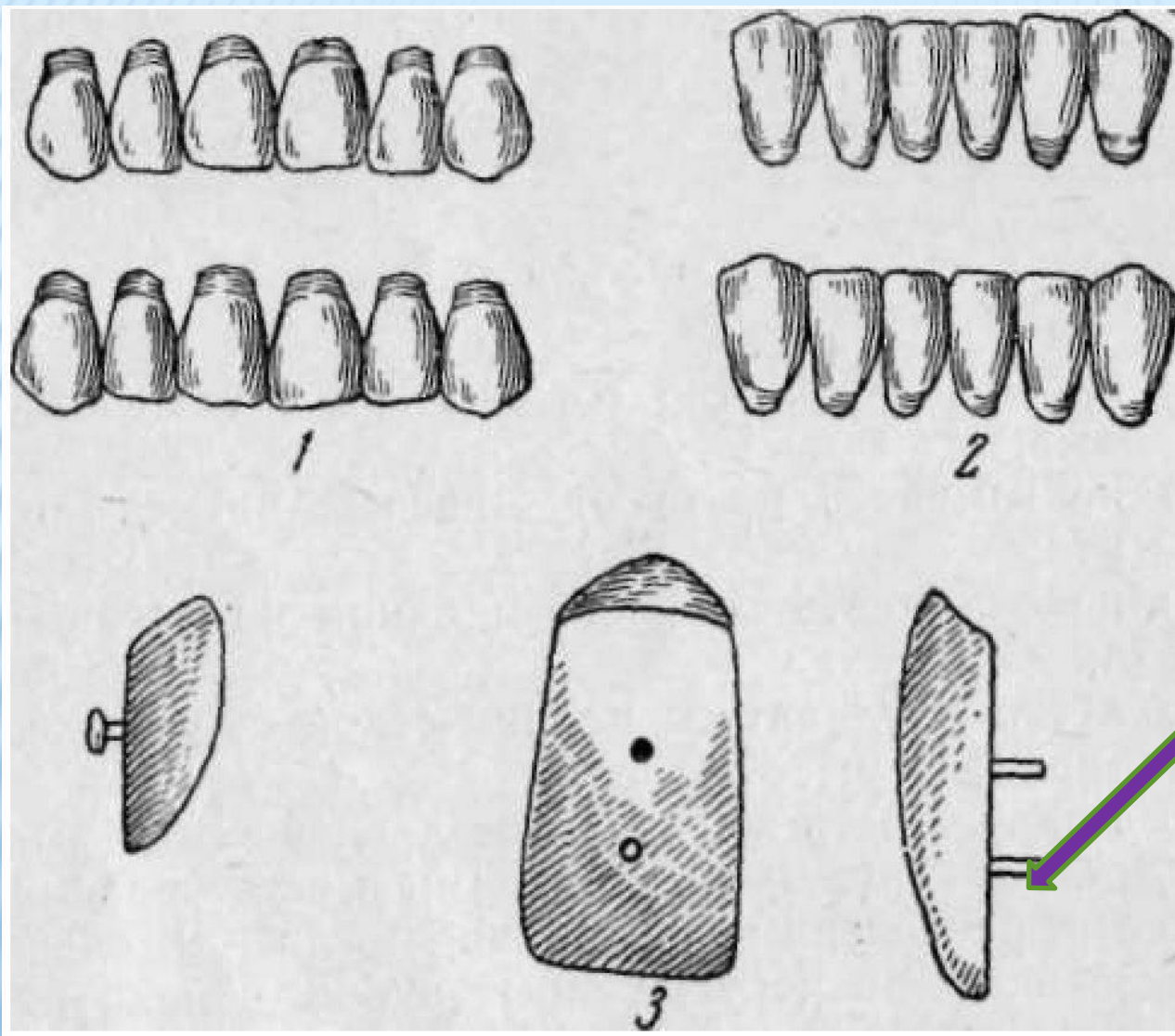
По способу крепления в базисе фарфоровые зубы подразделяются на **крампонные** и **диаторические**.

Передние фарфоровые зубы чаще всего снабжены крампонами, но они могут быть и дырчатыми (диаторическими).

Боковые зубы всегда делают дырчатыми. Полости или крампоны в фарфоровых дубах предназначены для их механического крепления в металле или пластмассе.







**Крампон** — фиксирующий проволочный элемент, преимущественно для передних искусственных фарфоровых зубов.

**Крампоны** могут быть прямыми, изогнутыми, с пуговчатыми окончаниями.

**Стандартные фарфоровые зубы** с прилагаемыми к ним металлическими штифтами (получившие название по имени их изобретателей — коронки Логана, Дэвиса, Бонвиля и др.) применяли для замещения дефектов коронковой части зубов.

К коронковой части фарфорового зуба штифт может быть укреплен стабильно, или коронку и штифт изготавливают отдельно.



## *Искусственные фарфоровые зубы*

являются одним из основных элементов полных и частичных съемных пластиночных и дуговых (бюгельных) протезов.

Преимуществом перед металлическими и полимерными искусственными зубами является:

- высокая имитирующая способность;
- светоотражающие качества фарфора в большинстве своем напоминают таковые у естественных зубов;
- цветостойкость
- фарфор весьма индифферентен для организма человека и абсолютно показан для лиц с повышенной чувствительностью к полимерам.

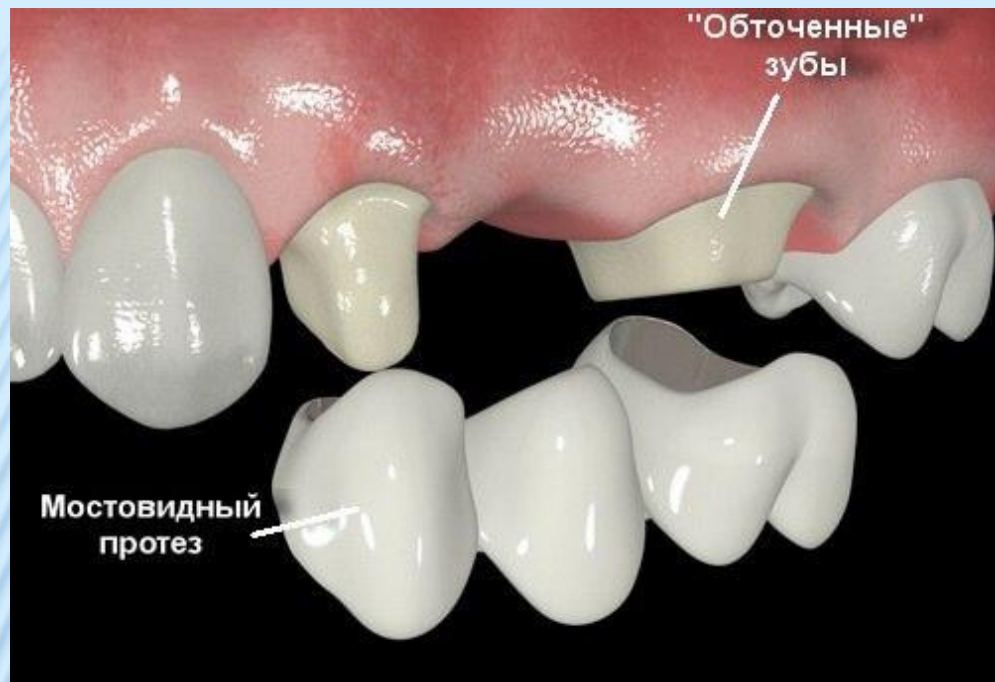
## Недостатки фарфоровых зубов:

- хрупкость;
- недостаточно прочное соединение с базисом протеза;
  - низкую сгораемость;
- худшие, чем у полимерных зубов, технологические качества;
- недостаточная прочность зубов в области крепления крапюнов (в крапюнных зубах) и пустотелой части (в диаторических, то есть дырчатых зубах) проявляется при неблагоприятных артикуляционных соотношениях.

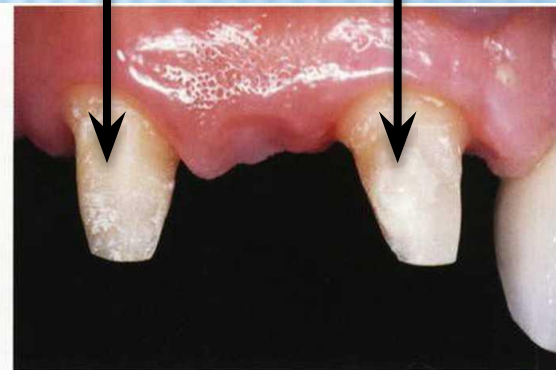
# МОСТОВИДНЫЕ ПРОТЕЗЫ



Мостовидный протез - несъемне



**Обточенные опорные  
зубы под  
мостовидный протез**



# Сочетание двух материалов: металла и керамики (м/к, то есть, металлокерамика).



**Металл  
(сплав  
золота 750  
пробы) +  
керамика**



**Металл  
(КХС :  
кобальт –  
хромовый  
сплав) +  
керамика**



# ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НА ИМПЛАНТАТАХ

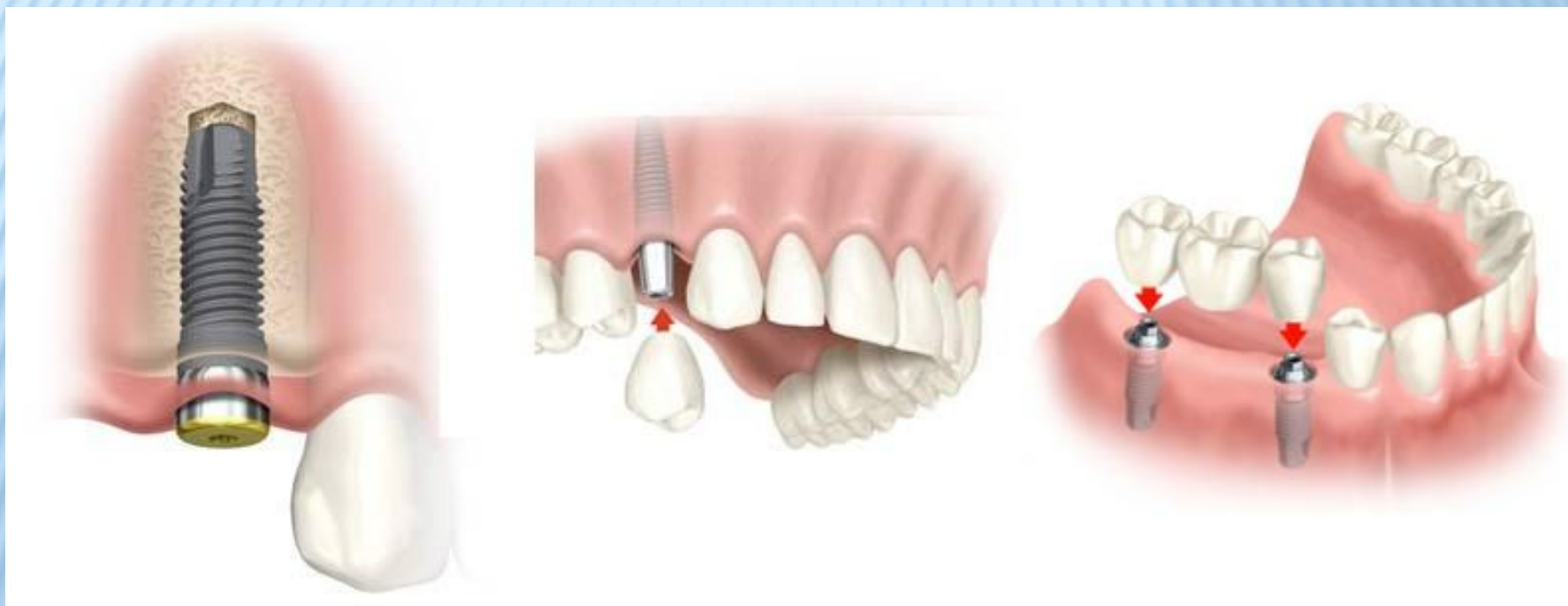
## С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ





# ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НА ИМПЛАНТАТАХ

## С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ



# ВКЛАДКИ/НАКЛАДКИ

ИЗ КЕРАМИКИ



# Вкладки из прессованная керамика (цельнокерамическая)



# ВИНИРЫ ИЗ КЕРАМИКИ



# ВИНИРЫ

---

— это тонкие пластинки, толщиной в 0.4–0.7 мм, которые замещают внешний слой зубов и позволяют корректировать их форму и цвет.



# Керамические



## ОСОБЕННОСТИ ПРЕПАРИРОВАНИЯ ПОД КЕРАМИЧЕСКИЕ И ДИОКСИД ЦИРКОНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ:

- Переходы, углы должны быть плавными, скругленными, чтобы не было напряжения и как следствие, скола в материале.
- Все поверхности должны отполированные

Стенки должны быть слегка конвергированы (то есть, вестибулярная и оральная поверхности наклонены друг к другу; контактные поверхности наклонены тоже наклонены друг к другу).

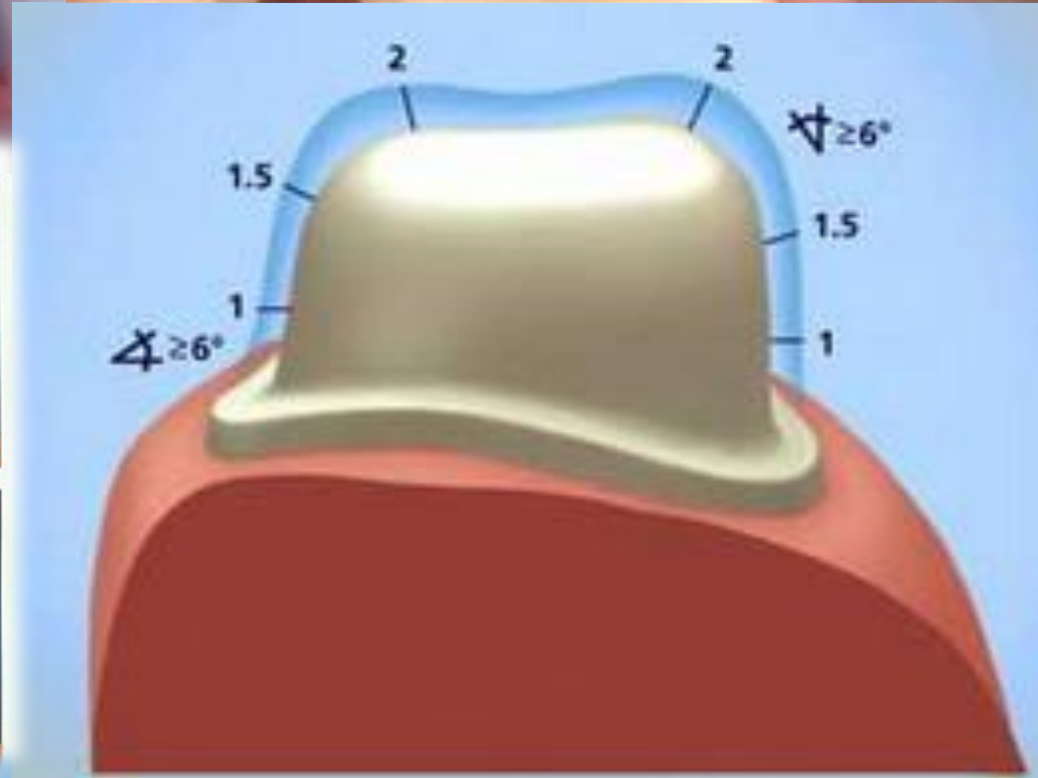
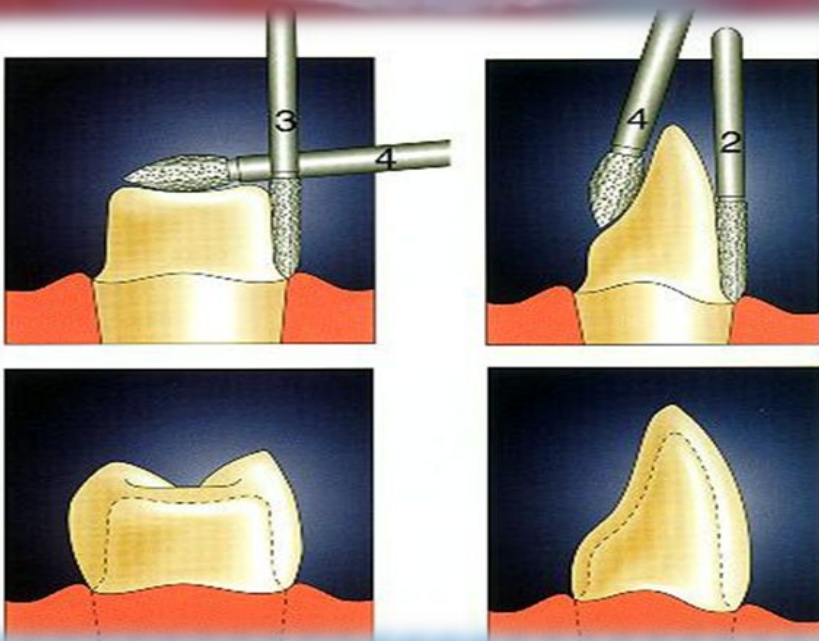
- У жевательных зубов окклюзионная/жевательная пов-сть должна имитировать анатомию (фиссуру и бугры)
- У фронтальных (передних) зубов на оральной (небной/язычной) должен быть небный/язычный бугор и вогнутость естественную.



1.5 - 2mm



ПРЕПАРИРОВАНИЕ 25 ЗУБА с У





Стоматологическая керамика это материал идеальной нейтральности и биосовместимости с тканями полости рта.

Это материал, который наиболее соответствует эмали зубов, как по косметическим, так и по физическим свойствам.

Чистая керамика ранее не использовалась по причине технических трудностей, как со стороны зубного техника, так и со стороны врача.

Хрупкость, склонность к трещинам, высокий уровень абразивности и практическая невозможность ремонта в полости рта, не создавало условий для широкого применения. В настоящее время эта тенденция меняется.

Первые стоматологические фарфору представляли собой смеси каолина, полевого шпата и кварца,

**По физическим свойствам** стоматологические фарфоры близки к стеклам, структура их изотропна.

**По химическому составу** стоматологические фарфоровые массы стоят между твёрдым фарфором и обычным стеклом.

**Оптические свойства** фарфора являются одним из главных достоинств искусственных зубов. Коронка естественного зуба просвечивает, но не прозрачна, как стекло.



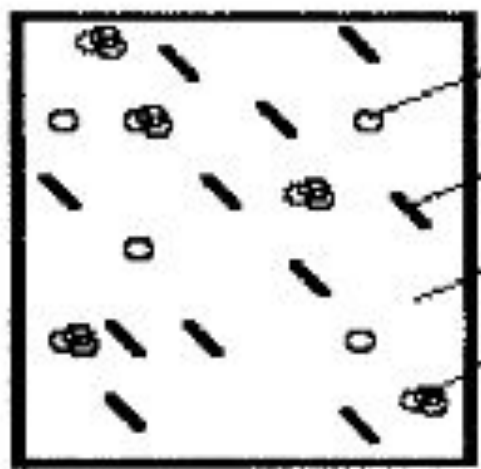
# Состав стоматологического фарфора:

- **Полевой шпат (ортоклаз)** - представляют собой смеси алюмосиликата калия ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) и алюмосиликата натрия ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ).
- **Кварц** - остается неизменным в процессе обжига и действует, как упрочняющий компонент состава. Образуется в результате расплавления полевого шпата. При охлаждении расплава полевого шпата образуется стеклянная матрица.
- **Каолин** - является водным алюмосиликатом ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) и действует, как связующее вещество, позволяя моделировать необожженный фарфор. Он непрозрачен, даже если он присутствует в небольших количествах, поэтому у первых стоматологических фарфоров отсутствовала необходимая прозрачность.

Таким образом, каолин был исключен из состава стоматологического фарфора, который сегодня представляет полевошпатное стекло с включениями кристаллического кварца.

- **Красители** - окислы металлов (диоксид титана, окиси марганца, хрома, кобальта, цинка).

# ФАЗОВЫЙ СОСТАВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАРФОРА (схема)



- поры
- кристаллы лейцита
- полевошпатное стекло
- оплавленные частицы кварца

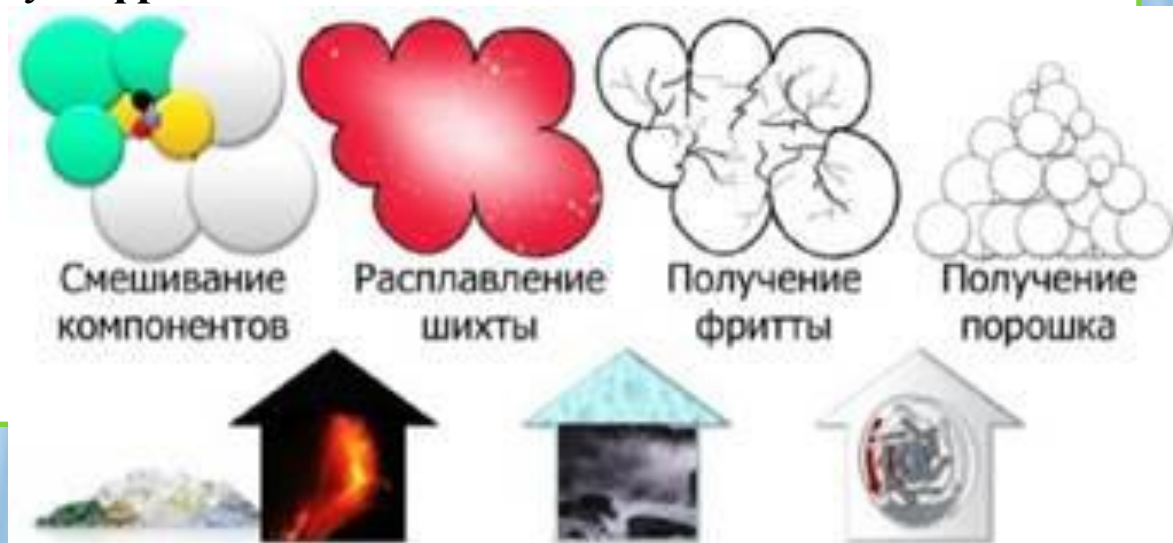
# Технологический процесс получения керамики

Порошок фарфора, используемый зубными техниками это не простая смесь ингредиентов. Эти порошки уже прошли один обжиг, то сеть, производители керамических масс для зубных техников получают стоматологические фарфоровые массы путем смешивания исходных компонентов, сплавлением их и затем резким охлаждением в воде.

Смесь (шихту) помещают в шамотовые тигли (емкость из огнеупорной глины) и проводят обжиг до получения расплава - **стекломассы**, которую затем резко охлаждают.

В результате такого охлаждения в стекломассе возникают внутренние напряжения, которые приводят к ее растрескиванию. Этот процесс называют **фриттованием**, а полученный в результате его продукт **фриттой**.

Фритта, как хрупкий материал, легко размалывается в тонкий порошок. Фриттование способствует перемешиванию составных частей массы.



# ВИДЫ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЕРАМИКИ

Существует несколько классификаций стоматологической керамики. Ниже приведены некоторые из них.

- ❖ Классификация керамики по микроструктуре:
  - Полевошпатная керамика (стеклокерамика)
  - Наполненная стеклокерамика
  - Наполненная оксидная керамика
  - Оксидная керамика

# Стоматологический фарфор классифицируется:

Тугоплавкий  
(1300 - 1370°  
С),



*используется для  
фабричного  
изготовления  
искусственных  
зубов*

Среднеплавкий  
(1090 - 1260°  
С),

Низкоплавкий  
(870 - 1065°  
С).



применяются для  
изготовления коронок, вкладок  
и мостовидных протезов.

# МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КЕРАМИКИ




МЕТОД ПОСЛОЙНОГО  
НАНЕСЕНИЯ КЕРАМИКИ :

На каркас  
На огнеупорную  
(рефракторную) гипсовую  
модель)



МЕТОД ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Из блоков  
на основе технологии  
CAD|CAM



МЕТОД ПРЕССОВАНИЯ  
КЕРАМИКИ  
(литье):



# МЕТОД ПОСЛОЙНОГО НАНЕСЕНИЯ КЕРАМИКИ :

НА КАРКАС

НА ОГНЕУПОРНУЮ (РЕФРАКТОРНУЮ) ГИПСОВУЮ МОДЕЛЬ)

Полешпатная керамика выпускается в виде порошка в баночках разных цветов и оттенков. Каждая баночка, которая, содержит в себе керамический порошок, имеет свой цвет.

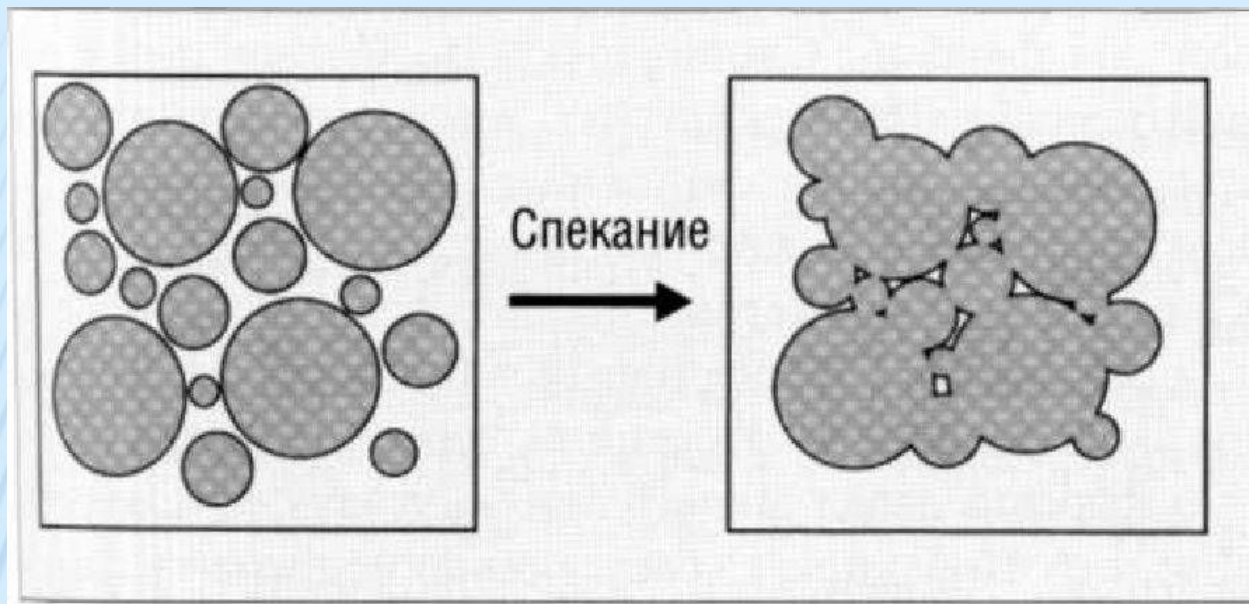
На специальную доску выкладывается нужного оттенка керамического порошка и замешивается с специальной жидкостью или дистиллированной водой.







При необходимости в полученную смесь можно добавить краски, эту смесь/массу с помощью кисточки наносят на каркас или фольгу, огнеупорную модель, моделируя будущую конструкцию. Затем отправляют в керамическую печь на обжиг (затвердевание при высоких температурах)



**Печь керамическая для обжига**





# Полевошпатная керамика (стеклокерамика)

**Стеклокерамика** состоит из оксида кремния, также известного как кварц ( $\text{SiO}_2$ ) с небольшим содержанием алюминия (AL)  
(то есть, алюминий + кварц = алюмосиликат).

В природе алюмосиликаты, которые также содержат примеси калия и натрия, известны под названием **полевой шпат**

(*алюмосиликат Кали и алюмосиликат Натрия = полевой шпат*)  
( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) и ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ) = полевой шпат)

В стоматологии искусственно синтезированный полевой шпат представлял первые керамические массы для изготовления фарфоровых ортопедических конструкций. Впервые применение полевого шпата упоминается в 1903 году в работах Чарльза Лэнда, описавшего процесс изготовления фарфоровых коронок в медицинском издании

# Полевошпатная керамика

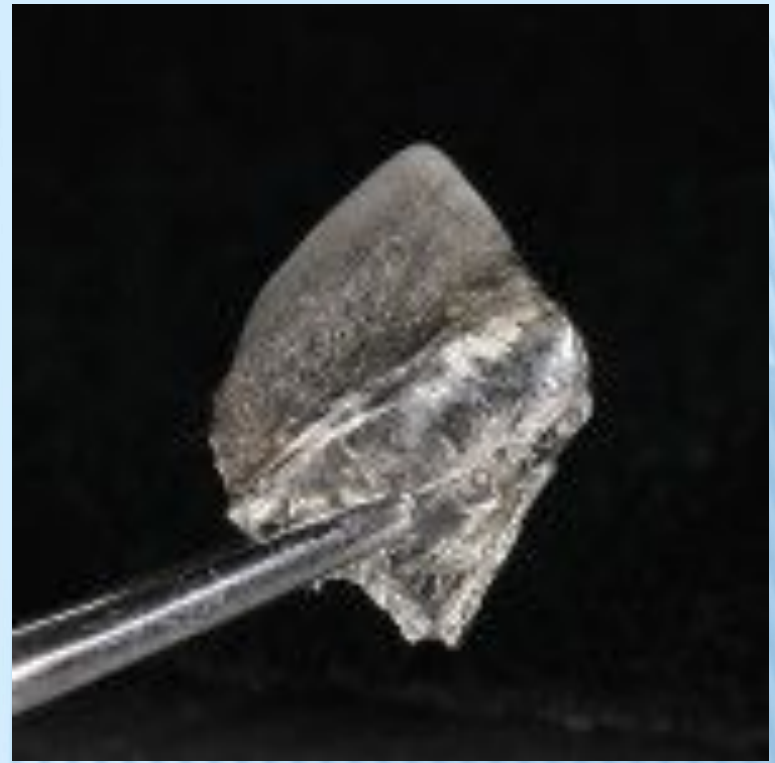
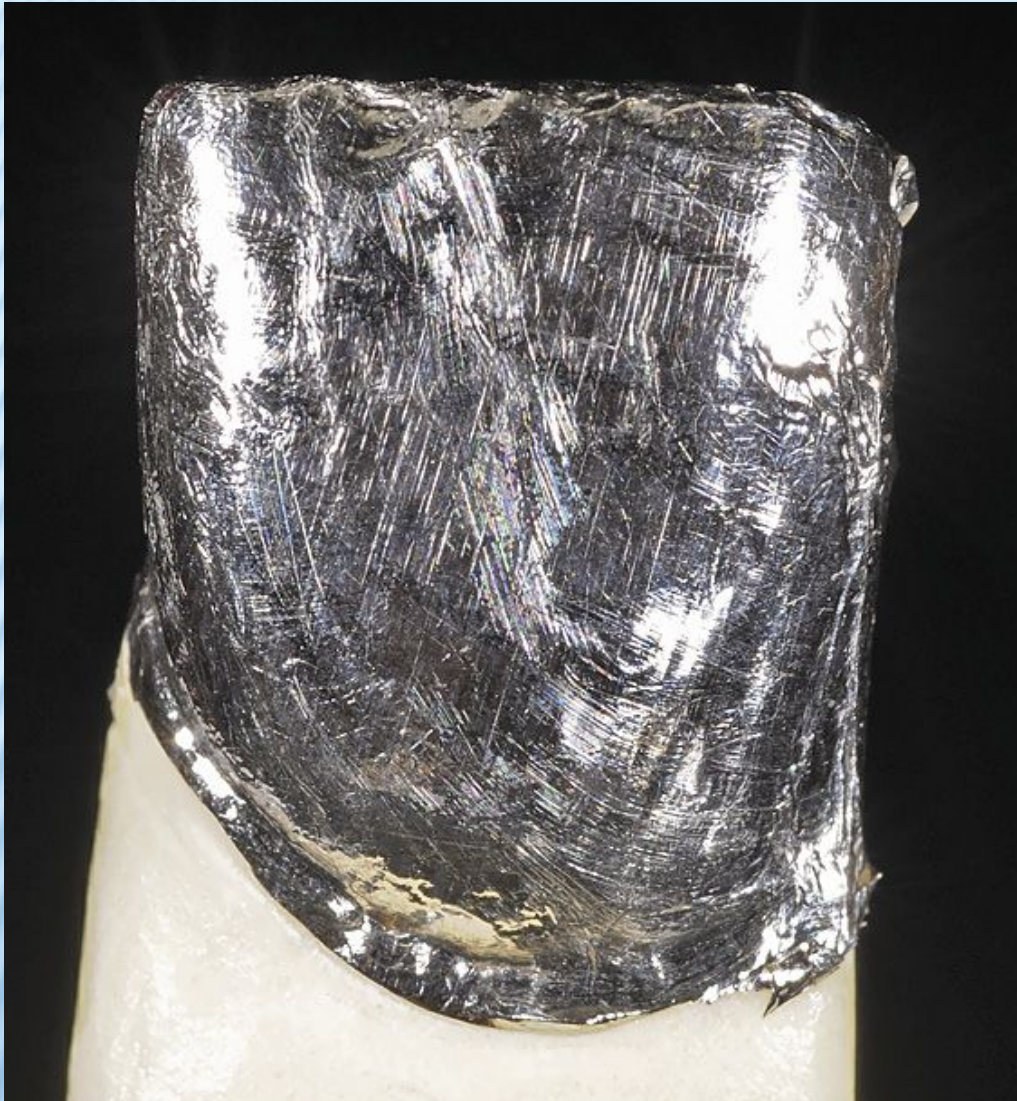
Позднее, в связи с изобретением вакуумных печей для обжига фарфора, прочностные характеристики были улучшены

Такая керамика применялась для:

- Облицовки (покрытия) металлических каркасов (металлокерамика),
- Цельной конструкции для фарфоровых виниров, изготовленных с применением огнеупорных (рефракторных гипсовых моделях) штампов («**на рефракторе**») или платиновой фольги.

Однако компрессионные (сжатие, давление) нагрузки, полученные во время жевания, попрежнему вызывали многочисленные сколы на подобных реставрациях.

Считается самой эстетичной и самой хрупкой. Можно использовать для передних зубов для улучшения эстетики, когда имеются небольшие дефекты.







вакуумная печь  
для  
обжига фарфора,



# МЕТОД ПРЕССОВАНИЯ (ЛИТЬЕ) :

1. На гипсовой модели из воска зубной техник моделирует будущую вкладку /винир/искусственную коронку/мостовидный протез,
2. Снимаются восковые прототипы с гипсовой модели и устанавливают на основание,
3. затем замешивается огнеупорный массу (гипс и т.д.),
4. после, в специальную ёмкость (опока) погружают вкладку с канальцами из восковой композиции, заполняют огнеупорной массой,
5. далее масса затвердевает, а внутри находится восковые вкладки, удаляют силиконовый ограничитель,
6. отправляют в муфельную печь переворачивая опоку отверстием вниз, чтоб воск расплавленный воск имеет выход
7. в печи воск плавится и (через литники/каналы выходит жидкий расплавленный воск),
8. достают из печи и укладываются заготовки для прессованной керамики, поверх заготовок укладывают плунжер
9. отправляют в печь для обжига керамики (заготовка керамическая нагревается, плунжер давит на разогретую керамическую заготовку и керамика заполняет пустоты (пустоты образовались после

14



Восковой прототип

конструкций



Моделировочные  
воска

## Основание цоколя с воронкой/опоккой для литья

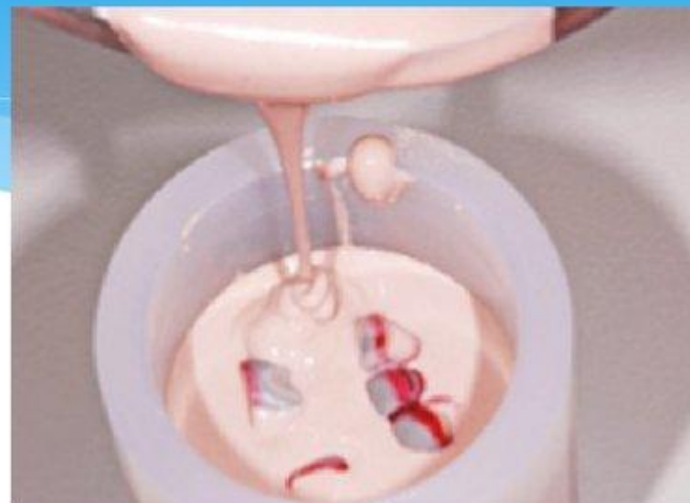




Снимаются восковые прототипы с гипсовой модели и устанавливают на основание опоки,



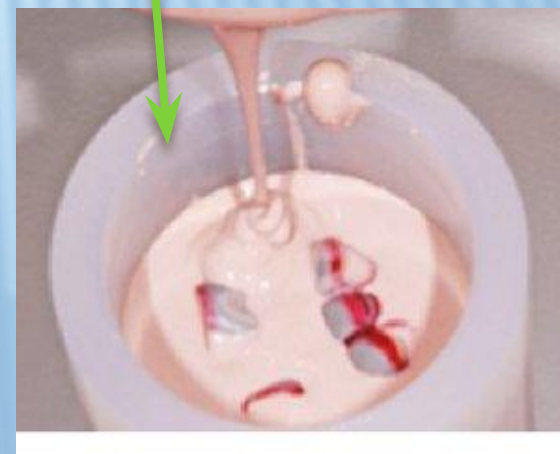
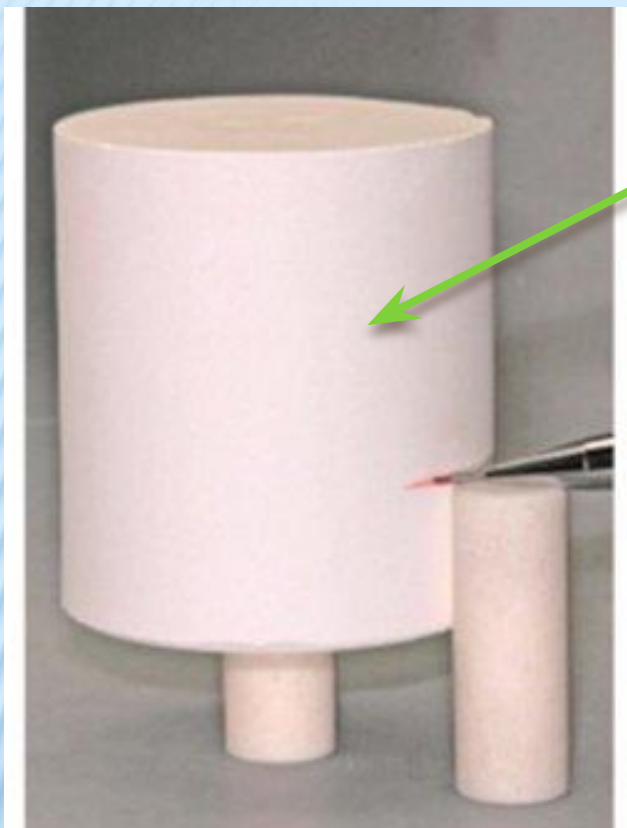
затем замешивается огнеупорный массу (гипс и т.д.),  
после, в специальную ёмкость (опока) погружают вкладку с канальцами из  
восковой композиции, заполняют огнеупорной массой,  
далее масса затвердевает, а внутри находится восковые вкладки,



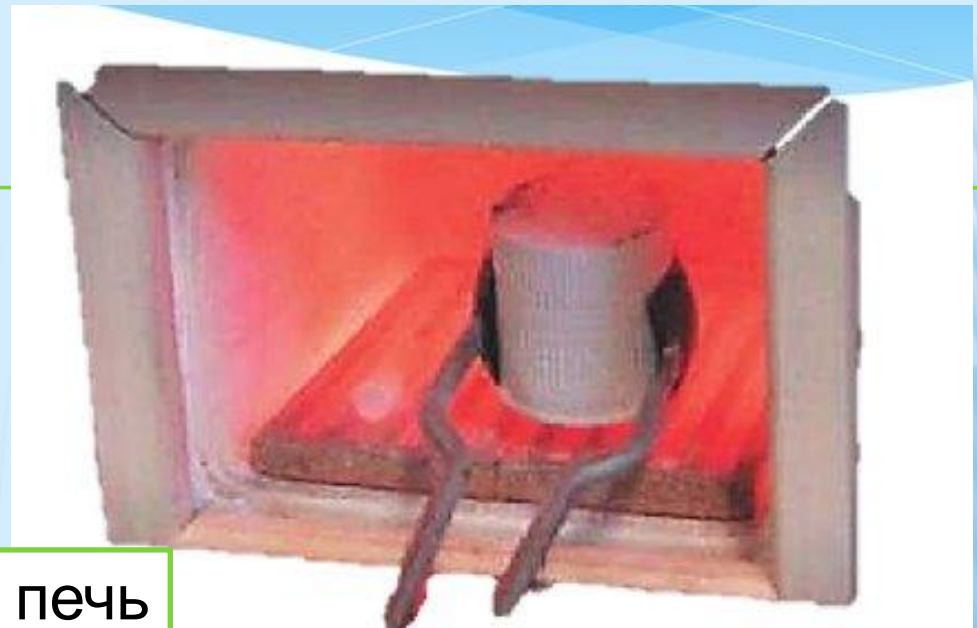
ОПОК

А

СИЛИКОНОВЫЙ  
ОГРАНИЧИТЕЛЬ







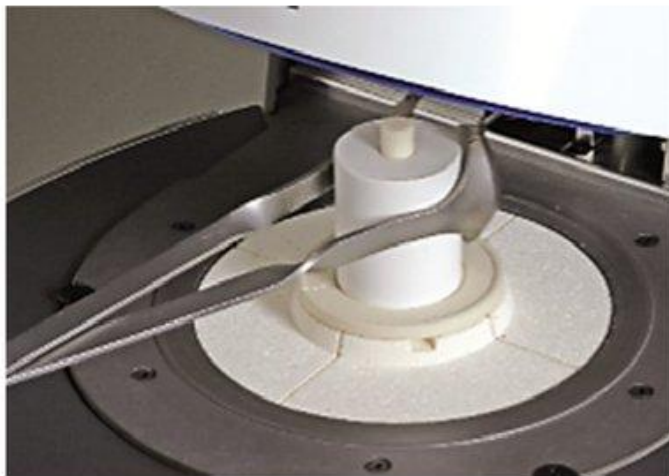
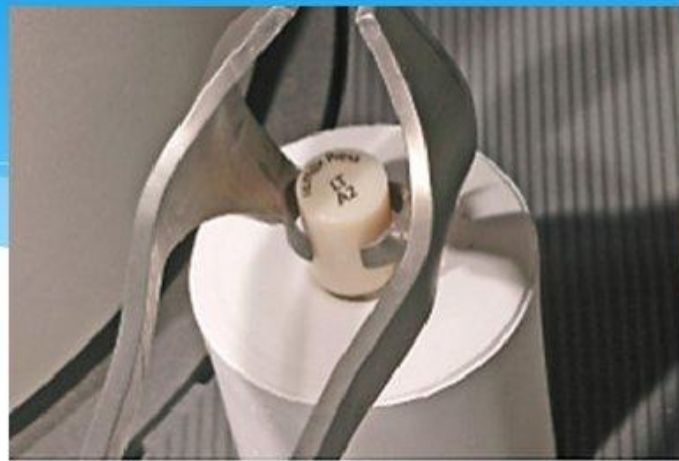
отправляют в муфельную печь  
переворачивая опоку  
отверстием вниз, чтоб воск  
расплавленный воск имеет  
выход  
в печи воск плавится и (через  
литники/каналы выходит  
жидкий расплавленный воск),

## Основные заготовки E max

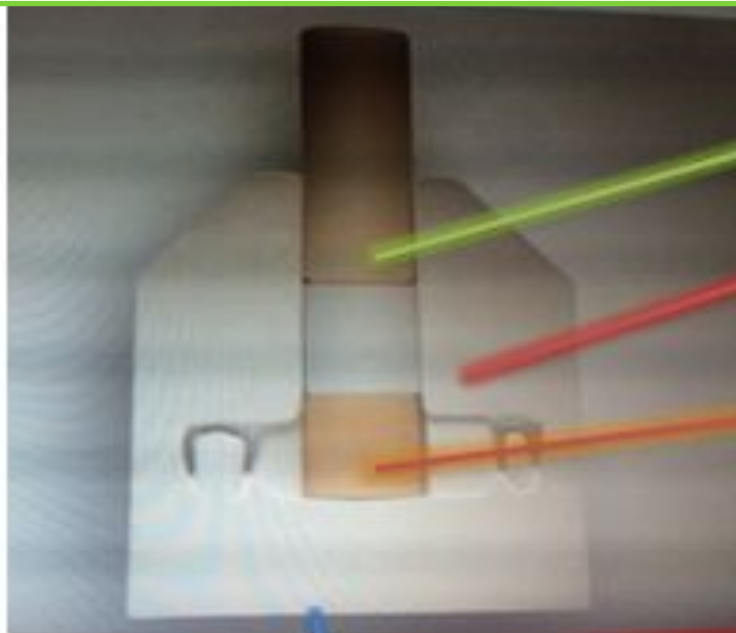


укладывается заготовки для  
прессованной керамики, поверх  
заготовок укладывают плунжер

отправляют в печь для обжига керамики (заготовка керамическая нагревается, плунжер давит на разогретую керамическую заготовку и керамика заполняет пустоты (пустоты образовались после выплавления воска))



Плунжер нужен для прессования/давления на заготовку/брусок /блок керамики. В керамической печи, под высокой температурой, твердая керамика меняется на более мягкую консистенцию и под давлением плунжера, заполняет пустоты/формы, где раньше были восковые прототипы конструкций. И далее, обжиг (затвердевание керамики)



плунжер

Формовочный материал  
(масса из огнеупорного  
гипса)

Заготовка керамическая

Пустоты, где были воска,  
теперь заполнятся  
керамикой





Плунжер

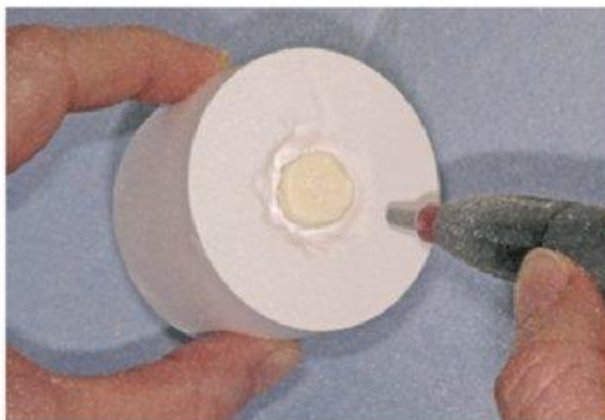
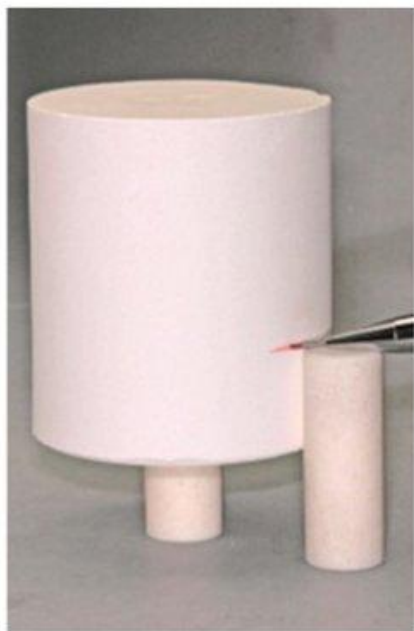
Внутри остаются пустоты, которые напоминают форму конструкции после выплавки воска.

керамическую массу нагревают до  $1150^{\circ}$  и прессуют под давлением в форму



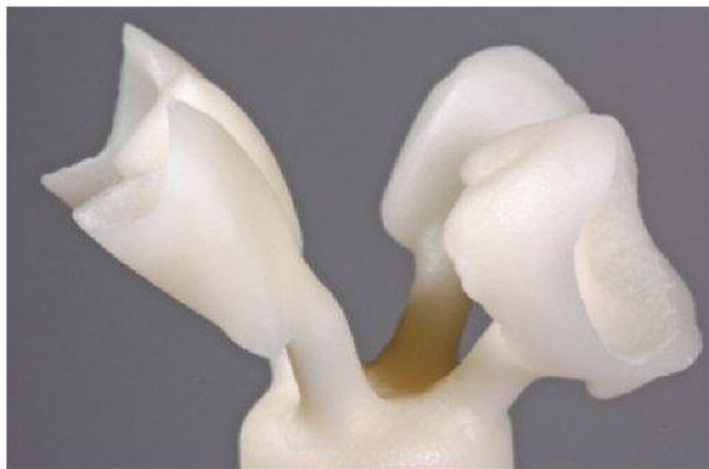
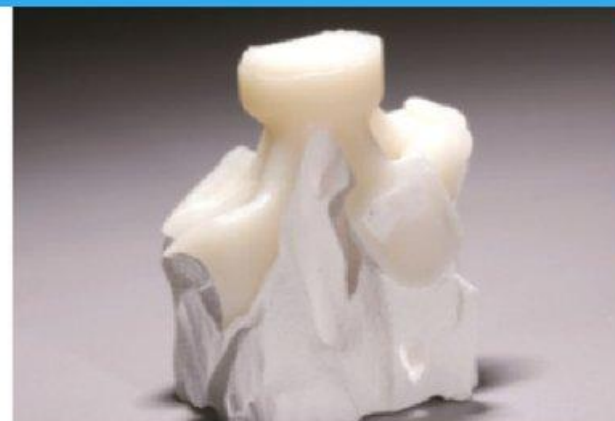
Печь для обжига керамики

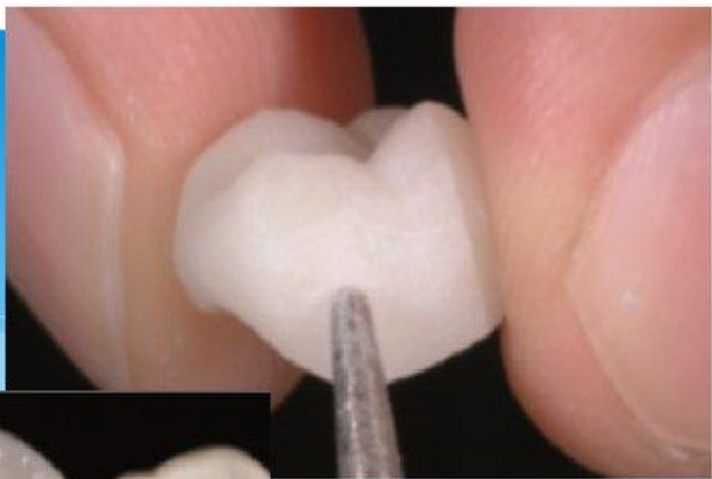
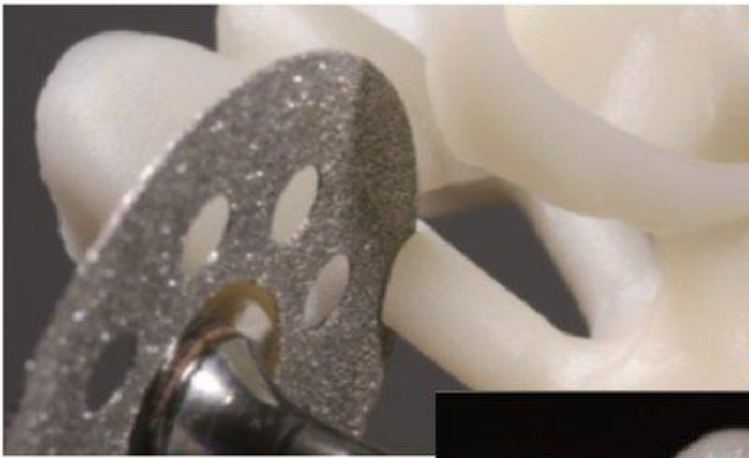
EP5010



С ПОМОЩЬЮ СЕПАРАЦИОННОГО ДИСКА ДЕЛАЮТ НАДРЕЗ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗМЕРИВ, ГДЕ НАХОДИТСЯ КОНСТРУКЦИЯ, ЧТОБЫ ЕЕ НЕ ПОВРЕДИТЬ.

ОБРАБОТКА С ПОМОЩЬЮ ПЕСКОСТРУЯ, ЧТОБЫ  
НЕ ПОВРЕДИТЬ КОНСТРУКЦИЮ НА  
ОПРЕДЕЛЕННОМ РАССТОЯНИИ







# CAD CAM Technologies



Под САD-системами (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) понимают программное обеспечение, которое автоматизирует труд инженера-конструктора и позволяет решать задачи программирования изделий и оформления технической документации при помощи персонального компьютера.

САM-системы (computer-aided manufacturing – компьютерная поддержка изготовления) автоматизируют расчеты траекторий перемещения инструмента для обработки на станках с ЧПУ и обеспечивают выдачу управляющих программ с помощью компьютера.

## Схема изготовления

Слепок



Гипсовая модель



Сканирование



CAD



CAM



Станок с ЧПУ

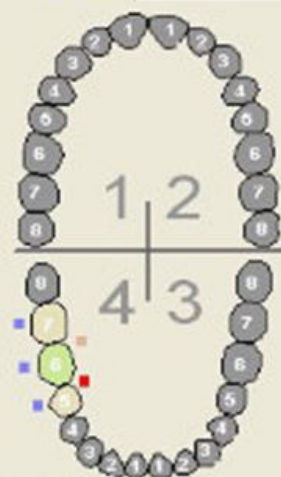


Спекание

Design



Übersicht



- Einzelansicht  
 Wax-Up  
 Preparation  
 Gegenbiss

Verbinder verschieben



Skalieren

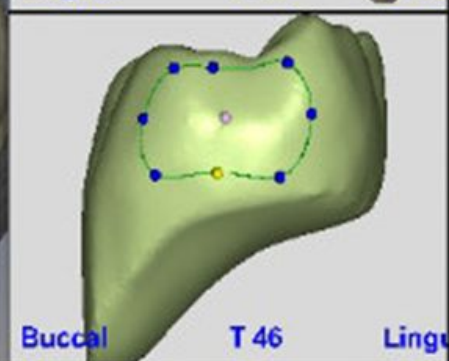
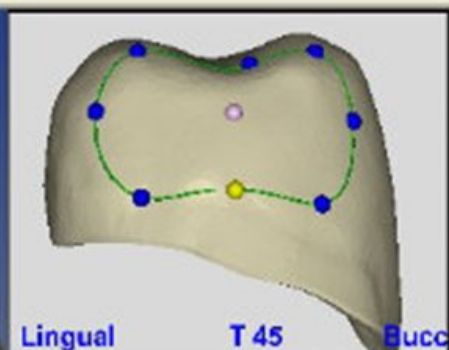
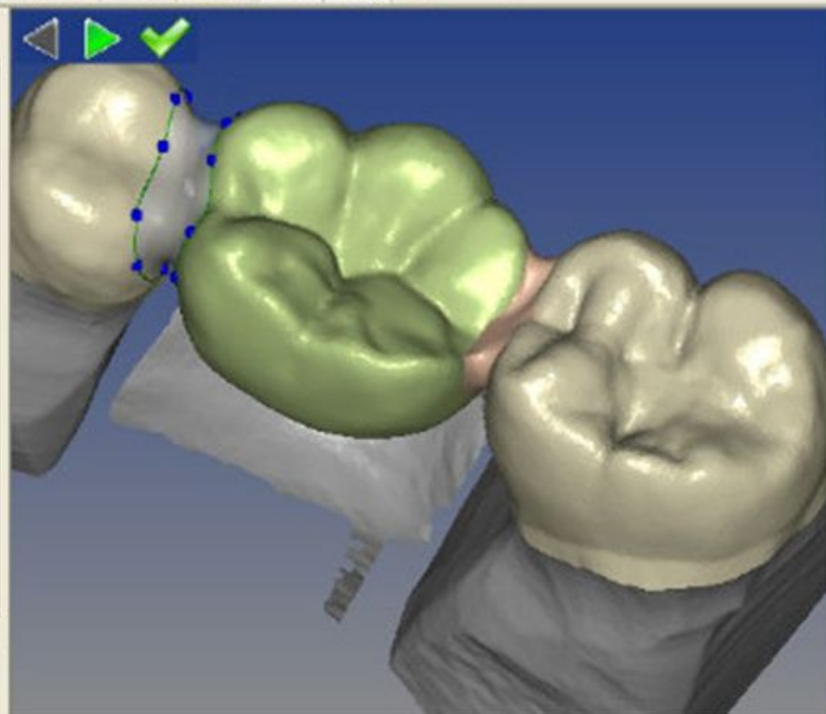
mech. Belastung

H / B

 Standard Type

Reset

Quersch. Fläche 19.97



1.5

Max

Min



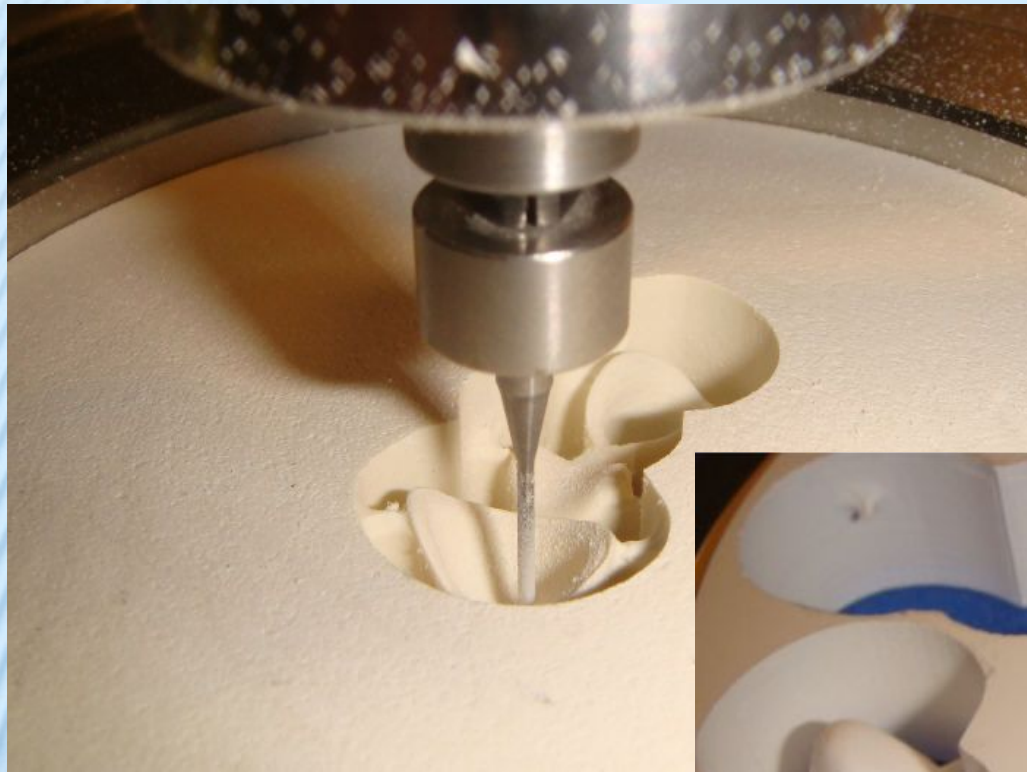
 Nachbar

 Dicke

Rotation

Position







# Наполненная стеклокерамика

**Наполненная стеклокерамика** была разработана компанией Corning Glass Works в конце 1950-х.

Основным принципом получения твердого материала является его формовка в результате остывания расплавленного стекла.

**Есть три вида наполненной керамики** - керамика называется наполненной, потому что добавляются такие наполнители как лейцит (с высоким и низким содержанием) и дисиликат лития:

- Полевошпатная стеклокерамика с небольшим содержанием лейцита;
- Стеклокерамика с высоким содержанием лейцита (до 50 %);
- Стеклокерамика, упрочненная дисиликатом лития.

Полевошпатная стеклокерамика с небольшим содержанием лейцита

Лейцит добавлялся для увеличения коэффициента температурного расширения, в результате чего материал можно было наносить в качестве облицовочного слоя. Схож



## Стеклокерамика с высоким содержанием лейцита (до 50 %).

Увеличение содержания лейцита привело к появлению нового вида керамики. Лейцитная керамика относительно полевошпатной имеет улучшенные прочностные характеристики (большую сопротивляемость к термальному шоку и химической эрозии, прочность на изгиб более 200 МПа), кристаллы лейцита способны противостоять развитию сколов в готовых керамических конструкциях, частично поглощая энергию трещин. Однако, в связи с потерей прозрачности, эстетичность данной керамики несколько ниже, чем у полевошпатной.

Материалы выпускаются в виде:

- порошка-жидкости,
- блоков для машинной обработки,
- прессуемой керамики.

Наиболее широко распространена прессуемая керамика IPS Empress (Ivoclar Vivadent) (прочность на изгиб 220 МПа), которая также выпускается в виде машинных блоков для Cad-Cam системы Cerec 3.

Следует отметить, что прочность машинных и прессуемых систем, как лейцитной, так и полевошпатной керамики, выше, чем у систем жидкость-порошок. Это связано с сведением к минимуму образования микропор, образованных попавшими пузырьками воздуха в процессе изготовления (что часто происходит в процессе нанесения порошка-жидкости)

# Безметалловые вкладки, коронки



# Стеклокерамика, упрочненная дисиликатом лития.

Полевошпатная и лейцитная керамика имеют хорошую адаптацию в качестве одиночных ортопедических конструкций, однако их прочностные характеристики не позволяют применять их для мостовидных конструкций. В связи с чем компанией Ivoclar Vivadent была выпущена стеклокерамика, наполненная  $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O-SiO}_2$  – дисиликатом лития под торговым названием Empress 2.

Современное название Empress 2 фирмы Ivoclar Vivadent изменилось на **E.max**.

Кристаллы дисиликата лития ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ) занимают 70% объема в составе стеклокерамики.

Кристаллы лития дисиликата имеют вытянутую «подобную вермишели» форму, что приводит к отражению и разветвлению образующихся трещин.

Твердость на сжатие приблизительно в 3 раза выше, чем у лейцитной керамики.



**Микроструктура  
E.max Press  
по материалам  
Ivoclar Vivadent**

Материал выпускается в прессуемой и машинной форме для фрезерования.

Ввиду низкого индекса преломления света кристаллами дисиликата лития, керамика достаточно прозрачна и может использоваться для цельных реставраций или для большей эстетики покрываться облицовочным слоем. Применяется для изготовления:

- одиночных коронок,
- виниров и вкладок,
- возможно применение керамики
- в качестве материала для изготовления мостовидных протезов до второго премоляра.

Заготовки для  
фрезерования ,

дисиликат лития





Материал выпускается  
машинной форме для  
фрезерования.





- -----  
Долгое время металлокерамические коронки считались единственным вариантом при выборе прочной несъемной ортопедической конструкции, особенно когда речь шла о мостовидных протезах.

Однако полное отсутствие светопропускаемости металла существенно снижало эстетические показатели.

Изобретение литий-дисиликатной керамики частично решало вопрос эстетики, однако даже современные мостовидные протезы с каркасом на основе дисиликата лития показаны лишь для замещения зубных дефектов до второго премоляра включительно, ввиду их недостаточных прочностных характеристик, которые могли бы противостоять жевательной нагрузке на боковых зубах.

И далее, поэтому появилась более прочный материал керамический.



# ОКСИДНАЯ КЕРАМИКА СО СТЕКЛЯННЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

И так, в 1988 году на стоматологическом рынке была представлена **алюмооксидная керамика** (In ceram Alumina) с содержанием алюминия около 85% под брендом In Ceram (Vita Zahnfabric) с прочностью на изгиб 400 – 500 МПа .

Данный вид керамики отличается от наполненной и ненаполненной стеклокерамик, и значительно превосходящей по крепости связью частиц (кристаллов).

Система разработана в качестве альтернативы одиночным металлокерамическим конструкциям для замены металлического каркаса на более эстетичный керамический . Позже были выпущены системы In Ceram Spinell и In Ceram Zirconia, дополняющие In Ceram Alumina.

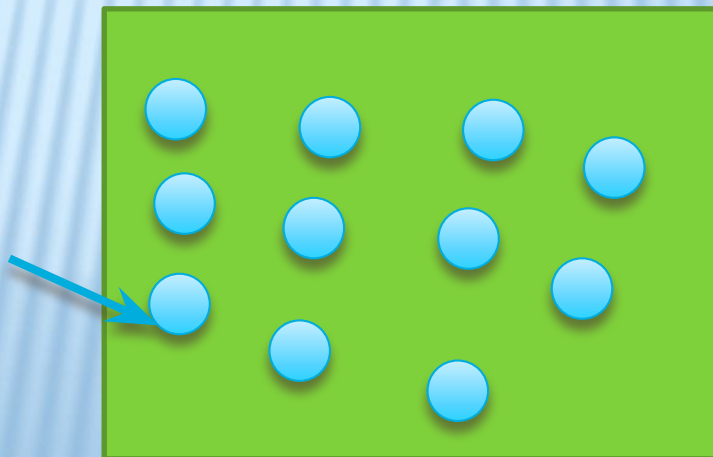
**Химически оксидная керамика** представляет из себя матрицу (*основа, форма*) (на основе оксида алюминия или, другого металла (комбинаций металлов), наполненную лантанным (*лантан это металл*) алюмосиликатным стеклом.

Получается есть пористая матрица (*основа*) керамики. Поры этой матрицы керамики заполняются расплавленным лантанным стеклом и материал становится предельно твердым.

**Матрица** (*основа, форма, каркас*)

Из оксида алюминия

лантанное  
(*лантан это металл*)  
алюмосиликатное  
стекло



Керамика на основе оксида алюминия имеет высокую прочность на изгиб (450 МПа) и умеренную прозрачность и может применяться в качестве каркасов для одиночных конструкций как фронтальной, так и боковой группы зубов.

Керамика с применением циркония, основанная на In Ceram Alumina, но с добавлением ZrO<sub>2</sub>, имеет максимальную прочность на изгиб (до 650 МПа) и применяется в основном для конструкций мостовидных протезов до 3 единиц .

Получают ее методом взаимопроникания двух фаз композитов. Это очень трудоемкий процесс, получивший название «скользящее литье».

Выпускаются в виде блоков для фрезерования



Изготовление керамической вкладки

# ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Керамические вкладки/  
накладки.



# ОКСИДНАЯ КЕРАМИКА

Исследования продолжились, и вскоре была выпущена оксидная керамика **с полным отсутствием стекла в качестве наполнителя**

Содержание оксида в такой керамике достигает 98–99%.

Спеченная монофазная керамика получается методом прямого спекания кристаллов без наполнения кристаллической матрицы, в результате чего получается твердая, воздухо- и стеклонесодержащая структура.

Для придания высокой механической прочности, устойчивости к температурным и коррозионным (разрушающим) воздействиям в состав оксидной керамики входят бориды, карбиды, нитриды, титаниты и иттрий.

Медицинское применение высокопрочной алюминиевой и циркониевой керамики впервые нашло место в имплантологии в качестве материала для замещения тазобедренной кости. Данная технология нашла применение в ортопедической стоматологии

Каркас, изготовленный из алюмооксидной керамики, затем облицовывается стеклокерамикой.

Преимуществом повышенного содержания алюминия в данных системах является очень высокая прозрачность каркасов, сходная со стеклокерамикой, а также увеличенная прочность. Прочность на изгиб материалов на основе  $Al_2O_3$  приравнивается к прочности циркониевой керамики, полученной по системе In-Ceram.

# ОКСИДНАЯ КЕРАМИКА – с ЦИРКОНИЕМ

Однако нужна была еще большая прочность каркасов, в результате чего были получены материалы с повышенным содержанием циркония.

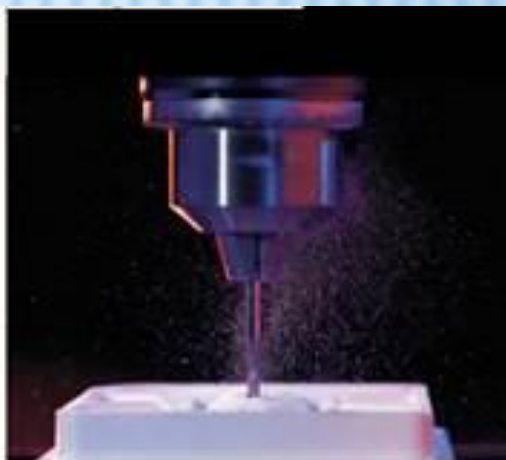
**Цирконий** (также называемый диоксидом циркония, химическая формула  $ZrO_2$ ) – это химически нерастворимое в основаниях и кислотах соединение. Полученный из циркониевого песка ( $Zr_2SiO_4$ , альвит) или циркониевой глины ( $ZrO_2$ , бадделеит, бразилит), оксид проходит несколько кристаллографических фаз во время охлаждения от расплавленного состояния до комнатной температуры.

Температура плавления циркония  $2715^{\circ}C$ .





ДИОКСИД ЦИРКОНИЯ – БЛОКИ ДЛЯ  
ФРЕЗЕРОВАНИЯ



Для стабилизации процесса добавляется оксид иттрия ( $Y_2O_3$ ) до 5% от массы.

Алюминий (0,2 – 1% от массы) увеличивает сопротивляемость материала коррозии и старению.

Цирконий имеет набор физических характеристик, который дважды превосходит алюминооксидную керамику по прочности и твердости.

Прочность на изгиб варьирует от 900 до 1000 МПа Прочность на разрыв заявлена от  $8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$  до  $10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ . Эти показатели значительно выше, чем у предыдущих видов керамики.

Цирконий имеет идеальные физические свойства для изготовления каркасов мостовидных протезов на переднюю и жевательную группу зубов.

Чаще возникают проблемы со сколом и отслоением облицовочной керамики. Используя метод медленного охлаждения в глазуровочной печи с целью уравнивания теплоотдачи циркония и облицовочного фарфора, можно увеличить устойчивость фарфора к сколам на 20%



**Печь для обжига циркониевых  
конструкций  
Programat S1 (Ivoclar Vivadent)**

Предварительно спеченные циркониевые блоки с прочностью 55-70% от конечного результата для фрезерования с помощью Cad-Cam модуля.

Меньшая начальная прочность значительно облегчает выпиливание из них конструкций, снижая при этом износ фрез.

После получения требуемой конструкции линейная усадка во время ее спекания составляет 20 %. Спекание диоксида циркония называется – **синтеризация**.

Именно поэтому каркасы выпиливаются немного большего размера и получают необходимый объем после окончательного спекания в лаборатории.

Преимуществом Cad-Cam метода является то, что любые трещины и поверхностные дефекты во время выпиливания из блока полностью устраняются после окончательного спекания конструкции в лаборатории. Прочность на изгиб конструкций,

Циркониевые блоки выпиливаются с помощью компьютеризированных фрезероальных аппаратов.

Благодаря керамике на основе циркония можно делать малые по площади соединители звеньев мостовидного протеза, а также тонкие стенки конструкций.

В связи с тем, что цирконий имеет прочность, схожую с металлами, теоретически этот материал может полностью заменить в будущем металлические каркасы протезов, а также цельнометаллические конструкции.

Известно, что при нанесении облицовочного фарфора на керамические каркасы зубной техник не сталкивается с деформацией конструкции, как при работе с металлами.

Однако не стоит забывать про эстетические аспекты оксида алюминия и относительно невысокую стоимость получения материала по сравнению с цирконием.



Керамическая облицовка

Каркас из Диоксида циркония



## Комбинация фарфора с металлами (металлокерамика)

Металлокерамика — объединение двух материалов — металлического сплава и стоматологического фарфора или ситалла, в котором первый служит каркасом, основой, а фарфор или ситалл — облицовкой.



**Облицовка** — покрытие поверхности изделия природным или искусственным материалом, отличающимся эксплуатационными (защитными) и декоративными качествами.

В стоматологии облицовка протезов выполняет несколько целей :

- Маскирование;
- Изоляцию каркаса зубного протеза;
- Имитирование твердых тканей естественных зубов.

Высокая твердость и износостойкость, уникальная водостойкость и прекрасные эстетические свойства позволяют считать керамику оптимальным облицовочным материалом.



## Связь между металлом (сплавом) и фарфором может быть:



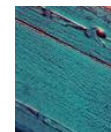
1. Механической;
2. Химической.

*Важную роль в получении качественного металлокерамического протеза играет создание пограничного слоя между металлическим каркасом и фарфоровой массой.*

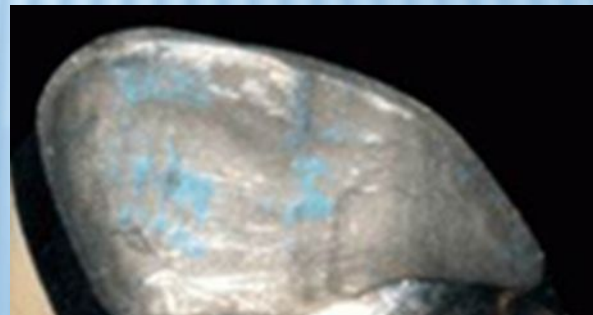
*Диффузия элементов от фарфора к сплаву и от сплава к фарфору является фактором образования постоянной электронной структуры на поверхности раздела благородного металла и керамики. сплавов достигается в основном за счет механических факторов.*

Однако на поверхности раздела благородного сплава и керамики такой структуры не существует. Для улучшения сцепления фарфора с золотом применяют специальные дополнительные связывающие агенты, которые наносят на поверхность металла перед нанесением фарфора.

**Окисная пленка (оксидная пленка)**, обуславливает **химическую связь** между металлом и фарфором

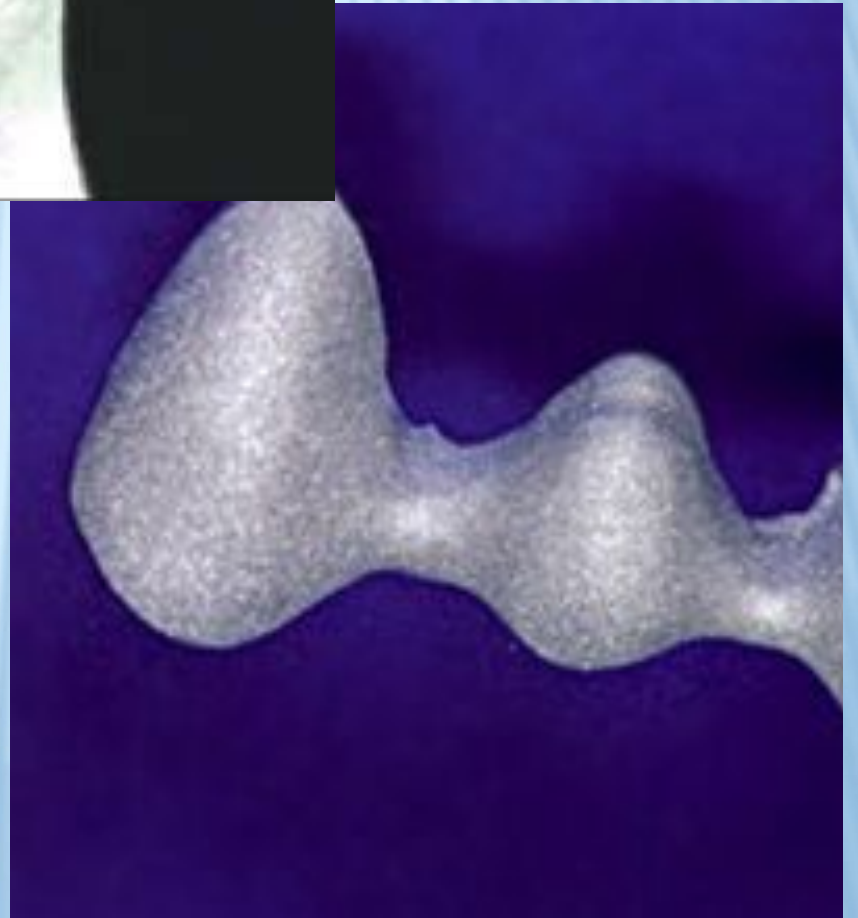


Для того **чтобы образовалась прочная связь между** металлом и фарфором на поверхности их раздела, необходимо прочное химическое соединение металла и окисной пленки.



К **механическим способам** обработки относится обработка поверхности в специальном **пескоструйном аппарате**. При этом частицы абразива эффективно удаляют загрязнения, и поверхность приобретает шероховатость.





## Основные требования к материалам для облицовки:

- 1) отсутствие токсичности;
- 2) наличие комплекса физико-механических показателей (прочность при изгибе, сжатии, ударе; стойкость к стиранию и др.);
- 3) способность к окрашиванию в цвета, имитирующие окраску твердых тканей зуба;
- 4) прочность адгезионного соединения с металлом каркаса протеза;
- 5) способность сохранять адгезионное соединение при высокой

влажности, температурных колебаниях и жестокости

## Основные требования к материалам для облицовки

- 6) обеспечение оптимальных эстетических свойств конструкции;
- 7) коэффициенты термического расширения металла и облицовочного материала должны быть близки друг к другу;
- 8) простота приготовления, нанесения и обжига;
- 9) наличие большого рабочего интервала использования (возможность использовать массу через несколько часов после ее приготовления).

# Ситаллы

это стеклокристаллические материалы, состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределенных в стекловидной фазе.



Различие структур ситаллов и керамики объясняется технологиями их получения.

Например, керамические материалы получают методом твердофазового спекания, а ситаллы — из стекол методом направленной кристаллизации.

**Ситаллы применяются** при протезировании переднего отдела зубных рядов искусственными коронками и мостовидными протезами небольшой протяженности.

**Их отличают** токсикологическая инертность, высокая прочность, твердость, химическая и термическая стойкость, низкий коэффициент расширения.

**Основным недостатком ситаллов** является одноцветность массы и возможность коррекции цвета только нанесением на поверхность протеза эмалевого красителя





**Спасибо за внимание!**